


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

**Informe Final
Práctica Profesional Supervisada**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a saint or scholar, seated and holding a book. The figure is surrounded by various symbols, including a cross at the top, a lion on the right, and a castle on the left. The Latin motto "ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA" is inscribed around the top inner edge, and "CETERA SUB IUSTITIA INTER COACQUEMMENTALENSIS" is inscribed around the bottom inner edge.

**Reproducción y cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* en sistemas de
recirculación de agua en Acuicultura FARO S.A. en el municipio de
Iztapa, departamento de Escuintla**

**Presentado por
Elvis Abel Reyes Donis**

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

Guatemala, Febrero de 2009

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

Consejo Directivo

Presidente	M.Sc. Pedro Julio García Chacón
Coordinador Académico	M.Sc. Carlos Salvador Gordillo García
Secretario	M.Sc. Norma Gil de Castillo
Representante Docente	M.V. Salomón Medina Paz
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas	M.Sc. Estrella de Lourdes Marroquín
Representante Estudiantil	T.A. Diana Crespo Mendoza
Representante Estudiantil	T.A. Manoel Cifuentes Marckword

Acto que Dedico

A Dios por haberme dado la sabiduría y entendimiento.

A mis padres Ariel Reyes y Sara de Reyes por brindarme el apoyo durante mi carrera estudiantil.

A mis hermanos por el apoyo incondicional en el trascurso de mi aprendizaje.

Agradecimientos

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por brindarme los conocimientos y valores para mi formación como futuro profesional.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por los conocimientos adquiridos.

A los Catedráticos del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por su atención y la transmisión de sus conocimientos.

A Acuicultura FARO S.A. por ayudarme en mi formación.

Índice de Contenido

	Página
1. Introducción	1
2. Objetivos	2
2.1. General	
2.2. Específicos	
3. Aspectos generales de Acuicultura FARO S.A.	
3.1. Ubicación geográfica	3
3.2. Condiciones climáticas	3
3.3. Zona de vida	4
3.4. Vías de acceso	4
3.5. Extensión y espejo de agua	4
3.6. Objetivo de producción	4
3.7. Croquis de la granja	5
4. Aspectos administrativos	
4.1. Organigrama y descripción de puestos	6
4.2. Políticas salariales y estabilidad del personal	6
4.3. Incentivos salariales	7
4.4. No. de empleados	7
4.5. Servicios profesionales externos	7
4.6. Planificación	7
5. Características de la fuente de agua	
5.1. Fuente	7
5.2. Física del agua	7
5.3. Filtros	8
5.4. Uso posterior del agua.	8
5.5. Manejo general de los estanques	8
5.6. Sistema de registro de parámetros de calidad de agua	9
6. Aspectos generales de cultivo	
6.1. Especies cultivadas	9

6.2. Características biológicas de <i>Oreochromis niloticus</i>	9
6.2.1. Distribución geográfica	10
6.2.2. Hábitat	10
6.2.3. Hábitos alimenticios	10
6.2.4. Hábitos reproductivos	11
6.2.5. Principales características de la tilapia:	12
6.2.6. Reproductores	12
6.3. Sistema de cultivo	15
7. Manejo general de cultivo	
7.1. Manejo de los estanques de reproducción	15
7.1.1. Alimentación	15
7.2. Manejo de criaderos	16
7.3. Manejo de la semilla y procedencia	16
7.3.1. Cosecha	16
7.3.2. Eclosionador	16
7.3.3. Pre-criaderos	17
7.3.4. Área de levante de alevín	17
7.4. Manejo del engorde	17
7.5. Manejo de los productos	17
8. Manejo del alimento	
8.1. Control de calidad	18
8.2. Condiciones y tiempo de almacenamiento, manejo durante el transporte	18
8.3. Tipo de alimento utilizado en las diferentes etapas de producción	18
9. Sistemas de alimentación	
9.1. Alimentación	18
9.2. Registros de consumo de alimento	19
9.3. Tablas utilizadas	19
9.4. Horario de alimentación, veces al día, relación temperatura /alimento	19
9.5. Ajuste de la ración	19

9.6. Características nutricionales del alimento vrs. Requerimiento del cultivo	20
9.6.1. Etapa de alevín	20
9.6.2. Etapa de juvenil	20
9.6.3. Etapa de adulto	20
9.7. Productividad primaria	20
9.8. Ganancia diaria de peso	21
9.9 Conversión alimenticia	21
9.10 Índice de condición	21
9.11. Peso a la cosecha	21
9.12. Porcentaje de sobrevivencia	21
9.13. Porcentaje de mortalidad	21
9.14. Duración de período de cultivo	21
9.15 Precio al producto final	22
10. Manejo de la cosecha	
10.1 Determinación del momento de la cosecha	22
10.2 Procedimiento	22
10.3 Personal utilizado	22
10.4 Medidas de seguridad	23
11. Manejo de la comercialización	
11.1. Metas de producción establecidas	23
11.2. Mercado objetivo	23
11.3. Forma de mercadeo	23
11.4. Presentación del producto	24
11.5. Precio de venta	24
12. Conclusiones	25
13. Recomendaciones	26
14. Bibliografía	27
15. Anexo	28

Índice de Cuadros

		Página
Cuadro No. 1	Medidas de los estanques	5
Cuadro No. 2	Parámetros de calidad de agua.	8
Cuadro No. 3	Tablas de registro de consumo de alimento.	19

Índice de Figuras

		Página
Figura No. 1	Ubicación de Acuicultura FARO S.A.	3
Figura No. 2	Croquis de Acuicultura FARO S.A.	5
Figura No. 3	Organigrama Administrativo de Acuicultura FARO S.A.	6
Figura No. 4	Reproductores de engorde de Acuicultura FARO S.A	13
Figura No. 5	Reproductores de engorde de Acuicultura FARO S.A	13
Figura No. 6	Reproductores de engorde de Acuicultura FARO S.A	14

Índice de Anexo

Anexo No. 1	Sedimentador y Biofiltro.
Anexo No. 2	Alevines para la venta y engorde.
Anexo No. 3	Área de incubación de huevos de alevín.
Anexo No. 4	Área de pre-criadero.
Anexo No. 5	Alevín para comercializar.
Anexo No. 6	Tabla de alimentación elaborada por Nicovita.
Anexo No. 7	Empaque de alevín.

1. Introducción

Acuicultura FARO S.A se encuentra localizado en el departamento de Escuintla, Iztapa. La empresa se dedica a la producción de alevines y al engorde de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en tres variedades tilapia tigre, tilapia perla y tilapia gris en sistemas de recirculación de agua.

Para la reproducción de la tilapia se utiliza la tecnología de Supermachos YY desarrollados por Fisguen, en la Universidad de Sansea en Gales Inglaterra, los supermachos es una nueva línea de reproductores que con el cruce con una hembra normal da un porcentaje alto de machos GMT, sin la utilización de químicos de reversión sexual. El ciclo de reproducción es de 15 días, luego son extraídos los huevos de la boca de hembra y son colocados en el eclosionador. El alevín ya eclosionado pasa a los estaquos de pre-cría por tres días y son ingresados al finalizar a los estanques de levante de alevín durante veinte días en donde son alimentados con concentrado de un 45% de proteína, hasta alcanzar tallas para la venta.

Para el engorde de tilapia se utilizan sistemas de recirculación en estanques circulares y en forma de D. El proceso de engorde comienza con la introducción de alevines de 1.5 g, los cuales son alimentados con diferentes porcentajes de proteína dependiendo el peso que se encuentre. El tiempo de engorde de la tilapia es de tres a cuatro meses hasta alcanzar pesos de media libra, durante este tiempo se realizan muestreos de peso y se toma como referencia la tabla de Nicovita para calcular la ración alimenticia.

La venta del engorde de tilapia es en fresco sin eviscerar y para la venta de alevín son colocados en bolsas plásticas con oxígeno puro lo que permite mayor tiempo para el traslado del alevín.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general:

Introducir al estudiante en el ejercicio de la carrera de Técnico en Acuicultura en una práctica directa, en un espacio institucional

2.2 Objetivos específicos:

- a. Proveer al estudiante de la oportunidad de participar en actividades reales propias de la Acuicultura.

- b. Retroalimentar el proceso de enseñanza – aprendizaje del estudiante, mediante la integración de los conocimientos y experiencias teórico – prácticas adquiridas

- c. Propiciar el desarrollo y ejercicio de los valores morales y éticos del estudiante en el desempeño profesional.

3. Aspectos generales de Acuicultura FARO S. A.

3.1 Ubicación geográfica

Acuicultura FARO S. A. se encuentra ubicada en el Km 118.5 carretera al Puerto de Iztapa, Escuintla. Las coordenadas de Acuicultura FARO S.A. es de una altitud 13° 55´42”, longitud 90°43´00”.

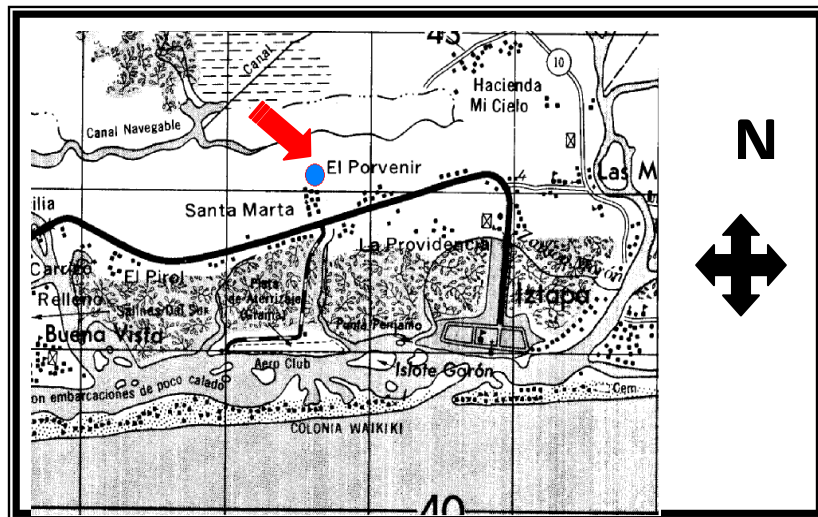


Figura No. 1 Ubicación de Acuicultura FARO S.A.

Fuente: Orellana, C. 2008

3.2 Condición climática

El carácter del clima es cálido húmedo, teniendo la temperatura una media anual de 25.5°, con variación mínima de 3.8° entre los meses menos cálidos de noviembre-enero, con temperaturas promedio de 23.9 y los meses más calurosos de marzo-mayo, con temperaturas medias de 35°. La distribución diaria de la temperatura sigue una curva que alcanza los valores máximos entre las 12:00 y las 15:00 horas y los valores mínimos entre las 19:00 y las 07:00 horas.

La precipitación pluvial oscila entre 703 a 2063 mm anuales, siendo los meses lluviosos de abril a octubre, con los últimos dos meses como los que tienen mayores

precipitaciones. La lluvia cae en promedio de 109 a 115 días de lluvia y en cuanto a la humedad relativa, puede llegar hasta 90%, de acuerdo al régimen de lluvias. Las fluctuaciones diarias que se observan tienen una variación entre la tarde-noche y la madrugada de 17:00 pm a 06:00 am , llegando a tener valores cercanos a la saturación. La humedad relativa a medio día es relativamente poca.

3.4 Zonas de vida

Zonas de Vida, Holdridge: Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido y dentro de las especies representativas se encuentra: castaño, hormigo, palo de marimba, mora. Entre las especies representativas se encuentran: *Orbiginya cohune*, *Terminalia amazonia*, *Brosimum alicastrum*, *Lonchocarpus* spp., *Virola* spp., *Cecropia peltata*, *Ceiba pentandra*, *Vochysia guatemalensis*, *Pinus caribaea* (Melgar W, 2003)

3.5 Vías de Acceso

La principal vía de acceso a esta región es a través de la Carretera al Pacífico (CA-2). Al llegar al puerto Quetzal se cruza al lado izquierdo y Acuicultura FARO S.A. se localiza en el kilómetro 118.5 carretera al puerto Iztapa.

3.6 Extensión y espejo de agua

Acuicultura FARO S.A. cuenta con una extensión de 1 hectárea y el espejo de agua es de 1,132m² (Figura No. 2).

3.7 Objetivo de producción

La empresa tiene como objetivo producir un millón de alevines GMT, vender y distribuir alevines GMT a pequeños, medianos y grandes productores de tilapia, comercializar la tilapia en fresco entera en puntos específicos de ventas en la ciudad capital, tales como la Terminal y cadenas de supermercados.

3.8 Croquis de la granja

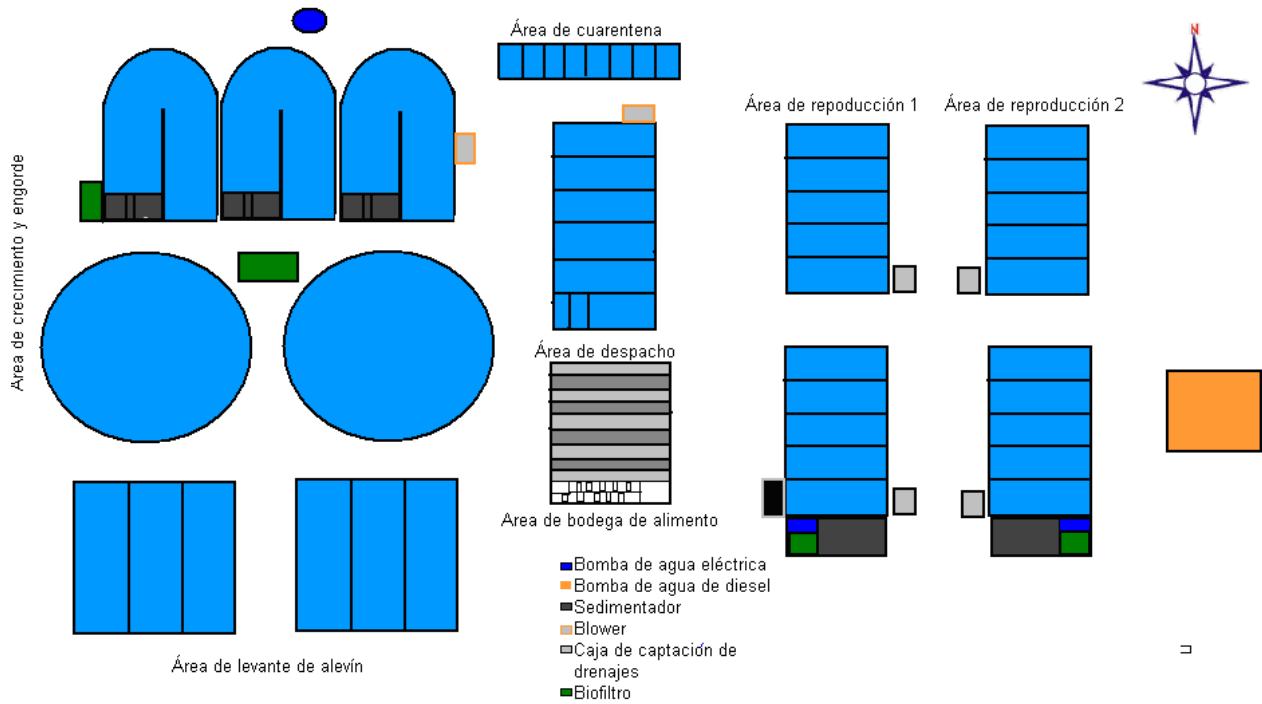


Figura No. 2 Croquis de Acuicultura FARO S.A.

Cuadro No. 1 Medidas de los estanques

Descripción	No. de estanques	Dimensión
Estanque de reproducción	12	2.7 m x 2 m x 0.90 m
Estanque de despacho y pre-criadero	6	6 m x 2 m x 1.18 m
Estanque de cuarentena (motelito)	8	2 m x 1 m x 0.77 m
Estanque circular:	2	3.1416 x 6 ² x 1.40 m
Estanque de levante de alevín	6	12 m x 4 m x 1.28 m
Estanque D	3	89 m ² x 1.20 m

4. Aspectos administrativos

4.1 Organigrama

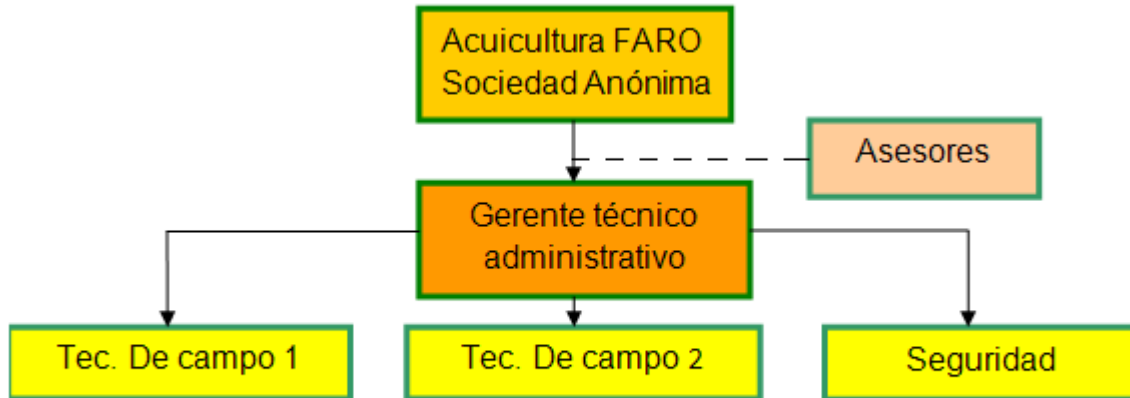


Figura No.3 Organigrama Administrativo de Acuicultura FARO S.A.

Descripción del Puesto

- El Gerente técnico administrativo se encarga de la administración de la empresa y de llevar a cabo metodologías para la producción de alevín y engorde de tilapia.
- El personal de trabajo de campo se encarga de llevar a cabo todas las metodologías suministradas del área de Gerencia.
- El personal de seguridad se encarga de cuidar el área de trabajo y supervisar que todo este funcionando correctamente.

4.2 Políticas salariales

El personal de Acuicultura FARO S.A. cuenta con las prestaciones de Ley de acuerdo al Código del Trabajo vigente.

4.3 Incentivos salariales

Los trabajadores de Acuicultura FARO S.A. cuentan con comisiones sobre las ventas del alevín y engorde de tilapia.

4.4 No. de empleados

La empresa cuenta con 4 trabajadores con experiencia laboral en la reproducción y cultivo de tilapia.

4.5 Servicios profesionales externos

Cuenta con asesorías periódicas de un técnico en Acuicultura y un Contador: El Asesor técnico en acuicultura se encarga llevar en orden los aspectos administrativos de la empresa y mejoras de la misma. El contador se encarga de llevar en orden las facturas y de llevar al día los pagos de los impuestos de la empresa.

4.6 Planificación

Dentro de la empresa se cuenta con planes operativos en sanidad acuícola, crianza de alevín, alimentación y engorde de tilapia, control de los estanques de reproducción y eclosionador de alevín.

5. Características de la fuente de agua

5.1. Fuente

El agua utilizada es de pozo con un rango de salinidad de 3-12 ppm y de oxígeno de 4-6 ml/l dependiendo la época del año.

5.2. Física del agua

El agua utilizada para engorde y reproducción de tilapia es extraída mecánicamente de un pozo. Estas aguas son claras y salobres con un rango de temperatura promedio de 34⁰ C en el día y 26⁰ C durante la noche.

5.3. Filtros

Los estanques son de sistema de recirculación, en el área de reproducción se cuenta con 2 biofiltros con su sedimentador y el área de engorde, circular A y B con 1 biofiltro y un sedimentador y en engorde D's cuentan con un biofiltro y con un sedimentador individual en los tres estanques (Anexo No.1).

5.4. Uso posterior del agua

Se utiliza un 2 % del agua para riego y el otro porcentaje es evacuado al canal de drenaje.

5.5. Manejo general de los estanques

Limpieza diaria de los sedimentadores (cepillado, espatuleado y evacuación de sedimentos) realizando un recambio de agua diario del 2 % al 7 % y se realiza un recambio de agua total cada 14 a 16 días en área de reproducción; área de engorde cada 15 días. En área de levante de alevín se realiza recambios del 5 % del estanque.

5.6. Sistema de registro de parámetros de calidad de agua

Cuadro No. 2 Parámetros de calidad de agua.

Oxígeno disuelto	4-18
Ph	7
Temperatura	26-34 ⁰ C
Salinidad	3-7 ppm
Nitritos	0.3-0.8 mg/l
Nitratos	10 mg/l
Amonio	0.3-1 mg/l

6. Aspectos generales de cultivo

6.1. Especies cultivadas

Las especies cultivadas son *Oreochromis niloticus* en tres variedades Perla GMT®, Nilotica GMT®, Tigre GMT®.

6.2 .Características biológicas

Taxonomía

Reyno:	Animal
Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Superclase:	Gnathostomata
Serie:	Pisces
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Perciformes
Suborden:	Percoidei
Familia:	Cichlidae
Género:	<i>Oreochromis</i>
Especie:	<i>niloticus</i>
Nombre Científico:	<i>Oreochromis niloticus</i>
Nombre Común:	Tilapia.

(Cantor, F. 2007)

En cuanto su apariencia general, *Oreochromis niloticus* presenta una coloración normal gris plateada con franjas de tono gris oscuro a negras. Los ejemplares presentan usualmente un grado significativo de dimorfismo sexual, que incluye diferente patrón de coloración, siendo generalmente los machos más grandes que las hembras a la misma edad y con mayor coloración en la temporada de desove. Las formas rojas corresponden a individuos originados en un inicio de líneas puras en Egipto; o bien el híbrido rojo proveniente del entrecruzamiento entre *Oreochromis niloticus* y

Oreochromis mossambicus que a su vez ha sido hibridizado con otras especies, proporcionando una amplia gama de mezcla de color. Estas características particulares y en conjunto con su rápido crecimiento hacen a la especie atractiva para el cultivo (Mair G, y Little D, 1991; MacIntosh D, y Little D, 1995).

6.2.1. Distribución geográfica

Las tilapias son peces de la familia *Cichlidae* nativos de África que han sido introducidos a un gran número de países con climas tropicales y subtropicales en todo el mundo (Pillay, 1993)

6.2.2. Hábitat

Las tilapias o mojaras, como se les conoce comúnmente en Guatemala son especies aptas para el cultivo en zonas tropicales y subtropicales del país.

Se les encuentra habitando en aguas lénticas (lentas), principalmente someras o turbias (estancadas o inactivas) como lagos, lagunas, litorales, bordos, estanques, charcos así como también en loticas (aguas corrientes) a orillas de ríos entre piedras y plantas acuáticas e inclusive en aguas marinas.

El hábitat que prefieren es de fondo lodoso, toleran altas salinidades, son peces eurihalinos, o sea que pueden vivir en aguas dulces, salobres y marinas, el rango de tolerancia es de 0°/00 a 40°/00(partes por mil) y en algunos casos, se ha presentado por arriba de esta salinidad (Cantor F, 2007).

6.2.3. Hábitos alimenticios

Son cíclidos considerados como omnívoros que hasta su etapa de cría de 5 cm. presenta preferencias fitoplanctofagas, puesto que su alimentación se basa en el consumo de zooplancton, insectos y vegetales acuáticos, y de alimentos artificiales como harinas y granos. Es considerado un pez filtrador por lo que tiene la capacidad de capturar eficientemente organismos planctónicos de la columna de agua. Asimismo,

digiere con gran éxito la mayoría de los componentes de las dietas, en particular resulta interesante la alta digestibilidad que presentan algunos compuestos que no son aprovechables por otras especies de peces como los carbohidratos complejos y alimentos ricos en fibra. La digestión y asimilación del material es buena ya que realiza en su intestino largo, que puede llegar a medir 6 veces la longitud total del pez (Teich-Coddington et al., 1997).

En el caso de las crías, con principalmente planctófagas, aunque pueden consumir una amplia variedad de alimentos particulados. En el cultivo, el crecimiento y supervivencia de las crías son mejorados notablemente cuando se alimentan con frecuencia; de esta manera se garantiza que siempre tenga alimento disponible (MacIntosh y Little, 1995).

6.2.4. Hábitos reproductivos

La madurez sexual ocurre como en la mayoría de los organismos como una respuesta a ciertas condiciones ambientales como la temperatura, fotoperiodo, disponibilidad de alimento, la presencia del sexo opuesto y la densidad. La tilapia del Nilo puede madurar sexualmente en los primeros 6 meses de vida, inclusive cuando es muy pequeña con 40 g de peso. La madurez sexual depende del tamaño y la edad de los organismos.

En condiciones silvestres en los lagos de África de donde es originaria, *Oreochromis niloticus* madura a los 10 o 12 meses de edad con peso de 350 a 500 gr. Cuando es cultivada en estanques y con condiciones favorables para su crecimiento a los 4 a 6 meses con un peso de 150 gr; o bien, inclusive en un ambiente con escasez de alimento o limitaciones de espacio puede alcanzar la madurez a un peso tan bajo como de 20 gr. Esto se debe a que la especie como estrategia de supervivencia de sus poblaciones tienen la capacidad de desviar o sacrificar parte de su energía originalmente destinada al crecimiento y utilizarla en eventos reproductivos (Mair y Little, 1991; Macintosh y Little, 1995; Teichert-Coddington et al., 1997)

6.2.5. Principales características de la tilapia:

- ✓ Rango de pesos adultos: 1 000 a 3 000 gramos.
- ✓ Edad de madurez sexual: Machos (4 a 6 meses), hembras (3 a 5 meses).
- ✓ Número de desoves: Rango 25 a 31°C.
- ✓ Número de huevos/hembra/desove: bajo buenas condiciones mayor de 100 huevos hasta un promedio de 1,500 dependiendo de la hembra.
- ✓ Vida útil de los reproductores: 2 a 3 años.
- ✓ Tipo de incubación: bucal.
- ✓ Tiempo de incubación: 3 a 6 días.
- ✓ Proporción de siembra de reproductores: 1.5 a 2 machos por cada 3 hembras.
- ✓ Tiempo de cultivo: bajo buenas condiciones de 7 a 8 meses, cuando se alcanza un peso comercial de 300 gramos (depende de la temperatura del agua, variación de temperatura día vs noche, densidad de siembra y técnica de manejo).

6.2.6. Reproductores

La finca acuícola cuenta con reproductores GMT (súper machos) para la reproducción de alevín y engorde. Los tipos de Tilapia son:

1. Perla GMT®

Desarrollada en Robert, Louisiana por Til-Tech Aquafarm, esta especie de Tilapia Nilotica es única en el mundo. Conocida comercialmente como "white snapper" ó "pargo blanco".

Esta especie no es muy comercial en el territorio de Guatemala, siendo una especie que empieza a ser reconocida por los productores de engorde de tilapia.



Figura No. 4 Reproductores de engorde de Acuicultura FARO S.A.

Fuente: FARO S.A. 2003.

2. Nilótica GMT®

Hoy en día, la tilapia nilótica es la más conocida y comercializada en el mundo. La versión GMT® de esta especie ofrece mayor rapidez en crecimiento, un mejor desarrollo en cuanto a relación carne/huesos, una pequeña cabeza y un cuerpo redondeado para mejor filete, y además de todo, sombras de color rojo en las aletas y cola a causa de dominancia alpha entre los machos.



Figura No. 5 Reproductores de engorde de Acuicultura FARO S.A

Fuente: FARO S.A. 2003

3. Tigre GMT®

Desarrollada en Til Tech Aquafarm, ofrece la mejor relación de filete por peso. Es conocida comercialmente como tilapia tigre, por sus peculiares manchas negras en un fondo semianaranjado.



Figura No. 6 Reproductores de engorde de Acuicultura FARO S.A .

Fuente: FARO S. A. 2003

(Fishgen Ltd. 2002)

Según Fishgen Ltd. 2002, se utiliza Supermachos YY para producir alevines de tilapia genéticamente machos hasta en un 99%. Esto se logra a partir del cruce de un Supermacho, el cual posee una línea cromosómica YY, y una hembra común y corriente, la cual posee una línea cromosómica XX. Dicho cruce produce peces con línea cromosómica XY (machos), con resultados altamente eficaces.

Este sistema de reproducción elimina la necesidad de utilizar hormonas y/o químicos de reversión sexual. Es importante entender que este proceso no conlleva ningún tipo de hibridación, la cual por lo general degenera la línea genética. Los alevines GMT® no son genéticamente alterados, son simplemente resultados de un cruce común y corriente entre un Supermacho y una hembra.

Las ventajas que ofrecen frente a la producción de peces con sexo mixto o con cambio hormonal de sexo incluyen:

- La ausencia de tratamiento hormonal
- Su mayor viabilidad
- Una mayor eficiencia de la conversión del alimento
- Una variación de tamaño mucho menor
- Una alta tasa de crecimiento

- Un mejor rendimiento

6.3. Sistema de cultivo

Se maneja un sistema semi-intensivo del cultivo de *Oreochromis niloticus* de engorde y producción de alevín.

Este es un sistema de recirculación que cuenta con una batería de pitas unidas por una misma tubería que va directa a un sedimentador y luego el agua es impulsada por una bomba de agua hacia un biofiltro; este se encarga de romper las partículas del agua para que ingrese el oxígeno atmosférico y se incorpore al agua, también se encuentran las bacterias nitrificantes que se encargan de convertir los nitritos a nitratos los cuales son menos tóxicos para el medio acuático.

En el área de engorde y área de despacho cuenta con blower que ingresan el aire atmosférico al agua, lo que permite aumentar su capacidad de carga a los estanques.

7. Manejo general de cultivo

7.1 Manejo de los estanques de reproducción

Se utilizan una relación de macho x hembra de 1:3 en 10 estanques de 9 m³ y 5 estanques de 12.6 m³, cada estanque con una capacidad de carga de 15 peces por estanque. Los estanques de reproducción se rotan cada 15 días, dependiendo si hay factores como la presencia de alevín, las hembras ya no se alimentan que indican que ya están reproduciéndose dentro los estanques.

7.1.1 Alimentación

Los reproductores son alimentados durante 15 días con alimento suplementario de 38% de proteína para la formación de gónadas en periodos cortos por la alta cantidad de proteína y nutrientes. La alimentación se da en cuatro raciones al día; se calcula

dependiendo el peso de la hembra y tomando como referencia la tabla de alimentación de Nicovita (Anexo No. 6).

7.2. Manejo de criaderos

Los criaderos de alevín y engorde se les dan alimento de acuerdo a tablas elaboradas por Nicovita y se lleva un control de la calidad de agua y el manejo correcto de los sistemas de recirculación.

En los sistemas de engorde de tilapia se realiza muestreos cada 15 días para ajustar tablas de alimentación y observar el crecimiento de los peces.

A los criaderos de alevín y engorde de tilapia se les realiza recambio de agua y recambios totales, dependiendo la calidad del agua de los estanques.

7.3 Manejo de la semilla y procedencia

Acuicultura FARO S.A. utiliza tecnología de Supermachos YY desarrollados por Fisguen, en la Universidad de Sansea en Gales, Inglaterra. Estos peces son cruzados con hembras normales XX de los cuales se obtiene un 97% machos XY; estos alevines son para la venta y engorde de la empresa (Anexo No. 2).

7.3.1 Cosecha

Al finalizar los 15 días se realiza la cosecha a 10 estanques de reproducción, utilizando quechas para lograr atrapar a las hembras y extraerle manualmente los huevos de la boca de la hembra.

7.2.2 Eclosionador

Los huevos fertilizados y no fertilizados son llevados al área de incubación, este proceso dura de 3 a 4 días en eclosionar la totalidad de huevos fertilizados (Anexo No. 3).

Luego de eclosionar los alevines, se espera durante 24 a 48 horas hasta que el saco vitelino de los alevines es consumido.

7.3.3. Pre-criaderos

Los alevines que no tiene saco vitelino son trasladados a estanques con aireación y flujo de agua constante durante 3-5 días hasta que el alevín comienza con sus primeras etapas de alimentación (Anexo No. 4).

7.3.4 Área de levante de alevín

Esta se realiza en estanques de 61 m³ con alimentación suplementaria con 45 % de proteína para un rápido desarrollo durante 15 días, con una alimentación de 6 veces al día hasta alcanzar talla de 1-1.5 gr por alevín (Anexo No. 5)

7.4 Manejo del engorde

El área de engorde se realiza en los estanques circular A y circular B y las Ds, los estanques circulares tienen una capacidad de carga de 6000 peces y las Ds con una capacidad de carga de 1500 peces por estanque. Para alcanzar tallas homogéneas se realizan raleos de tallas a los 3 meses de edad.

Los muestreos se realizan cada 15 días y en base al peso promedio que tengan los peces se toma referencia la tabla de alimentación elaborada por Nicovita y en base a la tabla se ajusta la alimentación de los peces (Anexo No. 6).

7.5. Manejo de los productos

Para la venta de alevín, se utilizan bolsas de plástico con capacidad de 500-800 alevines, estas son llenadas con oxígeno puro con capacidad de tiempo hasta 8 horas en el traslado (Anexo No. 7).

Las bolsas son colocadas en cajas de plástico para evitar que se lastimen durante el transporte.

Para la venta de engorde de tilapia se realiza en fresco y sin eviscerar en bolsas de despacho.

8. Manejo del alimento

8.1 Control de calidad

Las fechas de vencimiento son observadas al momento de adquirir el alimento y que cumpla con los requerimientos nutricionales de la especie a alimentar

8.2 Condiciones y tiempo de almacenamiento

El alimento es conservado en un lugar fresco, libre de humedad y ventilado. El alimento se encuentra sobre una tarima para evitar el contacto con el suelo y animales roedores.

El tiempo que tarda el alimento adquirido es de 15 días aproximadamente dependiendo la cantidad de peces a alimentar.

8.3 Tipo de alimento utilizado en las diferentes etapas de producción

Se utiliza alimento de purina, ALCON de 45%, 38% y 32% de proteína según los pesos promedios que indique la tabla de Nicovita; siempre tomando en cuenta que la tabla solo es una referencia de cuanto alimento se necesita para cada etapa de alimento

9. Sistemas de alimentación

9.1 Alimentación

La alimentación utilizada es en distribución en L al boleó, para asegurar que la mayoría de peces se alimenten.

9.2 Registros de consumo de alimento

El consumo de alimento utilizado se registra a en tablas, a continuación se muestra un ejemplo de cómo se lleva el registro del consumo de alimento.

Cuadro No. 3 Tablas de registro de consumo de alimento.

Numero de peces	Peso promedio	Tipo de alimento	Ración diaria de alimento
1000	1 gr.	45 % de proteina	0.22 libras al día.
3000	250 gr.	32 % de proteina	25 libras
6000	100 gr.	38 % de proteina	28 libras al día.

9.3 Tablas utilizadas

Se toma como referencia las tablas de alimentación de Nicovita (Anexo No. 6).

9.4 Horario de alimentación

Los horarios de alimentación son de 8:00 am hasta 5:00 pm con un intervalo entre cada comida de 3 horas, que harían un total de 4 veces al día de alimento. La ración de alimento es mayor en las horas donde el ambiente alcanza los parámetros de temperatura y oxígeno óptimos para el cultivo de tilapia y aprovechando así el alimento suministrado.

9.5 Ajuste de la ración

Para el ajuste de alimento se toma como referencia la formula:

Ración de alimento = población x peso promedio x % de peso vivo alimentado según la tabla de purina.

$$RA=P \times Psp \times \%p.$$

9.6 Características nutricionales del alimento vrs. Requerimiento del cultivo

Las características nutricionales del alimento suplementario en las tres etapas a suministrar: etapa de alevín, juvenil y adulto.

9.6.1 Etapa de alevín

Se utiliza alimento con 45 % de proteína con las siguientes características nutricionales

Proteínas: 45.00 % Mínimo

Fibra: 5.00 % Máximo

Grasa: 5.50 % Mínimo

Humedad 13.00 % Máximo.

9.6.2 Etapa de juvenil

Se utiliza alimento con 38% de proteína con las siguientes características nutricionales

Proteínas: 38.00 % Mínimo

Fibra: 5.00 % Máximo

Grasa: 5.50 % Mínimo

Humedad 13.00 % Máximo.

9.6.3 Etapa de adulto

Se utiliza alimento con 32% de proteína con las siguientes características nutricionales

Proteínas: 32.00 % Mínimo

Fibra: 5.00 % Máximo

Grasa: 4.50 % Mínimo

Humedad 13.00 % Máximo.

9.7 Productividad primaria

Se utiliza productividad primaria en etapa de alevín con una transparencia de 35 a 45 cm. de claridad de los estanques.

9.8 Ganancia diaria de peso

La ganancia de peso diario que se tiene en el área de engorde es de 1.5-2.5 gr./día

9.9 Conversión alimenticia

Para engorde se tiene una conversión de alimento de 1.2:1 (relación en libras) y la conversión alimenticia en alevines de 1 g es de 2:1 (relación en gramos).

9.10 Índice de condición (relación talla/peso)

En área de engorde se tiene 15 g de peso, con los cuales se tiene un crecimiento de 5 cm.

9.11 Peso a la cosecha

El peso comercial por tilapia es de 227 gr. y 454 g dependiendo las exigencias del mercado (Anexo No. 8)

9.12 Porcentaje de sobrevivencia

En alevín es de 80 % y en engorde es de 95%; la muerte en alevín y engorde es causada por *Saprolegnia sp.*

9.13 Porcentaje de mortalidad

En alevín es de 20 % y en engorde de 5%; la mortalidad se debe por la infección por *Saprolegnia sp.* la cual obstruye las branquias de los peces y dañando el tejido externo del pez, causando muerte por falta de oxígeno en un periodo de 48 horas.

9.14 Duración de período de cultivo

El tiempo que tarda el alevín para la venta es de 15 a 20 días y en engorde 4 a 6 meses, dependiendo los factores físico-químicos del agua.

9.15 Precio del producto final

El precio de la tilapia para el mercado local es de Q 14.00 y Q 12.00 por libra (los precios varían dependiendo los costos de producción y el mercado para el que se compite).

10. Manejo de la cosecha

10.1 Determinación del momento de la cosecha de alevín y engorde

Para evaluar el momento de la cosecha se observa la alimentación de los peces después de 8 días de iniciado el ciclo reproductivo, las hembras ya no comerán lo que es un indicador que se están reproduciendo y otra manera para determinar el momento de la cosecha es la presencia de alevín en los estanques. Durante el engorde se realiza muestreos y se saca el peso promedio de los peces y si están arriba de media libra se procede a cosechar el estanque.

10.2 Procedimiento

Durante la cosecha de alevín se vacían los estanques y se extrae manualmente los huevos fertilizados de la boca de la madre y los alevines son recolectados con quechas, los huevos llevados al área de incubación y los alevines son llevados al área de pre-cría

Durante la cosecha de engorde de tilapia, se vacían los estanques y son extraídos con atarraya y con quechas, luego son colocados en el área de venta; tomando los datos de cuantos peces son colocados y el peso promedio de los mismos.

10.3 Personal utilizado

Acuicultura FARO S.A. cuenta con: 1 Licenciado en Acuicultura y 2 trabajadores del área de campo.

10.4 Medidas de seguridad

Las cosechas de alevín y engorde de tilapia se realizan en la madrugada y las tardes, para evitar el estrés de los mismos causado por la alta temperatura del ambiente.

El alimento debe colocarse en un ambiente fresco, libre de humedad y roedores que puedan contaminar el alimento.

Tomar muestras de amonio cada 5 días en área de engorde, ya que se utiliza recirculación de agua puede alcanzar niveles tóxicos por el exceso de heces dentro los estanques.

11. Manejo de la comercialización

11.1 Metas de producción establecidas

Se tiene como meta establecida la venta de alevín que supere los 60,000 alevines y la producción de engorde es de 12,000 libras por ciclo de engorde de tilapia.

11.2 Mercado objetivo

La venta de alevín es para satisfacer mercado del área de Escuintla y los departamentos con potencial en acuicultura. La venta de engorde es para mercado local.

11.2 Forma de mercadeo

Para la venta de alevín se muestra un catalogo de las especies que se cultivan en Acuicultura FARO S.A. y en la compra del alevín se realiza una asesoría técnica al productor.

Para la venta de engorde de tilapia se colocan vallas publicitarias en puntos estratégicos y se contactan a mayoristas en la compra de tilapia.

11.3 Presentación del producto

Para la venta de alevín se realiza en bolsas de plástico llenadas con agua y oxígeno puro, los cuales son sellados con unos cinchos de plástico.

La venta de tilapia es en fresco y en empaque de plástico dependiendo el mercado.

11.4 Precio de venta

El precio de venta se fija dependiendo los costos de producción.

12. Conclusiones

- A través de la práctica directa en una institución se obtuvieron conocimientos necesarios para el desempeño laboral como profesional sobre el cultivo de tilapia en sistemas de recirculación de agua.
- Al realizar la pasantía en la empresa Acuicultura FARO S.A., se logró ampliar el conocimiento en varias actividades de manejo, levante de alevín, reproducción y engorde
- Se adquirieron experiencias sobre los diferentes sistemas de cultivo de tilapia los cuales se complementaron con los conocimientos teóricos- prácticos adquiridos en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura.
- Se fortalecieron los valores éticos y morales impartidos en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, los cuales fueron base para el desarrollo de la práctica.

13. Recomendaciones

- Ampliar el espacio institucional para futuros estudiantes en la carrera de Técnico en Acuicultura ya que a través de la práctica se adquiere experiencia laboral y científica.
- Brindar la oportunidad al estudiante de desempeñarse en actividades profesionales y laborales en Acuicultura FARO S.A.
- Fomentar los valores éticos y morales a la sociedad como futuros profesionales de la carrera de Técnico en Acuicultura.

14. Bibliografía

1. Cantor, F. 2007. Manual de producción de tilapia (en línea). Puebla, MX. Consultado 10 oct. 2008. Disponible en <http://www.sdr.gob.mx>.
2. Fisguen, UK. 2002. Cría mejorada de peces de acuicultura (en línea). Reino Unido, Britania. Consultado 30 oct. 2008. Disponible en http://www.fishgen.com/1improved_tilapia%20-%20esp.htm
3. Hernandez Vidal, U; Contreras Sánchez, WM. 2005. Manual para el cultivo de tilapia con énfasis en masculinización de crías y manejo seguro de esteroides. Mexico, Universidad Autónoma de Tabasco. p. 5-10.
4. Melgar, W. 2003. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Guatemala: recursos genéticos forestales (en línea). Roma, FAO; Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales. Consultado 30 oct. 2008. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/j0605s/j0605s02.htm>
5. Macintosh, DJ; Little, DC. 1995. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In Bromage, NR; Roberts eds. Broodstock management and egg and larval quality. Oxford, Blackwell Science Ltd. p. 277-320.
6. Mair, GC; Little, DC. 1991. Population control of farmed tilapias. In International Center for Living Aquatic Resources Management. Naga, the ICLARM Quaterly. Manila, Philippines. p. 8-13.
7. Nicovita, SV. 2008. Manual de crianza de tilapia: biología de la especie (en línea). Argentina, Nicovita. Consultado 10 Nov. Disponible en <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc>

8. Pillay, TVR. 1993. Aquaculture: principles and practices. Great Britian, Fishing New Books. p. 360-376.
9. Rosales, F. 2006. Guía practica sobre el cultivo comercial de tilapia: biología de la tilapia. Guatemala, s.n.t. p. 1-3.
10. Teichert-Coddington, DR; Popma, TJ; Lovshin, LL. 1997. Atributes of tropical pond-cultured fish. *In* Eгна, HS; Boyd, S. eds. Dynamics of pond aquaculture. Florida, CRC Press Boca Raton. p. 183-198.
11. Yee, S. 2003. Manual práctico de producción de tilapia: características taxonómicas. Guatemala, Litografía JB. 20 p.

15. Anexo



Anexo No. 1 Sedimentador y biofiltro.



Anexo No. 2 Alevines para la venta y engorde



Anexo No 3 Área de incubación de huevos de alevín.



Anexo No 4 Área de pre-criadero de alevín.



Anexo No 5 Alevines para la comercialización.

Tabla de alimentación (Cultivo semi-intensivo intensivo).

Edad (Semanas)	Peso Promedio (gramos)	Crecimiento Diario (gr/día).	Alimento Diario (% de peso).	Conversión. Alimenticia.
0	1		15	0.83
1	3	0.27	10	0.85
2	5	0.27	8	0.85
3	7	0.34	5.8	0.86
4	10	0.36	5.7	0.9
5	13	0.46	5.5	0.9
6	17	0.58	5.1	0.9
7	22	0.71	5.1	0.91
8	29	0.93	5.0	0.95
9	37	1.14	4.5	0.98
10	46	1.29	4.3	0.98
11	56	1.51	4.2	1.0
12	69	1.79	4.1	1.03
13	83	2.07	4.0	1.03
14	100	2.43	4.0	1.1
15	120	2.85	3.5	1.15
16	140	2.86	3.4	1.15
17	162	3.14	3.2	1.25
18	184	3.14	2.9	1.25
19	207	3.29	2.8	1.26
20	231	3.43	2.6	1.28
21	256	3.57	2.4	1.28
22	282	3.71	2.3	1.28
23	309	3.85	2.2	1.3
24	337	4.0	2.1	1.37
25	355	4.0	1.9	1.37
26	393	4.0	1.8	1.37
27	422	4.14	1.7	1.37
28	451	4.14	1.6	1.37
29	480	4.14	1.5	1.34
30	509	4.14	1.4	1.34
31	538	4.14	1.4	1.35
32	567	4.14	1.4	1.45
33	596	4.14	1.3	1.47
34	629	4.14	1.3	1.49
35	654	4.14	1.2	1.49
36	683	4.14	1.1	1.65

Anexo No 6 Tabla de alimentación elaborada por Nicovita.



Anexo No 7 Empaque de alevín.