

Universidad de San Carlos de Guatemala

-USAC-

Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

-CEMA-

## Trabajo de Graduación



Presentado Por

**T.A. Susana Alejandra Hernández Castillo**

Para otorgarle el título de Licenciada en Acuicultura

Guatemala, mayo de 2007

Universidad de San Carlos de Guatemala

-USAC-

Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

-CEMA-

## Trabajo de Graduación



# Informe Final del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en Molino Santa Ana, ubicado en la Ciudad de Guatemala y en Finca Santa Elena ubicada, en Escuintla



Presentado Por

**T.A. Susana Alejandra Hernández Castillo**

Para otorgarle el título de Licenciada en Acuicultura

Guatemala, mayo de 2007

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

**CONSEJO DIRECTIVO**

PRESIDENTE	M.Sc. Pedro Julio García Chacón
COORDINADOR ACADEMICO	M.Sc. Carlos Salvador Gordillo García
SECRETARIO	M.V. Ángel Salomón Medina Paz
REPRESENTANTE DOCENTE	M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón
REPRESENTANTE DEL COLEGIO DE MEDICOS VETERINARIOS Y ZOOTECNISTAS	Licda. Estrella de Lourdes Marroquín Guerra
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES	T.A. Manoel Cifuentes Marckwordt T.A. Julián Américo Sikahall Prado



El Ing. Agr. Pedro Julio García Chacón, Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- después de conocer el dictamen favorable del Ing. Carlos Gordillo, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación del estudiante universitario **Susana Alejandra Hernández Castillo** titulado ***“Informe Final del Ejercicio Profesional Supervisado en Molino Santa Ana, ubicado en la ciudad de Guatemala y en Finca Santa Elena ubicada en Escuintla.”***, da por este medio su aprobación a dicho trabajo. **IMPRIMASE.**

Guatemala, Abril del 2,007

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

**Ing. Agr. Pedro Julio García Chacón**  
**DIRECTOR**



## **AGRADECIMIENTOS**

*Toda buena dádiva y todo don perfecto viene de lo alto, desciende del Padre de las luces, con el cual no hay cambio ni sombra de variación.*

Santiago 1:17

Cada una de las cosas que recibimos provienen de Dios y estoy conciente que las personas que están a nuestro alrededor, El las ha puesto para enseñarnos de distintas maneras, es por eso que quiero dar gracias a:

Dios, por lo que me ha dado, porque sé y estoy segura que todo lo que he recibido proviene de Su mano y que en Su amor y misericordia ha bendecido mi vida.

Mis padres, quienes con amor y dedicación han sabido cuidarme, proveyéndome de las herramientas educativas, económicas, emocionales y espirituales para salir adelante.

Universidad de San Carlos de Guatemala y Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, por haberme dado la oportunidad de prepararme académicamente.

Molino Santa Ana, fue la empresa que me permitió ser parte de ella durante el período del EPS y culminar mi carrera profesional.

Finca Santa Elena, quienes me dieron la oportunidad de ejercer mi carrera en el cultivo de tilapia.

Personal de Molino Santa Ana y Finca Santa Elena, me recibieron con cordialidad y compañerismo, en especial a Sandra y Amarilis quienes trabajaron conmigo en Finca Santa Elena durante 8 meses.

Personal de trabajo y alumnos de Escuela La Ceiba, ya que junto conmigo desempeñaron un papel importante durante el EPS permitiéndome ser parte de su formación como estudiantes.

Pequeños productores de la zona del Pacífico-Centro, por haberme dado la oportunidad de ser parte de su equipamiento como productores de tilapia.

Lic. Santiago Yee, por ayudarme con su experiencia en el campo de la acuicultura enseñándome nuevos sistemas y técnicas de cultivo.

Zooc. Rodrigo Batres, quien amplió mis conocimientos compartiendo bases sobre cultivos de animales de granja.

Lic. Luis Franco, por su asesoría durante el proyecto de investigación realizado en el EPS.

M.V. Salomón Medina, porque durante 5 años de carrera me apoyó y me brindó su mano en todo momento.

Licda. Olga Sánchez, por haber colaborado en la redacción y estructuración de este informe.

Mis compañeros de estudio del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA- porque formaron parte de mi vida durante este tiempo.

A todas las personas que de una u otra manera se vieron envueltos en el transcurso de mi carrera y fueron una mano amiga en los buenos y malos momentos.

## DEDICATORIA

*...pero a Dios gracias, que nos da la victoria por medio de nuestro Señor  
Jesucristo.*

1Corintios 15:57

Sabiendo que las palabras no retribuyen todo lo que he recibido hasta este momento y que mi logro no es producto de un trabajo personal, sino del esfuerzo de personas que han sabido cuidarme y guiarme, dedico mi éxito a:

Dios, antes que todas las cosas, porque cuando nadie daba nada por mí, El dio a Su Hijo Jesús para perdón de mis pecados y sé y estoy segura que Su diestra siempre me ha sostenido y me sostendrá.

Mi padre, Alex Hernández, nunca dudó en darme la oportunidad de estudiar y me impulsó a luchar por mis sueños, enseñándome a tener valor y coraje para alcanzar las metas que Dios ha puesto delante de mí, no permitiéndome desfallecer en el camino.

Mi madre, Patricia de Hernández, porque me ha acompañado siempre, consolándome en los momentos de dificultad y disfrutando los momentos de felicidad a mi lado, por ser una buena amiga.

Mis hermanos, Bárbara y Francisco, ya que juntos hemos crecido y disfrutado de cada etapa de nuestras vidas, sé que hoy se alegran conmigo y en su corazón son parte de mi logro.

En especial a mi abuelo, Alberto Hernández, quien un día tuvo el valor de luchar por alcanzar sus sueños abriendo el camino que hoy me permite estar aquí, y aunque sé que ya no puede compartir mi alegría, bendigo a Dios porque me permitió tenerlo durante 10 años de mi vida.

## RESUMEN

La búsqueda de actividades que generen ingresos ha llevado a distintos grupos de guatemaltecos a iniciarse en la ejecución de actividades acuícolas; sin embargo, la falta de conocimiento técnico especializado en el área, ha provocado que muchos de ellos desistan y en algunos casos, que continúen pero sin lograr un buen porcentaje de rentabilidad. Los especialistas del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura buscan resolver o mejorar estas condiciones, es por ello que se realizan dos actividades básicas dentro de las comunidades en donde se desarrolla el Ejercicio Profesional Supervisado, la extensión y la investigación.

La extensión se enfocó en la conservación de los recursos naturales y la tecnificación de sistemas acuícolas en pequeños productores, velando por el desarrollo de una acuicultura sustentable. Se trabajó con tres grupos de pequeños productores de tilapia, a quienes se les instruyó en el manejo de los controles básicos de un cultivo; se implementó el manejo y control de un cultivo de tilapia en un sistema semi-intensivo alto y se trabajó en una empresa productora de alimentos para animales, colaborando en la producción de alimento para tilapia.

La investigación se basó en la evaluación de una dieta comercial para tilapia, un alimento completo producido a nivel nacional, la dieta comercial cuenta con tres fases de proteína, evaluando la de inicio y la de crecimiento, la prueba se realizó en un sistema de cultivo semi-intensivo alto, en la primera se obtuvo un factor de conversión alimenticio de 1:1 con un incremento diario de 1.5 gramos por pez, la segunda fase brindó un factor de conversión alimenticio de 1.5:1 y el incremento fue de 2 gramos por día por pez.

Tanto en el área de extensión como en la de investigación se lograron los objetivos planteados.



## **ABSTRACT**

Different groups of Guatemalans have started aquaculture activities, in order to find other sources to improve their economy, nevertheless, the lack of specialized technical knowledge in the area, has been the reason why many of them stop and in some cases, that they keep going without obtaining a good economic rentability. The students in the Professional Supervised Practice (Ejercicio Profesional Supervisado) of the Centro de Estudios del Mar y Acuicultura look for a way to solve or to improve these conditions, for that reason two basic activities of investigation and extension were developed within the communities where the practice was executed.

The extension activities were focused in the natural resources conservation and the automation of aquaculture systems of small producers, looking for the development of a sustainable aquaculture. Three groups of small producers of tilapia were instructed in the handling of a culture's basic controls; the handling and control of tilapia culture in a high semi-intensive system was implemented. Additional work was carried out in an animal feed producing company, collaborating in the production of tilapia feeds.

The main purpose of the investigation was to evaluate a commercial diet for tilapia produced in Guatemala. The company produces tilapia feeds with three levels of protein, the beginning and growth phases were evaluated, the project was carried out in a high semi-intensive system, in the beginning phase, a nutritional conversion factor of 1:1 with a daily increase of 1,5 grams by fish, was obtained; the feed for the growth phase resulted in a conversion factor of 1.5:1 and the increase in weight was of 2 grams per day by fish. Both in the extension area as in the investigation the objectives were achieved.

## INDICE

Inciso	Página
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	2
<b>1. DIAGNÓSTICO</b> .....	3
<b>1.1. Molino Santa Ana, S.A.</b> .....	3
1.1.1. Localización .....	3
1.1.2. Historia .....	3
1.1.3. Misión .....	4
1.1.4. Visión .....	4
1.1.5. Organización .....	4
1.1.6. Logo Empresa .....	5
1.1.7. Logos de Productos .....	5
1.1.8. Descripción de Productos .....	5
1.1.9. Ventas .....	7
1.1.10. Manuales y Normas .....	7
<b>1.2. Escuintla</b> .....	8
1.2.1. Historia .....	8
1.2.2. Geografía .....	10
1.2.3. Política .....	15
1.2.4. Social .....	15
1.2.5. Municipio de Escuintla .....	16
<b>1.3. Finca Santa Elena</b> .....	23
1.3.1. Ubicación .....	23
1.3.2. Organización .....	24
1.3.3. Infraestructura de Zona de Cultivo de Tilapia .....	24
1.3.4. Fuente de Agua .....	27
1.3.5. Canal de Agua .....	28
1.3.6. Manejo de Cultivo .....	29
<b>1.4. Escuela Oficial Rural Mixta “La Ceiba”</b> .....	31
1.4.1. Ubicación .....	31
1.4.2. Organización .....	31
1.4.3. Aulas .....	32
1.4.4. Alumnos .....	32
1.4.5. Infraestructura .....	33
1.4.6. Condición Física Actual de la Escuela .....	34
<b>2. PROGRAMA DE EXTENSIÓN</b> .....	35
<b>2.1. Introducción</b> .....	36
<b>2.2. Objetivos</b> .....	37
<b>2.3. Docencia</b> .....	38
2.3.1. Escuela “La Ceiba” .....	38
2.3.2. Talleres de Capacitación Acuícola .....	42
<b>2.4. Asesorías</b> .....	45
2.4.1. Finca Santa Elena .....	46
2.4.2. Molino Santa Ana .....	64

2.4.3. Proyecto Pesquimar .....	65
2.4.4. Proyecto Jairo .....	67
2.4.5. Proyecto Doña Lupe .....	68
<b>2.5. Conclusiones de Programa de Extensión .....</b>	<b>69</b>
<b>2.6. Recomendaciones de Programa de Extensión .....</b>	<b>70</b>
<b>3. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: DETERMINACIÓN DE LA</b>	
<b>EFICIENCIA DE UN ALIMENTO COMERCIAL PARA TILAPIA</b>	
<b>CON 32% Y 38% DE PROTEÍNA CRUDA .....</b>	<b>71</b>
<b>3.1. Introducción .....</b>	<b>72</b>
<b>3.2. Objetivos .....</b>	<b>73</b>
<b>3.3. Antecedentes .....</b>	<b>74</b>
<b>3.4. Marco teórico .....</b>	<b>75</b>
3.4.1. Historia .....	75
3.4.2. Actualidad .....	75
3.4.3. La Tilapia .....	76
3.4.4. Consideraciones Sobre la Calidad del Alimento .....	88
3.4.5. Condiciones y Parámetros de Cultivo .....	88
<b>3.5. Materiales y Métodos .....</b>	<b>91</b>
3.5.1. Generalidades .....	91
3.5.2. Materiales .....	92
3.5.3. Métodos .....	93
<b>3.6. Resultados y Discusión de Resultados .....</b>	<b>98</b>
3.6.1. Adaptación .....	98
3.6.2. Fase de Inicio .....	98
3.6.3. Fase de Crecimiento .....	100
3.6.4. Evaluación Económica .....	103
3.6.5. Figuras de Incremento en Peces Evaluados .....	105
<b>3.7. Conclusiones .....</b>	<b>107</b>
<b>3.8. Recomendaciones .....</b>	<b>108</b>
<b>III. CONCLUSIONES GENERALES DEL EPS .....</b>	<b>109</b>
<b>IV. RECOMENDACIONES GENERALES DEL EPS .....</b>	<b>110</b>
<b>V. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>111</b>
<b>VI. ANEXO .....</b>	<b>113</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
<b>Cuadro No. 1</b> Venta de productos de Molino Santa Ana .....	7
<b>Cuadro No. 2</b> Extensión territorial por municipio de Escuintla .....	11
<b>Cuadro No. 3</b> Indicadores de mercado de trabajo del municipio de Escuintla .....	17
<b>Cuadro No. 4</b> Distribución de mano de obra .....	18
<b>Cuadro No. 5</b> Distribución lingüística del Municipio de Escuintla .....	19
<b>Cuadro No. 6</b> Escuelas y centros educacionales .....	19
<b>Cuadro No. 7</b> Colegios y centros privados .....	20
<b>Cuadro No. 8</b> Nivel de escolaridad a partir de los 7 años de edad .....	20
<b>Cuadro No. 9</b> Causas de inasistencia escolar .....	21
<b>Cuadro No. 10</b> Tipos de vivienda .....	21
<b>Cuadro No. 11</b> Calidad del agua del río Guacalate .....	28
<b>Cuadro No. 12</b> Distribución de alumnos por grado escolar en Escuela La Ceiba .....	33
<b>Cuadro No. 13</b> Distribución inicial de tanques .....	46
<b>Cuadro No. 14</b> Distribución hecha en el mes de marzo .....	47
<b>Cuadro No. 15</b> Requerimientos de proteína para tilapia .....	79
<b>Cuadro No. 16</b> Requerimientos de aminoácidos para tilapia .....	79
<b>Cuadro No. 17</b> Premix de vitaminas recomendado para tilapia .....	82
<b>Cuadro No. 18</b> Requerimiento de minerales para tilapia .....	83
<b>Cuadro No. 19</b> Diámetros de pellet recomendados para tilapia .....	84
<b>Cuadro No. 20</b> Efectos del oxígeno en el cultivo de tilapia .....	88
<b>Cuadro No. 21</b> Comportamiento productivo en engorde de tilapia utilizando alimento de 38% de proteína cruda .....	99
<b>Cuadro No. 22</b> Estadística descriptiva para variables zoométricas evaluadas en alimento de 38%PC .....	100
<b>Cuadro No. 23</b> Comportamiento productivo en engorde de tilapia utilizando alimento de 32% de proteína cruda .....	101
<b>Cuadro No. 24</b> Estadística descriptiva para variables zoométricas evaluadas en alimento de 32%PC .....	101
<b>Cuadro No. 25</b> Costos de alimento por fase de alimentación .....	103
<b>Cuadro No. 26</b> Porcentaje de inversión económica por fase de alimentación .....	104
<b>Cuadro No. 27</b> Porcentaje de alimento requerido por fase .....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
<b>Figura No. 1</b> Ubicación Molino Santa Ana .....	3
<b>Figura No. 2</b> Organigrama de gerencia de Molino Santa Ana .....	5
<b>Figura No. 3</b> Logo de Molino Santa Ana .....	5
<b>Figura No. 4</b> Logo de producto para mascotas .....	5
<b>Figura No. 5</b> Logo de producto para cerdos, caballos, conejos, aves, tilapia, ganado vacuno .....	5
<b>Figura No. 6</b> Ubicación del Departamento de Escuintla .....	10
<b>Figura No. 7</b> Municipios de Escuintla .....	11
<b>Figura No. 8</b> Ríos de Escuintla .....	12
<b>Figura No. 9</b> Vista general de la zona de cultivo de tilapia .....	23
<b>Figura No. 10</b> Ubicación finca Santa Elena .....	23
<b>Figura No. 11</b> Ubicación de los tanques .....	24
<b>Figura No. 12</b> Desfogue de los tanques .....	25
<b>Figura No. 13</b> Canal de desfogue de los tanques .....	25
<b>Figura No. 14</b> Blower .....	26
<b>Figura No. 15</b> Mangueras para aireación .....	26
<b>Figura No. 16</b> Entrada de agua a los tanques .....	27
<b>Figura No. 17</b> Río Guacalate .....	27
<b>Figura No. 18</b> Canal de agua .....	28
<b>Figura No. 19</b> División del agua del canal .....	29
<b>Figura No. 20</b> Tubo que va hacia la hidroeléctrica .....	29
<b>Figura No. 21</b> Tubo que va hacia el reservorio .....	29
<b>Figura No. 22</b> Especies sembradas .....	29
<b>Figura No. 23</b> Escuela “La Ceiba” .....	31
<b>Figura No. 24</b> Ubicación Escuela “La Ceiba” .....	31
<b>Figura No. 25</b> Aulas de Escuela “La Ceiba” .....	31
<b>Figura No. 26</b> Croquis de Escuela La Ceiba .....	33
<b>Figura No. 27</b> Módulo 2 de Escuela “La Ceiba” .....	34
<b>Figura No. 28</b> Niños del Kinder en el área de bodega .....	34
<b>Figura No. 29</b> Techos de aula rotos y en mal estado .....	34
<b>Figura No. 30</b> Techo de aula en mal estado, ocasionando entrada de sol total .....	34
<b>Figura No. 31</b> Baños de niños .....	34
<b>Figura No. 32</b> Baños de niñas .....	34
<b>Figura No. 33</b> Alumnos en el área de salón de usos múltiples .....	34
<b>Figura No. 34</b> Acto cívico en Escuela La Ceiba .....	38
<b>Figura No. 35</b> Niños con bolsas de basura para reciclaje .....	39
<b>Figura No. 36</b> Separación de basura reciclable .....	39
<b>Figura No. 37</b> Cartel utilizado para clase de Recursos Naturales .....	40
<b>Figura No. 38</b> Celebración del día de las madres .....	40
<b>Figura No. 39</b> Celebración del día del niño .....	41

<b>Figura No. 40</b>	Sorpresas preparadas para los niños de Escuela La Ceiba .....	41
<b>Figura No. 41</b>	Maestra de sexto primaria recibiendo caja de sorpresas ..	41
<b>Figura No. 42</b>	Grupo de asociadas "Estrella Maris" .....	42
<b>Figura No. 43</b>	Grupo de asociados PESQUIMAR .....	43
<b>Figura No. 44</b>	Estanque de cultivo de tilapia de PESQUIMAR .....	43
<b>Figura No. 45</b>	Capacitación de BPM a representantes de APABE .....	44
<b>Figura No. 46</b>	Capacitación en Molino Santa Ana .....	44
<b>Figura No. 47</b>	Asistentes a plática sobre cultivo de pargo .....	45
<b>Figura No. 48</b>	Situación original de cultivo de tilapia .....	46
<b>Figura No. 49</b>	Separación de peces por tallas a los cuatro meses .....	47
<b>Figura No. 50</b>	Cambio de numeración en los tanques .....	48
<b>Figura No. 51</b>	Proceso de ejecución de muestreo inicial .....	49
<b>Figura No. 52</b>	Proceso de ejecución de muestreo mejorado .....	49
<b>Figura No. 53</b>	Forma de alimentación .....	50
<b>Figura No. 54</b>	Cubeta de alimento por tanque .....	50
<b>Figura No. 55</b>	Vaciado de los tanques .....	51
<b>Figura No. 56</b>	Separación por tallas para venta .....	52
<b>Figura No. 57</b>	Toma de datos en cuaderno de muestreos .....	53
<b>Figura No. 58</b>	Implementación de normas de seguridad .....	55
<b>Figura No. 59</b>	Proceso de siembra .....	56
<b>Figura No. 60</b>	Cosecha .....	57
<b>Figura No. 61</b>	Despacho a minoristas .....	58
<b>Figura No. 62</b>	Despacho a consumidor final .....	58
<b>Figura No. 63</b>	Blowers .....	59
<b>Figura No. 64</b>	Pozo de agua .....	59
<b>Figura No. 65</b>	Bodega de alimento .....	59
<b>Figura No. 66</b>	Entrada de agua del pozo al reservorio .....	60
<b>Figura No. 67</b>	Planta de energía eléctrica .....	60
<b>Figura No. 68</b>	Revisión de controles escritos del cultivo .....	60
<b>Figura No. 69</b>	Agua del río en época lluviosa .....	61
<b>Figura No. 70</b>	Manchas rojas con leves hemorragias, indicador de presencia de enfermedades .....	62
<b>Figura No. 71</b>	Tratamiento utilizado para septicemia hemorrágica .....	63
<b>Figura No. 72</b>	Alimento dañado por la humedad .....	63
<b>Figura No. 73</b>	Alimento de Molino Santa Ana a la izquierda, alimento de la competencia a la derecha .....	64
<b>Figura No. 74</b>	Tilapias engordadas con alimento de Molino Santa Ana ..	65
<b>Figura No. 75</b>	Muestreo de peso en proyecto Pesquimar .....	66
<b>Figura No. 76</b>	Estanques de Proyecto Jairo .....	67
<b>Figura No. 77</b>	Ejecución de muestreos en Proyecto Jairo .....	67
<b>Figura No. 78</b>	Proyecto Doña Lupe .....	68
<b>Figura No. 79</b>	Oreochromis sp. ....	75
<b>Figura No. 80</b>	Algunas especies observadas en cultivos de tilapia en Guatemala .....	76
<b>Figura No. 81</b>	Boca abierta de una tilapia .....	77
<b>Figura No. 82</b>	Cultivo de tilapia en sistema semi-intensivo alto .....	91

<b>Figura No. 83</b>	Vista superficial de los tanques utilizados para la prueba .	92
<b>Figura No. 84</b>	Aireación por tanque .....	94
<b>Figura No. 85</b>	Muestreo de peso .....	94
<b>Figura No. 86</b>	Alimentación de tilapias .....	95
<b>Figura No. 87</b>	Tilapias de 350 gramos promedio .....	96
<b>Figura No. 88</b>	Tilapias alimentándose .....	98
<b>Figura No. 89</b>	Curva de crecimiento de alimento evaluado contra curva hipotética de crecimiento de tilapia .....	102
<b>Figura No. 90</b>	Peso promedio de 33.66 grms. ....	105
<b>Figura No. 91</b>	Peso promedio de 59.64 grms. ....	105
<b>Figura No. 92</b>	Peso promedio de 78.68 grms. ....	105
<b>Figura No. 93</b>	Peso promedio de 96.55 grms. ....	105
<b>Figura No. 94</b>	Peso promedio de 124.68 grms. ....	105
<b>Figura No. 95</b>	Peso promedio de 146.26 grms. ....	105
<b>Figura No. 96</b>	Peso promedio de 164.43 grms. ....	106
<b>Figura No. 97</b>	Peso promedio de 186.49 grms. ....	106
<b>Figura No. 98</b>	Peso promedio de 244.44 grms. ....	106
<b>Figura No. 99</b>	Peso promedio de 267.86 grms. ....	106
<b>Figura No. 100</b>	Peso promedio de 316.07 grms. ....	106
<b>Figura No. 101</b>	Peso promedio de 327.78 grms. ....	106

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo No. 1</b>	Hoja de registro biométrico
<b>Anexo No. 2</b>	Boleta de reporte de venta
<b>Anexo No. 3</b>	Organigrama general de Molino Santa Ana
<b>Anexo No. 4</b>	Hoja de reporte mensual de población de peces
<b>Anexo No. 5</b>	Manual de cultivo de tilapia utilizado en talleres
<b>Anexo No. 6</b>	Procedimiento de ¿Cómo hacer un muestreo?
<b>Anexo No. 7</b>	Manual de Tilapia de Molino Santa Ana
<b>Anexo No. 8</b>	Bifoliar de Tilapia de Molino Santa Ana

## I. INTRODUCCIÓN

El Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA- ha velado por formar profesionales integrales, que contribuyan con sus conocimientos al desarrollo del país y capaces de desempeñarse con éxito en el ámbito profesional.

El alumno debe cumplir para finalizar su carrera con una fase denominada “Ejercicio Profesional Supervisado” durante la cual aplicará los conocimientos científicos y humanísticos adquiridos. Es necesario que ésta se realice dentro del país y que se enfoque hacia, la ejecución de un proyecto de investigación y el desarrollo de un área de extensión.

La práctica es llevada a cabo en distintos lugares, a cada estudiante se le asigna un área específica, en este caso se realizó en Molino Santa Ana ubicado en la Ciudad de Guatemala y en Finca Santa Elena ubicada en Escuintla.

El proyecto de investigación se basó en la evaluación de un alimento comercial de tilapia, el cual tiene un precio más bajo que otros del mercado, reflejando que el crecimiento obtenido no se aleja de curvas esperadas en cultivos de la especie, considerándose un alimento eficaz para la engorda de éstas.

Como parte de la extensión se hizo conciencia sobre, el manejo de los recursos naturales y el desarrollo sustentable de la acuicultura, generándose en los pequeños productores una mentalidad de conservación.



## **II. OBJETIVOS**

### **II.i Objetivo General**

Aplicar los conocimientos adquiridos durante 5 años de formación universitaria en el área de acuicultura, abarcando todas las ramas de la carrera posibles y creando bases sólidas para la producción acuícola del país.

### **II.ii Objetivos Específicos**

II.ii.i Coadyuvar en el fomento y desarrollo de la acuicultura en pequeños productores e incentivar a los pobladores guatemaltecos hacia la conservación de su entorno natural.

II.ii.ii Contribuir al mejoramiento de las condiciones socio-económicas de los pequeños productores de tilapia generando información que les permita contar con alternativas económicas de alimentación para peces.

## 1. DIAGNOSTICO

El EPS (Ejercicio Profesional Supervisado) se realizó en la empresa Molino Santa Ana, S.A.; sin embargo, debido a que su ubicación es dentro de la ciudad de Guatemala, las áreas de extensión e investigación se ejecutaron en el departamento de Escuintla y municipio del mismo nombre; por lo tanto, el diagnóstico se encuentra dividido en cuatro secciones, las cuales describen cada uno de los lugares en donde se trabajó.

### 1.1 Molino Santa Ana, S.A.

#### 1.1.1 Localización

La empresa Molino Santa Ana, S.A. se encuentra ubicada dentro de la Ciudad de Guatemala en la 24 Avenida 19-05 zona 12, interior (Figura No. 1).



**Figura No. 1** Ubicación Molino Santa Ana

#### 1.1.2 Historia

Molino Santa Ana se inició en la elaboración de alimentos para animales en 1968, empezando con alimentos para ganado lechero y de engorde. A lo largo de su

trayectoria han acumulado amplia experiencia en el campo de la nutrición animal ampliando la diversidad de sus productos.

Actualmente han incrementado sus ventas y han expandido la promoción de sus productos a casi todo el territorio guatemalteco, siendo su estrategia de venta en la mayoría de sus productos, sus buenos precios.

### 1.1.3 Misión

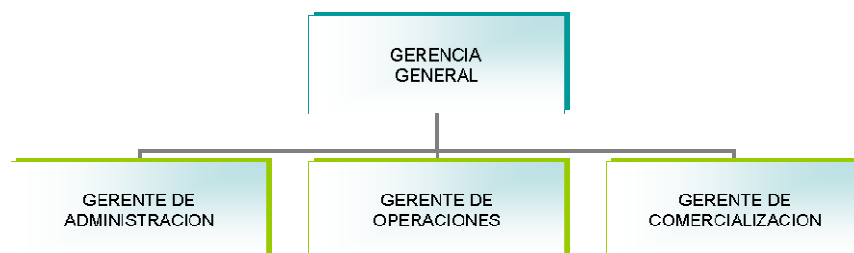
Molino Santa Ana ha creado una misión para su empresa, la cual es: “Fabricar y comercializar alimentos balanceados para animales de la más alta calidad, elaborados con las mejores materias primas y la mejor tecnología para garantizar excelentes resultados en los animales y brindar un buen servicio a nuestros clientes”.

### 1.1.4 Visión

Al igual que la misión, ellos también cuentan con una visión que consiste en: “Posicionar a Molino Santa Ana, S.A. como la empresa líder en la comercialización de Alimentos Balanceados para Animales, en la región de Centro América y El Caribe, proporcionando a nuestros clientes excelente servicio y productos de alta calidad, vanguardistas e innovadores, que satisfagan sus necesidades y superen sus expectativas.”

### 1.1.5 Organización

Molino Santa Ana, es una empresa familiar, está constituida por un padre de familia y sus tres hijos, juntos se encuentran a cargo del manejo de la empresa. Dentro de la cabeza principal de la empresa, se observa una gerencia general (padre de familia), gerencia administrativa (hija mayor), gerencia de operaciones (segundo hijo), y finalmente gerencia de comercialización (tercer hijo) (Figura No. 2).



**Figura No. 2** Organigrama de gerencia de Molino Santa Ana

Bajo estas tres gerencias se rige todo el manejo de la empresa, cada uno de los hijos tiene a su cargo un área y un personal asignado (Anexo No. 3).

### 1.1.6 Logo Empresa



**Figura No. 3** Logo de Molino Santa Ana

### 1.1.7 Logos de Productos



**Figura No. 4** Logo de productos para cerdos, caballos, conejos, aves, tilapia, ganado vacuno.



**Figura No. 5** Logo de productos para mascotas

### 1.1.8 Descripción de Productos

- **Alimento para Lechones:** Poseen tres fases de alimento, las cuales son presentaciones micropelletizadas, diseñadas para obtener bajo nivel de desperdicio y minimizar problemas digestivos y diarreas mecánicas.

- **Alimento para Cerdos de Engorde:** Se vende en presentación de harina y peletizado, el cual es más digerible, se provoca menos desperdicio y menos problemas de enfermedades respiratorias.
- **Alimento para Ganado de Leche y Carne:** Se presentan dos opciones de alimento, una destinado para ganado lechero y el otro destinado para ganado de engorde cada uno en presentación de distintos porcentajes de proteína.
- **Alimento para Conejos:** El alimento para conejo es en presentación única, el cual es peletizado, completo y balanceado.
- **Alimento para Perros:** Alimento para cachorros y perros adultos.
- **Alimento para Aves:** Se vende en presentaciones de harina y granulados.
- **Alimento para Caballos:** Es un alimento peletizado.
- **Alimento para Tilapia:** El alimento de tilapia es elaborado con un proceso de extrusión, el cual ayuda a la digestibilidad del mismo por los organismos. La empresa aún no se ha desarrollado ampliamente en la rama; sin embargo, cuenta con dos fases de alimento para la venta:
  - **Tilapia crecimiento:** Este alimento tiene un diámetro de 5 mm y el porcentaje de proteína que incluye es de 32%, se utiliza en organismos de los 100 gramos a los 350 gramos promedio.
  - **Tilapia engorde:** Es un alimento para engorde o un finalizador, el cual posee un diámetro de 5 mm y un 28% de proteína, para tilapias de los 350 gramos hacia arriba.

Además, cuentan con un bifoliar que expone las características generales de su producto y da recomendaciones básicas sobre alimentación a tilapias.

### 1.1.9 Ventas

Algunos de los productos de Molino Santa Ana se exportan a países cercanos; sin embargo, la mayoría de los productos son comercializados a nivel nacional (Cuadro No. 1).

**Cuadro No. 1** Venta de productos de Molino Santa Ana

<b>VENTA DE PRODUCTOS</b>	
<b>PAIS</b>	<b>PRODUCTOS</b>
Guatemala	Todos los productos Del Corral, para Mascotas, para peces y para ganado.
El Salvador	Del Corral Conejo, Terry, Super Can, Super Can Cachorro
Honduras	Super Can y Super Can Cachorro
Nicaragua	Terry, Super Can y Super Can Cachorro
Rep. Dominicana	Terry, Super Can y Super Can Cachorro

### 1.1.10 Manuales y Normas

La empresa cuenta con varios manuales de control, los cuales especifican la normativa de la planta de proceso y de las oficinas, dentro de los cuales se encuentran:

➤ **Normas Básicas para Prevención de Riesgos Laborales**

Este manual fue elaborado por el Ingeniero Pablo José Avalos Paiz, del departamento de Control de Calidad y Seguridad Industrial, es utilizado para regir el manejo de los accidentes dentro del laboratorio, planta de proceso de alimentos y área de oficinas, aspectos que deben de tomarse en cuenta para evitar que los mismos sucedan, la forma correcta de utilización de máquinas tanto de oficina como de planta, aspectos a considerar al manejar un vehículo o motocicleta y posiciones correctas para trabajar.

### ➤ **Manual de Seguridad Industrial**

El manual de seguridad industrial se refiere a la forma de identificar los riesgos posibles y la manera de manejarse. Dentro de los puntos que se marcan se encuentran:

- Uso de equipo adecuado para la permanencia en el área de proceso.
- Uso de distinto tipo de extintores según el origen del incendio.
- Normas de Seguridad según áreas específicas, las cuales comprende:
  - ✓ producción
  - ✓ empaque
  - ✓ bodega, materia prima y producto terminado
  - ✓ oficinas
  - ✓ taller

### ➤ **Manual de Control de Calidad**

El área de control de calidad es considerada como el pilar fundamental del manejo y funcionamiento de la empresa, fue elaborado para definir los parámetros de calidad de las materias primas y del producto terminado, la materia prima no puede ser recibida, si no se han elaborado las pruebas necesarias, y el producto terminado, ser vendido si no cumple con los requerimientos básicos establecidos. Además presenta las boletas e informes que deben presentarse cada vez que se hace una inspección de materia prima, producto terminado y procesos de fabricación (peletizado y extrusado).

## **1.2 Escuintla**

### 1.2.1 Histórica

#### **➤ Primeros Pobladores**

El nombre Escuintla proviene de voces pipiles cuyo significado es “cerro de perros”, dada la abundancia de tepezcuintles en el lugar, animales que en aquel entonces fueron confundidos con canes por los conquistadores españoles (MINECO, 2005).

Originalmente, Escuintla estuvo habitado por los pipiles, pueblo proveniente del altiplano mexicano que emigró hacia el sur de Meso-América utilizando el territorio escuintleco como paso. Sin embargo, algunos se quedaron en el lugar al percatarse de la riqueza proverbial de sus tierras, que lo hacen ser un departamento vital para la economía del país. Adicionalmente a los anteriores, existen vestigios de presencia de la cultura Olmeca (MINECO, 2005).

Desde el arribo de los españoles en el Siglo XVI, se inició la catequización de los habitantes por parte de los franciscanos. Una vez establecido formalmente el régimen colonial, se dividió el territorio en dos áreas que fueron Guazacapán y Escuintla propiamente dichas, partición íntimamente asociada a los repartimientos (MINECO, 2005).

Finalmente, tras la independencia del país la Asamblea Constituyente del nuevo Estado de Guatemala creó en 1825 siete departamentos, entre ellos el de Guatemala/Escuintla. Catorce años más tarde el nuevo cuerpo legislativo separó a las dos jurisdicciones departamentales, por lo que Escuintla logró su conformación definitiva en 1839 (MINECO, 2005).

#### **➤ Costumbres y Tradiciones**

El proceso histórico y su desarrollo socioeconómico, han hecho que Escuintla sea propicio para el surgimiento y permanencia de tradiciones de tipo occidental muy antiguas, pero que también conservan el sustrato de la ancestral población indígena en varios municipios de Escuintla (INE, 2005).

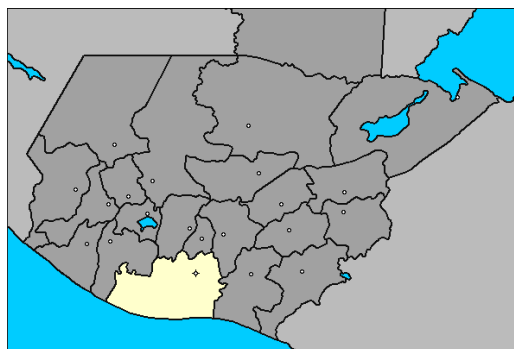


Los cuentos de animales son abundantes en todo el departamento, tales como el Tío Conejo, Tío Coyote y otros animales como la taltuza, tacuacines, caballos y toros maravillosos revestidos de oro que cuidan el encanto de los cerros y las tomas de agua (INE, 2005).

## 1.2.2 Geografía

### ➤ Localización

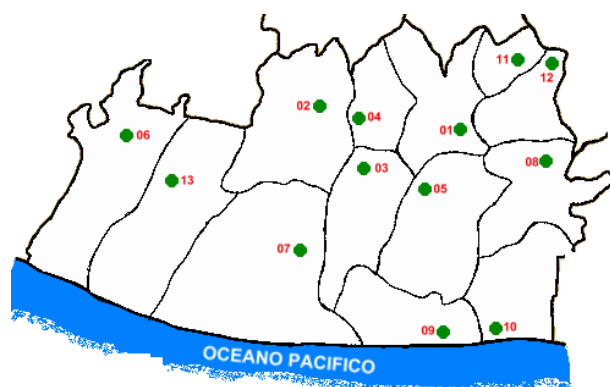
El Departamento de Escuintla se encuentra situado en la región V o región central de la República de Guatemala, su cabecera departamental es Escuintla, limita al norte con los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala; al sur con el océano Pacífico; al este con Santa Rosa; y al oeste con Suchitepéquez (Figura No. 6) (INE, 2005).



**Figura No. 6** Ubicación del Departamento de Escuintla

Se ubica en la latitud 14°18'03" y longitud 90°47'08", y cuenta con una extensión territorial de 4,384 kilómetros cuadrados. El monumento de elevación se encuentra en la cabecera departamental, a una altura de 346.91 metros sobre el nivel del mar por lo que generalmente su clima es cálido en casi todo su territorio. Su cabecera se encuentra a una distancia de 58 kilómetros de la ciudad capital (INE, 2005).

La jurisdicción departamental comprende 13 municipios cuya extensión territorial es la siguiente (Figura No. 7 y Cuadro No. 2):



**Figura No. 7** Municipios de Esquintla

**Cuadro No. 2** Extensión territorial por municipio de Esquintla

MUNICIPIOS DE ESCUINTLA		
No.	MUNICIPIO	EXTENSION (Km <sup>2</sup> )
1	Esquintla	332
2	Santa Lucia Cotzumalguapa	432
3	La Democracia	320
4	Siquinalá	168
5	Managua	448
6	Tiquisate	338
7	La Gomera	640
8	Guanagazapa	220
9	San José	280
10	Iztapa	328
11	Palín	88
12	San Vicente Pacaya	236
13	Nueva Concepción	554

➤ **Fisiografía**

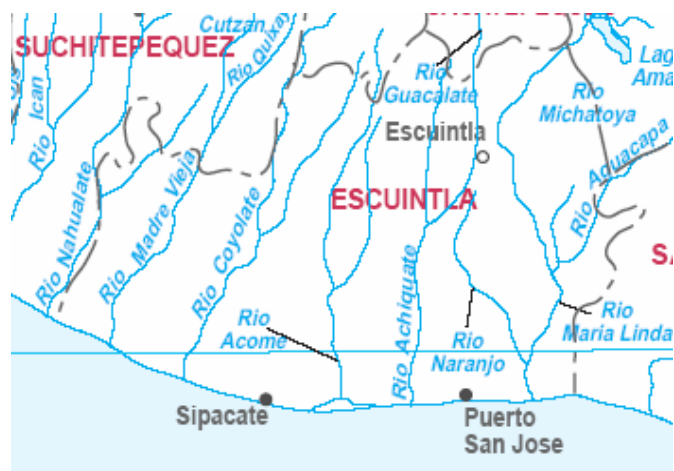
En lo que respecta al tipo de suelo, la zona central y sur del departamento está constituida de material arcilloso que forma zonas fangosas y pantanosas; en el sector cercano a la costa y al norte la mayoría de suelo está constituido de material volcánico (MINECO, 2005).

Este departamento tiene dos áreas topográficas. En la primera sobresale la sierra Madre, la cual posee conos volcánicos entre los cuales destaca el volcán de Pacaya. Además, posee serranías complicadas y elevadas crestas, altiplanicies, desfiladeros y barrancos profundos, cráteres y lagunas; y la segunda, es conformada por una planicie que termina en el océano Pacífico, la cual es llamada Costa Grande (MINECO, 2005).

### ➤ Hidrografía

El Departamento de Escuintla es irrigado por la vertiente de varios ríos, dentro de los cuales están (Figura No. 8) (MINECO, 2005):

- ✓ Michatoya
- ✓ Guacalate
- ✓ María Linda
- ✓ El Naranjo
- ✓ Coyolate
- ✓ Nahualate
- ✓ Madre Vieja
- ✓ Acomé
- ✓ Achiguate



**Figura No. 8** Ríos de Escuintla

Estos ríos desembocan en el océano Pacífico. Recorren grandes extensiones del departamento, por lo que sus tierras son fértiles y muy aptas para las actividades agropecuarias. En este departamento se forma el canal de Chiquimulilla el cual facilita la comunicación con el departamento de Santa Rosa. Asimismo, existen algunas lagunas dentro de su territorio como la de Tecojate, Quitasombrero, Los Patos y Sipacate (MINECO, 2005).

- **Agua superficial:** Durante la estación lluviosa, moderadas cantidades de agua dulce están disponibles. Estas cantidades se vuelven pequeñas durante la estación seca, de noviembre a abril. El río Naranjo y otros, que drenan Escuintla, están severamente contaminados con desechos orgánicos, biológicos y químicos debido a la inadecuada disposición de éstos en la ciudad de Guatemala (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, 2000).

El agua de salobre a salina en áreas relativamente pequeñas bordeando el océano Pacífico es abundante todo el año, localizada en pantanos costeros, lagunas y ciénagas (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, 2000).

- **Agua subterránea:** Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea son los acuíferos aluviales que se extienden de noroeste a sudeste a lo largo del departamento. La espesura aluvial en el departamento alcanza hasta los 200 metros. Las producciones de 18 pozos en la planicie aluvial de la costa del Pacífico es de 10 a 50 litros por segundo con un promedio de producción de 20 litros por segundo (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, 2000).

Localmente, las producciones están en el rango de 35 a 95 litros por segundo con capacidades específicas de aproximadamente 2 litros por segundo por metro. Estos acuíferos aluviales también son apropiados para pozos de bombas de mano y tácticos (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, 2000).

Muy pequeñas a muy grandes cantidades de agua dulce están disponibles localmente provenientes de acuíferos volcánicos. Sin embargo, pendientes empinadas, densa vegetación y condiciones inestables del suelo impiden el acceso (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, 2000).

### ➤ **Clima**

El clima que predomina en la mayor parte del departamento es cálido, registrándose temperaturas entre 21° y 34° C promedio en la mayoría de los municipios, a excepción de los municipios de Palín, San Vicente Pacaya y parte de Guanagazapa, cuya región montañosa ya se considera del altiplano, donde se registran temperaturas entre 15° y 24°C promedio. Se observa una precipitación pluvial abundante durante los meses de mayo a octubre, mientras que en los meses de noviembre a abril se considera una época seca, aunque hay lluvias esporádicas; la humedad se encuentra en el 80% (MINECO, 2005).

### ➤ **Zonas de Vida Vegetal**

En Escuintla se pueden apreciar claramente dos zona de vida vegetal: la zona bh-S(c) que es bosque húmedo sub-tropical cálido y la zona bmh-S(c) que es bosque muy húmedo sub-tropical cálido (INE, 2005).

### ➤ **Uso Actual del Suelo**

La calidad de sus suelos constituye una de las riquezas más grandes, por lo que su economía se basa en la explotación agropecuaria. Destacan cultivos de caña de azúcar, algodón, café, frutas de clima cálido, granos básicos, legumbres, plátanos y plantas de forraje como el sorgo. También es importante la crianza de ganado vacuno, equino y porcino, cuya producción se dedica principalmente a la exportación (MINECO, 2005).

### ➤ **Capacidad Productiva de la Tierra**

En Escuintla predominan 3 niveles que son: el nivel I, que son tierras cultivables con ninguna o pocas limitaciones, aptas para el riego, con topografía plana, productividad alta, con buen nivel de manejo (MINECO, 2005).

El nivel II consta de tierras cultivables con pocas limitaciones, aptas para el riego, con topografía plana, ondulada o suavemente inclinada, alta productividad, manejo moderadamente intensivas (MINECO, 2005).

El nivel III que abarca las tierras cultivables sujetas a medianas limitaciones, aptas para el riego con cultivos muy rentables, con topografía plana, ondulada o suavemente inclinada, productividad mediana con prácticas intensivas de manejo (MINECO, 2005).

### 1.2.3 Política

#### ➤ **Gobierno**

El gobernador cumple con las funciones que debe de desempeñar en salud, educación, infraestructura, ambiente y seguridad.

#### ➤ **Economía**

La calidad de sus suelos constituye una de las riquezas más grandes del país, por lo que su economía se basa en el aspecto agropecuario, destacando principalmente el cultivo de la caña de azúcar, algodón, café, variedad de frutas de clima cálido, granos básicos, legumbres, plátanos, bananos y plantas de forraje como el sorgo (MINECO, 2005).

La crianza del ganado vacuno ocupa grandes extensiones territoriales, siendo éste de buena calidad, ya que la mayor parte es designada para la exportación. Incluye además la crianza de ganado equino y porcino (MINECO, 2005).

La agroindustria se manifiesta con grandes ingenios azucareros como beneficios de café y arroz, y desmotadoras de algodón, también fábricas de papel, cartón, licoreras, aceites de citronela y té de limón (MINECO, 2005).

### 1.2.4 Social

#### ➤ **Salud**

Las causas de morbilidad se encuentran estrechamente relacionadas con las causas de muerte, siendo la infección respiratoria, el parasitismo intestinal y el síndrome diarreico agudo, las tres principales para Escuintla.

En el área existen hospitales, casas de salud, policlínicas, laboratorios radiológicos, laboratorios químico-biológicos.

➤ **Vivienda**

La cantidad y tipo de viviendas que se observa en el municipio de Escuintla es el siguiente, de las cuales 18,072 cuentan con agua entubada:

Urbanas	20,228
Rurales	8,350

➤ **Seguridad**

El municipio de Escuintla cuenta con 1 comisaría de la policía nacional civil, la cual posee 200 agentes en el área. La policía municipal no tiene una comisaría, aunque existen 30 agentes operando.

➤ **Infraestructura Vial**

La infraestructura vial de Escuintla es de 821 kilómetros equivalentes al 5.9% del total nacional, de éstos 258 pertenecen a carreteras centroamericanas, 60 a las rutas nacionales y 503 a las departamentales (MINECO, 2005).

➤ **Infraestructura en Energía Eléctrica**

Escuintla cuenta con el mayor número de fuentes de generación de energía de toda la República. En total suman 15 de las 39 existentes en todo el país.

### 1.2.5 Municipio de Escuintla

➤ **Localización**

La cabecera departamental se encuentra a una altura de 346.91 metros sobre el nivel del mar (MINECO, 2005). Cuenta con 2 aldeas, El Rodeo y Guadalupe; y los caseríos de Los Voladores, El Carmen, Los Portales, Puente de Palo, Santa Marta,

San Miguel, El Dorado, Estrella Del Sur, San José y Santa Clara, San Antonio El Calvillo, Belice, Las Chapernas, La Florida Aceituno y Disagro.

➤ **Demografía**

El Municipio de Escuintla tiene una población total de 119,897 habitantes, la cual se encuentra dividida de la siguiente manera:

Urbana:	86,678 hab.
Indígena:	1,963 hab.
No indígena:	84,715 hab.
Rural	33,219 hab.
Indígena:	1,940 hab.
No indígena:	31,279 hab.

La densidad de la población es de 123 habitantes por kilómetro cuadrado en general, dividido en 47.7% habitantes por kilómetro cuadrado en el área urbana y 52.3% habitantes por kilómetro cuadrado en el área rural.

Para el año 2004, en cuanto a empleo la población se encontraba dividida así (Cuadro No. 3):

**Cuadro No. 3** Indicadores de mercado de trabajo del municipio de Escuintla

<b>INDICADORES DE MERCADO DE TRABAJO</b>			
<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
Población en edad de trabajar (PET)	215,390 hab.	105,326	110,063
Población económicamente activa (PEA)	124,617 hab.	75,905	48,712
Población ocupada	117,251 hab.	70,150	47,101
Población en subempleo visible	23,516 hab.	14,296	9,219
Población desocupada abierta total	7,366 hab.	5,755	1,611
Población desocupada abierta activa	6,580 hab.	5,434	1,146
Población desocupada abierta pasiva	786 hab.	321	465
Población económicamente inactiva	90,773 hab.	29,421	61,351
Personas desocupadas ocultas	23,974 hab.	5,319	18,655
Población desocupada total agregada	31,340 hab.	11,074	20,266



El total de la población económicamente activa es de 41,138 habitantes, de los cuales 28,867 son hombres y 12,271 son mujeres. El total de la población económicamente inactiva es de 57,640 habitantes, de los cuales 19,974 son hombres y 37,666 son mujeres. La población económicamente activa de 7 años a más edad, se distribuye en las siguientes categorías ocupacionales (Cuadro No. 4):

**Cuadro No. 4** Distribución de mano de obra

DISTRIBUCION DE MANO DE OBRA	
CATEGORIA	HABITANTES
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	7709
Explotación de minas y canteras	63
Industria manufacturera textil y alimenticia	8951
Electricidad, gas y agua	800
Construcción	2766
Comercio por mayor y menor, restaurantes y hoteles	9606
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	2248
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a empresas	1693
Administración pública y defensa	1206
Enseñanza	1423
Servicios comunales, sociales y personales	3999
Organizaciones extraterritoriales	0
Rama de actividad no específica	410

#### ➤ Distribución Lingüística

Por la elevada población indígena que existió durante el período prehispánico y estar ligado a la conquista de Guatemala, la población de Escuintla, se encuentra altamente mestizada. La mayoría habla el español, a excepción de los pobladores del municipio de Palín, en donde todavía se hablan el Pocomam, y en Santa Lucía Cotzumalguapa, que tiene alguna presencia de la etnia Cakchiquel (INE, 2005). La distribución lingüística del lugar es la siguiente (Cuadro No. 5):

**Cuadro No. 5** Distribución lingüística del Municipio de Escuintla

<b>DISTRIBUCION LINGÜÍSTICA</b>	
<b>Nombre</b>	<b>No. Habitantes</b>
Español (idioma oficial)	108,321
Maya (idioma maya)	2,708
K'aqchikel (idioma maya)	816
K'iche' (idioma maya)	592
Ixil (idioma maya)	477
Mam (idioma maya)	420
Xinca	15
Garifuna	18
Otro	435

➤ **Educación**

Las escuelas y centros educacionales oficiales según nivel educativo son (Cuadro No. 6):

**Cuadro No. 6** Escuelas y centros educacionales

<b>ESCUELAS Y CENTROS EDUCACIONALES</b>		
<b>Nivel</b>	<b>Centros</b>	<b>Alumnos</b>
Inicial	2	
Preprimario	53	3,268
Primario	58	17,082
Básico	7	2,714
Diversificado	7	1,098
Primaria Adultos	2	501

Los colegios y centros educacionales privados según el nivel educativo son (Cuadro No. 7):

**Cuadro No. 7** Colegios y centros privados

<b>CENTROS EDUCACIONALES PRIVADOS</b>		
<b>Nivel</b>	<b>Centros</b>	<b>Alumnos</b>
Inicial	0	
Preprimario	39	1,611
Primario	42	4,723
Básico	28	1,731
Diversificado	30	3,847
Primaria Adultos	1	25

Además, existen 11 institutos básicos por cooperativa y 1 centro municipal de primaria. A partir de los 7 años de edad y más, el nivel de escolaridad se encuentra dividido de la siguiente manera (Cuadro No. 8):

**Cuadro No. 8** Nivel de escolaridad a partir de los 7 años de edad

<b>NIVEL DE ESCOLARIDAD A PARTIR DE 7 AÑOS</b>	
<b>Nivel</b>	<b>Habitantes</b>
Ninguno	17,262
Pre-primaria	764
1-3 Primaria	23,107
4-6 Primaria	28,837
1-3 Básico	13,072
4-7 Diversificado	12,757
Superior	2,979
<b>Total Mujeres</b>	<b>49,937</b>
<b>Total Hombres</b>	<b>48,841</b>
<b>TOTAL</b>	<b>98,778</b>

Del total de la población del municipio de Escuintla 81,162 habitantes son alfabetas, de los cuales 41,601 habitantes son hombres y 39,561 son mujeres. La

tasa de alfabetismo es de un 82.2% (datos para el año 2004). Dentro de las causas de inasistencia escolar, es decir que no pueden recibir educación básica (datos para el año 2002), pueden observarse (Cuadro No. 9):

**Cuadro No. 9** Causas de inasistencia escolar

<b>CAUSAS DE INASISTENCIA ESCOLAR</b>	
<b>Causa</b>	<b>Habitantes</b>
Falta de dinero	4,762 hab.
Tiene que trabajar	94 hab.
No hay escuela	90 hab.
Padres no quieren	104 hab.
Quehaceres del hogar	51 hab.
No les gusta o no quieren	516 hab.
Ya terminaron sus estudios	26 hab.
Otra causa	451 hab.
<b>TOTAL</b>	<b>13,929 hab.</b>

➤ **Vivienda**

En el municipio de Escuintla existen 28,638 hogares, divididos así (Cuadro No. 10):

**Cuadro No. 10** Tipos de Vivienda

<b>TIPOS DE VIVIENDA</b>	
<b>Tipo Vivienda</b>	<b>Cantidad</b>
Casa formal	24,814
Apartamento	589
Palomar	917
Rancho	298
Casa improvisada	1,818
Otro	252

Cabe aclarar que un palomar es una casa grande con varias habitaciones utilizada para arrendamiento de cuartos, en los que a su vez viven varias personas por cuarto; y un rancho es un tipo de vivienda hecha en su mayoría a base de madera y lámina o en otros casos adobe, habitadas por personas de bajo nivel económico.

➤ **Geografía**

Los accidentes geográficos observados en Escuintla son:

- |                |                |
|----------------|----------------|
| ✓ 7 montañas   | ✓ zanjones     |
| ✓ 11 cerros    | ✓ 1 arroyo     |
| ✓ 55 ríos      | ✓ 21 quebradas |
| ✓ 9 riachuelos | ✓ Lagunetas    |

➤ **Producción agropecuaria**

En el área se produce caña de azúcar, citronela y algodón, maíz, frijol, frutas variadas, crianza de ganado vacuno.

➤ **Producción artesanal**

La producción artesanal son ingenios azucareros, fábrica de panela, fábrica de papel. No hay artesanías específicas del lugar.

➤ **Fiesta titular**

Las fiestas titulares son una del 6 al 9 de diciembre, pero el día 8 es el día principal de la fiesta.

### 1.3 FINCA SANTA ELENA

Finca Santa Elena, es de propiedad privada, su tierra se encuentra dividida de la siguiente manera: una zona está arrendada a un ingenio, quienes utilizan la tierra para la siembra de caña; otra parte está en alquiler a una empresa que se dedica a la extracción de arena y pedrín; y finalmente un área destinada para fines comerciales de los propietarios (Figura No. 9).



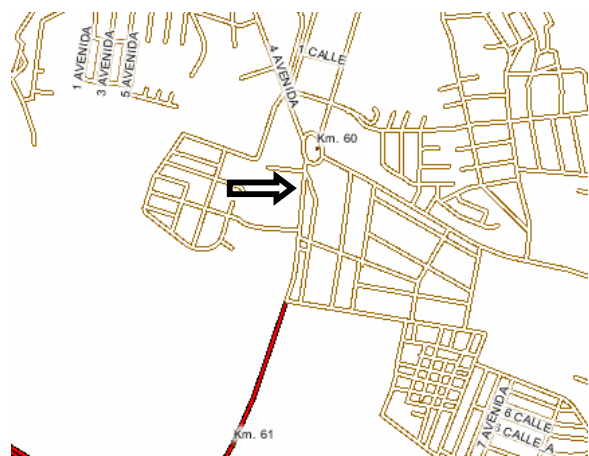
**Figura No. 9** Vista general de la zona de cultivo de tilapia al iniciar el proyecto

Durante el año 2004 se inició la construcción de un canal de agua, proveniente del río Guacalate, el cual sería utilizado para la construcción de una hidroeléctrica. Con el propósito de aprovechar en un 100% todos los recursos se construyó a finales del año 2005 una serie de 18 tanques para el cultivo de tilapia, utilizando como fuente de abastecimiento de agua el canal construido para la hidroeléctrica.

Se inició con el cultivo de tilapia en el mes de noviembre del año 2005.

#### 1.3.1 Ubicación

La finca se encuentra ubicada en el departamento de Escuintla y municipio de Escuintla, kilómetro 60.5 carretera a Santa Lucía Cotzumalguapa (Figura No. 10).



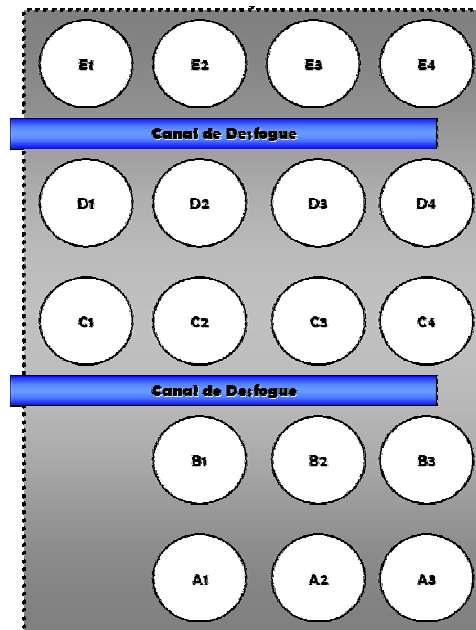
**Figura No. 10** Ubicación finca Santa Elena

### 1.3.2 Organización

Finca Santa Elena cuenta con un administrador quien se mantiene en el lugar y es el encargado del manejo de la misma; sin embargo, existen áreas que han sido delegadas a personas con experiencias en el campo, como el área de cultivo de tilapia, la cual es supervisada por un acuicultor, quien visita el proyecto cada dos semanas, además existen dos personas encargadas de la alimentación, limpieza de filtros, y de realizar toda la mano de obra que el cultivo requiera.

### 1.3.3 Infraestructura de Zona de Cultivo de Tilapia

Existe un total de 18 tanques circulares, de 5 metros de diámetro, 1 metro de altura y una capacidad volumétrica de 19,635 litros de agua. Los mismos están divididos por series, nombrados alfabéticamente por fila. Las series A y B cuenta con 3 tanques cada una y las series C, D y E cuentan con 4 tanques cada una (Figura No. 11).



**Figura No. 11** Ubicación de los tanques

Los tanques son de cemento, están diseñados con un desnivel, el cual permite que el agua se vaya hacia el centro, en donde cuentan con un tubo de pvc de 4 pulgadas de diámetro (Figura No. 12), y otro tubo de 6 pulgadas de diámetro por encima, éste cuenta con pequeños hoyos en la parte inferior, los cuales crean un

sistema de succión de agua de fondo y al mismo tiempo del sedimento. Ambos tubos tienen en promedio 1.10 metros de altura.



**Figura No. 12** Desfogue de los tanques

Durante los primeros dos meses de crecimiento, no se utiliza el tubo de 6 pulgadas de diámetro, ya que los organismos aún son pequeños; por lo que se coloca una base hecha de metal (Figura No. 12), cubierta con una malla, para que el agua se drene por rebalse, esto provoca que exista mayor acumulación de sedimento en el fondo. Este sistema de drenaje va a dar hacia el canal de desfogue central, el cual toma el agua de dos series de tanques y la devuelve al río (Figura No. 11 y 13).



**Figura No. 13** Canal de desfogue de los tanques

#### ➤ Aireación

Los tanques cuentan con un sistema de aireación proporcionado a través de un blower (Figura No. 14), se distribuye por medio de una tubería central que va hacia cada tanque, cada uno cuenta con su propia llave para controlar el nivel de aireación.





**Figura No. 14** Blower

El tubo es de pvc de 1 pulgada con 8 llaves a lo largo, a las cuales se les coloca manguera con piedras aireadoras (Figura No. 15).



**Figura No. 15** Mangueras para aireación

Esta es utilizada cada dos horas durante el día, durante la noche únicamente se deja la entrada de agua constante. Seis tanques cuentan con el sistema de aireación implementado.

➤ **Entrada de agua**

La entrada de agua posee un caudal máximo de 2.81 litros por segundo (Figura No. 16), se abre cuando van a ser llenados los tanques; de lo contrario se mantienen con una entrada constante de agua de 1.41 litros por segundo aproximadamente. Está construida por un tubo de pvc de 2 pulgadas, con una llave de paso.



**Figura No. 16** Entrada de agua a los tanques

#### 1.3.4 Fuente de Agua

El agua que se utiliza para los tanques es del río Guacalate, en un tramo del recorrido del río se notó que (Figura No. 17):

- Pasa por cultivos de caña, de los cuales salen pequeños riachuelos de agua que van a dar al mismo.
- Una fuerte cantidad de espuma en una de las áreas, lo que indica que existe contaminación.
- Presencia de basura en su trayecto.
- Olor desagradable.



**Figura No. 17** Río Guacalate

Se realizó un análisis de calidad del agua para determinar si podría causar daños en el cultivo, la muestra se tomó en la entrada a los tanques, después de haber pasado por el canal de filtrado (Cuadro No. 11).

**Cuadro No. 11** Calidad del agua del río Guacalate

ANÁLISIS DE AGUA DE ENTRADA	
PARAMETRO	RESULTADO
Fósforo (PO <sub>4</sub> )	2.63 mg/L
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	2.4 mg/L
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	3.9 mg/L
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	0.164 mg/L
Amonio (NH <sub>3</sub> )	0.63 mg/L
Dureza	200 ppm
Alcalinidad	80 mg/L
pH	7.5

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros normales, a pesar de la basura y espuma observadas.

### 1.3.5 Canal de Agua

El canal de agua fue construido con el propósito de crear una hidroeléctrica dentro de la finca (Figura No. 18), está construido de cemento, toma el agua del río Guacalate y la va llevando en todo su recorrido dentro de la finca. Durante este trayecto se permite que el agua se filtre en las pozas que contiene.



**Figura No. 18** Canal de agua

Finalmente el caudal se divide en dos, el primero hacia un canal en donde el agua continua sedimentándose, llega a un tubo, toma la misma y la lleva hacia la hidroeléctrica (Figuras No. 19 y 20).



**Figura No. 19** División del agua del canal

El otro trayecto es un anexo lateral que toma el agua y la lleva por otro tubo hacia el reservorio de la zona de cultivo de tilapia, en donde pasa por cuatro filtros antes de llegar a los tanques (Figura No. 21).



**Figura No. 20** Tubo que va hacia la hidroeléctrica



**Figura No. 21** Tubo que va hacia el reservorio

### 1.3.6 Manejo de Cultivo

Los tanques son sembrados con 2,000 alevines de tilapia, *Oreochromis sp.*, (Figura No. 22), dando una densidad promedio de 101.86 organismos por metro cuadrado.

La semilla se obtiene de la finca Sabana Grande, ubicada en el departamento de Escuintla, la especie que se siembra no está definida, ya que en ésta tienen tres especies de tilapia distintas: *Tilapia Sterling*, *Oreochromis aureus* y *Oreochromis niloticus*, siendo los alevines el resultado de la mezcla de estas tres.



**Figura No. 22** Especies sembradas

### ➤ **Alimentación**

Los organismos son alimentados cada dos horas, el alimento utilizado es de Purina, se brinda el alimento adecuado según la fase de crecimiento. La alimentación inicia a las 7 de la mañana y termina a las 5 de la tarde.

Las dos fases utilizadas son: harina L1 con 40% de proteína cruda para alevines, y un extrusado de 2 mm de diámetro con 38% de proteína cruda.

Para hacer cambio de alimento, se empieza a alimentar con la nueva fase y si es aceptado por las tilapias se cambia el alimento, se observa la velocidad de alimentación y la cantidad de organismos que lo consumen.

## 1.4 ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA “LA CEIBA”

La Escuela Oficial Rural Mixta de Colonia La Ceiba es una de las más grandes del departamento de Escuintla (Figura No. 23).

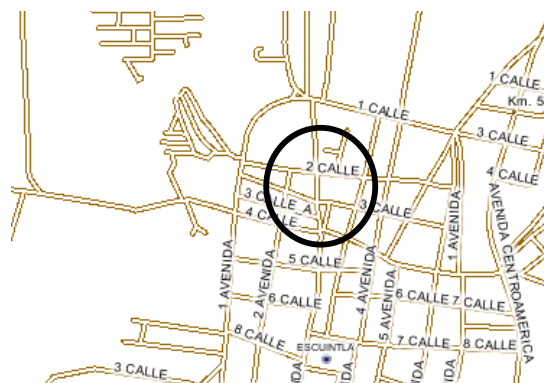
En el transcurso de la mañana es utilizada como un lugar para estudios primarios y por la tarde para estudios básicos. Además, la Universidad Rafael Landívar inició en el año 2006 a hacer uso de las instalaciones los días sábados.



**Figura No. 23** Escuela “La Ceiba”

### 1.4.1 Ubicación

Se encuentra ubicada en la 2 Avenida “A” 2-60 colonia La Ceiba, dentro del área de Escuintla, en la cabecera departamental (Figura No. 24).



**Figura No. 24** Ubicación Escuela “La Ceiba”

### 1.4.2 Organización

Depende del Departamento de Educación del Ministerio de Educación que se encuentra ubicado en Escuintla, en el centro comercial “Plaza Palmeras”. La misma cuenta con una directora y un maestro por cada sección.

En total posee 16 maestras y 1 directora, todo el personal es femenino. En algunas ocasiones las maestras cuenta con ayuda de practicantes de maestros, quienes ayudan a impartir las clases.

#### ➤ Personal de Servicio

Dentro del personal de servicio se ubica a un conserje, quien se encarga de las reparaciones generales, y una persona encargada de limpieza, hay servicio de tienda, pero no son personas contratadas por la escuela, sino que se les da el espacio para venta.

#### 1.4.3 Aulas

En las aulas hay servicio de luz, un escritorio para la maestra, escritorios para los alumnos, un pizarrón por aula. La decoración es elaborada por las maestras a principio de año y dependiendo de las celebraciones que se realizan durante el año se redecora (Figura No. 25).

**Figura No. 25** Aulas de Escuela "La Ceiba"



#### 1.4.4 Alumnos

Esta cubre los años desde Kinder hasta Sexto Primaria, preparando a los alumnos para ingresar a institutos de estudios básicos. Cuentan con la siguiente cantidad de alumnos por aula (Cuadro No. 12):

**Cuadro No. 12** Distribución de alumnos por grado escolar en Escuela La Ceiba

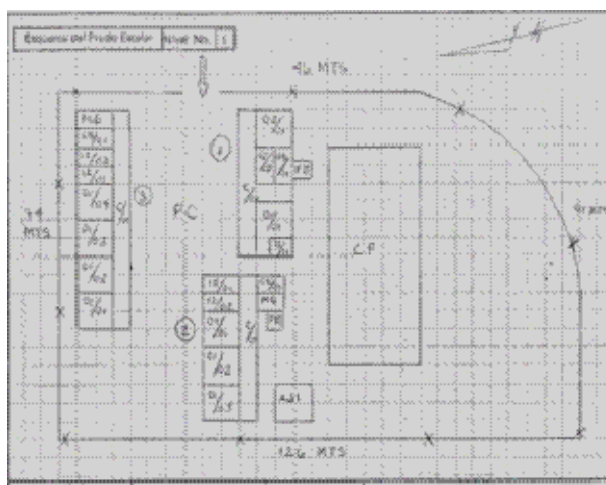
ALUMNOS POR GRADO ESCOLAR	
GRADO	ALUMNOS
Kinder	68
Preparatoria	98
Primero	110
Segundo	101
Tercero	81
Cuarto	82
Quinto	81
Sexto	88
<b>TOTAL ALUMNOS</b>	<b>709</b>

Las edades de los alumnos por grado escolar varían, se encuentran niños de 10 años en las aulas de primero y segundo primaria, hasta el momento no existe límite de edad por grado.

#### 1.4.5 Infraestructura

El terreno en donde se encuentra ubicada tiene las siguientes medidas: 74 m x 126 m x 91 m x 46 m. El área de infraestructura ocupa la mitad del terreno (Figura No. 26).

Hay un espacio para cada ciclo, cada uno está dividido en dos secciones; sin embargo, no todas las aulas se encuentran en condiciones adecuadas para los estudiantes.



**Figura No. 26** Croquis de Escuela La Ceiba

Está construida a base de block pintado con techo de lámina (Figura No. 27). Las ventanas son de vidrio y base de metal y el piso es de granito. Cuenta con 14 aulas; sin embargo, el salón de usos múltiples es utilizado como aula y un cuarto pequeño que se tenía destinado para bodega, debido a la carencia de espacio.





**Figura No. 27** Módulo 2 de Escuela "La Ceiba"

Poseen servicio de agua todo el día, servicio de baños y un cuarto pequeño utilizado para la dirección. No se cuenta con espacio disponible para biblioteca, salón de computación, sala de maestros, comedor, cocina, talleres y salón de usos múltiples.

#### 1.4.6 Condición Física Actual de la Escuela



**Figura No. 28.** Niños del Kinder en el área de bodega



**Figura No. 29** Techos de aula rotos y en mal estado



**Figura No. 30** Techo de aula en mal estado, ocasionando entrada de sol total



**Figura No. 31** Baños de niños



**Figura No. 32** Baños de niñas



**Figura No. 33** Alumnos en el área de salón de usos múltiples



## 2.1 Introducción

El programa de extensión de EPS consiste en la ejecución de actividades que involucren a los pobladores del lugar objetivo, para el fomento de la acuicultura o a su tecnificación en casos de que la misma ya se esté llevando a cabo.

Se pretende que el estudiante se convierta en un elemento clave en el lugar colaborando con sus conocimientos en todos los aspectos que se le requieran, aun cuando no se encuentren relacionados con la acuicultura.

El área de extensión tiene como propósito principal involucrar al estudiante con la realidad del país y devolverle al mismo lo que éste le ha brindado, haciéndole crecer y desarrollarse.

Como parte de esta fase, se realizaron varias actividades; algunas en el departamento de Escuintla y otras en otros departamentos de Guatemala.

En el departamento de Escuintla se hizo un trabajo muy específico con alumnos de Escuela “La Ceiba”, a quienes se les motivó en la conservación de los recursos naturales y al manejo sustentable.

También se colaboró con la creación de un sistema de manejo estable para la finca Santa Elena, la cual cuenta con un cultivo de tilapia que inició a finales del año 2005.

En departamentos como Sipacate e Iztapa se impartieron talleres sobre el cultivo de tilapia atendiendo a las necesidades que eran presentadas por los asistentes al mismo.

Se brindó asesoría a tres proyectos pequeños de cultivo de tilapia proporcionando los métodos adecuados para la ejecución de muestreos y control de un cultivo haciendo énfasis en la alimentación.

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo General**

Impulsar el desarrollo de la acuicultura en Guatemala en pequeños productores y fomentar el manejo sustentable de los recursos naturales del país.

### **2.2.2 Objetivos Específicos**

2.2.2.1 Concienciar a las comunidades sobre la conservación de los recursos naturales y su manejo sustentable.

2.2.2.2 Propiciar en los pobladores el uso de las herramientas básicas para iniciar cultivos acuícolas que no dañen el medio ambiente y la utilización de técnicas modernas.

## 2.3 Docencia

### 2.3.1 Escuela “La Ceiba”

La Escuela Oficial Rural Mixta de colonia “La Ceiba”, se encuentra ubicada en el departamento de Escuintla, cuenta con 739 alumnos desde Pre-Kinder hasta Sexto Primaria (Figura No. 34).



**Figura No. 34** Acto cívico en Escuela La Ceiba

En las primeras visitas se detectó en los alumnos la falta de conciencia sobre la conservación de los recursos naturales, en especial de el agua, además no se utilizaba los recipientes adecuados para colocar la basura.

Dentro de los niveles económicos o estratos sociales, se observa niños de la clase social baja; sin embargo, algunos de ellos cuenta con alimentación y educación sin tener que trabajar, pero otros subsisten de las refacciones escolares y deben de trabajar por las tardes.

Indirectamente esto causa efectos en la atención de los niños, ya que no cuentan con una buena educación familiar y adicional a eso es poco el tiempo que puede brindársele a cada uno. Considerando las deficiencias observadas la meta a cumplir fue hacer entender a los niños la importancia sobre la conservación de los recursos naturales y el papel que ellos juegan en ese proceso.

Se realizaron tres actividades para cumplir con este propósito, cada una de ellas se describe detalladamente en los siguientes incisos.

#### ➤ **Elaboración de Manualidades con Basura Reciclable**

Para la elaboración de las manualidades se solicitó a los niños que colectaran desechos reciclables como latas, botes plásticos, botellas de vidrio, etc. A cada grado se le pidió un objeto distinto.

De los objetos colectados se hizo manualidades como, leones con las latas, robots con los botes plásticos y botellas decoradas con pinturas de tempera.

Con esta actividad se le demostró a los niños cómo objetos que son considerados basura pueden ser utilizados para hacer adornos de casa y dar regalos en épocas especiales.

#### ➤ **Clasificación de la Basura**

Se impartió una clase de 'Clasificación de la Basura' aula por aula. Como ayuda para impartir la clase se presentó diferentes tipos de basura y se preguntó a los niños qué consideraban útil y qué no.

Se explicó la diferencia entre basura orgánica e inorgánica, definiéndola para su fácil comprensión como: 'La basura que sí sirve y la basura que no sirve'.

#### ➤ **El Reciclaje de Basura**

Se preparó una clase en la que los niños debían llevar objetos como botes plásticos, latas, vidrio y papel, para crear un ambiente dinámico se pidió la colaboración de 8 niños y se les entregó una bolsa grande de basura por pareja (Figura No. 35), cada niño debía tomar la basura inorgánica que había colectado e irla colocando en la bolsa correspondiente (Figura No. 36).



**Figura No. 35** Niños con bolsas de basura para reciclaje



**Figura No. 36** Separación de basura reciclable

Fue así como se enseñó a los niños lo que era el concepto de reciclar la basura y la forma correcta hacerlo.

### ➤ La Importancia de los Recursos Naturales

En esta clase se enseñó lo que son los recursos renovables y los no renovables (Figura No. 37), se hizo énfasis en el uso del agua y la importancia de no tirar basura en cuerpos de agua como ríos, lagos, lagunas u océanos.



**Figura No. 37** Cartel utilizado para clase de Recursos Naturales

En este punto se unió lo enseñado durante las dos fases anteriores, se explicó que los recursos naturales tienen un tiempo de vida estimado y que la única manera de hacerlos perdurar es que los seres humanos cuiden de ellos.

El punto más importante en esta fase fue recalcar que el ser humano es el mayor destructor, y que los recursos naturales deben conservarse para el uso de generaciones futuras.

### ➤ Otras Actividades

#### • Celebración del día de las madres



**Figura No. 38** Celebración del día de las madres

Dentro de las actividades en las que se participó estuvo la celebración del día de las madres (Figura No. 38), incluso algunas de las manualidades trabajadas con los niños se utilizaron para esta ocasión. Los alumnos de sexto primaria utilizaron sus botellas pintadas con temperas y les colocaron flores artificiales, los de tercero primaria utilizaron un bote de doble litro para hacer un porta-paletas para la cocina, y los de primero primaria elaboraron un león

con una lata y le adjuntaron una tarjeta.



**Figura No. 39** Celebración del día del niño

Se estuvo presente en la celebración el día 10 de mayo, en la cual invitaron a todas las madres de los niños a llegar a la escuela y los alumnos prepararon actividades como dramas, bailes, canciones, etc.

#### • Celebración del día del niño

Para la celebración del día del niño (Figura No. 39) se prepararon 502 mini-sorpresas, con una botoneta, una paleta, un dulce y un chicle (Figura No. 40), el recurso económico para las mismas fue proporcionado por 3 personas particulares, a quienes la epesista les solicitó colaboración, las mismas se entregaron a la maestra encargada de los niños de sexto primaria (Figura No. 41), para que fuera ella quien las repartiera a todos los alumnos de la escuelita.

Fue con esta actividad como se culminó el trabajo en Escuela La Ceiba, se logró dejar sembrada la semilla sobre el uso correcto de la basura.



**Figura No. 40** Sorpresas preparadas para los niños de Escuela La Ceiba



**Figura No. 41** Maestra de sexto primaria recibiendo caja de sorpresas



### 2.3.2 Talleres de Capacitación Acuícola

Actualmente existen muchos grupos organizados que se encuentran con el deseo de hacer acuicultura, especialmente cultivo de tilapia. Algunos buscan empezar teniendo una asesoría; sin embargo, otros deciden iniciar y aprender en el camino, esto provoca diversas necesidades, las cuales se buscó resolver en los distintos grupos trabajados.

#### ➤ Asociación 'Estrella Maris'

El grupo se encuentra ubicado en Sipacate está conformado por 24 mujeres (Figura No. 42), quienes manifestaron la intención de iniciar con un cultivo de tilapia, pero no contaban con conocimiento al respecto, el taller se llevó a cabo en el mes de junio, tuvo una duración de 1 hora, se utilizó un papelógrafo para impartirlo.



**Figura No. 42** Grupo de asociadas "Estrella Maris"

Considerando la falta de experiencia y conocimiento en cultivo de tilapia,

*Oreochromis sp.*, se elaboró un folleto de 5 hojas (Anexo No. 5), en el cual se describían los factores principales a considerar para iniciar en un cultivo, y los detalles que debían cuidarse una vez iniciado el proceso.

Se hizo énfasis en no iniciar sin asesoría y tampoco hacerlo si las condiciones físicas del lugar, como agua, suelo, seguridad; no eran las óptimas, porque el proyecto podría resultar en un desperdicio de recursos y en causa de un endeudamiento.

A este taller asistió un grupo de 15 personas. Debido a un curso de 'Procesamiento de Productos Acuícolas' que se dio a varios grupos asociados como fomento al valor agregado de los productos del mar, el mismo día también se impartió un taller sobre 'Buenas Prácticas de Manufactura' –BPM-, durante el cual se explicó lo que son las BPM, su importancia y una forma sencilla de aplicarlas.

### ➤ Asociación 'Pesquimar'

Este grupo se ubica en Puerto Viejo, comprende 16 asociados (Figura No. 43), todos de sexo masculino, algunos dedicados a la pesca y otros a otras actividades como la albañilería. Únicamente 5 personas fueron las que estuvieron presentes en todas las actividades realizadas, los demás se presentaban inconstantemente.



**Figura No. 43** Grupo de asociados PESQUIMAR

En el afán de buscar medios que les generaran ingresos los asociados reunieron el capital necesario para iniciar con un cultivo de tilapia, arrendaron un terreno y construyeron dos estanques, uno de 30 metros de largo por 17 metros de ancho y otro de 30 metros de largo por 16 metros de ancho (Figura No. 44).

Iniciaron el proyecto sin ningún tipo de asesoría, hicieron su primera siembra el día 9 de junio de 2006, compraron 3,330 alevines para cada estanque, haciendo una densidad de 7 organismos por metro cuadrado.



**Figura No. 44** Estanque de cultivo de tilapia de PESQUIMAR

Considerando que este grupo ya había empezado con su proyecto se les impartió un taller en el que se les enseñó los controles que debían de tener sobre un cultivo, las formas de alimentar, cantidad de alimento, tipo de alimento, oxígeno, etc. Además, se les explicó la forma correcta de realizar un muestreo y cómo sacar un peso promedio (Anexos No. 5 y 6).

➤ **Asociación de Pescadores Artesanales Barrio el Embarcadero Puerto de San José –APABE-**



**Figura No. 45** Capacitación de BPM a representantes de APABE

Este grupo está conformado por 71 personas (Figura No. 45). Se les impartió un taller de una hora sobre las Buenas Prácticas de Manufactura –BPM-, el mismo se dio a dos personas con el propósito de que ellos capacitaron a los demás integrantes.

El taller consistió en la explicación sobre lo que son las Buenas Prácticas de Manufactura –BPM- y métodos fáciles de implementación en

cooperativas de pesca; además, se les indicó el equipo que deben de utilizar al momento de aplicar estas normas, esto se hizo con el propósito de mejorar el control de calidad del producto pesquero. El taller abarcó desde las normas en equipo de pesca hasta el cuidado personal de los que procesan.

➤ **Molino Santa Ana**

La empresa Molino Santa Ana cuenta con un grupo de siete vendedores de alimentos para animales y un asesor técnico. La especialización del asesor técnico es zootecnista y los vendedores son personas que han trabajado en ventas, mas desconocen aspectos generales de nutrición de animales.

Como parte de las capacitaciones que brinda la empresa a sus vendedores, se les enseña las bases sobre cultivos de cerdos, aves y ganado, esto se hace con el propósito de que puedan resolver preguntas básicas, ya que son las primeras personas a quienes se acercan



**Figura No. 46** Capacitación en Molino Santa Ana

los productores.

Para complementar las capacitaciones sobre nutrición animal se impartió un taller que tuvo una duración total de 4 horas, sobre el cultivo de tilapia (Figura No. 46), participaron 7 vendedores y el asesor técnico.

Se elaboró un folleto de 5 hojas (Anexo No. 7), el cual contiene aspectos generales de cultivo de tilapia. Dentro de la práctica se enseñó a calcular la ración de alimento por fase de alimentación (inicio, crecimiento y engorde) y el peso promedio en el que debía de cambiarse la proteína del alimento.

El folleto elaborado se adaptó para que quedara como parte de los documentos que deben de portar los vendedores para resolver preguntas básicas sobre alimentación de tilapia, añadiendo información específica sobre el alimento de la empresa.

#### ➤ **Platica sobre 'Cultivo de Pargo'**

El Ingeniero Gustavo Elías, catedrático del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura – CEMA-, solicitó la colaboración para dar una platica sobre los resultados obtenidos en el proyecto “Adaptación y alimentación de pargo amarillo, *Lutjanus argentiventris*, en condiciones de cautiverio.



**Figura No. 47** Asistentes a plática sobre cultivo de pargo

La misma fue impartida en la sede de CENGICAÑA, Centro Guatemalteco de Investigación de la caña de azúcar, ubicada en Santa Lucía Cotzumalguapa (Figura No. 47) a estudiantes de diversas carreras.

## **2.4 Asesorías**

Como parte de la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-, se brindó asesoría de acuicultura a varios grupos, dando enfoques distintos según las necesidades planteadas y las observadas por la epesista. Las mismas se describen a continuación según los grupos trabajados.

### 2.4.1 Finca Santa Elena

Se encuentra ubicada en Escuintla, es de propiedad privada, la misma cuenta con un cultivo de tilapia, al cual se le brindó asesoría (Figura No. 48).



**Figura No. 48** Situación original de cultivo de tilapia

El cultivo de tilapia cuenta con 18 tanques circulares, de los cuales 6 estaban sembrados (Figura No. 48). Inicialmente los tanques se encontraban distribuidos de la siguiente manera (Cuadro No. 13):

**Cuadro No. 13** Distribución inicial de tanques

DISTRIBUCION INICIAL		
Tanque	No. de peces	Observaciones
E4	2000	Sembrados en diciembre de el año 2005
E3	2000	Sembrados en diciembre de el año 2005
E2	100	Peces de prueba colocados en una poza
D4	2000	Sembrados en enero de el año 2006
D3	2000	Sembrados en enero de el año 2006
D2	4000	Sembrados en febrero de el año 2006

En el mes de marzo se inició con una redistribución de peces en los tanques, con el propósito de dejar 1000 peces en cada uno (Figura No. 49), después de finalizada la redistribución las poblaciones quedaron de la siguiente manera (No. 14):

**Cuadro No. 14** Distribución hecha en el mes de marzo

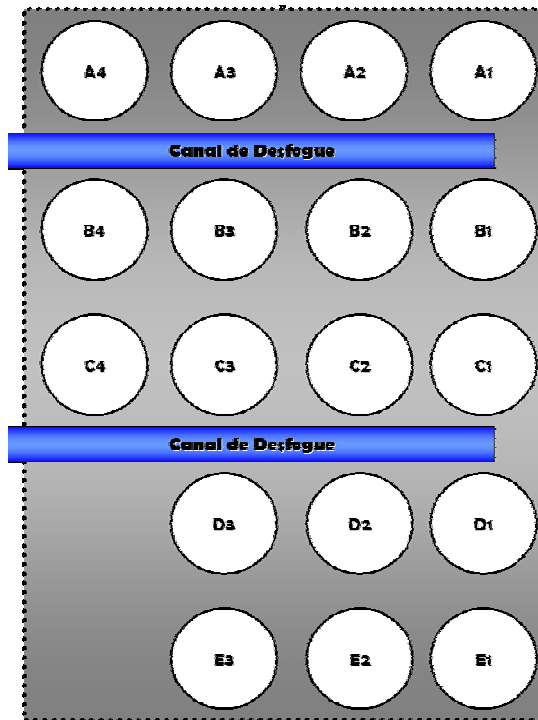
DISTRIBUCION EN MARZO		
Tanque	No. de peces	Observaciones
E4	1000	Sacados de la pila E3
E3	424	Pertenecian a la pila E3
E2	100	Peces de prueba colocados en una poza
E1	1000	Se sacaron 1000 peces de la pila D2
D4	1000	Siembra original, no se contaron
D3	1000	Siembra original, no se contaron
D2	1000	Siembra original, no se contaron
D1	1000	Se sacaron 1000 peces de la pila D4
C4	1000	Se sacaron los peces más grandes de la pila E3 y E4
C3	1000	Se sacaron 1000 peces de la pila D3
C2	1000	Se sacaron 1000 peces de la pila D2
C1	1000	Se sacaron 1000 peces de la pila D2
B3	1000	Se sacaron los peces medianos de la pila E3 y E4

El cambio se hizo con el propósito de mejorar los crecimientos al tener una densidad más baja por tanque.



**Figura No. 49** Separación de peces por tallas a los cuatro meses

En el mes de abril se cambió la numeración de los tanques, porque se planificaba construir una serie de 6 más durante el transcurso del año, el cambio quedó así (Figura No. 50):



**Figura No. 50** Cambio de numeración en los tanques

Después de hecha la separación de los peces dejando 1,000 organismos por cada tanque se inició con la ejecución de muestreos cada quince días, el primer muestreo se llevó a cabo el día 6 de abril de 2006.

➤ **Muestreos**

Los muestreos se hacían cada dos semanas, durante el muestreo se hacía una inspección física para descartar la presencia de enfermedades. El proceso para la realización de los muestreos era (Figura No. 51):

- a. Con un trasmallo se sacaba una muestra aproximada de 50 a 100 peces y se colocaban dentro de un recipiente plástico fuera del tanque.
- b. Los peces se tomaban por grupos según tamaño y se pesaban, una vez pesados se colocaban en otro recipiente plástico.
- c. Al haber finalizado de pesar los peces se devolvían al tanque.



**Figura No. 51** Proceso de ejecución de muestreo inicial

Después de haber realizado varios muestreos se llegó a la conclusión que se volvía muy estresante para los peces el estar fuera del tanque, por lo que se decidió cambiar el procedimiento, quedando así (Figura No. 52):

- a. Con un trasmallo se sacaba una muestra.
- b. Se dejaba el trasmallo dentro del tanque y solamente se colocaba un recipiente plástico por la parte de abajo para ayudar a sostenerlos.
- c. Se tomaban los peces por grupos ó uno a uno y se iban pesando a la orilla del tanque.
- d. Inmediatamente después de pesados se devolvían al agua.
- e. Se sacaban varias muestras hasta haber pesado de 50 a 100 peces.



**Figura No. 52** Proceso de ejecución de muestreo mejorado



Este método facilitó el trabajo y disminuyó el estrés en los peces, además el tiempo total de duración del muestreo fue menor.

### ➤ Alimentación



**Figura No. 53** Forma de alimentación

La alimentación (Figura No. 53) es uno de los factores más importantes a considerar en un cultivo acuícola, ya que ésta representa entre el 50 y 60% de los costos totales, ocasionando que la forma de alimentar sea uno de los puntos esenciales a enfocarse para mejorar el rendimiento en un cultivo, en finca Santa Elena inicialmente se alimentaba de la siguiente manera:

- Se preparaban dos cubetas de alimento al día, con dos porcentajes de proteína distintos, 50% y 38% PC.
- La hora de alimentar iniciaba a las 7 de la mañana y finalizaba a las 5 de la tarde.
- La frecuencia de alimentación era cada dos horas, haciendo un total de 6 raciones diarias.
- No se pesaba el alimento suministrado.

Con el propósito de mejorar el control en la alimentación se hicieron los siguientes cambios (Figura No. 54):

- La hora de inicio para alimentar se cambio a las 7:30 de la mañana, de 7:00 a.m. a 7:30 a.m. se prepararan las cubetas de alimento.
- Se colocó una cubeta de alimento por tanque, se pesaba al inicio y al final del día para determinar la ración diaria.
- La frecuencia de alimentación cambió a 11 raciones diarias, se debía alimentar cada hora.



**Figura No. 54** Cubeta de alimento por tanque

El aumentar la frecuencia de alimentación aumentó el nivel de consumo de los peces y mejoró el crecimiento de los mismos.

Además, para controlar si la ración era la adecuada después de cada muestreo se hacía un análisis de la cantidad de alimento consumido durante los quince días transcurridos, y por medio de tablas de alimentación se determinaba si se estaba sub-alimentando o sobre-alimentado.

Este control ayudó a evitar la sobrealimentación, ya que en la mayoría de ocasiones se alimentaba sin observar si el alimento había sido consumido o no por los peces.

Un aspecto manejado también fue el nivel de alimentación según las condiciones climatológicas, ya que en días nublados y lluviosos los peces consumen menos alimento, el controlar este aspecto permitió un mejor aprovechamiento del mismo.

Con los pesos promedios obtenidos en los muestreos se definía el porcentaje de proteína a proporcionar según peso, utilizando tablas de alimentación comerciales que proporcionan esta información.

#### ➤ Selección de Tallas

En cultivos de tilapia no existe homogeneidad en el crecimiento, esto se debe a diversos factores como metabolismo del pez, velocidad de alimentación, territorialismo, etc.

Con el propósito de mantener crecimientos homogéneos dependiendo del tiempo de cultivo se hacía una reselección de tallas, la forma en que se llevaba a cabo este proceso era el siguiente:



**Figura No. 55** Vaciado de los tanques



**Figura No. 56** Separación por tallas para venta

- a. Se tomaba una muestra aleatoria de peces del tanque y se observaba la variedad de tallas, con base en esto se determinaba en qué pila se colocarían los organismos según tamaño.
- b. Una vez determinado el tanque en el que se colocarían, se iniciaba el vaciado del tanque hasta dejar un aproximado de 40 cms. de agua (Figura No. 55).
- c. Con una quecha se iban sacando los peces y se iban colocando en los tanques correspondientes (Figura No. 56).
- d. En el cuaderno de muestreos se registraba el tanque en donde se estaban colocando los peces y la fecha en la que se hacía el cambio.

La selección de tallas provocaba un incremento en la voracidad del consumo del alimento y cantidad consumida, causando a su vez un incremento en peso.

#### ➤ **Control del Cultivo**

En el mes de enero se empezó a llevar un cuaderno en el que se registraban los peces muertos por tanque, y la fecha en que se abría un nuevo saco de alimento. Para mejorar el control del cultivo se empezó a llevar el récord más detallado, los medios utilizados para este control fueron los siguientes:

#### • **Controles Escritos Manejados en el Cultivo**

El libro de diario es el récord detallado del cultivo, en él se anotaban datos como:

- + Alimento consumido por tanque
- + Sacos de alimento recibidos
- + Día de inicio de uso de un saco
- + Dinero de venta entregado
- + Libras y cantidad de tilapias vendidas

- + Peso promedio por tanque
- + Peces muertos
- + Peces trasladados
- + Actualización de poblaciones
- + Cambios de tanque
- + Problemas presentados



**Figura No. 57** Toma de datos en cuaderno de muestreos

Este contenía la información diaria, semanal y mensual del cultivo; paralelamente se llevaba un cuaderno de muestreos, el cual se utilizaba específicamente para la toma de datos de peso y de cambios realizados en los tanques (Figura No. 57), después se anotaba la información obtenida en el libro de diario.

#### • Hojas biométricas

El uso de hojas biométricas se implementó en el mes de abril, en éstas se colocó la información obtenida en cada muestreo realizado, los datos que contenían son:

- |                     |   |
|---------------------|---|
| + Fecha de muestreo | + Alimento consumido durante el muestreo                |
| + Días de cultivo   | + Alimento consumido total durante el tiempo de cultivo |
| + Peso promedio     | + Incremento de peso diario                             |
| + Población         | + Incremento de peso total                              |
| + Supervivencia     | + Factor de conversión alimenticio                      |
| + Densidad          | + Costo de alimento                                     |
| + Biomasa           |   |
| + Nivel alimenticio |   |
| + Ración diaria     |   |

Estas (Anexo No. 1) contenían en resumen todos los avances observados en el cultivo.

- **Resumen por mes**

Una vez al mes se realizó un resumen de poblaciones por tanque, en este formato (Anexo No. 4) se incluía los cambios realizados en los tanques y la población existente.

La hoja de resumen se colocaba en el fólder en donde estaban ubicadas las hojas biométricas por tanque, éste contenía la información real de las poblaciones, ya que constantemente se hacían traslados de peces.

- **Control de ventas**

Se utilizó un cuaderno en el que se colocaba el nombre de cada persona a quien se le vendía producto, la cantidad de libras vendidas, cantidad de peces que contenía y el total en quetzales del producto vendido.

El propósito del mismo era tener un control exacto sobre el producto vendido y evitar desvíos de dinero o de información. Semanalmente se hacía un cierre en donde se colocaba la cantidad de libras vendidas durante la semana y el dinero recibido.

- **Registro de ventas**

Para poder entregar un informe de ventas a los dueños del proyecto se diseñó una boleta de registro (Anexo No. 2) la que reportaba el número de peces vendidos, cantidad de libras que pesaban y el total en quetzales de venta, la misma se colocaba en un sobre sellado adjuntando el dinero recibido; además para controles del proyecto se pegaba una copia de esta boleta en el libro de diario.

- **Medidas de seguridad**

Mantener un control de poblaciones en los cultivos acuícolas es complicado, ya que no es posible observar a todos los organismos,

notándose en la mayoría de los casos la pérdida hasta la finalización de la fase de cultivo.



**Figura No. 58**  
Implementación de normas de seguridad

Tomando en consideración este factor se tuvo que restringir la entrada al área de cultivo y a la bodega de almacenamiento, con el propósito de que esto disminuyera las pérdidas al finalizar el mismo, ya que la zona sólo se encuentra delimitada por una malla.

Para hacer entender a las personas que viven y visitan la finca, la nueva medida, se colocó un rótulo (Figura No. 58) en la puerta de entrada al lugar de cultivo y otro en la puerta de entrada a la bodega.

### ➤ Fases de Cultivo

En finca Santa Elena el cultivo se dividió básicamente en 3 fases:

- **Siembra**

Se sembraban 2,500 alevines por pila, los cuales provenían de la finca Sabana Grande, para la siembra se llenaba el tanque que se iba a utilizar un día anterior y se revisaba que tuviera las piedras aireadoras bien colocadas y que no hubiera fuga de agua, ya que en algunas ocasiones al permanecer secos por varios días se provocaban rajaduras en la capa del impermeabilizante ocasionando fugas de agua.

Debido a las diferencias en temperatura del agua de los alevines, el día de la siembra al llegar los mismos a la finca se colocaban con las bolsas en las que iban empacados a flotar sobre los tanques por 30 minutos, para nivelar la temperatura, pasados los 30 minutos se abrían las mismas y se liberaban los alevines (Figura No. 59).

Durante un período de tres meses próximos a la fecha de siembra no se realizaba muestreos de peso, únicamente se hacían los recambios de agua diarios.



**Figura No. 59** Proceso de siembra

- **Engorda**

Los peces permanecían con la misma densidad de siembra ( $127 \text{ org/m}^2$ ) durante 4 meses. Pasados los 4 meses se hacía una separación por tallas (pequeños, medianos y grandes).

Una vez definidas las tallas se colocaban 1,000 peces por tanque ( $51 \text{ org/m}^2$ ), al hacer esta separación se incrementaba el consumo de alimento diario. Este cambio se realizaba porque los peces al ir creciendo requieren de más oxígeno, además la diversidad de tallas provoca que los peces pequeños no se alimenten.

Durante un período aproximado de dos meses los peces permanecían bajo esta densidad, posterior a éste en cada muestreo se seleccionaban los peces de 12 onzas para arriba para colocarlos en el tanque de venta.

- **Cosecha**

En cada muestreo durante el engorde se iban seleccionando los peces más grandes (mayores a 12 onz.) de cada pila y se colocaban en un tanque que estaba destinado para peces de venta (Figura No. 60).

Cuando la población ya era menor a 600 peces, se vaciaba completamente el tanque y se seleccionaban los de venta (mayores a 12 onzas de peso promedio), los peces que aún estaban pequeños (menores a 11 onzas promedio) se colocaban en otros tanques para que continuaran en engorde y finalmente se preparaba el tanque para una nueva siembra o nueva selección.



**Figura No. 60** Cosecha

- **Venta**

Se cuenta con un tanque específico en el que se colocan los peces para venta, para evitar la manipulación de toda una población y provocar un estrés innecesario. La venta se maneja de dos formas:

- a. **Minoristas:** Estas personas llaman por teléfono y hacen su pedido, se les prepara para que esté listo cuando lleguen por él. El precio para ellos es de Q. 10.00 por libra (Figura No. 61).





**Figura No. 61** Despacho a minoristas

b. Consumidor final: Con el propósito de satisfacer todos los mercados se vende también tilapia por libra, el producto no se eviscera, se colocó un letrero en la entrada en la finca, el cual dice 'Se Vende Tilapia', el precio es de Q. 13.00 por libra (Figura No. 62).



**Figura No. 62** Despacho a consumidor final

Generalmente al despechar producto a los mayoristas se vacía el tanque totalmente, porque ya se tiene preparado el pedido; sin embargo cuando llegan personas individuales se saca el producto con una atarralla y el comprador escoge las tilapias que quiere llevarse, éstas se pesan y se colocan en una bolsa.

Si el comprador deseaba llevar el producto eviscerado se cobraba Q. 1.00 por libra vendida.

➤ **Infraestructura**

En el momento en el que la epesista llegó a la finca se encontraba en las siguientes condiciones: estaban contruidos 18 tanques y el reservorio, colocada la tubería de entrada de agua y aireación para 6 tanques, con esta infraestructura fue cómo se comenzó el cultivo, a partir de ahí se participó en todas las mejoras de infraestructura realizadas.



**Figura No. 63** Blowers

En el mes de febrero se terminó de colocar el primer blower (Figura No. 63), para proporcionar aireación a 8 tanques, los que para ese momento se encontraban en uso.



**Figura No. 64** Pozo de agua

En el mes de abril se finalizó la construcción de un pozo (Figura No. 64), para abastecimiento de agua durante la época lluviosa, ya que para esta temporada el agua del río se llena de muchos desechos y suciedad, lo que perjudicaría a las tilapias.

En el mes de mayo se instaló el segundo blower (Figura No. 63), para aireación de las diez pilas restantes, se colocó la tubería necesaria. Además, se habilitó la entrada de agua para la última serie de pilas.

Hasta el mes de mayo se utilizaban piedras aireadoras de pecera, en el mes de mayo se colocaron piedras especiales para cultivos acuícolas, ocho piedras por pila.

En el mes de junio se construyó la bodega de alimento (Figura No. 65), ya que no se podían hacer pedidos grandes de alimento por



**Figura No. 65** Bodega de alimento

problemas de almacenamiento, y la lluvia más los roedores comenzaron a ser causa de deterioro en el mismo.

Otro tipo de arreglos realizados fue la implementación de una salida directa de agua del pozo hacia los tanques, en esta salida se colocó un tapón, al cual en momento de alguna emergencia se le puede colocar una manguera y utilizarla para realizar los recambios de agua en los tanques.



**Figura No. 66** Entrada de agua del pozo al reservorio



**Figura No. 67** Planta de energía eléctrica

Además, se alargó el tubo de entrada de agua al reservorio (Figura No. 66), el reservorio está conformado de 4 fozas, por donde pasa el agua del río para filtrarse; sin embargo, con el agua del pozo no era necesario hacer todo el recorrido, por lo que se alargó el tubo para que el agua pasara únicamente por dos fozas.

Finalmente la última modificación que se hizo fue la compra de una planta generadora de energía (Figura No. 67) para evitar que los peces se quedaran sin aireación por falta de energía.

### ➤ **Capacitación al Personal**

Por ser el cultivo de tilapia un proyecto nuevo en Finca Santa Elena el personal contratado no tenía conocimientos sobre el manejo de un cultivo de esta especie. El método de enseñanza utilizado con el personal de la finca (Figura No. 68), fue avanzando según las necesidades presentadas y las mejoras realizadas en el cultivo. Como producto de la capacitación brindada al personal de cultivo de tilapia de la finca, ahora posee la capacidad para:



**Figura No. 68** Revisión de controles escritos del cultivo

- a. Operar hojas biométricas
- b. Hacer muestreos de peso
- c. Identificar cambios de alimentación
- d. Determinar el momento propicio para hacer recambios de agua
- e. Anotar los datos principales en un libro de diario
- f. Conocer los efectos de la mala calidad de agua
- g. Distinguir presencia de enfermedades
- h. Entregar reportes de venta

### ➤ Problemas Presentados

En el transcurso del EPS se encontraron varios problemas en el cultivo, como en todo proyecto existe una fase de aprendizaje, la cual conlleva costos económicos, pero que benefician a largo plazo.

#### • Abastecimiento de agua



**Figura No. 69** Agua del río en época lluviosa

El agua utilizada en el cultivo de tilapia provenía del río Guacalate, la aireación era provocada por una entrada constante de agua en los tanques, lo que mantenía los niveles de oxígeno estables durante las 24 horas.

Sin embargo, al entrar la época lluviosa causó que el fondo del río se removiera (Figura No. 69) y a su vez el agua de los tanques se llenó de sedimentos, esto provocó en los peces inapetencia, falta de oxígeno y estrés, afortunadamente en las primeras ocasiones no se observaron mortandades.

La presencia de este problema llevó a agilizar la colocación del sistema de aireación en todos los tanques y a terminar la construcción del pozo para los recambios de agua diarios.

El problema finalmente se solucionó contando con aireación durante 24 horas por medio de un blower y realizando un recambio de agua semanal con agua proveniente del pozo.

- **Generación de energía**

La finca cuenta con una hidroeléctrica que es utilizada para la generación de energía de la misma; sin embargo, ésta no se encuentra en perfectas condiciones aún.

En el momento en que ésta no funciona correctamente, entonces se utiliza energía de la empresa eléctrica, desafortunadamente existieron ocasiones en las que las dos fuentes fallaron, lo que ocasionó estrés en los peces y en algunos de los tanques mortandades.

A raíz de las mortandades se colocó una planta eléctrica para hacer uso de ella en casos de emergencia y evitar que los peces se quedaran sin oxígeno.

- **Presencia de enfermedades**

La mala calidad de agua es causante de enfermedades en los peces, después de una fuerte lluvia el agua del río llegó a los tanques sucia y oscura, esto repercutió en estrés para los peces, ya que estuvieron en agua sucia por varias horas.



**Figura No. 70** Manchas rojas con leves hemorragias, indicador de presencia de enfermedades.

A los dos días de haber tenido ese problema mientras se realizaba una selección de peces para venta se notó la presencia de manchas rojas que podían confundirse con la coloración típica de la especie y algunas con leves hemorragias (Figura No. 70).

Hasta ese momento no se habían presentado mortandades, por lo que se tomó la decisión de dar un tratamiento profiláctico contra la septicemia hemorrágica, el tratamiento aplicado fue:

- ¼ de taza de aceite vegetal
- 1 cápsula de oxitetraciclina de 500 mg.
- 1 kilo de alimento normal



**Figura No. 71** Tratamiento utilizado para septicemia hemorrágica

La cápsula de oxitetraciclina debía diluirse en el aceite vegetal y luego éste mezclarse con el alimento (Figura No. 71), a pesar de haber iniciado el tratamiento profiláctico se presentaron mortandades a los dos días, así que se duplicó la dosis de antibiótico y se dio el tratamiento a todos los tanques por 5 días.

Debido a la distancia y al período que hubiera tomado el realizar análisis de laboratorio, no se hicieron siembras en medios de cultivo para diagnosticar la enfermedad, sino que se aplicó tratamiento para Septicemia Hemorrágica tomando en consideración las lesiones observadas.

#### • Alimento



**Figura No. 72** Alimento dañado por la humedad

Después de que se construyó la bodega se hacían pedidos de alimento para 2 ó 3 semanas, el mismo se almacenaba en la bodega y se iba rotando. Sin embargo, las fuertes lluvias provocaron la creación de humedad en la pared posterior de la bodega, ocasionando el enmohecimiento de un quintal de alimento; además, en otra ocasión el agua entró a la bodega ocasionando la pérdida de dos quintales de alimento.

El alimento no se desperdició en un 100%, sino que se seleccionó el enmohecido y se escogió el que todavía se encontró en buenas condiciones (Figura No. 72).

#### 2.4.2 Molino Santa Ana

La empresa Molino Santa Ana se dedica a la elaboración de concentrados para animales, todas sus actividades se enfocan hacia el mejoramiento de sus fórmulas para así obtener mejores crecimientos en menor tiempo.

Atendiendo a las necesidades expresadas por los clientes y al creciente desarrollo de la acuicultura la empresa se vio en la necesidad de crear un nuevo alimento para tilapia, es decir ya contaban con la fase de crecimiento y engorde, mas no con una fase de inicio.

Parte de las funciones desempeñadas fue la colaboración para la formulación de esta nueva dieta. La empresa ya había realizado una prueba de este alimento en el mes de diciembre, en el mes de marzo se tomó la decisión de hacer una más.

El resultado obtenido fue que el alimento no flotó, debiendo tener una flotabilidad de una hora comúnmente. La prueba fue desechada y reprocesada.



**Figura No. 73** Alimento de Molino Santa Ana a la izquierda, alimento de la competencia a la derecha

En el mes de abril se hizo otra prueba, pero en esta ocasión se hicieron modificaciones a la formulación, el principal cambio efectuado fue el agregar harina de sangre en un 5%, ya que ésta mejora la flotabilidad y brinda un buen porcentaje de proteína.

Los resultados fueron aceptables (Figura No. 73), aunque se advirtió que debían mejorarse, después de ésta se iniciaron con las pruebas en el campo. El alimento de la empresa (fase de inicio y de crecimiento) fue probado en cultivo de tilapias de

sistema semi-intensivo alto para evaluar su rendimiento, tuvo una duración de 5 meses, el mismo no presentó efectos secundarios (Figura No. 74).

Para el alimento de 38%PC se hizo el informe para licencia del MAGA –Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación-, en el que se informó que el alimento no había tenido efectos secundarios en los peces y se había observado incremento en peso.



**Figura No. 74** Tilapias engordadas con alimento de Molino Santa Ana

Finalmente se elaboró un informe de los resultados obtenidos con la fase de inicio y con la fase de crecimiento de alimento para tilapia de la empresa Molino Santa Ana.

Como parte del apoyo que se brindó a la empresa en el transcurso del EPS adicionalmente se realizaron varias actividades, dentro de las cuales estuvieron:

1. Elaboración del organigrama general de la empresa.
2. Revisión y corrección del bifoliar de alimento para tilapia (Anexo No. 8).
3. Elaboración de un folleto de generalidades del cultivo de tilapia (Anexo No. 7).
4. Capacitación al grupo de vendedores y asesor técnico de la empresa.
5. Elaboración de informe de resultados de alimento de 38%PC para licencia en el MAGA –Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación-.
6. Cálculo de alimento a utilizar según producción para clientes grandes de la empresa.

#### 2.4.3 Proyecto Pesquimar

El proyecto se visitó cada tres semanas, durante el transcurso de este tiempo se realizaron dos muestreos (Figura No. 75).





**Figura No. 75** Muestreo de peso en proyecto Pesquimar

Durante las visitas al proyecto se observó la calidad del agua, la densidad de población, la ración de alimento proporcionada por día y el estado general del cultivo.

En cada visita se resolvieron dudas específicas de los dueños del proyecto como:

- a. ¿Estamos alimentado correctamente?
- b. ¿Estamos manejando bien los recambios de agua?
- c. ¿Los crecimientos obtenidos son buenos?
- d. ¿Se puede aumentar la densidad?

Los dueños del proyecto tenían la intención de implementar un sistema de aireación que les brindara mayor oxígeno a los estanques para así poder aumentar la densidad poblacional de los estanques.

Para ayudarlos se hicieron las consultas correspondientes con expertos en el área y se les recomendó comprar una bomba de agua con mayor capacidad de recambio que les permitiría duplicar la densidad de los estanques de 7 a 14 peces por metro cuadrado.

#### 2.4.4 Proyecto Jairo

El proyecto Jairo se encuentra ubicado en Iztapa, cuenta con 3 estanques rectangulares (Figura No. 76) con aireación, el sistema de cultivo es semi-intensivo bajo.



**Figura No. 76** Estanques de Proyecto Jairo

En este proyecto se les enseñó cómo realizar un muestreo y cómo evaluar si la ración diaria de alimento consumida era la correcta (Figura No. 77).



**Figura No. 77** Ejecución de muestreos en Proyecto Jairo

Se evaluó la velocidad de alimentación de los peces, además se proporcionó una tabla que contenía el peso promedio en el que debe de cambiarse la fase de alimentación a las tilapias.

#### 2.4.5 Proyecto Doña Lupe

El proyecto Doña Lupe se encuentra ubicado en Iztapa, éste cuenta con un único tanque de forma irregular hecho a base de cemento (Figura No. 78).



**Figura No. 78** Proyecto Doña Lupe

El cultivo tenía dos meses de haber iniciado, dentro de los problemas que se encontraron, fue la falta de circulación del agua en el estanque y bajos niveles de oxígeno.

En este proyecto no se realizaron muestreos, ya que los peces tenían dos meses de siembra, no considerándose apropiado realizarlo hasta los tres meses.

## **2.5 Conclusiones**

2.5.2 En Escuela La Ceiba los alumnos comprendieron la importancia de la conservación de los recursos naturales; sin embargo, debido a la pobreza en la que viven se les dificulta la aplicación del conocimiento recibido, aunque intentan ser parte de la conservación de los mismos.

2.5.3 Los productores acuícolas no velan por la conservación de los recursos naturales, son pocos los cultivos que poseen proceso de filtración de agua al salir del sistema de cultivo, lo que causa daños ecológicos a largo plazo

2.5.4 En general se observó que tanto grandes como pequeños productores inician proyectos acuícolas sin tener conocimiento en el campo y sin solicitar asesoría, la razón para el pequeño productor es la falta de recurso económico y para el grande es el buscar un ahorro de inversión.

2.5.5 Actualmente en las zonas costeras del país se encuentran pequeños productores asociados con el propósito de generar proyectos acuícolas que implementen técnicas modernas de cultivo para incrementar densidades de población y crecimientos.

## **2.6 Recomendaciones**

- 2.6.1 Implementar en las escuelas, sistemas de reciclaje que permitan que los alumnos reciban un beneficio económico por hacer esta labor, ya que en la mayoría de departamentos del país existen centros de acopio de basura reciclada quienes pagan por la cantidad colectada.
- 2.6.2 Establecer normas de tratamiento de aguas provenientes de cultivos acuícolas y controlar que las mismas se cumplan tanto en pequeños como en grandes productores.
- 2.6.3 Crear sistemas que difundan la importancia de hacer planes de trabajo y evaluar riesgos antes de iniciarse en el campo acuícola, además de contar con ayuda técnica para la creación de proyectos en el momento de preinversión y ejecución del mismo.
- 2.6.4 Difundir la importancia de hacer una acuicultura responsable y tecnificada, ya que en la mayoría de grupos organizados se desconocen los sistemas que pueden implementarse para obtener mejores resultados de producción.



**3. PROYECTO DE INVESTIGACION: DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DE UN ALIMENTO COMERCIAL PARA TILAPIA CON 32% y 38% DE PROTEINA CRUDA**

### **3.1 Introducción**

El auge que ha tenido la piscicultura en Guatemala ha provocado la necesidad de crear nuevas opciones de alimentos, la existencia de éstas en el mercado permite que los precios sean estables, y crea alternativas de compra que se adapten a las distintas necesidades del productor.

Actualmente la mayoría de los alimentos comercializados en el país, proceden del extranjero, ocasionando que el precio del producto sea alto y difícil de adquirir. Con el propósito de encontrar opciones de bajo costo que proporcionen buenos crecimientos, se evaluó el rendimiento de un alimento para tilapia producido a nivel nacional.

El objetivo fue determinar su eficiencia y evaluar si podían obtenerse cultivos rentables con el uso del mismo. El alimento fue evaluado durante 5 meses en la fase de inicio y la de crecimiento.

Los peces comenzaron a ser alimentados a partir de los 30 hasta los 320 gramos promedio, los resultados obtenidos se mantienen dentro de los ofrecidos por otras casas comerciales, considerándose un alimento competitivo.

## **3.2 Objetivos**

### **3.2.1 Objetivo General**

Establecer la eficiencia de un alimento comercial para tilapia con 38% y 32% de proteína cruda, en sistema de cultivo semi-intensivo alto, utilizando tanques circulares.

### **3.2.2 Objetivos Específicos**

- 3.2.2.1 Determinar el factor de conversión alimenticio del alimento para tilapia abarcando las 2 fases de alimentación desde los 30 hasta los 320 gramos promedio.
- 3.2.2.2 Establecer el incremento en peso diario, utilizando las 2 fases de alimento, durante la etapa de cultivo que comprende de los 30 a los 320 gramos de peso promedio.
- 3.2.2.3 Evaluar el porcentaje de inversión económica que requiere cada fase de alimentación para el productor.



### **3.3 Antecedentes**

Actualmente en Guatemala existen 4 líneas comerciales de alimento para tilapia y una que se encuentra en el intento de salir al mercado, dos de las líneas provienen de países extranjeros y dos de ellas son producidas a nivel nacional.

Países más desarrollados en el campo de la acuicultura han realizado diversos estudios sobre el rendimiento de estos alimentos; datos que se utilizan en Guatemala para vender los productos importados.

Sin embargo, en Guatemala no se han llevado a cabo estudios especializados en los que se evalúe el rendimiento en distintas condiciones de cultivo, zonas climatológicas, fuentes de agua, etc. Factores que influyen en los resultados.

Es hasta ahora que tanto empresas nacionales como extranjeras han puesto empeño en obtener resultados de eficiencia y rendimiento de alimentos a nivel nacional, por lo que los resultados aún no han sido publicados.

### 3.4 Marco Teórico

#### 3.4.1 Historia

La acuicultura tuvo sus inicios en Guatemala cerca de 1970, con programas de fomento piscícola impulsados por el gobierno guatemalteco con apoyo del extranjero, principalmente Estados Unidos y Japón. Estos programas tenían como objetivo principal el darle subsistencia a los agricultores del área rural, una alternativa de producción que propiciara su seguridad alimentaria y mejorara su consumo de proteína animal (Marroquín, 2000).

Desafortunadamente, la casi totalidad de estos proyectos fracasaron con el tiempo, la mayor parte de los estanques construidos fueron abandonados o rellenados para convertirlos en campos agrícolas. Las estaciones que continuaron trabajando lo hicieron en condiciones de casi abandono y con la misma tecnología que lo hacían cuando fueron creadas (Marroquín, 2000).

#### 3.4.2 Actualidad

El cultivo de tilapia, *Oreochromis sp.* (Figura No. 79), presenta muy buenas posibilidades de expansión, debido a que su consumo en mercados internacionales (principalmente Estados Unidos) se está incrementando, gracias a la demanda de filetes de pescado (Marroquín, 2000).



**Figura No. 79** *Oreochromis sp.*

Las tilapias son el segundo grupo de peces más producidos por la acuicultura mundial, con una contribución a la producción de aproximadamente el 20% del volumen total de peces, incrementándose en más del 85% exclusivamente entre 1984 y 1992. Siendo la especie *O. niloticus* (tilapia nilótica) equivalente al 80% de la producción, seguida de la *O. mossambicus* (tilapia roja) con el 5% (Castillo, 2001).

### 3.4.3 La Tilapia

La tilapia, como se le conoce en Guatemala (Figura No. 80), es un pez de las especies rústicas que se adaptan a gran variedad de condiciones del medio, se reproducen muy precozmente con una alta tasa de reproducción. Tienen rápido



**Figura No. 80** Algunas especies observadas en cultivos de tilapia en Guatemala

crecimiento, gran resistencia, alta calidad de la carne, sin espinas finas, de fácil cocción, característica que lo colocan como un pez adecuado para la crianza (Meyer, 2004).

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 (Alicorp, 2005).

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 (Alicorp, 2005).

#### ➤ **Morfología del tracto digestivo y digestión de la tilapia**

Las tilapias presentan una boca terminal, donde se ubican de una a cinco filas de dientes mandibulares uniformemente pequeños, aplanados distalmente, y que pueden ser uni, bi, o tricúspides (Figura No. 81). El material ingerido es seleccionado en la cavidad bucal, expuesto a las papilas gustativas, y rechazado o engullido hacia el esófago. En este tránsito, el alimento pasa por los huesos faríngeos donde es desgarrado y molido antes de pasar hacia el esófago (Olvera, 2002).



**Figura No. 81** Boca abierta de una tilapia

A pesar de que las tilapias consumen fitoplancton e incluso bacterias, no poseen un aparato branquial filtrador, ya que la separación entre las branquiespinas es muy amplia como para atrapar células pequeñas; sin embargo, resuelven esta situación atrapando el alimento mediante un mucus secretado por células especializadas ubicadas en los arcos branquiales, siendo luego dirigido hacia los dientes faríngeos para su procesamiento (Olvera, 2002).

Estos peces poseen un tracto digestivo bien diferenciado, con un esófago corto que conecta con un estómago con forma de saco, recubierto con una barrera viscoelástica que protege su epitelio de los efectos del ácido y enzimas proteolíticas. A través del esfínter pilórico se comunica con el intestino, el cual se encuentra formando una madeja, y cuya longitud puede ser de siete a trece veces la correspondiente al cuerpo del animal según la especie. Funcionalmente se puede dividir en varias regiones donde continúa la digestión y se realiza la absorción de los nutrientes (Olvera, 2002).

Una característica notable de las tilapias es su elevada eficiencia en la utilización del alimento, la cual se relaciona con su elevada capacidad para digerir las microalgas y materia vegetal en general, favorecida por el bajo pH en el estómago que les permite obtener los nutrientes del interior de la célula vegetal incluso sin necesidad de romper la pared celulósica, o degradar paredes celulares de bacterias y microalgas (Olvera, 2002).

## ➤ **Requerimientos Nutricionales**

Los requerimientos nutricionales indican qué es lo que un pez necesita en cuanto a nutrientes para desarrollarse normalmente y obtener buenos rendimientos. Estos son la base para la elaboración de un alimento balanceado.

### • **Proteína – aminoácidos**

La proteína es el principal nutriente en la dieta de los peces, siendo esencial para su crecimiento por ser su componente corporal más significativo. Este debe estar presente en la dieta en la cantidad y calidad adecuadas a fin de satisfacer sus necesidades para crecimiento y/o mantenimiento (Olvera, 2002).

Dentro de los factores que afectan el requerimiento de proteína se encuentra la calidad de la proteína (perfil y disponibilidad de aminoácidos), el balance proteína-energía en la dieta, el contenido energético y cantidad de energía no proteica disponible. Otros factores que afectan los requerimientos son el estado fisiológico del animal (edad, peso, madurez sexual, salud, etc.), sus hábitos alimenticios, factores ambientales (temperatura del agua, salinidad, oxígeno disuelto) y calidad del agua (Olvera, 2002).

Los requerimientos disminuyen con la edad y pueden ser satisfechos variando el consumo de alimento. El bajo contenido de carbohidratos en la dieta de los peces significa que el consumo de proteína es dos o tres veces superior al necesario para el crecimiento, lo que permite a los animales disponer de un exceso de aminoácidos para usarse como fuente de energía (Olvera, 2002).

La deficiencia de aminoácidos esenciales se evidencia en la reducción del crecimiento, baja conversión alimenticia y pobre utilización de la proteína, así como anorexia (Olvera, 2002). Los requerimientos de proteína del pez varían según el sistema de cultivo utilizado; sin embargo, se definen requerimientos básicos para tilapia según su peso (Cuadro No. 15 ) (Alicorp, 2005):

**Cuadro No. 15** Requerimientos de proteína para tilapia

<b>REQUERIMIENTOS DE PROTEINA</b>	
<b>RANGO DE PESO (gramos)</b>	<b>% ÓPTIMO DE PROTEÍNA</b>
Larva a 0.5	40 - 45%
0.5 a 10	40 - 35%
10 a 30	30 - 35%
30 a 250	30 - 35%
250 a talla comercial	25 - 30%

De manera general también se han definido los requerimientos de aminoácidos esenciales para tilapia (Cuadro No. 16) (Alicorp, 2005):

**Cuadro No. 16** Requerimientos de aminoácidos para tilapia

<b>REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS</b>	
<b>AMINOÁCIDO</b>	<b>% EN LA DIETA</b>
Arginina	4.2
Histidina	1.7
Isoleucina	3.1
Lisina	5.1
Leucina	3.4
Metionina	2.7
Fenilalanina	3.8
Treonina	3.8
Triptófano	1
Valina	2.8

- **Lípidos - ácidos grasos**

Los lípidos son sustancias orgánicas de origen biológico insolubles en agua, cuya principal función es actuar como almacén de energía o como

componentes de las membranas celulares. Los lípidos son necesarios para un crecimiento y desarrollo normal de los peces y sirven de vehículo de transporte para las vitaminas liposolubles (Olvera, 2002).

Los ácidos grasos esenciales para la mayoría de los peces son entre otros el linoleico (18:2n6) y linolénico (18:3n3) con sus respectivos derivados. Estos nutrientes son indispensables en pequeñas cantidades y en exceso pueden modificar las características corporales del animal o provocar enfermedades (Olvera, 2002).

Como fuente de ácidos grasos esenciales para tilapia se recomienda utilizar niveles de 0.5 a 1% de omega 3 y un 1% de omega 6. Las grasas requeridas para los peces son poli-insaturadas livianas y fácilmente asimilables. La relación proteína-grasa es crucial para cualquier dieta, un exceso de grasas en el alimento contamina el agua y un nivel insuficiente afecta el crecimiento (Olvera, 2002).

Se estima que dependiendo de los hábitos alimenticios, los peces requieren de 10-20% de lípidos en su dieta para satisfacer sus necesidades de energía y ácidos grasos; los requerimientos pueden ser cubiertos ya sea con ácido linoleico o un derivado de este, el ácido eicosapentanoico (20:4n-6) (Olvera, 2002).

Para satisfacer las necesidades de ácidos grasos, las dietas de los peces cultivados deben de ser suplementadas con aceite de pescado, el cual les confiere además características organolépticas que las hacen más aceptables por los animales. Este aceite además es una fuente importante de energía digerible, fosfolípidos y vitaminas liposolubles (Olvera, 2002).

Los lípidos constituyen el mayor recurso energético (hasta 2.25 veces más que la proteína), y está muy ligado al nivel de proteína en la dieta. Así para niveles de 40% de proteína se recomienda niveles de grasa de 6 a 8%. Con 35% de proteína el nivel de grasa es de 4.5 a 6% y con niveles de 25 a 30% de proteína se recomienda de 3 a 3.5% de grasa (Alicorp, 2005).

- **Carbohidratos**

Los carbohidratos rinden menos energía por unidad de peso en comparación con los lípidos o proteínas; sin embargo se les considera la fuente de energía más barata para los peces, con la ventaja adicional de que su inclusión en las dietas mejora su palatabilidad así como su estabilidad en el agua (Olvera, 2002).

No se ha demostrado un requerimiento para carbohidratos en los peces; sin embargo, si éstos no son ofrecidos en la dieta, una mayor cantidad de proteínas y lípidos serán catabolizados para obtener energía y esqueletos de carbono para la síntesis de compuestos biológicos usualmente derivados de los carbohidratos (Olvera, 2002).

Se recomienda incluir un máximo de 25% de carbohidratos digeribles en la dieta de la tilapia, con el propósito de suministrar energía no proteica en beneficio del uso de la proteína para crecimiento, para reducir el costo del alimento, y para favorecer el procesamiento y aglutinación de la dieta. (Olvera, 2002).

- **Vitaminas**

Las vitaminas son compuestos orgánicos que actúan como cofactores o sustratos en varias reacciones metabólicas. Generalmente son requeridas en pequeñas cantidades para un crecimiento normal, la reproducción y la salud del animal (Olvera, 2002).

La deficiencia de alguna vitamina se manifiesta con una gran variedad de signos en algunos casos característicos incluyendo erosión de aletas, obscurecimiento o decoloración corporal, atrofia muscular, deformaciones esqueléticas, pérdida de equilibrio, etc. (Olvera, 2002).

Debido a la falta de información de los requerimiento en tilapias, se utilizan premezclas diseñadas para otras especies o, como en el caso de la vitamina C, adicionándolas en exceso para amortiguar su pérdida



normal durante el procesamiento, almacenaje y lixiviación. Una premix general recomendado es (Cuadro No. 17) (Alicorp, 2005):

**Cuadro No. 17** Premix de vitaminas recomendado para tilapia

<b>PREMIX DE VITAMINAS PARA TILAPIA</b>	
<b>VITAMINA</b>	<b>NIVEL EN LA DIETA</b>
Tiamina	0.1 mg/kg
Riboflavina	3.5 mg/kg
Piredoxina	0.5 mg/kg
Ácido pantoténico	3 - 5 mg/kg
Niacina	6-10 mg/kg
Biotina	0-0.5 mg/kg
Ácido fólico	0-0.5 mg/kg
Cianocobalamina	0.01 mg/kg
Inositol	300 mg/kg
Colina	400 mg/kg
Ácido ascórbico	50 mg/kg
Retinol	500 UI/kg
Vitamina D	200 UI/kg
Vitamina E	10 mg/kg
Vitamina K	0-1 mg/kg

- **Minerales**

Los minerales necesarios para el metabolismo dependiendo de su concentración en el cuerpo del pez se clasifican en términos prácticos en principales o macroingredientes y traza o microingredientes (Olvera, 2002).

El calcio, magnesio, potasio, hierro, zinc, cobre y selenio son tomados directamente del medio, siendo la tasa de absorción variable dependiendo de factores ambientales tales como su concentración en el agua, salinidad, temperatura, pH, etc.; sin embargo, la cantidad del mineral absorbido del agua no satisface totalmente los requerimientos del animal, por lo que debe de obtener una parte con los alimentos (Olvera, 2002).

Las dietas para tilapia deben de suplementarse con la cantidad necesaria de minerales para satisfacer las necesidades de los peces, cuidando que las sales utilizadas sean digeribles para el animal, y utilizar fuentes proteicas libres de ácido fítico, a fin de reducir al máximo la pérdida de minerales dietarios (Olvera, 2002).

Al igual que en el caso de las vitaminas liposolubles, algunos minerales en exceso pueden resultar tóxicos o dañinos para el animal debido a su acumulación en tejidos, en particular los metales pesados. Los requerimientos en minerales son (Cuadro No. 18) (Alicorp, 2005):

**Cuadro No. 18** Requerimiento de minerales para tilapia

<b>MINERALES PARA TILAPIA</b>	
<b>MINERAL</b>	<b>NIVEL EN LA DIETA</b>
Calcio	0
Fósforo	5 - 10 g/kg
Magnesio	0.5 - 0.7 g/kg
Potasio	2.0 g/kg
Hierro	30 mg/kg
Manganeso	2.4 mg/kg
Cobre	5.0 mg/kg
Selenio	0.1 mg/kg
Cromo	1.0 mg/kg

- **Energía**

Los animales requieren de un suministro continuo de energía para satisfacer la demanda de sus actividades físicas y para mantener adecuadamente las funciones corporales; de este modo, el pez crecerá solamente cuando la energía asimilada exceda a la utilizada para actividades físicas o el mantenimiento corporal (Olvera, 2002).

El elevado contenido proteico en la dieta de los peces implica adicionalmente un considerable gasto energético, estimado entre 5 y 20% de la energía ingerida, a fin de satisfacer las necesidades asociadas con el rompimiento de las proteínas y demás procesos relacionados con la digestión (Olvera, 2002).

➤ **Alimentación en Tilapia**

El éxito de la actividad piscícola depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente en la calidad y cantidad del alimento suministrado (Alicorp, 2005). Debido a que los niveles de secreciones digestivas y la acidez aumentan con el incremento de la temperatura en el tracto digestivo, los picos máximos de asimilación se obtienen cuando la temperatura ambiental alcanza los valores máximos (Olvera, 2002).

• **Alimento**

La transición de la dieta de los juveniles a la del adulto puede darse gradual o abruptamente (Cuadro No. 19) (Alicorp, 2005).

**Cuadro No. 19** Diámetros de pellet recomendados para tilapia

<b>DIAMETRO DE PELLETT RECOMENDADO</b>	
<b>ESTADÍO</b>	<b>TAMAÑO DE PELLETT (mm)</b>
Alevines	Polvo
De 0.5 a 5.0 g	Quebrantado
De 5.0 a 15.0 g	1 x 1
De 15.0 a 30.0 g	1.5 x 1.5
De 30.0 a 80.0 g	2 x 2
De 80.0 a 200.0 g	3 x 3
De 200.0 a 500.0 g	4 x 4
De 500.0 a más	5 x 5

La selección de los niveles de proteína en el alimento depende de varios factores: del peso del pez, del tipo de cultivo (intensivo o semiintensivo),

función fisiológica (reproducción o engorde), presentación del alimento (peletizado o extruido), producción primaria del ecosistema y el factor económico (Olvera, 2002).

El nivel de proteínas que produce máximo crecimiento disminuye con el incremento del peso del pez. El suplemento de proteína en el alimento para el cultivo intensivo de tilapia, es más del 50% del costo total del alimento (Alicorp, 2005):

El buen aprovechamiento del alimento dentro de una estación piscícola depende de varios aspectos (Olvera, 2002):

- + Líneas parentales utilizadas. Buena calidad de semilla.
- + Calidad del agua. La apetencia del pez es directamente proporcional a la calidad del agua.
- + Palatabilidad del alimento. Aceptación del alimento por parte del pez.
- + Presentación del alimento. Peletizado o extruido, alimento flotante o de hundimiento lento.
- + Técnica de alimentación. Manejo y forma de alimentar.
- + Control de la temperatura. Manejo de la temperatura dentro del cuerpo de agua.

• **Aspectos importantes sobre el alimento**

- + El alimento representa entre el 50 y el 60% de los costos de producción (Alicorp, 2005).
- + Un alimento mal manejado se convierte en el fertilizante más caro (Alicorp, 2005).
- + Una producción semi-intensiva e intensiva depende directamente del alimento (Alicorp, 2005).
- + El manejo de las cantidades y los tipos de alimento a suministrar deben ser controlados y evaluados periódicamente para evitar los costos excesivos (Alicorp, 2005).
- + El sabor del animal depende de la alimentación suministrada. La subalimentación hace que el animal busque alimento del fondo y adquiera un sabor desagradable (Alicorp, 2005).

- **Almacenamiento del alimento**

Muchos de los problemas con el alimento se presentan por un mal sistema de almacenamiento. Los requerimientos básicos para un buen bodegaje de alimentos concentrados son:

- + Protección de temperaturas altas y humedad. Una bodega seca, libre de humedad, evita la oxidación de grasas y la proliferación de hongos y bacterias. Debe contar con pisos y paredes impermeables, con suficiente espacio para una ventilación óptima y buena iluminación, sin permitir la entrada directa de los rayos del sol (Alicorp, 2005).
- + Protección contra insectos y roedores. Los programas de fumigación y trampas para roedores evitan la contaminación del alimento (Alicorp, 2005).
- + Rotación de inventarios. Almacenajes por períodos cortos evitan la pérdida de nutrientes (Alicorp, 2005).
- + Los sacos de alimento deben almacenarse sobre estibas de madera o plástico, pero nunca en contacto directo con el piso. Entre estibas debe haber una distancia de por lo menos 50 cm. La zona de almacenamiento debe mantenerse completamente limpia (Alicorp, 2005).

#### 3.4.4 Consideraciones Sobre la Calidad del Alimento

El desarrollo adecuado de los organismos y las condiciones ambientales del sistema de cultivo dependen del suministro de alimentos de alta calidad aunado a buenas prácticas de alimentación (Olvera, 2002).

- **Consideraciones Físicas**

El tamaño de partícula influye sobre la capacidad del animal para ingerir el alimento, por lo que éste debe estar relacionado con la talla del pez. Un tamaño inadecuado provoca bajo consumo y pérdida de alimento, y se expresa con una

elevada conversión alimenticia y mortalidad; además de afectar la calidad del agua. (Olvera, 2002).

Las partículas alimenticias deben de tener además una textura y dureza que sean agradables para el pez, por lo que se recomienda que los alimentos tengan partículas con bordes redondeados y que no sean extremadamente duros. Generalmente en alimentos para tilapia no se espera que el alimento tenga una estabilidad mayor a 20 min.; sin embargo, la recomendación es que debe de durar al menos 1 hora sin que haya problemas de lixiviado (Olvera, 2002).

#### ➤ **Consideraciones Químicas**

Los alimentos están constituidos por materiales biológicos perecederos, por lo que desde el proceso de fabricación hasta el momento de ser consumidos, están sujetos a una serie de reacciones químicas que pueden afectar su calidad, esto sin mencionar la presencia de factores anti-nutricionales endógenos o contaminantes que pudieran en un momento dado afectar la salud de los organismos (Olvera, 2002).

La degradación oxidativa de los lípidos o rancidez provoca alteraciones metabólicas en el animal. Por otro lado, las reacciones de oxidación durante el procesamiento y almacenaje provocan un agotamiento de vitamina C y E en la dieta, por lo que los ingredientes grasos deben de ser estabilizados con antioxidantes (Olvera, 2002).

#### ➤ **Consideraciones Nutricionales**

Los métodos biológicos son los más usuales para evaluar la calidad de la proteína, los cuales involucran la alimentación de organismos y la evaluación de su desempeño en términos de crecimiento y eficiencia de utilización del alimento y de la proteína, así como la digestibilidad aparente del alimento y proteína (Olvera, 2002).

### 3.4.5 Condiciones y Parámetros de Cultivo

#### ➤ Oxígeno

El rango óptimo está por encima de las 4 ppm medido en la estructura de salida del estanque (Alicorp, 2005); sin embargo, se ha evaluado los efectos con distintos niveles de oxígeno y se ha determinado (Cuadro No. 20):

**Cuadro No. 20** Efectos del oxígeno en el cultivo de tilapia

<b>EFFECTOS DEL OXIGENO EN EL CULTIVO DE TILAPIA</b>	
<b>OXÍGENO (ppm)</b>	<b>EFFECTOS</b>
0.0 - 0.3	Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
0.3 - 2.0	Letal en exposiciones prolongadas.
3.0 - 4.0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
> 4.5	Rango deseable para el crecimiento del pez.

La tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1.0 mg/ L), no obstante, el efecto de estrés al cual se somete es la principal causa de infecciones patológicas. Los niveles mínimos de oxígeno disuelto para mantener un crecimiento normal y baja mortandad se debe mantener un nivel superior a los 3.0 mg/L, valores menores a éste reducen el crecimiento e incrementan la mortandad (Alicorp, 2005).

Las consecuencias de las bajas prolongadas de oxígeno son (Alicorp, 2005):

- + Disminuye la tasa de crecimiento del animal.
- + Aumenta la conversión alimenticia (relación alimento consumido/aumento de peso).
- + Se produce inapetencia y letargia.

### ➤ **Temperatura**

Los peces son animales poiquilotermos (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura) (Alicorp, 2005).

- + El rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 28 y 32°C, con variaciones de hasta 5°C.
- + Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno.
- + Variaciones grandes de temperatura entre el día y la noche deben subsanarse con el suministro de alimentos con porcentajes altos de proteína (30%, 32%, etc.).

### ➤ **pH**

Es la concentración de iones de hidrógeno en el agua (Alicorp, 2005).

- + El rango óptimo está entre 6.5 a 9.0.
- + Valores por encima o por debajo, causan cambios de comportamiento en los peces como letargia, inapetencia, disminuyen y retrasan la reproducción y disminuyen el crecimiento.
- + Valores de pH cercanos a 5 producen mortandad en un período de 3 a 5 horas, por fallas respiratorias, además causan pérdidas de pigmentación e incremento en la secreción de mucus.

### ➤ **Amonio**

Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos). El amonio es tóxico, ya que depende del pH y la temperatura del agua, los niveles de tolerancia para la tilapia se encuentra en el rango de 0.6 a 2.0 ppm (Alicorp, 2005).

Una concentración alta de amonio en el agua causa bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, afecta el balance de las sales, produce lesiones en órganos



internos, inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades, reducción del crecimiento y la supervivencia, exoftalmia (ojos brotados) y ascitis (acumulación de líquidos en el abdomen) (Alicorp, 2005).

➤ **Fosfatos**

Son un producto de la actividad biológica de los peces y de la alimentación con concentrado (generalmente por sobrealimentación). Una concentración alta causa aumento en la población de fitoplancton provocando bajas de oxígeno por la noche. Su valor debe fluctuar entre 0.6 y 1.5 ppm como  $\text{PO}_4^-$ . Su toxicidad aumenta a pH ácido (Alicorp, 2005).

## 3.5 Materiales y Métodos

### 3.5.1 Generalidades

El proyecto de investigación se llevó a cabo en Guatemala, en el departamento de Escuintla y municipio del mismo nombre (Figura No. 6), latitud 14° 18' 03" y longitud 90° 47' 08", a una altura de 346.91 metros sobre el nivel del mar, generalmente su clima es cálido, registrándose temperaturas entre 21° y 34°C promedio.

Se aprecian claramente dos zonas de vida vegetal: la zona bh-S(c) que es bosque húmedo sub-tropical cálido y la zona bmh-S(c) que es bosque muy húmedo sub-tropical cálido. La finca en donde se realizó el estudio es conocida como "Finca Santa Elena", la cual se encuentra en el kilómetro 60.5 carretera a Santa Lucía Cotzumalguapa.

La mayor parte del territorio de la finca está cubierto por cultivos de caña, dos ríos pasan por ella, el río Guacalate y un río pequeño al que se le desconoce el nombre; sin embargo, los pobladores lo llaman "el riito".

El río Guacalate es utilizado para la generación de energía eléctrica para usos de la finca; y además, es la fuente de abastecimiento de agua para la zona de cultivo de tilapia (Figura No. 82).



**Figura No. 82** Cultivo de tilapia en sistema semi-intensivo alto

La finca cuenta con 18 tanques de 5 metros de diámetro cada uno (Figura No. 11), en los cuales se colocan 1000 tilapias (*Oreochromis sp.*) por tanque. Para el proyecto se utilizaron dos tanques, con organismos de peso inicial de 30 gramos promedio.

Los tanques utilizados fueron el B2 y el C2 (Figura No. 83), para la siembra se colocaron 2000 organismos en el tanque B2, haciendo un traslado posterior de 1,000 organismos al tanque C2, quedando cada uno con 1,000 tilapias.



**Figura No. 83** Vista superficial de los tanques utilizados para la prueba

### 3.5.2 Materiales

Considerando las diferentes actividades que se realizaron durante el proyecto de investigación para la generación de los resultados finales se separaron los materiales en distintos incisos, los cuales se describen a continuación:

#### ➤ Infraestructura del cultivo

- + 2 tanques de 5 metros de diámetro adaptados con aireación y entrada de agua.
- + 2000 tilapias (*Oreochromis sp.*)

#### ➤ Muestreos de peso

- + 1 Trasmallo
- + 1 Pesa

- + 2 Recipientes plásticos grandes
- + 1 Cuaderno
- + 1 Lapicero
- + 1 Cámara

➤ **Alimentación de peces**

- + 3.5 quintales de alimento para tilapia de 38% de proteína. El alimento contiene:

Grasa	6%
Fibra	4%
Calcio	1.1%
Fósforo D	0.6%
Humedad	12%
Diámetro extrusado	3.5 mm

- + 18 quintales de alimento para tilapia de 32% de proteína. El alimento contiene:

Grasa	4%
Fibra	5%
Calcio	1%
Fósforo D	0.5%
Humedad	12%
Diámetro extrusado	5 mm

### 3.5.3 Métodos

➤ **Infraestructura de cultivo**

1. Se utilizó dos tanques circulares de cemento de 5 metros de diámetro cada uno y 1 metro de altura.
2. El volumen de agua fue de 19,635 litros por tanque, colocando 1,000 organismos por cada uno.

3.El agua para el cultivo provenía en época seca del río Guacalate y en época lluviosa de un pozo de agua dulce.

4.Los tanques se adaptaron con un sistema de aireación de 8 mangueras con piedras aireadoras (Figura No. 84).



**Figura No. 84** Aireación por tanque

5.Se tenía una entrada de agua de 2.81 litros por segundo aproximadamente, la cual se utilizaba cada vez que se hacía recambio.

#### ➤ **Cambio de alimento**

1.Durante una semana se mezcló proporcionalmente el alimento de uso inicial con el alimento de prueba, para adaptar a los organismos al cambio de alimento.

2.Una vez se adaptaron los organismos al alimento se inició con los muestreos de peso para la evaluación (Anexo No. 2).

#### ➤ **Muestreos de peso**

Los muestreos de peso se realizaron cada 15 días en el transcurso de toda la investigación, para llevar a cabo los mismos se utilizó el siguiente procedimiento:



**Figura No. 85** Muestreo de peso

1.Se tomó una muestra con un trasmallo de 100 a 150 peces (Figura No. 85) y se colocaron los organismos en una recipiente plástico con agua.

2.Dependiendo del tamaño se pesó organismo por organismo, o por grupos por tamaño.

3. Los pesos obtenidos se anotaron en un cuaderno utilizado específicamente para llevar estos datos.
4. Los organismos pesados se colocaron en otra cubeta con agua y al haber finalizado se devolvieron al tanque.
5. Con los pesos obtenidos se determinó el peso promedio por tanque evaluado.

➤ **Incremento diario de peso**

El incremento en peso diario indica la cantidad en gramos que aumentan los peces diariamente según la edad y el tipo de alimento que se suministra. Cada vez que se realizaba un muestreo debía determinarse este dato, se requería de los siguientes datos:

1. Peso promedio por tanque en el muestreo actual.
2. Peso promedio por tanque en el muestreo anterior.
3. Días transcurridos de muestreo a muestreo.
4. La fórmula que se utilizó para la determinación de este dato fue:

$$\frac{\text{peso promedio actual} - \text{peso promedio anterior}}{\text{días transcurridos durante el muestreo}} = \text{incremento diario}$$

➤ **Evaluación de alimento consumido**

La evaluación de alimento consumido se realizó en cada muestreo, el propósito fue determinar si se estaba subalimentando o sobrealimentando a los peces (Figura No. 86), este dato se obtuvo con el siguiente procedimiento:



**Figura No. 86** Alimentación de tilapias

1. Por medio de una tabla de alimentación general se calculó la ración promedio de alimento a consumir durante el día, y se tomó el peso inicial.
2. Se alimentó a partir de las 7 de la mañana cada hora, haciendo un total de 11 raciones diarias.
3. Al finalizar el día se pesó el alimento restante y se determinó la cantidad de alimento consumida diariamente por tanque de peces.

➤ **Factor de conversión alimenticio**

El factor de conversión alimenticio indica la cantidad de alimento en libras que se requiere para engordar una libra de pez, al igual que los datos anteriores se determinó cada vez que se realizaba un muestreo, los datos requeridos y la fórmula utilizada fue:



**Figura No. 87** Tilapias de 350 gramos promedio

1. El incremento de peso durante el muestreo en libras.
2. Alimento suministrado durante el muestreo en libras.
3. Fórmula utilizada:

$$\frac{\text{alimento consumido}}{\text{incremento en peso}} = \text{factor de conversión alimenticio}$$

➤ **Variable cuantitativa evaluada**

La única variable evaluada durante toda la fase de investigación fue el peso (Figura No. 87), utilizándolo como indicador para evaluar si se estaban obteniendo los rendimientos adecuados.

➤ **Variables estadísticas utilizadas para evaluación de resultados**

Las variables utilizadas durante el proyecto y para la obtención de resultados finales fueron:

1. Media: Es el promedio.
2. Mediana: Es el valor central de la variable.
3. Desviación Estándar: Expresa la dispersión de la distribución y se expresa en las mismas unidades de medida de la variable.

➤ **Evaluación económica de alimento**

La evaluación económica del alimento ayuda a determinar el porcentaje de inversión que requiere el productor por fase de alimentación.

1. Se sumaron todos los costos de alimento por muestreo por fase de alimentación (inicio y crecimiento).
2. Se sumó todo el costo de alimentación.
3. Se determinó el porcentaje que representó cada fase de alimentación del 100% de inversión requerida.



## 3.6 Resultados y Discusión de Resultados

### 3.6.1 Adaptación

La fase de adaptación dio inicio el día 27 de mayo de 2006 y finalizó el día 1 de mayo de 2006.

Debido a que los peces se alimentaban con un alimento comercial distinto al que se les iba a proporcionar se tuvo la necesidad de adaptar a los peces al nuevo alimento, porque el mismo era una nueva fórmula que se estaba lanzando al mercado.

Las tilapias consumieron el alimento en un 100%, no se notó dificultad en la aceptación desde el primer día; sin embargo, se continuó observando el comportamiento por 5 días para determinar que no se presentaran efectos secundarios.



**Figura No. 88** Tilapias alimentándose

El alimento no causó problemas como enfermedades, inapetencia, letargia o cambios en el comportamiento, lo que dio la pauta para iniciar con las pruebas.

### 3.6.2 Fase de Inicio

La fase de alimentación con 38% de proteína cruda, denominada fase de inicio, empezó el día 2 de mayo, se realizó un muestreo inicial para determinar el peso promedio de los peces y finalizó el día 3 de julio, tuvo una duración de 9 semanas.

El alimento de 38% de proteína cruda fue diseñado y formulado para peces de 40 a 100 gramos de peso promedio según los datos presentados por la empresa que lo fábrica. La ración diaria de alimentación presentada en todos los cuadros es para un aproximado de 1000 peces.

Los resultados por muestreo obtenidos utilizando este alimento se presentan a continuación (Cuadro No. 21) :

**Cuadro No. 21** Comportamiento productivo en engorde de tilapia utilizando alimento de 38% de proteína cruda.

ALIMENTO 38% PC						
No. Muestreo	Fecha	Peso promedio (grms.)	Tasa de alimentación (%)	Rac-Día (lb)	Incremento Peso (grms) Diario	FCA (muestreo)
1	02.05.06	30.98	3.84	2.83	1.34	1.11
2	04.05.06	33.66	1.62	2.09	1.86	0.55
3	18.05.06	59.64	1.02	1.76	1.91	0.61
4	01.06.06	78.68	1.88	3.90	1.28	1.43
5	15.06.06	96.55	1.27	3.43	1.56	1.05
6	03.07.06	124.68				

El diámetro del extrusado del alimento utilizado es de 3.5 milímetros y al ajustar el tamaño de partícula con el tamaño de la apertura de boca del pez se consideró que peces menores a los 40 gramos podían consumir el alimento, además de ser apto en cuanto a los requerimientos nutricionales.

Se hicieron pruebas de aceptación con organismos menores a los 40 gramos y se notó un 100% de consumo del alimento en peces de 30 gramos de peso promedio, esto permitió ampliar el rango de peso para la fase de inicio.

Mientras más pequeño sea el pez y acepte el alimento de 38% PC, mayor será el ciclo de cultivo que se logrará cubrir, porque la empresa no cuenta con una fase de pre-inicio y el productor busca en la mayoría de los casos no hacer cambios de alimento en el ciclo de crecimiento, por lo que el cambio realizado beneficia a la empresa que produce el alimento.

Las variables analizadas y los datos obtenidos para la fase de 38%PC fueron los siguientes (Cuadro No. 22):

**Cuadro No. 22** Estadística descriptiva para variables zoométricas evaluadas en alimento de 38%PC.

VARIABLES ESTADÍSTICAS				
Variable	Tasa de alimentación (%)	Rac-Día (lb)	Incremento Peso (grms) Diario	FCA (muestreo)
Media	1.93	2.80	1.59	0.95
Mediana	1.62	2.83	1.56	1.05
Desviación Estándar	1.00	0.80	0.26	0.33

Los resultados de esta fase (Cuadro No. 22) se consideran aceptables para la engorda de peces con alimentos completos, ya que el promedio del incremento diario es de 1.59 gramos por día por pez, no difiriendo de los crecimientos ofrecidos por alimentos de otras marcas comerciales.

El valor promedio para el factor de conversión alimenticio (FCA) fue de 0.95 (DE 0.33), el mismo es ligeramente superior, pero competitivo con valores de FCA reportados por fabricantes de otros alimentos.

La ración diaria de alimentación y la tasa de alimentación fueron ajustados con base al comportamiento etiológico de los peces, siendo importantes para la rentabilidad del cultivo. Para efectos de la empresa fabricante del alimento pueden ser utilizados para promoción del producto.

### 3.6.3 Fase de Crecimiento

La fase de alimentación con 32% de proteína cruda, llamada fase de crecimiento, dio inició el día 4 de julio, no se consideró período de adaptación, ya que en esta ocasión el alimento provenía de la misma empresa, tuvo una duración total de 12 semanas, finalizó el día 27 de septiembre de 2006.

El alimento de 32% de proteína cruda fue diseñado y formulado para alimentar peces a partir de los 100 gramos de peso promedio, con un diámetro de 5 milímetros; sin embargo, este alimento se utilizó a partir de los 120 gramos

promedio, porque el diámetro del extrusado no era apto para la apertura de boca de los peces.

Los resultados obtenidos para la fase de 32%PC se observan en los siguientes Cuadros (Cuadro No. 23 y 24):

**Cuadro No. 23** Comportamiento en engorde de tilapia utilizando alimento de 32% de proteína cruda.

ALIMENTO 32% PC						
No. Muestreo	Fecha	Peso promedio (grms.)	Tasa de alimentación (%)	Rac-Día (lb)	Incremento Peso (grms) Diario	FCA (muestreo)
6	04.07.06	124.68	1.38	4.49	1.54	0.99
7	18.07.06	146.26	1.30	4.67	2.02	1.47
8	27.07.06	164.43	1.37	5.54	1.58	1.77
9	10.08.06	186.49	0.99	4.45	1.96	3.02
10	24.08.06	244.44	0.80	3.61	1.67	1.28
11	07.09.06	267.86	0.77	4.10	3.44	0.71
12	21.09.06	316.07	0.86	4.78	1.95	1.45
13	27.09.06	327.78				

**Cuadro No. 24** Estadística descriptiva para variables zoométricas evaluadas en alimento de 32%PC.

VARIABLES ESTADÍSTICAS				
Variable	Tasa de alimentación (%)	Rac-Día (lb)	Incremento Peso (grms) Diario	FCA (muestreo)
Media	1.07	4.52	2.02	1.53
Mediana	0.99	4.49	2.10	1.45
Desviación Estándar	0.25	0.62	1.65	0.69

Durante esta fase se nota que los valores de incremento de peso diario y el factor de conversión alimenticio tuvieron mayor variación, se marcaron esas diferencias porque los cultivos de peces no crecen homogéneamente por factores como velocidad de alimentación y mejor aprovechamiento de nutrientes.

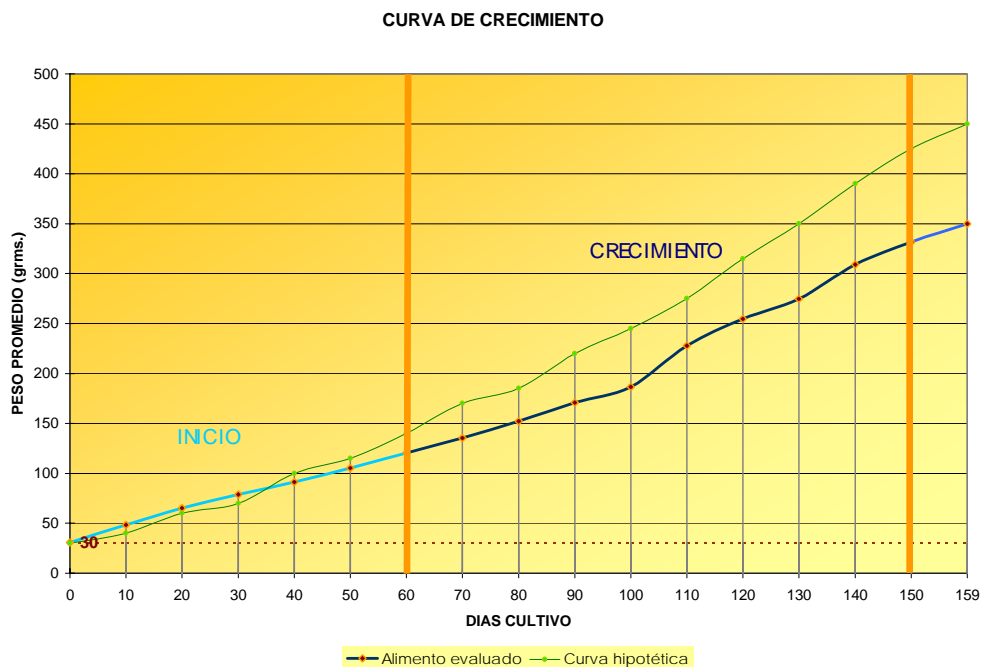
Los factores mencionados provocan la diversidad de tallas en los cultivos acuícolas, lo que en situaciones normales se resuelve realizando una selección de

peces por tamaños y reubicándolos en nuevos tanques; sin embargo, por ser ésta una evaluación no podía llevarse a cabo, ya que los peces se hubieran mezclado con los alimentados con otro alimento comercial.

El alimento evaluado no difiere de otros alimentos comerciales, ya que el mismo ofrece un incremento de 2 gramos diarios y un factor de conversión alimenticio de 1.5:1, haciéndolo competitivo.

El incremento diario de peso muestra una desviación estándar de 1.65, lo que quiere decir que los valores obtenidos durante los muestreos se alejan en 1.65 de la media, considerada una alta variación, posiblemente causada por las jerarquías sociales presentadas en todo sistema de producción acuícola. Los dos alimentos evaluados cumplieron con los fines productivos para los que fueron formulados, lo que los hace competitivos en el mercado de alimentos comerciales.

La tendencia de crecimiento planteada con valores de peso promedio obtenidos durante los muestreos abarcando las dos fases de alimentación (inicio y crecimiento) se observa a continuación (Figura No. 89):



**Figura No. 89** Curva de crecimiento de alimento evaluado contra curva hipotética de crecimiento de tilapia

Comparando el crecimiento presentado del alimento evaluado contra la curva hipotética (curva esperada según revisión bibliográfica) se puede observar que existe una leve diferencia entre ambos, considerando que el crecimiento del pez es dependiente de factores endógenos y exógenos, por lo que no debe de asumir una tasa de crecimiento constante.

El cultivo evaluado presentó en ciertas ocasiones bajas de oxígeno y mala calidad de agua, a pesar de las dificultades, normales de todo cultivo, tuvo un crecimiento homogéneo, haciendo al alimento competitivo contra otros alimentos comerciales ofrecidos a nivel nacional.

#### 3.6.4 Evaluación Económica

Dependiendo del tipo de alimento que se utilice, la duración de cultivo y el costo del mismo, éste va a representar porcentajes de inversión distintos para el productor. Como parte del análisis hecho sobre el alimento comercial evaluado se calculó el porcentaje de inversión en alimento que requeriría para el productor según la fase de cultivo.

La duración de cada fase de alimentación, la cantidad de alimento consumido y el costo por quintal de alimento se muestra en el siguiente cuadro (Cuadro No. 25):

**Cuadro No. 25** Costos de alimento por fase de alimentación

EVALUACION ECONOMICA				
Fase de Alimentación	Duración (semanas)	Alimento Consumido (lbs.)	Costo por Quintal	Total
38% PC	9	351.87	Q 250.00	Q 879.68
32% PC	12	739.86	Q 210.00	Q 1,553.71
Totales	21	1091.73		Q 2,433.38

Los datos antes mostrados se utilizan como base para calcular los resultados obtenidos en el siguiente cuadro (Cuadro No. 26):

**Cuadro No. 26** Porcentaje de inversión económica por fase de alimentación

INVERSION ECONOMICA POR FASE		
Fase de Alimentación	Cantidad (Q) invertida	% de Inversión
Total	Q 2,433.38	100.00
38% PC	Q 879.68	36.15
32% PC	Q 1,553.71	63.85

Para tener un parámetro de comparación de inversión económica contra inversión de alimento y evaluar si era congruente se determinó el porcentaje de inversión que se requeriría en libras de alimento (Cuadro No. 27):

**Cuadro No. 27** Porcentaje de alimento requerido por fase

INVERSION EN ALIMENTO POR FASE		
Fase de Alimentación	Lbs. de Alimento Utilizadas	% de Inversión
Total	1,091.73	100.00
38% PC	351.87	32.23
32% PC	739.86	67.77

El porcentaje de inversión económica para la fase de inicio (38%PC) es de 36.15% y en cantidad de alimento es de 32.23%, los resultados obtenidos no se alejan el uno del otro, lo que significa que son representativos para el alimento evaluado.

De igual manera la fase de crecimiento (32%PC) tiene un 63.85% de inversión económica y un 67.77% de cantidad de alimento. Los valores obtenidos determinan que el alimento de 38%PC requiere un 35% de la inversión de alimento y el de 32%PC necesita un 65% de la inversión de alimento.

### 3.6.5 Figuras de Incremento en Peces Evaluados

Los avances en talla durante todo el proyecto se pueden observar en las siguientes figuras (Figura No. 90 a No. 101):



**Figura No. 90** Peso promedio de 33.66 grms.



**Figura No. 91** Peso promedio de 59.64 grms.



**Figura No. 92** Peso promedio de 78.68 grms.



**Figura No. 93** Peso promedio de 96.55 grms.



**Figura No. 94** Peso promedio de 124.68 grms.



**Figura No. 95** Peso promedio de 146.26 grms.





**Figura No. 96** Peso promedio de 164.43 grms.



**Figura No. 97** Peso promedio de 186.49 grms.



**Figura No. 98** Peso promedio de 244.44 grms.



**Figura No. 99** Peso promedio de 267.86 grms.



**Figura No. 100** Peso promedio de 316.07 grms.



**Figura No. 101** Peso promedio de 327.78 grms.

### 3.7 Conclusiones

- El factor de conversión alimenticio para el alimento de 38% de proteína cruda es de 1:1, y para el de 32% de proteína cruda en 1.5:1.
- El incremento diario se estableció para el alimento de 38% de proteína cruda (30-120 gramos promedio) en 1.5 gramos por pez, y el alimento de 32% de proteína cruda (120-320 gramos promedio) en 2 gramos por pez.
- Del 100% de la inversión económica, el productor utilizará un 35% para peces entre los 30 – 120 gramos con alimento de 38% de proteína cruda, y un 65% para peces entre los 120 – 320 gramos para el alimento de 32% de proteína cruda.
- La fases de inicio, 38% de proteína cruda, comprende de 30 hasta 120 gramos promedio; y la de crecimiento, 32% de proteína cruda, desde 120 hasta 320 gramos promedio.

### **3.7 Recomendaciones**

- Crear una fase de pre-inicio con un porcentaje de proteína cruda de 45% a 50% para alimentar a alevines desde 1 gramo promedio, con el propósito de abarcar el ciclo de cultivo de tilapia completo.
- Evaluar los resultados que se obtienen utilizando este alimento (38 y 32% PC) en otras zonas del país y en otros sistemas de cultivo, ya que los mismos difieren según las condiciones en las que el crecimiento de la tilapia se desarrolle.
- Comparar el porcentaje de inversión económica que requieren otros alimentos comerciales contra el presentado por la empresa, debido a que el alimento comprende el 65 al 70% de inversión del productor.

### **III. CONCLUSIONES GENERALES DEL EPS**

III.i Los conocimientos de acuicultura adquiridos durante 5 años de preparación académica permitieron a la epesista brindar asesoría a distintos niveles de producción y enfoques de la carrera, se colaboró en la formulación y validación de un alimento comercial para tilapia con 38% de proteína cruda, se implementó el manejo ordenado del cultivo de tilapia en una finca privada, se trabajó con los estudiantes de una escuela pública en la consciencia sobre la conservación de los recursos naturales, se impartieron talleres sobre acuicultura, entre otros.

III.ii Se fomentó la acuicultura impartiendo talleres de capacitación acuícola a pequeños grupos organizados, con deseos de cultivar tilapia, ubicados la mayoría en la zona costera del pacífico-centro del país, brindándoles los conocimientos básicos y requerimientos necesarios para iniciarse en el campo acuícola.

III.iii El desarrollo de la acuicultura se impulsó proporcionando a pequeños productores las herramientas y conocimientos para tecnificar sus cultivos y llevar un control sobre los mismos, haciendo consciencia en la conservación de los recursos naturales y desarrollando una acuicultura sustentable.

III.iiii A través del proyecto de investigación se produjo información básica sobre un alimento comercial que tiene un menor precio a los existentes en el mercado y brinda crecimientos eficaces, lo que a largo plazo beneficiará las condiciones socio-económicas de los pequeños productores porque se verá reflejado en la disminución del costo de inversión de alimento.

#### **IV. RECOMENDACIONES GENERALES DEL EPS**

IV.i Continuar haciendo consciencia en los pobladores sobre la conservación de los recursos naturales, especialmente en los niños, ya que son ellos quienes formarán parte del futuro del país.

IV.ii El EPS debe de seguir enfocándose hacia la ayuda al pequeño productor, ya que la acuicultura se ha convertido en un elemento clave para el desarrollo socio-económico de los pobladores de la zona costera del país.

IV.iii Velar por el mejoramiento y tecnificación de los sistemas de cultivo de los pequeños productores para que puedan ser competitivos en relación con los grandes productores.

IV.iiii Difundir la acuicultura como una actividad práctica que requiere de conocimientos básicos y condiciones físicas necesarias para implementar sistemas tecnificados.

## V. BIBLIOGRAFIA

1. Alicorp. 2006. Manual de crianza de tilapia (en línea). Lima, Perú. Consultado 24 mar. 2006. Disponible en [http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man\\_tilapia\\_01.pdf](http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf)
2. Castillo, LF. 2001. Tilapia roja 2001: una evolución de 20 años, de la incertidumbre al éxito, 20 años después (en línea). Estados Unidos. Consultado 24 mar. 2006. Disponible en [http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Colombia/TILAPIA\\_ROJA.doc](http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Colombia/TILAPIA_ROJA.doc)
3. Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de America. 2000. Evaluación de recursos de agua de Guatemala (en línea). Consultado 16 feb. 2006. Disponible en: <http://www.sam.usace.army.mil/en/wra/Guatemala/Guatemala%20WRA%20Spanish.pdf>
4. Inmochapin.com, NI. 2000. Escuintla (en línea). Consultado 16 feb. 2006. Disponible en [http://209.15.138.224/inmochapin/m\\_escuintla.htm](http://209.15.138.224/inmochapin/m_escuintla.htm)
5. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2006. Conociendo Guatemala: Escuintla (en línea). Guatemala, INE. Consultado 16 feb. 2006. Disponible en <http://www.ine.gob.gt/>
6. Marroquín, D. 2000. La acuicultura en Guatemala (en línea). Revista AquaTic No. 9. Consultado 7 abr. 2006. Disponible en <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/html/art904/Guatemala.htm>
7. Meyer, DE. 2004. Inician proceso de integración en Honduras: consorcio para el fortalecimiento acuícola de Centroamérica (en línea). México, Zamnoticias.com. Consultado 7 abr. 2006. Disponible en <http://www.zamorano.edu/zamonoticias/2004/proyectos/acua/Conso.htm>
8. Ministerio de Economía, GT. 2006. Guatemala y sus departamentos: Escuintla (en línea). Guatemala. Consultado 16 feb. 2006. Disponible en <http://mineco.gob.gt/mineco/analisis/departamentos/escuintla.pdf>
9. Olvera-Novoa, MA. 2002. Nutrición y alimentación de tilapia (en línea). Monterrey Nuevo León, MX. Consultado 7 abr. 2006. Disponible en <http://www.soyamex.com.mx/nutricion%20animal/lance%202002/Acuacultura/Presentaciones%20ppt/Miguel%20Olvera/miguelangelovera%20final.PDF>

10. The World Bank Group, US. 2006. Programa de apoyo al proceso de descentralización: Escuintla (en línea). Consultado 16 feb. 2006. Disponible en <http://info.worldbank.org/etools/docs/library/130388/Escuintla%20-%20Escuintla.pdf>

## **VI. ANEXO**



### HOJA DE REGISTRO BIOMETRICO

CICLO NO.	
ESTANQUE	
AREA M2	

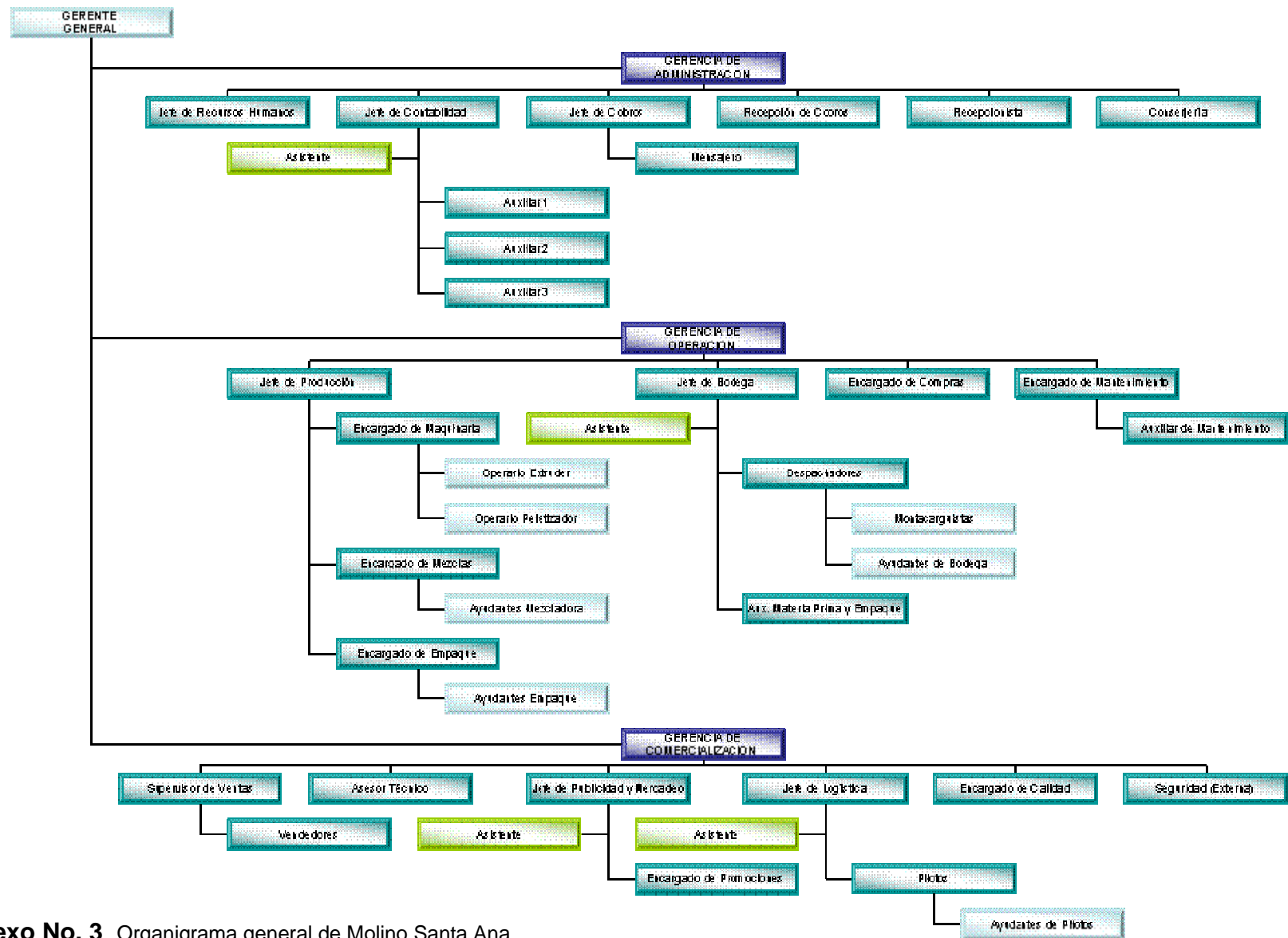
FECHA DE SIEMBRA	
POBLACION INICIAL	
DENSIDAD ORG/M2	

CONTROL DE CULTIVO																
Fecha	Dias	Tiempo Cultivo (dias)	W (grms)	Densidad (m2)	Población	Sobrevivencia (%)	Biomasa (lb)	BW(%)	Rac-Dia (lb)	Alimento Muestreo (lb)	Alimento Total (lb)	Incremento W (grms) Diario	Incremento W (grms) (total)	FCA (muestreo)	FCA (total)	Costo alimento

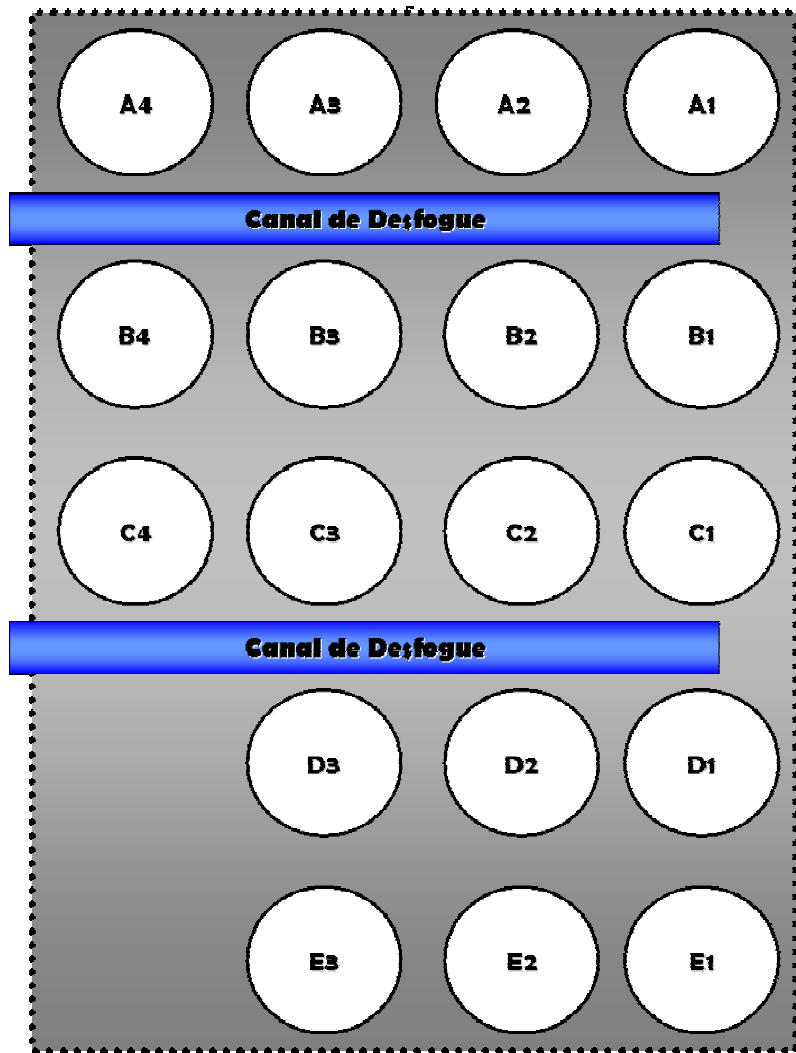
Anexo No. 1 Hoja de registro biométrico

VENTA						
Fecha Inicio						
Fecha Final						
CANTIDAD	PRECIO UNI	GRANDES		PEQUEÑAS		TOTAL
		CT.	LB.	CT.	LB	
GRAN TOTAL						

Anexo No. 2 Boleta de reporte de venta



Anexo No. 3 Organigrama general de Molino Santa Ana



TANQUE	PECES	OBSERVACIONES
A1		
A2		
A3		
A4		
B1		
B2		
B3		
B4		
C1		
C2		
C3		
C4		
D1		
D2		
D3		
E1		
E2		
E3		

**Anexo No. 4** Hoja de reporte mensual de población de peces

## CULTIVO DE TILAPIA

El cultivo de tilapia se ha vuelto muy comercial a nivel nacional, ya que si se maneja adecuadamente puede generar buenas ganancias; sin embargo, no es la idea actual el realizar cultivos sin saber de su manejo y considerar todos los factores necesarios. A continuación presentamos factores generales a considerar que pueden ser de ayuda en el manejo de un cultivo de tilapia.



### HÁBITAT

Son especies aptas para el cultivo en zonas tropicales y subtropicales. Se adapta con gran facilidad a aguas poco estancadas, estanques, lagunas, reservorios, etc.

### OXÍGENO

Es el requerimiento más importante, al igual que la temperatura, para los cultivos de las especies hidrobiológicas. El rango óptimo está por encima de las 4 ppm medido en la estructura de salida del estanque. Factores que disminuyen el nivel de oxígeno:

- \* Alimento no consumido
- \* Heces
- \* Animales muertos
- \* Respiración del plancton
- \* Densidad de siembra

**Tipos de Aireación:** Caídas de agua, escaleras, chorros, cascadas, sistemas de abanico, motobombas, difusores, aireadores de paletas.

### TEMPERATURA

Los peces son animales poiquiloterms (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura).

- \* El rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 28 y 32°C, con variaciones de hasta 5°C.
- \* Variaciones grandes de temperatura entre el día y la noche deben suplirse con el suministro de alimentos con porcentajes altos de proteína (30%, 32%, etc.).

### CULTIVO

La tilapia puede ser cultivada en diferentes medios siendo el más común los estanques, dada su tolerancia a una baja calidad de agua.



## Cultivo en Estanques

El cultivo de tilapia en estanques se puede llevar a cabo en diferentes grados de intensidad dependiendo de las características del estanque, según estas se pueden desarrollar diferentes tipos de cultivo.

### Estanques Pequeños

- \* Más fácil y rápidos de cosechar.
- \* Pueden ser llenados y drenados más fácilmente.
- \* Se facilitan los tratamientos preventivos y curativos de enfermedades o parásitos.
- \* Control de depredación mucho más fácil y eficiente.
- \* Menor susceptibilidad a la erosión por parte del viento.
- \* Se puede trabajar con densidades de siembra mayores porque su recambio es superior.

### Estanques Grandes

- \* Menor costo de construcción por unidad de área.
- \* Se encuentran más sujetos a la acción de los vientos, por lo tanto menos susceptibles a problemas de oxígeno.

## SIEMBRA, INICIO, CRECIMIENTO Y ENGORDE

### Siembra

Es importante tener en cuenta para la siembra de semilla los siguientes aspectos:

- \* Conteo preciso de una muestra o del total de la semilla.
- \* Aclimatación de temperatura. El agua de las bolsas se debe mezclar por lo menos durante 30 minutos con el agua del estanque que se va a sembrar, es decir antes de liberar los peces en el estanque.

El peso normal de siembra varía entre 1 a 5 gramos, esto nos permite tener densidades de 100 a 150 peces por metro cuadrado. Aunque se requiere de un recambio de agua diario y de aireación, si no se contara con esto entonces deben de colocarse 50 a 60 peces por metro cuadrado. El alimento a proporcionar es de 50% proteína.

Después de sembrados los peces no deben de muestrearse por un periodo aproximado de 2 a 3 meses, en este tiempo llegarán a un peso promedio de 30 gramos. Pasados dos o tres meses usted puede realizar un muestreo para ver el peso de los mismos y cambiar la fase de alimento.

### Inicio

Esta comprendida entre 30 a 100 gramos. La densidad que puede utilizarse es de 100 a 150 peces por m<sup>2</sup>, un buen porcentaje de recambio y con aireación, en tanto que de 50 a 60 peces por m<sup>2</sup> sin aireación y un recubrimiento total de malla antipájaros para controlar la depredación. Los alevines son alimentados con un concentrado con 40% de proteína.

## Crecimiento

Esta comprendido entre los 100 y 350 gramos. La densidad que se utiliza es de 20 a 50 peces por m<sup>2</sup>, con un buen porcentaje de recambio y un recubrimiento total de malla para controlar la depredación. Son alimentados con un concentrado de 35% de proteína, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación.

## Engorde

Esta comprendida entre los 350 gramos hasta el peso de cosecha. La densidad que se utiliza puede estar entre 1 y 30 peces por m<sup>2</sup>. A densidades mayores de 12 animales por m<sup>2</sup>, es necesario contar con sistemas de aireación o con un porcentaje alto de recambio. En esta etapa, por el tamaño del animal, ya no es necesario el uso de sistemas de protección antipájaros. Son alimentados con concentrados de 30 ó 28% de proteína, dependiendo de la clase de cultivo (extensivo, semiintensivo o intensivo), la temperatura del agua y el manejo de la explotación.

FASE DE ALIMENTO	TIEMPO DE CULTIVO				
	PESO INICIAL	PESO FINAL	INCREMENTO gms/día	INCREMENTO TOTAL	DIAS REQUERIDOS
50%	1	29.99	0.5	29	58
40%	30	99.99	1.5	70	47
35%	100	349.99	2.5	250	100
28%	350	454	3.5	104	30
<b>TOTAL</b>				<b>234</b>	<b>6</b>

## RIESGOS Y ENFERMEDADES

Los peces no mueren, en todos los casos, por causa enfermedades, también pueden verse afectados por factores físicos, químicos, biológicos o de manejo. En algunas ocasiones los peces pueden presentar comportamientos que pueden alertarnos sobre algún factor que está causando tensión o sobre el desarrollo de una infección. Entre otros, dentro de estos signos anormales se cuentan los siguientes:

- \* Nado lento y sin ánimo, y pérdida del apetito.
- \* Pérdida del equilibrio, nado en espiral o vertical.
- \* Agrupamiento en la superficie y respiración agitada.
- \* Producción excesiva de mucus, lo que da al pez una apariencia opaca.
- \* Coloración anormal.
- \* Erosión en la piel o aletas deshilachadas.
- \* Branquias inflamadas, erosionadas o pálidas.
- \* Abdomen inflamado, algunas veces lleno de fluido o sangre, ano hinchado y enrojecido.
- \* Exoftalmia (ojos brotados).

## FACTORES QUE AFECTAN A LOS PECES EN EL CULTIVO

- \* La temperatura. Las variaciones altas tensionan al animal haciéndolos más susceptibles a las enfermedades.
- \* Luz excesiva. En sistemas intensivos con poca profundidad, los rayos solares pueden ocasionar quemaduras en el dorso del animal.
- \* Contaminación con pesticidas, residuos de metales pesados, desperdicios agrícolas e industriales.
- \* Nutrición. Una mala alimentación hace susceptibles a los peces a enfermedades.
- \* Densidad. A mayor densidad, mayores son las probabilidades de que se presenten enfermedades.

## ALIMENTACIÓN

La tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad del pez. Los juveniles se alimentan de fitoplancton y de zooplancton, como de pequeños crustáceos.

### Aspectos Importantes sobre el Alimento.

- \* El alimento representa entre el 50 y el 60% de los costos de producción.
- \* Un alimento mal manejado se convierte en el fertilizante más caro.
- \* Un programa inadecuado de alimentación disminuye la rentabilidad del negocio.
- \* Una producción semi-intensiva e intensiva depende directamente del alimento.
- \* El sabor del animal depende de la alimentación suministrada. La subalimentación hace que el animal busque alimento del fondo y adquiera un sabor desagradable.

### Horas de Alimentación

En cultivos extensivos a semiintensivos no es recomendable agregar una cantidad de alimento cuyo consumo supere los 15 minutos, ya que esta misma abundancia tiende a que el animal coma en exceso y no asimile adecuadamente el alimento. En sistema intensivo a superintensivo el alimento debe permanecer menos de 1 a 1.5 minutos.

### Almacenamiento del Alimento

Muchos de los problemas con el alimento se presentan por un mal sistema de almacenamiento. Los requerimientos básicos para un buen bodegaje de alimentos concentrados son:

- \* Protección de temperaturas altas y humedad. Una bodega seca, libre de humedad.
- \* Protección contra insectos y roedores.
- \* Rotación de inventarios. Almacenajes por períodos cortos evitan la pérdida de nutrientes.
- \* Los sacos de alimento deben almacenarse sobre madera o plástico, pero nunca en contacto directo con el piso. Debe haber una distancia de por lo menos 50 cm. con el piso.

## MUESTREOS

La cantidad de alimento a utilizar debe calcularse cada 2 semanas con base a la muestra de peces. El procedimiento consiste en capturar parte de la población de peces, contarlos y pesarlos; el resultado de dividir el peso total entre el número de peces es el peso promedio. Además durante el muestreo se deben examinar los peces en busca de parásitos, daños en la piel, daños en aletas, de manera de identificar a tiempo la incidencia de parásitos o enfermedad.



## Anexo No. 5 Manual de cultivo de tilapia utilizado en talleres

## MANUAL DE TILAPIA

Susana Hernández y Michelle Rinze  
8 de agosto de 2006

### ¿COMO HACER UN MUESTREO?

1. Se saca una muestra de peces, la muestra debe equivaler del 5% al 10% de la población total de peces. Por ejemplo: Si hay 1000 peces, usted deberá pesar 50 si es el 5%, ó 100 si es el 10%.

$$\text{FORMULA: Población total} * \frac{5 \text{ ó } 10}{100}$$



2. Una vez sacada la muestra se puede pesar de dos formas:
  - a. Si son pequeños los peces, puede pesarlos por grupos (pequeños, medianos y grandes).
  - b. Si son grandes los peces debe pesarlos uno por uno.

Debe ir anotando los pesos obtenidos en una hoja o en un cuaderno.

3. Cuando ya haya pesado todos los peces, entonces toma una calculadora y empieza a sumar todos los pesos que sacó y anota la suma total en su cuaderno.
4. Después cuenta cuántos pesos tiene y anota también ese número.
5. Finalmente, pone en su calculadora la suma de todos los pesos (paso 3) y lo divide dentro del total de pesos obtenidos (paso 4).



6. El dato obtenido ahí, es entonces el peso promedio de su estanque.

### CALCULO DE ALIMENTO

1. Para calcular el alimento que debe de dar, necesita conocer el peso promedio inicialmente.
2. Toma entonces su peso promedio y lo multiplica por el total de peces que tiene en el estanque.
3. Ese dato que va a obtener se conoce como 'biomasa'. Entonces el alimento a dar debe de ser del 3% al 6% de la biomasa de su estanque.

$$\text{FORMULA: Biomasa} * \frac{3 \text{ ó } 6}{100}$$

La tilapia es de buen sabor y rápido crecimiento, se puede cultivar en diversas formas. Las dos formas de cultivo generales son: en jaulas, las cuales son colocadas en cuerpos de agua como lagos, lagunas, etc.; y en estanques, de los cuales hay diversas formas y tamaños, según la tecnología a utilizar.



Soporta altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno y es capaz de utilizar la productividad primaria de los estanques, además puede ser manipulada genéticamente. Dentro de las características principales se encuentran:

- Madurez sexual: 4 a 6 meses en machos y 3 a 5 meses en hembras
- Vida útil de los reproductores: 2 a 3 años
- Tipo de incubación: bucal
- Tiempo de incubación: 3 a 6 días

### SISTEMAS DE CULTIVO

La tilapia puede ser cultivada en diversas condiciones. Generalmente se define el sistema de cultivo según los fines que el productor posea. Inicialmente se introdujo a Guatemala como un cultivo de supervivencia, es decir se colocaban pequeños estanques con pocos peces para que los pobladores lo utilizaran para consumo propio, considerándose éste un cultivo extensivo.

Actualmente, esto ha ido cambiando, la idea que se desea plantear es la producción para usos comerciales, es decir a mayor capacidad de carga tengan los sistemas será más rentable el cultivo y permitirá un mayor ingreso. Es por ello que el construir pequeños estanques ha ido saliendo del mercado, lo que se busca es tecnificar al pequeño productor.

#### Cultivo Extensivo

La característica principal del sistema de cultivo extensivo es que se utilizan densidades bajas de 0.5 a 5 organismos por metro cuadrado, este dato puede variar según las condiciones; y no se utiliza alimento completo. Los peces se alimentan únicamente con la productividad primaria de los estanques y comúnmente se les echa abonos como gallinaza, cerdaza, etc.

#### Sistema Semi-intensivo

El sistema semi-intensivo se caracteriza porque se utiliza alimento completo para alimentar a los peces, además de que los peces también se alimentan de la productividad primaria de los estanques, las densidades utilizadas pueden variar de 30 a 50 peces por metro cuadrado según las condiciones y se debe de realizar un recambio de agua del 10 al 20% diario, en algunos casos cuentan con sistemas de aireación. Normalmente la talla comercial de 1 libra se alcanza en un período de tiempo de 6 a 8 meses.

## Anexo No. 6 Procedimiento de ¿Cómo hacer un muestreo?

### Sistema Intensivo

Los sistemas de cultivo intensivo requieren de controles diarios y un manejo cuidadoso, el proporcionar un alimento completo es esencial, se requiere de aireación, las densidades que se manejan varían hasta los 150 peces por metro cúbico. El recambio de agua diario puede variar de un 40 a un 100% diario. Los riesgos que se corren son mayores, pero en la mayoría de ocasiones dependiendo del alimento suministrado se alcanza una talla de una libra en un período de 6 meses.

### CONDICIONES Y PARÁMETROS DE CULTIVO

#### Oxígeno

Es uno de los requerimientos más importantes para. El rango óptimo está arriba de las 4 ppm, las consecuencias de tener niveles bajos de oxígeno son:

- Disminuye la tasa de crecimiento.
- Aumenta la conversión alimenticia (alimento requerido para engordar una libra de pez).
- Se produce inapetencia (falta de apetito) y letargia.
- Causa enfermedad a nivel de branquias.
- Produce susceptibilidad a enfermedades.
- Disminuye la capacidad reproductiva.

#### Temperatura

Los peces son animales poiquiloterms, su temperatura corporal depende de la temperatura del medio, y altamente termófilos, dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura.

- El rango óptimo varía entre 28 y 32°C.
- A mayor temperatura, mayor tasa metabólica.
- Variaciones grandes de temperatura entre el día y la noche deben compensarse con el suministro de alimentos con porcentajes altos de proteína (30%, 32%, etc.).

### FASES DE CRECIMIENTO

#### Precría

Abarca de 1 a 5 gramos. Los alevines son alimentados con un concentrado con 45-50% de proteína.

#### Levante

Inicia con 5 gramos y finaliza con 80 gramos. Son alimentados con un concentrado de 40 o 45% de proteína, dependiendo de la temperatura y el manejo. Se debe suministrar la cantidad de alimento equivalente del 3 al 6% de la biomasa, distribuidos entre 4 y 6 raciones al día.

#### Engorde

Se cuenta desde los 80 gramos hasta el peso de cosecha (1 lb. comúnmente). Son alimentados con concentrados desde 40% hasta 30 ó 28% de proteína, dependiendo de la edad y peso del pez. Para



alimentarlos se debe suministrar entre el 2.5 y el 3% de la biomasa distribuida entre 2 y 4 raciones al día.

### FACTORES EXTERNOS QUE AFECTAN A LOS PECES EN EL CULTIVO

#### Factores Físicos

- Temperatura: Las variaciones provocan estrés en el animal haciéndolos más susceptibles a las enfermedades.
- Luz excesiva: Los rayos solares pueden ocasionar quemaduras en el dorso del animal.

#### Factores Químicos

- Contaminación con pesticidas, residuos de metales pesados, desperdicios agrícolas e industriales.
- Partículas en suspensión causan daños mecánicos sobre las branquias.

#### Factores Biológicos

- Nutrición
- Bacterias, virus y parásitos.
- Algas, algunas producen toxinas.

### ALIMENTACIÓN

El éxito de los cultivos acuícolas depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente en la calidad y cantidad del alimento. La tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad.



- El alimento representa entre el 60 y el 65% de los costos de producción.
- Una mala alimentación equivale a una buena fertilización pero a mayor costo.
- El sabor del animal depende de la alimentación suministrada.

El tiempo de alimentación va a depender directamente del sistema de cultivo y de la frecuencia diaria de alimentación, ya que cuando se alimenta de 2 a 3 veces al día el tiempo de alimentación debe durar hasta 15 minutos, pero cuando se alimenta de 6 a 10 veces al día el tiempo de alimentación debe de no ser mayor a 1 minuto. El nivel de proteína en la dieta la cual produce máximo crecimiento se ve influenciado por:

- a. El contenido de energía en la dieta.
- b. El estado fisiológico del pez (edad, peso y madurez).
- c. Factores ambientales (temperatura del agua, salinidad y oxígeno disuelto).
- d. La calidad de la proteína (nivel y disponibilidad de aminoácidos esenciales).
- e. Tasa de alimentación.

### Bodegaje del Alimento

El buen almacenamiento del alimento es básico, especialmente en el alimento de tilapia, el cual es muy delicado, si no se cuentan con buenas condiciones éste puede dañarse y si se utiliza dañar a los peces. Dentro de los factores generales una bodega de alimento básico debe de cubrir los siguientes factores:



1. Protección de temperaturas altas y humedad.
2. Protección contra insectos y roedores.
3. Rotación de inventarios.
4. Los sacos de alimento deben almacenarse sobre estibas de madera o plástico.

Un mal almacenamiento en la mayoría de las ocasiones produce hongos, los cuales ocasionan:

1. Mortandades en concentraciones altas y daños en el hígado.
2. Reducción del valor nutricional del alimento (pérdida de lípidos y proteínas).
3. Deterioro de la apariencia física (grumos y bloques de concentrado).
4. Cambios en el color, consistencia y condiciones normales del alimento.
5. Disminución de la palatabilidad y rechazo por parte del animal.

### ¿COMO CALCULAR LA RACION DE ALIMENTO?

- A. Se debe de realizar un muestreo por estanque. En este muestreo se saca de un 5-10% de la población total y se pesan los peces. Cuando los peces son pequeños pueden pesarse por grupos pequeños, medianos y grandes y cuando ya están grandes, de 8 onzas en adelante, debe de pasarse pez por pez.
- B. Con los datos obtenidos se saca un promedio, se suman todos los pesos obtenidos y se divide dentro del total de pesos sacados, el dato obtenido será el peso promedio por pez.
- C. Una vez se tiene el peso promedio se multiplica por el total de peces que hay en el estanque, y se pasa el dato a libras, a el dato obtenido se le conoce como biomasa.
- D. Establecida la biomasa, se calcula el porcentaje marcado en la tabla para ración diaria, según el peso promedio. Este dato será la ración que deba darse diariamente hasta llegar al próximo muestreo.

TILAPIA	% DE PROTEINA	PESO (gramos)	RACION DE ALIMENTACION DIARIA	VECES POR DIA
Inicio	38.00	30 a 119.99	3 a 5% del peso vivo por día	10
Crecimiento	32.00	119 a 319.99	2 a 4% del peso vivo por día	6
Engorde	28.00	320 y más	2 a 3% del peso vivo por día	4

### DURACIÓN TOTAL DEL CULTIVO

La duración total del cultivo va a depender del tipo de alimento que se esté aplicando, el sistema de cultivo que se esté utilizando y en general de todos los aspectos de manejo; sin embargo, en condiciones normales y controladas podemos considerar una duración aproximada de:

TIEMPO DE CULTIVO							
FASE DE ALIMENTO	FCA	PESO INICIAL	PESO FINAL	INCREMENTO grms/día	INCREMENTO TOTAL	DIAS REQUERIDOS	MESES REQUERIDOS
50%		1	29.99	0.5	29	58	2
38%	1:1	30	119.99	1.5	90	60	2
32%	1.5:1	120	319.99	2.0	200	100	3
28%		320	454	3.5	134	38	1
<b>TOTAL</b>						<b>256</b>	<b>9</b>





## TILAPIA

Molino Santa Ana ha desarrollado un programa de alimentación adecuado a las tres etapas básicas de crecimiento de la tilapia basándose en investigaciones acuícolas experimentales realizadas. El alimento se fabrica por el proceso de extrusión promoviendo mayor digestibilidad y brindando mejores resultados en los peces desde los 40 grs. de peso hasta el peso de mercado. Las dietas están formuladas con ingredientes de alta calidad, logrando un óptimo balance de aminoácidos y vitaminas, para obtener un buen crecimiento muscular.

TILAPIA	% DE PROTEINA	DIAMETRO DEL EXTRUSADO	PESO	RACION DE ALIMENTACION DIARIA	VECES POR DIA	GRASA % MINIMO	FIBRA % MAXIMO	CALCIO % MINIMO	FÓSFORO % MINIMO	PREMEZCLA VITAMINADA MINERAL AMINOÁCIDOS OTROS ADITIVOS
Inicio	38.00	3.5 mm	De: 30 grs Hasta: 119.9 grs	3 a 6% del peso vivo por día	4-6					sí
Crecimiento	32.00	5.0 mm	De: 120 grs Hasta: 319.99 grs	2.5 a 3% del peso vivo por día	4-6	4.00	5.00	1.00	0.50	sí
Engorde	28.00	5.0 mm	De: 320 grs En adelante	2 a 2.5% del peso vivo por día	2-4	5.00	5.00	0.90	0.70	sí

## ALIMENTACION

En los cultivos acuícolas, el alimento es uno de los insumos más importantes a considerar, esto hace necesario que se maneje un control estricto en la alimentación, ya que el brindar un exceso de alimento podría provocar un gasto económico mayor al necesario; y por el contrario, el no proporcionar el alimento requerido por los peces se vería reflejado en el bajo crecimiento y un mayor período de cultivo.

La alimentación en los cultivos de tilapia puede manejarse de diversas maneras, tomando en consideración siempre factores como tamaño y peso de los peces, temperatura del agua, densidad del cultivo, sistema de cultivo, etc. Para determinar la cantidad de alimento a proporcionar se recomienda realizar un muestreo de peso por unidad de cultivo (estanque, tanque, pileta, etc.), puede hacerse desde una vez por semana hasta una vez cada tres semanas, considerando siempre el manejo que se le esté dando al mismo. En este muestreo se toma entre un 5-10% de la población total para determinar el peso promedio y la biomasa total de los peces. Una vez obtenido la biomasa total se aplica el factor proporcionado (**Ver Guía Alimenticia**) para obtener la ración de alimento diaria y dividirla en la cantidad de veces a alimentar diariamente recomendada.

Algo importante a considerar es que dependiendo del peso promedio de las tilapias será la fase de alimento que deba proporcionar, ya sea **TILAPIA INICIO, CRECIMIENTO o ENGORDE**.

\*Biomasa Total: Peso total de los peces por unidad por cultivo (estanque, tanque, pileta, etc.).

## Anexo No. 8 Bifoliar de Tilapia de Molino Santa Ana