

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

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a saint or historical figure, seated on a throne. Above the figure is a crown. The figure is flanked by two lions. The seal is surrounded by Latin text: "S. CAROLINI ACADEMIA COCATEMALENSIS INTER CAETERA S. ORE'S CONSPICUA".

Informe Final de Práctica Profesional Supervisada

**Producción de Alevines de Tilapia *Oreochromis niloticus*
en la Estación Piscícola Las Ninfas Amatitlán**

Selvin Geovani Arévalo Salazar

Guatemala, noviembre 2006.



Informe Final de Práctica Profesional Supervisada

**Producción de Alevines de Tilapia *Oreochromis niloticus*
en la Estación Piscícola Las Ninfas Amatlán**

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

Miembros del Consejo Directivo



Presidente	Ing. Agr. Pedro Julio García Chacón
Coordinador Académico	M.Sc. Carlos Salvador Gordillo García
Secretario	M.V. Salomón Medina Paz
Representante Docente	M.Sc. Erick Villagrán
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas	Licda. Estrella Marroquín
Representante Estudiantil	T.U.A. Julián Sikahall
Representante Estudiantil	Manoel Cifuentes Marckword

ACTO QUE DEDICO

A Dios por ser la luz en nuestro camino.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicionalmente en todo momento.

A mi hermana y su esposo por darme una mano en todo lo que necesite.

A mi novia Melissa por llenar de felicidad mi vida.

A todos mis amigos por brindarme su amistad y su confianza durante todo este tiempo.

A M.V. Salomón Medina por su amistad y ayuda en todo momento.

A todas las personas que siempre estuvieron brindándome todo su apoyo incondicional para poder lograr esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A mi amado país Guatemala.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por haberme dado la valiosa oportunidad de realizar mis estudios superiores en esta tan prestigiosa institución.

A el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- por haberme abierto las puertas para realizar mis estudios a nivel univertario y poder desenvolverme en el campo de la acuicultura.

A los catedráticos del CEMA por brindarme sus conocimientos sobre la acuicultura.

A la Estación Experimental de Amatitlan por haberme dado la oportunidad de realizar esta pasantía

A la Licda. Silvia Guerra, encargada de la estación piscícola de Amatitlan por ayudarme en este periodo de practica supervisada.

RESUMEN EJECUTIVO

El termino acuacultura significa “el cultivo de organismos acuáticos”; pueden ser cultivos de animales (peces, camarones u otros) o de plantas. Actualmente es el sector de producción de origen animal que más ha crecido en los últimos años. El cultivo comercial de peces representa una actividad muy importante en la generación de divisas y fuentes de trabajo. Y es por esto que la demanda de alevín de Tilapia en la estación piscícola de Amatitlán ha ido en aumento.

En el año 2000, el Centro de Estudios del Mar y Acuacultura – CEMA - inicia el programa de producción de alevín monosexo mediante reversión sexual, brindando un alevín macho con mejor rendimiento. En el año 2001 se genera el Proyecto de Fomento a la Piscicultura Nacional convirtiendo a la Estación Piscícola de Amatitlán como el principal centro de producción de semilla de Tilapia a nivel nacional. El proyecto de fomento a la piscicultura nacional incluye la producción de semilla de alta calidad , fortaleciendo una industria potencial en el país.

La Estación Piscícola de Amatitlán trabaja un sistema semiintensivo para la producción de semilla, teniendo como objetivo la venta de alevín de mejor calidad a un menor precio, como fomento especialmente a pequeños productores.

Dentro de la estación se llevan registros de las actividades que se realizan dentro de esta, como lo son: ventas, calidad del agua, alimento, así como el manejo general de la estación. También se brinda información a los futuros productores de Tilapia.

INDICE GENERAL

1. Introducción	1
2. Objetivos	2
2.1 General	2
2.2 Específicos	2
3. Aspectos generales	3
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	3
3.6 Extensión y espejo de agua	3
3.7 Objetivo de producción	4
3.8 Croquis de la granja	5
4. Aspectos administrativos de la granja	7
4.1 Organigrama y descripción de puestos	7
4.2 Controles de personal	8
4.3 Evaluación del personal	8
4.4 Prestaciones laborales	8
4.5 Políticas salariales	8
4.6 Incentivos salariales	8
4.7 No. de empleados	8
4.8 Manejo de inventarios	8
4.9 Contabilidad	9
4.10 Registros para establecimiento de costos de producción	9
4.11 Servicios profesionales externos	9
4.12 Planificación	9
5. Características de la fuente de agua	10
5.1 Fuente	10
5.2 Física del agua	10
5.3 Caudal	10
5.4 Filtros	11
5.5 Uso posterior	11
5.6 Manejo general de los estanques	11
5.7 Sistemas de registro de parámetros de calidad de agua	11
6. Aspectos generales del cultivo	12
6.1 Especies cultivadas	12
6.2 Características biológicas	12
6.3 Sistemas y/o procesos de cultivo	18

7. Manejo general de la granja	19
7.1 Manejo de reproductores	19
7.2 Manejo de criaderos	20
7.3 Manejo de la semilla y procedencia	20
7.4 Manejo del engorde	20
7.5 Manejo sanitario	20
7.6 Manejo de los productos	20
8. Manejo general del alimento	21
8.1 Control de calidad	21
8.2 Condiciones y tiempo de almacenamiento	21
8.3 Tipo de alimento utilizado	21
9. Sistemas de alimentación	23
9.1 Alimentadores	23
9.2 Registros de consumo de alimento	23
9.3 Tablas utilizadas	23
9.4 Horario de alimentación	24
9.5 Ajuste de ración	24
9.6 Características nutricionales del alimento vrs. Requerimiento del cultivo	24
9.7 Fertilización	24
9.8 Productividad primaria	24
9.9 Registros para determinación de índices productivos	25
9.10 Rendimiento (Kg/Ha)	25
9.11 Ganancia diaria de peso	25
9.12 Conversión alimenticia	25
9.13 Peso a la cosecha	26
9.14 % de sobrevivencia	26
9.15 % de mortalidad	26
9.16 Duración de periodo de cultivo	26
9.17 Precio por libra	26
10. Sistema de cosecha	27
10.1 Determinación del momento de cosecha	27
10.2 Procedimiento	27
10.3 Personal y equipo utilizado	28
10.4 Tratamiento y conservación inicial del producto	28
10.5 Medidas de seguridad	28
11. Comercialización	29
11.1 Metas de producción	29
11.2 Mercado objetivo	29
11.3 Forma de mercadeo	29
11.4 Presentación del producto	29
11.5 Precio de venta	29
12. Conclusiones	30
13. Recomendaciones	31
14. Bibliografía	32
15. Anexo	33

INDICE DE CUADROS

		Pagina
Cuadro No. 1	Area y utilización de los estanques	6
Cuadro No. 2	Preparación del alimento hormonado	21
Cuadro No. 3	Tipo de alimento utilizado en la estación	22
Cuadro No. 4	Ración de alimento en base al porcentaje de biomasa (Marek)	26

INDICE DE FIGURAS

		Pagina
Figura No. 1	Extensión de la estación piscícola	4
Figura No. 2	Producción de alevín de Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i>	4
Figura No. 3	Croquis de la estación piscícola de Amatitlán	5
Figura No. 4	Organigrama del CEMA	7
Figura No. 5	Lago de Amatitlán	10
Figura No. 6	<i>Oreochromis niloticus</i>	15
Figura No. 7	<i>Oreochromis mossambicus</i>	17
Figura No. 8	Manejo de reproductores	19
Figura No. 9	Tipo de alimento utilizado	22
Figura No. 10	Sistema de alimentación (<i>ad-libitum</i>)	23
Figura No. 11	Productividad primaria	25
Figura No. 12	Cosecha	27

INDICE DE ANEXO

Anexo No. 1	Granja piscícola de Amatitlán – LAS NINFAS –
Anexo No. 2	Tinacos de descanso para reproductores
Anexo No. 3	Piletas para tratamiento de enfermedades
Anexo No. 4	Tinacos para mantenimiento de reproductores
Anexo No. 5	Caudal de agua
Anexo No. 6	Caja de distribución de agua
Anexo No. 7	Canales de distribución de agua
Anexo No. 8	Área de despacho de alevín
Anexo No. 9	Despacho de alevín
Anexo No. 10	Alimentación de reproductores
Anexo No. 11	Alimentación de alevines
Anexo No. 12	Almacenamiento del alimento en bodega
Anexo No. 13	Preparación de hormona masculinizante
Anexo No. 14	Alimento hormonado
Anexo No. 15	Traslado de reproductores para apareamiento
Anexo No. 16	Traslado de alevines a un estanque de mayor dimensión
Anexo No. 17	Conteo de alevines
Anexo No.18	Mantenimiento de la estación
Anexo No. 19	Control diario de alimento hormonado consumido
Anexo No. 20	Control de alimento existente en bodega
Anexo No. 21	Control de alimento consumido por día

1. Introducción

Guatemala es un país que cuenta con una gran cantidad de recursos hidrobiológicos, los cuales un alto porcentaje están siendo sobre explotados o utilizados en forma inadecuada.

El Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA–, sabiendo de la importancia de la conservación de los recursos hidrobiológicos y de la problemática nutricional de nuestro pueblo, desarrolla dentro de sus actividades de proyección social y promoción de la acuicultura, específicamente en la estación Piscícola de Amatitlán un programa de producción de semilla de Tilapia *Oreochromis niloticus* de alta calidad, con la finalidad de apoyar a las personas involucradas en el sector piscícola con fines a la producción.

En la actualidad, el interés que se ha manifestado por implementar sistemas de engorde de Tilapia esta creciendo exponencialmente, esto es debido a las características viables de su cultivo y la aceptación del consumidor.

La Tilapia es un pez originario de África que ha sido introducida a muchos países del mundo, es resistente a enfermedades, se reproduce con facilidad, consume una gran variedad de alimento y tolera aguas con bajas concentraciones de oxígeno; pueden crecer en agua dulce o incluso se adaptan al agua de mar. Todas estas características hacen que la Tilapia sea una especie de cultivo apta para la mayoría de los países en vía de desarrollo.

El Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, tratando de satisfacer las necesidades de los productores de Tilapia, produce en la estación piscícola de Amatitlán semilla de alta calidad a un menor precio, permitiendo mejorar el rendimiento de las granjas piscícolas.

La estación piscícola de Amatitlán se encuentra ubicada en el municipio de Amatitlán, a 28 Km. de la ciudad de Guatemala, a una altitud de 1,161 msnm, cuenta con un área de 6550 metros cuadrados de espejo de agua y una extensión de 0.7 ha; siendo su objetivo principal la producción de alevín de Tilapia *Oreochromis niloticus*. para su comercialización, destinado principalmente a pequeños y medianos productores.

2. Objetivos

2.1 General

Introducir al estudiante en el ejercicio de la carrera de Técnico en Acuicultura en una práctica directa, en un espacio territorial, grupo social e institucional.

2.2 Específicos

- Proveer la oportunidad de participar en actividades reales propias de la acuicultura.
- Retroalimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la integración de los conocimientos y experiencias teórico-prácticas adquiridas.
- Propiciar el desarrollo y ejercicio de los valores morales y éticos en el desempeño profesional.
- Asegurar la calidad teórico-práctica de los informes finales presentados como requisito de graduación.

3. Aspectos generales de la Granja

- 3.1 Ubicación geográfica: La estación piscícola de Amatitlán se encuentra ubicada en el municipio de Amatitlán, a 28 Km. de la ciudad de Guatemala; perteneciendo a la escuela nacional de agricultura ENCA. Limita al norte con los municipios de Villa Nueva y Villa Canales; al sur con el municipio de Palín, Escuintla; Al oeste con el municipio de Magdalena Milpas Altas, Sacatepequez y al Este con el municipios de Villa Canales y San Vicente Pacaya, Escuintla. (Mendez, 2002).
- 3.2 Condiciones climáticas: El municipio de Amatitlán consta de una temperatura que oscila entre 20-23 grados centígrados siendo un clima templado a calido en algunas épocas del año. (Guerra, 2006)
- 3.3 Altitud: Esta estación piscícola se encuentra ubicada aproximadamente a 1,161 msnm. (Mendez, 2002)
- 3.4 Zona de vida: Pertenece a la zona de vida, bosque sub- tropical templado húmedo, que varía en verano e invierno. (Guerra, 2006)
- 3.5 Vías de acceso: Consta con cuatro vías de acceso hacia este municipio.
- Carretera CA-2 (circunvalación)
 - Carretera vieja (del pasamano)
 - Autopista al Pacífico (carretera CA-9)
 - Camino de la Barca
- 3.6 Extensión y espejo de agua: La estación piscícola de Amatitlán cuenta con un área de 6550 metros cuadrados de espejo de agua y una extensión de 0.7 ha.



Figura No. 1 Extensión de la estación piscícola

3.7 Objetivo de producción: El objetivo principal de la estación piscícola Las Ninfas, es la producción de alevín de Tilapia *Oreochromis niloticus*. para su comercialización, destinado principalmente a pequeños y medianos productores.



Figura No. 2 Producción de alevín de Tilapia *Oreochromis niloticus*

3.8 Croquis de la granja: Esta estación cuenta con 22 estanques revestidos de concreto, 6 piletas, 2 tanques circulares y 2 piletas de despacho.

Estación piscícola de Amatitlán

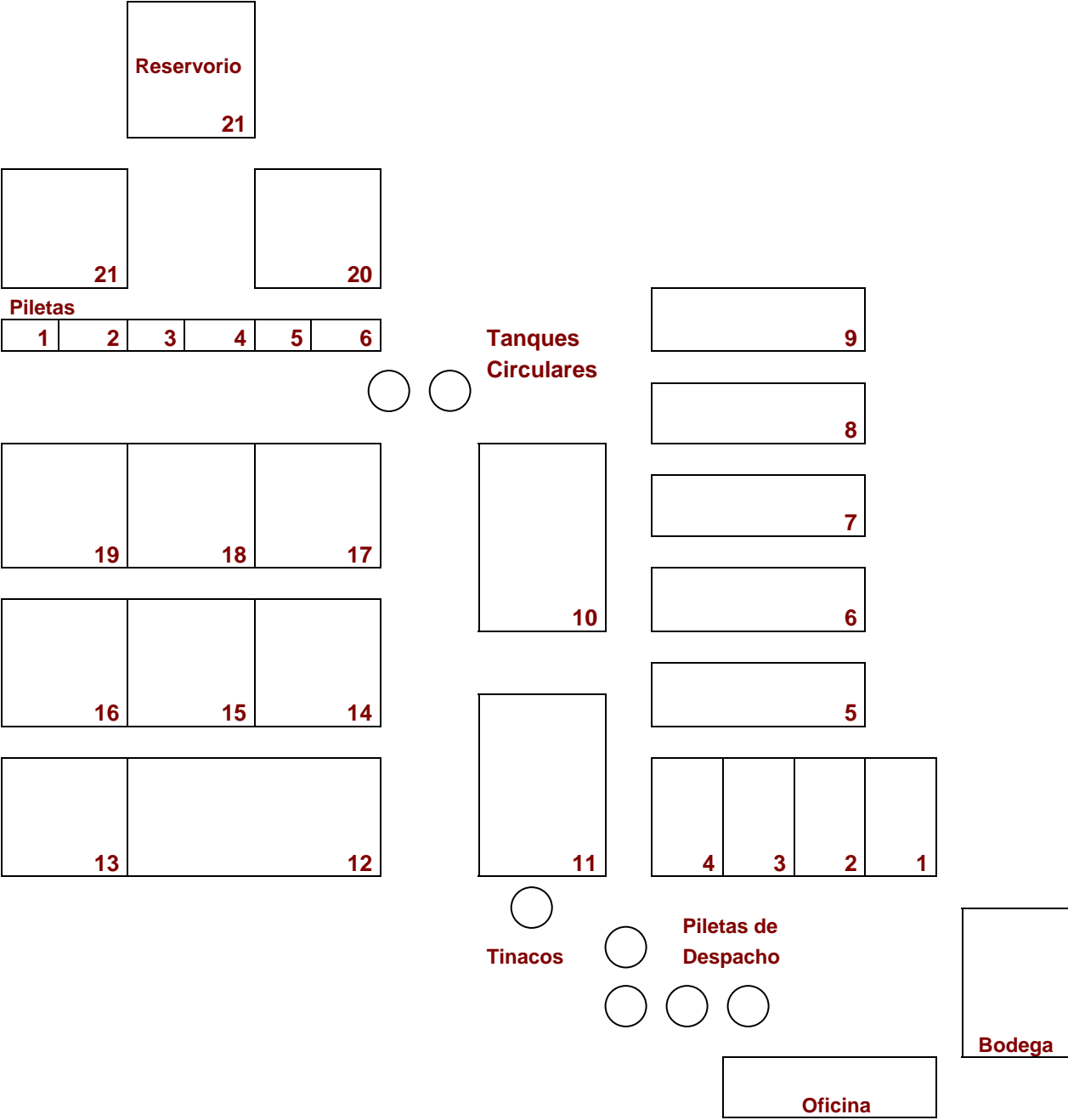


Figura No. 3 Croquis de la estación piscícola de Amatitlán

Cuadro No. 1 Area y utilización de los estanques

Area y utilización de los estanques		
Estanque 1 - 4	150 metros cuadrados	Utilizados para la reversión sexual del alevin de Tilapia
Estanques 5 -8	375 metros cuadrados	Utilizados para levante de pre-cria
Estanque 9	350 metros cuadrados	Utilizados para descanso de reproductores
Estanques 10 - 11	350 metros cuadrados	Utilizados para mantenimiento de reproductores
Estanque 12	450 metros cuadrados	Utilizados para mantenimiento de Carpa Comun
Estanque 13	250 metros cuadrados	60 hembras reproductoras (Sterling)
Estanque 14	250 metros cuadrados	83 hembras reproductoras (Nilotica)
Estanque 15	250 metros cuadrados	25 machos reproductores (Nilotica)
Estanque 16	250 metros cuadrados	88 machos reproductores (Roja)
Estanque 17	250 metros cuadrados	454 machos reproductores (Sterling)
Estanque 18	250 metros cuadrados	206 hembras reproductoras (Rocky mountain)
Estanque 19	250 metros cuadrados	248 machos reproductores (Rocky mountain)
Estanque 20	375 metros cuadrados	218 hembras reproductoras (Hondureñas)
Estanque 21	375 metros cuadrados	126 machos reproductores (Hondureños)
Estanque 22	400 metros cuadrados	Utilizado para reservorio de las especies excedentes de la finca
Piletas 1 - 6		Utilizados para aislamientos y tratamientos de reproductores
Tinacos 1 - 5		Utilizados para tratamiento de enfermedades
Tanque circular 1		Utilizados para mantenimiento de reproductores
Tanque circular 2		Similar uso que el tanque 1
Piletas de despacho		Utilizados para el despacho de alevines

4. Aspectos Administrativos de la granja

4.1 Organigrama y descripción de puestos



Figura No. 4 Organigrama del CEMA

Encargado de la estación piscícola: Es el que supervisa e indica cuales son las actividades que se realizan dentro de la estación, así como de los aspectos administrativos.

Medico veterinario: Brinda una asistencia en el control de enfermedades y manejo sanitario de la estación piscícola.

Trabajadores de campo: Son los encargados de realizar todas la actividades indicadas por el encargado de la estación, siendo estas: actividades de manejo y mantenimiento de la granja.

4.2 Controles de personal: No existe ningún control de asistencia por medio de libros o tarjetas, debido al poco personal que labora en la estación, lo cual no dificulta el control de los trabajadores.

4.3 Evaluación del personal: Constantemente se realizan controles del personal, verificando la eficacia de su desempeño, capacitándolos en caso de algún problema.

4.4 Prestaciones laborales: Los trabajadores de la estación piscícola cuentan con las siguientes prestaciones: Bono 14, IGGS, aguinaldo, vacaciones y diferido.

4.5 Políticas salariales: Se basan en el reglamento y estatutos de relaciones laborales de la Universidad San Carlos de Guatemala.

4.6 Incentivos salariales: Los trabajadores de la estación no cuentan con incentivos salariales

4.7 No. de empleados: La estación cuenta con 5 trabajadores de campo (mano de obra no calificada), un medico veterinario y un encargado de la finca (mano de obra calificada). Cada trabajador realiza una serie de actividades diarias, ejecutando un sistema de rotación diaria, para que todos tengan participación en las diferentes actividades dentro de la granja.

- 4.8 Manejo de inventarios: Se llevan registros de los materiales e insumos que se utilizan dentro de la estación, los cuales son manejados por el departamento de contabilidad del CEMA.
- 4.9 Contabilidad: Debido a que no se manejan valores dentro de la estación, se realiza una contabilidad externa, la cual es supervisada por CEMA.
- 4.10 Registros para establecimiento de costos de producción: Se llevan registros y controles de los principales insumos utilizados dentro de la estación, como lo son: alimento, bolsas, oxígeno, hormona, alcohol, vitaminas, luz y demás equipo.
- 4.11 Servicios profesionales externos: Se realizan visitas eventuales de catedráticos del CEMA para brindar su conocimiento y así realizar mejoras en la estación.
- 4.12 Planificación: Dentro de la estación se realizan planificaciones semanales, realizando reuniones con el personal de la granja para decidir cual es el manejo que se le darán a los alevines y reproductores durante este tiempo; así como de los apareamientos y cosechas que se harán mensualmente.

5. Características de la fuente de agua

- 5.1 Fuente: El agua utilizada dentro de la estación piscícola para el mantenimiento de los estanques, es proveniente del Lago de Amatitlán (de origen Caldera Tecto Volcánica); el cual tiene un área de 15 kilómetros cuadrados y un volumen de 270,000,000 metros cúbicos.



Figura No. 5 Lago de Amatitlán

- 5.2 Física del agua: La temperatura del agua del lago varía entre 23 grados (en la mañana) y 32 grados (en la tarde), es agua fertilizada que está muy contaminada debido a que los desagües de colonias y municipios cercanos llegan hacia el lago con excesivas descargas de químicos, desechos metabólicos, entre otros.
- 5.3 Caudal: Posee un caudal de 6.8 lt/seg, el cual fue determinado utilizando el método volumétrico (consiste en llenar un recipiente de volumen conocido en un determinado tiempo, sacando un promedio entre el volumen y el tiempo necesario para llenar el recipiente). (Ver Anexo No. 5)

- 5.4 Filtros: Actualmente no cuenta con un filtro para la mejora de la calidad del agua dentro de la estación; solo se tiene colocado una malla para evitar la entrada de basura y organismos no deseados.
- 5.5 Uso posterior: No se tiene un uso posterior, el agua regresa directamente al Lago de Amatitlán.
- 5.6 Manejo general de los estanques: Se realiza un monitoreo diario de la temperatura, turbidez y oxígeno dentro de los estanques, para determinar cuáles son los recambios diarios necesarios para el buen funcionamiento de la estación.
- 5.7 Sistema de registro de parámetros de calidad del agua: Los registros de calidad del agua se llevan diariamente; realizando un promedio mensual de temperatura, turbidez y oxígeno, para realizar gráficas y observar los cambios de los parámetros cada mes.

6. Aspectos generales del cultivo

6.1 Especies cultivadas: Entre la especies que se cultivan en la Estación Piscícola de Amatitlan están: *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis aureus*.

6.2 Características biológicas

La Tilapia pertenece a la familia Cichlidae, todas forma oblonga, con aletas dorsales que tienen de 23 a 31 espinas y rayos. La nariz tiene un nostrilo en cada lado. (Linares, 2003)

Los dos géneros que se han utilizado en la acuicultura son el *Oreochromis* y *Tilapia*, que difieren principalmente en la forma de incubación de los huevos. El primer género es de incubación bucal y el segundo utiliza un substrato donde permanecen los huevos hasta la eclosión. (Linares, 2003)

Las principales especies utilizadas en diferentes países en cultivos comerciales pertenecen al Genero *Oreochromis*, que serian; *O. niloticus* y *O. aureus*. (Linares, 2003)

Las Tilapias son peces de aguas calientes tropicales, la mayoría de los cuales son originarias de África. El rango óptimo de temperatura para su desarrollo es de 25 a 30 grados centígrados. Todas son sensibles a las bajas temperaturas, con un límite letal de 9 a 13 grados, dependiendo de la especie. La mayoría de las Tilapias con Eurihalinas y pueden vivir en aguas salobres y algunas incluso en agua de mar. (Carrillo, 2005)

El principal problema en el cultivo de la Tilapia es su proliferación. Se reproducen fácilmente a una temprana edad (2-6 meses), aun cuando son pequeñas, y tienen desoves múltiples durante el año. Esto puede incrementar la población de peces en el estanque, a un grado tal que impida el crecimiento, provocando una interrupción del crecimiento, que se conoce como enanismo. Para resolver este problema, es necesario emplear especies que se desarrollen rápido y alcancen la talla comercial antes que se procreen, o criar poblaciones de un solo sexo. (Carrillo, 2005)

En la mayoría de las Tilapias, los machos tienen mayor capacidad de crecimiento que las hembras, aun cuando se críen por separado. Se mencionan que esta diferencia esta provocada por cuestiones de índole genético, en el cual el macho posee un aprovechamiento del alimento, lo que determina una mayor formación de tejido para su crecimiento. Además el proceso de reproducción en las hembras desvía nutrientes hacia la formación de las gónadas y posteriormente la incubación bucal, limita el consumo de alimento, utilizando la hembra sus propias reservas orgánicas para mantener su metabolismo. (Carrillo, 2005)

- *Oreochromis aureus*

Llamada también Tilapia azul; los machos reproductores adquieren una coloración azul brillante en la cabeza, extendiéndose al cuerpo en un azul gris pálido metálico, como característica distintiva, las aletas presentan una coloración rojiza, y un rosa intenso en la aleta dorsal y caudal respectivamente; las hembras reproductoras presentan una coloración anaranjado pálido, también poseen una coloración azul negruzca en la barbilla y pecho. La aleta caudal no esta bien definida, tiene marcas oscuras irregulares o un retículo mas o menos negro, con puntos blancos o sin color. Esta especie posee de 29 a 30 vértebras y los siguientes datos merísticos:

- Aleta dorsal con 15-16 espinas y 12-15 radios.
- Aleta anal con 3 espinas y de 9-11 radios y de 18-22 branquiespinas
- Hábitos alimenticios

En su medio natural se alimentan de una amplia de organismos según la disponibilidad de alimento en los cuerpos de agua específicos. La lista incluye varias especies de Fitoplancton, Zooplancton y Zoobentos. Sin embargo cuando se introducen en estanques para peces y bajo una severa competencia, tal como la que prevalece en los estanques de policultivo de otras especie, *O. aureus* se vuelve principalmente zoobentofaga y detritofaga. Responde bien al alimento suplementario. (Guerra, 2006)

- Hábitos reproductivos

Se ha reportado la madurez sexual a los 4-6 meses de edad con un largo de 16-23 cm. En el estanque los machos se separa de los cardúmenes e inician la construcción de sus nidos a profundidades entre los 50-80 cm. de profundidad. El diámetro de los nidos varia de 20-120 cm. de diámetro. (Guerra, 2006)

Cuando los machos determinan su territorio es de 1.5 mt de radio alrededor del nido. El desove es durante todo el año en los trópicos, a intervalos de 30-45 días. Las hembras se acercan a los nidos, donde se instalara una y el macho que construyo su nido, realiza el cortejo reproductivo, donde el macho se moverá alrededor de la hembra y se presionara con la parte anterior de la cabeza el vientre de la hembra, provocando la expulsión de 10-20 huevos, los cuales serán fertilizados inmediatamente por el macho al circular la hembra, esta los tomara en su boca para incubarlos y continuar con el proceso del desove y fertilización (el desove puede durar de 2-3 horas). El macho por sus hábitos polígamos, deja esta hembra y construye un nuevo nido e inicia un nuevo cortejo. (Carrillo, 2005)

- Incubación

El periodo de incubación varía con la temperatura; a temperatura de 26 grados , que puede considerarse optima, es de 72 horas y los alevines miden de 7-10 mm de longitud después de 8 días de la eclosión. Pasados 10 días, el saco vitelino se reabsorbe totalmente cuando la temperatura no baja de 24 grados centígrados. (Guerra, 2006)

La incubación y el cuidado de las crías dura aproximadamente 20 días, sin embargo, si estas se separan antes, un nuevo desove ocurre antes del tiempo descrito (15-40 días después), aunque con un numero menor de huevos. (Carrillo, 2005)

- Tamaño de los huevos

En el ovario de la hembra se encuentran huevos en diferentes estadios, cuando se presentan condiciones apropiadas a un grupo de huevos madura alargándose en su forma y saliendo en desoves sucesivos. Los huevos son opacos en su estado de madurez y varían entre los 2 y 4 mm de tamaño. (Linares, 2003)

- Fecundidad

El número de huevos así como de crías *O. aureus* varía con el tamaño de la madre. En las bocas de hembras con una longitud entre 31-33 cm. se han encontrado de 1000 a 2000 huevos y se han encontrado hasta 1300 alevines en algunas hembras. (Carrillo, 2005)

- *Oreochromis niloticus*

Tiene una coloración grisácea oscura. La aleta caudal tienen franjas negras delgadas y verticales. El margen superior de la aleta dorsal es negro o gris. En los machos, durante la reproducción, la superficie ventral del cuerpo y las aletas anal, dorsal y pélvica son negras, y la cabeza y el cuerpo tienen manchas rojas. (Guerra, 2006)



Figura No. 6 *Oreochromis niloticus*

- Hábitos alimenticios

Esta especie tiene hábitos alimenticios omnívoros, lo que permite la utilización de una amplia gama de alimentos, tanto naturales como comerciales. Algunos autores mencionan que esta especie es capaz de digerir las algas verde-azules, por la presencia de dientes faríngeos y un pH muy ácido en el estomago, lo que permite la disolución de las paredes celulares de estas microalgas. Es espectro de alimentos se pueden enumerar rápidamente en Zooplancton, fitoplancton (diatomeas y verde-azules), detritus, bentos y alimentos suplementarios. (Carrillo, 2005)

- Hábitos reproductivos

La *O. niloticus* presenta hábitos reproductivos similares a la *O. aureus*, con desoves de hasta 1500 huevos, en organismos de 2.5 kilogramos de peso vivo. De estos se obtendrán entre 800 a 1000 alevines. Aquí se utiliza una densidad de 3 hembras por cada macho para alcanzar una reproducción optima durante la época de reproducción, la densidad de para estos 4 organismos será de 3-5 metros cuadrados.

Esta especie puede alcanzar de 5 a 8 reproducciones/año/hembra, durante un período anual se estimarán perdidas de 10 a 15% de los reproductores, los cuales se deberán reemplazar por organismos adecuados para mantener una alta productividad en el número de alevines/hembra/año. Se debe tomar en cuenta que el período óptimo de vida de un reproductor de *Oreochromis* es de aproximadamente de 2-2.5 años. Lo anterior es válido cuando tenemos una producción intensiva de alevines, en base a un lote estándar de reproductores. (Guerra, 2006)

Otro aspecto importante que se debe considerar en la producción de alevines, es la identificación segura de cada uno de los reproductores, así como de su progenie que será utilizada como futuros reproductores, esto tendrá la finalidad de evitar la consanguinidad y la presión constante para seleccionar organismos con características deseables, bajo un programa de selección y cruzamiento adecuado. (Linares, 2003)

- Incubación

El proceso y parámetros de incubación son similares a los reportados en la descripción para *O. aureus*. (Carrillo, 2005)

- *Oreochromis mossambicus*

Este es un pez muy generoso, que proporciona carne de buen sabor y responde al manejo de una forma muy eficiente. Tiene coloración roja. La aleta caudal tiene franjas negras delgadas y verticales. El margen superior de la aleta dorsal es gris. En los machos, durante la reproducción, la superficie ventral del cuerpo y las aletas anal, dorsal y pélvicas son rojas palidas, y la cabeza y el cuerpo tienen manchas grises. (Carrillo, 2005)



Figura No. 7 *Oreochromis mossambicus*

- Hábitos alimenticios

Esta especie tiene hábitos alimenticios omnívoros, lo que permite la utilización de una amplia gama de alimentos, tanto naturales como comerciales. Es capaz de digerir las algas verde-azules, por la presencia de dientes faríngeos y un pH muy ácido en el estómago, lo que permite la disolución de las paredes celulares de estas microalgas. (Carrillo, 2005)

- Hábitos reproductivos

La *Oreochromis mossambicus* presenta hábitos reproductivos con desoves de hasta 1,500 huevos, en organismos de 2,5 kilogramos de peso vivo. De estos se obtendrán entre 800 a 1,000 alevines. Se debe utilizar una densidad de 3 hembras por cada macho para alcanzar una reproducción óptima durante la época de reproducción. Puede alcanzar de 5 a 8 reproducciones/año/hembra, durante un período anual. Se debe tomar en cuenta que el período óptimo de vida de un reproductor es de aproximadamente 2.0 a 2.5 años, por lo que se deberá reemplazar a estos cada 2.5 años. Lo anterior es válido cuando tenemos una producción intensiva de alevines, en base a un lote estándar de reproductores. (Carrillo, 2005)

- Incubación

El período de incubación varía con la temperatura, a una temperatura óptima y con 72 horas de eclosión los alevines miden 7 a 10 mm de longitud. Pasados 10 días el saco vitelino es reabsorbido cuando la temperatura no baja de 24°C. Este proceso tiene una duración de 20 días. (Carrillo, 2005)

Especies existentes:

Red Singapur: **O. mossambicus** Mutante

Red Florida: **O. mossambicus** ALBINA x **O. urolepis hornorum**

Red Stirling y Tailandesa: **O. niloticus** ROJA.

Red Manzala: **O. aureus** ROJA., **O. niloticus** (Egipcia) Roja

Red Yumbo No 1: Red Florida x **O. niloticus**

Red Yumbo No 2: Red Florida USA x Red Florida ISRAEL.

Golden Tilapia: **O. mossambicus** AMARILLA.

Nilótica Perla: **O. niloticus** PEARLS.

Red Taiwanesea: **O. mossambicus** ALBINA

Red Taiwanesea y Filipina: **O. mossambicus** ALBINA x **O. niloticus**

6.3 Sistema y/o proceso de cultivo: Debido a las condiciones con las que se cuentan dentro de la estación, se lleva a cabo un sistema semi-intensivo, desde el apareamiento hasta la fase de levante (aproximadamente 51 días).

7. Manejo general de la granja

- 7.1 Manejo de reproductores: Se realiza una selección de los reproductores que tengan las mejores características genotípicas para llevarlos a la fase de apareamiento, el cual consiste en un periodo de 24 días (5 días de cortejo y preparación del nido (macho), 5 días para el desove, fertilización e incubación (hembra) y 6 días para la eclosión y protección de las crías (hembras). Luego de la fase de apareamiento los reproductores son extraídos del estanque, se observa si las hembras presentan huevos en la boca y si fuera así son extraídos para que no existan crías en otros estanques; las hembras son llevadas a un estanque de descanso, en el cual permanecerán aproximadamente un mes; los machos regresan al estanque de donde fueron extraídos.



Figura No. 8 Manejo de reproductores

- 7.2 Manejo de criaderos: Luego de un periodo de aproximadamente 17 días de apareamiento, se puede observar la presencia de alevín en el estanque, esto indica que se tiene que empezar el periodo de alimentación para la reversión sexual de los alevines; se alimenta 20 días con harina con hormona, y 10 días mas con alimento de 2mm hormonado. Y finalizado el proceso de reversión, los alevines son trasladados a un estanque de mayor dimensión para alcanzar la talla de venta (2-3gr).
- 7.3 Manejo de semilla y procedencia: La semilla es cultivada en la estación, proveniente de los reproductores de diversas especies que se tienen dentro de las instalaciones.
- 7.4 Manejo de engorde: No se cuenta con la fase de engorde, debido a que la estación esta destinada a la producción de alevín reversado.
- 7.5 Manejo sanitario: Cada cierto periodo de tiempo se realizan inspecciones externas, para verificar la existencia de enfermedades en los reproductores y alevines; si existiera enfermedades se aíslan para proporcionales tratamientos.
- 7.6 Manejo de los productos: Los productos utilizados dentro de la estación piscícola son almacenados en lugares ventilados y frescos, para evitar la contaminación u otro problema que pueda dañar los insumos.

8. Manejo del alimento

- 8.1 Control de calidad: El alimento se supervisa en el momento de la llegada a la estación, verificando que este en las mejores condiciones (no contaminado, sin moho, etc.).
- 8.2 Condiciones y tiempo de almacenamiento: El alimento es almacenado en una bodega, la cual cuenta con ventilación; colocando los sacos de alimento sobre tarimas para que no estén en contacto con la humedad del piso, evitando la contaminación con hongos. El tiempo de almacenamiento es de aproximadamente 4-5 días. (Ver Anexo No. 12)
- 8.3 Tipo de alimento utilizado: Se utilizan diferentes presentaciones de alimento. Para la etapa de pre-cría se utiliza alimento hormonado; preparándolo de la siguiente manera.

Cuadro No. 2 Preparación del alimento hormonado

Preparación del alimento hormonado	
Solución madre	10 ml de solución por kilogramo de alimento en 400 ml de alcohol.
Harina	50 ml de hormona por 5 kilogramos de alimento en 2000 ml de alcohol; mas 20 ml de vitamina promotor.
2mm	50 ml de hormona por 5 kilogramos de alimento en 1000 ml de alcohol; mas 20 ml de vitamina promotor.
Procedimiento	Se mezclan todas las sustancias mencionadas en un galón plástico, ya pesado los 5 kilogramos de alimento, se agregan a una bolsa de calibre 8 y se mezclan homogéneamente, hasta que el alimento este humedecido con la solución; luego se deja secar sobre un nylon aproximadamente dos horas.

Todo el alimento utilizado dentro de la estación es Aguilar & Solís, el cual es importado desde Costa Rica.

Cuadro No.3 Tipo de alimento utilizado en la estación

Tipo de alimento utilizado en la estacion		
Fase	Tipo de alimento	% de proteina
Pre-cría	Harina	40%
Levante	2mm	35%
Reproductores machos	5mm y trucha	30%
Reproductores hembras	5mm y trucha	30%



Figura No. 9 Tipo de alimento utilizado

9. Sistemas de Alimentación

9.1 Alimentadores: No se emplea el uso de alimentadores mecánicos, se utiliza el método Adlibitum, el cual consiste en alimentar a los peces hasta saciarlos.



Figura No. 9 Sistema de alimentación (*ad-libitum*)

9.2 Registros de consumo de alimento: Se llevan tablas de registro para llevar el control del alimento hormonado, alimento suministrado a reproductores y estanques de pre- cría, para realizar comparaciones entre la cantidad de alimento que se suministra y la cantidad recomendada en las tablas de alimentación.

9.3 Tablas utilizadas: Se utilizan diversas tablas para llevar el control del alimento dentro de la estación. (Ver anexos No. 19 – 21)

9.4 Horario de alimentación: depende de la fase en que se encuentren.

Pre-cría: 7 veces al día (de 9:00 a.m. hasta las 15:00 horas; alimentando cada hora).

Levante: 3 veces al día (10:00 a.m. – 13:00 p.m. – 15:00 p.m.). Esta fase dura 15 días, después de este periodo de tiempo se alimenta en dos horarios (10:00 a.m. y 15:00 p.m.).

Reproductores: 2 veces al día (10:00 a.m. y 15:00 p.m.).

9.5 Ajuste de la ración: No se tiene un sistema de ajuste de ración debido a que se utiliza el método de ad libitum (se va ajustando por medio del comportamiento de los organismos).

9.6 Características nutricionales del alimento vrs. Requerimiento del cultivo: Los requerimientos nutricionales son satisfechos debido a que el alimento cuenta con los nutrientes necesarios para el buen crecimiento de los organismos.

9.7 Fertilización: No se utiliza ningún método de fertilización debido a que el agua del lago ya se encuentra fertilizada.

9.8 Productividad primaria: En la estación se trabaja con agua verde, proporcionando un 30% del alimento para los peces.



Figura No. 10 Productividad primaria

- 9.9 Registros para determinación de índices productivos: La producción de semilla de tilapia ha ido en aumento considerablemente en estos últimos años, debido al crecimiento de la acuicultura en Guatemala, siendo la estación piscícola de Amatitlan uno de las principales abastecedoras del país.
- 9.10 Rendimiento (Kg/Ha): No puede llevar un control del rendimiento debido a que en la estación no se trabaja con la fase de engorde, solo producción de alevín.
- 9.11 Ganancia de peso diario: Por el tipo de sistema que se maneja dentro de la estación no se llevan registros diarios de ganancia de peso; se realizan muestreos de talla y peso al momento de trasladarlos a un estanque de mayor dimensión (1 gr.), y cuando se realiza la cosecha del lote (3 gr.), teniendo un peso ganado en 1 mes de aproximadamente 2 gramos.
- 9.12 Conversión alimenticia: Dentro de la estación esta implementada una tabla de alimentación (Marek) la cual es utilizada para comparar si la tasa de alimentación (porcentaje de biomasa) utilizada dentro de la estación es la adecuada.

Cuadro No. 4 Ración de alimento en base al porcentaje de biomasa (Marek)

Ración de alimento en base al porcentaje de biomasa (Marek)	
Peso en gramos	Ración de alimento en %
5 – 10	603
10 – 20	503
20 – 50	406
50 – 70	303
70 – 100	2.8
100 – 150	2.2
150 – 200	1.7
200 – 300	1.5
300 – 400	1.3

- 9.13 **Peso a la cosecha:** Se cosecha aproximadamente entre un peso de 2.5 a 3 gr. Este peso se obtiene aproximadamente al mes de tratamiento.
- 9.14 **% de sobrevivencia:** Se trabaja dentro de la estación con un 85-90 % de sobrevivencia, esto debido a la calidad del agua que se maneja.
- 9.15 **% de mortalidad:** Aproximadamente se tiene una tasa de 10-15 % de mortalidad.
- 9.16 **Duración del periodo de cultivo:** Se tiene un periodo de cultivo de 60 días aproximadamente, tomando en cuenta desde que se empieza a suministrar alimento hormonado hasta la fecha de venta.
- 9.17 **Precio por libra:** Dentro de la estación no se maneja la etapa de engorde, solo la etapa de levante teniendo un precio de 0.40 centavos por alevín reversado.

10. Cosecha

- 10.1 Determinación del momento de la cosecha: La cosecha se realiza cuando termina el tratamiento hormonado de los alevines y se trasladan a un estanque de mayor dimensión para su adecuado crecimiento.
- 10.2 Procedimiento: Para cosechar un estanque se utiliza un procedimiento muy sencillo; se baja el nivel del agua del estanque, luego utilizando un trasmallo se realiza la recolección de los alevines, los cuales se colocan en un baño plástico con agua para su posterior traslado al estanque indicado. Antes de ingresar al estanque los alevines son contados por el método volumétrico con coladores, estimando de esta forma la cantidad de alevines trasladados.



Figura No. 11 Cosecha

- 10.3 Personal y equipo utilizado: Para realizar la cosecha tres trabajadores ingresan al estanque para la recolección de alevines y otros dos realizan el traslado de alevines al estanque de mayor dimensión y realizan los conteos. El material utilizado para esta actividad es: trasmallo, baños plásticos y coladores.
- 10.4 Transporte a planta: Debido a que los alevines son despachados dentro de la estación piscícola no existe ningún tipo de traslado hacia alguna planta.
- 10.5 Medidas de seguridad: Al momento de la cosecha se trata de lastimar lo menos posible a los alevines para que no sufran daños que puedan causar una alta tasa de mortalidad en ese lote.

11. Comercialización

- 11.1 Metas de producción establecidas: Se han generado metas de producción anual de alevín según la demanda que exista y por la capacidad de producción de la estación, pero la meta principal se basa en una mejor calidad de alevín no en la cantidad.
- 11.2 Mercado objetivo: Se enfoca en el mercado nacional, primordialmente el mercado objetivo de pequeños y medianos productores.
- 11.3 Forma de mercadeo: Actualmente no se utiliza ningún tipo de publicidad para la comercialización del producto (alevín), lo único que existe es una comunicación entre productores de tilapia que se abastecen de alevín producido dentro de la estación piscícola.
- 11.4 Presentación del producto: Los alevines se venden con un peso promedio de 2.5 – 3 gr. de peso; estos se despachan en bolsas de 50 – 100 lb. Dependiendo la cantidad y el lugar a donde se dirigen, introduciéndoles oxígeno dentro de las bolsas para que no exista una alta tasa de mortalidad durante el transporte.
- 11.5 Precio de venta: Existen dos precios de venta: el alevín reversado se vende a Q. 0.40 cada uno y el alevín no reversado a Q.0.35 cada uno.

12. Conclusiones

1. Se tuvo la oportunidad de integrar los conocimientos teórico-prácticos dentro del campo de la acuicultura, teniendo como prioridad la producción de semilla de Tilapia *Oreochromis niloticus*.
2. Dentro de la estación piscícola se realizó diversas actividades diarias, entre las cuales están: despachos de alevín, mantenimiento de los estanques, controles de alimento, toma de parámetros de calidad de agua, entre otros.
3. Debido a la experiencia adquirida en el campo de la acuicultura se brindó información a futuros productores orientándolos y recomendando las mejores opciones para obtener los mejores resultados.
- 4 En la Estación Piscícola de Amatitlán existen áreas inhabilitadas, que no producen ningún beneficio para la misma, y en consecuencia deja de satisfacerse un segmento de mercado.
- 5 No existen promoción del producto debido a que la producción de semilla dentro de la misma no es suficiente para cubrir la demanda existente.
6. La comercialización de semilla se realiza con un peso de 2 - 2.5 gr. con un precio de Q. 0.40 los alevines reversados y Q. 0.35 los alevines bisexuales; teniendo un precio menor comparado con otros centros de producción de alevín de Tilapia.
7. La reversión sexual se lleva acabo por medio de la aplicación de hormona masculinizante (17-alfa-metil-testosterona), aplicándolo durante 25 días, obteniendo un 95% de efectividad en la reversión.

13. Recomendaciones

1. Realizar las gestiones necesarias para la colocación de un filtro en la entrada de agua para mejorar la calidad de esta.
2. Agilizar el trámite en la obtención de recursos, para obtener un mejor funcionamiento dentro de la Estación.
3. Incrementar las medidas de seguridad dentro de la Estación Piscícola, mejorando el cerco perimetral, así como implementando un sistema de seguridad para evitar el robo.
4. Habilitar áreas que no están siendo utilizadas dentro de la estación, debido a la falta de mantenimiento, y así aumentar la producción dentro de la estación.
5. Suministrar a los reproductores en especial a hembras un tratamiento con vitaminas y desparasitante previo al periodo de apareamiento y así reforzar sus defensas.

14. Bibliografía

1. Carrillo, L. 2005. Generalidades de la tilapia en Guatemala. Guatemala, CEMA. P. 1-9.
2. Dirección de pesca y acuicultura, Cuba. 1994. Acuicultura. Consultado 2 nov. 2006. Disponible en <http://www.cubamar.cu/acuicultura/homeAcui.htm>
3. Franco, L; Porras, G; Reyes, S. Plantación acuícola y actividades educacionales demostrativas en el proyecto piscícola de Amatitlán. Guatemala, CEMA. 43 p.
4. Guerra, S. 2006. Informe final del ejercicio profesional supervisado EPS desarrollado en Estación piscícola Las Ninfas, Amatitlan Guatemala. Tesis Lic. Acuicultura. Guatemala, USAC. 96 p.
5. Iturbide, K. 2004. Impacto de la Estación Acuícola de Amatitlan en el desarrollo de la tilapicultura en Guatemala. Tesis Lic. Acuicultura. Guatemala, USAC. 40 p.
6. Linares, A. 2003. Piscicultura: características de la especie (en línea). Colombia. Consultado 20 ago. 2006. Disponible en <http://www.agrocadenas.gov.co/piscicultura/piscicultura.descripcion6:htm>.
7. Méndez, F. 2002. Diagnóstico de la comercialización de semilla de tilapia en la estación Las Ninfas de Amatitlan. Tesis Lic. Acuicultura. Guatemala, USAC. 34 p.

15. Anexo



Anexo No. 1 Estación piscícola de Amatitlán – LAS NINFAS –



Anexo No. 2 Tinacos de descanso para reproductores



Anexo No. 3 Piletas para tratamiento de enfermedades



Anexo No. 4 Tinacos para mantenimiento de reproductores



Anexo No. 5 Caudal de agua



Anexo No. 6 Caja de distribución de agua



Anexo No. 7 Canales de distribución de agua



Anexo No. 8 Área de despacho de alevín



Anexo No. 9 Despacho de alevín



Anexo No. 10 Alimentación de reproductores



Anexo No. 11 Alimentación de alevines



Anexo No. 12 Almacenamiento del alimento en bodega



Anexo No. 13 Preparación de hormona masculinizante



Anexo No. 14 Alimento hormonado



Anexo No. 15 Traslado de reproductores para apareamiento



Anexo No. 16 Traslado de alevines a un estanque de mayor dimensión



Anexo No. 17 Conteo de alevines



Anexo No. 18 Mantenimiento de la estación

Estación piscícola de Amatitlán –LAS NINFAS-					
Control diario de alimento hormonado consumido					
Fecha	Día	No. Estanque	Cantidad de alimento en onzas	Tipo de alimento	Responsable

Anexo No. 19 Control diario de alimento hormonado consumido

Estación piscícola de Amatitlán –LAS NINFAS-						
Control de alimento existente en bodega						
Fecha	Tipo de alimento	Nombre entrega	Nombre recibe	Cantidad	Existencia	Saldo

Anexo No. 20 Control de alimento existente en bodega

Estación piscícola de Amatitlán –LAS NINFAS-							
Control de alimento consumido por día							
Fecha	Día		Harina	2X2	4X4	5X5	Trucha
		Mañana					
		Tarde					
		Mañana					
		Tarde					

Anexo No. 21 Control de alimento consumido por día