

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO –EPS–
DESARROLLADO EN:
ESTACIÓN PISCÍCOLA LAS NINFAS, AMATITLAN, GUATEMALA**



Presentado por:

T.U.A. SILVA LORENA GUERRA BONE

Para otorgarle el Título de

Licenciada en Acuicultura

GUATEMALA, MAYO 2006

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

CONSEJO DIRECTIVO

M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera	Presidente
M.Sc. Carlos Salvador Gordillo García	Coordinador Académico
M.V. Angel Salomón Medina Paz	Secretario
M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón	Representante Docente
Licda. Estrella de Lourdes Marroquín Guerra	Representante Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas
T.U.A. Julián Américo Sikahall Prado	Representante Estudiantil
Br. Manoel Cifuentes Markcwordt	Representante Estudiantil

AGRADECIMIENTOS

A Dios

A mi amado esposo

A mis padres, por permitir este logro

A mis suegros por apoyarme y preocuparse por mí

A mis hermanos Ana, Ligia, Lucky, Luis, Jorge, Jeny y Sheyla

A Licda. Kathya Iturbide, por su amistad y apoyo en todo momento.

A todos mis amigos: Verónica, Wendy, Sthefany, Fabiola, Vinicio, y Tay

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- , por forjar las bases para la vida profesional.

En especial al Lic. Franco, Licda. Olguita Sanchez, M.V. Salomón Medina, Licda. Lorena Boix, Lic. Carrillo, Adela y a todas las personas del CEMA que me demostraron amistad apoyándome a lo largo de la carrera.

DEDICATORIA

**A mi amado esposo, Juan Fernando
Por enseñarme a vivir, sonreír y levantarme,
como tributo a nuestro amor, esfuerzos y anhelos.
Gracias, Te amo (+)**

**A mi amado hijo por ser mi alegría y fortaleza
en horas de flaqueza.**

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado fue realizado en la Estación Piscícola de Amatitlán, ubicado en el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala, la cual produce alevín de tilapia monosexo a escala comercial desde el año 2000, actualmente representa uno de los Centros de producción de mayor importancia a nivel nacional.

Dentro del Ejercicio Profesional Supervisado, se desarrollaron los programas de Docencia, Extensión e Investigación, lo cuales fueron desempeñados de acuerdo a las necesidades y requerimientos detectados a través de un diagnóstico institucional y comunitario.

En el programa de Docencia se realizaron prácticas de campo sobre el proceso productivo de un centro productor de semilla monosexo de tilapia; así mismo, auxilias en docencia universitaria en las asignaturas de Introducción a la Acuicultura y Biología General, las actividades fueron dirigidas a estudiantes de la carrera de Técnico y Licenciado en acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, así como a estudiantes de diferentes Centros Regionales relacionados con la producción animal.

El programa de Extensión se desarrolló en apoyo al programa de Seguridad Alimentaria de La Coordinadora Departamental del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA-, cubriendo los municipios de San Juan Sacatepéquez, Villa Nueva, San José Pinula y Palencia, todos pertenecientes al departamento de Guatemala. Éste apoyo consistió en elaborar pequeños cursos de capacitación sobre el cultivo de tilapia en estanques familiares, con la finalidad de proporcionar a las familias guatemaltecas una alternativa de alimentación rica en proteína a bajo costo.

La investigación consistió en una evaluación y comparación de tres métodos de manejo de hembras de tilapia (*O. niloticus*) utilizando índice de condición, complejo vitamínico y el método tradicional que se aplica en La Estación Piscícola de Amatitlán, con la finalidad de aumentar la tasa de fecundidad promedio de hembras, y obtener un desove más sincrónico que permita lograr poblaciones de alevines más uniformes con el fin de optimizar el proceso de reversión sexual.

ABSTRACT

Supervised Professional Exercise was accomplished in La Estación Piscícola de Amatitlán, located in Amatitlán department of Guatemala City. This Centre produces monosex tilapia fingerlings at commercial scale since year 2000, nowadays it represents one of the primary production centres of major importance at national level.

Teaching programs, extension and investigation were elaborated according to the necessities and requirements identified throughout institutional and community diagnosis.

As part of the teaching program, field work was carried out based on the productive process of the tilapia fingerling production centre mentioned above. Additional support was given as an assistant to particular University courses: Aquaculture Introduction and General Biology. These activities were given to students who study a Technician and Bachelor Degree in Aquaculture at the Marine and Aquaculture Study Centre –CEMA-, the same was done with students of different Regional Centres related to animal production.

The Extension program was developed with the means to give support to the National Alimentary Program of Agriculture, Livestock and Alimentary Ministry -MAGA, this was carried out in different towns as San Juan Sacatepequez, Villa Nueva, San Jose Pinula and Palencia, all part of the department of Guatemala. This support consisted in elaborating small training courses regarding tilapia extensive culture, with the means to provide a different alternative of protein production at a low cost.

Investigation consisted of an evaluation and comparison of three management post spawning methods of Tilapia female broodstock

(*O. niloticus*): a) Condition Index Factor, b) vitamin complex supply and c) the traditional method commonly used at La Estación Piscícola de Amatitlán, with the objective of increasing the average fecundity rate on female tilapias, and to obtain a more synchronic spawning which will allow production centres to accomplish populations of tilapia fingerlings highly homogeneous in order to optimize sex reversal process.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE AMATITLÁN	4
1. Descripción General	4
1.1 Habitantes	5
1.2 Actividad económica	5
1.3 Industria y agroindustria	6
1.4 Producción agrícola	6
1.5 Accidentes geográficos de importancia	6
1.5.1 Cuenca del Lago de Amatitlán	6
1.5.2 Lago de Amatitlán	7
1.5.3 Lagunas	8
1.5.4 Ríos	8
1.6 Sistema vial	8
1.7 Transporte	9
1.8 Radio y televisión	10
1.9 Periódico y revistas	10
1.10 Centros educativos	10
1.11 Instalaciones culturales	11
1.12 Templos y centros religiosos	11
1.13 Servicios de salud	12
1.14 Bancos y cooperativas	12
1.14.1 Cooperativa Unión Progresista Amatitlaneca	13
1.14.1.1 Supermercado	14
1.14.1.2 Educación	15
1.15 Instalaciones deportivas	16
1.16 Parques y plazas	16

2. Historia y tradiciones	17
2.1 Dulces de Amatitlán	18
2.2 Mengalas de Amatitlán	18
2.3 Escudo de Amatitlán y su significado	18
2.4 Barrios que tienen festividad	19
2.4.1 Barrios que no tienen festividad	20
2.5 Patronos de Amatitlán	20
2.6 Elementos de identidad nacional de Amatitlán	20
3. Política	21
4. Diagnóstico de la Estación de Amatitlán	23
4.1 Aspecto filosófico, político y legal	24
4.2 Aspectos relacionados	24
4.3 Aspectos Administrativos	25
4.3.1 Planeamiento	25
4.3.2 Organización	25
4.4 Recursos humanos	27
4.4.1 Personal operativo	27
4.4.2 Personal administrativo	27
4.5 Recursos materiales y equipo	28
4.5.1 Vehículo, materiales y equipo	28
4.5.2 Infraestructura acuícola	28
4.5.3 Medio de cultivo	30
4.5.4 Manejo	31
4.5.5 Método utilizado para la reversión	32
4.5.6 Proceso de producción de alevín reversado	32
IV. PROGRAMA DE EXTENSIÓN	34
1. Introducción	34
2. Objetivos	36
2.1 Objetivo general	36
2.2 Objetivos específicos	36

3. Actividades realizadas	37
3.1 Cursos de capacitación	37
3.1.1 Estrategias	41
3.2 Cursos de capacitación con los pescadores del Lago	41
3.2.1 Estrategias	43
3.3 Repoblamiento del Lago de Amatitlán	43
3.3.1 Estrategias	45
3.4 Trabajo realizado en la Estación Piscícola de Amatitlán	45
3.4.1 Visita a la Estación Experimental de Monterrico	49
3.4.2 Visita al Centro Universitario de Izabal (CUNIZAB)	49
4. Conclusiones	51
5. Recomendaciones	52
V. PROGRAMA DE DOCENCIA	53
1. introducción	53
2. Objetivos	54
2.1 Objetivo general	54
2.2 Objetivos específicos	54
3. Actividades realizadas	55
3.1 Atención a grupo de estudiantes	55
3.1.1 Temas desarrollados	56
3.2 Pláticas con estudiantes de la ENCA	57
3.3 Auxiliaturas en docencia universitaria	59
3.4 Plática educativa a niños de la Escuela de Villa Lobos	61
4. Conclusiones	62
5. Recomendaciones	63
VI. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN	65
1. Introducción	65
2. Objetivos	66
2.1 Objetivo general	66

2.2 Objetivos específicos	66
3. Marco Teórico	67
3.1 Reproducción y alevinaje	67
3.1.1 Selección de reproductores	67
3.1.2 Manejo de reproductores	68
3.1.3 Siembra de reproductores	69
3.1.4 Descanso y reacondicionamiento de reproductores	69
3.1.5 Tamaño/edad de los reproductores	70
3.1.6 Nutrición y alimentación de reproductores	71
3.1.7 Recolección de semilla	72
3.2. Reversión sexual	73
3.3 Reproducción de la Tilapia	74
3.4 Sistemas tradicionales de producción de semilla	75
3.4.1 Problemas de productividad	76
3.5 Índices relacionados con la madurez gonádica	78
3.5.1 Factor de condición simple o índice ponderal	78
3.6 Complejo Vitamínico	79
3.6.1 Vitamina B1	79
3.6.2 Vitamina B2	79
3.6.3 vitamina B6	79
3.6.4 Vitamina B12	79
3.6.5 Ácido fólico	80
4. Marco Metodológico	81
4.1 Descripción del área	81
4.2 Metodología de apareamiento	81
4.3 Variables a evaluar	82
4.3.1 Índice de condición	82
4.3.2 Uniformidad de talla	82
4.3.3 Eficiencia reproductiva	82
4.4 Manejo de reproductores	82
4.4.1 Método de apareamiento utilizada en la Estación	82

4.4.2 Índice de condición	83
4.4.3 Aplicación de complejo vitamínico B12	84
5. Resultados y discusión	85
6. Conclusiones	90
7. Recomendaciones	91
VII. CONCLUSIONES GENERALES DE EPS	92
VIII. RECOMENDACIONES GENERALES DE EPS	93
IX. BIBLIOGRAFÍA	94
X. ANEXO	96

INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1 Área rural	5
Cuadro No. 2 Sistema vial	9
Cuadro No. 3 Transporte	9
Cuadro No. 4 Radio y televisión	10
Cuadro No. 5 Periódicos y revistas	10
Cuadro No. 6 Centros educativos	10
Cuadro No. 7 Instalaciones culturales	11
Cuadro No. 8 Templos y centros religiosos	11
Cuadro No. 9 Servicios de salud	12
Cuadro No. 10 Bancos y Cooperativas	12
Cuadro No. 11 Instalaciones deportivas	16
Cuadro No 12 Parques y plazas	16
Cuadro No. 13 Servicios generales con que cuenta la finca	23
Cuadro No. 14 Comercialización de alevines reversados	24
Cuadro No. 15 Utilización de alimento para diferentes etapas	31
Cuadro No. 16 Tasa de fecundidad promedio	87

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Supermercado	14
Figura No. 2 Supermercado	15
Figura No. 3 Educación	16
Figura No. 4 Batería de tinacos	30
Figura No. 5 Tanques circulares	30
Figura No. 6 Piletas de despacho	30
Figura No. 7 Capacitación en Palencia	38
Figura No. 8 Capacitación en San Juan Sacatepéquez	38
Figura No. 9 Capacitación en Finca El Maguey, San José Pinula	38
Figura No. 10 Capacitación en Villa Nueva	39
Figura No. 11 Material didáctico para cursos	39
Figura No. 12 Capacitación práctica en Palencia	40
Figura No. 13 Curso de capacitación con pescadores	42
Figura No. 14 Sanidad piscícola	48
Figura No. 15 Necropsias	48
Figura No. 16 Asesorías en Santa Rosa	49
Figura No. 17 Asesorías en Santa Rosa	49
Figura No. 18 Alumnos de Petén	55
Figura No. 19 Alumnos de Chiquimula	57
Figura No. 20 Alumnos de Quiché	57
Figura No. 21 Plática con alumnos de la ENCA	58
Figura No. 22 Apoyo a giras de campo, alumnos de CEMA	60
Figura No. 23 Producción de alevines por hembra	86
Figura No. 24 Talla promedio de alevines por tratamiento	88

INDICE DE ANEXO

- Anexo No. 1** Ubicación geográfica de Amatitlán
- Anexo No. 2** Croquis de la Estación Piscícola de Amatitlán
- Anexo No. 3** Curso de patología
- Anexo No. 4** Giras de apoyo a la docencia
- Anexo No. 5** Reporte de calidad de agua del Lago de Amatitlán
- Anexo No. 6** Desviación estándar del índice de condición
- Anexo No. 7** Índice de condición de hembras de tilapia
- Anexo No. 8** Cantidad de alevines por tratamiento y peso promedio

Nombre de archivo: PRIMERA PARTE
Directorio: E:\IF EPS SILVIA GUERRA
Plantilla: C:\Documents and Settings\A\Application
Data\Microsoft\Plantillas\Normal.dot
Título: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Asunto:
Autor: Familia
Palabras clave:
Comentarios:
Fecha de creación: 5/16/2006 2:42 PM
Cambio número: 2
Guardado el: 5/16/2006 2:42 PM
Guardado por: CEMA
Tiempo de edición: 0 minutos
Impreso el: 5/16/2006 2:43 PM
Última impresión completa
Número de páginas: 17
Número de palabras: 2,280 (aprox.)
Número de caracteres: 12,268 (aprox.)

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe es una recopilación de las actividades desarrolladas durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), llevado a cabo en la Estación Piscícola de Amatitlán, que está ubicada en el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala; durante el EPS se ejecutaron los programas de Docencia, Extensión e Investigación, con el objetivo de promover el desarrollo social, a través de la acuicultura.

La Estación Piscícola de Amatitlán es uno de los principales Centros de producción de alevín reversado de tilapia a nivel nacional, así mismo, dentro de sus objetivos se encuentra la participación activa en procesos de enseñanza-aprendizaje, específicamente, de los alumnos de la carrera de Técnico y Licenciado en Acuicultura y de carreras afines a la producción animal.

El CEMA, a través de la Estación Piscícola de Amatitlán y la Coordinadora Departamental del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, tiene un compromiso de desarrollar integralmente el Proyecto de Fomento Piscícola para los 17 municipios del departamento de Guatemala, en los componentes de piscicultura y capacitación de usuario, es por ello que parte de la Extensión se desarrolló impartiendo cursos de capacitación teórico-prácticos, fomentando actividades de Seguridad Alimentaria, mediante programas de Acuicultura sostenible en las comunidades de San Juan Sacatepéquez, Villa Nueva, San José Pinula y Palencia. Para complementar el programa de extensión se proporcionó orientaciones y recomendaciones sobre el manejo del cultivo de tilapia a productores usuarios de la Estación; así mismo se asesoró a productores a través de visitas a sus proyectos, para solucionar problemas en la estrategia de alimentación y manejo de recambios de agua.

Parte del programa de Docencia desarrollado en la Estación, fue dirigido a estudiantes de la carrera de Técnico en Acuicultura, así como a estudiantes universitarios de carreras afines, impartándose temas relacionados a los procesos productivos de alevines reversados y engorde de tilapia. Dentro del trabajo de Docencia se incluyó la participación de niños de sexto primaria, con los cuales se impartieron pláticas motivacionales para hacerles conciencia de la importancia de las interacciones del hombre con su medio ambiente para el uso sostenible de los recursos naturales.

El programa de Investigación fue cubierto en la Estación Piscícola de Amatitlán, con el objetivo de mejorar la tasa de fecundidad promedio en las reproductoras hembras de tilapia (*O. niloticus.*) a través de la aplicación del índice de condición y la aplicación de complejo vitamínico B12 para mejorar el número y talla de alevines producidos mensualmente en la Estación Piscícola de Amatitlán.

II. OBJETIVOS

1. Fomentar por medio del Ejercicio profesional Supervisado la producción acuícola como una alternativa de desarrollo y Seguridad Alimentaria para la población guatemalteca.
2. Contribuir con el Ejercicio Profesional Supervisado a satisfacer las necesidades de la comunidad y la institución a través de los programas de docencia, extensión e investigación.

III. DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE AMATITLÁN

1. Descripción general:

El municipio de Amatitlán está ubicado en la parte sur del departamento de Guatemala, a 28 Kilómetros de la ciudad capital (distancia entre parques centrales). Limita al Norte con los municipios de Villa Nueva, Villa Canales y San Miguel Petapa; al Sur con el municipio de Palín del departamento de Escuintla y Santa maría de Jesús del departamento de Sacatepéquez; al Este con los municipios de San Vicente Pacaya del departamento de Escuintla y Villa Canales del departamento de Guatemala; al oeste con el municipio de Magdalena Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez (Ver Anexo No. 1).

El municipio de Amatitlán, tiene una extensión territorial de 114 Kilómetros cuadrados. Está formado por una ciudad, catorce aldeas y cinco caseríos.

Amatitlán fue fundada el 24 de junio de 1549 con el nombre de San Juan Amatitlán y con categoría de ciudad desde el año de 1866. el plano original de la ciudad fue bien trazado, en los primeros años de la Colonia, por el ingeniero Juan Bautista Antonelli.

La ciudad de Amatitlán está situada a 1200 metros de altura sobre el nivel del mar. Su clima templado se ha visto modificado debido a la deforestación y alteración del régimen de lluvias, por lo que ahora es más cálido. Su topografía es plana con suelo arenoso. Está formada por siete barrios: La Cruz, San Juan, San Lorenzo, Hospital, El Rosario, San Antonio y El Ingenio; un cantón: Amanecer y aproximadamente 90 colonias.

Cuadro No. 1 Área Rural

No.	ALDEA	No.	CASERÍO	No.	CANTONES
1	Agua de las Minas	1	El Ceibillo	1	San Juan
2	Las Trojes	2	Chulamán	2	San Rafael
3	Llano de Animas	3	Casas Viejas	3	San Miguel
4	Mesilla Basas	4	Dos Cerros		
5	El Durazno	5	La Patillita		
6	Laguna Seca	6	Mesillas Altas		
7	Calderas	7	Chajil		
8	El Cerrito	8	El Aceitillal		
9	El Pepinal	9	El Rincón		
10	Eje Quemado	10	Eje Chiquito		
11	Los Humitos	11	Loma del Pito		
12	Loma Larga	12	Manuelón		
13	San Carlos	13	Zacualpa		
14	Tacatón				

Fuente. Municipalidad de Amatitlán

1.1 Habitantes:

Determinar el número de habitantes del municipio de Amatitlán es una tarea bastante compleja. Primero porque no existe un censo reciente o estudios confiables. Además, especialmente a partir de 1990 el crecimiento de la población se ha visto influenciado por la migración y el surgimiento de diversos proyectos residenciales (notificaciones y colonias). Tomando en cuenta lo anterior, se estima un aproximado de 100,000 habitantes, en 2002.

1.2 Actividad Económica:

La principal actividad económica de los habitantes de Amatitlán ha variado con el paso de los años. Hasta mediados del siglo XX, los amatitlanecos se dedicaban a la producción agropecuaria de subsistencia, oficios como albañilería y carpintería, comercio en pequeña escala, además de actividades relacionadas con la atención al turismo (venta de comida y dulces típicos).

Sin embargo, debido a que la demanda de empleos superó la oferta de puestos de trabajo, actualmente la principal actividad de los amatitlanecos tiene que ver con emplearse en oficinas, empresas o industrias instaladas en la ciudad capital y otros lugares como Villa Nueva y Escuintla. Este diario desplazamiento, junto al de numerosos estudiantes, ha convertido a Amatitlán en una especie de “ciudad dormitorio”.

1.3 Industrias y Agroindustrias:

Establecidas en el municipio de Amatitlán se encuentran veinte empresas industriales y agroindustriales, dedicadas al procesamiento o producción de materiales para construcción, agroquímicos, semillas y follajes ornamentales, estufas, refrigeradoras y baterías de cocina, pinturas, estructuras metálicas, materiales ornamentales, procesamiento de café en grano, químicos industriales. Debe hacerse mención de la presencia de cinco maquiladoras de ropa, dirigidas por empresarios asiáticos.

1.4 Producción Agrícola:

En el municipio de Amatitlán, como ocurre en la mayor parte del territorio nacional, la mayoría de agricultores se dedican al cultivo de maíz y frijol. Aunque también tiene importancia económica el cultivo de: café, tabaco, tomate, chile, banano, plátano, jocote de corona y de piña, hortalizas y legumbres.

1.5 Accidentes Geográficos de Importancia:

1.5.1 Cuenca del Lago de Amatitlán:

La cuenca del Lago de Amatitlán, se localiza en la parte alta que corresponde a la del Río María Linda. Tiene una extensión de 381.32 Km². Está conformada por 14 municipios del Departamento de Guatemala, de los cuales 7 tienen mayor ingerencia, siendo éstos: Mixco, la parte sur de la ciudad capital, Villa Nueva, Santa Catarina Pinula, Villa Canales, San Miguel

Petapa y Amatitlán. Actualmente se encuentra ocupada así: 50% por área urbana e industrial; 27% área de cultivo; 13% pastos naturales; 6% de bosque; y 4% área del lago. Es la región de mayor concentración industrial del país, así como la de mayor índice de crecimiento poblacional a nivel nacional con un 9.2% anual, tanto vegetativo como por inmigración y una densidad de población de 4,091 hab. /Km². Cuenta actualmente con una población de 1,562,605 habitantes, según proyecciones del censo del INE, 1994. Estimaciones de AMSA indican que la población supera a los 2,500,000 habitantes.

1.5.2 Lago de Amatitlán:

Contando con el atractivo de su bello lago tiene movimiento turístico, por ser uno de los lugares más pintorescos del país, visitado como paseo dominical o cualquier día de la semana para disfrutar de toda esa gama de exquisita comida de la región, por su hermoso lago.

Se estima que el origen del Lago de Amatitlán data de la Era Cuaternaria, a causa de un fenómeno tectovolcánico. La superficie de este cuerpo de agua era de 84Km² y se extendía hasta los municipios de Villa Nueva, Amatitlán y San Miguel Petapa. En la actualidad ocupa una superficie de 15 Km². Se encuentra a una altura de 1,186 metros sobre el nivel del mar. Posee una profundidad media de 18 metros siendo la máxima de 28 metros, ubicada entre la “Silla del Niño” y el “Zanjón de Monte Sión”. Tiene una temperatura promedio de 25°C. Se estima que el volumen de agua es de 286 millones de metros cúbicos. En el lago existen varias clases de plantas. En la orilla se encuentran plantas como *Jussiaea peruviana* o hierba de clavo y *typha serripas* o tul. Otras plantas flotan como la *Eichhornia crassipes* conocida como ninfa o lechuguilla. Entre las algas está la *Microcystis aeruginosa* que produce un olor similar al gamezán, la cual provoca irritación en la piel y al ser ingerida produce vómitos.

En cuanto a peces, alrededor del año 1940, fue sembrado en el lago “el guapote” o “pez tigre” (*Cichlasoma managüense*). Este pez carnívoro que en seguida se alimento de las especies herbívoras y omnívoras, provocando un desequilibrio en el ecosistema del lago ocasionando la proliferación desmedida de fitoplancton y ninfa. Esta especie se introdujo al lago con la finalidad de favorecer la pesca y la economía de las personas dedicadas a esta actividad. Posee una precocidad sexual que le permite reproducirse rápidamente, característica que favorece la subsistencia del mismo, pese a las condiciones actuales del lago.

Las aguas del Lago de Amatitlán forman el embalse para la hidroeléctrica de Jurún Marinalá la cual genera el 7% de la energía consumida en el país. También se aprovechan para el funcionamiento de la planta termoeléctrica “La Laguna”, que utiliza aproximadamente 35,000 galones de agua por minuto, para enfriar sus condensadores; esta agua entra a 25°C y es devuelta al lago a una temperatura de 35°C alterando el ecosistema del lago. Este tiene la peculiaridad de estar dividido, en su parte más angosta, por un relleno que fue construido el 19 de julio de 1884, con el propósito de dar paso al ferrocarril. Ésta incisión física conforma dos cuerpos de agua con marcadas diferencias en las características químicas y biológicas.

1.5.3 Laguna:

Calderas, la cual ha tomado mucho valor turístico por su gran belleza.

1.5.4 Ríos:

Michatoya, Mico I y II.

1.6 Sistema Vial:

El sistema vial urbano del municipio de Amatitlán se encuentra en su mayoría de adoquín o asfalto, encontrándose en buenas condiciones, al contrario con

el área rural, la cual la mayoría de caminos son de terracería con aproximadamente 56 Kilómetro.

Cuadro No. 2 Sistema Vial

DESCRIPCIÓN	Km
Calles y avenidas Terracería, urbano	3
Calles y avenidas adoquín, asfalto o pavimento, urbano	30
Caminos terracería, rural	56
Carretera asfalto o pavimento, rural	33
TOTAL	122

Fuente. Municipalidad de Amatitlán.

1.7 Transportes:

El transporte que más se utiliza en el municipio de Amatitlán es el llamado Bicitaxi, el cual consiste en una bicicleta acondicionada con un asiento de metal, para el transporte de personas. También se utilizan los buses urbanos y extraurbanos, ya que muchas lugareños laboran fuera del municipio.

Cuadro No. 3 Transporte

DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Buses urbanos	53
Buses interaldeas	17
Buses extraurbanos	140
Taxis – automóviles	45
Bicitaxis – tracción humana	60
Carretas – Tracción humana	17
Fleteros – camiones y pick ups	28

Fuente. Municipalidad de Amatitlán.

1.8 Radio y Televisión

Cuadro No. 4 Radio y Televisión

DESCRIPCIÓN	EMISIÓN
Canal Lago Televisión, Cable	Diaria
Sistema Sevicable (41 canales)	Diaria
FM Acuario La Voz de Amatitlán	Diaria

Fuente. Municipalidad de Amatitlán.

1.9 Periódico y Revistas

Cuadro No. 5 Periódico y revistas

DESCRIPCIÓN	PUBLICACIÓN
Periódico Mengala	Mensual
Periódico Nuestro Pueblo	Mensual
Revista Panorama	Anual
Revista Mengala	Anual
Guía Comercial	Mensual
Guía Comercial	Mensual
Correo Comercial El Amatlé	Mensual

Fuente. Municipalidad de Amatitlán.

1.10 Centros Educativos

Cuadro No. 6 Centros Educativos

DESCRIPCIÓN	NÚMERO
Escuelas Públicas, Pre Primaria Urbana	53
Escuelas Públicas, Pre Primaria Rural	17
Escuelas Públicas, Primaria Urbana	140
Escuelas Públicas, Primaria Rural	16
Institutos Nacionales, Básico Urbano	122
Institutos Nacionales, Básico Rural	
Institutos Nacionales, Diversificado Urbano	
Institutos nacionales, Diversificado Rural	
Centro Universitario (UPA-FISICC-UG)	1
Colegios y establecimientos privados	36
Academias computación, mecanografía y costura	22
Centros de Capacitación	2

Fuente. Municipalidad de Amatitlán.

La población tiene acceso a la educación, como podemos ver en el cuadro de arriba, existen 348 centros educativos públicos de todos los niveles (pre-primaria, primaria, básicos y diversificado); además de los 36 establecimientos privados.

1.11 Instalaciones Culturales

Cuadro No. 7 Instalaciones Culturales

DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Centro Cultural Mengalas	1
Biblioteca Municipal "Prof. Efraín A. Guzmán Monasterio"	1
Salón de Honor "Lic. Ernesto Chinchilla Aguilar"	1
Salón Lago Dorado, Privado	1
La Casa vieja, Privado	1
Salón Amigos de ayer, Privado	1
Salón Calle Real del Lago, Privado	1
Monumento a la Amistad	1
Monumento a la Cruz	1
Monumento a J. Augusto Reynosa	1
Monumento a J. Rufino Barrios y Fco. Javier Arana	1
Monumento al Coraje	1
Salón Las Rosas, Privado	1

Fuente. Municipalidad de Amatitlán

1.12 Templos y Centros Religiosos

Cuadro No. 8 Templos y Centros Religiosos

DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Iglesia Parroquial "San Juan Bautista", católico	1
Capellanía El Calvario, Católico	1
Templo Col. Lupita, católico	1
Templo Col. Mi Ilusión, católico	1
Templo El Rosario, Católico	1
Templos e Iglesias evangélicas	60

Fuente. Municipalidad de Amatitlán.

1.13 Servicios de Salud

Cuadro No. 9 Servicios de Salud

DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Hospital Nacional	1
Hospitales privados	4
Centros de Salud Modelos	1
Unidad Asistencial IGSS	1
Farmacias Estatales	2
Farmacias Privadas	30
Puestos de Salud (El Cerrito, Llano de A. y Calderas	3

Fuente. Municipalidad de Amatitlán.

1.14 Bancos y Cooperativas

Cuadro No. 10 Bancos y Cooperativas

No.	NOMBRE
1	Cooperativa UPA
2	Banco Industrial
3	Banco Reformador
4	Bancafé
5	Banco G&T
6	Banco del Comercio
7	BanRural
8	Banco de la República
9	QSA
10	Cajero automático Bancared
11	Cajero Automático 5B

Fuente. Municipalidad de Amatitlán.

1.14.1 COOPERATIVA UNIÓN PROGRESISTA AMATITLANECA –UPA-

Cooperativa UPA (Unión Progresista Amatitlaneca), es una institución financiera de ahorro y crédito que fue fundada el 15 de mayo de 1965, por 31 personas entusiastas visionarias y altruistas, quienes lograron reunir un total de Q126.00 (unos US\$16), llenando el vacío de una institución financiera en la ciudad de Amatitlán, Guatemala. Actualmente Cooperativa UPA, cuenta con más de 53,000 asociados y asociadas y activos por más de 300 millones de Quetzales lo que la mantiene como la número uno en Guatemala y una de las más reconocidas a nivel latinoamericano.

MISIÓN

Facilitar Servicios Financieros de Excelente Calidad

VISIÓN

Soluciones financieras para todas las personas asociadas.

VALORES

Integridad, lealtad, creatividad, eficiencia y cordialidad.

PRINCIPIO GOBERNANTE

Simplificar y agilizar para servir mejor.

NUESTRA PROMESA BÁSICA

Usted y la excelencia en el servicio es lo más importante para nosotros.

1.14.1.1 SUPERMERCADO

Cooperativa UPA, cuenta con dos supermercados ubicados en las agencias UPA NORTE Y UPA SUR en los que usted podrá beneficiarse con las siguientes ventajas:



Figura No. 1 Supermercado

1. Descuentos
2. Ofertas
3. Peso exacto
4. Producto fresco
5. Precios competitivos
6. Variedad de productos
7. Amplio Parqueo

DESCUENTO Todos nuestros asociados y asociadas gozan de un descuento * especial, del 6% al realizar sus compras en los supermercados UPA, (4% al momento de realizar la compra y 2% al final del año). Mismo que es efectivo con tan sólo mantener activa su cuenta de aportaciones con Q10.00, Q60.00 o Q120.00 lo cual le da derecho a descuento durante 1, 6 ó 12 meses respectivamente.



Figura No. 2 Supermercado

La Escuela de Capacitación Técnica de Cooperativa UPA fue fundada el 15 de noviembre de 1981, con el objetivo fundamental, de fomentar el desarrollo de mano de obra calificada y contribuir al desarrollo humano y socio- económico de los asociados y sus familias. Actualmente en esta escuela se imparten diversos cursos técnicos, y funciona una extensión de la Universidad Galileo

1.14.1.2 EDUCACION

Cursos libres:

- Cultor (a) de Belleza
- Computación
- Inglés

Educación Superior (UNIVERSIDAD GALILEO) Licenciaturas en:

- Informática y Administración de Negocios.
- Informática y Administración de Recursos Humanos.
- Informática y Administración Bancaria.
- Informática y Administración Educativa.
- Informática y Administración de las Telecomunicaciones.
- Informática y Administración de Empresas Turísticas y Hoteleras.
- Informática y Administración Pública.



Figura No. 3 Educación

1.15 Instalaciones Deportivas

Cuadro No. 11 Instalaciones Deportivas

DESCRIPCION	UNIDADES
Estadio Municipal "Guillermo Slowing"	1
Gimnasio Municipal "Julian Haro"	1
Diamante Municipal de Softbol	1
Canchas Públicas para fútbol	20
Canchas privadas para fútbol	10
Complejo Deportivo Marco Tulio Baldetti, privado	1
Canchas Públicas y privadas para básquetbol	40
Canchas de Mini fútbol	5

Fuente. Municipalidad de Amatlán.

1.16 Parques y Plazas

Cuadro No. 12 Parques y Plazas

No.	DESCRIPCIÓN
1	Parque Central "Francisco Javier Arana"
2	Parque " J. Oscar Reynosa"
3	Parque Mi Ilusión I
4	Parque Mi Ilusión II
5	Parque Villa Alborada
6	Parque Nacional "Las Ninfas"
7	Parque Nacional "Naciones Unidas"

Fuente. Municipalidad de Amatlán.

La Municipalidad es la encargada de dar mantenimiento y limpieza a los parques y plazas, a pesar de ello uno de los parques que ha sido de mayor importancia turística, se encuentra en abandono, y aunque trabajadores de la municipalidad brindan el servicio de limpieza diaria, las instalaciones se encuentran en abandono ya que se encuentran despintadas, oxidadas o en mal estado.

2. Historia y tradiciones:

Aunque existen varias interpretaciones etimológicas, todas ellas coinciden en la raíz generadora AMATL (voz nahoá) que significa PAPEL. Es que los habitantes precolombinos de la región, pocomanes y pipiles, utilizaban la corteza de los árboles de amatle (*Picus glabrata*) para escribir sus jeroglíficos y hacer sus pinturas. Los árboles de amatle eran abundantes en la región y aún ahora pueden encontrarse con facilidad. El glifo de Amatitlán era un rollo de papel atado con un mecatl. De tal manera que el nombre Amatitlán se interpreta como “Lugar rodeado de amatles”, “Ciudad de las cartas, de las letras o del correo”.

Amatitlán es un municipio cuyos orígenes se remontan muchos años, su origen es pocomam y formaba parte de una extensa región con Palín y las Petapas. La actual población fue fundada pocos años después de la Conquista.

En cabildo celebrado en la capital del Reino de Guatemala, el 14 de Julio de 1536, Antonio Diosdado pidió ciertas tierras junto a Amatitlán, para destinarlas al cultivo de caña de azúcar. Se considera el 24 de junio de 1549 como la fecha de fundación de San Juan Amatitlán. Después de la independencia, por Decreto Legislativo del 28 de agosto de 1835 se le otorgó la categoría de CIUDAD.

2.1 Dulces de Amatitlán:

Con el cultivo de caña de azúcar se desarrollaron los trapiches y los ingenios de azúcar, siendo los de mayor fama los de Amatitlán. Para los años 1536 se inicia la artesanía dulcera de Amatitlán con el apogeo de los ingenios de azúcar “El Molino o del Concejo”, “Donis” “Rosario” y “La Compañía”. Entre los dulces más famosos se encuentran: la pepitoria, el mazapán, bocadillos, chancaca, matagusanos y la famosa colación.

2.2 Mengalas de Amatitlán:

Eran mujeres solteras y jóvenes del pueblo Centroamericano (Sirvientas) a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. En Guatemala las hubo aunque el término tuvo significado clasicista, pues en esa época se hablaba de “Mengalas” y “Chanclas”.

La palabra Mengala, es la contracción de Mengas y Galas o sea vestido lucido y elegante. Su vestido esta formado por una falda larga llamada enagua y un cinturón con cintas atrás y una abertura; la blusa llamada algodón, chales o mantos y calzado botín negro para las más acomodadas económicamente.

Existen en Amatitlán dos grupos folklóricos de mengalas, siendo estas El grupo Estampamatl del Liceo Mixto San Juan quién gano un primer lugar en el Festival de Cobán, así mismo las Mengalas del Adulto Mayor quienes participan en diferentes actividades culturales que se realiza tanto en el interior de la República

2.3 El Escudo de Amatitlán y su significado:

El escudo está dividido en tres sectores, los cuales contienen símbolos que se identifican con el municipio de Amatitlán.

SECTOR 1

Nombre y etimología de Amatlán “Ciudad de las cartas o del correo”. De acuerdo a esto se dibujo un rollo de papel enlazado en mecate (cordel)

SECTOR 2

Pueblos que originaron Amatlán, los cinco cerros que se aprecian en el escudo representan: los cinco pueblos que según Remesal dieron origen a la actual población de Amatlán.

SECTOR 3

Laguna de Amatlán y primitivo nombre de Pampichi (entre flores).

El escudo se encuentra sostenido por “Dos Mojarras”. Espécimen traída a la laguna de Amatlán por Fray Diego Martínez, según Remesal.

En el listón de color rojo colocado en la parte superior del escudo se lee “San Juan Amatlán”. En el listón de color azul colocado en la parte inferior del Escudo se lee “Fundación, 24 de Junio de 1,549.

2.4 Barrios que tienen festividad:

Barrio San Antonio: 13 de Junio, día de San Antonio de Papua.

Barrio San Juan: 24 de Junio, día de San Juan Bautista.

Barrio San Lorenzo: 10 de agosto, día de San Lorenzo, Mártir que fue quemado vivo.

Barrio el Rosario: 7 de Octubre, día de nuestra Señora del Rosario.

2.4.1 Barrios que no tienen festividad:

Barrio Hospital

Barrio Ingenio

Barrio la Cruz

Cantón Amanecer: Este es el único que oficialmente está instituido por la Municipalidad como Cantón ya que en el año de 1983 la alcaldesa de ese entonces Mirla Flores de Alfaro y su Honorable Concejo Municipal decidieron crearlo, por la fecha de su creación oficialmente que fue un 19 de Noviembre día de Santa Isabel de Hungría podría ser la fecha de su celebración.

2.5 Patronos de Amatitlán:

- Virgen del Rosario
- Niño Dios de Amatitlán
- San Juan Bautista (Patrón de Amatitlán)

2.6 Elementos de Identidad Nacional de Amatitlán:

- El árbol de pimiento: que ha formado parte de la tradición de adornar con su furor los sombreros de los romeritas con la guirnalda de pimiento, como señal de haber cumplido su visita al Niño de Amatitlán.
- El árbol de Amatlé: no solo porque caso su nombre lleva el de Amatitlán, sino porque fue la materia prima de los Pokomanes para fabricar papel.
- La imagen del Niño de Amatitlán: que es toda una tradición.
- El Chirín: nuestra gastronomía única que le ha dado nombre a Amatitlán.
- La pepita: el dulce más representativo de Amatitlán, que no ha proporcionado el sustitutivo de nuestro gentilicio Pepiteros.
- La Mengala: estampa ancestral que debemos conservar y fomentar con orgullo verdadero.

- El Padre sin Cabeza y la Tusa: dos espantos netamente Amatitlanecos.
- La Ninfa: una bella flor que sólo se encuentra en la fuente de las Ninfas, (no debe confundirse con la lechuguilla, que tanto problemas ocasiona)
- El Lago: la más preciosa joya que Dios nos ha dado, la cual debe ser nuestra mayor preocupación, al precio que sea habrá de recuperarlo.
- Golosinas de Amatitlán y Amatitlán soñado: dos canciones que todo Amatitlaneco debe llevar siempre en el alma.

3. Política:

Comisiones del Consejo 2004 - 2008

1. De servicios, infraestructura, ordenamiento territorial, urbano y vivienda.
2. De salud y asistencia social:
3. De servicios públicos y transporte:
4. De los derechos humanos y de la paz:
5. De descentralización, fortalecimiento municipal y participación ciudadana:
6. De educación, educación bilingüe intercultural, cultura y deportes
7. De fomento económico, turismo, ambiente y recursos naturales
8. De finanzas
9. De la familia, la mujer y la niñez:
10. De probidad
11. De seguridad

Coordinación Municipal 2004 – 2008

Alcalde Municipal

Sindico I

Síndico II

Síndico Suplente

Concejal I

Concejal II

Concejal III

Concejal IV

Concejal V

Concejal VI

Concejal VII

Concejal suplente I

Concejal suplente II

Concejal Suplente III

4. Diagnóstico de la Estación Piscícola de Amatitlán:

La estación Piscícola de Amatitlán se encuentra ubicada en el Cantón Amanecer, del municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala. A una altura de 1118 msnm. Perteneciendo a la Escuela Nacional de Agricultura – ENCA-; En el año de 1998, CEMA inició la administración de la Estación Acuícola de Amatitlán con el principal objetivo de reiniciar el proceso de producción y comercialización de alevines de tilapia y carpa, y fomentar la acuicultura del país a través de un producto de calidad y bajo costo y mediante la asistencia técnica al productor.

En el 2000 CEMA comenzó con el proceso de comercialización de alevines de tilapia, ofreciendo dos clases principales; A) monosexo o reversado: 95 – 97% machos revertidos con hormona masculinizante y B) no reversados o sin tratamiento hormonal, (conocido también como alevín bisexual) para fines de reproducción en unidades de producción y cuerpos de agua naturales.

Desde entonces, la Estación Acuícola de Amatitlán representa uno de los principales centros de abastecimiento de semilla de tilapia en el país.

La Estación Piscícola de Amatitlán cuenta con los servicios básicos de agua potable, energía eléctrica y acceso por una carretera asfaltada (Ver Cuadro No. 13).

Cuadro No. 13 Servicios generales con que cuenta la finca

Tipo de servicio	SI	NO	Descripción
Agua potable	X		
Energía eléctrica	X		
Teléfono		X	Cuentan con línea telefónica pero no esta habilitada
Acceso	X		Carretera asfaltada

4.1 Aspecto filosófico, político y legal:

La estación como institución no cuenta con una visión y misión establecida, a pesar de tener un objetivo primordial el cual es “Fomento a la producción acuícola del país a través de productos y servicios de bajo costo y buena calidad.

4.2 Aspectos de relaciones:

Como es sabido el objetivo de producción de la Estación es la producción de alevín reversado de tilapia, el cual es comercializado hacia todos los departamentos, es decir a nivel nacional

Cuadro No. 14 Comercialización de alevines reversados

Cantidad producida	Edad de venta	Mercado	Estadio de la semilla para la venta	Talla y peso de venta	Precio unitario (Q)
60,000 – 100,000 alevines/mes	45-60 días promedio	A nivel nacional	Alevín	3-4 cm con un peso promedio de 1- 2 grs.	0.40

Las cantidades producidas de semilla varían según la demanda y la época del año, pero generalmente producen un promedio de 80,000 alevines/mes durante todo el año.

Los pequeños y grandes productores de tilapia para engorde, son atendidos directamente por el personal que labora en la Estación, resolviendo dudas, proporcionándoles una asesoría y guía para el éxito de sus cultivos, sin que tenga ningún costo.

La Estación, a pesar que es un Centro de Capacitación, no cuenta con una programación de capacitaciones o seminarios para los productores, cabe mencionar que se realizan pláticas a grupos de estudiantes de carreras afines como peritos agrónomos de las Escuelas de formación Agrícola (EFA'S, ENCA, Centros Universitarios Regionales); así como a estudiantes del CEMA; apoya a comunidades que inician proyectos de piscicultura a través de orientaciones y asistencia técnica. Además realiza proyectos conjuntamente con las municipalidades de varios departamentos para llevar a cabo redoblamientos a través de donación de alevines. Así como ayuda a comunidades que empiezan con proyectos de engorde de tilapia, realizando una labor de extensión y proyección hacia comunidades de todo el país.

4.3 Aspectos Administrativos:

4.3.1 Planeamiento:

Los planes que se realizan en la estación, consisten básicamente al manejo para llevar a cabo una producción eficiente durante todos los años, es decir que se planifica la producción anualmente a través de proyecciones, por medio de registros, los cuales son llevados diariamente, semanal y mensualmente.

Para llevar a cabo la planificación semanal se realizan reuniones con el personal técnico, para decidir la mejor forma de llevar el manejo de reproductores, así como determinar el número de apareamientos y número de lotes que se tendrán a la venta durante los meses de producción y de la Estación en general.

4.3.2 Organización:

La estación no cuenta con un organigrama establecido, así como tampoco con una definición y descripción clara de puestos. Los niveles jerárquicos de organización son los siguientes:

ORGANIZACIÓN:



La administración de la Estación de Amatitlán es llevada a cabo por la Encargada, sus funciones son la Planificación y Coordinación de las actividades diarias del Centro, con ayuda de la asistente de actividades, la cual no es trabajadora de La Universidad de San Carlos de Guatemala, su situación laboral es directamente con el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA.

Cuatro de los 5 empleados se encuentran contratados como peones, por medio de planillas y uno se encuentra presupuestado (fijo). Con respecto a sus funciones solamente dos de ellos las tienen definidas:

1. Encargado de la alimentación.
2. Encargado de la bomba (horas de bombeo)

Todos participan en todas las actividades diarias, la forma de trabajo es por turnos diarios, en los cuales se encargan de llevar a cabo la alimentación y guardianía.

No existen manuales para el funcionamiento, el régimen de trabajo que se lleva a cabo en la estación es el siguiente: Luego de las reuniones semanales con la encargada, diariamente se revisa la planificación y se organizan las actividades diarias, las cuales son registradas en cuadros de registro para llevar un control exacto de todo movimiento, los cuales son reportados semanalmente.

El centro no cuenta con un sistema de registro de asistencia, por el poco personal que labora, lo cual no dificulta el control.

4.4 Recursos Humanos:

4.4.1 Personal operativo:

La Estación de Amatitlán cuenta con el servicio de 5 trabajadores operativos, de los cuales cuatro se encuentran contratados por planilla y únicamente uno presupuestado (fijo). El tiempo de laborar de cada uno oscila entre 1 y 2 años, a diferencia de uno el cual ha laborado durante 20 años. Todos los trabajadores residen en el municipio de Amatitlán. El horario de trabajo para todo el personal operativo es de 8 horas diarias (7:00 am -3:00 pm)

4.4.2 Personal administrativo:

La encargada de la Estación es Licenciada en Acuicultura, egresada del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, la cual ha laborado como encargada de la Estación Acuícola de Amatitlán, durante un período de 2

años. Reside en la capital de Guatemala, su horario de trabajo es de siete de la mañana a tres de la tarde.

4.5 Recursos Materiales y Equipo:

4.5.1 Vehículo, Materiales y Equipo:

La estación no cuenta con vehículo propio, sin embargo cuenta con apoyo del Centro de Estudios del Mar, el cual presta un vehículo en caso de ser necesario realizar cualquier diligencia.

Los materiales con que cuenta la Estación son los necesario para llevar a cabo todas las actividades cotidianas, de cosecha, traslado, tratamientos, alimentación, etc, como lo son artes de pesca, cubetas, baños plásticos, bolsas plásticas, guantes, picheles, tinacos. Sin embargo cabe anotar que no cuenta con equipo básico para llevar a cabo la toma de parámetros físico-químicos del agua como serían el termómetro y el oxímetro, la estación no cuenta con computadora lo cual dificulta llevar un control de los registros de todos los movimientos que se llevan a cabo en la Estación.

4.5.2 Infraestructura acuícola

La finca esta dividida en varias secciones en donde se lleva a cabo la reproducción, levante, engorde y mantenimiento de tilapia. Con una área total de espejo de agua de 6,550 m². de los cuales 4 estanques de 144 m²; con un total de 22 estanques revestidos. De los cuales 21 están destinados al ciclo de producción de alevín y 1 (estanque 21) es utilizado como reservorio. La estanquería según dimensión y uso, se encuentra subdividida de la siguiente manera:

Estanques No. 1-4: estanques de 150 metros cuadrados para reproducción y reversión sexual de tilapia.

Estanques No. 5-8: estanques de 375 metros cuadrados para pre-cría de tilapia.

Estanques No. 13-19: estanques de 250 metros cuadrados para el mantenimiento de reproductores de carpa común, Koy y espejo.

Estanques No. 20 y 21: estanques de 375 metros cuadrados para pre-cría de tilapia no reversada.

Estanque No. 9: estanque de 350 metros cuadrados para engorde de tilapia/carpa.

Estanque No. 10 y 11: estanques de 350 metros cuadrados para el mantenimiento de reproductores de hembras de tilapia.

Estanque No. 22: estanque de 400 metros cuadrados utilizado para el mantenimiento de excedentes de producción y como fuente de agua secundaria en situaciones de emergencia (ver Anexo No. 2).

El uso de la estanquería es variable según las necesidades de producción y las actividades programadas que incluyen soporte de docencia e investigación del CEMA.

Algunos estanques cuentan con problemas como lo son la filtración (estanque 11) y la mayoría presenta el gran problema que el sistema de drenaje (monjes) no fueron correctamente diseñados, para realizar recambios de fondo, lo cual es de suma importancia, ya que evitaría problemas de calidad de agua, directamente relacionados con el oxígeno.

Cuenta con 12 piletas, de las cuales únicamente funciona 8, para levante de pequeños lotes de peces. Las otras 4 piletas no se encuentran terminadas.

Así mismo una batería de tinacos y 2 tanques circulares para mantenimiento de reproductores (Ver Figuras No. 4 y No. 5)



Figura No. 4 Batería de tinacos



Figura No. 5 Tanques circulares

Además de esta infraestructura cuentan con 2 piletas las cuales son utilizadas para realizar los despachos (ver Figura No. 6).



Figura No.6 Piletas de Despacho

4.5.3 Medios de cultivo

La fuente de agua con que es abastecida la Estación es la del Lago de Amatlán la cual es bombeada a través de una bomba de 20 Hp hacia la Estación y distribuida por medio de canales a todos los estanques en uso.

En tratamientos de calidad de agua en los estanques de reproductores y alevines se como desinfectante la cal (hidróxido de calcio Ca OH₂) con una dosis de 16.5 qq/ha aproximadamente. Para el tratamiento de ectoparásitos (*Argullosis*) se utiliza órgano fosforado en baños de inmersión y el uso de ivermectina que es un endo y ectoparasitida aplicado en el alimento de los reproductores y alevines; así como azul de metileno (0.03 – 0.05%). La toma de parámetros físico-químicos del agua, normalmente es la temperatura que se registra con un promedio de 23 °C (anual) y una turbidez de 33-35 cm que es medida con el disco secchi semanalmente.

Cuadro No. 15 Utilización de alimento para las diferentes etapas de producción.

Etapa	Tipo de alimento	% de Proteína	Frecuencia	Técnica
Reversión	Harina	44 %	Se alimenta cada 2 horas	Ad-livitum
Pre-cría	Pellet de 2 mm	40%	3 veces al día	Idem
Engorde	Pellet de 4 mm y 6 mm	38 %	3 veces al día	Idem

4.5.4 Manejo

La Estación Acuícola de Amatitlán (EAA) utiliza un sistema tradicional de producción de alevín de tilapia que consta en la introducción de ejemplares reproductores de ambos sexos en un estanque, por un período de 20 a 25 días; hasta luego de retirado los reproductores inicia el tratamiento de reversión sexual en la población de alevines contenidos en el mismo estanque de apareamiento y que tiene una duración de 30 días.

Las especies utilizadas para la reproducción son *O. aurea* y *O. niloticus* con líneas de México, Honduras, Israel, Estados Unidos y Guatemala (Monterrico y Zunil)

4.5.5 Método utilizado para la reversión

El método utilizado para llevar a cabo la reversión de semilla es con hormona masculinizante 17-alfa metil testosterona con una dosis de 0.06 grs. por kilogramo de alimento de alimento utilizando alcohol al 90% para homogenizar la mezcla (alimento hormona) luego de preparado este es refrigerado pero por lo regular se prepara solo el alimento a utilizar según la producción de alevines que se tenga disponible para que el alimento no pierda su viabilidad y se tengan mejores resultados, el alimento es suministrado a los 15 días del apareamiento, hasta alcanzar los 30 días, aplicándose raciones diarias cada dos horas durante todo el día para lograr la reversión que se calcula en un 98%.

4.5.6 Proceso de producción de alevín reversado

El sistema utilizado para la producción de alevín reversado consiste en apareamientos con una densidad de siembra de 2:1 en cuatro estanques destinados para tal actividad, luego de aproximadamente 14 – 24 días se extraen a los reproductores y se inicia el tratamiento hormonal con 17 – alfa – metil – testosterona en el alimentos durante un mes, los primeros 20 días se suministra harina y los siguientes 10 días con concentrado de 2 mm; al paso de este tiempo los alevines son cosechados y trasladados a estanques de precría o levante para luego ser comercializados, aproximadamente a un mes de eclosionados. Todo el proceso de producción de alevín dura 2 meses.

Existe otro sistema muy similar al anterior, para la producción de alevín, el cual consiste en la utilización de happas, lo que permite el mejor manejo de reproductores, este sistema tiene como ventajas, la fácil extracción de reproductores, y la producción de alevín con tallas más homogéneas. La desventaja es que disminuye el porcentaje de reproducción.

En cada apareamiento se llevan registro de la ingresos y egresos de reproductores, días de apareamiento, alimento, parámetros físicos del agua.

IV. PROGRAMA DE EXTENSIÓN

1. Introducción:

La tilapia es un pez originario del África perteneciente a la familia Cichlidae, es la especie tropical con mayor expansión en producción a nivel mundial en los últimos años. Existen cerca de 16 especies del genero *Oreochromis* cultivadas en diversos sistemas de cultivos comerciales y experimentales; sin embargo en Guatemala las especies cultivadas de mayor importancia son *O. niloticus*, y *O. aureus*.

En el país la tilapicultura extensiva se ha venido desarrollando a través de los años, los cultivos se realizan en estanques rústicos sin revestimiento, por ser la forma más económica y práctica. Esta actividad es realizada en estanques familiares para autoconsumo, logrando mejorar la dieta familiar, así como proporcionar una fuente de ingreso adicional, a través de la venta del excedente del producto de dicha actividad.

Para lograr un cultivo exitoso de tilapia, es necesario poseer conocimientos técnicos de manejo, por lo cual parte del Programa de Extensión del Ejercicio Profesional Supervisado, va dirigido a grupos organizados de las comunidades del departamento de Guatemala, que estén interesados en implementar cultivos extensivos de tilapia, o que ya se encuentren desarrollado la actividad. Y tiene como objetivo la capacitación de éstos para lograr la tecnificación y ofrecer una alternativa para la seguridad alimentaria de la región.

Otra alternativa para la obtención de carne de tilapia, es la pesca artesanal que practican los poblados cercanos al Lago de Amatitlán, por lo que se hace necesario capacitar y concienciar a los pescadores para que practiquen una

pesca responsable, para minimizar el impacto negativo de ésta actividad hacia los recursos naturales del Lago. Es por ello que dentro del Programa de Extensión se realizo un repoblamiento del Lago de Amatitlán con alevines de tilapia, y al mismo tiempo se impartió un curso de capacitación dirigido a los pescadores para el manejo de los productos hidrobiológicos obtenidos a través de la pesca.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general:

- Coadyuvar al mejoramiento de la dieta de los guatemaltecos a través de la actividad piscícola, utilizando los recursos que disponen dentro de su terreno, y brindarles de esta manera una alternativa de carne de alto valor proteico como es la carne de tilapia.

2.2 Objetivos específicos:

- Capacitar a grupos de pobladores de diferentes áreas rurales de Guatemala sobre cultivos familiares de tilapia; que permitan su seguridad alimentaria.
- Asesorar proyectos particulares de cultivos piscícolas, de productores que se abastecen de semilla de la Estación Piscícola de Amatitlán.
- Fomentar el consumo de pescado en las diferentes poblaciones de Guatemala, a través de la cuantificación de los beneficios de dicho consumo.
- Tecnificar el manejo y preservación de productos hidrobiológicos provenientes de la actividad pesquera de los pobladores del Lago de Amatitlán.

3. Actividades realizadas:

3.1 Cursos de Capacitación:

El CEMA y la Coordinadora Departamental del Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAGA- tiene un compromiso de desarrollar integralmente el Proyecto de Fomento Piscícola para los 17 municipios del Departamento de Guatemala, en los componentes de piscicultura y capacitación de usuarios, por medio de cursos teóricos y prácticos y fomento de actividades de Seguridad Alimentaria, mediante programas de Acuicultura sostenible en las comunidades que los necesiten o lo requieran.

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura se apoyó el programa de fomento a la piscicultura mediante la realización de cursos teórico práctico siendo la temática, cultivo familiar de tilapia. Los cursos se coordinaron a través del técnico en piscicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación asignado para éste programa.

Se realizaron 5 cursos de capacitación en las siguientes comunidades: Palencia, San Juan Sacatepéquez, Lo de Rodríguez (Barcenas, Villa Nueva) y El Maguey (San José Pinula). Con una participación de 15 personas promedio. Los cursos tuvieron una duración de 7 horas aproximadamente, con un horario de 8:00 a 15:00 horas. La parte teórica se impartió en las primeras cuatro horas de la mañana; desarrollando los siguientes temas: Condiciones para criar peces, construcción de estanques, donde construir un estanque, tipos de estanque, cuidados del estanque, especies a cultivar en Guatemala, criterios de selección de especie a cultivar, fertilización, manejo general de un cultivo desde la siembra hasta la cosecha y cualidades nutricionales del pescado (Ver Figuras No. 7-10).



Figura No. 7 Capacitación Palencia



Figura No. 8 Capacitación en San Juan Sacatepéquez



Figura No. 9 Capacitación en Finca el Maguey, San José Pinula.



Figura No. 10 Capacitación Villa Nueva

Para impartir las pláticas se elaboró material didáctico, facilitando así la comprensión de los temas (Ver Figura No. 11).

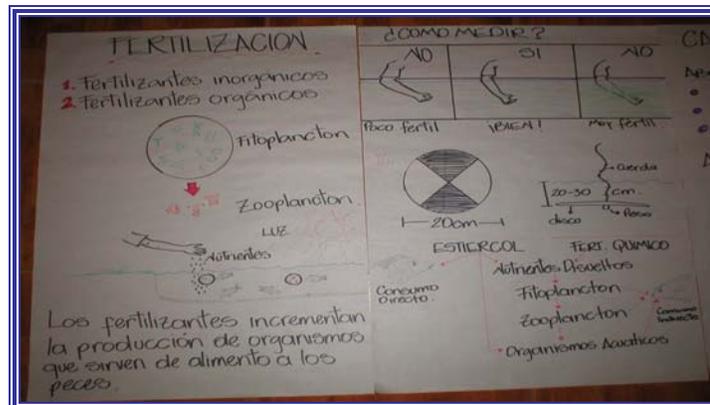


Figura No. 11 Material Didáctico para cursos

Durante las tres horas de la tarde se llevó a cabo la parte práctica en la cual se realizó un recorrido hacia la estanquería de uno de los productores de la comunidad, para que se conociera la forma correcta de construir estanques, tipo de alimento, técnicas para alimentar, sistema de cultivo, entre otros, así como permitir el intercambio de experiencias, generación y resolución de inquietudes. Para finalizar el curso, se dejó un tiempo para que los participantes expusieran sus dudas y proceder a solucionarlas (Ver Figura No.12).



Figura No. 12. Capacitación Práctica Palencia

Durante el transcurso de todas las capacitaciones se observó como iba incrementando el interés de los participantes a medida que se profundizaba el tema, ya que se realizaron varias intervenciones para compartir experiencias o para dar a conocer sus inquietudes, lo que confirmó que los temas expuestos fueron asimilados por todos los participantes. En la actividad práctica se notó mucho entusiasmo, ya que pudieron hacer contacto con un productor y darse cuenta a través de ellos mismos las ventajas del cultivo de tilapia y así mismo aplicar la teoría que se impartió durante la mañana para hacer algunas sugerencias que mejoren el cultivo.

A través de los cursos se logró capacitar a 62 personas de las comunidades anteriormente mencionadas, en los aspectos técnicos de cultivo de tilapia en estanques familiares; así mismo se concientizó a los participantes sobre la importancia del consumo de carne de tilapia como una fuente de alto valor nutricional.

3.1.1 Estrategias:

Pláticas con duración de 4 horas con apoyo de material didáctico, de acuerdo al nivel de escolaridad que presentaban los diversos grupos.

Visitas a productores, para observar de una manera real el manejo del cultivo de tilapia, así mismo se promovió una dinámica de preguntas y respuestas para fijar lo aprendido en la parte teórica.

Documento de apoyo, en el que se describe de una forma práctica y visual todo lo impartido en el curso, ésta fuente de consulta es un documento elaborado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

3.2 Cursos de capacitación con los pescadores del Lago de Amatitlán:

La pesca tiene una sustancial importancia social, económica, nutritiva y de seguridad alimentaria. Gran parte de los recursos pesqueros del Lago de Amatitlán están siendo explotados, algunos sobreexplotados o agotados y por lo tanto es necesario que se les permita su recuperación. La reducción de la cantidad de peces que se desperdician o se pierden entre la captura y el consumo ayudaría a disminuir en gran parte la notoria presión sobre el recurso pesquero.

Se llevó a cabo un diagnóstico conjuntamente con el EPS del CEMA que realiza sus prácticas en AMSA a los integrantes del comité y asociación de pescadores del Lago de Amatitlán, determinándose la necesidad de capacitar a los pescadores en el manejo y preservación de los productos provenientes de la pesca, ya que actualmente los precios del pescado han disminuido hasta ofrecerles Q.4.00 por libra; cubriendo únicamente los costos de la faena de pesca.

El tema del curso fue “Manejo y Preservación de productos hidrobiológicos”, siendo impartido en la Escuela de Tacatón, teniendo una duración de tres horas, el total de asistentes fue de 19 pescadores tanto del Comité como de la Asociación.

Los temas que se desarrollaron fueron los siguientes:

- Pesca responsable
- Proceso de descomposición del pescado
- Como diferenciar entre un pescado fresco y uno en descomposición
- Uso de hielo en la pesquería.
- Técnicas de conservación:
- Pescado fresco refrigerado
- Pescado congelado
- Preservación simple
- Pescado salado
- Pescado ahumado.

El curso se desarrolló en conjunto con el EPS del CEMA, representando a AMSA, la cual impartió una plática para divulgar la nueva Ley de Pesca a los pescadores del Lago de Amatitlán (Ver Figura No. 13).



Figura No.13 Curso Capacitación con los pescadores del Lago de Amatitlán

A través de la capacitación los pescadores del Lago de Amatitlán conocieron nuevas alternativas para comercializar su producto y obtener mejores precios. Así mismo resolvieron dudas e inquietudes sobre el manejo más adecuado de los productos pesqueros para minimizar las pérdidas por descomposición. Se observó la motivación que presentaron los participantes para realizar pruebas de preservación de pescado, el interés crecía cada vez más, teniendo la inquietud que sus esposas recibieran el curso, ya que aunque fueron invitadas, debido a sus ocupaciones no pudieron asistir.

3.2.1 Estrategias:

Clases teóricas, con ayuda de audiovisuales, para mantener el interés de los participantes, así como mostrar imágenes sobre las técnicas de preservación.

Dinámicas de preguntas y respuestas para profundizar y acercar el tema a la realidad actual de los pescadores del Lago de Amatitlán.

3.3 Repoblamiento del Lago de Amatitlán

El objetivo de realizar el repoblamiento en el Lago de Amatitlán consiste en coadyuvar al mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores artesanales del Lago de Amatitlán, a través de una alternativa alimenticia alta en proteína.

El Lago se repobló a través de la siembra inicial de 20,000 alevines de tilapia del género *Oreochromis sp.* Para aumentar la población de peces e incrementar la pesca artesanal de la población.

Actualmente en Amatitlán existen aproximadamente 300 pescadores inscritos, los cuales dependen económicamente de la pesca por ser una actividad que ha sido practicada de generación en generación.

Debido a la presión que sufren los recursos pesqueros del Lago por la sobreexplotación y falta de conocimiento del aprovechamiento sostenible, la población de peces comerciales ha disminuido, afectando la nutrición y economía de los pobladores cercanos al Lago; lo cuales dependen de dicha actividad para subsistir.

Esto hace necesario que se permita al recurso pesquero su recuperación, es por ello que conjuntamente El Centro de Estudios del Mar y Acuicultura y La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán – AMSA- a través del Ejercicio Profesional Supervisado del CEMA, se tomaron medidas para minimizar el impacto negativo de esta actividad extractiva, realizando una siembra de 20,000 alevines en el Lago de Amatitlán, logrando que se donaran a través de la Estación Piscícola de Amatitlán en apoyo a los pescadores de la comunidad y a la práctica de EPS.

El repoblamiento se realizó en el lado Este del Lago de Amatitlán, ya que es el área que posee menor influencia de las descargas del Río Villalobos y actualmente se encuentran instalados algunos aireadores, lo cual mejoran las condiciones de calidad de agua para la sobrevivencia de los alevines.

En la actividad participaron entidades como USAC-CEMA por medio de los Ejercicios Profesionales Supervisados y egresados del CEMA, UNIPESCA representado por el Lic. Erick Villagrán, Municipalidad de Amatitlán con el Alcalde municipal, Escuela de Tacatón con un grupo de 10 niños, Comité y Asociación de pescadores del Lago de Amatitlán y el Ejército de Guatemala a través del Apostadero Naval de Amatitlán.

Se inició con un acto protocolario en el cual cada representante de las instituciones mencionadas, dirigió palabras para incentivar o de agradecimiento por llevar a cabo el repoblamiento. Luego de esto se procedió a explicar y realizar el repoblamiento, para lo cual los pescadores

fueron divididos en cuatro grupos y a cada uno se le designo la aclimatación y siembra de 4,000 alevines en diferentes puntos: los 4,000 alevines restantes fueron sembrados por 10 niños de la Escuela de Tacatón, previo a una plática explicándoles en que consistía y el motivo de hacer repoblamiento en el Lago de Amatitlán.

En la actividad se contó con la participación incondicional del grupo de pescadores, los cuales colaboraron en todo el repoblamiento; cargando las bolsas con alevines, transportándolas en sus lanchas, aclimatación y sembrando los peces.

Los presidentes del Comité y Asociación de pescadores, respectivamente agradecieron la siembra de alevines tanto a la Universidad de San Carlos de Guatemala como a La Autoridad para el Manejo Sostenible de la Cuenca y del Lago de Amatitlán. –AMSA-

3.3.1 Estrategia:

Se realizó la siembra y aclimatación de los 20,000 en el Lado Este del Lago de Amatitlán, para favorecer de esta manera al grupo de pescadores, ya que además de ser una fuente de alimento, también de ingresos al ser comercializada, y al mismo tiempo sirve para el fitocontrol debido a que la tilapia en su etapa de alevín filtra grandes cantidades de agua para poder alimentarse de microalgas, mejorando así la calidad de agua del Lago de Amatitlán.

3.4 Trabajo realizado en la Estación Piscícola de Amatitlán:

La Estación Piscícola de Amatitlán es una de los principales Centros de Producción de Alevín Reversado a nivel Nacional, además de proporcionar asesoría y orientación técnica a los productores que se abastecen con su semilla.

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado se apoyo y participo en todas las actividades que se realizan en La Estación, para que las actividades de producción se hicieran de la forma más técnica posible (ver Figuras No. 9 y No. 10).

Dentro de las actividades de producción que se apoyaron se encuentran la toma de parámetros físicos del agua, como la turbidez que es muestreada los días lunes en las primeras horas de la mañana, para luego analizar los datos y planificar los recambios totales o parciales de agua de los estanques de la semana; otro factor físico muestreado es la temperatura, la cual es tomada dos veces al día (mañana y tarde).

Las actividades que se realizaron y apoyaron en la Estación Piscícola de Amatlán para la producción de alevín reversado fueron: apareamiento, que consiste en la selección de reproductores machos y hembras, siendo sembrados en los estanques de apareamiento para dejarlos en un período de 24 a 28 días, al terminar este tiempo los reproductores son extraídos, los machos pasan a su estanque de mantenimiento y las hembras a su estanque de descanso previo una revisión bucal para determinar el número de hembras que liberaron huevos y realizar una proyección de alevines disponibles para la venta. En todo el proceso se llevó registro de movimiento de reproductores de cada estanque.

Al mismo tiempo se inicia el tratamiento de reversión sexual durante 30 días; para esta actividad los trabajadores llevan registro diario de la ración diaria de alimento hormonado, se apoyó en recopilar cada semana dichos registros e ingresarlos en un archivo electrónico para determinar el consumo total de alimento acumulado en cada ciclo de producción de alevín reversado y corregir o ajustar la ración diaria de los siguientes ciclos. Así mismo se ayudó a los trabajadores a alimentar a los alevines en proceso de reversión principalmente en los días donde había muchas actividades que realizar.

Una vez terminado el proceso de reversión los alevines son cosechados y trasladados a los estanques de precría o de levante para que lleguen al peso promedio de venta de 1 a 1.5 gr. Durante la actividad de cosecha se extrae una muestra representativa para realizar un muestreo de peso de los alevines y determinar el peso promedio del lote de alevines.

Cada semana se realizaba una reunión con la encargada de la Estación para planificar las actividades y movimientos para la semana, tomando como base los registros llevados durante la semana anterior; se participo en la toma de decisiones para las actividades imprevistas, como recambios de agua de los estanques, alimentación de alevines, movimiento de reproductores, etc.

Para llevar un mejor control sobre las actividades e insumos se implementaron algunas tablas de registro las cuales se llevan actualmente de rutina dentro de la Estación.

Otra actividad apoyada fue en la parte de sanidad acuícola, ya que la Estación además de contar con reproductores de tilapia, también cuenta con un lote de reproductores de carpa los cuales son muy propensos a infestaciones con *Argulus* por lo que se practicaron tratamientos preventivos y correctivos, con órgano fosforados y cloruro de sodio. Además se efectuó una cirugía a una tilapia hembra, que presentaba un tumor en el oviducto, por lo que se procedió colocarle una cánula, mientras cedía la infección; los resultados no fueron del todo positivos, ya que aunque se logro salvarle la vida, no se logró que volviera a reproducirse, debido al daño causado por el tumor en el aparato reproductivo (Ver Figuras No. 15 y No. 16).



Figura No. 14 Sanidad Piscícola



Figura No. 15 Necropsias

Así mismo se llevaron a cabo asesorías diarias a productores que se abastecen de semilla en la Estación Piscícola de Amatitlán en los temas de construcción de estanques, recambios de agua, alimentación, y manejo general del cultivo de tilapia; atendiéndose semanalmente un promedio de 5 productores.

Como parte de las actividades planificadas en la Estación se encontraba realizar una evaluación de crecimiento y eficiencia productiva de la tilapia blanca, siendo parte de esta evaluación la visita a varios productores que se encuentran cultivando esta nueva línea de tilapia, por esta razón se visitó a dos productores de Santa Cruz El Naranjo del departamento de Santa Rosa, para realizar un muestreo de crecimiento, así como compartir con ellos sobre su experiencia con esta nueva línea.

Los productores aprovecharon la visita para realizar algunas preguntas sobre el manejo de cultivo, proporcionándoles alguna orientación sobre la ración diaria de alimento, así como la frecuencia de recambios de agua a través de la utilización del disco de secchi, dándoles las instrucciones para su fabricación y utilización (Ver Figuras No. 16 y No. 17).



Figura No. 16 Asesoría en Santa Rosa



Figura No. 17 Asesoría en Santa Rosa

3.4.1 Visita a La Estación Experimental de Monterrico:

Se efectuó una visita a La Estación Experimental de Monterrico, para evaluar la condición y realizar un inventario de los reproductores de tilapia de la Estación, así como de la infraestructura disponible para implementar la producción de alevín reversado de tilapia, por lo que se hizo un recorrido por el área de piletas para realizar un conteo de hembras y machos de tilapia, al terminar el recorrido, se realizó una reunión con el EPS del CEMA en la Estación para determinar la estrategia de producción de alevín de tilapia; concluyéndose que la mejor forma de trabajar era cosechar diariamente el alevín y realizar la reversión en tanques circulares con aireación y recambio diarios de fondo. Debido al tiempo y a los recursos limitados fue imposible realizar otra visita a La Estación para darle seguimiento al trabajo.

3.4.2 Visita al Centro Universitario de Izabal (CUNIZAB):

El Centro Universitario se encuentra ubicado en Puerto Barrios, Izabal, es un centro de formación agrícola, el cual desea implementar un programa de piscicultura, en el área de producción de alevín reversado de tilapia, recurriendo al CEMA para que llevara a cabo un diagnóstico técnico del área destinada para dicha actividad, por lo que se visitó el Centro conjuntamente con la Encargada de la Estación Piscícola las Ninfas y el técnico en Piscicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- .

La visita al Centro tuvo una duración de dos días, distribuyendo el trabajo de la siguiente manera: el primer día consistió básicamente en un recorrido por el área de la finca destinada para el proyecto piscícola, donde se pudo realizar un primer diagnóstico de suelo, fuentes de agua, acceso, ubicación, infraestructura, entre otras, al terminar el recorrido se realizó una reunión para discutir el diagnóstico. El segundo día se volvió a realizar un recorrido más detallado para realizar una evaluación minuciosa del área.

Se concluyó que el Centro cuenta con recursos naturales para llevar a cabo la actividad piscícola, sin embargo debido a la poca infraestructura que tienen es necesario realizar una fuerte inversión para poder implementar un centro de producción de alevín de tilapia y no cuentan con recurso financiero; por lo que se recomienda que para la primera etapa se inicie con engorde, y al generar ingresos y se capacite al personal se prosiga con la segunda fase de reproducción y reversión de alevines de tilapia.

4. Conclusiones:

- A través del programa de Seguridad Alimentaria del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, se logro capacitar durante el Ejercicio Profesional Supervisado a 62 personas en el tema de cultivo de tilapia en estanques familiares, en los municipios de Palencia, Villa Nueva, San Juan Sacatepéquez y San José Pinula.
- Por medio del Programa de Extensión del Ejercicio Profesional Supervisado se asesoraron aproximadamente 200 productores a nivel nacional que se abastecen de semilla en La Estación Piscícola de Amatitlan, sobre el cultivo de tilapia a pequeña y mediana escala.
- Durante el Ejercicio Profesional Supervisado se les proporcionó herramientas a los pescadores para el manejo inocuo de los productos de la pesca así, como en la preservación de los mismos para mejorar el precio en el mercado.

5. Recomendaciones:

- Extender a más departamentos y dar seguimiento a través del Ejercicio Profesional Supervisado al programa de Seguridad Alimentaria del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación y la Universidad de San Carlos de Guatemala, para llevar una alternativa de alimento nutritivo, como la carne de tilapia a todas las comunidades de la República.
- Planificar cursos de capacitación sobre cultivo de tilapia en la Estación Piscícola de Amatitlán destinado a productores que se abastecen de semilla en ésta.
- Promover capacitaciones incluyendo mujeres, para elaborar productos a base de pescado; para diversificar la preparación de pescado como alimento para el consumo de la familia.
- Integrar a los alumnos del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura en el proceso productivo a través de prácticas en proyectos de pequeños y medianos productores.

V. PROGRAMA DE DOCENCIA

1. Introducción:

La Estación Piscícola de Amatitlán además de ser un Centro productor de alevines de tilapia, dentro de sus objetivos se encuentra la participación activa en procesos de enseñanza-aprendizaje, de los alumnos de la carrera de Técnico y Licenciatura en Acuicultura y de carreras afines a la producción animal como son las Escuelas de Formación Agrícola –EFAS’S-, Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA- Y Centros Universitarios Regionales a nivel nacional.

Es por ello que a través del programa de docencia se realizaron actividades teóricas y prácticas dentro de la Estación, con alumnos de los centros anteriormente mencionados, con el fin último de contribuir con su formación profesional proporcionándoles herramientas para el manejo técnico en la producción de alevines así como del engorde de tilapia.

Como parte de la formación integral de los niños, se hace necesario transmitirles la importancia de la conservación del medio ambiente, por lo que a través del programa de docencia se realizaron pláticas para formarles conciencia sobre los recursos naturales y su uso sustentable, logrando a través de ellos que las generaciones presentes y futuras puedan disfrutar de un ambiente saludable.

2. Objetivos:

2.1 Objetivo general

- Contribuir al proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de las carreras de Técnico y Licenciatura en Acuicultura así como carreras afines a la producción animal, sobre temas relacionados al manejo técnico en granjas piscícolas y el uso sostenible de los recursos naturales.

2.2 Objetivos específicos:

- Tecnificar los conocimientos sobre el proceso productivo y el manejo del cultivo así como de la producción de alevines de tilapia.
- Identificar la importancia de las interacciones del hombre con el medio ambiente, para la preservación y uso sostenible de los recursos naturales.

3. Actividades realizadas:

3.1 Atención a grupos de estudiantes:

Dentro de las actividades de La Estación Piscícola de Amatitlán, se encuentra la atención a grupos de estudiantes de diferentes centros de estudios, es por ello que dentro del Ejercicio Profesional Supervisado, se impartió tres pláticas sobre el manejo técnico del proceso de producción y cultivo de alevines de tilapia a estudiantes de las carreras de Agronomía del Centro Universitario Regional de Petén, a los alumnos de zootecnia del Centro Universitario Regional de Chiquimula y a los estudiantes de Perito Agrónomo de la Escuela de Formación Agrícola, Adolfo V. Hall de Quiche (Ver Figura No. 19).



Figura No. 18 Alumnos de Petén

Las pláticas fueron desarrolladas dentro de las instalaciones de la Estación Piscícola de Amatitlán, durante la mañana con una duración de 4 horas, consistiendo básicamente en una plática introductoria sobre la Estación y sus objetivos de producción, para luego realizar un recorrido por las instalaciones para explicar el proceso de producción de alevines según la división por áreas: apareamiento, tratamiento de reversión sexual, precría, descanso, mantenimiento y despacho. En cada área se explicó las actividades desarrolladas, participando en las actividades de rutina programadas para el día.

3.1.1 Temas Desarrollados:

- Reseña Histórica de La Estación Piscícola
- Descripción del Centro
- Diseño de Estanques
- Líneas Manejadas en la Estación
- Hábito alimenticio de la tilapia y carpa
- Densidad de siembra
- Proceso de reversión
- Precría o levante de alevines
- Alimentación:
 - Diferentes tipos de concentrados
 - Ración diaria
 - Costo del alimento
 - Nombres de casas comerciales
- Turbidez (Disco de secchi)
 - Recambios de agua
 - Fertilización
- Transporte de alevines
- Áreas de influencia de La Estación Piscícola de Amatlán
- Centros productores de alevines.

Al concluir la plática y el recorrido por la Estación se concedió un tiempo para promover a que los alumnos compartieran cualquier duda o inquietud sobre el tema. La participación fue muy activa durante toda la actividad, notándose el interés, permitiendo avanzar y profundizar más en el tema. Al finalizar la visita los alumnos y el docente encargado agradecieron la atención brindada, así como los conocimientos adquiridos durante la actividad (Ver Figuras No. 20 y No. 21).



Figura No. 19 Alumnos de Chiquimula **Figura No. 20** Alumnos de Quiché

3.2 Pláticas con estudiantes de La ENCA:

La carrera de Perito Agrónomo de la Escuela Nacional Central de Agricultura dentro de su pensum de estudios de primer año imparte el curso de piscicultura, es por ello que recurrieron a la Estación para que brindara apoyo en la parte práctica del tema de Producción de alevines reversados de tilapia *Oreochromis, sp.*

Las pláticas fueron impartidas dentro de la Estación Piscícola de Amatitlán en 3 días, debido a que los estudiantes de primer año es un grupo muy numeroso, se organizaron en tres subgrupos. Cada charla tuvo una duración de 3 horas con un horario de 9:30 a 11:00 de la mañana. Durante este tiempo se realizó una breve descripción de la Estación, para luego pasar a dar un recorrido por las instalaciones y a la vez dar una explicación demostrativa de las actividades desarrolladas para la producción de alevines reversados. Cada grupo participó en una actividad diferente como el despacho, cosecha de alevines y movimiento de reproductores (Ver Figura No. 22).



Figura No. 21 Plática ENCA

Los temas que se desarrollaron fueron los siguientes:

- Descripción de La Estación Piscícola de Amatitlán
- Líneas de tilapia que se trabajan en la Estación
- Biología de la tilapia
- Reproducción
- Proceso de reversión sexual
- Alimentación para engorde
- Densidad de siembra
- Manejo de reproductores
- Sexado
- Disco de secchi
- Boletas de registros dentro de una Estación.

A través de la práctica se logró resolver las dudas e inquietudes de los alumnos, además se familiarizaron con actividades rutinarias de campo que conlleva la producción de alevines de tilapia, lo que permitió que fortalecieran y asimilaran de mejor forma la teoría.

3.3 Auxiliaturas en Docencia Universitaria:

En el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, se impartió el curso teórico-práctico “Técnicas de Diagnóstico Presuntivo para Enfermedades del Camarón”, impartido por el Dr. Fernando Jiménez Guzmán, de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. El curso fue dirigido a los estudiantes de tercer año de la carrera de Técnico en Acuicultura del CEMA. La duración del curso fue de una semana con un total de 35 horas acumuladas. La parte teórica se impartió en los primeros tres días, y la práctica en los últimos dos días, realizando selección de organismos posiblemente enfermos, toma de muestras de hemolinfa, branquias, hepatopáncreas, sistema gastrointestinal, músculo y gónadas, tejidos, apéndices y otros órganos, heces fecales, alimentos balanceados.

Se asistió como auxiliar de laboratorio, apoyando a los alumnos en la práctica de las técnicas de toma y fijación de muestras para luego ser observadas en el microscopio y poder determinar la posible presencia de patógenos. Así mismo se colaboró en la preparación de materiales y soluciones utilizada en el laboratorio (Ver anexo No. 3)

Como parte de las actividades del programa de docencia se apoyo la gira de campo de las asignaturas: introducción a la Acuicultura y Biología General, realizadas el mismo día en La Estación Piscícola de Amatlán con los alumnos de primer año del CEMA (Ver Figura No. 23). La actividad fue realizada separando a los estudiantes en tres grupos para trabajar en estaciones; la primera y segunda estación se encargaban de la cosecha y clasificación por de los peces por especies y por talla, en la tercera estación se trabajo la anatomía del pez, así mismo se enseñó como realizar un sexado de peces, siendo la última actividad de la estación el sacrificio (shock térmico) realizándose a través de agua con hielo para bajar el metabolismo de los peces hasta su muerte, al morir los peces se realizaba un pesaje y luego un eviscerado para frenar el proceso de descomposición

Se llevó a cabo una rotación de los grupos a intervalos de una hora, para que todos los grupos participaran en todas las actividades (Ver anexo No. 4).



Figura No. 22 Apoyo a Giras de Campo,
Alumnos del CEMA.

Otra actividad auxiliada dentro de la docencia universitaria fue la visita con los estudiantes de primer año del CEMA, al Centro productor de Alevín de Tilapia (Proyecto Facultad Agronomía USAC, UNIPESCA y Misión Técnica de Taiwán) y a la Granja de Producción Comercial de Camarón Marino – Esteromar- con el objetivo de ampliar el conocimiento de los alumnos sobre sistemas de producción comercial de las especie: Tilapia y Camarón marino, en apoyo al curso de Introducción Acuícola.

El desarrollo de la gira consistió en una exposición por los encargados del área de producción de cada proyecto visitado. En Esteromar se recorrió el área de sistemas intensivos de producción de camarón y en Sabana Grande se visitó el área de engorde y de alevinaje; luego se recorrió el área para observar la infraestructura, términos de manejo y producción.

3.4 Plática educación a niños de la Escuela de Villa Lobos:

La Escuela Oficial Rural Mixta Villa Lobos Norte 549, se encuentra ubicada en el departamento de Guatemala, atiende a niños de nivel primario desde primero hasta sexto grado, impartiendo las asignaturas de matemáticas, idioma español, ciencias naturales, estudios sociales, entre otras

En el área de Ciencias Naturales se encuentra el tema de Medio Ambiente, por lo tanto se apoyo al maestro de sexto primaria Manuel de Jesús Toj, impartiendo una plática sobre los Recursos Naturales y la conservación del Medio Ambiente a veinte niños de sexto primaria.

Para desarrollar la actividad se llevó a los niños a la Estación Piscícola de Amatitlán en donde se impartió una charla motivacional explicando la importancia de cuidar el medio ambiente y los recursos naturales. Luego se realizó un recorrido por la Estación, para mostrarles el uso del agua y la producción de peces. Los temas desarrollados durante la plática fueron: Recursos naturales, uso racional del agua, importancia de la conservación, preservación de los recursos naturales como fuente de alimento, los peces y cultivo de peces.

Durante la plática los niños se mantuvieron atentos y motivados, ya que compartían experiencias e inquietudes sobre el cuidado del medio ambiente, y de la producción de peces. Al finalizar los niños agradecieron la visita y se comprometieron a ser más cuidadosos con el uso del agua en sus hogares.

4. Conclusiones:

- Por medio de prácticas de campo realizadas en la Estación Piscícola de Amatitlán y en otros centros productores se logró que los estudiantes de Técnico en Acuicultura y carreras afines a la producción animal, asimilaran y fortalecieran los conocimientos teóricos transmitidos en las clases, logrando de esta manera que el proceso enseñanza-aprendizaje sea activo.
- A través de charlas motivacionales los niños de La Escuela Oficial Rural Mixta Villa Lobos Norte 549, comprendieron la importancia de utilizar de una forma racional el recurso agua, y la conservación del medio ambiente.
- Se proporcionó a los estudiantes del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- y de la Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA-, que realizaron prácticas en la Estación Piscícola de Amatitlán; herramientas básicas sobre el manejo técnico para la producción de tilapia, tanto en la fase de alevinaje como en la de engorde.

5. Recomendaciones:

- Realizar frecuentemente cursos y prácticas dentro de la Estación Piscícola de Amatitlán, para lograr que los alumnos universitarios, de carreras afines a la Acuicultura, integren los conocimientos teóricos y les permita desarrollarse y crecer como futuros profesionales.
- Integrar dentro del proceso productivo de la Estación Piscícola de Amatitlán a estudiantes del CEMA con el objetivo de crear en ellos criterio técnico a través de la práctica y con el contacto de casos reales.
- Incentivar la utilización de los recursos de la Estación Piscícola de Amatitlán, como apoyo a la formación de futuros profesionales de carreras afines a la Acuicultura.
- Apoyar a las Escuelas rurales en temas relacionados con el Medio Ambiente, a través de charlas, talleres, dinámicas de grupos que los motiven a practicar lo aprendido sobre el tema, para lograr una educación integral.

Evaluación de la Eficiencia Reproductiva de reproductores hembra de tilapia (*Oreochromis*, sp.) a través de Índice de Condición y Aplicación de Complejo Vitamínico en la Estación Piscícola de Amatitlán

VI. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

1. Introducción:

Actualmente, el ritmo de desarrollo de la tilapicultura en Guatemala ha incrementado rápidamente, por lo que se hace necesario contar con centros productores de alevín de tilapia que ofrezcan semilla de alta calidad y con una producción constante para satisfacer la demanda actual y exigencias del mercado.

Es por ello que es indispensable que los Centros productores de alevín de tilapia cuenten con programa de manejo y reacondicionamiento de reproductores con el objetivo de maximización de la productividad de semilla. Algunas estrategias de manejo de reproductores consisten en la rotación, el descanso, el reacondicionamiento y sincronización de los mismos, lo cual hace eficiente el proceso productivo de alevines y minimiza los problemas más comunes como lo son: la baja tasa reproductiva, poblaciones de individuos de tamaño no uniforme y el bajo éxito en la producción de poblaciones monosexo.

La presente investigación consiste en una evaluación y comparación de tres métodos de manejo de hembras de tilapia (*O. niloticus*) utilizando índice de condición, complejo vitamínico y el método tradicional que se aplica en la Estación Piscícola de Amatitlán, con la finalidad de aumentar la tasa de fecundidad promedio de hembras, y obtener un desove más sincrónico que permita lograr poblaciones de alevines uniformes con el fin de optimizar el proceso de reversión sexual. Igualmente, establecer las bases para implementar un protocolo de manejo de reproductores en La Estación Piscícola de Amatitlán, para continuar siendo uno de los principales Centros de Producción de alevín reversado de tilapia en el país.

2. Objetivos:

2.1 Objetivo General

- Evaluar y comparar 3 métodos de manejo de hembras de tilapia, utilizando índice de condición, complejo vitamínico y el método tradicional aplicado en la Estación Piscícola de Amatitlán.

2.2 Objetivos Específicos:

- Aumentar la tasa de fecundidad promedio de hembras reproductoras a través del Índice de Condición y aplicación de complejo vitamínico
- Optimizar el proceso de reversión sexual a través de desove sincrónico y homogéneo de hembras en las unidades de producción de cría.
- Establecer las bases para implementar un protocolo de manejo de reproductores en la estación.

3. Marco Teórico

3.1 Reproducción y alevinaje de tilapia (*O. niloticus*):

3.1.1 Selección de reproductores:

Los reproductores deben tener entre 10 y 20 meses de edad y provenir de lotes seleccionados previamente, que hayan tenido una alimentación baja en grasa para llegar a su edad reproductiva con una buena capacidad abdominal (Hepher, 1985).

Es importante luego de cada ciclo, separar los reproductores y proporcionarles un descanso de 15 días como mínimo, para mantener picos de producción constantes y para realizar tratamientos preventivos con el fin de evitar cualquier tipo de enfermedad (Hepher, 1985).

Un reproductor debe cumplir con las siguientes características:

- Poseer un cuerpo proporcionalmente ancho comparado con su longitud, es decir, que su cabeza quepa más de 1.5 veces al ancho del cuerpo.
- Tener cabeza pequeña y redonda.
- Poseer buena conformación corporal (buen filete, cabeza pequeña, pedúnculo caudal corto, etc.).
- Libre de malformaciones.
- Ser cabezas de lote y estar sexualmente maduro.
- Poseer buena coloración y en el caso de la tilapia roja estar libre de manchas.

3.1.2 Manejo de reproductores:

El objetivo final del manejo de reproductores es la maximización de la productividad de semilla. Los sistemas tradicionales de producción de semilla de tilapia presentan problemas de productividad que están asociados con particularidades reproductivas de la tilapia, como su temprana madurez, su alta frecuencia de desove, su baja fecundidad y su elevada dedicación a los cuidados parentales. La investigación realizada en los últimos 10 años ha demostrado que muchos de esos problemas productivos pueden resolverse mediante un adecuado manejo de los reproductores. Los estudios han mostrado que los reproductores más jóvenes (1-2 años) y la razón hembras:machos de 2:1 o 3:1 son más productivas que los reproductores más viejos y razones más elevadas, respectivamente. Está se ha puesto de manifiesto a pesar de que la nutrición juega un importante papel en el rendimiento de los reproductores de tilapia.

También se han estudiado otras estrategias de manejo de reproductores como la rotación, el descanso y reacondicionamiento de los mismos y se ha demostrado que son efectivas en la mejora de la productividad de semilla de tilapia.

Para maximizar la productividad de semilla en sistemas productivos de acuicultura se necesita un apropiado manejo de los reproductores. La producción de semilla de tilapia es relativamente sencilla. Todas las especies de tilapia maduran tempranamente y se reproducen durante todo el año bajo condiciones ambientales adecuadas. Realizan puestas de huevos relativamente numerosas y muestran un alto nivel de cuidados parentales que aseguran una alta supervivencia de las larvas.

A pesar de todos estos aspectos positivos, los gestores de *hatcheries* de tilapia a menudo se encuentran con problemas de productividad. De forma muy interesante, algunos de los puntos clave referidos al reto que supone

mantener una operación de reproducción de tilapias productivas son causados por las aparentemente características positivas de la tilapia como el cuidado parental.

3.1.3 Siembra de reproductores:

Para obtener una buena producción de larvas se recomienda emplear una proporción de 1.5 a 2 machos por cada 3 hembras, sin exceder 1 Kg de biomasa por metro cuadrado, debido a que se disminuye la postura.

Es necesario tener un plantel de reproductores de reemplazo para ponerlos a producir mientras los otros se encuentran en período de descanso. Alcanza más de 200-300 alevines efectivos por hembra/ciclo es difícil y requiere un manejo muy selectivo (Hepher, 1985).

3.1.4 Descanso y reacondicionamiento de reproductores

A pesar de que se sabe que las tilapias se reproducen cuando tienen un año si las condiciones ambientales son las adecuadas, se produce una notable caída de la productividad después de 3-4 meses de puesta continua (Suresh, 2000).

En esta etapa, se recomienda que los machos y las hembras sean retirados de los sistemas de reproducción y se mantengan en estanques de forma separada durante un periodo de reacondicionamiento. Esta práctica no sólo mejora la productividad de semilla, sino que también sincroniza la puesta incluso cuando se practica el destete. Investigaciones indican que se podría lograr una importante mejora en la productividad de semilla dejando a los animales desovar y reproducirse durante 5-10 días y reacondicionándolos durante los siguientes 5-10 días. También demuestran que la sincronización de la puesta, aumenta considerablemente después de este tipo de manejo.

3.1.5 Tamaño / edad de los reproductores

Las hembras de tilapia mayores producen más huevos por puesta que las pequeñas. Sin embargo, las pequeñas producen más huevos por unidad de peso vivo.

Los estanques de reproducción poblados con tilapias pequeñas (peso medio de las hembras de 207 gr) producían más larvas que los estanques poblados con tilapias grandes (peso medio de las hembras de 262 gr). Ambos tamaños derivaban del mismo grupo de edad, de forma que estos efectos no estaban relacionados con la edad; investigaciones demuestran que los reproductores de un año de edad son significativamente más productivos que los de 2 años. Las tilapias más viejas mantienen más huevos y larvas en sus bocas de forma que la frecuencia de puesta es inferior. Estos hallazgos coinciden con los encontrados en numerosos estudios previos y sugieren que las tilapias de un año son las más adecuadas como reproductores (Hulata, 1997).

Es importante que los centros de producción de alevines, utilicen la edad, no el tamaño, como criterio de selección de reproductores. Si se utiliza el tamaño como criterio, es probable que se seleccionen inadvertidamente individuos de crecimiento lento como reproductores y eventualmente induzcan una reducción de crecimiento en la población resultante de la semilla obtenida.

3.1.6 Nutrición y alimentación de reproductores

La investigación y la experiencia práctica indican que los alimentos de engorde que contienen 28-32% de proteína bruta pueden ser los apropiados para las necesidades nutricionales de los reproductores. Se ha determinado que niveles de proteína elevados (> 40%) no otorgan ninguna ventaja específica en términos de crecimiento de los reproductores, y disminuyen la frecuencia de puesta. Alimentar las tilapias con niveles de proteína de 32 y 40% hacen que crezcan y maduren más rápidamente que los alimentados con niveles de proteína bruta de 10, 17 y 25%. Se ha establecido que la alimentación de reproductores de tilapia con niveles del 10% de proteína bruta prolonga el intervalo entre puestas y reduce el número de huevos por puesta. Los reproductores alimentados con un 35% de proteína reacondicionan sus ovarios más rápidamente que aquellos que han sido alimentados con piensos de 10 y 20% de proteína mientras que un concentrado compuesto del 28% de proteína usando harina de pescado y de soja era más efectivo que los piensos que contenían harina de pescado o harina de soja exclusivamente. Se considera que los aceites vegetales son mejores que el aceite de hígado de bacalao para los piensos de reproductores. Entre los aceites vegetales, se ha encontrado que el aceite de soja proporciona la mayor frecuencia de puesta y mayor número de larvas por puesta.

En sistemas de cultivo tales como los tanques interiores y los *raceways* (estanques longitudinales), en los que no se producen alimentos naturales como las algas, es importante que el pienso esté equilibrado en términos de composición de aminoácidos y que contenga cantidades adecuadas de vitaminas y minerales. Es recomendable utilizar piensos con un 30-40% de proteína en estos sistemas. Estudios informan sobre el uso satisfactorio de piensos con el 30-32% de proteína en sistemas de recirculación de aguas salinas. Un pienso del 28% de proteína puede ser efectivo para

reproductores criados en sistemas de aguas claras, sin embargo cuando estos piensos son utilizados en sistemas que contienen alimentos naturales, son incluso más efectivos.

Se recomienda alimentar los reproductores de tilapia con el 2-3% de su peso vivo/día (PV/d) dividido en tres tomas iguales a lo largo del día; ya que se ha observado que la ingesta de pienso se reduce aproximadamente al 1.5% PV/d cuando se produce el desove sincronizado. Esto se atribuye a la reducción de la ingesta por parte de las madres que están incubando (Suresh, 2000).

3.1.7 Recolección de semilla:

Una vez eclosionado los huevos, la hembra mantiene las larvas en la boca, hasta que terminan de absorber el saco vitelino.

Se debe recolectar los lotes máximo cada 5 días para entrar en la fase de reversión. Un número mayor de días implica problemas con la eficiencia de la hormona en el proceso de reversión y pérdida de alevines en los estanques de reproducción por efectos de canibalismo. La recolección de la semilla debe realizarse en la mañana, antes de alimentar, con sistema de redes muy finas; para evitar el maltrato de los alevines y su mortandad.

Luego de la pesca se debe realizar una selección a través de un tamiz de 8 – 10 mm. Los animales que no logren atravesarlo, se descartan y los que pasen entran al proceso de reversión (Hepher, 1985).

3.2 Reversión Sexual:

En la administración de andrógenos juntos con el alimentos, es posible obtener un 100% de alevines machos. Para que se lleve a cabo exitosamente hay que tomar en cuenta ciertos factores importantes como que el tratamiento debe de iniciar antes que el tejido gonadal de las hembra genéticas jóvenes se haya diferenciado en ovarios, debe iniciarse inmediatamente después de la cosecha en los estanque de reproductores, el ciclo de tratamiento tiene una duración de 25 a 30 días y la longitud de los alevines no debe ser mayor de 14mm (Iturbide, 1996).

Una población monosexo es desarrollada mediante la reversión sexual, utilizando hormonas, las cuales interfieren con el mecanismo de determinación natural del sexo, afectando por lo menos a la mitad de la población. Los andrógenos sintéticos más utilizados son la 1-dehidrotestosterona (DHT), la 17-etinilttestosterona (ET), y la alfa metilttestosterona (MT), son diluidas usualmente en etanol. Las hormonas se diluyen en etanol en el alimento dejándolo secar a unos 60 a 80°C durante una hora para su posterior aplicación (Iturbide, 1996).

Cuando las larvas de tilapia están recién nacidas, ellas aún no han desarrollado sus gónadas, por lo que si en esta fase de desarrollo las larvas se alimentan con una ración que contenga un esteroide, en este caso la testosterona, la hormona induce al cerebro de pez que ordene que se desarrollen gónadas masculinas, así un pez que genéticamente iba a ser hembra, bajo efecto del esteroide, se desarrolla macho. Con este método se elimina la hembra y se aumenta la producción viable que se utiliza en la etapa de engorde.

Este método de producir machos de tilapia es efectivo, económico e inocuo porque las larvas comen alimento con hormona únicamente los primeros 30 días de vida, después no se les vuelve a dar hormona.

Lo que se persigue es convertir las hembras en machos y esto se logra antes que las larvas alcancen 18mm. De longitud, este tamaño lo consiguen el primer mes de vida. No tiene caso alimentar larvas de mayor tamaño con hormona porque su efecto es nulo, el pez ya se desarrolló hembra.

3.3 Reproducción de la tilapia

Todas las especies de tilapia son conocidas por su madurez temprana. Las especies de tilapia más comunes, *Oreochromis niloticus*, alcanzan su madurez sexual entre los 30-40 gr. En condiciones ambientales favorables las tilapias pueden crecer 30-40 gr en un intervalo de 2-4 meses. Una vez que han madurado, las tilapias pueden realizar la puesta todo el año mientras la temperatura del agua sea superior a los 24°C. Las tilapias hembras desovan en múltiples ocasiones. Normalmente, una hembra realiza 8-12 puestas en un año en condiciones favorables de temperatura. Cada puesta puede contener entre 200 y 2000 huevos. Después de la fertilización, uno o ambos padres vigilan cuidadosamente los embriones en desarrollo hasta que eclosionan y las larvas alcanzan el estadio de natación libre. Las tilapias se dividen en tres géneros principales dependiendo de su comportamiento referido al cuidado parental.

El comportamiento reproductor de las especies de *Oreochromis* se describe a continuación:

Cuando una hembra *Oreochromis* está lista para desovar, visita la zona de reproducción o *lek*. Esta zona consiste en una parte del fondo en la que varios machos han establecido nidos individuales bien defendidos. Después de un breve cortejo, la hembra deposita los huevos mientras que simultáneamente el macho los fertiliza. Entonces la hembra recoge los huevos fertilizados en su boca para *incubarlos* y abandona la zona de apareamiento. Después de un periodo de incubación de 10-15 días, los alevines eclosionados son liberados en aguas poco profundas. Luego la

hembra reanuda su actividad alimenticia y reacondiciona sus ovarios durante 2-4 semanas y de nuevo está lista para una nueva puesta.

3.4 Sistemas tradicionales de producción de semilla de tilapia

Los sistemas para producir existencias de semilla para el cultivo de tilapia varían de un lugar a otro según la demanda local de semilla, las condiciones geográficas y ambientales y los factores económicos. La forma más simple es utilizar los alevines resultantes de la reproducción de tilapias de engorde mantenidas en estanques o en tanques. Cualquier sistema que utilice ambos sexos de una especie de tilapia en engorde producirá semilla de tilapia como resultado del proceso reproductivo natural. Esta reproducción es indeseable ya que conlleva una sobrepoblación, y por tanto impiden el crecimiento de las tilapias adultas.

A pesar de que en la actualidad se dispone de tecnologías adecuadas y fiables para controlar esta reproducción mediante la producción de semillas exclusivamente de machos, muchos pequeños productores todavía utilizan semillas de ambos sexos para la repoblación. Para estos, los alevines producidos en sus estanques son el material de repoblación para posteriores engordes. Una forma más intensiva de producción de semilla que es la más ampliamente practicada es el uso de estanques de reproducción. En este sistema, se destinan estanques específicamente para la producción de larvas y alevines. Los estanques suelen ser pequeños (0,01-0,1 Ha) y son bien gestionados por medio de fertilización, control de agua, etc. Los reproductores son mantenidos en los estanques y alimentados. Las larvas y alevines son pescados con redes periódicamente (diariamente, semanalmente o quincenalmente).

3.4.1 Problemas de productividad en los sistemas tradicionales de semilla de tilapia:

Las características aparentemente positivas de las tilapias como la maduración precoz, la facilidad de reproducción, la realización de puestas frecuentes y múltiples y el elevado nivel de cuidados parentales pueden formar también parte de la base de muchos desafíos que se presentan en los sistemas tradicionales de producción de semilla de tilapia. El primero de todos, la reproducción incontrolada que conduce a sobrepoblación, que frena el crecimiento en los tanques de engorde y la reproducción en los estanques de reproducción. En los sistemas de estanques de reproducción, la cantidad producida de larvas normalmente aumenta rápidamente después de que los reproductores son introducidos y luego disminuye gradualmente.

Este fenómeno se atribuye a dos razones principales. Uno, es imposible recolectar todas las larvas liberadas, de forma que el estanque pronto está superpoblado con los animales resultantes de las puestas precoces. Esto conlleva un aumento en la competencia por el alimento y el espacio que redundan en una disminución de la producción de semilla. También, se produce un considerable número de casos de canibalismos de larvas jóvenes por parte de larvas mayores que producen un descenso en la producción de semilla.

La segunda razón es que la puesta de las hembras no ocurre de forma sincronizada justo después de que los nuevos reproductores introducidos completen su primera puesta. Como resultado, la producción de larvas se produce de forma continua, pero a un ritmo bajo. Debido a este comportamiento de puesta asíncrona también aumentan las probabilidades de que se produzca canibalismos entre las larvas.

La inversión de tiempo y energías por parte de las tilapias en practicar los cuidados parentales también es causa de una inferior productividad en los sistemas de producción de tilapia. Las hembras de *Oreochromis*

normalmente incuban las larvas en su boca unos 10 días. Durante este periodo, están privadas de la mayoría de los alimentos. Como resultado, necesitan de un periodo de aproximadamente dos semanas para reacondicionarse antes de volver a desovar. Por tanto es necesario cualquier reducción en el periodo de incubación bucal o de reacondicionamiento para aumentar la productividad de los reproductores.

Conforme se intensifican los sistemas de engorde de tilapia, hay una creciente demanda de producción de larvas y alevines machos. Este método ampliamente practicado de producir sólo tilapias machos es mediante la reversión sexual por hormonas. Este método tiene la ventaja del hecho de que el sexo de la tilapia se determina en las primeras semanas después de la eclosión y puede ser influido por la administración de andrógenos (para producir lotes exclusivamente de machos) o estrógenos (para producir lotes exclusivamente de hembras) durante esas primeras semanas. La forma preferida de administración es a través del pienso. Para que sean efectivas, las hormonas deben administrarse tan pronto como sea posible después de la eclosión. También es importante que los piensos tratados con hormonas sea la principal fuente de alimento de las larvas. Estas condiciones exigen que las larvas sean separadas de sus madres tan pronto como sea posible, lo que supone un considerable desafío en los sistemas tradicionales de producción de larvas de tilapia.

En resumen, los retos claves en los sistemas tradicionales de producción de tilapia incluyen:

- control sobre la selección y recolección
- desove sincrónico de las hembras
- disminución en el gasto de tiempo y energía en cuidados parentales
- Reducción del canibalismo entre larvas.

Los problemas resultantes para el operario de un *hatchery* de tilapia son la baja productividad de semilla, las poblaciones de individuos de tamaño no uniforme y el bajo éxito en la producción de poblaciones de un solo sexo.

3.5 Índices relacionados con la madurez gonádica:

La evaluación gonádica se pueda dar en varios niveles, dependiendo de la información que se desee obtener, del equipo con que se cuente y de la posibilidad de sacrificar o no al pez.

Dentro de ellos está el manejo de índices que no son definitivos pero sí específicos y pueden ser usados como indicadores del estado fisiológico, de las características monotípicas y/o caracterizar la fase reproductiva, que al igual que en cualquier otro organismo, están influenciados por el medio ambiente, la calidad y disponibilidad del alimento, etcétera, parámetros que deben ser considerados para establecer los índices representativos por especie, y/o sexo, edad, etc. Cada uno de ellos se establece con parámetros distintos que dan diferentes ventajas y por lo tanto aplicaciones.

3.5.1 Factor de Condición Simple o Índice Ponderal:

Este índice esta basado en la relación que guarda la longitud total o patrón del pez, con su peso, y explica fundamentalmente el grado de bienestar que guarda relación con el cambio en la corpulencia durante su vida. Esta puede ser grande o pequeña, progresiva o cíclica relacionada directamente con su crecimiento y/o madurez sexual.

El valor de este índice no indica que tan grande, largo y robusto es el pez, ya que tienden a cambiar sus características fenotípicas, lo que trae como consecuencia diferentes combinaciones como: peces largos-gordos, cortos-gordos, flacos-largos, etcétera; sino determina un estado fisiológico.

3.6 Complejo vitamínico B:

El complejo es realmente una combinación de ocho diferentes vitaminas. Cada una de ellas puede considerarse en forma separada de las demás ya que químicamente no guarda relación entre sí. Sin embargo, por lo general las distintas vitaminas del Complejo B coexisten en los mismos alimentos, muchas veces trabajan unidas para incrementar el metabolismo, mejorar el funcionamiento del sistema inmunológico del sistema nervioso, promover el crecimiento y la división celular incluyendo la de las células rojas de la sangre (Steffuns, 1987)

3.6.1 Vitamina B1:

Regula el metabolismo de carbohidratos, es importante para el funcionamiento normal del tejido nervioso y del miocardio; tiene un efecto protector sobre el tracto gastrointestinal, mantiene las condiciones normales para la absorción de grasas y la actividad enzimática.

3.6.2 Vitamina B2:

Es un sustituyente de las enzimas amarillas y es importante para la transferencia de átomos de hidrógeno. Al igual que muchas otras vitaminas del Complejo B, actúa como coenzima, e interviene en el metabolismo de proteínas, grasas y ácidos nucleicos.

3.6.3 Vitamina B6:

Juega un papel central en el metabolismo de las proteínas, en forma de piridoxal-5-fosfato (coenzima). Además es importante en el metabolismo de grasas y carbohidratos.

3.6.4 Vitamina B12:

Es necesaria para el crecimiento así como diversos procesos metabólicos. Es indispensable para el metabolismo proteico y para la formación de aminoácidos individuales.

3.6.5 Ácido Fólico:

Desarrolla su acción como factor citrovorum (forma activa de ácido fólico) en una cantidad de reacciones importantes, particularmente en el metabolismo de proteínas y ácidos nucleicos, estimula la formación de anticuerpos.

4. Marco Metodológico:

4.1 Descripción del Área:

La Estación Piscícola se encuentra localizada en el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala, a una altura de 1,118 msnm. La temperatura promedio oscila entre 20-23°C.

La Estación, cuenta con un total de 6,550 metros cuadrados de espejo de agua, conformado por 22 estanques revestidos de cemento, de los cuales 21 son utilizados para las fases de apareamiento, precría y descanso de los organismos.

El abastecimiento de agua de la Estación se realiza por medio de una bomba de 20 Hp, la cual extrae el agua desde el Lago de Amatitlán hacia los estanques, siendo distribuida a través de canales.

4.2 Metodología de Apareamientos:

Para realizar los apareamientos que fueron sometidos a la evaluación se utilizó un lote de hembras y de machos de la misma genética; con una edad de 3 años y un peso promedio de 3.3 Lb. Las hembras contaron con un mismo tiempo de descanso, para evitar diferencias significativas en la tasa de fecundidad. La relación de machos y hembras utilizada en los apareamientos fue la misma 35 hembras por 15 machos (2.33:1). El método de cosecha de reproductores se hizo por medio de hapas instaladas en estanques de cemento con un área de 144 m² cada uno. El agua que abasteció los estanques proviene de la misma fuente (Lago de Amatitlan).

El tiempo de apareamiento tuvo una duración de 28 días, período que al ser cumplido se extrajeron los reproductores, y se inició el tratamiento de reversión sexual. Al terminar el proceso se realizó un conteo de alevines y un

muestreo de crecimiento para determinar el peso de venta y la homogeneidad en talla de alevines.

4.3 Variables a evaluar:

4.3.1 Índice de Condición:

El índice de condición poblacional se determinó por medio de una muestra al azar a la cual se le aplicó la fórmula $10^5 \text{gr/long } 10^3 \text{mm}$, obteniendo de esta manera la media poblacional. (Lagler 1956)

Para establecer el índice de condición experimental se realizó una desviación estándar con los datos de la muestra obtenida al azar, para determinar el grado de dispersión de los datos y establecer un rango para la evaluación del índice de condición.

4.3.2 Uniformidad de Talla:

Para determinar la uniformidad de talla de cada método, se obtuvo una muestra significativa totalmente al azar, con el fin de obtener un peso promedio de la población de alevines de cada tratamiento.

4.3.3 Eficiencia Reproductiva:

Para determinar la eficiencia reproductiva promedio se realizó un conteo manual de los alevines, con el fin de determinar número de alevines promedio producidos por hembra; en cada unidad experimental.

4.4 Manejo de Reproductores:

4.4.1 Método de Apareamiento tradicional utilizado en La Estación:

Se procedió a bajar el nivel del estanque para capturar a los organismos que habían completado la fase de descanso, tomándose en cuenta que en cada ciclo reproductivo se deja descansar 2 meses el lote de reproductores

(hembras) que se ha utilizado, esto con la finalidad de dejarlas recuperarse para la siguiente fase de apareamiento y reproducción. Así mismo debido a la limitación de infraestructura de la Estación que no permite una mayor rotación de los mismos.

Se inició con el traslado de los reproductores al estanque destinado, en el cual se encontraba instaladas hapas, para los apareamientos, y se procedió a sembrarlos, la relación que se maneja en la estación es de 2:1, es decir 2 hembras por cada macho. El sistema consistió en dejar un periodo de 20-28 días de apareamiento, después de transcurrido ese tiempo se extrajeron todos los reproductores por medio de la hapa; las hembras pasaron a un estanque de descanso y los machos regresaron nuevamente al lote original de reproductores, para ser utilizados en posteriores apareamientos, dejando únicamente los alevines los cuales iniciaron el tratamiento de reversión sexual; al finalizar dicho tratamiento, se realizó un conteo y determinación del peso promedio para establecer la homogeneidad del lote.

4.4.2 Índice de Condición:

Se seleccionó un lote de 60 hembras, las cuales fueron pesadas y medidas con el objeto de determinar su maduración gonadal, el cual se obtuvo a través de la fórmula $10^5 \text{gr}/\text{long } 10^3 \text{mm}$, que relaciona el peso y la talla con la maduración gonadal, Se utilizaron 15 machos de la misma genética.

Al cumplirse los 28 días de apareamiento los reproductores fueron extraídos totalmente a través de la hapa y se inicio el tratamiento de reversión sexual, el cual presentó una duración de 30 días. Al finalizar el tratamiento se realizó un conteo y determinación del peso promedio para establecer la homogeneidad de talla en alevines reversados de tilapia.

4.4.3 Aplicación de Complejo Vitamínico B12:

Se inyectaron las 35 hembras el día que entraron en la fase de descanso luego de un ciclo reproductivo, con complejo vitamínico B12 con una dosis de 0.5 ml. Al terminar su descanso con una duración de 20 días, se procedió a realizar el apareamiento con 15 machos, los cuales fueron sembrados en un estanque de apareamiento, permaneciendo 28 días para completar el ciclo reproductivo, al finalizar el periodo se extrajeron completamente todos los reproductores, y se dejaron únicamente los alevines para iniciar el tratamiento de reversión sexual con una duración de 30 días, luego de finalizado este proceso, se realizó un conteo de alevines, así como un muestreo de crecimiento para determinar el peso promedio y la homogeneidad de tallas.

5. Resultados y Discusión:

Es importante mencionar que durante los meses de julio y agosto, la producción mensual de alevines reversados resulto afectada por la mala calidad de la fuente de agua principal (Lago de Amatitlán). Reportes de La Autoridad del Lago de Amatitlán –AMSA- indican que durante este período incrementó el nivel de contaminación, (Ver anexo No. 5), lo que se tradujo en condiciones de estrés para los reproductores de tilapia de la Estación Piscícola de Amatitlán, afectando directamente la tasa de fecundidad, ya que la energía fue utilizada en mantener el equilibrio con el ambiente, y no para la maduración gonadal y producción de huevos.

La evaluación fue desarrollada durante el mismo período, en los meses de julio y agosto del año en curso, en las instalaciones de la Estación Piscícola de Amatitlán. Se evaluaron tres tratamientos: (a) Índice de Condición, (b) inyección intramuscular de complejo vitamínico B12 y (c) método tradicional utilizado en la Estación, para determinar la eficiencia reproductiva promedio de un lote de reproductores hembra de tilapia (*O. niloticus*), y establecer el efecto en la tasa de fecundidad con cada una de las estrategias de manejo de reproductores mencionadas y con la finalidad de realizar una comparación que permita identificar la estrategia más eficiente y adecuada para el centro productor en mención.

Para aplicar el tratamiento del Índice de Condición, se realizó un muestreo de 10 hembras reproductoras de tilapia gris con un peso promedio de 3.3 Lbs. y se estableció a través del índice de condición poblacional, el estado de maduración gonadal promedio equivalente a 4, por medio de la desviación estándar (Ver anexo No. 6) se estableció que no existe una dispersión de los datos por lo cual el rango permitido de maduración gonadal para la investigación fue de 3.8-4.1. Al finalizar el ciclo reproductivo, se determinó mayor eficiencia reproductiva promedio en comparación con el lote de

hembras inyectado con vitaminas (b) y el método tradicional utilizado en la Estación de Amatitlán. (c) (Ver anexo No. 7)

El método de inyección intramuscular de complejo vitamínico B12 (b) al igual que el tratamiento anterior (a), fue aplicado a un grupo de 35 hembras las cuales fueron inyectadas con 0.5 cc de vitamina B12 cada una , treinta días antes de la reproducción, habiendo obtenido un resultado aparente más favorable que el método utilizado actualmente en la Estación Piscícola de Amatitlán. Esto no es indicador de un mal manejo sino es la comprobación de que al aplicar una estrategia de manejo a los reproductores, como es la alimentación adecuada, la densidad apropiada el índice de condición y la aplicación de reconstituyentes post-desove se logra mejorar la tasa de fecundidad promedio por hembra.



Figura No. 23 Producción de alevines por hembra.

Como se observa en la Figura No. 24, con el tratamiento (a) utilizando Índice de Condición se obtuvo una tasa de fecundidad promedio de 591.4 alevines/hembra, lo cual representa 20,700 alevines viables al finalizar el tratamiento de reversión sexual, mientras que con el complejo vitamínico se alcanzó una tasa de fecundidad de 286 alevines/hebra, lográndose un total de 10,635 alevines y el tratamiento control sin ningún tratamiento presentó

una tasa de 123 alevines/hembra, con una población de 4,300 alevines al finalizar el proceso de reversión sexual.

A pesar de la variable no controlable ajena a la experimentación como fue la mala calidad de agua; se logró mejorar el número de huevos por gramo de peso de hembra a través del índice de condición, lográndose obtener un promedio de 0.4 alevines/ gr de peso de hembra. en comparación con el grupo control y el de aplicación de inyección que obtuvo un total de 0.1 y 0.2 alevines/gr. de peso de hembra respectivamente.

Cuadro No. 16 Tasa de fecundidad promedio.

Índice de condición				Inyección				Control			
Ltp (cm)	Wp (Gr)	Tfp	Alv./Gr	Ltp (cm)	Wp (Gr)	Tfp	Alv./Gr	Ltp (cm)	Wp (Gr)	Tfp	Alv./Gr
44,7	3,3	739,2	0,4	42,2	3,1	379,8	0,2	41,76	3,2	142,8	0,1

Ltp = Longitud total promedio.

Wp = Peso promedio.

Tfp = Tasa de fecundidad promedio.

Alv/Gr. = Alevines por gramo de peso de hembra.

El objetivo final del manejo de reproductores es la maximización de la productividad de semilla. Los sistemas tradicionales de producción de semilla de tilapia presentan problemas de productividad que están asociados con particularidades reproductivas de la tilapia, como su temprana madurez, su alta frecuencia de desove, su baja fecundidad y su elevada dedicación a los cuidados parentales. Estos problemas productivos pueden resolverse mediante un adecuado manejo de los reproductores, como son la utilización de reproductores más jóvenes (1-2 años) y la relación de hembras:machos de 2:1 o 3:1 ya que son más productivas que los reproductores mas viejos y relaciones más elevadas, respectivamente; así mismo manejar una nutrición adecuada utilizando porcentajes más elevados de proteína, ya que ésta

juega un importante papel en el rendimiento de los reproductores de tilapia, y en mejorar la tasa de fecundidad con otras estrategias de manejo de reproductores como la rotación, el descanso y reacondicionamiento de los mismos. Sin embargo, dicho manejo puede aplicarse en los Centros de producción de alevines de tilapia, dependiendo de la viabilidad económica derivada de las distintas estrategias de manejo.

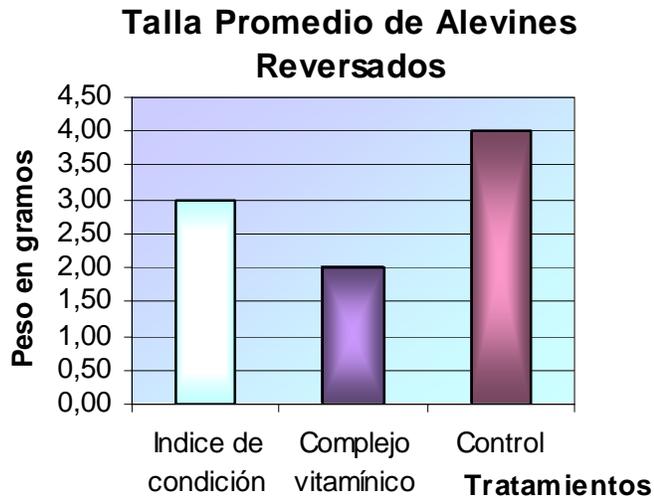


Figura No. 24 Talla Promedio de Alevines por Tratamiento.

Un desove sincrónico en el lote de hembras reproductoras garantiza uniformidad de talla en los alevines, evitando o reduciendo el porcentaje de talla inferior a los 0.5 gr. al finalizar la reversión sexual.

A través del manejo de reproductores se mejoró la talla de los alevines al finalizar el tratamiento de reversión sexual, la figura 25 muestra los pesos promedios de los distintos tratamiento: 3.3 gr. con índice de condición, 2.3 gr. con complejo vitamínico y 3.9 gr. en el grupo control.

El mayor peso alcanzado de 3.9 gr. se logró en el grupo control, debido principalmente al espacio disponible para el desarrollo de los alevines, ya que el estanque presentó una densidad de 27 alevines/m² a diferencia del

índice de condición y complejo vitamínico con una densidad de 143.7 alevines/m² y 73.8 alevines/m² respectivamente (Ver anexo No. 8).

Como se describió anteriormente las tallas obtenidas en los 3 tratamientos son superiores a la de venta que manejan los diferentes Centros Productores de semilla, ya que ofrecen un alevín de 0.5 – 1.5 gr.; lo cual pone en ventaja a La Estación, beneficiando con el peso, al reducir el tiempo de cosecha en los estanques de engorde. Sin embargo no siendo económicamente rentable, ya que se mejora la talla pero se reduce el número de alevines por gramo de hembra. Por lo que es necesario realizar más estudios sobre el efecto combinado de Índice de Condición y complejo vitamínico para mejorar tanto la tasa de fecundidad promedio como la talla de alevines viables al finalizar el proceso de reversión sexual.

6. Conclusiones:

- La tasa de fecundidad promedio de las hembras reproductoras de tilapia (*O. niloticus*) aumentó en un 40% con el Índice de Condición de 0.1 alevines/gramo de hembra (grupo testigo) a 0.4 alevines/gramos de peso de hembra.
- La utilización de índice de condición y la aplicación de reconstituyentes post desove, mejora el desove sincrónico de las hembras, uniformizando la talla de los alevines, e incrementando la eficiencia de reversión sexual.
- La maximización de la productividad de semilla en sistemas productivos de acuicultura se logra a través de un apropiado manejo de los reproductores como son: alimento de alta calidad, reconstituyentes post-desove, índice de condición, rotación y reacondicionamiento de los mismos.
- La mala calidad de agua fue una variable ajena al experimento, que afectó directamente y de forma negativa la tasa de fecundidad promedio, provocando un déficit sobre la producción estimada de alevines de tilapia.

7. Recomendaciones:

- La aplicación del Índice de Condición es la variable mas adecuada para maximizar la producción de semilla en La Estación Piscícola de Amatitlán; ya que establece el estado de maduración gonadal adecuado para una mayor producción de alevines/hembra.
- Implementar un protocolo de manejo de reproductores dentro de La Estación Piscícola de Amatitlán tomando como base los resultados de la presente investigación; para obtener un mayor rendimiento de la tasa de fecundidad por hembra y maximizar la producción de alevines.
- Realizar estudios experimentales para evaluar el efecto combinado del índice de condición y la aplicación de complejo vitamínico para aumentar la tasa de fecundidad promedio y uniformizar la talla de los alevines al finalizar el tratamiento de reversión sexual.
- Implementar un sistema de filtros en la entrada de agua, para mejorar la calidad de ésta dentro de la Estación y minimizar el estrés causado por contaminantes y bajas de oxígeno derivadas de dicha condición que afectan directamente la producción de alevines y el proceso de reversión sexual.

VII. CONCLUSIONES GENERALES

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO –EPS-

- Por medio del Programa de Docencia se logró involucrar a los niños de La Escuela Oficial Rural Mixta Villa Lobos Norte 549 dentro de la realidad medio ambiental del país, mejorando el uso de los recursos naturales.
- A través del programa de docencia, se integró a los estudiantes del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, en los procesos productivos de la Estación Piscícola de Amatitlán, creando en ellos criterio técnico a través de la práctica.
- Se cubrió las capacitaciones y asesorías técnicas de aproximadamente 200 usuarios de la Estación Piscícola de Amatitlán que iniciaban su cultivo, así como a productores ya establecidos, según lo planteado en el Programa de Extensión.
- En el área de investigación se logró cimentar las bases para la elaboración e implementación de un protocolo de manejo de reproductores en base a la aplicación de Índice de Condición y aplicación de complejo vitamínico.

VIII. RECOMENDACIONES GENERALES

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO –EPS–

- Crear conciencia a los niños sobre el uso sostenible de los recursos naturales a través de programas educativos que involucren el cuidado del medio ambiente en las asignaturas propias de cada grado.

- Es de suma importancia que los alumnos de la carrera de Técnico y Licenciado en Acuicultura desarrollen con mayor frecuencia actividades prácticas dentro de La Estación Piscícola de Amatitlán, para la formación del criterio técnico.

- Ampliar la cobertura del programa de Seguridad Alimentaria, a través del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS–, para promover la acuicultura como una alternativa de desarrollo.

- Implementar un protocolo de manejo de reproductores dentro de La Estación Piscícola de Amatitlán, para mejorar la producción de alevines de tilapia.

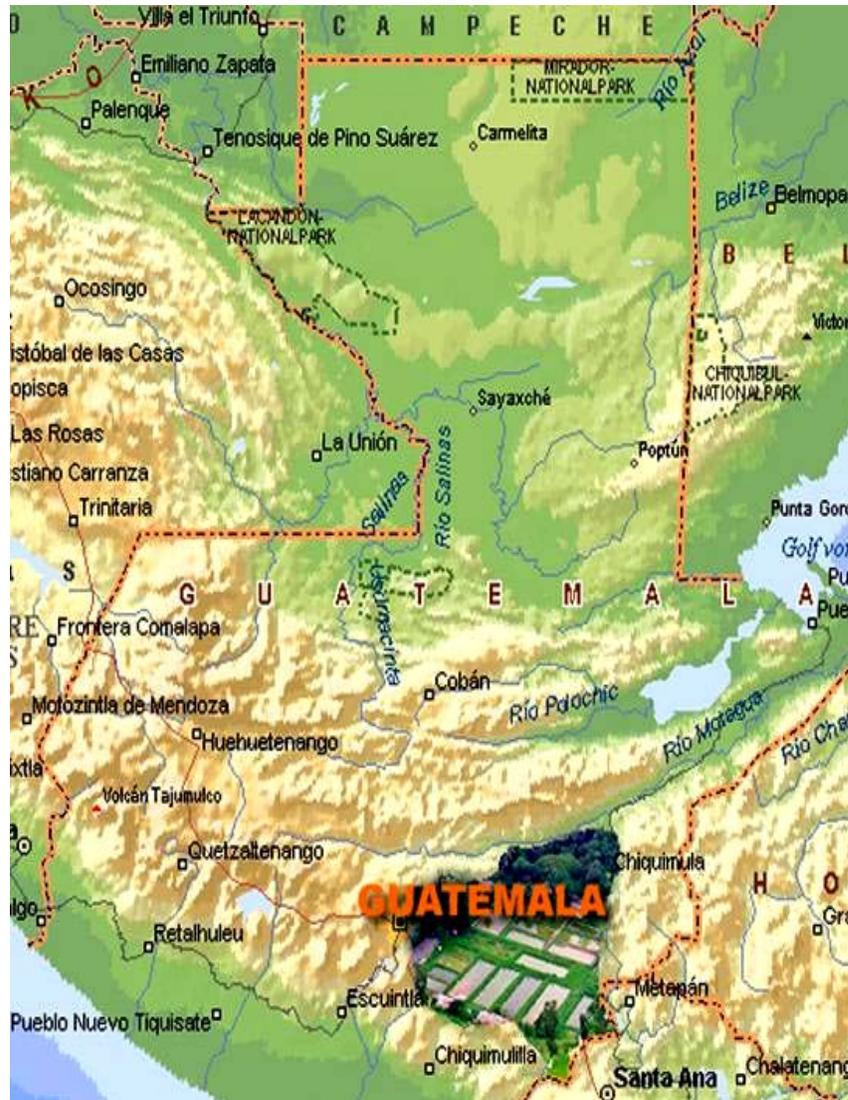
IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Gunasekara, RM; Shim, KF; Lam, TJ. 1995. Effect of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia *Oreochromis niloticus*. Israel, The Israelí Journal of Aquaculture. P. 169-183.
2. Hephher, B. 1985. Cultivo de peces comerciales. México, LIMUSA. 170p.
3. Hulata, G. 1997. Large-scale tilapia Alevines production in Israel. Israel, The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh. P. 170-179.
4. Iturbide, K. 2004. Impacto de la Estación Acuícola de Amatitlán en el desarrollo de la tilapicultura en Guatemala. Tesis Lic. Acuicultura. Guatemala, USAC. 40 p.
5. Lagler, K. 1956. Freshwater fisheries biology. 2a Edn. Iowa, Wm. C. Brown Co. 403 p.
6. Little, DC. 1989. An evaluation of estrategias for production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Alevines suitable for hormonal treatment. Ph.D. thesis. Estados Unidos, University of Stirling, Scotland.155p.
7. Muñoz, E. 2003. Informe final de EPS, Escuela de Agricultura de Nororiente, Zacapa. Guatemala, USAC. 65 p.

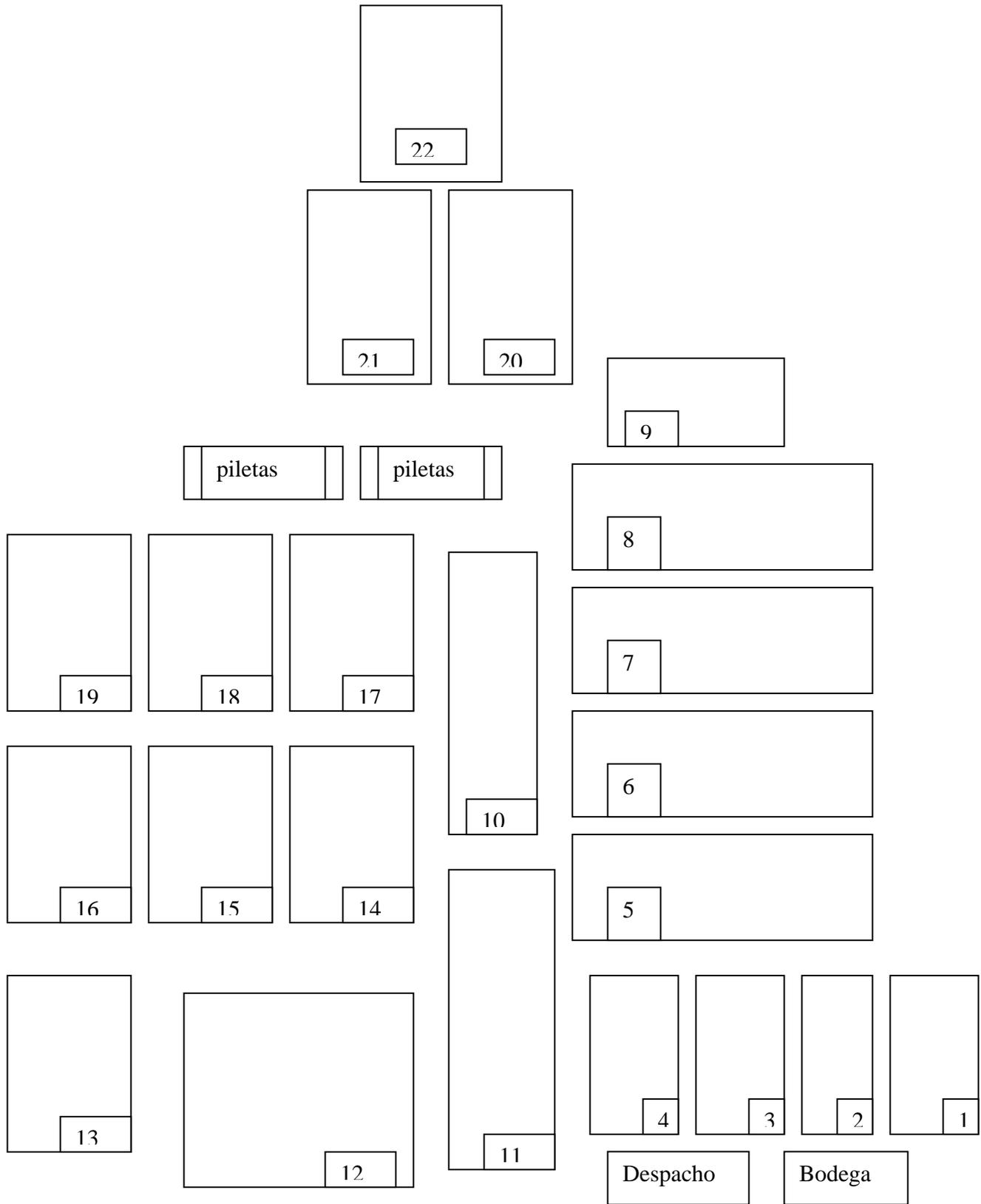
8. Popma, T; Green, B. 1990. Manual de producción acuícola: reversión sexual de tilapia en lagunas de tierra. Alabama, US, Universidad de Auburn. 34 p.
9. Porras, G. 2000. Informe final de EPS realizado en el municipio de Amatitlán. Guatemala, USAC. 70 p.
10. Smith, V. 1971. Table for computing relative conditions of some common freshwater fishes. Alabama, Auburn University. 55 p.
11. Steffuns, W. 1987. Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Acribia, Zaragoza, ES. 450 p.
12. Suresh, A. 2000. Recent advances in tilapia broodstock management. Saint Louis, US, AGRIBRANDS International. 16 p.

10. ANEXO

Nombre de archivo: INFORME FINAL
Directorio: E:\IF EPS SILVIA GUERRA
Plantilla: C:\Documents and Settings\A\Application
Data\Microsoft\Plantillas\Normal.dot
Título: III
Asunto:
Autor: C.E.M.A.
Palabras clave:
Comentarios:
Fecha de creación: 4/23/2006 5:51 PM
Cambio número: 26
Guardado el: 5/10/2006 9:05 PM
Guardado por: Familia
Tiempo de edición: 394 minutos
Impreso el: 5/16/2006 2:44 PM
Última impresión completa
Número de páginas: 96
Número de palabras: 18,719 (aprox.)
Número de caracteres: 99,215 (aprox.)



ANEXO No. 1. Ubicación geográfica de Amatitlán.



ANEXO No.2. Croquis de la Estación Piscícola de Amatitlán

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

Con el apoyo de la Dirección General de
Cooperación Técnica y Científica de la
Secretaría de Relaciones Exteriores de
Mexico

CURSO TEORICO PRACTICO

**Técnicas de Diagnóstico
Presuntivo para Enfermedades del
Camarón**



Impartido por:

Dr. Fernando Jiménez-Guzmán
Centro Nacional de Sanidad Acuícola
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Autónoma de Nuevo León.

A realizarse en el Edificio T-14. Ciudad
Universitaria –CEMA-
Del 4 al 8 de Julio. 2005
De: 08:00 – 15:00 hrs.

ANEXO No. 3. Curso de patología.

Universidad de San Carlos de Guatemala.
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-
Curso Biología General.

Práctica **Simetría y Anatomía de un Pez.**

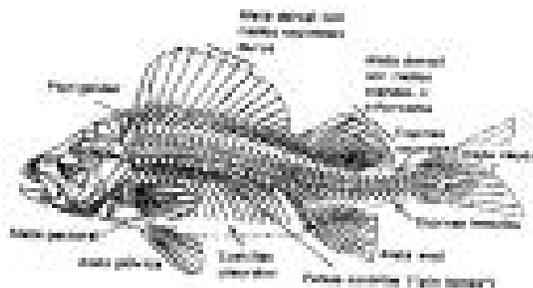
Introducción

Existe una diversidad de formas de vida animal, con una variedad casi infinita de modificaciones estructurales y funcionales. No obstante entre toda esta diversidad es posible distinguir planes básicos comunes. Esto se debe a que los organismos evolutivamente comparten un mismo origen. En la práctica de hoy se tiene como objetivo que el estudiante reconozca las estructuras que componen la anatomía externa e interna de un pez, debido a que esta es importante en los aspectos taxonómicos, nutricionales, sanitarios y de biología básica.

Casi todos los animales en especial los peces presentan simetría bilateral, un tipo de simetría en la que el cuerpo puede ser dividido sólo en un plano para formar dos mitades que son imágenes especulares una de la otra. El extremo frontal del cuerpo se encuentra hacia delante del organismo y es diferente del extremo caudal o posterior. La superficie ventral del cuerpo, que se dirige hacia el suelo, es diferente de la superficie dorsal que dirige hacia arriba.

La mayoría de los animales bilaterales como los peces tienen un diseño uniforme, la boca se localiza en el extremo anterior, y el aparato digestivo corre a lo largo del cuerpo, otras estructuras como riñones y gónadas están localizadas en la parte media del pez. El ano y el conducto urogenital están localizados próximos a la aleta anal.

A continuación presentamos una vista lateral de un pez idealizado donde es posible observar sus estructuras anatómicas externas e internas.



Procedimiento:

Con un pez colectado en la Estación de Amatitlán reconozca y dibuje posteriormente las siguientes estructuras: aleta dorsal, aleta caudal, aletas pélvicas, opérculo, conducto urogenital, agallas, realice un corte y reconozca estómago, hígado, corazón, riñón, gónadas.

ANEXO No. 4. Auxiliatura en Docencia Universitaria.

Desviación Estándar del Índice de Condición

Índice de Condición
4
4,2
3,6
3,8
3,5
4,4
3,8
3,7
4,4

Columna1	
Media	3,933
Error típico	0,112
Mediana	3,800
Moda	3,800
Desviación estándar	0,335
Varianza de la muestra	0,113
Curtosis	-1,373
Coefficiente de asimetría	0,369
Rango	0,900
Mínimo	3,500
Máximo	4,400
Suma	35,400
Cuenta	9,000
Nivel de confianza(95,0%)	0,258

No.	PESO (LB)	LONGITUD (cm)	INDICE CONDICIÓN
1	2,85	41,5	3,9
2	3,5	44,3	4
3	4,25	44,8	4,7
4	3,62	45,2	3,9
5	4,43	48,2	3,9
6	3,31	43,4	4,04
7	4	46	4,1
8	3,31	44,2	3,8
9	3,68	45,5	3,9
10	3,12	42	4,2
11	2,75	40,5	4,2
12	4,43	44,5	5
13	3,31	41,8	4,5
14	3,75	45	4,1
15	3,43	45,7	3,5
16	2,75	41,4	3,8
17	2,81	41	4,07
18	2,5	41	3,6
19	3,75	45	4,1
21	2,81	40,8	4,1
22	4,25	43,2	5,2
23	2,62	39,2	4,3
24	3,18	45	3,4
25	3,43	44,3	3,9
26	2,75	41,3	3,9
27	3,62	44,5	4,1
28	3,68	45,2	3,9
29	3	41,5	4,1
30	4	45,6	4,2
31	3,18	43,6	3,8
32	2,81	42	3,7
33	3,12	42,4	4,09
34	4,06	45,4	4,3
35	3	43,8	3,5
36	3,75	43,7	4,4
37	2,43	39,8	3,8
38	2,68	40,4	4
39	3,75	46,3	3,7
40	3,18	43,7	3,8
41	2,93	41	4,2
42	3,06	41,2	4,3
43	3,25	43,8	3,8
44	3,12	42,6	4,03
45	3,12	42,4	4,09
46	2,87	42,8	3,6

47	2,56	42	3,4
48	2,75	40,8	4,04
49	3,43	43	4,3
50	3,25	41,7	4,4
51	2,81	42,9	3,5
52	2,68	41,7	3,6
53	2,68	41,3	3,8
54	2,75	43,3	3,3
55	2,43	40	3,7
56	3,18	44,3	3,6
57	3,68	43,7	4,4
58	2,68	38,5	4,6
59	2,62	41,3	3,7

ANEXO No. 6. Índice de Condición de Hembras de Tilapia (*O. niloticus*)

Muestreo de Alevines

MUESTREO DE PESO: INDICE DE CONDICIÓN
ESTANQUE No. 2

GRANDES		MEDIANOS		PEQUEÑOS	
PESO	CANTIDAD	PESO	CANTIDAD	PESO	CANTIDAD
85	17	115	45	35	28
80	16	110	38	165	106
60	11	110	39		
80	17	80	24		
120	25	75	26		
		125	50		
		85	30		
		100	35		
		80	32		
		80	29		
		60	24		
		195	78		
425	86	1215	450	200	134

W 4.9

W 2.7

W 1.5

12%	GRANDES
61%	MEDIANOS
27%	PEQUEÑOS

PESO PROMEDIO 3.3 GR.	
MUESTRA 736	

ESTANQUE No. 3 (INYECCIÓN DE COMPLEJO VITAMINICO)

GRANDES		MEDIANOS		PEQUEÑOS	
PESO	CANTIDAD	PESO	CANTIDAD	PESO	CANTIDAD
45	13	80	34	40	45
50	14	70	34	50	58
45	12	85	34		
60	14	80	35		
55	13	65	24		
75	22	65	26		
40	12	165	78		
70	21				
30	8				
60	14				
530	143	610	265	90	103

,00
210

PESO PROMEDIO TOTAL	2.3 Gramos.
---------------------	-------------

población total 10,000

Total muestreado 511

3.7 Gramos.	28%
2.3 Gramos	52%
0.8 Gramos	20%

Estanque No. 1 Control

Población = 4,300

Peso promedio = 3.9 Gramos.

ANEXO No. 7. Resultado de Muestreos

LAGO DE AMATITLAN

Fecha	No.	Muestra	Hora	T °C	O2 Dis. %	O2 Disp. mg/L	POR mV	pH U	DQO mg/L
31/03/2005	116	Airador V/aldea-zapote	9:35	25,2	7,9	116	-37	7,5	28
12/05/2005	227	Airador V/aldea-zapote	9:40	25,9	8,1	120	-35	7,9	18
26/05/2005	267	Airador V/aldea-zapote	9:15	26,2	8,2	118	-39	7,85	1
09/06/2005	290	Airador V/aldea-zapote	8:50	25,9	8,8	115	-38	7,9	19
23/06/2005	323	Airador V/aldea-zapote	9:50	24,8	7,9	114	-36	7,8	21
21/07/2005	380	Airador V/aldea-zapote	10:25	23,9	7,8	110	-35	7,7	63
11/08/2005	424	Airador V/aldea-zapote	10:30	25,1	7,8	115	-36	7,8	25
25/08/2005	438	Airador V/aldea-zapote	9:30	24,7	8,6	116	-39	7,95	10
08/09/2005	464	Airador V/aldea-zapote	11:05	23,9	7,9	116,8	-40	8,05	14
21/07/2005	378	Airador II/Oeste Finca Belen	10:00	22,8	7,7	113	-35	7,1	99
25/08/2005	439	Airador II/Oeste Finca Belen	10:00	24,3	8,1	109	-40	7,45	12
08/09/2005	463	Airador II/Oeste Finca Belen	10:50	25,6	9,65	142,8	-109	9,25	28
16/06/2006	308	Centro lado este	9:50	28,2	4,1	57,9	-35	7,2	21
21/07/2005	376	Centro lado este	9:10	27,9	3,9	58,4	-32	7,1	118
04/08/2005	399	Centro lado este	9:40	29,4	4,2	59,8	-38	7,2	34
18/08/2005	431	Centro lado este	9Ñ35	19,7	4,55	65,8	-38	6,85	27

DBO5	PO4	N tot.	NO2	NO3	NH4	S. sedi	Turb.	Color	Cd	Cu	Cr	Fe
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	ml/h/L	NTU	m-1	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
40	0,09		0,028	1,7	0,05		41	2,1				0,01
5	0,05		0,02	0,2	0,05		9	2,4				0,08
	0,24		0,03	0,6	0,05		0,05	0,025	0,25			0,09
20	0,08		0,027	0,8	0,09		16	4,2				0,01
7	0,12		0,022	0,03	0,02		9	1,6				0,01
4	0,09		0,02	0,4	0,08							0,2
	0,06		0,03	1,1	0,25		6	2	0,025			0,09
25	2,4		0,07	0,8	0,2			45	7,4			0,04
10	1,6		0,05	0,2	1,29			28	3,8			0,02
6	1,7		0,21	0,7	0,73			19	3,5			0,01

ANEXO No. 8. Reporte de Calidad de Agua de –AMSA- Lago de Amatitlán

Nombre de archivo: ANEXO
Directorio: E:\IF EPS SILVIA GUERRA
Plantilla: C:\Documents and Settings\A\Application
Data\Microsoft\Plantillas\Normal.dot
Título: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Asunto:
Autor: Familia
Palabras clave:
Comentarios:
Fecha de creación: 5/16/2006 2:42 PM
Cambio número: 2
Guardado el: 5/16/2006 2:42 PM
Guardado por: CEMA
Tiempo de edición: 2 minutos
Impreso el: 5/16/2006 2:46 PM
Última impresión completa
Número de páginas: 9
Número de palabras: 1,503 (aprox.)
Número de caracteres: 6,645 (aprox.)