



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



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
EN EL PUERTO DE IZTAPA, ESCUINTLA, ACUICULTURA FARO, S.A.**

PRESENTADO POR:

**T.U.A. Jorge Mario Roberto Ruano Azurdia
Para otorgarle el título de Licenciado en Acuicultura**

Guatemala, abril, 2006.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que me apoyaron y permitieron que culminara el EPS, especialmente a:

Ing. Juan Carlos Falla, por abrirme las puertas de la empresa Faro S.A. y su apoyo para el desarrollo de este EPS.

Lic. Manuel Ixquiac, por su paciencia, su tiempo y su asesoría en la parte de investigación.

Michelle Garzaro, por su apoyo y la traducción al inglés del resumen.

Licda. Olga Sánchez, por su orientación en la práctica del EPS.

Personal de la unidad productiva Faro, S.A. , por sus enseñanzas y por hacerme sentir parte de ustedes.

Lic. Luís López, por su ayuda en la parte de extensión.

RESUMEN

El presente documento corresponde al informe final del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el Puerto de Iztapa, Escuintla, teniendo como unidad de práctica la empresa Acuicultura Faro, S.A. El período de práctica fue de 6 meses, iniciándose el 01 de febrero y concluyendo el 31 de julio del presente año.

Este informe se ha dividido en cuatro partes principales. La primera de ellas corresponde a un resumen del diagnóstico que se hiciera del Puerto de Iztapa y la empresa Faro, S.A. En esta primera parte se hace énfasis en los problemas detectados en la comunidad y unidad de práctica.

La segunda parte, corresponde al Programa de Docencia, realizado durante el EPS. Este programa se basó en un proyecto de educación ambiental para que los futuros pobladores tomaran conciencia y sensibilidad de la actual problemática ambiental, teniendo como grupo meta principal a los estudiantes y cuerpo docente de la escuela de Santa Marta. Este proyecto se desarrolló a través de actividades escolares relacionadas con el medio ambiente.

En la tercera parte se desarrolla el Programa de Extensión, el que consistió en realizar talleres con grupos conformados de pequeños y medianos piscicultores, así como a interesados en esta actividad productiva. Estos talleres consistieron en manejo técnico, generalidades de la especie *Oreochromis niloticus*, sistemas de producción de alevines, comercialización, infraestructura, equipo necesario, técnicas de muestreo y estrategias de alimentación; para sistemas intensivos y semi – intensivos de producción. Adicionalmente se hicieron recorridos demostrativos por la unidad productiva Faro y visitas a granjas de interesados en tal instrucción.

En lo que se refiere a la cuarta parte del documento, contiene el informe final de la investigación; la cual tiene como título: **DETERMINACIÓN DE HEMBRAS Y MACHOS DE LA ESPECIE *Oreochromis niloticus*, EN ETAPAS JUVENILES, A PARTIR DE SU LONGITUD TOTAL.** Esta investigación determinó que sí existe una diferenciación de tamaños entre sexos de la especie *Oreochromis niloticus*, en sus etapas juveniles.

Con esta información y los documentos generados durante la práctica, los que se incluyen en el apartado de anexos, se busca aportar al CEMA de información que permita planificar nuevos EPS, así como servir de guía para futuros epevistas. Además, este documento sirve de retroalimentación para la empresa Faro, S.A. y para el puerto de Iztapa, a fin de continuar con las actividades realizadas por el epevista y de mejorar su ejecución para mejorar los resultados que hasta el momento se han obtenido.

ABSTRACT

The following document corresponds to the final report of the Professional Supervised Practice (EPS) of the TUA. Jorge Mario Ruano Azurdia. This practice was realized in the port of Iztapa, Escuintla, having as a practice unit the aquicultural farm Faro, S.A. This practice consisted in 6 months period of time, starting February the first, to be concluded the thirty first of July of the present year.

This document has been divided in four chapters. The first corresponds to the abstract of the diagnose that was realized in the port of Iztapa with the farm Faro, S.A.

The second chapter corresponds to the educational program. This program was based in the environmental educational program so that the future population can take responsibility of the environmental problems that they face. Working with teachers and students of the Santa Marta public School. This project was realized with school activities related with environmental subjects.

On the third chapter we developed the extension program that consisted in giving workshops to groups of small and medium aquicultures as people interested in this productive activitie. These workshops consisted in the technical farm managment. As well as demonstrative tours in Faro farm. The fourth chapter includes the final investigation report that is titled DETERMINATION OF FEMALE AND MALE OF THE SPECIE *Oreochromis niloticus*, IN THEIR JUVENILE STATE, STARTING ON THEIR TOTAL LENGTH. This investigation determined that in fact, there is a diference in size between male and female.

With this information and the generated documents, we are trying to give the CEMA the required information that will let them arrange and plan new EPS programs, as well been a guide to future students. This document is a feedback document to Faro Farm and to de Port of Iztapa in order to continue the activities that realized by the EPS student in order to improve the results that have been till this moment.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| PARTE I | 3 |
| 1. DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD Y UNIDAD DE PRÁCTICA | 3 |
| 1.1. Monografía general del Puerto de Iztapa | 3 |
| 1.1.2. Datos históricos del Puerto de Iztapa | 4 |
| 1.1.3. Condiciones medioambientales del área | 4 |
| 1.2. Acuicultura Faro, S.A. | 7 |
| 1.2.1. Descripción general de la granja | 7 |
| 1.2.2. Datos históricos de la empresa | 7 |
| 1.2.3. Misión | 8 |
| 1.2.4. Visión | 8 |
| 1.2.5. Generalidades de infraestructura | 9 |
| 1.2.6. Fuente de agua | 9 |
| 1.2.7. Calidad del agua | 10 |
| PARTE II | 11 |
| 2. PROGRAMA DE DOCENCIA | 11 |
| 2.1. Introducción | 11 |
| 2.2 Objetivos | 11 |
| 2.2.1. Objetivo general | 11 |
| 2.2.2. Objetivos específicos | 11 |
| 2.3. Descripción general del Proyecto y Metodología | 12 |
| 2.4. Actividades realizadas | 12 |
| 2.5. Resultados | 15 |
| 2.6. Actividades realizadas no planificadas | 16 |
| 2.7. Evaluación | 18 |
| 2.8. Conclusiones | 19 |

| | |
|--|----|
| 2.9.Recomendaciones | 19 |
| PARTE III | 21 |
| 3. PROGRAMA DE EXTENSION | 21 |
| 3.1.Introducción | 21 |
| 3.2. Objetivos | 22 |
| 3.2.1. Objetivo general | 22 |
| 3.2.2. Objetivos específicos | 22 |
| 3.3. Actividades realizadas | 22 |
| 3.3.1. Apoyo técnico a la empresa Acuicultura Faro, S.A..... | 22 |
| 3.3.2. Capacitación a productores y gente interesada en piscicultura..... | 29 |
| 3.3.2.1. Actividades programadas | 29 |
| 3.3.2.2. Grupos capacitados | 30 |
| 3.4. Actividades realizadas no programadas | 35 |
| 3.5. Resultados | 38 |
| 3.6. Recomendaciones | 38 |
| PARTE IV | 40 |
| 4.PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN | 40 |
| 4.1. Título de la Investigación | 40 |
| 4.2. Introducción | 40 |
| 4.3. Justificación | 41 |
| 4.4. Objetivos | 42 |
| 4.4.1.Objetivo general | 42 |
| 4.4.2. Objetivos específicos | 42 |

| | |
|---|----|
| 4.5. Hipótesis | 41 |
| 4.6. Marco Referencial | 41 |
| 4.6.1. Reseña histórica de la especie | 42 |
| 4.6.2. Biología de la especie | 43 |
| 4.6.3. Reproducción y alevinaje | 44 |
| 4.6.3.1. Selección de reproductores | 44 |
| 4.6.3.2. Estanques de reproducción | 45 |
| 4.6.3.3. Apareamiento reproductores | 46 |
| 4.6.3.4. Recolección de semilla | 46 |
| 4.6.3.5. Proceso de reversión sexual | 47 |
| 4.7. Materiales y Métodos | 50 |
| 4.7.1. Localización geográfica | 50 |
| 4.7.2. Metodología | 50 |
| 4.7.2.1. Apareamiento de reproductores | 50 |
| 4.7.2.2. Cosecha de alevines | 51 |
| 4.7.2.3. Mantenimiento y crecimiento de alevines | 51 |
| 4.7.2.4. Sexado manual de los alevines | 52 |
| 4.7.2.5. Métodos estadísticos | 53 |
| 4.7.3. Recursos | 54 |
| 4.8. Resultados y discusión de resultados | 55 |
| 4.9. Conclusiones | 57 |
| 4.10. Recomendaciones | 57 |
| 5. CONCLUSIONES GENERALES DEL EJERCICIO PROFESIONAL | |
| SUPERVISADO | 58 |
| 6. RECOMENDACIONES GENERALES DEL EJERCICIO PROFESIONAL | |
| SUPERVISADO | 59 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA | 60 |
| 8. ANEXO | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura No. 1. Mapa de municipios del departamento de Escuintla | 6 |
| Figura No. 2. Vista del área de producción, Acuicultura Faro, S.A..... | 10 |
| Figura No. 3. Jornadas de educación ambiental con los estudiantes y profesores | 13 |
| Figura No. 4. Talleres y actividades fuera de las aulas | 14 |
| Figura No. 5. Instalaciones de la escuela Santa Marta, Puerto de Iztapa, Escuintla | 15 |
| Figura No. 6. Visita de estudiantes del Centro de Estudios de Mar y Acuicultura (CEMA), como actividad del curso de Construcción de Estanques | 17 |
| Figura No.7. Visita de estudiantes de la Escuela de Agricultura del Nor-Oriente | 18 |
| Figura No. 8. Remoción bucal de huevos de hembras de la especie <i>Oreochromis. Niloticus</i> | 24 |
| Figura No. 9. Selección genética de reproductores hembras | 25 |
| Figura No. 10. Cartel promocional ubicado sobre la carretera al Puerto de Iztapa Km 118 | 28 |
| Figura No. 11. Cartel promocional ubicado en la entrada de la finca Faro. | 28 |
| Figura No. 12. Desarrollo del módulo 1 de la capacitación a Grupo PESA de Los Amates, Jutiapa y Las Ventanas, Jutiapa | 31 |
| Figura No. 13. Desarrollo del módulo 1 de la capacitación a Grupo Pesa de Pampacaya, Jutiapa | 32 |
| Figura No. 14. Visita a finca Faro del Grupo Pesa de Jutiapa para el desarrollo del módulo 2 | 32 |
| Figura No. 15. Desarrollo del módulo 1 en Asociación Integral Santa Isabel, Puerto San José | 33 |
| Figura No. 16. Desarrollo del módulo 2 en Asociación Integral Santa Isabel, Puerto San José, demostrando técnicas de muestreo | 34 |

| | |
|---|----|
| Figura No. 17. Desarrollo del módulo 2 en Asociación Integral Santa Isabel, Puerto San José, demostrando técnicas de sexado manual | 34 |
| Figura No. 18. Capacitación a Cooperativa las Quéchas ubicado en el Km. 21 ½ , carretera a Monterrico | 35 |
| Figura No. 19. Capacitación a Grupo Atitán, ubicado en la aldea Atitán, Puerto de Iztapa, Escuintla | 36 |
| Figura No. 20. Capacitación a Grupo de productores del área de Candelaria Monterrico | 37 |
| Figura No. 21. Medición de longitud total de la especie <i>O. niloticus</i> | 53 |
| Figura No. 22. Frecuencias de la longitud total en cm. de las muestras | 56 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro No. 1. Longitud total (cm.) para las muestras de macho (M), hembras (H) y percentiles | 55 |
| Cuadro No. 2. Promedios de longitud total, desviación Standard (Ds) y número de hembras (H) y machos (M) muestreados (n) | 57 |

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo No.1 Tabla de resultados.

Anexo No. 2. Tabla biométrica.

Anexo No.3. Tabla para ración diaria de alimento.

Anexo. No. 4. Carta de Programa Especial para la Seguridad Alimentaria
(PESA) Jutiapa – Jalapa.

INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al informe final del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- realizado por el Técnico Universitario en Acuicultura –TUA- Jorge Mario Ruano Azurdia. Este EPS tuvo lugar en el Departamento de Escuintla, Puerto de Iztapa. La unidad de práctica fue la empresa Faro, S.A., la cual se dedica a la producción de tilapia, *Oreochromis niloticus*.

Este informe se ha dividido en cuatro partes principales. La primera de ellas corresponde a un resumen del diagnóstico que se hiciera del Puerto de Iztapa y la empresa Faro, S.A.; la segunda parte corresponde al Programa de Docencia; en la tercera parte se desarrolla el Programa de Extensión y, en lo que se refiere a la cuarta parte del documento, contiene el informe final de la investigación, la cual tiene como título: **DETERMINACIÓN DE HEMBRAS Y MACHOS DE LA ESPECIE *Oreochromis niloticus*, EN ETAPAS JUVENILES, A PARTIR DE SU LONGITUD TOTAL.**

En el componente de docencia el epesista desarrolló un programa que se basó en un proyecto de educación ambiental para que los futuros pobladores tomaran conciencia y sensibilidad de la actual problemática ambiental, teniendo como grupo meta principal a los estudiantes y cuerpo docente de la escuela de Santa Marta. Este proyecto se desarrolló a través de actividades escolares relacionadas con el medio ambiente. Con estas actividades realizadas se logró la capacitación de todos los estudiantes de la escuela Santa Marta en los aspectos de manejo de los recursos naturales, medio ambiente, basuras e higiene personal, la capacitación de 6 maestros quienes forman parte del personal de la escuela Santa Marta, capacitación de aproximadamente 100 estudiantes universitarios de diferentes carreras en aspectos de piscicultura intensiva y proyectos de mitigación ambiental tendientes al manejo de los recursos hidrobiológicos y la donación de material de apoyo a la docencia para la escuela Santa Marta.

El componente de extensión, consistió en realizar talleres con grupos conformados por pequeños y medianos piscicultores, así como con interesados en esta actividad productiva. Estos talleres fueron enfocados en manejo técnico, generalidades de la especie *Oreochromis niloticus*, sistemas de producción de alevines, comercialización, infraestructura, equipo necesario, técnicas de muestreo y estrategias de alimentación; para sistemas intensivos y semi – intensivos de producción. Adicionalmente se hicieron recorridos demostrativos por la unidad productiva Faro y visitas a granjas de interesados en tal instrucción. A través de estas capacitaciones se beneficiaron 60 productores piscícolas, mejorando sus técnicas de cultivo, haciendo viable la actividad de piscicultura. Otro beneficio ha sido incentivar el cultivo de tilapia en el área de Candelaria, Monterrico, aumentando el número de productores.

Así también se resolvieron los problemas detectados en el diagnóstico de la unidad de práctica Faro, S.A., logrando introducir la tilapia blanca al mercado con gran aceptación, se mejoraron también los controles de producción implementando el uso de tablas biométricas, por otro lado se incrementó en un 400% la producción de crías de tilapia genéticamente machos, así mismo las ventas de alevines tuvieron un incremento a través de la campaña de promoción utilizando vallas publicitarias.

La cuarta parte del documento, contiene el informe final de la investigación, la cual tiene como título: **DETERMINACIÓN DE HEMBRAS Y MACHOS DE LA ESPECIE *Oreochromis niloticus*, EN ETAPAS JUVENILES, A PARTIR DE SU LONGITUD TOTAL.** Esta investigación determinó que sí existe una diferenciación de tamaños entre sexos de la especie *Oreochromis niloticus*, en sus etapas juveniles.

PARTE I

1. DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD Y UNIDAD DE PRÁCTICA

1.1. Monografía general del Puerto de Iztapa

El puerto de Iztapa es un municipio del departamento de Escuintla, localizado en el sur de Guatemala, posee costa sobre el océano pacífico en toda su extensión de oriente a poniente, con una extensión territorial de 328 Kilómetros cuadrados, elevación 7 pies sobre el nivel del mar, latitud 13° 55'42'', longitud: 90°43'00'', clima cálido, etnia: ladinos 98.5%, indígenas 1.5.%.

Colinda al sur con el océano pacífico, al norte con los municipios de Masagua y Guazacapán, al oriente con el municipio de Taxisco y al poniente con el municipio de San José.

Cuenta con una población aproximada de 13,000 habitantes distribuidos en la cabecera municipal, cuatro aldeas, catorce caseríos, parcelamientos y fincas. Hay servicios de salud en el primer y segundo nivel de atención en un centro de salud, un puesto de salud y cinco centros de convergencia. Dentro de lo que es educación se pueden mencionar 10 escuelas primaria rurales, 2 escuelas primarias urbanas, 1 escuela para párvulos, 3 institutos de educación básica y dos colegios privados.

Las principales vías de acceso son: una carretera asfaltada que comunica al resto del país , varias carreteras de terracería y caminos vecinales. Posee cuatro pozos municipales de agua que la distribuyen, entubada en varias comunidades. Su economía se basa en la pesca, turismo, agricultura y ganadería, así también se elaboran instrumentos para pesca, se fabrican canoas y en los lugares aledaños a la playa, se diseñan objetos de conchas de mar y caracoles tales como pulseras, anillos, adornos y juguetes. Ofrece playas de arena negra con complejos hoteleros, además, la costa del pacífico

ofrece uno de los mejores lugares del mundo para realizar la pesca deportiva, especialmente del pez vela.

La Composición Demográfica de la población del Puerto de Iztapa radica en un tipo de vida dependiente de la pesca y la comercialización de productos del mar.

Dista 51 Kilómetros de la cabecera departamental de Escuintla y 113 Kilómetros de la ciudad capital. Iztapa constituye un popular centro turístico por sus muchos aún existentes atractivos naturales y su historia como primer puerto en todo el territorio conquistado por los españoles en el área Centroamericana en el año de 1,527.

En cuanto a saneamiento ambiental, no llena las expectativas deseadas, debido a que no se cuenta con programas que impulsen la higiene en las comunidades.

1.1.2. Datos históricos del Puerto de Iztapa

Nada se sabe de su historia precolombina. Su nombre deriva de los vocablos itzal-pan "lugar de sal"; nombre que más tarde se simplificó en Ixtapan; el cual aun emplean algunas veces los viejos habitantes del lugar. Se sabe con certeza que en 1527 Don Pedro de Alvarado construyó allí tres naves para su expedición al Perú, atraído por la riqueza de los Incas. En 1534 Alvarado construyó otra flota, de tres naves esta vez, convirtiendo a Iztapa en el primer astillero naval de Centro América.

1.1.3. Condiciones medioambientales del área

La naturaleza de la superficie de la franja del litoral pacífico, es arenosa en su totalidad de origen volcánico, constituyendo su composición física

producto de una planicie aluvial que inicia desde el pie del macizo montañosos conocido como la Sierra Madre, hasta el litoral donde al internarse bajo el Océano Pacífico se constituye en la plataforma continental.

El conjunto de las variaciones que experimentan el caudal de los ríos, en su desembocadura, se debe a dos aspectos, el natural que depende de la cantidad de precipitación pluvial en el continente, la que incrementa el caudal, arrastrando sedimentos que provocan el desbordamiento de sus causes, y el artificial debido a los diferentes obstáculos y desvíos artificiales, que construyen los propietarios de fincas colindantes al cauce de los ríos: utilizando dichos cauces para el riego u otros servicios que hacen disminuir el caudal de los mismos.

La temperatura oscila en una máxima de 35°C y una mínima de 13.5°C.

- ◆ Temperatura del agua de mar: 32°C máximo
- ◆ Temperatura del aire: 40°C máximo
- ◆ Hidrometría: 100% máximo
- ◆ Vientos promedio: 03 en la Escala Beaufort.

En el área se puede registrar un porcentaje de evaporación entre 4.3 y 5.3 mm. diarios, una precipitación promedio de 1198 mm. y una temperatura promedio de 28.3°C anualmente. En la figura No. 1 se puede apreciar un mapa del departamento de Escuintla, el cual incluye sus municipios y entre estos el Puerto de Iztapa.

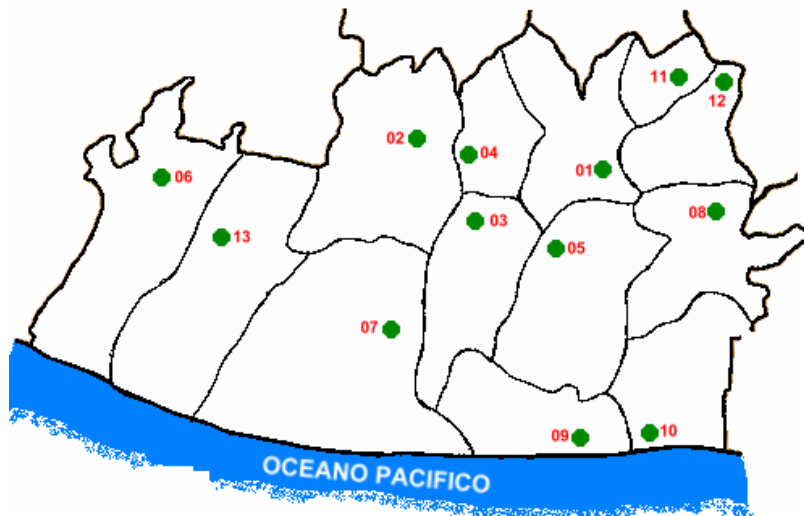


Figura No. 1. Mapa de municipios del departamento de Escuintla.

1. Escuintla, 2. Santa Lucía Cotzumalguapa, 3. La Democracia, 4. Siquinalá
5. Masagua, 6. Tiquisate, 7. La Gomera, 8. Guanagazapa, 9. San José
10. Iztapa, 11. Palín, 12. San Vicente Pacaya, 13. Nueva Concepción

1.2. Acuicultura Faro, S.A.

1.2.1. Descripción general de la granja:

Nombre: Acuicultura Faro, S.A.

Ubicación: Km. 18.5 Carretera a Puerto Iztapa, Escuintla, Guatemala.

Objetivos de la producción: Engorde y producción de semilla.

Especie de cultivo: *Oreochromis niloticus*

1.2.2. Datos históricos de la empresa.

Acuicultura FARO, fundada oficialmente en Septiembre del 2003, inició con un estanque de 2.5 metros cuadrados y 3,000 alevines de tilapia reversada sexualmente. Luego de varios meses de investigación y de experimentación, se decide iniciar el proyecto FARO en una mayor escala. Se implementan sistemas de concreto intensivos acompañados de sistemas de aireación y filtración del agua.

En constante búsqueda de alevines 100% machos, se visita la finca de Til-Tech Aquafarm en Robert, Louisiana, en donde se descubre el GMT® (Genetically Male Tilapia). Tras una mala experiencia con la tilapia revertida sexualmente, el GMT® es la solución perfecta. Meses después, FARO firma un contrato con Til-Tech Aquafarm para la producción y distribución exclusiva de peces GMT® en Guatemala para la región Centroamericana y México.

Hoy en día, Acuicultura FARO continúa innovando y creando sistemas de cultivo intensivos más eficientes, y de mayor productividad, con el fin de llegar a un 95% de recirculación de agua. FARO consta con una capacidad de producción mensual de 5,000 libras de pescado entero de entre 1.0 y 1.5 lbs por pescado.

Por otro lado, FARO posee hoy la capacidad de producir hasta 1.5 millones de alevines genéticamente machos de tilapia nilótica al año, un total de aproximadamente 25,000 alevines a la semana.

En Enero del 2005 se completo la tercera fase del proyecto de engorde, la cual añadirá a la línea de producción 4,000 libras mensuales, e incorporará la última tecnología en recirculación de agua, aireación y filtración; que consiste en la utilización de sedimentadores, bombeo de agua a través de cajas plásticas inoculadas con bacterias desnitrificadoras (nitrobacter y nitrosomas), en donde el agua es oxigenada y desnitrificada, retornándola así a las piscinas.

1.2.3. Misión

“ Ser la empresa líder en producción de tilapia en Guatemala y proveer de semilla de la más alta calidad a nivel mundial a la región Centroamericana y México, a través de la tecnificación, ingeniería, innovación constante, alto control de calidad en los procesos, eficiencia, bioseguridad y sobre todo a través de una extrema atención a las necesidades del mercado.”

1.2.4. Visión

“ Más allá de lo que lograremos durante los primeros años, nos visionamos como los principales proveedores de tilapia en Guatemala, tanto de alevines, como de pescado entero y de filete fresco. Una vez logrado esto, tendremos relaciones cercanas con importadores de tilapia en Estados Unidos, Europa y el Caribe para así poder ser exportadores de tilapia de la más alta calidad a dichos mercados. ”

1.2.5. Generalidades de infraestructura:

Tipo de estanquería: Para el engorde son dos estanques circulares y tres estanques en forma D (D tanks); para reproducción y levante de alevín son estanques rectangulares. Todos los estanques son de concreto.

Área de producción: engorde: 545 m³ ; área de reproducción: 100 m³ ; área de levante de alevín: 60m³

Distribución de las áreas: el área de engorde se encuentra totalmente aparte del área de reproducción y levante. El área que se utiliza actualmente es de un cuarto de manzana, para toda la producción. Aparte se tienen un edificio de dos niveles el primero es para bodega de almacenamiento de concentrado y el segundo es oficina y almacenamiento de equipo.

1.2.6. Fuente de agua:

Para el área de engorde se tiene un pozo con 3 pulgadas de agua y para el área de reproducción hay otro pozo similar. Toda el agua que se utiliza en la granja se recicla, pasándola por sedimentadores y luego por biofiltros. El agua que se bombea del pozo se utiliza únicamente para compensaciones por evaporización y en caso de que se presentaran enfermedades para hacer fuertes recambios. Los recambios por recirculación son en promedio de 2.5 diarios en todos los estanques.

1.2.7. Calidad del agua:

Si se maneja productividad primaria en todos los estanques. El Oxígeno disuelto es de 4.5mg/l en promedio, el pH es de 7.5, se tiene una salinidad de 10 ppt.



Figura No. 2. Vista del área de producción, Acuicultura, Faro, S.A.

PARTE II

2. PROGRAMA DE DOCENCIA

2.1. Introducción

La escuela de la aldea Santa Marta atiende a niños de primaria impartiendo clases de Idioma Español, Matemáticas, Sociales, Ciencias, etc.

Los niños son el futuro de Guatemala por eso es importante enseñarles a cuidar el ambiente para que con ello formen un entorno sano libre de contaminación y de esta forma conservar la flora y fauna.

De esta manera esta parte del programa del EPS apoyó al programa de educación de la escuela Santa Marta impartiendo pláticas a los niños de preparatoria, primero, segundo, tercero cuarto, quinto y sexto primaria, acerca de medio ambiente y reciclaje de basura.

2.2 Objetivos

2.2.1. Objetivo general

- ◆ Crear conciencia en los estudiantes respecto a la contaminación del medio ambiente.

2.2.2. Objetivo específico

- ◆ Mejorar los aspectos de educación ambiental a los niños que viven en la aldea Santa Marta.

2.3. Descripción general del proyecto y metodología

El proyecto de educación ambiental fue concebido como un proyecto de capacitación para profesores y estudiantes de la escuela de Santa Marta. La metodología de trabajo consistió en jornadas de capacitación a través de tres módulos, siendo estos:

- Módulo I: Generalidades sobre Medio Ambiente.
- Módulo II: Ecosistemas terrestres y acuáticos.
- Módulo III: Contaminación

Para cada uno de estos módulos se hicieron planes específicos detallando las actividades que incluían. Los módulos se impartieron en 5 jornadas de capacitación con una duración aproximada de dos horas y media cada una, estas se describen en el siguiente inciso. El expositor en las jornadas fue el epecista T.U.A. Jorge Mario Ruano Azurdía. Además de desarrollar los temas específicos de cada módulo, se llevaron a cabo actividades de motivación y dinámicas participativas con los asistentes.

Una vez concluidos los módulos se donó a la escuela Santa Marta todo el material de apoyo. Este material servirá para que los profesores puedan emplearlo en sus clases como material de apoyo.

2.4. Actividades realizadas

Las actividades realizadas como parte del programa de docencia se pueden dividir en dos grupos:

- Jornadas de educación ambiental con los estudiantes y profesores.
- Talleres y actividades fuera de las aulas.

En lo que corresponde a las jornadas de educación ambiental, se llevaron a cabo durante el mes de junio y julio. Durante la primera jornada, que tuvo lugar el día 7 de junio, se desarrolló el módulo de educación ambiental titulado Generalidades Sobre Medio Ambiente el cual fue impartido a alumnos de preparatoria, primero, segundo y tercero primaria. Durante la segunda jornada de educación ambiental, desarrollada el 9 de junio titulado Generalidades Sobre Medio Ambiente el cual fue impartido a alumnos de cuarto quinto y sexto primaria. La tercera jornada fue impartida el día 14 de junio se trataron los temas de Ecosistemas terrestres y acuáticos, así también la contaminación de estos. La cuarta jornada se desarrollo el día 15 de junio en donde se trataron también los temas de Ecosistemas terrestres, acuáticos y la contaminación de estos.

Para el desarrollo de las clases de medio ambiente se les explicó con material didáctico, que es ecología, ecosistema, fauna, flora, etc. así también se realizó un ejercicio práctico de dibujar un ecosistema acuático, (ver Figura No.3).



Figura No. 3. Jornadas de educación ambiental con los estudiantes y profesores.

Los talleres y actividades fuera de las aulas se realizaron en la quinta jornada el día 22 de junio, estos se llevaron a cabo para poder ilustrar de una manera física como funciona un ecosistema acuático se realizó el montaje de un acuario y se les explicó y enseñó a los alumnos y maestros a mantenerlo y cuidarlo dentro de la clase, como se puede ver en la Figura No. 4. Para este fin se utilizó un acuario de 15 galones, grava y se introdujeron 4 peces de la familia Cichlidae, especie *Arcocentrus spilurum*, ya que estos son resistentes, de fácil mantenimiento y presentan un comportamiento complejo e interesante.



Figura No. 4. Talleres y actividades fuera de las aulas.

Así mismo se dio una charla motivacional explicando la importancia de la higiene personal para lo cual se tocaron los siguientes temas : importancia de la limpieza de las manos con jabón antibacterial, limpieza de dientes después de las comidas y de darse un baño diario.

Por otro lado uno de los problemas más serios que se pudo observar y que surgió como tema de importancia con la directora de la escuela fue el problema de la basura en la escuela, ya que no cuentan con sistemas de

recolección de las mismas y estas actualmente son depositadas en un agujero en la tierra y no se les da ningún tratamiento lo cual puede ser foco de enfermedades y proliferación de plagas indeseadas y perjudiciales a la salud, además de emanar olores fétidos cerca del campo de recreación. Como forma de solucionar la situación planteada se realizó un programa de recolección de basura el cual consistió en la instalación de toneles colectores los cuales están debidamente señalizados para depositar vidrio, papel, latas y orgánicos. Para el adecuado uso de estos depósitos de basura se enseñó a separar los distintos tipos de basura para poder clasificarla y reciclarla de ser posible.



Figura No. 5. Instalaciones de la escuela Santa Marta, Puerto de Iztapa, Escuintla.

2.5 Resultados

Con las actividades realizadas se logró:

- La capacitación de todos los estudiantes de la escuela Santa Marta en los aspectos de manejo de los recursos naturales, medio ambiente basuras e higiene personal.

- La capacitación de 6 maestros quienes forman parte del personal de la escuela Santa Marta, en aspectos de manejo de recursos naturales y medio ambiente.
- Capacitación de aproximadamente 100 estudiantes universitarios de diferentes carreras en aspectos de piscicultura intensiva y proyectos de mitigación ambiental tendientes al manejo de los recursos hidrobiológicos.
- Donación de material de apoyo a la docencia para la escuela Santa Marta.

2.6. Actividades realizadas no planificadas

Todas las visitas a la finca por estudiantes fueron actividades que no estaban planificadas en la formulación del plan de servicio del ejercicio profesional supervisado.

Por su parte, las visitas de estudiantes universitarios fueron solicitadas por sus respectivas unidades académicas y fueron una buena oportunidad para compartir con más personas las actividades de la empresa.

El día 30 de marzo se recibió la visita de estudiantes del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por parte del curso de Construcción de Estanques impartido por el Ing. Carlos Gordillo y con la participación de la Lic. Olga Sánchez. El número de alumnos participantes fue de 20. En esta visita se trató el tema la construcción de estanques elevados de concreto, y se demostraron algunos ejemplos de diseños y como estos operan, además se realizó un recorrido por toda el área de producción y se explicó el funcionamiento de cada sistema de producción intensiva, (ver Figura No. 6).



Figura No. 6. Visita de estudiantes del Centro de Estudios de Mar y Acuicultura (CEMA), como actividad del curso de Construcción de Estanques.

El día 6 de mayo se recibió de nuevo la visita de estudiantes del CEMA por parte del curso de Comercialización, en donde participaron 10 estudiantes y la catedrática responsable de curso Lic. Olga Sánchez . En esta visita se hizo énfasis en la estrategias que la empresa usa para comercializar tilapia .

El día 23 de junio se recibió la visita de la Escuela de Agricultura del Nor-Oriente. Esta visita se realizó por iniciativa de la T.U.A. Fabiola Esquivel, quien en ese momento se encontraba en la realización de su EPS en dicha institución y realizó esta visita como parte de su programa de docencia. El grupo participante fue de aproximadamente 75 estudiantes, la encargada de gira y el expositor que en este caso fue el T.U.A. Jorge Mario Ruano Azurdia. Los temas tratados fueron generalidades del cultivo intensivo de tilapia, factores a considerar para establecer un sistema de producción en un área determinada y actividades diarias que se realizan en la granja, (ver Figura No.7).



Figura No. 7. Visita de estudiantes de la Escuela de Agricultura del Nor-Oriente.

2.7. Evaluación

Adicionalmente a que se capacitó a aproximadamente 400 personas en aspectos de educación ambiental, manejo de basuras, higiene personal y sistemas de producción piscícola, se logró vincular a la finca y todos sus trabajadores en las actividades de docencia.

Las actividades de capacitación que se desarrollaron sirvieron de vínculo para la empresa con la comunidad. Se pudo notar que durante estas visitas el personal de la finca estuvo interesado en las actividades que se llevaban a cabo y compartieron sus experiencias con los visitantes.

En lo que corresponde a las jornadas de educación ambiental se obtuvo mayor participación por parte de los alumnos que de los maestros. Durante la formación de grupos de trabajo, fueron los estudiantes quienes hicieron mayores aportes y se mostraron más interesados, mientras que los maestros en la mayoría de los casos estuvieron al margen de las discusiones y fueron poco colaboradores.

2.8. Conclusiones

Existe interés por parte de los pobladores del Puerto de Iztapa en recibir capacitación sobre el manejo de los recursos naturales. Esto debido a que tienen conciencia de su importancia y de que en su entorno se están deteriorando con rapidez.

Los jóvenes y estudiantes de la Escuela Santa Marta son participativos en las actividades de capacitación que reciben. Esto podría deberse en parte a que lo que reciben durante las mismas, forma parte del contenido a ser evaluado, y también a que se consideran capaces de hacer cambios, mientras que los maestros y personas mayores piensan que el hacer cambios es tarea de los jóvenes, y ya están acomodados a su sistema de vida.

El tener visitantes dentro de la Finca Faro propició un acercamiento con la comunidad, a la vez que obligó a la finca a mantener activas y en buen estado todas sus operaciones.

Las visitas de campo como parte de los proyectos de educación ambiental permiten la retroalimentación de los conocimientos, ya que los capacitados tienden a ampliar sus conocimientos y formular más preguntas y comentarios cuando se encuentran con ejemplos vivos de lo que se les explica.

2.9. Recomendaciones

Incluir siempre en los programas de capacitación ambiental a grupos de niños y jóvenes ya que estos son más participativos y debido a su ingenuidad y curiosidad hacen propuestas simples pero efectivas, además que toman acciones rápidas y concretas.

En la medida de lo posible hacer visitas de campo cuando se haga capacitación en el manejo de recursos naturales, ya que esto complementa de manera significativa cualquier información que se de en forma de teoría.

A la finca Faro, continuar con el apoyo a estudiantes universitarios ofreciendo pasantillas y estudiantes de EPS.

A los estudiantes de la escuela Santa Marta, continuar con el ánimo demostrado durante las jornadas de educación ambiental, y cumplir con los propósitos planteados durante las mismas, ya que sus actitudes e inquietudes son los verdaderos motores del cambio.

PARTE III

3. PROGRAMA DE EXTENSIÓN

3.1.Introducción

La tilapia es una de las especies piscícolas que más se ha cultivado en todo el mundo. Fue introducida a Guatemala en el año de 1945, como pez de cultivo. Se origina del Oriente medio y de África, del río Nilo y cuerpos de agua adyacentes. Esta es de la familia Cichlidae al igual que la de las mojarras y los guapotes.

En Guatemala el cultivo de peces se ha venido realizando a través de los años, se cultiva en estanques de barro por ser la forma más económica y práctica. Estos se realizan como estanques familiares en las zonas cálidas del país. Además de producir carne, los agricultores pueden vender el pescado en las comunidades y mercados.

Para poder realizar un cultivo de tilapia es importante tener conocimientos del manejo como por ejemplo en la preparación del estanque, siembra, alimentación, cosecha, reproducción y parámetros para controlar la calidad del agua.

3.2. Objetivos

3.2.1. Objetivo general.

- ◆ Capacitar a grupos de personas interesadas en la producción piscícola e incentivar esta actividad productiva, así como también brindar asesoría y capacitación a la empresa Faro, S.A.

3.2.2. Objetivos específicos.

- ◆ Que los participantes aprendan las distintas técnicas de manejo y control de una estación piscícola.
- ◆ Resolver problemas de manejo técnico, detectados en el diagnóstico de la estación piscícola, Acuicultura Faro, S.A.
- ◆ Promocionar y divulgar la actividad piscícola a todas las personas interesadas.

3.3. Actividades realizadas

3.3.1. Apoyo técnico a la empresa Acuicultura Faro. S.A.

Las actividades de extensión acuícola hacia la empresa Faro, S.A. se realizaron en consideración de los problemas detectados a través del análisis de la información generada en el diagnóstico de la parte I de este informe, así también de lo observado durante la ejecución del EPS. Estas actividades se describen a continuación:

- *a) Producción intensiva de alevines GMT® (Genetically Male Tilapia) :*
Esta clase de semilla es el resultado del apareamiento entre super machos YY y hembras normales XX. Para tener una producción semanal de alevines los reproductores se dividen en dos lotes. Un

lote distribuido en 5 estanques de concreto con capacidad de 10m³ cada uno y una población de 10 machos y 50 hembras en cada estanque, teniendo así en el primer lote una población total de 50 machos y 250 hembras. El segundo lote se distribuye de la misma manera. Teniendo un total de población entre los dos lotes de 100 machos y 500 hembras.

Cada lote de reproductores era cosechado los días miércoles de cada semana del mes, teniendo así que el lote No.1 se cosechó el primer miércoles del mes, dejando así en apareamiento el lote No.2; a la siguiente semana se cosecha ese lote, dejando en apareamiento el lote No.1; y así consecutivamente durante todo el mes, todos los meses del año. Como se puede ver, este sistema permitió tener una producción semanal de alevines, teniendo un período de apareamiento de 15 días para cada lote de reproducción.

Uno de los problemas que se tubo que enfrentar fue que la producción de alevines no estaba produciendo la cantidad de alevines proyectada, así que una de las medidas a tomar para la corrección de este problema fue disminuir la relación de hembras de 5 hembras por cada macho (5:1), que se manejaba anteriormente a 4 hembras por cada macho (4:1); y la otra medida a tomar fue la implementación de refugios construidos con restos de tubos de PVC para evitar la rivalidad de los machos en la construcción de sus nidos. Para la cosecha se vaciaban los estanques para recibir a los alevines nacidos en jaulas específicamente diseñadas para ser instaladas en las cajas receptoras de drenaje.

Otro de los procedimientos en las cosechas era la revisión de cada hembra para verificar si tenía huevos en la cavidad bucal, ya que no todos los huevos han eclosionado en este período de tiempo de

apareamiento. A las hembras que aún estaban incubando huevos se les removían de la boca con el método de ordeñarlas, (ver Figura No. 8). Estos huevos son trasladados a una incubadora tipo Mc Donald.

Estos alevines se mantenían en tanques de concreto con capacidad de 12m², a densidades de no más de 1,000 peces por m³ durante un período de 15 días, periodo denominado como levante, para luego ser vendidos o sembrados en estanques de engorde de la misma granja.



Figura No. 8. Remoción bucal de huevos de hembras de la especie *O. niloticus*.

- *b) Manejo y selección genética de reproductores de tilapia:*

Como ya se mencionó con anterioridad en el inciso 1.2.2, Faro cuenta con genética importada, así que el manejo de esta en la granja debe de ser riguroso. El manejo de la genética es con el propósito de obtener buenos reproductores para poder tener una buena producción de alevines con buena calidad genética. En el caso de los lotes de reproductoras hembras deben de ser producidas por un lote de abuelos los cuales deben de ser cuidadosamente seleccionados fenotípicamente, eligiendo

los rasgos deseados para ser heredados, ver (Figura No. 9). En el caso de los reproductores super machos yy, estos son enviados desde Til-Tech Aquafarm, Robert, Louisiana anualmente.



Figura No. 9. Selección genética de reproductores hembras.

- *c) Estrategias de alimentación:*

Tipo de alimento: se utiliza alimento balanceado extruzado. Composición nutricional, para reproductores se utiliza alimento 32%, para levante de alevin durante el primer mes se utiliza harina de 45%, el segundo levante para llegarlo a 100 gramos se utiliza pellet de 2mm de 35%, para el engorde de 100g – 450g se utiliza pellet 4mm de 32% y cuando ya se llegó a la talla de venta se les da mantenimiento con pellet 28%. Frecuencia de alimentación en engorde, se proporciona una ración diaria dividida en 3 dosis diarias.

Reproducción, para reproductores se da una ración diaria dividida en 3 dosis, para alevin recién eclosionado se da una ración diaria *ad libitum* lo que puedan comer en 10 minutos a frecuencia de cada hora durante las horas luz del día, para alevines de 2g – 60g se disminuye la frecuencia de

dosis diarias gradualmente hasta llegar a cuatro dosis diarias luego a los 100 gramos en adelante se da la dosis de engorde mencionada al principio del párrafo.

Para calcular la dosis se utiliza como referencia una tabla de alimentación de Nicovita, (ver anexo No. 3), y se observa a los peces para verificar si su demanda es mas o menos alimento para ajustar la tabla biométrica, (ver anexo No. 2), y crear las propias tablas de la granja.

Registro de consumo de alimento, como solución a uno de los problemas detectados en el diagnóstico de esta granja, que era la falta de registros de alimentación, se elaboró una tabla biométrica como herramienta para registrar el consumo.

Horarios y raciones de alimento, para los peces de engorde se dividen las raciones diarias en un 33% para proporcionar tres dosis diarias una por la mañana a las 8:00 horas, otra al medio día 12:00 horas y la última por la tarde a las 17:00 horas.

Almacenamiento y transporte de alimento, el alimento se almacena en bodega fresca y ventilada con tarimas para que haya ventilación por abajo del concentrado. El transporte se realiza en camiones los cuales llevan el concentrado a la granja.

- *d) Despacho de alevines:*

Antes de su embalaje los alevines eran contados con el método de conteo en peso húmedo. Luego se introducían en bolsas plásticas con O₂ puro gaseoso y se les cerraba con un marchamo, luego estas bolsas se introducen en cajas de cartón encerado con recubrimiento de duroport en su interior. Este tipo de embalaje permite transportar con seguridad a los alevines.

- e) *Siembra en sistemas de engorde:*

Las densidades de siembra fueron de 70 alevines por m³ y no había necesidad de aclimatación ya que los alevines provenían de la misma granja.

- f) *Muestreos de engorde:*

Los muestreos eran semanales para toda la finca, con el objetivo de llevar los controles y registros en las tablas biométricas.

- g) *Métodos preventivos y control de enfermedades:*

Como medicamento preventivo en reproductores y alevines se utilizaba verde de malaquita. Y como correctivo de aereomonas y psudomonas, siendo esta la única patología que se presentó, se utilizó oxitetraciclina vía oral a una dosis de 50 mg de oxitetraciclina / kg de pez.

- h) *Despacho de pescado fresco:*

El despacho era sin eviscerar y sin descamar. Las tallas promedio de venta eran de ½ libra para venta regional y 1 libra para algunos mayoristas y restaurantes. El pescado era pesado en una balanza romana y empacado en bolsas plásticas.

- i) *Promoción de tilapia blanca:*

Otro de los problemas detectados en el diagnóstico, era que la tilapia blanca no tenía mucha aceptación por la demanda regional. Una de las estrategias fue el de asignarle un nombre comercial. La otra estrategia fue la de colocar carteles ubicados en la carretera y en la entrada de la finca, como se puede ver en la Figura No. 10 y No. 11, no solo con el objeto de promocionar la tilapia blanca, sino también para promocionar la granja y sus servicios.



Figura No. 10. Cartel promocional ubicado sobre la carretera al Puerto de Iztapa Km 118.



Figura No. 11. Cartel promocional ubicado en la entrada de la finca Faro.

3.3.2. Capacitación a productores y gente interesada en piscicultura

3.3.2.1. Actividades programadas

Para realizar las capacitaciones de los grupos programados, estas se organizaron en dos módulos. El módulo 1 consistió en la parte teórica del cultivo intensivo de tilapia con una presentación utilizando ilustraciones y vocabulario sencillo para que la información fuera comprensible para todas las personas.

Temas desarrollados en módulo 1:

- ◆ Como seleccionar el sitio de cultivo.
- ◆ Construcción de estanques.
- ◆ Como implementar un sistema de biofiltración.
- ◆ Uso de aireación artificial a través de blowers, para intensificar los cultivos.
- ◆ Distintos diseños de estanques de producción intensiva de tilapia.
- ◆ Preparación del estanque
- ◆ Fertilización.
- ◆ Siembra.
- ◆ Alimentación.
- ◆ Reproducción y producción intensiva de crías de tilapia.
- ◆ Masculinización de crías de tilapia utilizando 17-alfametil testosterona, sales no esteroideas y producción de machos genéticos.
- ◆ Sistemas de cosecha.
- ◆ Factores financieros a tomar en cuenta para montar una granja intensiva de tilapia.
- ◆ Enfermedades.
- ◆ Estrategias de alimentación.
- ◆ Como llevar controles y tablas biométricas.

La segunda parte de las capacitaciones se desarrollaron en el módulo 2, en donde se realizaron prácticas de campo en la finca Faro, para poder enseñar las diferentes técnicas del cultivo intensivo de tilapia y para que haya un mejor entendimiento de lo enseñado en la teoría en el modulo 1. En este recorrido por la finca se demostró físicamente las distintas técnicas de cultivo intensivo de tilapia con reutilización el agua a través del uso de biofiltros. Además se dio una plática de todas las actividades que se realizan en esta granja entre estas:

- Producción intensiva de crías de tilapia.
- Estrategias de alimentación.
- Siembra de alevines en engorde.
- Técnicas de muestreo en engorde.
- Despacho de pescado fresco.
- Limpieza y desinfección de estanques.
- Limpieza y desinfección de equipo de cosecha.
- Medidas de prevención y corrección de enfermedades.

3.3.2.2. Grupos capacitados

Para la conformación del primer grupo a participar en la capacitación, se contó con el apoyo de la Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura (UNIPESCA), en donde a través del Lic. Luis López, se contactó al grupo PESA (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria), FAO, de Jutiapa que consta de 20 integrantes. Con ellos se desarrollo el módulo 1 el día 28 de mayo en el municipio de Jutiapa. Ya que este grupo de personas era numeroso, este módulo se dividió en dos presentaciones la primera con gente de Los Amates, Jutiapa, (ver Figura No. 12), y la segunda con gente de

Pampacaya, Jutiapa, (ver Figura No. 13). Estas dos presentaciones se desarrollaron en el mismo día.



Figura No. 12. Desarrollo del módulo 1 de la capacitación a Grupo PESA de Los Amates, Jutiapa y Las Ventanas, Jutiapa.



Figura No. 13. Desarrollo del módulo 1 de la capacitación a Grupo Pesa de Pampacaya, Jutiapa.

El día 3 de junio se recibió la visita en la granja Faro del grupo Pesa, para desarrollar el módulo 2 de la capacitación (ver Figura No. 14).



Figura No. 14. Visita a finca Faro del Grupo Pesa de Jutiapa para el desarrollo del módulo 2.

El segundo Grupo programado para capacitar fue la Asociación Integral Santa Isabel, Puerto San José, con 15 integrantes. El día 10 de junio se realizó la presentación de los módulos 1 y 2 en el parcelamiento Santa Isabel, Parcela 80 calle el cedro, ubicación de la finca de esta asociación. Estos dos módulos se desarrollaron en el transcurso de la mañana, (ver Figuras No. 15, No. 16 y No. 17).



Figura No. 15. Desarrollo del módulo 1 en Asociación Integral Santa Isabel, Puerto San José.



Figura No. 16. Desarrollo del módulo 2 en Asociación Integral Santa Isabel, Puerto San José, demostrando técnicas de muestreo.



Figura No. 17. Desarrollo del módulo 2 en Asociación Integral Santa Isabel, Puerto San José, demostrando técnicas de sexado manual.

3.4. Actividades realizadas no programadas

Se trabajó con productores del área de Candelaria, Monterrico, los cuales llegaron por iniciativa propia a la finca Faro para pedir apoyo técnico en sus cultivos. A continuación se describen los grupos beneficiados con este apoyo técnico y las actividades realizadas:

- Cooperativa las Quéchas: el día 17 de mayo se transportaron al estanque de esta cooperativa, ubicado en el Km. 21 $\frac{1}{2}$, carretera a Monterrico, la cantidad de 3,400 alevines. Se dio capacitación en aclimatación en la siembra, técnicas de muestreo y alimentación, (ver Figura No. 18).



Figura No. 18. Capacitación a Cooperativa las Quéchas ubicado en el Km. 21 $\frac{1}{2}$, carretera a Monterrico.

- Grupo Atitán: el día 7 de junio se transportaron 7,000 alevines al estanque ubicado en pueblo Atitán, Puerto de Iztapa, Escuintla. Se brindó una capacitación en técnicas de siembra y aclimatación, así como de estrategias de alimentación, (ver Figura No. 19).



Figura No. 19. Capacitación a Grupo Atitán, ubicado en la aldea Atitán, Puerto de Iztapa, Escuintla.

- Capacitación a productores del área de Candelaria Monterrico: el día 9 de junio se reunió a un grupo de 5 productores de tilapia del área de esta región. La capacitación se llevo a cabo en el área de producción de uno de los participantes en esta reunión, ubicada en el Km. 19 carretera a Monterrico. Los puntos tratados fueron estrategias de alimentación y uso de tablas biométricas, (ver Figura No. 20).



Figura No. 20. Capacitación a Grupo de productores del área de Candelaria Monterrico.

3.5. Resultados

Los resultados obtenidos a través de la realización de este programa de extensión acuícola son satisfactorios tanto para las comunidades beneficiadas, como para la empresa Faro, S.A. De acuerdo a los parámetros de evaluación que se establecieron dentro del plan de servicios del EPS, se puede decir que se ha alcanzado el cumplimiento del 100% de los objetivos planteados.

En lo que respecta a las comunidades, se han beneficiado a más de 60 personas, a través de las capacitaciones han podido mejorar sus técnicas de cultivo haciendo viable la actividad de piscicultura. Otro beneficio ha sido incentivar el cultivo de tilapia en el área de Candelaria, Monterrico, a través de la práctica de la extensión acuícola incrementando el número de productores de 2 a 6 áreas de cultivo. Adicionalmente se verán beneficiados

los comerciantes de pescado ya que tendrán un producto disponible durante todo el año.

En lo que respecta al trabajo realizado en la empresa Faro, S.A., se cumplió con el 100% de los objetivos, así también se resolvieron los problemas detectados en el diagnóstico ya que se logró introducir la tilapia blanca al mercado con gran aceptación, así también, actualmente se manejan registros de engorde con tablas biométricas teniendo así una producción más ordenada y pudiendo evaluar con estas tablas también costos por alimentación. Tomando también en cuenta que la producción intensiva de crías incrementó un 400% al ajustar las poblaciones de reproductores e introduciendo refugios. Así mismo las ventas de alevines tuvieron un incremento, a través de la campaña de promoción utilizando vallas publicitarias.

El desarrollo del programa de extensión acuícola ha sido beneficioso para las comunidades de Candelaria, Monterrico y Puerto de Iztapa, ya que además de servir para capacitar directamente a los productores, los pobladores que consumen pescado se beneficiaran con una oferta de un producto de alta calidad, así también además ha permitido estrechar los lazos de comunicación entre la empresa y la comunidad.

3.6.Recomendaciones

A la empresa Acuicultura Faro, S.A., continuar con las capacitaciones a productores piscícolas y gente interesada en esta actividad, ya que es una forma en que la empresa logra establecer lazos con la comunidad y productores, tomando en cuenta que además de los beneficios que ésta brinda a la comunidad es un puente de comunicación entre las dos partes y puede traer más beneficios a la empresa.

A los productores que se beneficiaron con este programa de extensión acuícola, continuar con su participación activa dentro de las diversas actividades que se realizan para difundir la producción de tilapia entre estas foros, charlas, talleres, etc.

PARTE IV

4. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Título de la Investigación

DETERMINACIÓN DE HEMBRAS Y MACHOS DE LA ESPECIE *Oreochromis niloticus*, EN ETAPAS JUVENILES, A PARTIR DE SU LONGITUD TOTAL.

4.2. Introducción

Actualmente la acuicultura se presenta como una nueva alternativa de producción en el sector agropecuario, con excelentes perspectivas, sin embargo, es necesario generar información en este campo que optimice los sistemas de producción y transformación de las especies acuícolas. Para ello, estudios como este, presentan un aporte para mejorar las técnicas tanto en la producción como en el servicio de las granjas piscícolas que se dedican a producir alevines de tilapia y engorde.

El cultivo de tilapia ha tenido un gran auge en la acuicultura ya que es una especie que posee muchas características deseadas tales como un buen factor de conversión alimenticia, resistencia a enfermedades, resistencia a mala calidad del agua, buenos rendimientos en cultivos intensivos, una carne magra y de excelente calidad, fácil manejo, etc. Por estas razones es importante mantener una buena producción de semilla tanto en calidad genética, como en el servicio brindado por las granjas productoras de alevines. Es por eso que investigaciones como esta son de suma relevancia ya que aportan un valioso conocimiento en cuanto a la eficiencia en el engorde y mantener cultivos monosexo, pronosticando desde las etapas juveniles las proporciones de sexos de tilapia.

4.3. Justificación

La determinación de la diferencia de tamaños en ambos sexos de la especie *Oreochromis niloticus*, en sus etapas juveniles, es de enorme importancia para adquirir mas conocimiento del que ya se tiene acerca de la biología general de la especie .

Se puede agregar que con esta información los productores de alevines se pueden dar una primera idea de su eficiencia de producción de machos desde las fases juveniles de esta especie, dejando claro que esta investigación no pretende proponer una metodología de producción de alevines machos, sino un método para evaluar los sistemas de producción de alevines machos ya sea por reversión sexual ó machos genéticos.

Por otro lado, el poder determinar los sexos antes de las fases de madurez sexual tiene su aplicación primordial en estimar las proporciones de sexos que se tienen en una población determinada y así poder realizar una separación de sexos antes de que se comience a presentar la reproducción, así también puede ser una forma de evaluación visual y rápida para estimar la eficiencia de producción de alevines machos en las granjas especializadas.

4.4. Objetivos

4.4.1. Objetivo general:

Determinar si existe una diferenciación de tamaños entre sexos de la especie *Oreochromis niloticus*, en sus etapas juveniles.

4.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar si se presenta una diferencia de tamaño entre hembras y machos en la especie *Oreochromis niloticus*, en sus etapas juveniles.
- Establecer el sexo de los alevines por método de tinción de papila genital.

4.5. Hipótesis

Existe una diferencia de tamaños entre machos y hembras de la especie *Oreochromis niloticus*, en sus etapas juveniles.

4.6. Marco referencial

4.6.1. Reseña histórica de la especie

La tilapia es un pez Teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia Cichlidae. Originario de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento.

Es un pez de buen sabor y rápido crecimiento, se puede cultivar en estanques y en jaulas, soporta altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno y es capaz

de utilizar la productividad primaria de los estanques, y puede ser manipulado genéticamente.

Actualmente se cultivan con éxito unas diez especies. Como grupo las tilapias representan uno de los peces más ampliamente producidos en el mundo. Las especies más cultivadas son *Oreochromis aureus*, *O. niloticus* y *O. mossambicus* así como varios híbridos de esta especie. La menos deseable es la *O. mossambicus* a pesar de que fue la primera especie en distribuirse fuera de África; tanto la *O. aureus* como la *O. niloticus* crecen más rápido y alcanzan un mayor tamaño que la *O. mossambicus* y se reproducen en mayor número. La tilapia roja es un híbrido proveniente de líneas mejoradas partiendo de las cuatro especies más importantes del género *Oreochromis*.

Las especies parentales del híbrido son: *Oreochromis aureus*, *O. niloticus*, *O. mossambicus* y *O. urolepis hornorum*. Por estar emparentadas entre sí, sus comportamientos reproductivos y alimenticios son similares. El desarrollo de este híbrido permitió obtener muchas ventajas sobre otras especies, como alto porcentaje de masa muscular, filete grande, ausencia de espinas intramusculares, crecimiento rápido, adaptabilidad al ambiente, resistencia a enfermedades, excelente textura de carne y una coloración de muy buena aceptación en el mercado (ALICORP, 2005).

4.6.2. Biología de la especie.

- Rango de pesos adultos: 1 000 a 3 000 gramos.
- Edad de madurez sexual: Machos (4 a 6 meses), hembras (3 a 5 meses).
- Número de desoves: 5 a 8 veces/ año.
- Temperatura de desove: rango 25 a 31°C.

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

4.6.3. Reproducción y alevinaje.

4.6.3.1. Selección de reproductores.

Las tilapias presentan un comportamiento reproductivo muy particular. Los machos eligen el sitio de desove. Construyen el nido en forma de batea y defiende el área con movimientos agresivos, el cual es limpiado constantemente esperando atraer a una hembra, la cual después del cortejo deposita los huevos en el nido. El macho la sigue inmediatamente expulsado el esperma en la cercanía de los huevos para su fecundación. Una vez fertilizados los huevos son recogidos y colocados en la boca de la hembra para su incubación, la que tiene una duración de 3 a 6 días dependiendo de la temperatura del agua. Para la reproducción de la tilapia se recomienda una temperatura de 28 a 31°C.

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.

Estos animales deben ser levantados en lotes con condiciones superiores a los demás. El porcentaje de proteína debe estar cercano al 32% para que tenga el desarrollo corporal adecuado al momento de alcanzar la etapa reproductiva.

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.

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 el ancho del cuerpo.
- Tener cabeza pequeña y redonda.
- Poseer buena conformación corporal (buen filete, cabeza pequeña, pedúnculo caudal corto, etc.).
- Libre de toda malformación.
- Ser cabezas de lote y estar sexualmente maduro.
- Poseer buena coloración y en el caso de la tilapia roja estar libre de manchas (ALICORP, 2005).

4.6.3.2. Estanques de reproducción.

Deben tener un área entre 500 y 1,500 m³ para facilitar la recolección de alevines y la cosecha. Para asegurar una producción alta y constante, es importante monitorear con frecuencia parámetros como oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos.

Los estanques pueden ser exteriores e interiores. Generalmente se emplean estanques exteriores para las fases de maduración de reproductores y

desove. Los estanques interiores se utilizan para los procesos de reversión y pre - cría y son cubiertos con algún tipo de plástico para mantener la temperatura constante.

En los estanques de reproducción es necesario tener sistemas de protección utilizando mallas contra predadores naturales, como aves, para evitar la depredación de camadas y ataques a reproductores adultos (ALICORP, 2005).

4.6.3.3. Apareamiento de reproductores.

Para obtener una buena producción de larvas se recomienda emplear una proporción de 1.5 a 2 machos por 3 hembras, sin exceder 1.0 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. Alcanzar más de 200-300 alevines efectivos por hembra/ ciclo es difícil y requiere un manejo muy selectivo (trabajo genético eficiente en los parentales) (ALICORP, 2005).

4.6.3.4. Recolección de semilla.

Se deben recolectar los lotes con una periodicidad máxima de 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 sistemas de redes muy

finas, cucharas de anejo y copos de tela mosquitera, para evitar el maltrato de los alevines y su mortandad.

Luego de sacar los alevines del estanque de reproducción, es necesario separar los reproductores (machos y hembras) en estanques independientes para darles el descanso necesario.

Se deben realizar medidas profilácticas sobre cada uno de los estanques, artes de pesca y utensilios de recolección, para evitar una epidemia por reproductores que han estado enfermos.

Luego de la pesca se debe realizar una selección a través de un tamiz de 8-10 milímetros. Los animales que no logren atravesarlo, se descartan y los que pasen, entran al proceso de reversión (ALICORP, 2005).

4.6.3.5. Proceso de reversión sexual.

Debido a las diferencias de crecimiento entre el macho y la hembra, es necesario que los cultivos de tilapia sean monosexo (mayor porcentaje posible de machos). En la producción de tilapia es posible realizar el cultivo monosexo. El cultivo de sólo machos se recomienda debido a una mayor tasa de crecimiento, una mayor eficiencia en la tasa de conversión de alimento, además, es posible alcanzar tamaños de hasta un kilogramo de peso vivo en un año de producción y un mayor rendimiento de filete. El cultivo mono-sexo se puede lograr de varias formas:

- a. Realizando un sexado manual de los peces al tener un tamaño de 30-50 gramos de peso.
- b. Realizando reversión sexual utilizando alimento con 60 ppm de 17- α -metil-testosterona durante los primeros 30 días de edad. Esta hormona es incluida a través de un vehículo (alcohol) en el alimento,

cuyo nivel de proteína es generalmente alto (45%) y se suministra a razón de un 15% de la biomasa/ día repartido en mínimo 8 raciones.

- c. Realizando producción de híbridos que garantizan reproductores genéticamente manipulados.

La tilapia es sexualmente madura entre los 80 a 100 gramos, o a la edad de 5 a 6 meses y de ahí en adelante puede producir crías cada 4 semanas dependiendo de las condiciones del estanque y de la condición nutricional del reproductor.

A nivel práctico, se ha visto la importancia del estímulo ambiental sobre la reproducción de la tilapia, el cual consiste en una buena calidad del agua; básicamente se requiere una alta productividad primaria, además, para inducir la reproducción se debe eliminar los alevines residentes de camadas anteriores (recolección con mallas), ya que los mismos producen un efecto inhibitorio en las hembras.

De las características genéticas y de la condición nutricional del reproductor va a depender la tasa de crecimiento, la resistencia a las enfermedades y forma del pez adulto. Por lo tanto, se recomienda una selección constante de los reproductores que se utilizarán, así como una dieta especial rica en proteína (35%), con 3.5 a 4% de grasa y una completa premezcla de vitaminas y minerales, con especial interés en el nivel de vitamina C.

Existen cinco factores determinantes en la supervivencia de los alevines, a saber:

- Manipulación. El empleo de mallas suaves es la forma más recomendable de cosechar alevines, dado que evita una manipulación directa y permite un manejo rápido de un gran volumen de animales. Los métodos desde la orilla son los más indicados, pero también se pueden realizar barridas totales de los estanques de reproducción.

- Calidad Físico-Química y Microbiológica de la Fuente de Agua. Desde el punto de vista físico-químico, todas las condiciones críticas en peces adultos son, en la mayoría de los casos mortales para alevines.
- Temperatura del Agua. Debido a que los alevines son altamente termófilos (susceptibles a cambios de temperatura), es necesario mantener un valor que sea constante y que esté por encima de los 26°C. Esto se consigue con la construcción de los estanques de reversión en materiales que almacenen un alto calor específico (tierra) o con el uso de recubrimientos como plástico (sistemas de invernadero) para elevar y mantener una temperatura estable. Los alevines que se mantengan en temperaturas por debajo de los 25°C son susceptibles a inmunosuprimirse y ser atacados por agentes patógenos, aumentando la mortandad.
- Alimentación. Es necesario utilizar un alimento de alto contenido proteico (45%), energético y que sea tamizado para asegurar un consumo uniforme y fácil por parte del alevin. En general, el tamaño de la partícula que se debe suministrar durante el período de reversión debe estar entre los 0.5 y 0.8 milímetros.
- Diseño y Manejo. Los estanques se deben llenar y vaciar fácilmente. Además, se debe evitar la proliferación de algas y la acumulación de sólidos disueltos porque causan problemas en los procesos respiratorios a nivel de branquias.

Los estanques de reversión varían de 200 a 600 m². Lo importante como se anotó anteriormente, es el control de las variables que causan mortandades masivas en los procesos de reversión (temperatura, oxígeno, sólidos y patógenos) (ALICORP, 2005).

4.7. Materiales y métodos

4.7.1. Localización geográfica.

La estación piscícola Faro se encuentra en el Km. 118 Carretera a Puerto de Iztapa, Escuintla, Guatemala.

4.7.2. Metodología

4.7.2.1. Apareamiento de reproductores

Para poder obtener la población deseada de alevines (500), se realizó un apareamiento de 10 reproductoras hembras y 5 machos, estimando que cada hembra podía producir una cantidad de 1.8 crías viables por cada gramo de peso corporal y las hembras a utilizadas tenían un peso promedio de 200 gramos. Esta cantidad de reproductoras hembras esta sobrestimada para asegurar la población deseada de alevines. Los reproductores fueron apareados durante 15 días en un estanque de concreto con una dimensión de 3 metros de ancho x 5 metros de largo x 1 metro de profundidad lo cual da un volumen de agua de 15 m³. Durante los 15 días de apareamiento los reproductores fueron alimentados con alimento balanceado con un 32% de proteína. La ración diaria se calculó en un 2% de la biomasa y se suministraron tres dosis al día a las 9:00, a las 13:00 y a las 16:00 horas; dándoles a cada hora de alimentación un 33% de la totalidad de la ración diaria. Los recambios de agua fueron de un 20% del volumen total del estanque al día.

4.7.2.2. Cosecha de alevines.

Después de cumplidos los 15 días de apareamiento se procedió a cosechar los alevines ya eclosionados, para lo cual se colocó una jaula en la caja de registro del drenaje en donde se colectaron, después se vació el estanque hasta una profundidad de 15 cm luego con una red de mano de 40 cm x 40 cm, con luz de malla de ¼” se retiraron los reproductores para regresarlos a los estanques de descanso. Después se terminó de vaciar por completo el estanque para que todos los alevines quedaran atrapados en la jaula colocada en el drenaje. Por último se retiraron los alevines de la jaula con una red de 7 cm x 15 cm, con luz de malla de 1/16”, se contaron a mano y se capturaron al azar 500 individuos los cuales fueron depositados en un estanque de concreto con la siguiente dimensión 1m x 2m x 1m.

4.7.2.3. Mantenimiento y crecimiento de alevines.

El mantenimiento y crecimiento de los alevines se realizó en un estanque de concreto con un volumen de 2 metros cúbicos. La alimentación se administró *add libitum* con alimento concentrado en harina de 45% de proteína, alimentándolos con una cantidad de alimento que fuera consumido durante diez minutos con frecuencia de alimentación de cada cuatro horas durante las horas luz del día. Las horas de alimentación fueron las siguientes: 8:00, 13:00 y 16:00 horas. Este manejo se realizó durante un periodo de tiempo de 2 ½ meses, ya que después de este tiempo los peces llegaron a su madurez sexual, siguiendo la metodología recomendada por Rodríguez, *et al*, (2001).

4.7.2.4. Sexado manual de los alevines

Luego de la fase de mantenimiento y crecimiento de los alevines durante dos meses y medio, se procedió al sexado manual. Antes de realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos se hizo un pre-muestreo aleatorio del 5% para obtener el tamaño de muestra sobre la población que es de 500 organismos y para la estimación de los dos grupos (organismos grandes y pequeños). A partir de este pre-muestreo se establecieron también los percentiles que delimitaron los grupos de organismos de medidas mayores e inferiores, considerando del percentil 40 de los más pequeños donde se esperó se encontraran las hembras; y del percentil 60 de los que presenten tamaños más grandes donde se esperó encontrar a los machos.

Para medir los organismos se tomó la longitud total en centímetros, con una precisión de 0.1 centímetros al rango inmediato inferior, (ver Figura No. 21). El sexo se determinó utilizando el método de tinción con verde de malaquita en la papila genital, procediendo de la siguiente manera: se sujetó un hisopo, este fue sumergido en verde de malaquita, luego se aplicó el verde de malaquita en la papila genital de los peces muestreados y se observó con una lente lupa para poder reconocer las características fenotípicas de ambos sexos. Todos los datos fueron anotados en una boleta previamente diseñada para facilitar el manejo de la información recopilada en la práctica de campo. Esquema de boleta, (ver Anexo No. 1).



Figura No. 21. Medición de longitud total de la especie *O. niloticus* .

4.7.2.5. Métodos estadísticos

Se realizó un pre-muestreo aleatorio del 5% para obtener el tamaño de muestra sobre la población que es de 500 organismos, para lo cual se usó la siguiente fórmula, recomendada por Sparre y Veneman, 1997.

$$n = \left[\frac{t_{n-1} * S}{\varepsilon * \bar{x}} \right]^2$$

A partir del pre-muestreo se estableció el tamaño de la muestra a emplear en el experimento, siendo esta de 85 organismos, empleando un límite de confianza del 95% y un error máximo de 0.05.

Posteriormente se analizaron las distribuciones de frecuencias de tallas para machos y hembras, para determinar la normalidad en las mismas por medio de una prueba de Chi².

Luego se procedió a comparar las muestras por medio de una prueba de t de Student, para determinar si estas son semejantes o no. (H₀, M=H) o (H_a, M≠H).

4.7.3. Recursos

Físicos:

- Un estanque de concreto con la siguiente dimensión 1m x 2m x 1m, teniendo así 2m³.
- Un estanque de concreto con la siguiente dimensión 3m x 10m x 1m, teniendo 15m³.

Humanos:

- Investigador: T.U.A. Jorge Mario Ruano Azurdia.
- Asesor: Lic. Manuel Ixquiac.

Biológicos:

- 500 alevines de tilapia

Equipo:

- 2 cubeta plástica de 15 galones
- 1 cinta métrica
- 1 recipiente plástico de 1 galón
- 1 red de 7cm x 15cm, con luz de malla de 1/16''
- 1 red de mano de 40cm x 40cm, con luz de malla de 1/4''
- 1 calculadora científica
- 1 lupa 100X

Insumos:

- 10 libras de concentrado en harina 50% de proteína
- 100 hisopos
- 50ml de azul de metileno

4.8. Resultados y discusión de resultados

La muestra total fue de 85 individuos, de los cuales 45 fueron machos y 40 hembras. En la muestra de organismos machos, se obtuvo una longitud total mínima de 6.0 centímetros y una máxima de 9.0 centímetros; en tanto que en la de hembras una mínima de 3.5 centímetros y una máxima de 7.7 centímetros.

Al apreciar los percentiles en el Cuadro No.1, se puede comprobar la diferencia entre las longitudes en cm. de los machos y hembras.

Cuadro No. 1. Longitud total (cm.) para las muestras de macho (M), hembras (H) y percentiles.

| Percentil | Longitud Total (cm.) M | Longitud Total (cm.) H |
|-----------|------------------------|------------------------|
| 0 | 6.0 | 3.5 |
| 0.25 | 7.4 | 4.8 |
| 0.5 | 7.8 | 5.5 |
| 0.75 | 8.3 | 6.1 |
| 1 | 9.0 | 7.7 |

Para analizar la normalidad entre las dos distribuciones de tallas para machos y hembras se corrió una prueba de χ^2 para cada distribución, se observó que para machos presentaba una distribución normal $P < 0.05$, (Prueba de χ^2) sesgada en dirección negativa ($g_1 = 0.572$) y una forma leptocurtica ($g^2 = 1.28$). La distribución de las frecuencias de talla para hembra también presentó una distribución normal $P < 0.05$, (Prueba de χ^2) sesgada en dirección positiva ($g = 0.611$) y presenta una forma leptocurtica ($g_2 = 1.366$). En la figura 22 se observan las frecuencias de longitud total entre machos y hembras, así mismo se demuestra el sesgo presentado en cada una de las distribuciones.

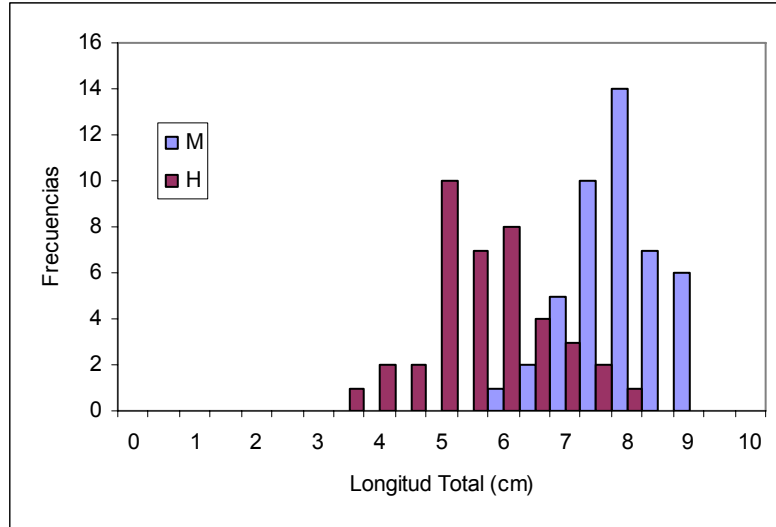


Figura No. 22. Frecuencias de la longitud total en cm. de las muestras.

Luego de comprobar que las distribuciones presentaban una normalidad en ambas se procedió a comparar las muestras por medio de una prueba de t de Student, presentada en el Cuadro No. 2, por medio de la cual se comprobó que las dos distribuciones eran diferentes ($t < 0.05$), rechazando la hipótesis nula ($H_0, M=H$).

Como se puede apreciar en el cuadro No. 2, los promedios de longitud total entre machos y hembras muestran una diferencia marcada siendo los machos los que presentan mayor longitud que las hembras. Así también se muestra la desviación Standard y el número de muestra.

Cuadro No. 2. Promedios de longitud total, desviación Standard (Ds) y número de hembras (H) y machos (M) muestreados (n).

| | M | H |
|------------|------|-----------|
| Promedio | 7.76 | 5.52 |
| Ds | 0.71 | 0.98 |
| N | 45 | 40 |
| Proporción | 52.9 | 47.1 |
| T | | 3.503E-20 |
| P | | 1.000 |
| Ho | | M=H |
| Ha | | M≠H |

4.9. Conclusiones

En las distribuciones de la medida de la longitud total entre hembras y machos de la especie *Oreochromis niloticus*, en etapa juvenil, se denota una diferencia significativa en tallas, rechazando de esta forma la Ho (M=H).

Sí existe una diferencia significativa de tallas entre hembras y machos de la especie *Oreochromis niloticus*, en su etapa juvenil, presentando los machos mayor talla que las hembras.

4.10. Recomendaciones

Utilizar la metodología generada en esta investigación (observación de tallas para la diferenciación de sexos en la especie *Oreochromis niloticus*, en etapas juveniles), únicamente para obtener una estimación de la eficiencia de producción de crías machos.

Correr una prueba similar a la realizada en esta investigación, utilizando como método de sexado de crías cortes histológicos de gónadas, además de la técnica de tinción de gónada con azul de metileno, utilizado en esta investigación.

5. CONCLUSIONES GENERALES DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Este ejercicio profesional supervisado además de cumplir con la misión de la Universidad de San Carlos de retribuir al pueblo de Guatemala por el mantenimiento de la universidad, permitió que el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura estableciera vínculos con la Empresa FARO,S.A., lo cual podría brindar la oportunidad a más estudiantes de la carrera de acuicultura de aprender sobre el cultivo intensivo en aguas cerradas de tilapia y las condiciones actuales de la piscicultura en el país.

Es posible realizar EPS's en empresas privadas cumpliendo con los requerimientos del CEMA y la USAC, sirviendo a la comunidad guatemalteca y a la vez brindando a los epeistas la oportunidad de tener experiencias reales de trabajo profesional.

6. RECOMENDACIONES GENERALES DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, continuar con los lazos de comunicación establecidos con la Empresa FARO S.A., para poder tener la oportunidad de que sus estudiantes conozcan más sobre piscicultura intensiva y tener experiencias en el sector productivo del país.

Al Programa de EPS y la Coordinación Académica del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, continuar con una política abierta que permita a sus estudiantes realizar EPS's en empresas privadas que tengan compromisos con la sociedad, ya que esto les brinda a los epevistas además de la oportunidad de trabajar por la comunidad, la experiencia real de trabajar en el campo de la utilización de los recursos hidrobiológicos.

A la empresa FARO S.A., continuar con los proyectos establecidos.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. ALICORP. 2005. Manual de crianza de tilapia (en línea). Perú. Consultado 15 set. 2005. Disponible en [http:// www.alicorp.pe](http://www.alicorp.pe).
2. Faro. 2005. Presentación de la empresa (en línea). Guatemala. Consultado 31 may. 2005. Disponible en <http://www.faro.com.gt>.
3. Franco, A. 1998. Reversión sexual de tilapia roja *Oreochromis mossambicus*, utilizando hormona masculinizante. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 35 p.
4. Guerra, S; Guerra, A. 2004. Evaluación de las principales fincas de reproducción de semilla reversada de tilapia (*Oreochormis, sp*) en Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 30 p.
5. Rodríguez, H. 2001. Fundamentos de acuicultura continental. Colombia, INPA. P. 283 – 298
6. Steel J; Torrie M. 1988. Bioestadística principios y procedimientos. México, Mc.Graw Hill. P. 140 – 160.

8. ANEXO

| Guatemala 16 de julio del 2005 | | |
|--------------------------------|-------------|------|
| Muestra # | Long. Total | Sexo |
| 1 | 7.9 | M |
| 2 | 6.5 | H |
| 3 | 8.9 | M |
| 4 | 8 | M |
| 5 | 5.9 | H |
| 6 | 7.7 | H |
| 7 | 7 | M |
| 8 | 7.9 | M |
| 9 | 4.6 | H |
| 10 | 8.5 | M |
| 11 | 6 | H |
| 12 | 5.2 | H |
| 13 | 7.8 | M |
| 14 | 6.2 | H |
| 15 | 4 | H |
| 16 | 7.9 | M |
| 17 | 8.2 | M |
| 18 | 7.4 | M |
| 19 | 6 | M |
| 20 | 6.5 | M |
| 21 | 5.5 | H |
| 22 | 4.7 | H |
| 23 | 5.9 | H |
| 24 | 7 | M |
| 25 | 8.3 | M |
| 26 | 8 | M |
| 27 | 8.6 | M |
| 28 | 9 | M |
| 29 | 6.7 | H |
| 30 | 5.3 | H |
| 31 | 7.2 | M |
| 32 | 7.5 | M |
| 33 | 8.9 | M |
| 34 | 8.4 | M |
| 35 | 5.8 | H |
| 36 | 4.2 | H |
| 37 | 4 | H |
| 38 | 7.7 | M |
| 39 | 6.8 | M |
| 40 | 7.2 | M |
| 41 | 5.9 | H |
| 42 | 3.5 | H |
| 43 | 7.5 | M |
| 44 | 7.8 | M |
| 45 | 7.3 | M |
| 46 | 7.7 | M |

| | | |
|----|-----|---|
| 47 | 6.9 | H |
| 48 | 7.5 | M |
| 49 | 7.8 | M |
| 50 | 8.5 | M |
| 51 | 8.9 | M |
| 52 | 7.5 | M |
| 53 | 7.2 | H |
| 54 | 6.6 | H |
| 55 | 6.4 | H |
| 56 | 6.9 | M |
| 57 | 7.4 | H |
| 58 | 8.5 | M |
| 59 | 8 | M |
| 60 | 8.6 | M |
| 61 | 8.5 | M |
| 62 | 6 | H |
| 63 | 6.7 | M |
| 64 | 5.1 | H |
| 65 | 4.6 | H |
| 66 | 5.5 | H |
| 67 | 4.9 | H |
| 68 | 6.3 | M |
| 69 | 6 | H |
| 70 | 5.2 | H |
| 71 | 5.8 | H |
| 72 | 5 | H |
| 73 | 4.7 | H |
| 74 | 6.4 | H |
| 75 | 7.5 | M |
| 76 | 8 | M |
| 77 | 8 | M |
| 78 | 7.8 | M |
| 79 | 4.5 | H |
| 80 | 4.9 | H |
| 81 | 4.6 | H |
| 82 | 4.8 | H |
| 83 | 5.5 | H |
| 84 | 5 | H |
| 85 | 7.5 | M |

Anexo No.1. Tabla de resultados.

Tabla de alimentación (Cultivo semiintensivo - intensivo).

| Edad (semanas) | Peso promedio (gramos) | Crecimiento diario (gramos/ día) | Alimento diario (% de peso) | Conversión Alimenticia |
|-------------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 0 | 1 | | 15 | 0.83 |
| 1 | 3 | 0.27 | 10 | 0.85 |
| 2 | 5 | 0.27 | 8 | 0.85 |
| 3 | 7 | 0.34 | 5.8 | 0.86 |
| 4 | 10 | 0.36 | 5.7 | 0.90 |
| 5 | 13 | 0.46 | 5.5 | 0.90 |
| 6 | 17 | 0.58 | 5.1 | 0.90 |
| 7 | 22 | 0.71 | 5.1 | 0.91 |
| 8 | 29 | 0.93 | 5.0 | 0.95 |
| 9 | 37 | 1.14 | 4.5 | 0.98 |
| 10 | 46 | 1.29 | 4.3 | 0.98 |
| 11 | 56 | 1.51 | 4.2 | 1.00 |
| 12 | 69 | 1.79 | 4.1 | 1.03 |
| 13 | 83 | 2.07 | 4.0 | 1.03 |
| 14 | 100 | 2.43 | 4.0 | 1.10 |
| 15 | 120 | 2.85 | 3.5 | 1.15 |
| 16 | 140 | 2.86 | 3.4 | 1.15 |
| 17 | 162 | 3.14 | 3.2 | 1.25 |
| 18 | 184 | 3.14 | 2.9 | 1.25 |
| 19 | 207 | 3.29 | 2.8 | 1.26 |
| 20 | 231 | 3.43 | 2.6 | 1.28 |
| 21 | 256 | 3.57 | 2.4 | 1.28 |
| 22 | 282 | 3.71 | 2.3 | 1.28 |
| 23 | 309 | 3.85 | 2.2 | 1.30 |
| 24 | 337 | 4.0 | 2.1 | 1.37 |
| 25 | 355 | 4.0 | 1.9 | 1.37 |
| 26 | 393 | 4.0 | 1.8 | 1.37 |
| 27 | 422 | 4.14 | 1.7 | 1.37 |
| 28 | 451 | 4.14 | 1.6 | 1.37 |
| 29 | 480 | 4.14 | 1.5 | 1.34 |
| 30 | 509 | 4.14 | 1.4 | 1.34 |
| 31 | 538 | 4.14 | 1.4 | 1.35 |
| 32 | 567 | 4.14 | 1.4 | 1.45 |
| 33 | 596 | 4.14 | 1.3 | 1.47 |
| 34 | 629 | 4.14 | 1.3 | 1.49 |
| 35 | 654 | 4.14 | 1.2 | 1.49 |
| 36 | 683 | 4.14 | 1.1 | 1.65 |

Anexo No.3. Tabla para ración diaria de alimento.