



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA

**“DISEÑO DE UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA DE
TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE
LA UPSE EN LA COMUNA RÍO VERDE”**

TESIS DE GRADO
Previa a la obtención del Título de:
BIÒLOGO MARINO

CARLOS ALBERTO GONZABAY RODRÍGUEZ

LA LIBERTAD – ECUADOR

2007

UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA

**“DISEÑO DE UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA DE TILAPIA
ROJA (*Oreochromis sp.*) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA UPSE EN
LA COMUNA RÍO VERDE”**

TESIS DE GRADO
Previa a la obtención del Título de:
BIÓLOGO MARINO

CARLOS ALBERTO GONZABAY RODRÍGUEZ

LA LIBERTAD – ECUADOR

2007

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de ésta Tesis de Grado me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal “Península de Santa Elena” y al autor.

Reglamento de Títulos y Grados – UPSE
(Aprobado el 26 de Abril del 2006)

Carlos Alberto Gonzabay Rodríguez

C.I. # 091598116 - 1

DEDICATORIA

A DIOS por su permitirme vivir estos momentos y cumplir con unas de mis metas como profesional.

A mi MADRE que siempre me brindó esas palabras de aliento y motivación para seguir adelante, y ahora que ya no está conmigo siento aún más su apoyo, su protección y bendiciones que envía desde el cielo.

A mis HERMANOS, Luis, Antonio y César que son mi única familia, mis buenos logros también son los de ellos.

AGRADECIMIENTO

A las autoridades de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a los directivos de la Facultad de Ciencias del Mar y Escuela de Biología Marina, por liderar el proceso de formación profesional, que nos permite capacitarnos técnica y científicamente, con el objetivo de contribuir a la transformación social, política y económica de nuestra región peninsular que urgentemente lo necesita.

De manera especial al **M. Sc. Enrique Blacio Game** tutor de mi tesis, quien siempre me brindó toda su predisposición para escucharme y orientarme acertadamente con sus ideas científicas y profesionales en mi trabajo.

Al Ing. José Soriano, que con su gran experiencia, aportó con la elaboración de los rubros reales considerados para la construcción de las obras complementarias, incluidas en la Unidad de Producción Piscícola.

Al departamento de construcciones y obras civiles de la UPSE, y a su director Ing. José Ulloa, quienes brindaron sus conocimientos en la parte de ingeniería civil.

Al Arq. Xavier Orrala quien fue el responsable directo de la elaboración de los diferentes diseños que son parte de este trabajo, por toda su paciencia y tiempo, demostrando ser un gran profesional.

A mis mejores amigas Hortensia, Anita María y Linda quienes siempre estuvieron conmigo en los buenos y difíciles momentos de mi vida, y siempre mostraron su preocupación por mí.

A mi gran amigo Jorge, siempre me inculcaba a hacer bien las cosas y aprovechar el tiempo para cumplir mis objetivos.

A mi amigo Carlos Mújica, quien es jefe del área de mantenimiento en el Laboratorio de maduración “Prolarva” quien me orientó en la parte eléctrica, a tener claro el funcionamiento de equipos y bombas que se deben utilizar, en las actividades de producción y a elaborar una memoria técnica para la instalación de energía eléctrica.

A Mercedes Salinas, quien es una amiga especial, por escucharme cuando he necesitado dialogar con ella e intercambiar criterios sobre nuestro campo profesional.

A toda la familia de mi madre, pero de manera particular a mi tío Marcelo y la tía Jovita, quienes siempre están pendientes de mí y muchas veces me hacen sentir que no estoy solo.

A los administradores de las empresas Gagati S. A., Produmar S.A. y la Estación Experimental CENAIM, por permitirme visitar sus instalaciones, que me ayudaron a tener técnicamente las ideas más claras para el desarrollo del proyecto.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gonzalo Tamayo C.
Decano de Facultad
Escuela

Blgo. Richard Duque M.
Director de

M. Sc. Enrique Blacio Game
Ab. Pedro Reyes Lainez
Profesor Tutor

Secretario General-Procurador

Blga. Tanya González Banchón
Profesor Asesor

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. # 1: Tilapia roja <i>Oreochromis sp</i>	4
Fig. # 2: Ubicación geográfica de la granja experimental de la UPSE en la comuna Río Verde.....	38
Fig. # 3: Ubicación de los estanques en función de la dirección del viento.....	47
Fig. # 4: Causas contra presión.....	50
Fig. # 5: Pendiente del fondo de los estanques.....	52
Fig. # 6: Estanque con geomembrana.....	56
Fig. # 7: Sistema de invernadero	57
Fig # 8: Aireación con blowers.....	64
Fig # 9: Aireación con paletas.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla # I.- Niveles de proteína sugeridos para la alimentación de reproductores en levante.....	8
Tabla # II.- Condiciones físico-químicas que afectan al cultivo de tilapia.....	9
Tabla # III.- Organismos responsables de patologías detectadas en Cultivos de tilapia.....	11
Tabla # IV.- Parámetros de producción de tilapia en estanques en tierra.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro # 1.- Morfología de los estanques.....	56
Cuadro # 2: Volumen de área, excavación y área de geomembrana en estanques del módulo 1.....	59
Cuadro # 3: Volumen de área, excavación y área de geomembrana en estanques del módulo 2.....	60
Cuadro # 4: Volumen de área, excavación y área de geomembrana en estanques del módulo 3.....	61
Cuadro # 5: Volumen de área, excavación y área de geomembrana en estanques del módulo 4.....	62
Cuadro # 6: Volumen de área, excavación y área de geomembrana en el reservorio.....	63

Cuadro # 7.- Cronograma de inversión y ejecución.....	68
Cuadro # 8.- Cronograma de siembra y cosecha en los módulos.....	69
Cuadro # 9.- Determinación de alimento por ciclo.....	70
Cuadro # 10.- Determinación de alimento por año.....	70
Cuadro # 11- Inversión activos fijos.....	71
Cuadro # 12.- Costos de operación anual.....	72
Cuadro # 13.- Densidad de siembra por módulos.....	73
Cuadro # 14.- Ingreso bruto por venta de tilapia.....	73
Cuadro # 15.- Flujo de caja libre a 10 años considerando inversión de costos fijos.....	74
Cuadro # 16- Flujo de caja libre a 10 años no considerando inversión de costos fijos.....	75

CAPÍTULO I

<u>1.- INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1.- Características de la tilapia.....	2
1.1.1.- Hábito alimenticio.....	2
1.1.2.- Reproducción.....	2
1.1.3.- Crecimiento.....	2
1.1.4.- Rendimiento.....	2
1.1.5.- Taxonomía.....	3
1.1.6.- <i>Oreochromis nilotica</i>	3
1.1.7.- <i>Oreochromis mossambica</i>	3
1.1.8.- <i>Tilapia rendalli</i> (= <i>Tilapia melanopleura</i>).....	4
1.1.9.- <i>Oreochromis aurea</i>	4
1.1.10.- <i>Tilapia roja</i>	4
1.2.- Consideraciones Técnicas del Cultivo.....	5
1.2.1.- Calidad del Agua.....	5
1.2.2.- Nutrición y Alimentación.....	7
1.3.- Patologías.....	8

1.3.1.- Factores causantes de afecciones en el cultivo de tilapia.....	10
1.4.- Formas de Obtener Monosexo.....	12
1.4.1.- Sexado manual.....	12
1.4.2.- Hibridación.....	12
1.5.3.- Reversión sexual.....	13
1.5.- Sistemas de cultivo.....	13
1.5.1.- Cultivo extensivo (re poblamiento).....	13
1.5.2.-Cultivo semi-intensivo.....	14
1.5.3.- Cultivo intensivo.....	14
1.5.4.- Cultivo superintensivo.....	15
1.6.- Formas de cultivo.....	15
1.6.1.- Monocultivo.....	15
1.6.2.- Policultivo.....	15
1.7.- Piscicultura asociada.....	16
1.8.- Especies trabajadas industrialmente en Latinoamérica.....	16
1.8.1.- Aspectos reproductivos.....	17
1.8.2.- Modelos de cultivo de la tilapia.....	17
1.9.- Producción de tilapia en aguas salobres ó ambientes eurihalinos.....	18
1.10.- Factores que motivan el Cultivo.....	18
<u>2.- JUSTIFICACIÓN</u>	20
2.1.- Proyección de la producción pesquera mundial (FAO).....	20
2.2.- Análisis del FODA.....	24
<u>3.- OBJETIVO GENERAL</u>	26
<u>4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	26
<u>5.- HIPÓTESIS</u>	26

<u>6.- GENERALIDADES Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA TILAPIA</u>	27
6.1.- Breve Análisis de las Ventajas Comparativas del Producto.....	29
6.1.1.- Superficie, producción y rendimiento.....	29
6.1.2.- Temporada de cultivo.....	30
6.1.3.- Principales exportadores.....	32
6.1.4.- Principales países importadores.....	32
6.2.- Requisitos Fitosanitarios, Arancelarios y de Calidad.....	33
6.2.1.- Certificaciones a nivel Nacional.....	33
6.2.2.- Certificaciones a nivel Internacional.....	33
6.2.3.- Barreras Arancelarias y Fitosanitarias.....	33
6.3.- Exploración de nuevos mercados.....	34
6.4.- Centros de Investigaciones y Estaciones Experimentales en Universidades de Ecuador.....	35
6.4.1.- Investigaciones y proyectos en la Universidad Técnica Estatad de Quevedo.....	35
6.4.2.- Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Loja.....	36
6.4.3.- Escuela Superior Politécnica del Litoral.....	37

CAPÍTULO II

<u>7.- UBICACIÓN DEL ÁREA Y TÉCNICA DE CULTIVO</u>	38
7.1.- Área de estudio.....	38
7.2.- Estudio geoelectrico y planeamiento de explotación de aguas subterráneas.....	39
7.3.- Cultivo de tilapia en estanques.....	40
7.3.1- Precría.....	40
7.3.2.- Engorde I.....	40
7.3.3.- Engorde II.....	40
7.3.4.- Después de una transferencia o cosecha.....	41
7.4.- Manejo del Cultivo.....	42
7.4.1.- Preparación y llenado de los estanques.....	42
7.4.2.- Rutina y control en los estanques.....	42

CAPÍTULO III

8.- CONSIDERACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DE ESTANQUES..... 46

8.1.- Selección del sitio.....	47
8.2.- Suelo.....	47
8.3.- Disponibilidad de riego.....	47
8.4.- Dirección con gravedad de los estanques.....	48
8.5.- Topografía.....	48
8.6.- Limpieza del terreno y características de construcción.....	49
8.7.- Construcción de estanques.....	49
8.8.- Características del estanque.....	51
8.8.1.- Forma.....	51
8.8.2.- Tamaño.....	51
8.8.3.- Profundidad.....	51
8.8.4.- Diques.....	51
8.8.5.- Pendiente del fondo del estanque.....	52
8.8.6.- Caja de cosecha.....	52
8.8.7.- Agua.....	53
8.8.8.- Sistemas de drenaje.....	53
8.8.9.- Desagüe.....	53
8.8.10.- Tratamiento y utilización de aguas residuales.....	54
8.9.- Morfología del estanque.....	55
8.10.- Geomembrana en los estanques.....	56
8.11.- Sistemas de invernaderos.....	57
8.12.- Ingeniería de la Unidad de Producción Piscícola.....	58
8.12.1.- Estanques del módulo N° 1.....	59
8.12.2.- Estanques del módulo N° 2.....	60
8.12.3.- Estanques del módulo N° 3.....	60
8.12.4.- Estanques del módulo N° 4.....	61
8.12.5.- Reservorio.....	62
8.12.6.- Sala de bombeo.....	63

8.12.7.- Sistema de aireación.....	64
8.12.8.- Estación de parqueo.....	65
8.12.9.- Oficina.....	65
8.12.10.- Sala de análisis.....	65
8.12.11.- Dormitorio.....	65
8.12.12.- Cocina.....	65
8.12.13.- Comedor.....	65
8.12.14.- Bodega.....	65
8.12.15.- Garitas.....	66
8.12.16.- Área de almacenamiento y preparación de alimentos...	66
8.12.17.- Área de cosecha y de embalaje.....	66
8.13.- Memoria técnica.....	66
8.13.1.- Transformador.....	66
8.13.2.- Componentes del diseño de la memoria técnica.....	67
8.13.3.- Generador de energía.....	67
8.14.- Cronograma.....	68
8.14.1.- Cronograma de siembra y cosecha.....	68

CAPÍTULO IV

<u>9. - ESTIMACIÓN FINANCIERA</u>	70
9.1.- Cálculo de cantidad y costo de alimento.....	70
9.2.- Activos fijos.....	71
9.3.- Costos de producción.....	72
9.4.- Densidad de siembra.....	73
9.5.- Ingresos por ventas.....	73
9.6.- Flujo de caja.....	74
<u>10.- DISCUSIÓN</u>	76
<u>11.- RECOMENDACIONES</u>	79
13.1.- Futuras investigaciones.....	79
<u>12.- BIBLIOGRAFÍA</u>	83
ANEXO I: Importación de tilapia a Estados Unidos en toneladas métricas.....	88
ANEXO II: Precio promedio US \$/kilo de tilapia exportada a Estados Unidos..	89
ANEXO III: Principales empresas exportadoras de tilapia.....	90
ANEXO IV: Presupuesto de activos fijos.....	91
ANEXO V: Costos de corte y relleno del terreno y obras complementarias.....	94

ÍNDICE DE PLANOS

Plano # 1.- Diseño: **a.-** Unidad de Producción Piscícola

Plano # 1.- Descripción del diseño: **b.-** Unidad de Producción Piscícola

Plano # 2.- Diseño: **a.-** Obras complementarias de la Unidad de Producción Piscícola.

Plano # 2.- Corte transversal: **b.-** Obras complementarias de la Unidad de Producción Piscícola.

Plano # 2.- Fachada: **c.-** Obras complementarias de la Unidad de Producción Piscícola.

Plano # 3.- Diseño de los estanques: **a.-** Módulo # 1.- Área del estanque, volumen de excavación y área de geomembrana.

Plano # 3.- Diseño de los estanques: **b.-** Módulo # 2.- Área del estanque, volumen de excavación y área de geomembrana.

Plano # 3.- Diseño de los estanques: **c.-** Módulo # 3.- Área del estanque, volumen de excavación y área de geomembrana.

Plano # 3.- Diseño de los estanques: **d.-** Módulo # 4.- Área del estanque, volumen de excavación y área de geomembrana.

Plano # 4.- Diseño de reservorio: Área del estanque, volumen de excavación y área de geomembrana.

Plano # 5.- Área de estudio: **a.-** “Granja Experimental de la UPSE” en comuna Río Verde.

Plano # 6.- Cortes del terreno: **a.-** Unidad de Producción Piscícola en el área de estudio, abscisa 0 + 00.

Plano # 6.- Cortes del terreno: **b.-** Unidad de Producción Piscícola en el área de estudio, abscisa 0 + 025.

Plano # 6.- Cortes del terreno: **c.-** Unidad de Producción Piscícola en el área de estudio, abscisa 0 + 050.

Plano # 6.- Cortes del terreno: **d.-** Unidad de Producción Piscícola en el área de estudio, abscisa 0 + 075.

Plano # 6.- Cortes del terreno: **e.-** Unidad de Producción Piscícola en el área de estudio, abscisa 0 + 100.

GLOSARIO

Aireación con blowers.- Máquina utilizada para aireación de piscinas y estanques

Aireación con paleta.- Equipo que logra mantener el agua en movimiento en piscinas y estanques de grandes capacidades

Alevines de tilapia.- Larvas de tilapia después del desove.

Anaeróbica, descomposición.- Es la descomposición incompleta de la materia orgánica por las bacterias, en ausencia de oxígeno.

Bacteria.- Grupo de organismos unicelulares pequeños que carecen de núcleo.

Blowers.- Máquina utilizada para aireación de piscinas y estanques de piscicultura.

Cal (óxido de calcio CaO).- Es un sólido de color blanco muy ávido de agua y cáustico. La reacción de la cal viva con el agua produce desprendimiento de calor y la formación de hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 o cal apagada.

Capa freática.- Es agua de lluvia que se ha filtrado a través de capas de roca y se ha acumulado a lo largo de los años. Si se encuentra bajo presión, el agua puede brotar a la superficie en forma de manantial. Los canales de riego, pantanos, pozos y depósitos son dispositivos artificiales, creados para recoger agua de dichas fuentes naturales.

DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).- es la cantidad de oxígeno requerida, para estabilizar la materia orgánica contenida en aguas contaminadas o aguas industriales residuales, que pueden descomponerse por la acción de microbios aéreos. Cantidad de oxígeno absorbido por un residuo en descomposición.

Densidad de población.- Número de individuos de una población por unidad de superficie.

Disco secchi.- Método para medir la penetración de la luz en el agua.

Diseño del estanque.- El diseño conceptual y detallado de un estanque de cría piscícola, de acuerdo a los requerimientos del organismo a ser cultivado y las condiciones del sitio, con la finalidad de obtener una producción efectiva con respecto a su costo y una ganancia máxima.

Efluente.- Que emana o se desprende de algo. Aguas contaminadas descargadas.

Epizootias.- Enfermedades en animales terrestres o dulceacuícolas

Erosión.- Desagregación, desprendimiento y arrastre de sólidos desde la superficie terrestre por la acción del agua, viento, gravedad, hielo u otro. Proceso por el cual el sustrato es resquebrajado y acarreado lejos de un área.

Especie.- Grupo de poblaciones naturales que se inter cruzan y que están aisladas de otros grupos para su reproducción. Grupo de organismos con características estructurales y funcionales similares que en la naturaleza sólo se aparean entre sí.

Filete de tilapia.- Porciones de filetes de tilapia, con o sin piel, frescos o congelados.

Filete fresco de tilapia.- Porciones de filetes de pescado tilapia, con o sin piel, frescos, no congelados.

Fitoplancton.- Conjunto de vegetales que constituyen el plancton. Se define así al plancton de naturaleza vegetal capaz de sintetizar sus propias sustancias por fotosíntesis utilizando agua, gas carbónico y energía luminosa.

Granja piscícola.- La ubicación física de las instalaciones construidas en las cuales se produce peces en cautividad.

Hábitat.- Corresponde al lugar donde vive o se encuentra un organismo. Lugar que ordinariamente habita un organismo o grupo de organismos. Ambiente en el que vive un organismo o población.

Harina de pescado.- Producto deshidratado y desgrasado obtenido por cocción, prensado, secado y molienda de pescado o por partes de pescado de diferentes especies. La harina de pescado puede presentarse molida en forma de polvo o comprimida en forma de pellets.

Hectárea.- Unidad de superficie equivalente a 100 áreas y por tanto a 10.000 m².

Heterosis o híbridos.- Es el resultado de la procreación entre machos y hembras de individuos de diferentes ecotipos o familias para obtener especies con características mejoradas para un rendimiento económico más alto.

Impacto ambiental.- Alteración del medio ambiente debida a la intervención humana. En la actualidad determinadas actuaciones requieren la elaboración previa de un estudio sobre su impacto ambiental.

Incubación.- La fase de producción piscícola durante la cual los organismos acuáticos salen de los huevos y se desarrollan hasta un tamaño adecuado para su cría.

Monocultivo.- Cultivo compuesto por una sola especie vegetal o animal.

Parámetro.- Constante numérico cuyo valor caracteriza a un miembro de un sistema. Como función matemática, es una cantidad a la cual el operador puede asignarle un valor arbitrario, se distingue de variable, la cual puede tomar sólo aquellos valores que haga la función posible.

Piscicultura intensiva y semi-intensiva.- Estrategias de producción piscícola que difieren en la densidad de los criaderos y en el potencial de rendimiento, de acuerdo con la capacidad de producción y los sistemas de producción.

Piscicultura orgánica.- Procedimientos de producción piscícola que maximizan los procesos naturales, evitando insumos artificiales.

Piscicultura.- La producción controlada de peces en instalaciones construidas en cautividad.

Población.- Grupo de organismos que habitan un espacio en un tiempo dado y se reproducen entre ellos. Conjunto de individuos de una misma especie que habitan áreas comunes y presentan un nivel de organización y estructura propia, con un patrón reproductivo, comportamiento, crecimiento y tasa de renovación similar.

Policultivo.- Sistema de producción de alimentos en los cuales se cultivan diversas especies simultáneamente en el mismo espacio. En el caso de la piscicultura, criar varios organismos acuáticos en el mismo cuerpo de agua.

Propiedades organolépticas.- La calidad de un alimento es un concepto subjetivo porque depende del sujeto que lo valora; relativo, en función de la especie y el nivel al cual se evalúa; y dinámico, ya que es variable en el espacio y el tiempo. En cualquier caso, la decisión es en último término del consumidor. La aceptación del producto se vincula con distintos atributos, incluyendo los aspectos de inocuidad, nutricionales, propiedades sensoriales (sabor, textura, color, apariencia), la adecuación de la materia prima para el procesamiento y la conservación.

Sedimentación.- Proceso en el cual las sustancias en suspensión se depositan en el fondo.

Trasmallo.- Arte de pesca formado por tres redes superpuestas, de las cuales la central es la más fina. Los peces que son interceptados por el arte pasan a través de la red de malla ancha, pero quedan retenidos en una bolsa formada al tirar de la red central. Muy utilizado en la pesca costera.

Turbidez.- Pérdida de la transparencia de un líquido como el agua por la presencia de partículas sólidas de pequeño tamaño en suspensión que interceptan la luz.

Zooplankton.- Componente animal del plancton. Conjunto de animales que se encuentran en el plancton. Constituyentes del plancton. Porción animal de los organismos planctónicos.

ABREVIATURAS

CaCO₃	Carbonato de Calcio
CORPEI	Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones
D.B.O	Demanda Bioquímica de Oxígeno.
EPA	Agencia de Protección del ambiente
FAO	Organización para la Agricultura y la Alimentación
FDA	Administración de Drogas y Alimentos
FOM	(Free on Borrad) libre a bordo, puerto de embarque
g	Gramos
Ha	Hectárea
HACCP	Análisis de Riesgo y Punto de Control Crítico
INP	Instituto Nacional de Pesca
Kg	Kilogramos
ppm	Partes por millón
sp	Especie
TM	Toneladas métricas

RESUMEN

El presente trabajo expresa la conveniencia académica y práctica, de la construcción de una Unidad de Producción Piscícola para capacitar a los estudiantes de la Escuela de Biología Marina en sistemas de producción y realizar investigaciones en el cultivo de tilapia, Se presenta la información del diseño completo, sala de análisis, las características de los estanques agrupados en cuatro módulos de diferentes volúmenes agua, sistema de bombeo, área de mantenimiento, bodega de insumos, sala de preparación de alimento y también un bloque de obras complementarias como oficina, dormitorio, bodega, entre otros. También se detalla la memoria técnica para la incorporación del sistema eléctrico.

Se estableció un manual de manejo con los controles de parámetros físicos, determinación de talla y peso, seguimiento del desarrollo de la tilapia que debe llevar desde el desove de huevos, alevinaje, crecimiento y engorde.

Se considera un cronograma de inversión y ejecución de la infraestructura física, el presupuesto de costos de construcción de los estanques, la estimación de inversión de activos fijos y los costos de operación anual, la planificación de siembra y cosechas. De acuerdo a las densidades de cada uno de los módulos se elaboran los valores de ingresos brutos y netos por ventas de tilapia y finalmente el flujo de caja a diez años que nos permite conocer el tiempo de recuperación de la inversión del proyecto.

La Universidad, al disponer de una Unidad de Producción Piscícola, podrá realizar diversos de bioensayos con el objetivo de brindar alternativas en la producción de nuevas especies dulceacuícolas, que permitirán a cubrir la demanda alimenticia de los habitantes de la región a mediano y largo plazo.

CAPÍTULO I

1.- INTRODUCCIÓN

En el inicio de este siglo, la acuicultura se enfrenta a grandes desafíos para producir una mayor cantidad de alimentos acuáticos, reducir los costos de producción, minimizar el uso de los recursos y conservar el medio ambiente para beneficio de la comunidad y de los propios productores. Algunos problemas existentes en la industria, deberán solucionarse junto al rápido desarrollo científico de la actividad, que lleva ya tres décadas; innovando respecto de los principales temas (nutrición y enfermedades). Aún cuando los esfuerzos a realizar no parecieran ser fáciles, se estima que ésta será una de las producciones que tendrán un brillante y prometedor futuro en el siglo XXI (I Chiu Liao, 2000).

Las investigaciones del potencial piscícola en el mundo han demostrado que una de las especies más sugeridas para el cultivo es la tilapia (Bardach et al. 1990). El desarrollo de este tipo de explotación actualmente es evidente y especialmente en Latinoamérica está tomando mayor auge. La tilapia es una especie ideal para el cultivo porque ofrece un crecimiento adecuado, fácil manejo, altamente resistente a la baja calidad de agua y enfermedades, tolerando diversas condiciones ambientales (Roberts, R.J. y J.F. Muir, 1992). También tiene capacidad de adaptación ecológica que la hace apta para vivir en aguas cerradas, como en los estanques y en diferentes tipos de sistemas de cultivo (Chung, K. S. 1983). Así, los híbridos de tilapia pueden ser introducidos para su cultivo en zonas rurales donde existen pocos recursos de manejo e incentivar el desarrollo de la piscicultura. Su producto cárnico en el mercado internacional se ha encontrado como un excelente sustituto de las carnes rojas (Berman, Y, 1997).

Las tilapias pertenecen a una gran familia de peces conocida como Cichlidae, caracterizadas por tener el cuerpo oblongado, con aletas dorsales largas que tienen entre 23 a 31 espinas y rayos (Hepher et al. 1988).

1.1.- Características de la tilapia

Se describe brevemente información general sobre este grupo de peces que pertenecen al género *Oreochromis*.

1.1.1.-Hábito alimenticio.- La tilapia se alimenta filtrando el fitoplancton (algas microscópicas) y otros materiales suspendidos en el agua, además puede alimentarse de organismos que están en el fondo.

1.1.2.- Reproducción.- La tilapia generalmente alcanza la madurez e inicia la reproducción a un tamaño de 12 cm (32 g), aunque en altas poblaciones se ha observado hembras de 9 cm en proceso de incubación. Con el incremento de peso también aumenta la producción de huevos.

Los huevos son incubados en la boca de la hembra durante 48 - 72 horas hasta que eclosionan. Posteriormente las crías son protegidas durante 7-12 días por los padres, que alejan a los peces depredadores.

1.1.3.- Crecimiento.- La tilapia posee un crecimiento rápido en comparación con otros peces, alcanzando un peso de 3 peces/libra durante 150 días a densidad de 3 – 5 peces/m². Se adapta rápidamente a diferentes tipos de alimento y a diferentes formas de alimentación.

1.1.4.- Rendimiento.- La producción total de tilapia en estanques con tecnología semi-intensiva es del orden de 3-5 T.M. /Ha. durante 6 meses. Este rendimiento puede incrementarse cultivando machos, ya que las hembras tienen un crecimiento 30 – 40 % menor que los machos. Es conveniente iniciar el cultivo con alevines que pesen entre 15 - 20 g. para acortar el período de cultivo.

1.1.5.- Taxonomía

Su ubicación taxonómica es el siguiente:

Reino: Metazoa (Animalia)

Phyllum: Chordata

Subphyllum: Vertebrata

Infraphyllum: Gnathostomata

Clase: Osteichthyes

Orden: Perciforme

Familia: Cichlidae

Géneros: *Oreochromis*, *Tilapia*, *Sarotherodon*, *Danakilia*

Especies: *Oreochromis niloticus*

Oreochromis mossambica

Tilapia rendalli (= *Tilapia melanopleura*)

Oreochromis aurea

Oreochromis urolepis

Otras: *tilapia roja*.

Fuente: L. Castillo “TILAPIA ROJA 2006”

1.1.6.- *Oreochromis nilotica* (Tilapia del Nilo).- Especie fitoplanctófaga y/o zooplanctófaga muy apta para el cultivo debido a las altas producciones que de ella pueden obtenerse. De hecho, es la especie más cultivada.

1.1.7.- *Oreochromis mossambica*.- Especie omnívora que basa su dieta en plancton, detritus y animales bentónicos y cuyo peso en edad adulta alcanza aproximadamente los 500-600 g. Se trata de un pez que se reproduce a edad temprana, con la limitación del crecimiento que ello conlleva debido al gasto energético de la producción de juveniles. En consecuencia, alcanza lentamente el tamaño comercial.

1.1.8.- *Tilapia rendalli* (= *Tilapia melanopleura*).- Especie herbívora que presenta óptimas tasas de crecimiento y rendimiento.

1.1.9.- *Oreochromis aurea*.- Esta especie basa su alimentación en detritus y en animales de pequeño tamaño que habitan en el lógo orgánico de la capa superior del fondo. Sus tasas de crecimiento y rendimiento en condiciones de cultivo son muy favorables.

1.1.10.- *Tilapia roja*.- Es un tetrahíbrido, es decir un cruce híbrido ver (figura # 1) entre cuatro especies representativas del género *Oreochromis*: *O. mossambicus* (*Mozambica*), *O. niloticus* (*Nilótica*), *O. hornorum* y *O. aureus* (*Aurea*), además es una especie óptima para el cultivo en agua dulce o salada, pues tiene una alta resistencia a enfermedades y gran capacidad para adaptarse a condiciones adversas del medio (CORPEI, 2004).



Fig. # 1: Tilapia roja *Oreochromis sp.*

Ésta es la variedad más conocida en el mercado, también llamada “la gallina del agua” debido a que tiene un sabor fresco, agradable y pocas espinas. Desde el punto de vista nutricional se considera que el nivel de proteína es más elevado que el presentado por las carnes rojas. La excelente calidad de su carne de textura firme, coloración blanca con pocos huesos intramusculares, hace que sea un pescado apreciado y apetecido por los consumidores (CORPEI, 2004).

La tilapia se exporta en tres presentaciones: entero congelado, filete congelado y filete fresco. El 90 % de las exportaciones lo constituye el filete fresco, el cual significa una ventaja competitiva para el país (Bernal M., 2004).

1.2.- Consideraciones técnicas del cultivo.

1.2.1.- Calidad del agua.

Parámetros químicos: existen una serie de parámetros, cuya concentración deben ser especialmente consideradas, la hora, la idoneidad de la calidad de las aguas, para iniciar una explotación. Estos son los siguientes:

- Oxígeno disuelto.
- Amoníaco.
- Fosfatos.
- Cloruros y sulfatos.
- Dióxido de Carbono.

- Gases tóxicos.
- Materia en suspensión.

De acuerdo a Alamilla (2002) el agua para el cultivo de tilapia debe cumplir diversas condiciones:

- Temperatura elevada. Por ello la distribución de la tilapia se restringe a áreas, cuyas temperaturas en invierno sean superiores a los 21 °C. El rango óptimo oscila entre 25 °C y 35 °C.
- La tilapia puede vivir en condiciones ambientales adversas debido precisamente que soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno, aún cuando la presión parcial de este último sea bajo. Asimismo, la tilapia tiene la facultad de reducir su consumo de oxígeno, cuando la concentración en el medio es baja (inferior a 3 mg/L). Finalmente, cuando ésta concentración disminuye hasta 0.5 mg/L o menos, su metabolismo se vuelve anaeróbico.
- El valor del pH debe estar entre 7 y 8 para que favorezca el desarrollo de la productividad natural del estanque; mientras más estable permanezca el pH, mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural, la misma que constituye una fuente importante de alimento en estanques.
- Los efectos de la alcalinidad y la dureza del agua no son directos sobre las tilapias, sino más bien, sobre la productividad del estanque. Una alcalinidad superior a 175 mg CaCO₃/L, resulta perjudicial, debido a las formaciones calcáreas que se producen y que afectan tanto a la productividad del estanque como a los peces, al dañar sus branquias. Una alcalinidad de aproximadamente 75 mg CaCO₃/L, se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque.
- La turbidez del agua tiene dos tipos de efectos: uno sobre el medio y se debe a la dispersión de la luz, y el otro actúa de manera mecánica, directamente sobre los peces, al impedir la libre penetración de los rayos solares, la turbidez limita la productividad natural del estanque, lo que a su vez reduce la disponibilidad de

alimento para la tilapia. Es por ello que se recomienda que el agua de los estanques no sea turbia, para que el fitoplancton se pueda desarrollar adecuadamente.

- Por otra parte, la materia coloidal en suspensión, puede dañar físicamente las branquias de los peces provocando lesiones e infecciones. En caso de que las aguas sean demasiado turbias (>100 ppm), conviene propiciar su sedimentación, previamente a su introducción a los estanques de cultivo.

1.2.2.- Nutrición y Alimentación.

La alimentación de los alevines de tilapia, en sus primeros días de vida, está garantizada por los nutrientes contenidos en el saco vitelino, del cual dependerá durante una media de 5 días. Cuando los alevines ha reabsorbido un 60 – 75 % del saco comienzan a nadar y es entonces, cuando los individuos comienzan a buscar alimento de forma independiente.

La nutrición de las tilapias se basa en el tipo de alimento que se suministra, pudiendo ser exclusivamente proveniente de la fertilización de los estanques o reservorios (en forma orgánica e inorgánica), para generar blooms de diatomeas (*Chaetoceros sp.*, *Chlorella sp.*, *Navicula sp.*, etc.) y clorofitas (*Ulva sp.*, *Chaetomorpha sp.*, etc), que completa la nutrición de la tilapia, no requiriendo alimento balanceado, lográndose una buena ganancia de peso a bajo costo; debiendo monitorearse la dinámica del oxígeno disuelto en el medio de cultivo.

La producción industrial de *Oreochromis niloticus*, requiere del suministro de un alimento mínimo con 30 % de proteínas. Se ha determinado que valores de proteína entre 25 a 45 % no afecta la reproducción de la tilapia, los niveles de proteínas que se pueden utilizar según la etapa de la tilapia, han tenido varios patrones de aplicación, como un ejemplo particular lo detalla la tabla # 1, el alimento vivo es importante como iniciador del cultivo, el óptimo de digestibilidad es a 25 %. Se pueden alimentar las tilapia con dietas sin harina de pescado siempre y cuando se satisfaga el requerimiento de aminoácidos; en este caso, Cabrera et al (2001) recomienda entre 28 a 29 % de proteínas.

Tabla # I.- Niveles de proteína sugeridos para la alimentación de reproductores en levante.

Peso promedio (g)	Nivel de proteína
1 – 10	38 %
10 – 50	32 %
50 – 150	28 %
150 – 200	25 %

Fuente: Espejo C., 2001

Al establecer el balance proteico, hay que buscar el equilibrio entre las necesidades de crecimiento y el coste económico que supone su aporte. Este es un factor importante, sobre todo si se considera que los gastos de alimentación suponen un 50-60 % de los gastos totales de producción. Las proteínas actúan como fuente de aminoácidos esenciales.

1.3.- Patologías.

Para el éxito en las explotaciones de tilapia, como en cualquier otra producción zootécnica, resulta de vital importancia, tener conocimiento de las patologías que pueden afectar a lo largo del ciclo vital de los organismos, o condiciones físico-químicas que fomentan su aparición y de los procedimientos aplicables para prevenir su aparición y/o mitigar sus efectos, como se menciona en la tabla # 2.

Tabla # II.- Condiciones físico-químicas que afectan al cultivo de tilapia

TIPO DE FACTOR	FACTOR	COMENTARIO
Factores Físicos	Temperatura	Elevadas variaciones aumentan la susceptibilidad a las enfermedades
	Luminosidad	La luz excesiva puede ocasionar quemaduras en el dorso
Factores Químicos	Gases disueltos	El exceso de nitrógeno puede producir “burbujas de gas”
	Contaminantes	Pesticidas, metales pesados y residuos pueden alterar el metabolismo.
	Amonio y nitritos	Tienen efectos altamente tóxicos

	Sólidos en suspensión	Causan daños en las branquias y pueden llegar a formar una película que tapiza las paredes de los huevos e impide el intercambio gaseoso. Pueden ejercer como sustrato para hongos
	Nutrición	Condiciona el crecimiento y normal desarrollo del ejemplar
Factores Biológicos	Microorganismos	Pueden generar diversas patologías
	Algas Animales acuáticos	Actúan como fuente de toxinas Algunos moluscos pueden ejercer de huéspedes intermediarios de parásitos y convertirse en focos de infección

Fuente: Manual de Crianza de la Tilapia. Alicorp, S.A.

A pesar de que la tilapia presenta una notable resistencia natural a las enfermedades, como ser vivo que es, no está exenta del riesgo de padecer diversas epizootias. Además, y también al igual que para otras especies, el riesgo de contraer diversas patologías aumenta al incrementarse la diferencia entre su medio de cultivo y las condiciones de su hábitat natural. Las afecciones más comunes que puede sufrir son:

- Procesos Infecciosos: la manipulación sufrida debido a los procesos de traspaso entre estanques, recolección de reproductores, etc., puede ocasionar roces en la piel, que pueden servir de vía de entrada de hongos y desarrollo bacteriano.
- La calidad del agua, se ve frecuentemente alterada por diversos contaminantes, entre los cuales se pueden destacar los pesticidas y desinfectantes que son comúnmente empleados con la finalidad de lograr una mayor eficiencia en la producción, pero, al entrar en contacto directo con el pez, pueden ser absorbidos a través del tegumento, branquias u otros orificios externos.
- En ocasiones, las patologías se ponen de manifiesto mediante un comportamiento anómalo del animal, reflejo de la existencia de algún factor que afecta al normal desarrollo del ejemplar enfermo. Entre estos comportamientos anormales, se pueden destacar letargia, y pérdida del apetito, pérdidas del equilibrio (los peces nadan en espirales o verticalmente), agrupación de animales en la superficie, respiración agitada, producción anormal de mucus (lo que provoca un aspecto opaco en el pez), etc. También evidencian la presencia de

infecciones, aparición de coloraciones anormales, piel y/o aletas erosionadas, branquias y/o abdomen inflamados y la exoftalmia (ojos brotados).

1.3.1.- Factores causantes de afecciones, en el cultivo de tilapia.

Dentro de los patógenos de la tilapia (ver tabla # 3), cobran especial importancia las bacterias oportunistas, que proliferan cuando los peces no están en buenas condiciones, la calidad del agua, no es la adecuada o la dieta es deficiente. Así, las bacterias oportunistas por excelencia de la tilapia, pertenecen al género *Streptococcus* y son capaces de provocar mortandades del 10 – 15 %.

Tabla # III.- Organismos responsables de patologías detectadas en cultivos de tilapia.

GRUPO	ESPECIE	EFEKTOS
Protozoos	<i>Ichthyophthirius</i> <i>Multifilis</i> <i>Trichodina</i> <i>Chilodonella</i> <i>Ichthyobodo necatrix</i> <i>Myxosporidia sp.</i> <i>Sporozoa sp.</i>	Causa el Ich o Mancha Blanca. Se desarrolla entre 4 °C a 20 °C. Afectan a piel y branquias. No suele conducir a la muerte. Comunes en tilapia silvestres.
Helmintos	<i>Cichlidogyrus sp.</i> <i>Dactylogyrus sp.</i> <i>Gyrodactylus sp.</i> <i>Contracaecum sp.</i>	No afecta al crecimiento. Comunes tras lesiones por manipulación. Producen úlceras y lesiones en branquias. Se enquista en músculos y pericardio.
Crustáceos (copépodos)	<i>Argulus sp.</i> <i>Ergasilus sp.</i> <i>Lemea sp.</i>	Se introducen en las capas más profundas de la piel y musculatura provocando úlceras que impiden la comercialización del pez.
Hongos	<i>Saprolegnia</i> <i>Branchiomyces</i> <i>Ichthyophonus</i> <i>Dermocystidium</i>	Producen enfermedades de la piel, branquias, hígado, corazón y otros órganos que se infectan a través de la corriente sanguínea. Pueden causar la muerte por anoxia de

		huevos, crías, alevines y adultos.
Bacterias.	<i>Aeromonas sp.</i> <i>Pseudomonas sp.</i> <i>Corynebacterium sp.</i> <i>Vibrio sp.</i> <i>Flexibacter sp.</i> <i>Cytophaga sp.</i> <i>Mycobacterium sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i> <i>Nocardia sp.</i>	Producen enfermedades como septicemias hemorrágicas bacterianas, enfermedad bacteriana del riñón, vibriosis, enfermedad del pedúnculo caudal, enfermedad bacteriana de las branquias.

Fuente: Alicorp, S.A.: Manual de Crianza de la Tilapia.

1.4.- Formas de obtener monosexo (machos).

El incremento en la producción de tilapia ha sido alcanzado utilizando técnicas de producción monosexual, debido que los ejemplares machos crecen más que las hembras, cuando en un cultivo, el porcentaje de hembras es superior al 5 %, éstas se reproducen produciéndose gran cantidad de alevines que compiten por alimento con los padres, obstaculizando el cultivo (Bard et al, 1975).

Los cultivos de monosexo se complementan con cultivos previos de precría, mediante el cual, los alevinos son cultivados en estanques pequeños hasta que lleguen a 30, 60 ó 100 g. (Bard et al, 1975).

1.4.1.- Sexado manual.

Consiste en revisar la papila urogenital de ejemplares de tilapia mayores a 10 g, la hembra posee tres orificios mientras que el macho sólo dos, por lo tanto esta diferencia se puede observar, coloreando la papila con violeta de genciana. Este método trae muchos problemas y depende de la experiencia de los técnicos.

1.4.2.- Hibridación.

Un híbrido, es un pez que se obtiene mediante el cruce de dos o más especies genéticamente diferentes; el entrecruzamiento es realizado con la finalidad de producir 100 % machos, evitando los problemas de sobrepoblación y enanismo que se presentan en los cultivos de ambos sexos de tilapia. Esta técnica, busca el incremento del vigor híbrido, obteniendo especies que tienen mejores atributos que sus progenitores

(longitud, altura, crecimiento, hábitos alimenticios, etc.) y coloración externa atractiva (Marcillo E. y Landivar J., 2000).

1.4.3.- Reversión sexual.

El método para realizar la reversión sexual, es suministrar oralmente el complejo hormonal, el cual es fijado en una dieta con los requerimientos alimenticios que necesitan las postlarvas, convirtiendo el tejido gonadal de hembras genéticas, en testículos o sea machos fisiológicos con tejido testicular indiferenciado. La hormona debe suministrarse inmediatamente después de la cosecha, en forma continua durante 30 días; las larvas o postlarvas, no deben de tener más de 13 mm. de longitud total para el comienzo del tratamiento, la cantidad de alimento tratado con hormona es de 250 a 400 g. por cada 1,000 alevines; esto generará poblaciones de 100 % machos (Franco, 2001).

1.5.- SISTEMAS DE CULTIVO.

1.5.1.- Cultivo extensivo (replamamiento).

Los poblamientos o repoblamientos de aguas abiertas, han dado muy buenos resultados, cuando éstos son encaminados a crear poblaciones de peces en embalses, formados por la construcción de presas para almacenar el agua de los ríos. A este proceso, la FAO lo denomina “Pesca generada por Acuicultura” (Fernández, 2002), y se basa en siembras periódicas y cosechas permanentes con el uso de artes y aparejos de pesca activos. Como consecuencia del incremento de la productividad del agua por la descomposición de materia vegetal y a los suelos inundados, ocurren incrementos explosivos de ictiofauna.

En la fase siguiente la productividad se estabiliza; siendo posible manipular las poblaciones de estos embalses desde el inicio o cuando se estabiliza la productividad primaria, con el fin de generar una pesquería lucrativa mediante un poblamiento juicioso. Un país que aplica muy bien esta técnica es Cuba, donde han construido represas en cursos de los ríos y donde se manejan con gran dinamismo estos cuerpos de agua; utilizando peces omnívoros y filtradores y tienen un buen control de la productividad primaria en el reservorio; logrando producciones hasta de 200 a 250 Kg./Ha/año.

1.5.2.-Cultivo semi-intensivo.

Este sistema de cultivo se caracteriza por utilizar estanques construidos en tierra, de 1000 a 5 000 m² manejados en derivación, lográndose producir de 8 a 15 TM/Ha/año, a una densidad de siembra de 2 peces/m² en zonas cálidas. Sin embargo, Cohen (1999), señala que en cultivos semi-intensivos llevados a cabo en Israel, se obtienen hasta 50 TM/Ha/año, con un recambio de agua de 30 a 40 % al día, en estanques menores de 0.1 Ha y con una densidad de carga máxima de 5 Kg/m²/año. El alimento empleado en los sistemas semi intensivos es alimento suplementario, y para obtener mejores producciones se puede utilizar alimento balanceado con bajos tenores de proteína, los que pueden estar entre 17 y 25 %.

1.5.3.- Cultivo intensivo.

De acuerdo a Cohen (1999), en Israel, los sistemas intensivos usan estanques de 0.1 Ha con el fondo recubierto con plástico negro, recambio de agua del 100 %. La producción es de 20 Kg./m²/año, que equivale a una producción de 200 TM/Ha/año, la conversión alimenticia es de 2.2 a 1 y requiere de una aireación de 4 HP/1000 m². El alimento empleado, es básicamente alimento balanceado con alto porcentaje de proteína que va entre 35 a 40 %; actualmente es más usado el alimento extruido (precocido), el cual incrementa la conversión alimenticia.

1.5.4.- Cultivo superintensivo.

De acuerdo a Cohen (1999), para el desarrollo de piscicultura superintensiva se requiere estanques de concreto de 100 a 500 m³, y requiere un recambio de agua de 70 %, la producción es de 500 TM/Ha/año, la conversión alimenticia es de 2.2 a 1 y deben tener una aireación de 8 HP/1000 m².

1.6.- Formas de cultivo.

1.6.1.- Monocultivo.

Se han desarrollado muchas experiencias de esta forma de cultivo. Lovshin (1980) obtuvo una producción de 10 TM/Ha/año, sembrando 31,000 alevines/Ha, llegando a pesos de 400 g. en promedio. El alimento empleado fue un compuesto en base a harina de fréjol y torta de semilla de algodón, subproductos que dieron buenos resultados y son económicos.

Experiencias realizadas en el departamento de San Martín – Perú, y efectuadas por Loiza (1989) con un híbrido *O. hornorum* x *O. niloticus*, a una tasa de siembra de 3 peces/ m², obtuvieron una producción de 8.8 TM/Ha/año. En Colombia, están obteniendo de 17 a 19 TM/Ha/año (Franco, 2001); estas producciones se refieren a cultivos semi intensivos; en cultivos súper intensivos se llegan a obtener hasta 600 TM/Ha/año.

1.6.2.- Policultivo.

La tilapia se ha cultivado conjuntamente con gran variedad de peces en diferentes partes del mundo, estos cultivos han estado bastante difundidos en Asia y Latinoamérica.

1.7.- Piscicultura asociada.

La piscicultura asociada es una buena técnica de cultivo, porque incorpora la acuicultura a otras actividades pecuarias, como son la crianza de ganado vacuno, aves, cerdos e incluso al cultivo de arroz. Practicada a gran escala con aves o cerdos se obtienen buenas producciones, alimentando sólo a las aves o cerdos, no así a los peces. Algo que se debe tener claro en producciones de tilapia este sistema, es la calidad microbiológica del producto obtenido.

Cuando los estanques son fertilizados con abono animal, estos actúan también como alimento (abono de cerdos, de gallina u otros animales de granja). Las tilapias no perturban los fondos como ocurre en el cultivo de carpas comunes. Los peces buscan invertebrados durante el día e ingieren principalmente, aquellas bacterias contenidas en la materia orgánica en descomposición. También incluyen en su alimentación, invertebrados de la columna de agua y aunque no son piscívoras, pueden abastecerse, ocasionalmente, de larvas de peces e inclusive de las propias. Los juveniles grandes y los adultos son muy territoriales y la turbidez del agua reduce su agresividad; aunque este fenómeno produce desigual crecimiento a altas densidades, cuando el alimento es limitado. Utilizando alimento natural, los rendimientos son de más de 1.500 kg/ha que pueden sostenerse en estanques, sin alimento externo, solo con una adecuada fertilización (Popma,T & L. Lovshin, 1994).

1.8.- Especies trabajadas industrialmente en latinoamérica

Las especies que más se han trabajado desde el punto de vista de producción de carne son:

La tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*)

La tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

En el caso particular de Colombia, en el año de 1967 la Federación Nacional de Cafeteros, introdujo la tilapia de Mozambique (*Oreochromis mossambicus*) pero este pez, no fue muy apreciado por su conformación morfológica y especialmente por su coloración marcadamente oscura (Salazar, 1995).

1.8.1.- Aspectos reproductivos

A diferencia de otras especies, la reproducción de las tilapia es considerada como prolífica, ésta condición, ha hecho que se busque alternativas a esa alta reproducción, se pueden reproducir a edad temprana, 3 a 6 meses (Hepher *et al.* 1988).

Conteos realizados a las larvas de ejemplares hembras (200 gramos) de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), han permitido establecer 370 larvas eclosionadas en la boca, esto indica que por cada gramo de hembra se pueden esperar 1.8 larvas, la viabilidad de estos pececillos es precaria si las condiciones medioambientales del estanque no les favorecen.

Para efectos de planificación de la empresa piscícola, se estima que una hembra de 200 gramos puede producir aproximadamente 0.5 larvas viables por gramo de peso de la hembra (Popma, 1990).

1.8.2.- Modelos de cultivo de la tilapia

En América, se están utilizando básicamente tres modelos de producción:

1. Producción en estanques de tierra.
2. Producción en jaulas, en represas de generación eléctrica y en reservorios para riego.
3. En canales, en cemento ó en tierra.

1.9.- Producción de tilapia en aguas salobres ó ambientes eurihalinos.

Es necesario recordar que el origen de estos cíclidos es africano, y ha sido caracterizado por su tolerancia genética a la salinidad (Watanabe, 1997).

Suresh y Lin (1993), reportan que especies de tilapia toleran, crecen e incluso se reproducen en aguas salinas, aunque esta capacidad se reduce a salinidades altas. Son sensibles al manejo y sucumben a las infecciones secundarias en salinidades del agua de mar. Sin embargo, es técnicamente factible producir cría a salinidad de menos 18 ppm y para engorde en 35 ppm. Un rango de 10-20 ppm es óptimo para el crecimiento.

1.10.- Factores que motivan el cultivo.

La acuicultura de tilapia se considera como una industria en notable expansión. Entre los factores más importantes están:

- La población mundial, la demanda de alimentos y de productos pesqueros está creciendo muy rápidamente.
- Hay escasez de alimento particularmente de proteína de bajo costo y alta calidad en los países subdesarrollados.
- La producción basada en las pesquerías silvestres, está alcanzando niveles máximos de rendimiento sostenible o están ya siendo sobre explotadas.
- La demanda de productos y servicios que crean un mejor nivel de vida se están incrementando al aumentar el ingreso per cápita en varias poblaciones del mundo.
- La tilapia es una especie baja en la cadena alimenticia, ya que es principalmente herbívora.
- La tilapia se puede cultivar en forma relativamente fácil en sistemas cerrados y con reuso de agua.

Las condiciones favorables que convierten a las tilapia en unos de los géneros más apropiados para los cultivos son:

- Resistencia a soportar bajas concentraciones de oxígeno.
- Rangos variados de salinidad.
- Gran resistencia física y a las enfermedades.
- Acelerado crecimiento.
- Buen aprovechamiento de las dietas artificiales suministradas.

2.- JUSTIFICACIÓN

2.1.- Proyección de la Producción Pesquera Mundial (FAO).

De la revisión periódica del estado de los recursos pesqueros mundiales que hace la FAO, se deduce que el 70 % de los recursos pesqueros mundiales sobre los cuales se tiene información, se encuentran ya plenamente explotados, están sobre explotados o han sido deprimidos por la pesca excesiva, del 30 % restante la gran mayoría se encuentra moderadamente explotada. Esta situación indica que las posibilidades de aumentar efectivamente la producción pesquera mundial son limitadas.

Con la sobre pesca como un común denominador, los países en vías de desarrollo están optando por la piscicultura, para satisfacer su creciente demanda de productos marinos.

Según la FAO (2000), las proyecciones de la producción pesquera mundial en 2010 varían entre 107 y 144 millones de toneladas, de las que unos 30 millones de toneladas se destinarán probablemente a la fabricación de aceites y harinas de pescado para usos no alimentarios. Se prevé que la mayor parte del aumento de la producción de pescado provendrá de la acuicultura, sector en rápido crecimiento, puesto que se considera la población mundial, consumirá entre 74 a 114 millones de toneladas.

Para el año 2015 se espera lograr una producción de 5 millones de toneladas anuales de tilapia, las cuales se duplicarán en el año 2030.

Para el año 2025 la población mundial está proyectada a alcanzar los 8.5 billones, por lo que se calcula que se necesitarán más de 55 millones de toneladas anuales de alimentos provenientes de la acuicultura y pesquerías, pero será la acuicultura fuente mayoritaria de abastecimiento. El limitante en la acuicultura continental, puede llegar a ser la disponibilidad de agua, que no lo es para la acuicultura de aguas salobres y marinas.

Para el año 2030 se espera que el consumo per cápita de pescado aumente, pasando de los 16 kilos a los 20, por lo que se consumirán un promedio de 60 millones de toneladas de pescado, y la producción de harina de pescado sería inferior a las 30 millones de toneladas presupuestadas anteriormente.

Pero este fenómeno del crecimiento del consumo de tilapia en Estados Unidos no tendría éxito si no aumentara la producción al mismo ritmo, especialmente en Ecuador, Costa Rica, Taiwán y China que cada año superan impresionantemente sus producciones. Sólo el consumo de filete se ha duplicado año tras año, con una creciente demanda por su carne blanca, consistente y sin espinas.

Los filetes frescos de mejor calidad, son producidos en Centroamérica, hasta el punto que los consumidores han llegado a preferir ciertas marcas reconocidas por su calidad (Schramm, 1999). Pero Ecuador, mantiene los mayores niveles de producción de filete fresco, a pesar de no tener aún la calidad de los centroamericanos, o la que tuvo Colombia en su momento.

El Ecuador, importante productor acuícola en América Latina, se ha convertido en los últimos años en un gran exportador de tilapia, incursionando en varios mercados con este producto y su demanda cada vez es mayor.

La Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena tiene como objetivo manejar y explotar racionalmente de manera sustentable los recursos biomarítimos y dulceacuícolas de nuestra región y con la construcción de una Unidad de Producción para el cultivo de tilapia roja, estará en condiciones de ofrecer a sus estudiantes un campo de prácticas en el cultivo de tilapia, que permitirá realizar una gran variedad de bioensayos e investigaciones que puedan fortalecer el cultivo de ésta especie dulceacuícola.

Dentro de los dos primeros años se pretende trabajar intensamente en el perfeccionamiento del cultivo, considerando:

- La calidad de alevines.
- Técnicas de alimentación.
- Porcentaje de recambio de agua.
- Seguimiento y control de parámetros.

Los volúmenes de tilapia de las primeras cosechas, para iniciar tendrá un mercado interno, es decir los trabajadores de nuestra Universidad, y cuando se alcance una

producción de mayor escala se harán los contactos necesarios para introducirlo en el mercado nacional.

La generación de ingresos que se obtenga por la venta de tilapia será destinada a la reinversión, en la ampliación de nuestra Unidad de Producción Piscícola con fines de investigación y producción de tilapia, manejados por la Facultad.

La obtención de tilapia (machos) permitirá a los estudiantes y técnicos recopilar las propias experiencias en la aplicación de la reversión sexual y otras maniobras en el campo genético. Son muchos los factores genéticos que se encuentran involucrados en los procesos de selección para obtener una línea adecuada a las condiciones de producción proyectadas, y que deben ser identificados por los productores de semilla (alevines) para lograr una máxima heterosis o vigor híbrido.

La granja piscícola estará en condiciones de brindar todas las facilidades a los estudiantes, para un adecuado entrenamiento en el sistema de producción mediante pasantías, y a los egresados para que realicen sus primeras investigaciones en el desarrollo de sus tesis de grado en esta área.

Existe la posibilidad a mediano plazo de que las piscinas de engorde puedan cambiar de mono-cultivo a poli-cultivos, lo cual es una técnica de acuicultura que permite la producción de dos o más especies en un mismo cuerpo de agua, sin que exista entre ellas competencia por el espacio y el alimento, optimizando el aprovechamiento del área disponible y del agua.

La utilización de camarón asociado con tilapia es una alternativa que permite aprovechar más eficientemente el área de cultivo, ayudando a incrementar la producción y mejorar la rentabilidad.

Respecto a la amplia distribución regional que la tilapia tiene en América Latina, su aceptación por los consumidores y los prometedores resultados obtenidos hasta la fecha en nuestro país, la Unidad de Producción Piscícola propone que se de prioridad a la modificación y mejora de la técnicas de su cultivo.

Como se ha explicado anteriormente, parece ser que el cultivo de tilapia macho monosexuales tienen las mayores posibilidades; como el mercado de América Latina demanda peces de por lo menos 200 g de peso, y como los precios probablemente serán mucho más altos para los peces mayores, deberán desarrollarse procedimientos para que los mismos alcancen esa talla. Si se logra la reversión de sexos, esta parece ser la más conveniente. Segundo, deberá estudiarse la posibilidad de lograr niveles intermedios o incluso de gran intensificación empleando fertilizantes, abonos orgánicos o alimentos con la finalidad de obtener peces de mayor talla y mejores rendimientos. Se debe tener presente que la tilapia utiliza pobremente los cereales granulados como el sorgo, pero utiliza bien la proteína vegetal de la soya.

2.2.- Análisis del FODA.

Fortalezas.

- Río Verde está ubicado cerca de Santa Elena en una ruta de fácil acceso.
- Es un área que cuenta con un pozo, pero se propone la perforación de otro que garantizarán el suministro de agua proveniente de la capa freática.
- La tilapia es resistente a enfermedades y se adapta a un amplio rango de salinidad.
- Las condiciones climáticas de nuestra región.
- En nuestro medio, la tilapia se presenta como una alternativa de alimentación.
- Esta área será el inicio de una serie de investigaciones que permitirá evolucionar en la producción de tilapia de una manera óptima.

Oportunidades.

- La Facultad de Ciencias del Mar contará con su propia estación de producción piscícola.
- Los estudiantes de Ciencias del Mar, tendrán la oportunidad de realizar prácticas y capacitarse en el cultivo de tilapia.
- Opciones de mercado en evolución positiva.
- Demanda impresionante en Estados Unidos. Hacia allá es nuestro objetivo a largo plazo.
- Una gran opción para la industria procesadora de productos utilizados en la acuicultura.

Debilidades.

- Falta de infraestructura en la península para la ampliación de la industria tilapera.
- Falta de apoyo de gobierno en aplicación de políticas, que brinde mayor inversión y facilidades de exportación.
- Después de la cosecha, el procesamiento de conservación deben ser inmediatos, porque la tilapia es susceptible a perder propiedades organolépticas.
- Costo de producción un poco elevado.

Amenazas.

- La evolución y crecimiento de depredadores en las piscinas de cultivo.
- La no aceptación de la tilapia por no ser un producto tradicional o autóctono.
- La Unidad de Producción Piscícola tendrá que esperar un mediano o largo plazo para producir cantidades considerables.
- Amenaza a la biodiversidad en ecosistemas acuáticos.

3.- OBJETIVO GENERAL

- Diseñar una Unidad de Producción Piscícola mediante planos a escala de construcción, para impulsar la capacitación de los futuros profesionales de la Escuela de Biología Marina de forma práctica, técnica y científica en el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*).

4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un esquema general de una Unidad de Producción Piscícola para el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) adaptada a un sistema semi-intensivo.
- Establecer una metodología de manejo idóneo de tilapia para la aplicación en el desarrollo de su producción.
- Elaborar una evaluación económica de la construcción de estanques, costos fijos, costos de producción y comercialización de tilapia.

5.- HIPÓTESIS

Las condiciones ecológicas en la granja experimental de la UPSE en la comuna Río Verde son propicias, y garantizarían el desarrollo del cultivo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) y de otras especies dulceacuícolas.

6.- GENERALIDADES Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA TILAPIA.

El cultivo de tilapia es muy antiguo, posiblemente desde antes de la era cristiana. A principios del siglo XX, la tilapia era ya un importante factor para la alimentación humana. A partir de 1939, *Oreochromis mossambicus*, originaria de la costa este de África, “aparece” en las islas de Java y así esta especie es conocida como la “Tilapia de Java”. Durante la ocupación japonesa en la II Guerra Mundial, el ejército imperial japonés distribuye la especie por todo el sudeste asiático (Huet, 1973). Después de la guerra, los científicos como H.S. Swingle, C.F. Hickling, más los esfuerzos misioneros de la FAO y del Cuerpo de Paz, estudian su cultivo comercial y lo diseminan en el sudeste de Asia, Japón, Rusia asiática, India, cercano Oriente, África, Europa, Estados Unidos y Latinoamérica (Bardach et al. 1972).

La tilapia es un pez considerado bíblico (St. Peter’s fish) originario de África , muy apreciado en Filipinas e Indonesia , en estos dos países es adoptado como pez nativo. En 1995, China fue el primer país productor de tilapia en el mundo, con 160.000 toneladas métricas por año, seguido de Filipinas con 63.000 toneladas métricas (Costa – Pierce, 1997).

En más de 70 países se cultiva comercialmente, principalmente la especie del Nilo (*Oreochromis niloticus*). La región principal de cultivo es Asia, aunque Latinoamérica y Estados Unidos están también representados. África, el continente que dio origen a la especie, está muy atrasado en su desarrollo. En México la investigación, desarrollo tecnológico y comercial se ha desarrollado muy poco (Arredondo - Figueroa et al. 1994).

Ho Kuo (Taiwán Fisheries Research Institute) en 1969 realiza el cruce entre el macho mutante de color rojizo anaranjado *O. mossambicus* y la hembra de coloración normal *O. niloticus*, obteniendo una generación F1 con un 25 % de alevines de coloración rojiza anaranjada, luego de 9 años de cruces selectivos se logró fijar la coloración roja en 70 a 80 % de la población de dicha línea genética (Castillo, 2003).

El cultivo de estos peces y su consumo ha ido creciendo aceleradamente en los países latinoamericanos, tal es el caso de los Estados Unidos, la carne es bien apreciada en

todas las presentaciones, pero especialmente en forma de filete, como se detalla en los Anexos I y II.

En el gran mercado de los norteamericanos es el tercer producto de importación, después del camarón marino y el salmón del atlántico (Jory et al. 1999).

En 1996, la importación norteamericana creció en un 68 %, sobrepasando las 19.000 toneladas, siendo el 20 % como filetes y el 80 % como entero congelado. Costa Rica y Taiwán, Indonesia y Ecuador lideraron las exportaciones a este mercado. De acuerdo a los datos manejados sobre precios de 1997, los países exportadores de Latinoamérica vendieron a US\$ 1,25/kg. entero (Honduras y Costa Rica) y US\$ 5,50/kg. para filete FOB, Miami (Colombia). Los enteros provenientes de Taiwán entran a US\$ 1,45 a 1,65/kg. El japonés alcanza a pagar US\$ 7,4/kg a 10/kg para tilapias frescas de talla mayor y calidad sashimi. Europa está comenzando a comercializarla, especialmente en Reino Unido, Francia e Italia. Un análisis más completo realizado posteriormente, mostró que Estados Unidos consumió en total en su mercado 36.804 TM para 1996. En la actualidad se lo conoce como uno de los más importantes peces de mayor consumo en los países latinoamericanos (Costa-Pierce, 1997).

La importación de tilapia de Estados Unidos continúa creciendo. En los primeros 7 meses del Año 2006 este mercado importó 86,500 TM de tilapia, 23 % más que en el mismo periodo del 2005. Al cierre de diciembre del 2006, importó un total de 258,253 TM, 92 % adicional del obtenido en el 2005. Ello es equivalente en peso vivo a un aproximado de 400,000 TM, completamente impresionante cuando se compara a las 95,000 TM de cinco años atrás (PROMPEX, 2007).

El segmento de mercado con el crecimiento más impresionante es el de filetes congelados; mientras que en Tilapia congelada sólo muestra un moderado crecimiento. Las importaciones de filetes frescos se encuentran estables, reflejando bajos suministros de Latinoamérica a este país.

Las exportaciones de Costa Rica hacia Estados Unidos todavía reflejan los problemas de la enfermedad registrada en 2005; mientras que Honduras continúa en expansión.

Ecuador es el principal abastecedor a Estados Unidos y se encuentra a valores distantes de los mostrados por Costa Rica y Honduras.

Ecuador está considerado como uno de los principales productores y exportadores de tilapia. Existen ciertas condiciones ambientales adecuadas para su buen crecimiento, es por eso que se ha considerado a las provincias del Guayas (zona de Taura, Samborondón, Chongón, Daule , El Triunfo) y El Oro como las más apropiadas para su cultivo. A medida que ha pasado el tiempo y con la realización de estudios, esta producción se ha extendido hacia las provincias de Manabí, Esmeraldas y el Oriente ecuatoriano.

6.1.- Breve Análisis de las Ventajas Comparativas del Producto.

6.1.1.- Superficie, Producción y Rendimiento.

En Ecuador existe una infraestructura altamente tecnificada que ha permitido en los últimos años desarrollar con éxito el cultivo de tilapia. Su evolución es impresionante y actualmente ha superado las 2000 hectáreas de agua dedicadas al cultivo de tilapia roja, con un monto estimado de producción anual de más 20 mil toneladas métricas, y aun con perspectivas de crecimiento (CORPEI, 2004).

Con respecto al rendimiento de este producto en el mercado ecuatoriano, podemos decir que éste alcanza una oferta exportable en la actualidad de 2 millones de libras mensualmente.

Otra característica muy importante que hace que la tilapia sea considerada como un pez de exportación, es su peso, debe tener un peso promedio de 700 g.

6.1.2.- Temporada de Cultivo.

Debido que es un producto básicamente acuícola y gracias a las condiciones climáticas de nuestro país, esta variedad puede ser cosechada durante todo el año tomando las medidas necesarias para su reproducción. La duración de cada ciclo de reproducción es de seis meses. Existen ciertos parámetros que permiten el crecimiento rápido de esta variedad, en prioridad podemos nombrar las siguientes:

- El agua y su temperatura;
- E origen genético de las tilapia, y
- La eficiencia del alimento utilizado

Ecuador ofrece un producto acuícola de excelente calidad garantizando suministros constantes y confiables durante los 12 meses del año.

A nivel mundial, el cultivo de tilapia muestra un estado dinámico de expansión y se espera que su comercialización crezca imprevisiblemente con miras a la sustitución de especies de pescado blanco.

El más grande importador de tilapia es Estados Unidos de América. Las importaciones de tilapia de este país se hacen en cuatro presentaciones básicas: filetes frescos, filetes congelados, entera fresca y entera congelada.

Los volúmenes y montos han crecido considerablemente en la década de los noventa y a comienzos de este nuevo siglo en cada una de las presentaciones, aunque relativamente la de mayor impacto es “filetes frescos”, ya que no tiene competencia interna y proviene generalmente de países con mano de obra barata.

Aunque la producción de tilapia ecuatoriana se dirige a países de Europa y América, el 91 % de la exportación se concentra en el mercado estadounidense, el cual las importaciones durante el 2003 alcanzaron 14652,84 toneladas (CORPEI, 2004).

La apertura de los mercados y la introducción masiva de productos asiáticos a escala mundial vislumbra un horizonte comercial más agresivo para el camarón y tilapia ecuatorianos. Estos dos productos se proyectan desde su propio andarivel con mucha fuerza tras la crisis de la ‘mancha blanca’ de 1999 y 2000, que diezmaron la producción de camarón, que se encontraba estabilizada en las 100.000 toneladas anuales (la mayor producción camaronera latinoamericana), de forma tal que llevó a este país a un desastre, con la pérdida de más del 50 % de su producción camaronera. La mayor parte de los productores camaroneros prefirieron (hasta tanto se solucionara esta situación) cambiar hacia la piscicultura de tilapia, teniendo en cuenta la demanda en el mercado interno, así como los excelentes precios y demanda de filetes existente en el mercado norteamericano; sumado a que este pez, debido a su hábitat alimentario, puede lograr en

poco tiempo la “limpieza” de los estanques previamente utilizados para camarón (Redmayne, 2001).

Entre las razones del repentino avance en las ventas de tilapia a Estados Unidos, se encuentra el espectacular crecimiento en el abastecimiento de filetes provenientes de Ecuador. Uno de los grandes productores de peces y de abastecimiento de filetes ecuatorianos es la Empacadora Nacional (ENACA), que produce actualmente 4.000 toneladas de tilapia/año. Otra importante empresa, Santa Priscilla, comercializa pescado a través de Productos Tropicales de Vermont. En septiembre del 2000, las importaciones de filetes frescos de tilapia provenientes de Ecuador, casi duplicaron su tonelaje respecto al año anterior en Estados Unidos; significando más de 2.300 toneladas y con este resultado, Ecuador desplazó a Costa Rica como proveedor líder del mercado de filetes frescos en el mercado de Estados Unidos (Redmayne, 2001).

6.1.3.- Principales Exportadores.

En Ecuador existen varias empresas privadas que se dedican a la comercialización de tilapia, tanto en Estados Unidos como algunos países de la Unión Europea (ver anexo III).

6.1.4.- Principales Países Importadores.

La demanda de tilapia se ha ido incrementando a medida que han pasado los años. Cada día más países de todo el mundo consideran al Ecuador como una opción para satisfacer su demanda. Entre los más importantes podemos nombrar: Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Noruega, Colombia (que a pesar de ser productor, esta no satisface en su totalidad la demanda interna), Holanda, México (actualmente intentan mejorar su sistema de producción), Chile, Italia, Venezuela, Bélgica, Afganistán.

En esta lista también se puede incluir a España, Suecia, Alemania y Canadá; pero la demanda no es tan alta. Esto se debe a que estos países europeos se caracterizan por tener un paladar muy exquisito y prefieren el pescado de sabor fuerte.

A nivel mundial, China es el primer proveedor de tilapia, con una producción que sobrepasa las 500 mil toneladas métricas. Le siguen en importancia Tailandia, Egipto y Filipinas, con una producción que sobrepasa las 100 mil toneladas anuales. En los siguientes puestos se ubican países como Indonesia y Uganda que producen aproximadamente más de 80 mil toneladas métricas.

6.2.- Requisitos Fitosanitarios, Arancelarios y de Calidad.

6.2.1.- Certificaciones a nivel Nacional.

Se requiere una autorización de funcionamiento de la Subsecretaría de Pesca, además un certificado del Instituto Nacional de Pesca.

6.2.2.- Certificaciones a nivel Internacional.

Los productores y procesadores deben observar las regulaciones HACCP para que la planta de tilapia funcione, además un certificado de calidad que las empresas extranjeras deben obtener para poder vender sus productos en el mercado norteamericano. También, se debe tener en consideración las diferentes regulaciones de la EPA (certificado europeo) y las regulaciones estatales, en cuanto al uso de los productos químicos y de aguas.

Estos certificados deben tramitarse con tres días de anticipación, para que la carga semanal sea despachada en la fecha exacta según el calendario de entregas de cada compañía.

6.2.3.- Barreras Arancelarias y Fitosanitarias.

Ecuador tiene preferencias arancelarias en Estados Unidos y Europa, debido a que formamos parte del Grupo Andino y este goza del Sistema General de Preferencias.

En cuanto a las barreras fitosanitarias, se puede decir que exportar a la Unión Europea es mucho más difícil que hacerlo a Estados Unidos:

a) Europa.

- 1.- Envío de muestras para realizar un análisis fitosanitario (bacteriológico).
- 2.- Luego se emite un certificado de origen.
- 3.- Certificado de Salud (manejado por el INP).
- 4.- La factura comercial.
- 5.- Finalmente se envía una lista de empaque.

b) Estados Unidos.

- 1.- Envío de Factura Comercial y Lista de empaque.

6.3.- Exploración de nuevos mercados.

Ecuador también ha abierto un nuevo mercado, con precios muchos más atractivos que los pagados en Estados Unidos, y es el mercado de México, exclusivamente para producto entero y filete congelado, ya que carecen de la infraestructura adecuada en los aeropuertos internacionales para el almacenamiento y transporte de pescado fresco (Castillo, 2003).

Pero no es el mercado de Estados Unidos, el objetivo inmediato para exportar, también se explora el mercado europeo, existen compradores en Inglaterra, Escocia, Holanda, Francia, Bélgica, Italia y Alemania, los cuales están siendo abastecidos por Taiwán, Vietnam, Tailandia, Indonesia, Costa Rica y Jamaica. Los agudos problemas de enfermedades como la “vaca loca” y la “fiebre aftosa”, que afectan al ganado vacuno o porcino, han abierto las puertas totalmente a los productos pesqueros y acuícola, en un enorme mercado para el cual todavía no hay una producción estable para abastecerlo (Castillo, 2001).

6.4.- Centros de Investigaciones y Estaciones Experimentales en Universidades de Ecuador.

Con el talento humano disponible en la universidad ecuatoriana, es necesario una capacitación continua de jóvenes profesionales hasta el más alto nivel. Este talento humano debe estar dirigido al cumplimiento de políticas, estrategias y líneas de investigación claramente planteadas como se lo está haciendo en otras universidades del país.

6.4.1.- Investigaciones y proyectos en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Hoy en día, la UICYT (Unidad de Investigación de Ciencia y Tecnología) según su organigrama cuenta con tres departamentos de investigación Agropecuario y Ambiental, Económica y Empresarial y Educativa creados tomando en cuenta el marco teórico y científico de la UTEQ (Universidad Técnica Estatal de Quevedo).

En los últimos cinco años la UICYT según sus POA's anuales ha realizado 233 investigaciones y presentado 51 perfiles y/o proyectos a entidades nacionales como FUNDACYT, PROMSA, CONESUP y a la Universidad de Córdoba, España.

La investigación generada por la UICYT a través del Laboratorio de Biotecnología ha permitido desarrollar los protocolos de multiplicación *in vitro* del banano, plátano, piña, teca, orquídeas y la multiplicación vegetativa con el uso de polvos enraizantes del moral fino y pimienta. El biofábrica para la micropropagación de plantas *in Vitro* Ings. Gorky Díaz, Luis Ramos, Betty González.

- Centro de producción agro-ecológica.
- Establecimiento de un laboratorio de biología molecular
- Producción de tilapia roja

6.4.2.- Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Loja

Por muchos años ha realizado proyectos de mucho interés para la comunidad y también ha ejecutado la creación de microempresas con manejo de inversiones auto sustentable, pero principalmente representa la oportunidad de la adquisición de experiencia del futuro profesional previo a la culminación de sus estudios universitarios:

- Ácido Láctico, Lactato de Calcio y Sulfato de Calcio como Subproducto, a partir de la Leche de Vaca de Hatos Ganaderos de la Hoya de Loja.
- Manejo Integrado de Granjas Familiares Sustentables en la Micro-región El Tambo-Malacatos.
- Ejecución de los siguientes ensayos: Fertilización, Abonamiento y Encaladuras en Especies y Variedades de Hortalizas en Clima Templado; Adaptación y Rendimiento de Variedades e Híbridos Nuevos de Hortalizas de Clima Templado; Producción Agro-ecológica en la Quinta Experimental “La Argelia”; y, Distanciamiento y Fertilización en el Cultivo de Mora, Variedad “Brazos”.
- Reactivación del Laboratorio de Reproducción Animal y de Transplante de Embriones en la Quinta Experimental Punzara.
- Mejoramiento Ovino en la Estación Experimental Punzara.
- Mejoramiento Bovino en la Estación Experimental El Padmi.

6.4.3.- Escuela Superior Politécnica del Litoral

A mediados de los años 80, Edgar Arellano Moncayo, profesor de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar de la ESPOL, propuso la creación de un Centro de investigaciones acuícola. CENAIM (Centro Nacional de Acuicultura Marina e Investigaciones Marinas “Edgar Arellano M.”) el 26 de Octubre de 1990. La envergadura de esta obra debe ser apreciada en su total dimensión.

La inversión en edificaciones, instalaciones y equipos fue de aproximadamente US\$ 12 millones.

Contar con estas instalaciones representó un reto para la ESPOL. Su manejo demandaba personal técnico debidamente entrenado y los recursos económicos suficientes para cubrir sus necesidades de operación.

Con la idea de que la investigación que realice el CENAIM sea relevante para el desarrollo de la industria acuícola del país se inició un acercamiento con el sector productivo.

CAPÍTULO II

7.- UBICACIÓN DEL ÁREA Y TÉCNICA DE CULTIVO

7.1. - Área de estudio

La granja experimental de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, está ubicada provincia del Guayas, cantón Santa Elena, comuna “Río Verde” en el Km. 120 de la vía Guayaquil – Salinas (figura # 2), entre las coordenadas 53°39'00" latitud norte y 97°45'30" de latitud este (Rodríguez, 2006), propio de un clima tropical árido a semiárido con muchos desniveles.



Fig. # 2: Ubicación geográfica de la granja experimental de la UPSE en la comuna Río Verde (Enciclopedia en Carta 2006).

7.2.- Estudio geoelectrico y planeamiento de explotación de aguas subterráneas.

Para garantizar el abastecimiento de agua en las comunidades rurales del sector de Santa Elena – Ancón - Atahualpa - Pechiche en una superficie aproximadamente de 184 Km², mediante la explotación de aguas subterráneas por la construcción de pozos, se realizaron estudios de prospección para definir las unidades acuíferas más importantes en la zona de estudio así como de sus características hidrogeológicas.

En base a todos los estudios efectuados, se determinó que hidrogeológicamente la cuenca de los ríos Verde y Tambo han desarrollado dos unidades acuíferas muy importantes, especialmente en la primera localizada en las comunidades de Pechiche, Manantial, Chapucal y Río Verde, y está conformada por un conglomerado calcáreo con fines fósiles, con un volumen de 290`000 000 m³ y con una producción comprobada de 6 l/s (Romero, P., Cornejo, M., Carrión, P. 2002).

El objetivo principal de este estudio fue encontrar agua subterránea que esté a una profundidad que pueda ser explotada por la gente del sector, con el fin de utilizarla para la acuicultura, ganadería reforestación, agricultura y para el consumo humano, y así poder identificar sitios importantes con potencialidades acuíferas para la construcción de pozos.

De acuerdo al análisis de calidad de agua de pozo realizado, se ha encontrado que los sectores con mejor calidad de agua son: Río Verde, Prosperidad y algunos sectores de Atahualpa, con una salinidad mediana de 1 ‰ y de baja peligrosidad sódica (Romero, P., Cornejo, M., Carrión, P. 2002).

7.3.- Cultivo de tilapia en estanques

Los estanques de cultivo de tilapia estarán distribuidos en cuatro módulos, todos cubiertos con geomembrana, cada uno asignado para trabajar con las diferentes etapas de desarrollo de la tilapia: precría, engorde I, engorde II, cuyas perspectivas de resultados se resume en la tabla # 4.

7.3.1- Precría.- En esta fase, se sembrará una densidad de 15 alevines / m³, el peso promedio a la siembra de los alevines machos reversados es de 1 g, el porcentaje de recambio diario de agua es de 20 % por día. La alimentación de esta fase y las siguientes se realizará siguiendo una tabla de alimentación a base del porcentaje de la biomasa de los peces.

La transferencia a los peces de esta fase a la siguiente (engorde I), se realizará cuando los mismos alcancen un peso promedio de 80 a 100 g. lográndolo aproximadamente entre los 50 a 70 días.

7.3.2.- Engorde I.- Los peces con un promedio de 80 a 100 g. serán seleccionados y colocados en grupos de tamaño uniformes, se sembrarán a una densidad de 8 peces / m³. El porcentaje de recambio de agua en el estanque es de un 30% por día, y son alimentados de acuerdo a una tabla.

Los peces se transferirán a la fase de engorde II, cuando los mismos tengan un peso promedio de 225 a 250 g. lo lograrán aproximadamente en un período de 70 a 90 días.

7.3.3.- Engorde II.- La densidad de siembra para esta fase es de 5 peces / m³, con un promedio de 225 a 250 g. Al igual que en la fase anterior, los peces se deben sembrar en grupos de tamaños uniformes, la alimentación basada en la tabla 1. El porcentaje de recambio de agua en esta fase no debe ser menor al 50 % diario.

Con el fin de mantener un registro del crecimiento y estado de los peces, se recomienda realizar muestreos cada 15 días durante todas las fases, tomando una muestra no menor de 100 animales, para determinar el desarrollo y peso de la población.

La cosecha final, se realizará cuando los peces obtengan un peso promedio entre 450 a 500 g., alcanzándolo en 80 a 90 días. El alimento a utilizar en las diferentes fases de producción es de 30 % de proteína cruda. Se puede utilizar alimento extrusado (flotante) o peletizado.

Tabla # IV.- Parámetros de producción de tilapia en estanques en tierra

Parámetros	Unidades
Densidad de siembra	12 peces / m ²
Peso promedio de siembra	10 gramos
Sobrevivencia	70 %
Duración del ciclo	270 días
Peso promedio de cosecha	750 gramos
Conversión alimenticia	1.8

Fuente: Espejo C., 2001.

7.3.4.- Después de una transferencia o cosecha.- Vaciar, retirar los peces y aplicar cal viva (150 g./m²) sobre el fondo y laterales del estanque, dejar 15 días expuestos a los rayos solares.

Aplicación de fertilizantes orgánicos o inorgánicos: Esto permitirá el desarrollo del plancton: fito y zooplancton, ambos son alimentos importantes para las tilapia. Además el Fitoplancton es el que permite la incorporación del 95 % del oxígeno al estanque. La fertilización se puede realizar junto con la aplicación de calcáreo. Esta tarea debe realizarse previos 7 a 14 días de la siembra de alevines.

7.4.- Manejo del Cultivo

7.4.1.- Preparación y llenado de los estanques

- a. Estanques de precría o pre-engorde.-** Se trata de estanques de diferentes volúmenes en metros cuadrados de agua con una profundidad media de 1,20 m.

Debe regularse el llenado para que concuerde con la recepción de alevines. Si se los prepara con demasiada anticipación, existirá la posibilidad de tener la presencia de depredadores (insectos u otros peces).

- b. Estanques de engorde.-** Deben estar preparados para la recepción de los juveniles provenientes de los estanques de pre-engorde. El tiempo de llenado depende de la disponibilidad de agua en el reservorio.

7.4.2.- Rutina y control en los estanques

- a. Medición de la concentración de oxígeno disuelto.-** Se debe realizar a primera hora de la mañana, horario que se considera crítico, debido a la actividad respiratoria del estanque durante la noche.

- b. Determinar el pH.-** El pH del agua depende principalmente de la concentración de carbonatos, bicarbonatos y dióxido de carbono (CO₂) un alto contenido de CO₂ puede causar valores de pH ácidos, afectando el crecimiento de los peces. La presencia alta de carbonatos y bicarbonatos puede producir condiciones alcalinas en el agua. El rango de pH adecuado para tilapia es de 6.5 - 8.5.

- c. Dureza.-** Se refiere a la concentración de iones de calcio y magnesio. Comúnmente se mide como la concentración de carbonato de calcio. El rango de dureza para tilapia es de 20 - 200 mg/L

- d. Control de la densidad de fitoplancton.-** Se efectúa por medio del disco secchi, que es un disco de 20 centímetros de diámetro con dos cuadrantes pintados de negro y dos pintados de blanco. Este disco (unido a una cuerda marcada cada 0.10 metros), se sumerge en el agua debiendo dejar de verse entre los 25-40 centímetros de profundidad, si el estanque tiene una productividad adecuada. Si el disco se deja de ver a una profundidad menor de 25 centímetros se debe proceder a recambiar el agua del estanque con rapidez. Aunque no es el método más preciso, pero si nos permitirá trabajar con un diagnóstico aproximado. Pero se recomienda trabajar con cámaras porque se trata de un método más efectivo.

- e. Medición de temperatura.-** Las tilapias, son peces de aguas cálidas tropicales, el rango óptimo de temperatura para obtener un mayor rendimiento en términos de crecimiento es de 25 a 32 ° C, su crecimiento se ve afectado cuando esa temperatura desciende por debajo de los 15 ° C, si la temperatura se acerca a los 9 ° C , su muerte es inminente.
- f. Alimentación.-** La cantidad de alimento a ofrecer en cada uno de los estanques estará de acuerdo a la biomasa bajo cultivo. La ración se ofrecerá a partir de la media mañana, cuando la temperatura del agua de los estanques sea conveniente (las enzimas digestivas de estos peces no están activas a temperaturas templadas) y por las tardes, respetando el mismo horario cada día y distribuyéndola en las zonas elegidas como comederos.
- g. Submuestreos.-** La toma de submuestras del total de la población existente en cada estanque deberá ser realizada periódicamente con el objeto de determinar el crecimiento de los animales y ajustar la ración alimentaria.
- h. Compra y recibo de alevines.-** Los alevines se entregan preparados y empacados en el establecimiento de origen, acondicionados para las horas de viaje que deberán soportar. Los envíos se realizan en doble fundas de embalajes con 2/3 partes de aire y 1/3 parte de agua y las mismas son protegidas en cajas de cartón para su traslado.
- i. Aclimatación y pre-engorde.-** Al llegar al lugar de cultivo, se debe proceder a la aclimatación de los peces, igualando las temperaturas que llegan al de los estanques.

Durante la fase de precría el alimento utilizado consiste en una mezcla de harinas y granos molidos de igual granulometría.

- Porcentaje de peso a alimentar: 10 % al inicio disminuyendo hasta 5 % a la finalización del ciclo.
- Tamaño de la cosecha: 25 – 30 g.
- Mortalidad: 25 %.

- Densidad de siembra para estanques: 12 ind/m².

j.- Controles sanitarios.- Es imprescindible la prevención en cada una de las fases de cultivo, evitando situaciones de estrés a los organismos. Esto se logra mediante un manejo esmerado y evitando el ingreso de predadores que pudieran actuar como vector de enfermedades.

k.- Cosecha y tratamiento de post-recolección.- El tipo de cosecha dependerá fundamentalmente del mercado al que se pretenda acceder la frecuencia y el volumen de entrega. De acuerdo a estas premisas, las cosechas se pueden regular parcialmente en zonas donde las temperaturas lo permitan; logrando así una entrada constante a mercado con producto fresco.

El peso individual a la cosecha puede variar entre 500 y 600 g., tamaño óptimo para la entrega del producto entero eviscerado o fileteado. La pérdida en peso para el caso de eviscerado con cabeza es del 12 %, mientras que para el filete pelado se encuentra entre el 60 y el 66 % (Popma y Lovshin 1994).

El producto cosechado, deberá ser inmediatamente colocado en agua con hielo, para ser procesado de tal forma que sus características organolépticas se mantengan en forma óptima.

El sistema de entrega del producto puede variar desde la venta al pie del estanque en el establecimiento, hasta la presentación del producto empacado en pescaderías o supermercados.

l.- Hielo: Se debe considerar 1 a 1.5 Kg. de hielo por cada Kg. de producto.

CAPÍTULO III

8.- CONSIDERACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DE ESTANQUES

El diseño y la construcción adecuada de los estanques son claves para la eficiencia en los costos de construcción, funcionamiento de la granja, y en los de administración. Un buen diseño y una buena construcción facilitan el control de los impactos ambientales.

El viento tiene dos efectos principales sobre el agua en los estanques:

- Hace circular el agua y mezcla las capas de diferente densidad que tienden a formarse en el estanque (estratificación).
- Aumenta el enfriamiento por evaporación y tiende a bajar la temperatura del agua.

Como regla general el viento viene de la dirección en la que está la mayor fuente de agua (océano, bahía, etc.). En estanques rectangulares los ejes más largos deben ser perpendiculares a la dirección del viento, de forma que los vientos más persistentes y fuertes soplen a lo ancho más que a lo largo del estanque tal como se muestra en la fig. # 3.

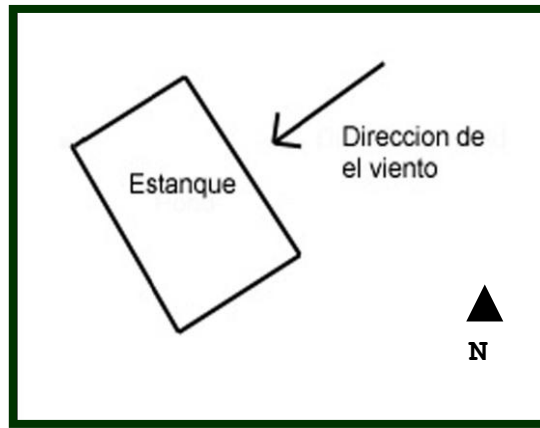


Fig. # 3.- Ubicación de los estanques en función de la dirección del viento

8.1.- Selección del sitio

El sitio seleccionado deberá tener las siguientes características:

- a. Vías de fácil acceso.
- b. Disponibilidad de agua.
- c. Suministro de agua y drenaje de los estanques por gravedad.
- d. El suelo tiene que ser impermeable.
- e. Para disminuir los costos de construcción, las áreas deben tener una pendiente menor al 1 %.

8.2.- Suelo.

Existe un reporte de análisis de suelo de la granja experimental de la UPSE en Río Verde, cuyo resultado es 60 % de arena, 15 % limo, 25 % arcilla y una clase textural “franco-arcilloso-arenoso”, esto hace necesario la utilización de geomembrana en los tanques de todos los módulos y reservorio para impermeabilizar los tanques y evitar la filtración excesiva de agua.

8.3.- Disponibilidad de riego.

Una de las primeras consideraciones en la selección del sitio para los estanques, es garantizar efectivamente el suministro adecuado de agua y que esté disponible para los recambios diarios. Un pozo normalmente es mejor por varias razones, deben ser taladrados por la profundidad de la capa freática.

En la granja experimental de la UPSE en la comuna Río Verde, existe un pozo de 23 m. de profundidad, donde está colocada una bomba de agua flotante de 2.5 HP que abastece de agua a toda el área, el agua es bombeada a un reservorio de capacidad de 200 m³, y se llena una vez por día.

Estudios verificados por profesionales de la UPSE, informan que los cultivos agrícolas que actualmente desarrollan los docentes y estudiantes de la escuela de agronomía en la granja experimental, tienen problemas de salinidad, pero para nuestro proyecto es muy favorable el sitio, la tilapia se adapta a un amplio rango de salinidad; y con la construcción de otro pozo de 40 m profundidad con la instalación de una bomba de agua sumergible de 4 HP, la capacidad de abastecimiento y calidad de agua pueden cubrir nuestras proyecciones. El pozo puede taladrarse antes o después de la construcción.

8.4.- Dirección con gravedad de los estanques.

Para los propósitos de dirección el sitio debe ser seleccionado con esta perspectiva. Se debe enviar el contenido de los estanques mediante la gravedad. El sitio considerado no debe estar sujeto a inundaciones periódicas.

8.5.- Topografía.

La topografía de la tierra, determina la cantidad que tiene que ser removida durante la construcción del estanque. Los fondos del estanque deben ser de piso liso. Deben quitarse tocones y otras obstrucciones naturales.

Para la ubicación de un estanque se necesita la mejor superficie plana, para evitar terrenos con pendientes muy pronunciadas y que puedan atentar al movimiento del material durante la construcción de los estanques o en el trabajo de producción.

8.6.- Limpieza del terreno y características de construcción.

Es conveniente proceder a un raspado o destape del suelo en el área de construcción de estanques, removiendo la vegetación y suelo inadecuado. El destape del terreno es superficial y rara vez supera los 10 cm. En terrenos húmedos (bañados), es conveniente realizar tareas de drenajes con anticipación para permitir el secado o escurrimiento. La declividad del terreno afecta sensiblemente el costo de construcción de los estanques. Es aconsejable, siempre, elaborar el proyecto de construcción de los mismos, con datos

topográficos del sector y es imprescindible, también el apoyo topográfico durante la construcción del estanque.

No solo es importante la construcción del estanque con las dimensiones apropiadas, sino que también debemos instalar correctamente las tuberías de abastecimiento y la esclusa de desagüe. Con bombas de 3 HP se transportará el agua desde el reservorio hasta los módulos de los estanques, por medio de tuberías de PVC de 63 mm los cuales en su extremo poseerá un bolso de celulosa de 50 μ para evitar el ingreso de partículas ajenas al cultivo.

8.7.- Construcción de estanques.

Con respecto a la construcción de estanques para cultivo de tilapia, dada la necesidad de manejo, es imprescindible que puedan ser llenados y vaciados fácilmente, según las necesidades, y constituyendo un medio favorable para el desarrollo de los cultivos.

Los estanques son construidos mediante el levantamiento de diques o presas por encima de la superficie del suelo. Este es el procedimiento más usado, ya que permite utilizar una variedad de condiciones topográficas.

Se construirá por el método de excavación, el cual consiste en remover el suelo desde un área determinada para formar depresiones que son llenadas con agua. El método más eficiente y recomendable para construir estanques en áreas con mediana pendiente, es por medio de excavación y el uso de diques al mismo tiempo, debe evitarse son problemas de contra presión, como se indica la fig. # 4. En numerosos casos, la existencia de un drenaje permite descubrir rápidamente una pérdida accidental del efluente. Es imprescindible un drenaje agua/gas en las siguientes situaciones:

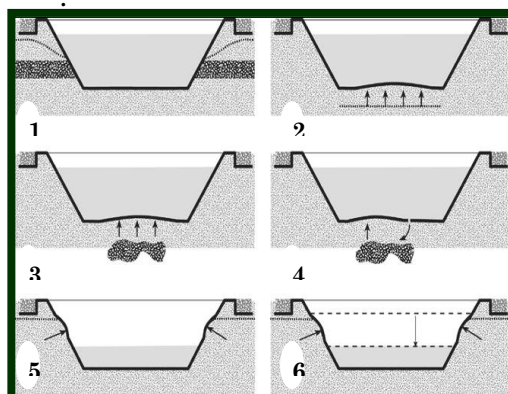


Fig. # 4.- Causas contra presión

1. Cuando existe la posibilidad de flujos de agua bajo la geomembrana, es decir en terrenos en los que es posible la erosión.
2. Cuando el terreno contiene materiales orgánicos (generación de gas).
3. Cuando los taludes contienen arcilla (estabilidad después de vaciado).
4. Siempre que se pueda prever una variación del nivel freático.
5. Siempre que la membrana de revestimiento no esté fijada y se pueda mover (viento).
6. Cuando el estanque contenga materias orgánicas El dibujo siguiente resume las causas principales de contra-presión bajo una geomembrana.

8.8.- Características del estanque.

8.8.1.-Forma.- Son muchos los factores que determinan la forma del estanque para minimizar los costos de construcción, como la relación entre la longitud del dique y el área cubierta por agua, así como también la topografía del terreno.

De manera general, este factor es un aspecto de mucha importancia, sobre todo en aquellos que puedan ser vaciados y sea posible concentrar los peces en un área pequeña al momento de la cosecha.

8.8.2.- Tamaño.- El principal factor que interviene al escoger el tamaño del estanque, es el costo de la construcción, la producción de peces esperada, el manejo planificado y el tiempo necesario para llenar y vaciarlos. El área de los estanques en nuestro proyecto varía entre 50 y 300 m².

8.8.3.- Profundidad.- Esta característica viene dada por la altura de los diques. La profundidad de los estanques es estándar para todos los módulos, que es de 1 m, a excepción la profundidad del reservorio que será aumentada a 1,4 m.

8.8.4.- Diques.- La altura de los diques a construir debe calcularse tomando en consideración la profundidad deseada del agua, el borde libre será de 0,20 m. para los estanques en todos los módulos y de 0,10 m en el reservorio.

El ancho de la cima del dique varía según el uso que tenga, en este proyecto, será usado como vía, en los estanques principalmente grandes, el ancho mínimo será entre 3 a 3,5 m. Para estanques pequeños un metro es suficiente. Frecuentemente la pendiente del talud interno (lado del agua) es menos inclinada que la pendiente exterior, debido a que estará saturada de agua.

8.8.5.- Pendiente del fondo del estanque.- Las pendientes del fondo (ver figura #5) deben variar preferiblemente entre 2 y 5 %. Si la pendiente es demasiado inclinada, el área cerca del drenaje estará invadida con fango y sedimento llevado o lavado por el agua drenada; es decir, se erosionaría el fondo. Si por el contrario, la pendiente es poca, se dificultaría el vaciado.

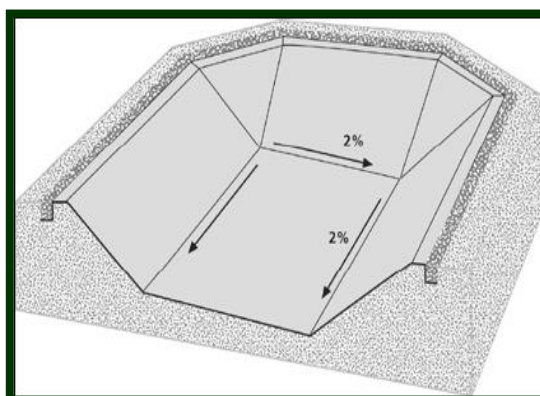


Fig. # 5.- Pendiente del fondo de los estanques

8.8.6.- Caja de cosecha.- Es necesaria su construcción en estanques grandes y en aquellos donde se cultivan peces pequeños, los cuales deben ser vendidos vivos o transportarlos en buenas condiciones. Por lo general, está comprendida entre 1 y 10 % del área del estanque. Estará ubicada en la parte posterior del tanque a 50 cm por debajo del nivel del fondo, cerca de la estructura de drenaje.

Los estanques para su cabal funcionamiento están provistos de una serie de estructuras para el llenado, vaciado y filtros para el control de la calidad del agua y de potenciales depredadores.

8.8.7.- Agua.- El porcentaje de recambio o flujo de agua que se propone para cada estanque de crianza podrá variar de 3-10 % por día, utilizando las bombas de recirculación que conducirán agua desde el reservorio a los estanques de cultivo.

8.8.8.- Sistemas de drenaje.- Permitirá controlar el vaciado y regular la profundidad del agua. Existen diferentes métodos para extraer el agua de los estanques, como: el vaciado permanente, tuberías, sifones y bombas.

El método a emplear consiste en un tubo vertical de PVC de 63 mm y que tendrá salida al pozo de desagüe. Los sistemas temporales son los sifones y las bombas. El sifoneo es una medida que puede ser utilizada para vaciar un estanque cuando éste no cuenta con un sistema apropiado. Sin embargo, no es recomendable como uso rutinario. Esta alternativa es válida sólo en aquellas áreas más bajas que el fondo del estanque.

8.8.9.- Desagüe.- Se construirán cuatro cajas de desagüe para recibir los efluentes de los estanques de cada uno de los módulos.

La propuesta, es contar con caja de hormigón armado de 3 m x 1,5 m x 1,80 m. para el módulo # 1, y los tres restantes de 5 m x 1,5 m x 1,80 m para los módulos # 2, 3 y 4 separada de los estanques de cultivo a 2 m de distancia del lado posterior de los estanques.

Las cajas recibirán el agua de los efluentes de cada uno de los estanques, desde aquí conducirán las aguas a través de una tubería de P.V.C. de plastigama de 6" colocadas de forma subterránea, hacia una doble dirección, una vía conducirá hasta un pozo fuera del área, donde será tratada el agua, con perspectivas de ser reutilizada para riego de cultivos agrícola, y la otra vía a un campo de infiltración.

8.8.10.- Tratamiento y utilización de aguas residuales.- Básicamente hay dos modos en los que el contenido orgánico de las aguas residuales influye en la producción de peces:

1. Indirectamente mediante la mineralización de la materia orgánica que proporciona nutrientes inorgánicos a las algas o fitoplancton, que a su vez pueden ser utilizados como fuente de alimento por las tilapias.
2. Mediante el consumo directo de las aguas residuales como alimento.

El empleo de las aguas residuales, ricas en nutrientes, en los viveros para ayudar a acelerar el crecimiento de las algas, es un proceso natural, en el que no se usa la tecnología moderna. En el caso de la agricultura, el agua procedente de las piscifactorías que se utiliza para el riego, tiene un elevado índice de DBO. De este modo, la utilización de las aguas residuales han hecho, que esta actividad económica sea excepcional en cierto sentido y sostenible a largo plazo.

El tratamiento biológico, es la digestión biológica de la materia orgánica por medio de las bacterias cultivadas bajo control. Por tal razón se planteará que permanezca durante cierto tiempo el agua a depurar en una piscina de tratamiento, para transformar la materia orgánica mediante una fermentación producida por bacterias anaeróbicas y aeróbicas. En estos procesos intervienen organismos vivos (bacterias), se debe considerar todos los factores que van a influir en su crecimiento.

- Disponibilidad de nutrientes.
- Clima templado.
- Ambiente libre de cambio brusco de temperatura.
- Intensidad de luz.

El propósito principal de los tratamientos es lograr la conversión de amoníaco a nitrito y de nitrito a nitrato, factores muy importantes en los cultivos agrícolas y acuáticos, debido que el amoníaco, es un producto metabólico altamente tóxico que se descarga

directamente por muchos organismos acuáticos y se genera como un subproducto de muchas bacterias.

El nitrito es menos tóxico que el amoníaco, y es considerado relativamente no tóxico para la mayoría de los organismos acuáticos.

8.9.- Morfología del estanque.

La profundidad de los estanques tendrán un promedio de 1.0 m de profundidad, con borde libre de 0.2 m. que es la altura de recepción sobre el nivel de agua normal. La propuesta de diseño de los estanques de los cuatro módulos es rectangular con volúmenes de agua en relación al ancho y largo, como se especifica en la cuadro # 1.

Cuadro # 1.- Morfología de los estanques

MODULOS	ANCHO/LARGO (m)	ÁREA /TANQUE (m ²)	AGUA/TANQUE (m ³)	ÁREA /MODULO (m ²)	AGUA/MODULO (m ³)
1	5 x 10	50	50	150	150
2	10 x 15	150	150	450	450
3	10 x 20	200	200	600	600
4	15 x 20	300	300	900	900
TOTAL AGUA				2100	2100
FLUJO DIARIO				10 %	210

8.10.- Geomembrana en los estanques

Dadas las características de los estanques con las respectivas especificaciones, es aplicable la instalación de geomembrana (polietileno) para la impermeabilización de cada uno (ver figura # 6).



Fig. # 6.- Estanque con geomembrana
(Gagati S.A.).

Este trabajo consistirá en la colocación de una geomembrana de polietileno de alta densidad con un espesor mínimo de 1.0 mm. La geomembrana es de material geosintético, de espesor regular e uniforme manufacturado con resinas de polietileno de alta densidad, química y biológicamente inertes, y resistente a procesos degenerativos del suelo. Conocido el área total del estanque, se puede determinar la cantidad en metros cuadrado de geomembrana que utilizarán, en el presupuesto se sumará el 10 % más de la cantidad real, por los previstos de déficit que se puedan presentar durante la colocación de la misma.

8.11.- Sistemas de invernaderos.- Consiste en colocar una estructura de plástico sobre los tanques de manera individual (ver figura # 7) o la colocación de una estructura de forma grupal que consiste en armar una infraestructura para todos los módulos (ver figura # 8), que permitirá a ganar temperatura en tiempo de invierno y mantenerla en tiempos de verano, todo con el propósito de mantener el agua de los estanques de cultivo, con buena temperatura, que ayudará en gran porcentaje evitar la proliferación de bacterias, al desarrollo de la tilapia en su talla y peso.



Fig. #7: Sistema de invernadero (Estación Experimental CENAIM).

8.11.1.- Sistemas sin invernaderos.- Los estanques sin invernaderos también han dado muy buenos resultados, por considerarse a la tilapia unos de los géneros que se adapta a una gran variación de condiciones climáticas, su crecimiento es más acelerado en los cultivos extensivos por la magnitud de las piscinas, presas o embalses. Este tipo de cultivo no implica grandes inversiones en infraestructuras. Pero al permanecer al aire libre y sin ningún tipo de protección (cubierta), trae como consecuencia, el incremento de la productividad primaria del agua por la descomposición de materia vegetal que incrementa explosivamente la ictiofauna, y tratándose de un medio cerrado (estanques) competirán por el espacio, el oxígeno y el alimento. Constantemente permanecerían a expensas del ataque de las aves que se alimentan de peces, reduciendo de a poco la población del cultivo.

Para este proyecto, no ayudaría a la ejecución de varios bioensayos que demanden una gran tecnología para la garantizar los resultados de una investigación. Pero con el

objetivo de realizar comparaciones se podría iniciar en cada módulo con un estanque de los tres propuestos sin invernaderos.

8.12.- Ingeniería de la Unidad de Producción Piscícola.- El área es de 2.2 Ha. cerrado con alambrada, las salas de cultivo estarán distribuido en 4 módulos de 3 estanques cada uno, que suman un total de 12 estanques. Los 3 primeros módulos serán suministrados de aireación a través de 3 blowers que absorberán aire del medio ambiente para filtrarlo y conducirlo por medio del sistema de tuberías a cada uno de los estanques, también se plantea la adquisición de una paleta para el módulo 4, que ayudará al movimiento de una gran cantidad de agua.

Para el abastecimiento de agua, se proyecta la existencia de dos pozos, uno que está en operación en la granja experimental y otro pozo que deberá perforarse de acuerdo a lo planificado en el cronograma de ejecución del proyecto, Se contará con un área de bombeo, que funcionará con 2 bombas de agua de 3 HP para el traslado de agua desde el reservorio hasta los estanques de todos los módulos para los llenado y flujos diarios.

También se propone la construcción de las obras complementarias que deben considerarse como infraestructuras importantes en el desarrollo de las actividades de la Unidad de Producción Piscícola: oficina técnica, salas de análisis, comedor, y cocina, dormitorio, bodega, área de mantenimiento, y la sala para preparación de alimentos (ver plano # 1).

8.12.1.- Estanques del módulo N° 1.- Tres estanques con un volumen de excavación de 63,65 m³, con una capacidad de volumen de agua de 50 m³ y cubiertos con 141,76 m² de geomembrana cada uno (Cuadro # 2), que se utilizarán en la producción de alevines y en la obtención de reversión sexual dentro del primer mes, desde la inducción al desove de los reproductores, incubación, eclosión hasta la reabsorción del saco vitelino.

Cuadro # 2.- Volumen de área, excavación y área de geomembrana de estanque del módulo 1.

VOLUMENES	ANCHO				LARGO			Total	3 est
	B Ma	B Me	Alt	Tot	B Ma	B Me	Tot		
Detalles									
Unidades	m	m	m	m ²	m	m	m	m ³	m ³
Excavación	6,40	4,00	1,20	6,24	11,40	9,00	10,20	63,65	190,94
agua/área	6,00	4,00	1,00	5,00	11,00	9,00	10,00	50,00	150,00

GEOMEMBRANA	ANCHO					LARGO					A fond	Suma	3 est
	L in	B Ma	B Me	Lad	Total	L in	B Ma	B Me	Lad	Tot			
Detalles													
Unidades	m ²	m	m		m ²	m ²	m	m		m ²	m ²	m ²	m ²
Estanque	1,70	6,40	4,00	2,00	17,68	1,70	11,40	9,00	2,00	34,68	36,00	88,36	265,08
Detalles	Cant	B Ma	B Me	Lad	Total	Cant	B Ma	B Me	Lad	Tot	A fond	Suma	3 est
Unidades	m	m			m ²	m	m			m ²		m ²	m ²
Alas	1,50	6,40		2,00	19,20	1,50	11,40		2,00	34,20		53,40	160,20
Total												141,76	425,28

8.12.2.- Estanques del módulo N° 2.- Tres estanques con un volumen de excavación de 186,05 m³, con una capacidad de volumen de agua de 150 m³, y cubiertos con 295,76 m² de geomembrana cada uno (cuadro # 3). Los estanques de este módulo, serán utilizados para la siembra y control de la tilapia en etapa de precría.

Cuadro # 3.- Volumen de área, excavación y área de geomembrana de estanques del módulo 2.

VOLUMENES	ANCHO				LARGO			V Tot	3 est
	B Ma	B Me	Alt	Tot	B Ma	B Me	Tot		
Detalles									
Unidades	m	m	m	m ²	m	m	m	m ³	m ³
Excavación	11,40	9,00	1,20	12,24	16,40	14,00	15,20	186,05	558,14
agua/área	11,00	9,00	1,00	10,00	16,00	14,00	15,00	150,00	450,00

GEOMEMBRANA	ANCHO					LARGO							
	L in	B Ma	B Me	Lad	Tot	L in	B Ma	B Me	Lad	Tot	A fond	Suma	3 est
Unidades	m ²	m	m	m	m ²	m ²	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²
Estanque	1,70	11,40	9,00	2,00	34,68	1,70	16,40	14,00	2,00	51,68	126,00	212,36	637,08
Unidades	m	m			m ²	m	m			m ²		m ²	m ²
Alas	1,50	11,40		2,00	34,20	1,50	16,40		2,00	49,20		83,40	250,20
Total												295,76	887,28

8.12.3.- Estanques del módulo N° 3.- Tres estanques con un volumen de excavación de 247,25 m³, con una capacidad de volumen de agua de 200 m³ y cubierto con 372,76 m² de geomembrana cada uno (cuadro # 4). Estos estanques serán utilizados para la siembra y control de la tilapia en etapa de engorde I.

Cuadro # 4.- Volumen de área, excavación y área de geomembrana de estanques del módulo 3.

VOLUMENES	ANCHO					LARGO						
	B Ma	B Me	Alt	Tot	B Ma	B Me	Tot	V Tot	3 est			
Unidades	m	m	m	m ²	m	m	m	m ³	m ³			
Excavación	11,40	9,00	1,20	12,24	21,40	19,00	20,20	247,25	741,74			
agua/área	11,00	9,00	2,00	10,00	21,00	19,00	20,00	200,00	600,00			

GEOMEMBRANA	ANCHO					LARGO							
	L in	B Ma	B Me	Lad	Tot	L in	B Ma	B Me	Lad	Tot	A fond	Suma	3 est
Unidades	m ²	m	m	m	m ²	m ²	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²
Estanque	1,70	11,40	9,00	2,00	34,68	1,70	21,40	19,00	2,00	68,68	171,00	274,36	823,08
Unidades	m	m			m ²	m	m			m ²		m ²	m ²
Alas	1,50	11,40		2,00	34,20	1,50	21,40		2,00	64,20		98,40	295,20
Total												372,8	1118,28

8.12.4.- Estanques del módulo N° 4.- Tres estanques con un volumen de excavación de 368,45 m³, con una capacidad de volumen de agua de 300 m³ y cubierto con 449,76 m² de geomembrana cada uno (cuadro # 5). Estos estanques serán utilizados para la siembra y control de la tilapia en etapa de engorde II.

Cuadro # 5.- Volumen de área, excavación y área de geomembrana de estanques del módulo 4.

VOLUMENES	ANCHO				LARGO			V Tot	3 est
	B Ma	B Me	Alt	Tot	B Ma	B Me	Tot		
Detalles									
Unidades	m	m	m	m ²	m	m	m	m ³	m ³
Excavación	16,40	14,00	1,20	18,24	21,40	19,00	20,20	368,45	1105,34
agua/área	16,00	14,00	1,00	15,00	21,00	19,00	20,00	300,00	900,00

GEOMEMBRANA	ANCHO					LARGO					A fond	Suma	3 est
	L in	B Ma	B Me	Lad	Tot	L in	B Ma	B Me	Lad	Tot			
Detalles													
Unidades	m ²	m	m	m	m ²	m ²	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²
Estanque	1,70	16,40	14,00	2,00	51,68	1,70	21,40	19,00	2,00	68,68	266,00	386,36	1159,08
Detalles	Cant	B Ma	B Me	Lad	Tot	Cant	B Ma	B Me	Lad	Tot	A fond	Suma	3 est
Unidades	m	m			m ²	m	m			m ²		m ²	m ²
Alas	1,50	16,40		2,00	49,20	1,50	21,40		2,00	64,20		113,40	340,20
Total												449,8	1499,28

8.12.5.- Reservorio.- Un estanque con un volumen de excavación de 450 m³, con una capacidad de volumen de agua de 415,11 m³ y cubierto con 512,15 m² de geomembrana (cuadro # 6), área que almacenará el agua que proviene del pozo succionada con bombas de 3 HP. Desde el reservorio, agua será distribuida a los estanques de todos los módulos.

Cuadro # 6.- Volumen de área, excavación y área de geomembrana de reservorio

VOLUMENES	ANCHO					LARGO					Vol Total
	B May	B Men	Altur	Total	B May	B Men	Total				
Unidades	m	m	m	m ²	m	m	m			m ³	
Excavación	21,50	18,50	1,50	30,00	16,50	13,50	15,00			450,00	
agua/área	21,30	18,50	1,40	27,86	16,30	13,50	14,90			415,11	

GEOMEMBRANA	ANCHO					LARGO					A fond	Suma
	L in	B Ma	B Me	Lad	Tot	L in	B Ma	B Me	Lad	Tot		
Unidades	m ²	m	m	m	m ²	m ²	m	m	m	m ²	m ²	m ²
Estanque	2,12	21,50	18,50	2,00	84,80	2,12	16,50	13,50	2,00	63,60	249,75	398,15
Unidades	m	m			m ²	m	m			m ²		m ²
Alas	1,50	21,50		2,00	64,50	1,50	16,50		2,00	49,50		114,00
Total												512,2

Las instalaciones de agua y aire serán aéreas; es decir, deberán estar en la parte elevada, de manera que no tengan obstáculos para el libre movimiento de las personas y objetos. Las aguas servidas, serán conducidas a un reservorio para su respectivo tratamiento.

8.12.6.- Sala de bombeo.- La misma estará armada con un sistema con dos bombas de 3 HP, que conducirán agua desde el reservorio a los estanques de los diferentes módulos, a través de tuberías de PVC de 63 mm.

Las tuberías de agua serán colocadas sobre la superficie del piso, que parte principalmente desde la estación de bombeo hasta llegar cada uno de los estanques.

8.12.7.- Sistema de aireación.- Se construirá 3 casetas pequeñas, ubicadas en la parte lateral de los módulos # 1, 2, y 3, en donde se instalarán blowers monofásicos de 2.5, 4, y 5 HP respectivamente (figura # 14), las tuberías para la transportación del aire estarán colgadas para facilitar su posición, todos los estanques de los 3 módulos finalmente tendrán la oxigenación.



Fig # 8.- Blowers abastecedor de aire
(CODEMEC)

En el módulo # 4 por su mayor capacidad en volumen de agua se utilizarán paletas (figura # 15).



Fig # 9.- Paletas de aireación
(Estación Experimental CENAIM)

8.12.8.- Estación de parqueo.- Es un área para el estacionamiento de los vehículos del personal técnico, administrativo y de las delegaciones que visiten la Unidad de Producción Piscícola.

8.12.9.- Oficina.- La oficina estará ubicado cerca de la entrada principal, será de uso administrativo, tendrá un área de 56 m², paredes de bloque con techo de calidad ardex.

8.12.10.- Sala de análisis.- Se dispondrá de equipos como microscopio, estereomicroscopio, YSI medidor multiparámetro, material de vidriería, etc. Su importancia radica en los análisis microbiológicos diarios de las muestras de tilapia en sus diferentes etapas, que permitirá identificar la presencia o ausencia de protozoarios, bacterias, o diagnosticar alguna enfermedad en los tanques de cultivo, preparar y aplicar el tratamiento respectivo.

8.12.11.- Dormitorio.- Dispondrá también de casilleros y literas, alojará al personal técnico, pasantes y operarios, para el descanso después de la jornada de labores.

8.12.12.- Cocina.- Con la ayuda de una persona especializada para este trabajo, y con los suministros de cocina (cocina, refrigeradora, vajillas, etc.) se preparará el alimento diario para el personal que trabaje en la Unidad de Producción Piscícola.

8.12.13.- Comedor.- Es una sala en donde habrá mesas y sillas para la comodidad de los trabajadores en las horas de alimentación. También se colocará un televisor con fines de relajamiento.

8.12.14.- Bodega.- Destinada para el almacenamiento de fertilizantes e implementos relacionados con el proceso productivo, con paredes de bloques y ventilación de tumbado.

8.12.15.- Garitas.- Dos garitas para el personal de seguridad, estarán ubicadas: una, en la entrada principal y otra en la parte posterior de la Unidad de Producción Piscícola.

8.12.16.- Área de almacenamiento y preparación de alimentos. - Con paredes de bloques, ventilación de tumbado y techo de calidad ardex, dispondrá de un extractor de

humedad, para evitar la proliferación de microorganismos. Se pesará y se preparará el alimento para los tanques de cultivo.

8.12.17.- Área de cosecha y de embalaje.- Se ubicará lateralmente a un costado de las obras complementaria y frontalmente a la posición de los estanques, estará cubierto por una sombra de tela fibra con orificios.

8.13.- Memoria técnica.- En la estación experimental de la UPSE en la comuna Río Verde se construirá la Unidad de la Producción Piscícola, para el efecto se debe contratar a un Ing. Eléctrico que de manera técnica y profesional realice un diseño de las instalaciones eléctricas, de manera apropiada para satisfacer las necesidades de iluminación, tomas de corrientes de servicios generales y funcionamientos de equipos de acuerdo a las exigencias modernas que dotará de energía eléctrica con las seguridades necesarias para mantener la calidad y continuidad del servicio.

8.13.1.- Transformador.- Se dispondrá de un transformador monofásico de 150 Kilovatios, con un nivel de voltaje 13200 V / 220 -127 V y conexión delta – estrella, tablero de medidor que alojará una base socket clase 20 monofásica y un tablero de distribución principal que alojará un disyuntor principal de 3 polos 400 A, un juego de barras de cobre y disyuntores secundarios para protección de las distintas alimentadoras de los diferentes paneles de servicios generales, y tableros de distribución para los equipos especiales.

8.13.2.- Componentes del diseño de la memoria técnica.- Aquí se describe los componentes puntuales que deben ser incluidos en el diseño:

- Acometida de alta tensión.
- Subestación de distribución.
- Medición de kilovatios hora.
- Acometida de baja tensión.
- Tablero general de distribución.
- Alimentadoras de distribución.
- Subtablero de distribución TD1.
- Subalimentadoras de distribución.

- Tablero de distribución de motores.
- Instalación general.
- Especificaciones técnicas.

8.13.3.- Generador de energía.- Se propone la instalación de 1 generador de 150 kilovatios de 110 – 220 voltios que estará ubicado junto a la subestación, el cual se conectará a la transferencia manual de 400 A monofásico por parrilla portacables, se alojarán dos ternas de cables de 4/0 AWG para las fases de 1 cable 4/0 AWG para el neutro. Se realizará la instalación de una varilla de cooperweld de 5/8” con sus respectivos protectores.

8.14.- Cronograma

Es la planificación de la inversión y ejecución de la Unidad de Producción Piscícola por trimestres como se detalla en el cuadro # 7.

Cuadro # 7.- Cronograma de inversión y ejecución.

Componentes de gastos	Proyecto de Unidad de Producción Piscícola														
	IV t 2007			I t 2008			II t 2008			III t 2008			IV t 2008		
	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Movimiento de tierra	■														
Construcción estanques		■	■	■											
Colocación liners			■	■	■										
Colocación invernadero				■	■	■									
Obras complementarias.							■	■	■						
Armado tuberías						■	■								
Construcción pozo		■													
Adquisición transporte							■								
Instalación blowers							■	■							
Compra equipos									■	■					
Instalación de oficina								■							
Instalación eléctrica									■	■					
Prueba de equipos											■				
Siembra												■			■

8.14.1.- Cronograma de siembra y cosecha.- Se elaborará un calendario de siembra y de cosecha en los diferentes módulos considerando las diversas etapas que pasarán las tilapia, como se especifica en el cuadro # 8.

Cuadro # 8.- Cronograma de siembra en los módulos.

MESES	MODULO # 1	MODULO # 2	MODULO # 3	MODULO # 4
Oct-Dic 2008	Reproducción y reversión sexual	Preería Siembra A		
Ene-Mar 2009	Reproducción y reversión sexual	Preería Siembra B	Engorde I Siembra A	
Abr-Jun 2009	Reproducción y reversión sexual	Preería Siembra C	Engorde I Siembra B	Engorde II Siembra A
Jul-Sep 2009	Reproducción y reversión sexual	Preería Siembra D	Engorde I Siembra C	Engorde II Siembra B
Oct-Dic 2009	Reproducción y reversión sexual	Preería Siembra A	Engorde I Siembra D	Engorde II Siembra C
Ene-Mar 2010	Reproducción y reversión sexual	Preería Siembra B	Engorde I Siembra A	Engorde II Siembra D
Abr-Jun 2010	Reproducción y reversión sexual	Preería Siembra C	Engorde I Siembra B	Engorde II Siembra A
Jul-Sep 2010	Reproducción y reversión sexual	Preería Siembra D	Engorde I Siembra C	Engorde II Siembra B

CAPÍTULO IV

9.- ESTIMACIÓN FINANCIERA.

9.1.- Cálculo de cantidad y costo de alimento.

Cuadro # 9.- Determinación de alimento por ciclo.

MÓDULOS	PROT %	CANT.	PESO (g.)	BIOM (kg.)	BIOM %	DÍAS	ALIM. (kg.)	SACO (25 kg.)	SACO \$	TOTAL
MODULO # 1 Alevines	46 %	1500	1	1,50	0,15	30	4,5	0,18	\$ 17,00	\$ 2,99
MODULO # 1 Reproducción	28 %	250	250	62,50	3,12	90	280,8	11,23	\$ 10,00	\$ 106,70
MODULO # 2 Precria	46 %	8100	1	8,10	0,81	80	64,8	2,59	\$ 17,00	\$ 43,03
MODULO # 3 Engorde I	32 %	6480	100	648,00	32,4	90	2916,0	116,64	\$ 13,00	\$ 1458,00
MODULO # 4 Engorde II	28 %	6156	250	1539,00	76,95	100	7695,0	307,80	\$ 10,00	\$ 3078,00
TOTAL		22486	602	2259,10				438,44		\$ 4688,72

Cuadro # 10.- Determinación de alimento por año.

AÑO	SACOS	VALOR TOTAL	Nº SACO/COSECHA	TOTAL
1	438,44	4688,72	2	9377,44
2	438,44	4688,72	4	18754,88
3	438,44	4688,72	4	18754,88
4	438,44	4688,72	4	18754,88
5	438,44	4688,72	4	18754,88

9.2.- Activos fijos.

Cuadro # 11- Inversión activos fijos.

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Corte del terreno	\$ 28610,61
Relleno hidratado del terreno	\$ 34258,56
Compactación, preparación de estanques y reservorio	\$ 850,00
Colocación de geomembrana	\$ 15836,27
Colocación de plástico (Invernadero)	\$ 9719,36
Construcción obras complementarias	\$ 58248,49
Armado del sistema de aireación y circulación de agua	\$ 2534,50
Construcción de pozo tubular	\$ 15900,00
Adquisición de medios de movilización	\$ 6150,00
Adquisición blowers y bombas agua	\$ 16232,00
Instalación de transformador, generador y sistema eléctrico	\$ 23800,00
Compra de equipos de laboratorio	\$ 4659,20
Adquisición equipos y muebles de oficina	\$ 1160,00
Investigaciones - bioensayos	\$ 5000,00
Varios e imprevistos	\$ 6688,77
Total	\$ 229647,76

9.3.- Costos de producción.

Cuadro # 12.- Costos de operación anual.

Descripción	Cantidad	Valor unit.	T. Mensual	T. Anual
Personal				
Jefe del laboratorio (UPSE)	1	650,00	650,00	7800,00
Secretaria (UPSE)	1	200,00	200,00	2400,00
Operarios	4	210,00	840,00	10080,00
Guardianes (UPSE)	4	250,00	1000,00	12000,00
Subtotal	10		840,00	10080,00
Materia Prima				
Alevines	6750	0,014		94,50
Reproductores	250	1,00		250,00
Subtotal				344,50
Alimento balanceado				
Sacos de 25 Kg.				4794,85
Complementos nutritivos				150,00
Subtotal				4944,85
Gastos Generales				
Gastos Administrativos			80,00	960,00
Cosecha y comercialización			0,00	400,00
Alimento de personal			500,00	6000,00
Movilización			100,00	1200,00
Subtotal			680,00	8560,00
Reactivos Químicos				
Alcohol (gln)	2	7,00	14,00	168,00
Hipoclorito de sodio (gln)	4	5,00	20,00	240,00
Acido muriático (gln)	4	7,00	28,00	336,00
Formol	2	5,00	10,00	120,00
Subtotal				864,00
Insumos Químicos				
Vitamina "C" (kg)	1	7,50	7,50	90,00
Ototolodine (lt)	0,1	64,10	6,41	76,92
Oxitetraciclina (kg)	0,25	18,00	4,50	54,00
Subtotal				220,92
Materiales				
Papel aluminio	2	3,50	7,00	84,00
Atrarraya	1	120,00	120,00	120,00
Caja de guantes talla 7	1	5,00	5,00	60,00
Subtotal				264,00
Varios				1100,98
Total				\$ 26542,18

9.4.- Densidad de siembra.

Cuadro # 13.- Densidad de siembra por módulos.

MÓDULOS	SIEMBRA TEÓRICA	SIEMBRA PRÁCTICA	TOTAL COSECHA (70 %)	OBSERV.	PORCENT.
MODULO # 2	450 m ² x 18 alevines = 8100	8100	6480	Inicio	20,00 %
MODULO # 3	600 m ² x 10 peces = 6000	6480	6156	Desarrollo	5,00 %
MODULO # 4	900 m ² x 6 peces = 5400	6156	5848,2	Final	5,00 %
TOTAL	-	20736	18484,2		- 30 %

9.5.- Ingresos por ventas.

Cuadro # 14.- Ingreso bruto por venta de tilapia.

TIEMPO	COSECHA (70%)	Nº COSECHA	TOTAL COSECHA (700 g.)	COSECHA (\$ 1,60/kg.)	TOTAL (\$)
1º año	18484,20	2	36968,40	25877,88	41404,61
2º año	18484,20	4	73936,80	51755,76	82809,22
3º año	18484,20	4	73936,80	51755,76	82809,22
4º año	18484,20	4	73936,80	51755,76	82809,22
5º año	18484,20	4	73936,80	51755,76	82809,22
				\$ 232900,92	\$ 372641,47

9.6.- Flujo de caja.

Cuadro # 15.- Flujo de caja libre a 10 años con recuperación de costos fijos.

Movimiento	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
Ventas de tilapia	41404,68	82809,22	82809,22	82809,22	82809,22
Inversión fija	229647,76	216538,00	163231,49	109924,98	56618,47
Costo de producción	26542,18	26197,68	26197,68	26197,68	26197,68
Alevines y reproductores	0,00	344,50	0,00	0,00	0,00
Mant. equipos lab. y ofic.	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Total	-214985,26	-160126,46	-106819,95	-53513,44	-206,93

Movimiento	6 años	7 años	8 años	9 años	10 años
Ventas de tilapia	82809,22	82809,22	82809,22	82809,22	82809,22
Inversión fija	3311,96	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo de producción	26197,68	26197,68	26197,68	26197,68	26197,68
Alevines y reproductores	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mant. equipos lab. y ofic.	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Total	53099,58	56411,54	56411,54	56411,54	56411,54

RUBRO	INVERSIÓN FIJA	INGRESO NETO	TOTAL
TOTAL	\$ 229647,76	\$ 278745,74	\$ 49097,98

Cuadro # 16- Flujo de caja libre a 10 años sin recuperación de costos fijos.

Movimiento	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años
Ventas de tilapia	41404,68	82809,22	82809,22	82809,22	82809,22
Costo de producción	26542,18	26197,68	26197,68	26197,68	26197,68
Alevines y reproductores	0,00	344,50	0,00	0,00	0,00
Mant. equipos lab. y oficina	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Total	14662,50	56411,54	56411,54	56411,54	56411,54

Movimiento	6 años	7 años	8 años	9 años	10 años
Ventas de tilapia	82809,22	82809,22	82809,22	82809,22	82809,22
Costo de producción	26197,68	26197,68	26197,68	26197,68	26197,68
Alevines y reproductores	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mant. equipos lab. y oficina	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Total	56411,54	56411,54	56411,54	56411,54	56411,54

RUBRO	INVERSIÓN FIJA	INGRESO NETO	TOTAL
TOTAL	\$ 0,00	\$ 522366,36	\$ 522366,36

10.- DISCUSIÓN

Se propone el diseño y la posterior construcción de una Unidad de Producción Piscícola con la finalidad de brindar a la Universidad Estatal “Península de Santa Elena” y la Facultad de Ciencias del Mar, datos técnicos y financieros para su ejecución y orientación para el manejo de cultivo de tilapia roja, que permitirá a las autoridades, técnicos y estudiantes, contar con un campo de prácticas para investigación y producción de tilapia (*Orochromis sp.*). El cultivo de esta especie es de fácil manejo, de paso se aprovechará el clima favorable en nuestra península.

Se elige desarrollar el proyecto en la comuna Río Verde, porque es un área bien amplia y es patrimonio de la Universidad Estatal “Península de Santa Elena”, por el abastecimiento de agua, la cual actualmente se obtiene a través de un pozo de 25 m de profundidad, actualmente suministra de agua a los cultivos agrícolas, en la parte práctica. Con la ejecución del proyecto se propone la perforación de otro pozo de 40 m de profundidad, que garantizará el abastecimiento de agua en el sitio.

Las características del agua son favorables, el intervalo de salinidad es 1 a 3 partes y por lo general no varían, anteriormente por un lapso de 2 años, hubo la cría de tilapia en un reservorio cubierto con liners en ésta área, aunque no hubo control, la reproducción y crecimiento de tilapia fue notoria, situación que fue aprovechada como antecedente para la confirmación del lugar.

En las propiedades del suelo de la granja experimental, según análisis de laboratorio da como resultado un 60 % de arena, que es un alto porcentaje, así se descarta el cultivo de tilapia en el suelo, por el riesgo de la gran filtración de agua. Además las propiedades del suelo desaparecerían en 15 a 20 años, sin opción a su uso para otro tipo de cultivo. Es por eso que se propone la construcción de estanques revestidos con geomembrana, que ayudará a evitar la filtración del agua al 100 % y es un material que por experiencia de los grandes cultivadores puede durar hasta 50 años.

La compra e instalación de geomembrana tiene un precio elevado (\$3,50 / m²) pero su beneficio se extiende por muchos años. En la colocación de la geomembrana debe

tomarse en cuenta la compactación del terreno para evitar que obstáculos debajo de este material, dañen su posición.

La instalación de invernaderos se fundamenta en mantener los tanques de cultivos cubiertos y con elevada temperatura y esto ayudará en el crecimiento de la especie, reducirá la evolución de bacterias en el medio y protegerá a los peces de los ataques de aves en busca de alimento y que rondan el sector. Los resultados son garantizados.

La compra de blowers para el suministro de aire y la adquisición de bombas de agua para la conducción de agua son muy necesarias, el proyecto se lo plantea en un nivel semi-intensivo, su utilización optimizará la producción, en el manejo de parámetros y aprovechamiento del tiempo.

La compra de microscopios y otros equipos para el análisis de laboratorio, es fundamental, de esta manera se podrá realizar diariamente los análisis en cada una de las muestras que se obtengan de los estanques.

La inversión es muy considerable y es por eso que proponemos un cronograma de ejecución, que ayudará a financiar su construcción, pero se puede iniciar con la construcción del área de cultivo con los liners, instalados para iniciar con la primera siembra.

La principal importancia de este proyecto, radica en sus objetivos académicos, capacitación de estudiantes e investigación, la diversificación de especies producción y comercialización. Pero tampoco minimizamos el costo de inversión, y es por eso que se presenta una proyección financiera que nos indica los costos fijos, los costos de producción comparados con el ingreso por venta de tilapia, que nos impulsa en un corto tiempo a una necesaria ampliación, con el objetivo de generar un mayor ingreso.

No podemos olvidar la sobreexplotación que están sufriendo nuestros recursos pesqueros, se estima que en los próximos años habrá una gran crisis por la ausencia de productos del mar. Es por eso, que se debe invertir en el cultivo de especies dulceacuícolas que a su debido momento abastecerá en gran parte el consumo per capita de nuestra población.

11.- RECOMENDACIONES

11.1.- Futuras investigaciones

Se propone desarrollar varias investigaciones, en la Unidad de Producción Piscícola en cultivo de tilapia, se pueden efectuar los siguientes experimentos:

1. Cría de híbridos de tilapia

Generalmente dos especies no se pueden cruzar en un acuario pequeño y necesitan estanques, o por lo menos tanques grandes; la tilapia híbrida es poco fecunda. Por tanto, se requieren más reproductores y el plan de cría deberá enfatizar principalmente la producción de material reproductor puro dentro del campo de prácticas para la cría fuera de ella. La pureza de la línea debe vigilarse con cuidado y los progenitores marcarse debidamente;

2. Estudiar métodos mejorados de cría, densidad de siembra de alevines de tamaños diferentes, alimentación de los alevines y las enfermedades que puedan causar la pérdida de alevines en la fase de cría;

3. Se podrá estudiar e investigar a reproductores que provean hasta un cien por ciento de descendientes machos.

4. Inversión de sexos de tilapia.

Se puede efectuar estudios en el laboratorio; seguido de un estudio a escala piloto si los primeros resultados lo justificaran.

5. Estudio de alimentación.

Se tratará principalmente de comparar la utilización relativa de los diversos alimentos disponibles, y más bien, deberán efectuarse investigaciones fundamentales sobre los requerimientos nutritivos del pez.

- a) La aceptabilidad de diversos alimentos locales por la tilapia;
- b) Ensayos de digestibilidad de diversos alimentos.
- c) Por otra parte, para reducir los costos de alimentación se recomendará incrementar la productividad natural mediante la fertilización orgánica y/o química, se probará como alimento suplementario el pulido de arroz (máximo 2–3 % del peso de los animales).

6. Estudios de cultivo

Como existe una vigorosa acción recíproca entre algunos de los factores relativos al cultivo, tales como el grado de intensificación, la cantidad de alimento, la composición de alimento y la tasa de siembra, estos experimentos deberán proyectarse sobre la base de diseños factoriales estudiando los parámetros siguientes:

- a) Tasa de siembra.
- b) Fertilizantes, cantidad de fertilizantes y métodos de fertilización.
- c) Abonado, cantidad de abono, formas, frecuencia del abonado.
- d) Alimentación, piensos, cantidad de alimento, métodos de alimentación.

Estas variables independientes, que pueden combinarse en el experimento factorial, deberán ir seguidas del estudio de algunas variables dependientes que pueden afectar el rendimiento y el crecimiento. Estas pueden cambiar según el experimento e incluir:

- a) Temperatura.
- b) Oxígeno disuelto.
- c) pH.
- d) Producción primaria.
- e) Fitoplancton.
- f) Zooplancton.
- g) Bentos.
- h) Hábitos alimentarios de los peces (análisis estomacales).

De los peces experimentales se deberán obtener muestras frecuentes (cada 10-14 días) para determinar su tasa de crecimiento, estado de salud y cantidad de alimento para el período siguiente.

7. En las primeras fases de la investigación del sistema también se estudiará la calidad del producto, comerciabilidad y la preparación de nuevos productos.

8. Es de nuestro conocimiento que nuestra Universidad a través de sus autoridades y conjuntamente con la Facultad de Ciencias Agrarias realizan actualmente las gestiones, para la adquisición de un área muy amplia en la comuna “El Azúcar”, que es un sitio en donde cruza un canal del trasvase que conduce el agua del Río Daule hasta la represa de ésta comuna. De ser así, recomendamos su compra definitiva y se le brinde un espacio físico a la Facultad de Ciencias del Mar, porque los resultados de nuestros proyectos serían mayores, por la mayor disponibilidad de agua que permitirá la ampliación de la Unidad de Producción en un corto plazo. Y en los tanques de cultivos, el mejoramiento de la producción.

10. Considerando el elevado costo del proyecto, se recomienda que su ejecución empiece con la construcción de los estanques, las estructuras indispensables y los equipos totalmente operativos con el objetivo de iniciar las prácticas estudiantiles. Las obras complementarias se pueden ir construyendo reguladamente.

12.- BIBLIOGRAFÍA

- Alamilla, H. (2002) Cultivo de Tilapias. ZOE Tecno Campo. México: pág 16.
- Alamilla. H, 2002 Manual de Crianza de la Tilapia. Alicorp, S.A.
- América Tropical. Ministerio de Asuntos Extranjeros, Francia: 125 p. Aquac. Society), Japan. Chiba city, Feb.2000.
- Arredondo - Figueroa, J. L., Flores - Muñoz, V.F., González - Tovar, F., Garduño - Argueta, H. Y R. Campos - Verduzco.1994. Desarrollo Científico y Tecnológico del Banco de Genoma de Tilapia. UAMI. Div. Ciencias Biol. Dpto. Hidrobiol., México, D.F.
- Bard, J., De Kimpe, P., Lemasson, J. y Lessent, P. (1975) Manual de Piscicultura destinado a la América Tropical. Ministerio de Asuntos Extranjeros , Francia: 125 p.
- Bardarch , E., H. Rither y O. McLearney Acuicultura 1990: Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Ed.AGT. México. 741 pp.
- Berman, Y, Producción intensiva de tilapia en agua fluyente. IV Simposio Centroamericano de Acuicultura. Cultivo sostenible de camarón y tilapia. Tegucigalpa. Honduras pp.59-63 1997.
- Bernal M. Marlen 2004 “Tilapia, el pez más comercial de los 90” El Universo.
- Cabrera, T., Jay, D. y Alceste, C. (2001) Actualización del Cultivo de Tilapia en el mundo. VI Congreso. Ecuatoriano de Acuicultura y V Congreso Latinoamericano de Acuicultura. Ecuador: 28 p.
- Castillo Campo Luis F., 1994. La historia genética e hibridación de la tilapia roja. Castillo Ed. Imp. IDEAL. Colombia 235 pp.

- Castillo Campo Luis F., 2001 “TILAPIA ROJA 2001 UNA Evolucion de 20 años, de la Incertidumbre al éxito doce años despues” pág 52.
- Castillo Campo Luis F., 2003 TILAPIA ROJA 2003, Evolución del Mercado Internacional entre los años 2001-2003, pág. 2.
- Chung, K. S. Efectos de la temperatura sobre el crecimiento, tolerancia térmica, temperatura corporal y tasa de aclimatación de Tilapia mossambica bajo condiciones experimentales. Universidad de Oriente. Departamento de Biología Marina. Cumaná. Venezuela. 97 pp. 1983. (Trabajo de ascenso).
- Cohen, D. (1999) Tilapia: a Sustainable aquaculture system for Peru. Workshop Acuicultura Sostenible: Desarrollo y Comercio – Ministerio de Pesquería. Lima, Perú: 11 p.
- Congreso Ecuatoriano de Acuicultura y V Congreso Latinoamericano de Acuicultura. Ecuador: 28 p.
- CORPEI, 2004, Programa de Diversificación de la Oferta Exportable “Nuevos Productos de Exportación” Tomo I, pág 137.
- Costa Pierce, B. A. and R. W. Doyle 1997. Genetic indentification and estatus of tilapia regional strains in souther California. Pages 1- 17 in B. A. Costa Pierce and J. E. Rakocy, eds. Tilapia aquuaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Costa-Pierce, B. A. and R.W. Doyle. 1997. Genetic identification and status of tilapia regional strains in southern California. Pages 1-17 in B. A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds. Tilapia aquaculture in the Americas, Vol. 1. Word Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.
- Enciclopedia en Carta 2006

- Espejo, C. (2001) Manejo Industrial de las Tilapias, curso lance en acuicultura, Monterrey Nuevo León, México. pág 7 -12.
- FAO. 2000. El Estado Mundial De La Pesca Y La Acuicultura. ISBN 92-5-304492-6, Roma.
- Fernández, A. (2002) Cultivo Intensivo de peces. Seminario Taller: Manejo Acuícola de Embalses y Diversos Cuerpos de Agua. Convenio MIPE – FAO. Proyecto TCP/PER/168 (A) “Acuicultura en Represas” Lima: pág. 11.
- Franco, C. (2001) Producción de Monosexo machos de Tilapia Roja por Reversión Sexual.
- Hefher B., Pruginin Y., 1988. Cultivo de peces comerciales. Editorial Limusa. pag. 94-106.
- Huet, Marcel. 1973 a. Control de los principales factores fisicoquímicos de la producción piscícola: Cap. XII, Artículo III. En Tratado de Piscicultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, p 309 a 323.
- I Chiu Liao, 2000. Aquaculture Development: challenges for 21ts Century. Int. Symp. on the “New Paradigm in Aquaculture” (Japan Aquac.Society), Japan. Chiba city. Acuicultura Comercial “Perspectivas para el Nuevo siglo” pág. 1.
- Jory D. E., Alceste C., y Cabrera R. T. 1999. Mercado y comercialización de tilpia en los Estados Unidos de Norteamérica. II Congreso Sur – americano de Acuicultura. Puerto La Cruz, Venezuela pag. 121.
- Luis Castillo 2006, “TILAPIA ROJA” una evolución de 25 años, de la incertidumbre al éxito, pág 3.
- Loayza M. (1989) Densidad de Siembra con un híbrido *O. hornorum* x *O. niloticu*. Departamento de San Martín – Perú.
- Lovshin, L. (1980) Progress Report on Fisheries Development in Northeast Brazil. International Center For Aquaculture, Alabama – USA: 15 p.

- Marcillo E. y Landivar J., 2000 Tecnología de Producción de Alevines Monosexo de Tilapia, ESPOL, pág. 22.
- Popma, J. T., Green, W. B., 1990. Manual de producción acuícola, Reversión sexual en Lagunas de tierra. Auburn University, Alabama.
- Popma, T & L. Lovshin, 1994. “Acerca del cultivo de tilapia nilótica y tilapia roja”, Auburn University, Auburn, EUA: 1-40 p.
- PROMPEX, Gerencia de Inteligencia de Mercados Perú 2007 Artículo N° 004-2007 Producción y demanda de Tilapia.
- Redmayne 2001 “Panorama Acuícola”, “Auge en el abastecimiento de filetes frescos de tilapia”, (vol. 6, n° 5).
- Roberts, R.J. y J.F. Muir. Recent advances in Aquaculture. R. Roberts and J.Muir (Ed8.) .354 pp. 1992.
- Rodríguez Pico Rodolfo. 2006, Departamento de Obras civiles de la UPSE
- Romero, P., Cornejo, M., Carrión, P. 2002, Revista Tecnológica vol. 15. N°1
- Salazar, A. G., 1995. Consideraciones generales sobre la acuicultura. Fundamentos de Acuicultura Continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Colombia. Pag 1 -19.
- Scharmm, J.K. 1999. INSIGHTS TO THE U.S. TILAPIA MARKET. Pages: 163-169. In: B.W. Green, H.C. Clifford, M. McNamara and G.M. Montaña, eds. V Central American Symposium on Aquaculture, 18-20 August 1999, San Pedro Sula, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, Latin American Chapter of the World Aquaculture Society, and Ponds Dynamics/Aquaculture Collaborating Research Support Program, Choluteca, Honduras.
- Suresh, A. V. y C. Kwei Lin, 1993. Tilapia culture in saline waters: a review. PD/A CRSP Research Report 93-50.

- Watanabe, W. O., B. L. Olla, R. I. Wicklund and W. D. Head. 1997. Saltwater culture of the Florida red tilapia and other saline-tolerant tilapias: a review. Pages 54-141 in B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds., *Tilapia Aquaculture in the Americas*, Vol. 1, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.

ANEXO I

IMPORTACIÓN DE TILAPIA A ESTADOS UNIDOS EN TONELADAS MÉTRICAS Periodo 1999 – 2006

PRESENTACIÓN	FILETE FRESCO	FILETE CONGELADO	ENTERO CONGELADO	TOTAL
1999	5310,00	4971,00	27293,00	37575,00
2000	7502,00	5186,00	27781,00	40469,00
2001	10236,00	7372,00	38730,00	56337,00
2002	14187,00	12253,00	40748,00	67187,00
2003	17951,00	23249,00	49045,00	90246,00
2004	19480,00	36160,00	57299,00	112939,00
2005	22729,00	55615,00	56524,00	134868,00
2006	23100,00	74381,00	60772,00	158253,00

Fuente: U.S. Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division.

ANEXO II

PRECIO PROMEDIO US \$/KILO DE LA TILAPIA EXPORTADA A ESTADOS UNIDOS.

Periodo 1999 – 2005

US \$/KILO	FILETE	FILETE	ENTERO	PROMEDIO
AÑO	FRESCO	CONGELADO		US\$/Kg
1999	\$4,87	\$4,46	\$1,24	\$2,18
2000	\$5,93	\$4,48	\$1,21	\$2,51
2001	\$5,94	\$3,93	\$0,98	\$2,27
2002	\$5,76	\$3,96	\$1,08	\$2,59
2003	\$5,68	\$3,62	\$1,12	\$2,67
2004	\$5,98	\$3,29	\$1,09	\$2,63
2005	\$6,15	\$3,31	\$1,21	\$2,93
TOTAL	\$5,76	\$3,86	\$1,13	\$2,91

Fuente: U.S. Foreign Trade Information, National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics and Economic Division.

ANEXO III

PRINCIPALES EMPRESAS EXPORTADORAS DE TILAPIA

Nº	EMPRESA	MERCADOS
1	Aquamar S. A.	Canadá, Estados Unidos México, Puerto Rico
2	Comercializadora Zurita	Chile
3	El Rosario	Estados Unidos
4	Empacadora del Litoral SOMAR C. Ltda.	
5	Empacadora Nacional C. A. ENACA	Eslovaquia, Estados Unidos Francia, Inglaterra, Italia, Japón
6	Eteco del Ecuador S. A.	Canadá, Estados Unidos, México
7	Exportadora LANGOSMAR S. A.	Estados Unidos, España Inglaterra, Italia
8	SOMAR S. A.	España, Estados Unidos, Francia
9	SOUTH TROPICAL S.A.	
10	Industrial Pesquera SANTA PRISCILA	Estados Unidos

Fuente: Directorio de Exportadores de CORPEI

Elaborado por CIC – CORPEI

ANEXO IV

PRESUPUESTO DE ACTIVOS FIJO

DETALLES		CANTIDAD	VALOR UNIT.	TOTAL
Terreno (UPSE)				
Tierras				0,00
Movimiento de tierra				
Levantamiento topográfico				0,00
Corte del terreno	m ²	9801,51	2,919	28610,61
Relleno hidratado	m ²	25061,13	1,367	34258,56
Subtotal				62869,17
Infraestructura de los estanques				
Arena	m ²	10,00	8,00	80,00
Compactación del terreno estanques	h	50,00	0,60	30,00
Colocación de bridas	u	13,00	30,00	390,00
Mano de Obra	h	120,00	1,25	150,00
Estructura para el invernadero (caña)	u	100,00	2,00	200,00
Sub total				850,00
Estanques con geomembrana				
3 estanques módulo # 1	m ²	425,28	3,50	1488,48
3 estanques módulo # 2	m ²	887,28	3,50	3105,48
3 estanques módulo # 3	m ²	1118,28	3,50	3913,98
3 estanques módulo # 4	m ²	1499,28	3,50	5247,48
Reservorio	m ²	512,15	3,50	384,11
Subtotal				15836,27
Cubierta de plástico (Invernadero)				
3 estanques módulo # 1	m ²	400,00	2,00	800,00
3 estanques módulo # 2	m ²	855,00	2,00	1710,00
3 estanques módulo # 3	m ²	1055,00	2,00	2110,00
3 estanques módulo # 4	m ²	1460,00	2,00	2920,00
Reservorio	m ²	569,00	2,00	1138,00
Subtotal				9719,36
Construcción obras complementarias				
Pabellones de departamentos				58077,54
Estructuras de cajas de los desagues				100,00
Alambre de puas moto (300 mt rollo)	u	3,0	23,65	70,95
Subtotal				58248,49
Accesorios de plástico y p.v.c.				
Kalipega (lt)	lt	3,00	13,00	39,00
Tuberías de p.v.c. 2" para llenado	u	50,00	11,45	572,50
Tuberías de pvc para aireación 4"	u	25,00	11,00	275,00
Tuberías de desagüe para invernadero 6"	u	60,00	18,00	1080,00
Válvulas de 2"	u	30,00	4,60	138,00
Adaptadores 2"	u	30,00	1,58	47,40
Codos 2"	u	60,00	3,16	189,60
Nudos 2" galvanizado	u	20,00	4,00	80,00
Tee de 2"	u	30,00	3,10	93,00
Unión de 2"	u	20,00	1,00	20,00
Subtotal				2534,50
Construcción de pozo tubular				
Pozo tubular de 40 m	u	1,00	15900,00	15900,00

Subtotal				15900,00
Movilización				
Camioneta (Segunda)	u		6000,00	6000,00
Triciclo	u		150,00	150,00
Subtotal				6150,00
Sistema de aireación				
Aireadores de paleta de 2 HP	u	4,00	1000,00	4000,00
Blowers Fungi de 4,5 HP	u	2,00	2000,00	4000,00
Blowers de 2.5 HP	u	2,00	1071,00	2142,00
Tanques de plastimec de 1000 Lt.	u	1,00	130,00	130,00
Subtotal				10272,00
Equipos y materiales de laboratorio				
Microscopio	u	1,00	1200,00	1200,00
Estereomicroscopio	u	1,00	800,00	800,00
Refractómetro	u	1,00	270,00	270,00
Equipos de disección	u	1,00	46,00	46,00
Caja de peachimetro	u	3,00	16,80	50,40
Balanza electrica	u	1,00	330,00	330,00
Balanza triple brazo	u	1,00	270,00	270,00
Balanza industrial	u	1,00	863,00	863,00
Congelador	u	1,00	700,00	700,00
Beaker de vidrio de 600 ml	u	2,00	13,00	26,00
Picetas de 500 ml	u	3,00	6,50	19,50
Pipetas de 1 ml	u	3,00	4,50	13,50
Pipetas de 5 ml	u	3,00	10,00	30,00
Pera de succió 3 vías	u	1,00	19,00	19,00
Pistola de silicon	u	1,00	5,00	5,00
Probeta plástica	u	1,00	16,80	16,80
Subtotal				4659,20
Equipo de oficina				
Computadora pentium IV	u	1,00	800,00	800,00
Escritorio	u	2,00	80,00	160,00
Archivadores de 4 gavetas	u	1,00	200,00	200,00
Subtotal				1160,00
Abastecimiento de agua				
Bomba de agua Jazcuzzi 2.5 HP	u	1,00	700,00	700,00
Bomba de agua Pocer 3 HP	u	2,00	1400,00	2800,00
Bomba de agua sumergible de 5 HP	u	1,00	2250,00	2250,00
Bomba de 1 HP	u	2,00	105,00	210,00
Subtotal				5960,00
Energía				
Generador de 150 kvts	u	1,00	22000	22000
Transformador 150 kvts	u	1,00	1500,00	1500,00
Instalación de energía electrica	u	1,00	300,00	300,00
Subtotal				23800,00
Investigaciones				
Bioensayos				5000,00
Sub total				5000,00
Varios e Imprevistos				6688,77
Total				\$ 229.647,76

ANEXO V

COSTOS DE CORTE Y RELLENO DE TERRENO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

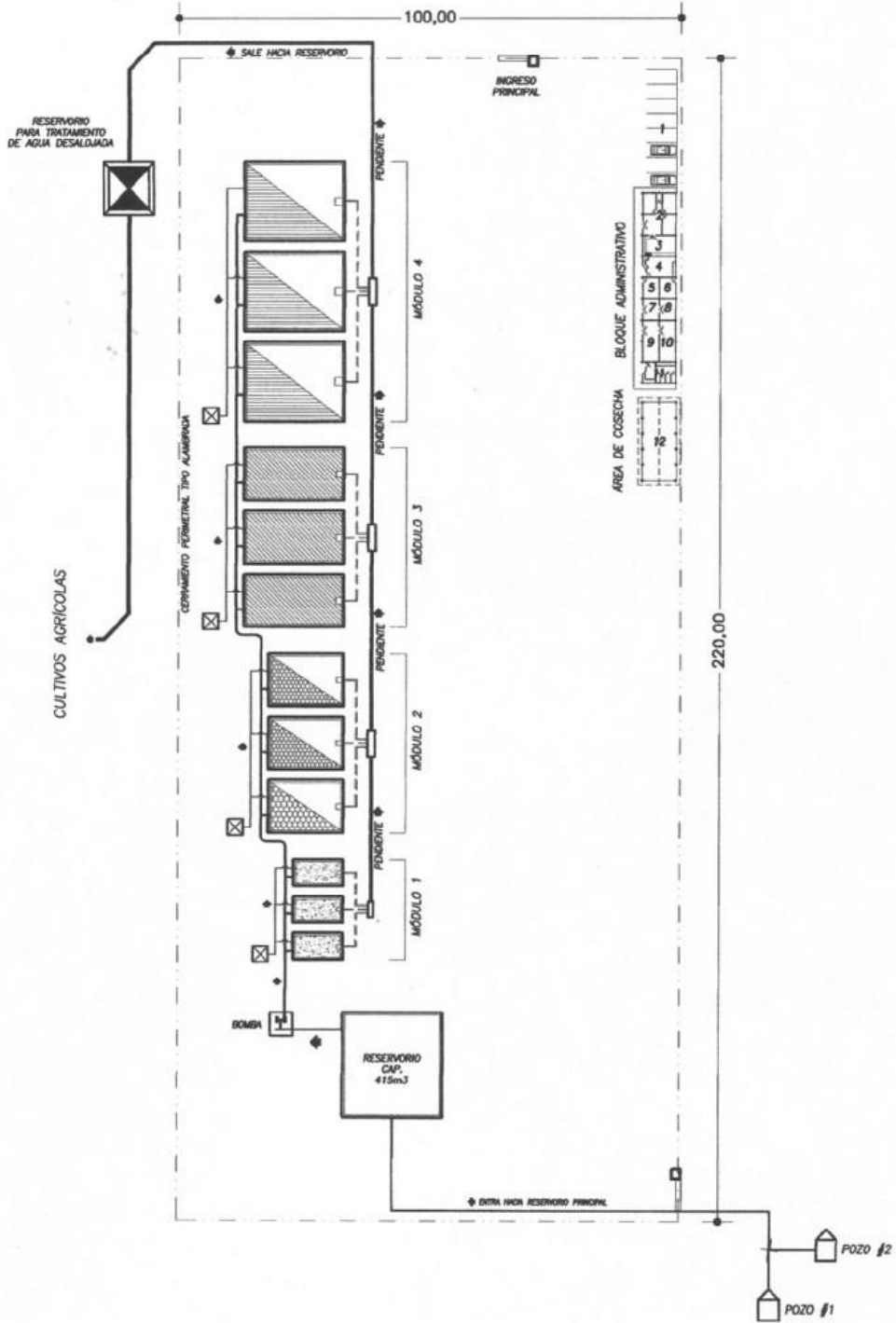
No.	Rubros	Unidad	Cantidad	Costo	Total
1	Corte del terreno	m ³	9801,51	2,919	28610,61
2	Relleno y compactado con material del sitio	m ³	25061,1	1,367	34258,56
	Subtotal				62869,172

No.	Rubros	Unidad	Cantidad	Costo	Total
1	Replanteo	m ²	252,00	0,86	215,96
2	Excavaciòn	m ³	74,24	5,85	434,60
3	Replantillo	m ²	20,00	4,43	88,68
4	Hormigòn simple para plinto	m ³	4,00	182,36	729,44
5	Hormigòn simple para pilares	m ³	4,94	255,51	1262,23
6	Relleno	m ³	60,87	9,78	595,31
7	Hormigòn simple para riostras	m ³	5,28	203,80	1076,05
8	Pared	m ²	416,09	9,56	3978,19
9	Hormigòn simple para vigasVigas	m ²	6,13	263,64	1616,13
10	Acero en barras	kg	2360,35	1,34	3167,59
11	Contrapiso	m ²	239,91	10,91	2617,42
12	Enlucido	m ²	955,61	5,92	5659,12
13	Cubierta de eternit con estructura de madera	m ²	350,61	17,82	6248,57
14	Baldosa	m ²	239,91	18,08	4336,61
15	Pintura	m ²	955,61	4,07	3884,55
16	Puertas de madera				0,00
	0,90 m x 2,00 m(2 hojas)	u	3,00	243,04	729,13
	0,80m x 2,00 m(2 hojas)	u	2,00	227,04	454,08
	0,80 m x 2,00 m	u	4,00	141,77	567,08
	0,70 m x 2,00 m	u	1,00	132,73	132,73
	0,60 m x 2,00 m	u	4,00	123,79	495,16
17	Ventanas de alumninio y vidrio: 3,20mx0,60m	m ²	21,12	53,70	1134,06
18	Instalaciones sanitarias				
	Puntos de agua potable	Puntos	14,00	30,00	420,06
	Tuberìa de PVC de 1/2"	m	76,50	2,90	221,62
	Bomba 1 H Pcon tanque de presiòn	u	1,00	226,93	226,93
	Puntos de agua servida	u	14,00	42,15	590,13
	Tuberìa de PVC de 4"	m	52,25	7,31	381,95
	Inodoro	u	3,00	101,88	305,65
	Lavamanos	u	1,00	79,32	79,32
	Ducha	u	2,00	54,68	109,35
	Fregadero	u	1,00	62,87	62,87
	Cisterna de 2m x 2m x 3m	u	1,00	420,40	420,40
	Pozo sèptico de 2m x 2m x 3m	u	1,00	819,26	819,26
	Ceràmica para paredes de baños	m ²	89,60	12,66	1133,89
	Cajas de registro	u	10,00	38,66	386,57
19	Instalaciones elèctricas				

	Punto de luz de 110 V	Puntos	29,00	29,26	848,66
	Fluorescentes 2 x 40 w	u	29,00	47,50	1377,41
	Tomacorrientes dobles de 110 v	u	16,00	29,38	470,10
	Tomacorrientes dobles polarizados de 110 v	u	9,00	38,02	342,21
	Tablero de medidor	u	1,00	337,00	337,00
	Caja de breakers	u	1,00	83,39	83,39
	Acometida general	m	20,00	10,87	217,42
20	Módulos de cultivo				0,00
	Excavación estanques	m ³	3046,19	2,92	8891,83
	Tuberías de p.v.c de conducción de agua	m	50,00	4,94	246,75
	Tuberías PVC para descarga de aguas servidas 6"	m	60,00	11,37	682,08
	Subtotal				58077,54

TOTAL	\$ 120946,71
--------------	---------------------

a.-PLANO 1
UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA
 Escala 1:1000



b.- PLANO #1
DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE
PRODUCCIÓN PISCÍCOLA
AREA TOTAL: 100M. x 220M. = 22.000 M2

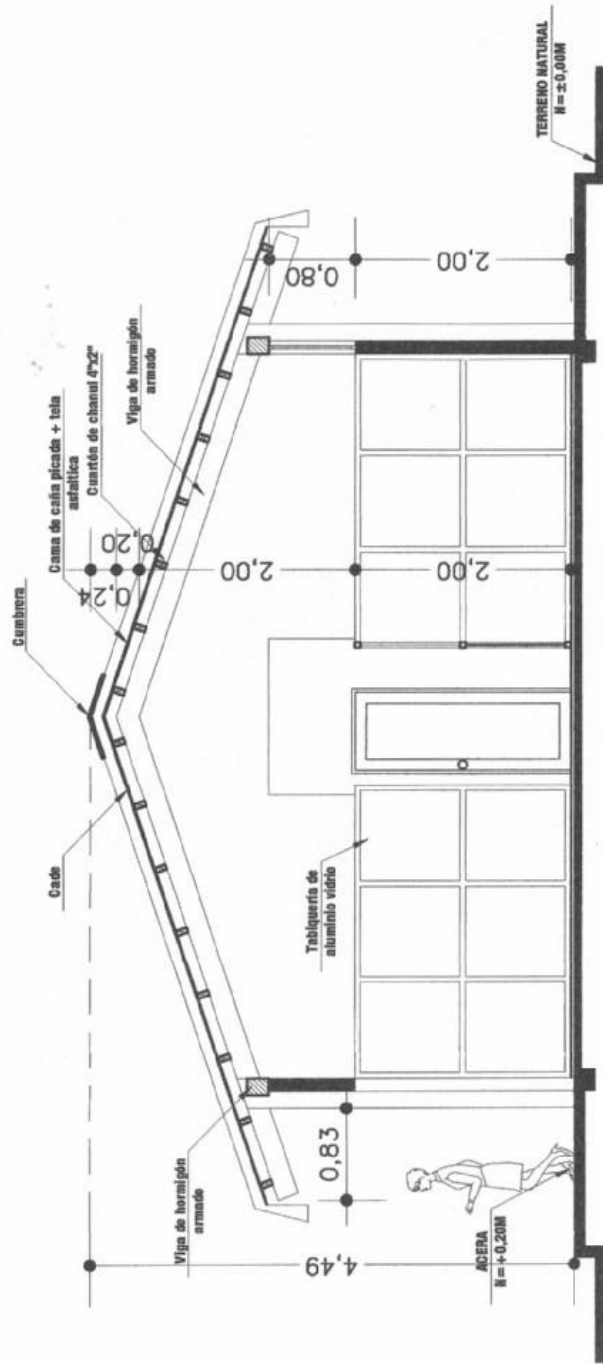
SIMBOLOGÍA

	MÓDULO #1 3 ESTANQUES (5m.x10m.x1m.) = 50m ³
	MÓDULO #2 3 ESTANQUES (10m.x15m.x1m.) = 150m ³
	MÓDULO #3 3 ESTANQUES (10m.x20m.x1m.) = 200m ³
	MÓDULO #4 3 ESTANQUES (15m.x20m.x1m.) = 300m ³
	1 RESERVORIO (27.86x14.90m.x1m.) = 415m ³
	1 RESERVORIO (10x10m.) PARA AGUA DE DESALOJO
	4 BLOWERS
	4 POZOS DE DESAGUE (1 POR CADA MÓDULO)
	2 POZO CON BOMBA SUMERGIBLE
	LÍNEAS DE AIRE
	LÍNEAS DE AGUA
	TUBERIAS DE DESAGUE
	PERÍMETRO DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN
	PUERTAS ANTERIOR Y POSTERIOR CON GARITA

BLOQUE ADMINISTRATIVO

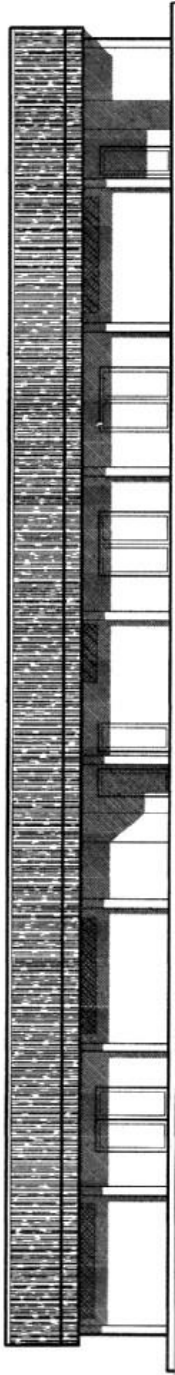
- 01.- ESTACIONAMIENTOS
- 02.- OFICINA TÉCNICA
- 03.- SALA DE ANÁLISIS
- 04.- COMEDOR Y COCINA
- 05.- DORMITORIO 2
- 06.- DORMITORIO 1
- 07.- AREA DE MANTENIMIENTO
- 08.- BODEGA DE HERRAMIENTAS
- 09.- SALA PARA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS
- 10.- BODEGA DE INSUMOS
- 11.- SS.HH. VESTIDORES
- 12.- AREA DE COSECHA (cubierto)
7.00x15.00m.

b.- PLANO #2
 DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS
 DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA



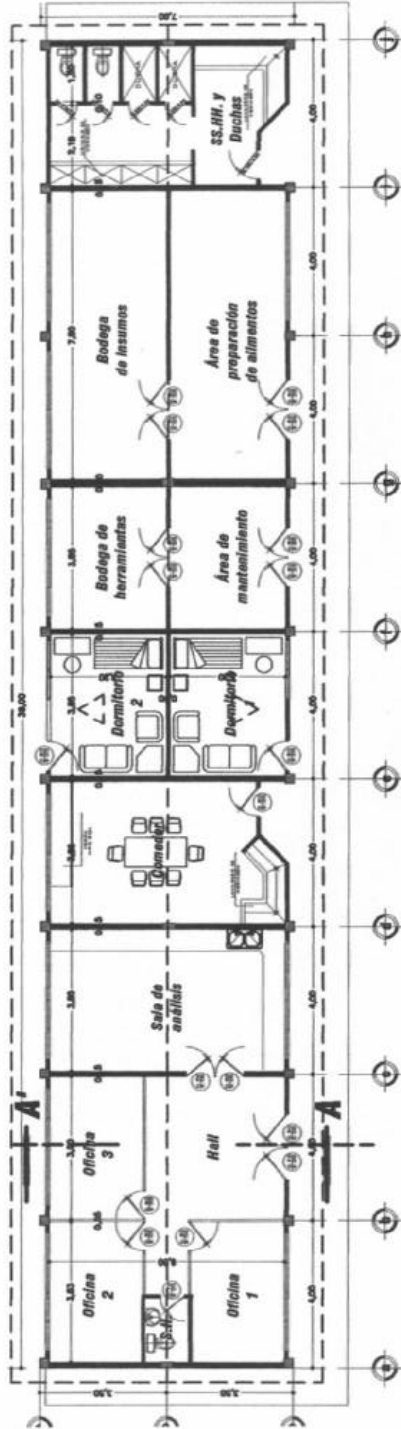
CORTE A-A'
 ESCALA 1:75

**c.- PLANO #2
DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS
DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA**



FACHADA PRINCIPAL
ESCALA 1 : 150

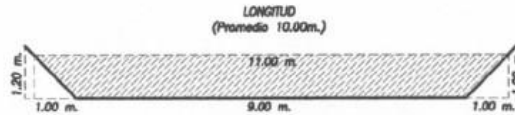
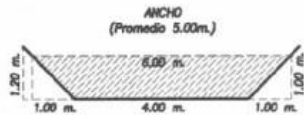
2.- PLANO #2
 DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS
 DE LA UNIDAD DE PRODUCCION PISCICOLA



PLANTA ARQUITECTÓNICA
 ESCALA 1 : 150

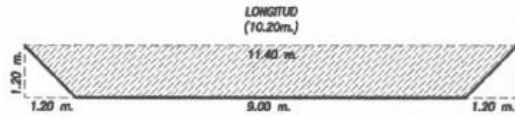
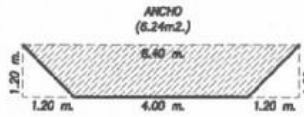
a.- PLANO #3

**MÓDULO #1
ÁREA DEL ESTANQUE**



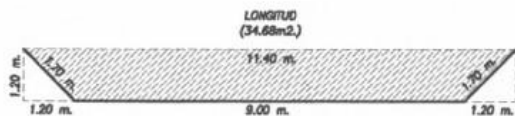
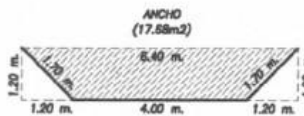
A est= 5.00 x 10.00 m. = 50m²
J est= 150 m²

VOLUMEN DE EXCAVACIÓN



V exc= 8.24m² x 10.20m. = 83.65m³
J est= 190.05 m³

ÁREA DE GEOMEMBRANA

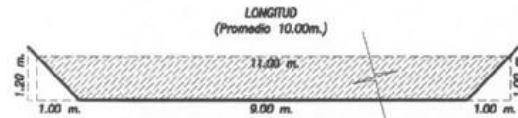
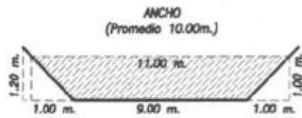


A geom= 17.68m² + 34.68m² + 36.00m² = 88.36m²
J est= 265.08 m²



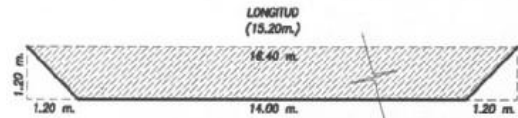
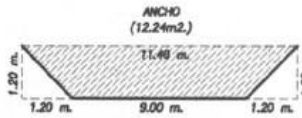
b.- PLANO #3

**MÓDULO #2
ÁREA DEL ESTANQUE**



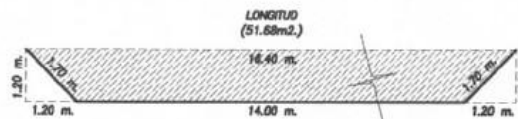
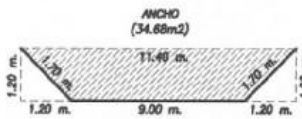
$A_{est} = 10.00 \times 15.00 \text{ m} = 150 \text{ m}^2$
 $S_{est} = 450 \text{ m}^2$

VOLUMEN DE EXCAVACIÓN



$V_{exc} = 12.24 \text{ m}^2 \times 15.20 \text{ m} = 186.30 \text{ m}^3$
 $S_{est} = 559.50 \text{ m}^3$

ÁREA DE GEOMEMBRANA

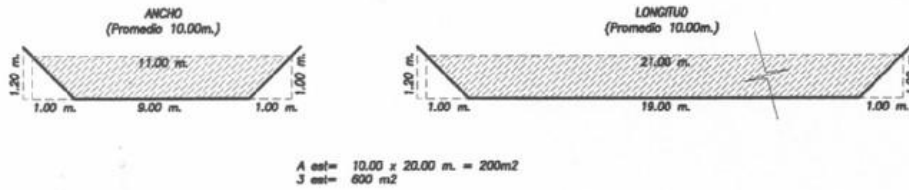


$A_{geom} = 34.68 \text{ m}^2 + 51.68 \text{ m}^2 + 126.00 \text{ m}^2 = 212.36 \text{ m}^2$
 $S_{est} = 637.08 \text{ m}^2$

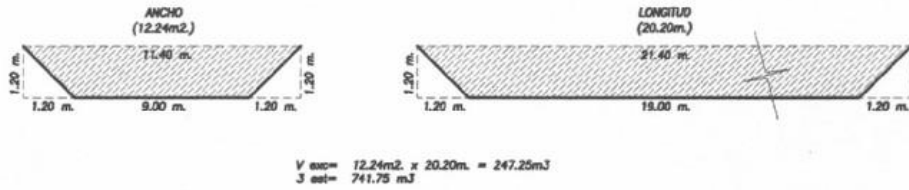


C.- PLANO #3

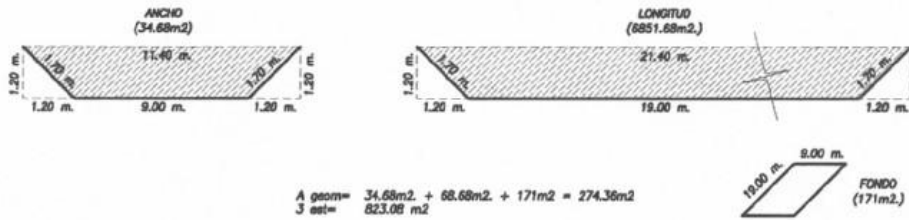
**MÓDULO #3
ÁREA DEL ESTANQUE**



VOLUMEN DE EXCAVACIÓN

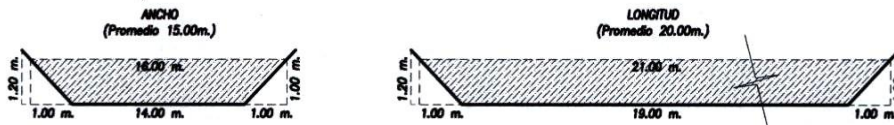


ÁREA DE GEOMEMBRANA



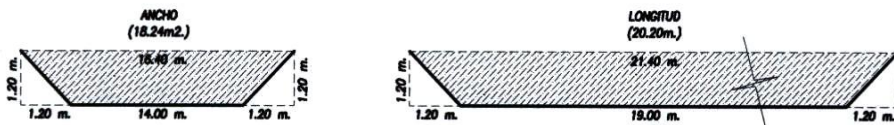
d.- PLANO #3

**MÓDULO #4
ÁREA DEL ESTANQUE**



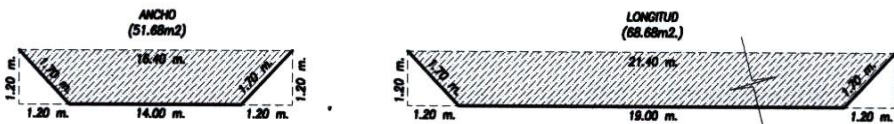
$A_{est} = 15.00 \times 20.00 \text{ m} = 300 \text{ m}^2$
 $J_{est} = 900 \text{ m}^2$

VOLUMEN DE EXCAVACIÓN



$V_{exc} = 18.24 \text{ m}^2 \times 20.20 \text{ m} = 368.45 \text{ m}^3$
 $J_{est} = 1105.35 \text{ m}^3$

ÁREA DE GEOMEMBRANA

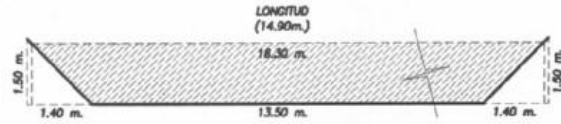
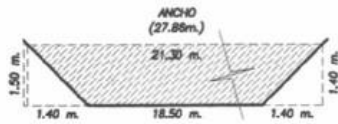


$A_{geom} = 51.68 \text{ m}^2 + 68.68 \text{ m}^2 + 266 \text{ m}^2 = 386.36 \text{ m}^2$
 $J_{est} = 1159.08 \text{ m}^2$



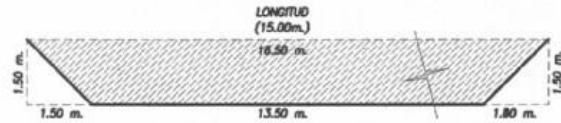
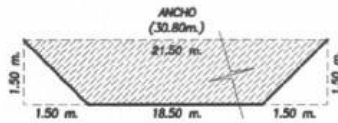
PLANO #4

RESERVORIO ÁREA DEL ESTANQUE



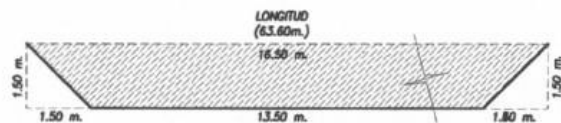
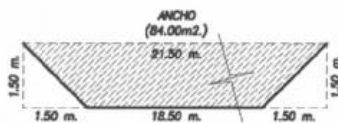
$$A_{\text{est}} = 27.88 \text{ m} \times 14.90 \text{ m} = 415 \text{ m}^2$$

VOLUMEN DE EXCAVACIÓN



$$V_{\text{exc}} = 30.00 \text{ m}^2 \times 15.00 \text{ m} = 450 \text{ m}^3$$

ÁREA DE GEOMEMBRANA

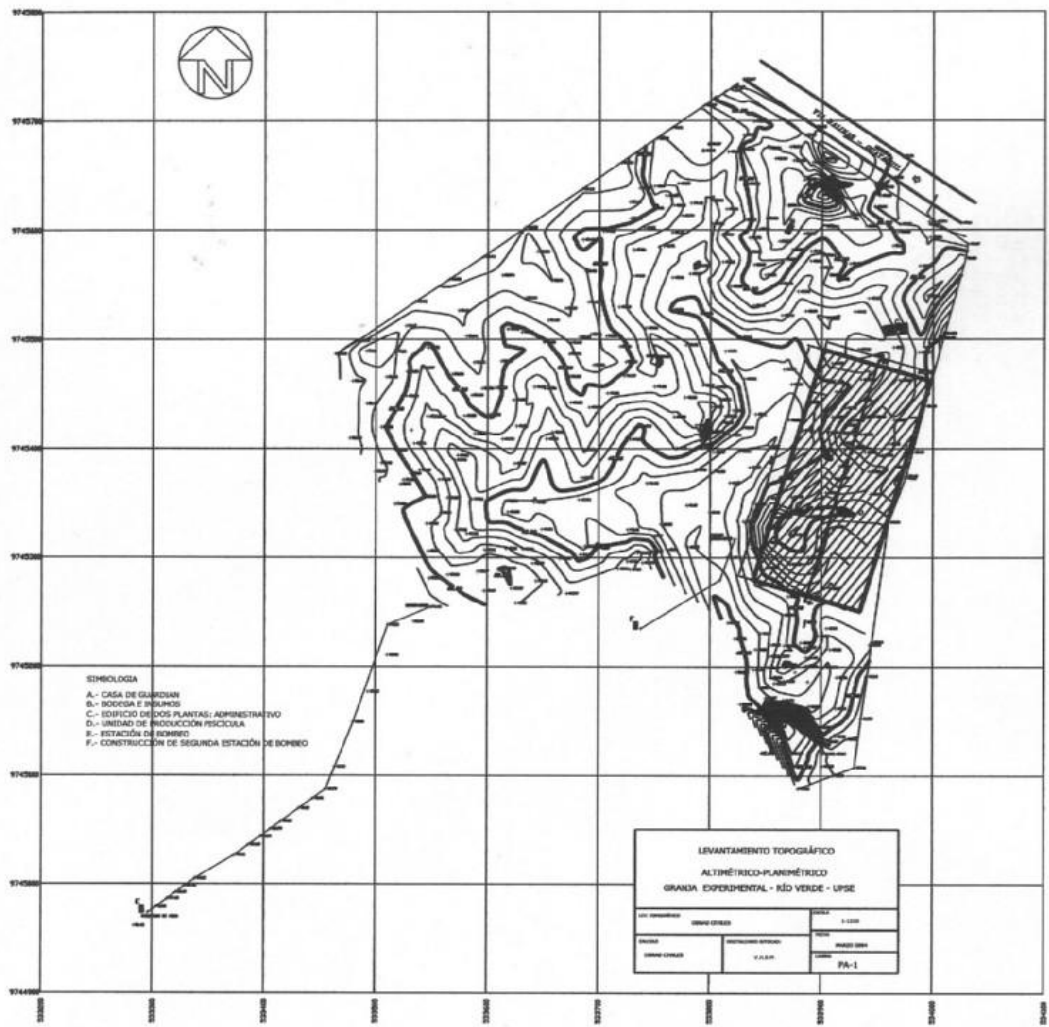


$$A_{\text{geom}} = 84.80 \text{ m}^2 + 63.60 \text{ m}^2 + 249.75 \text{ m}^2 = 398.15 \text{ m}^2$$

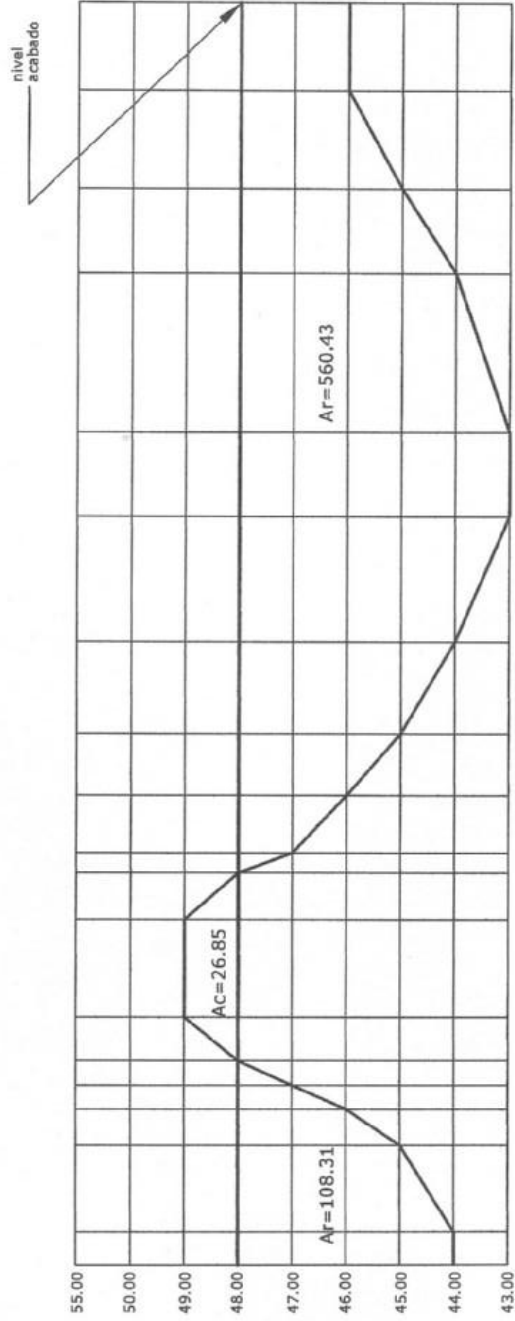
$$J_{\text{est}} = 1194.45 \text{ m}^2$$



**PLANO #5
 ÁREA DE ESTUDIO GRANJA EXPERIMENTAL DE LA UPSE COMUNA
 "RÍO VERDE"**

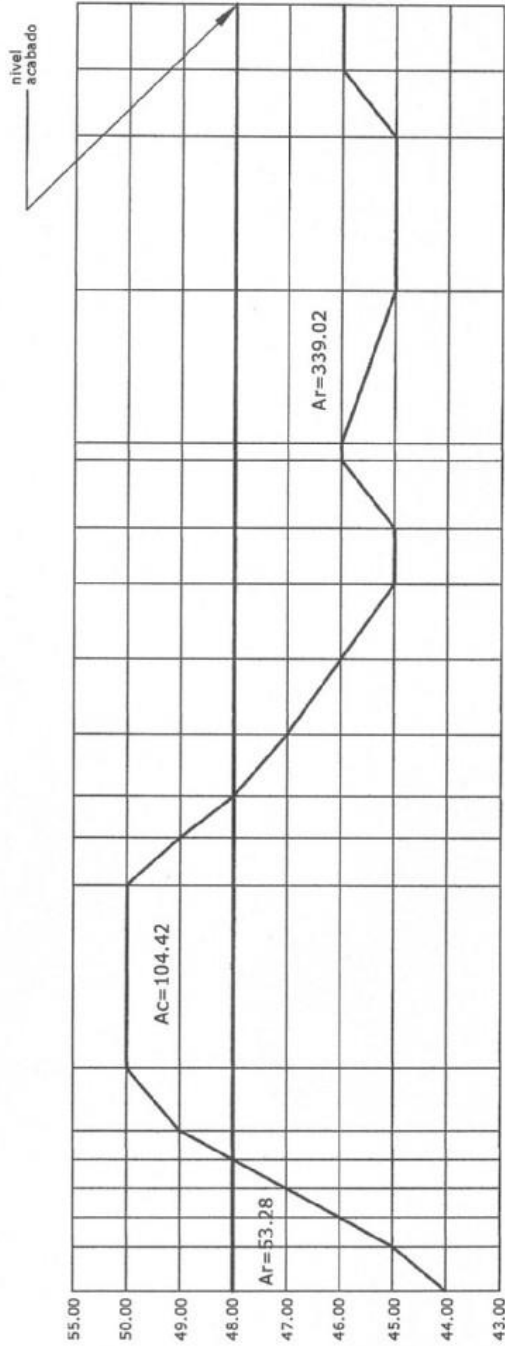


a.- PLANO #6
CORTES TERRENO UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA
ABSCISA 0+000



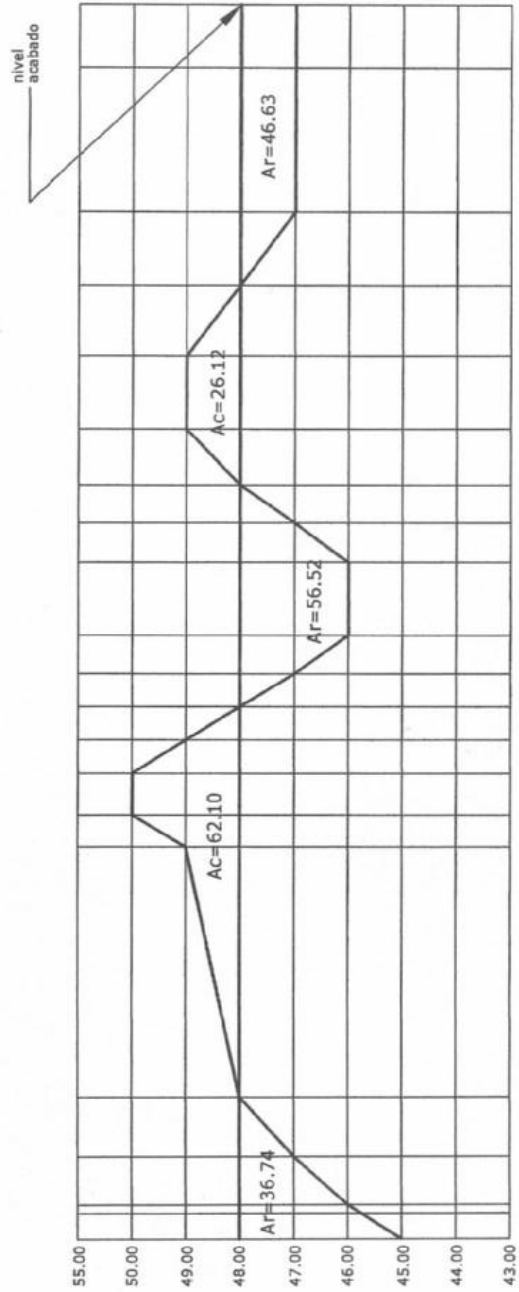
Vc= 1640.88
 Vr=13263.00

b.- PLANO #6
 CORTES TERRENO UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA
 ABCISA 0+025



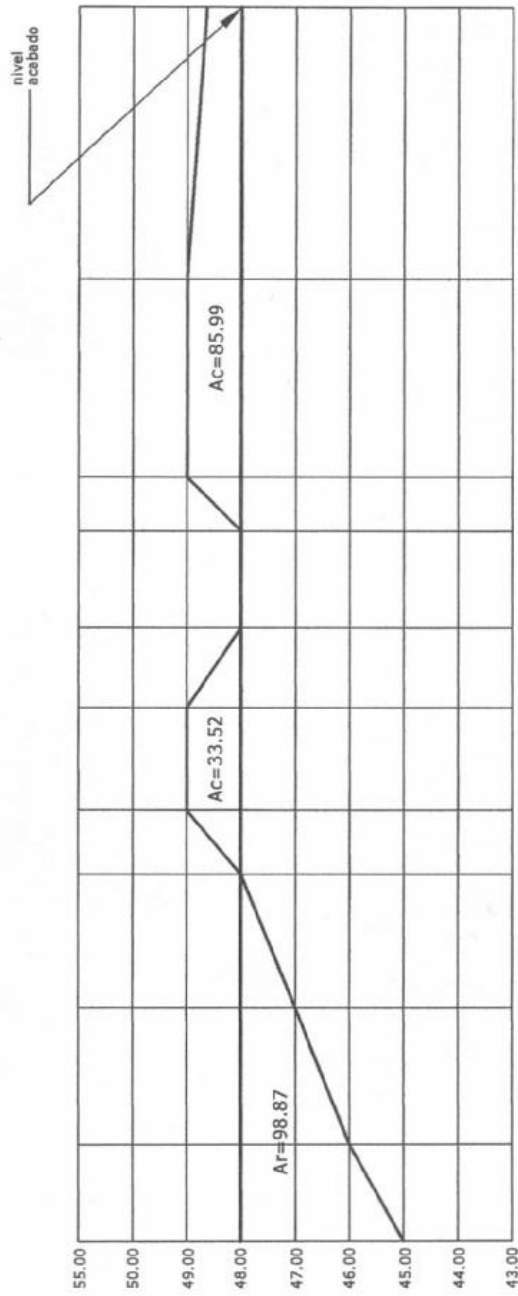
Vc= 2408.00
 Vr= 6652.38

c.- PLANO #6
CORTES TERRENO UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA
 ABCISA 0+050



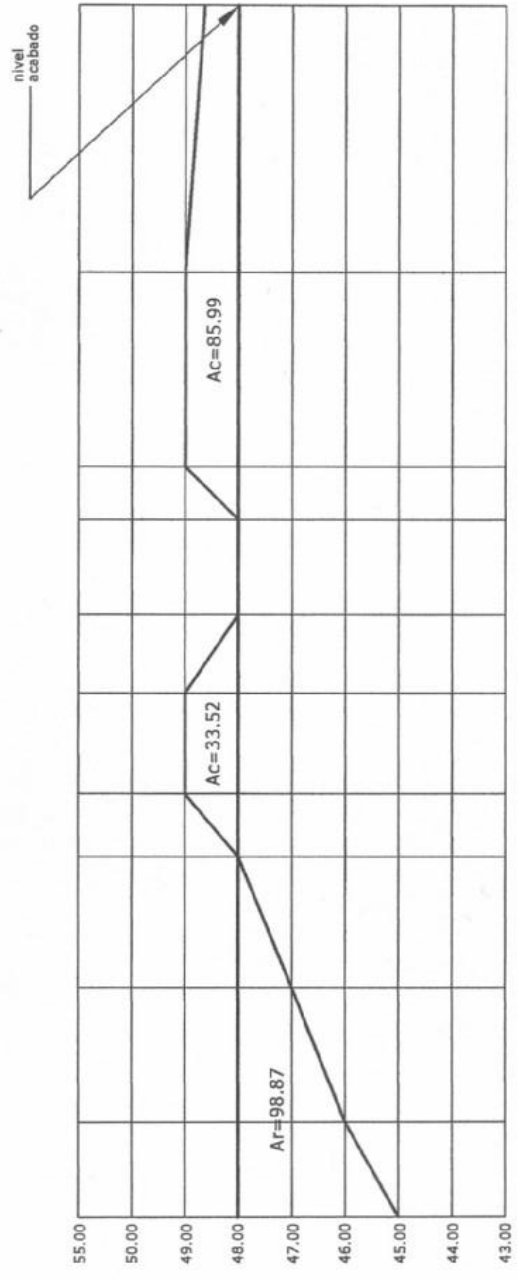
Vc= 2596.63
 Vr= 2984.50

d.- PLANO #6
CORTES TERRENO UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA
ABSCISA 0+075



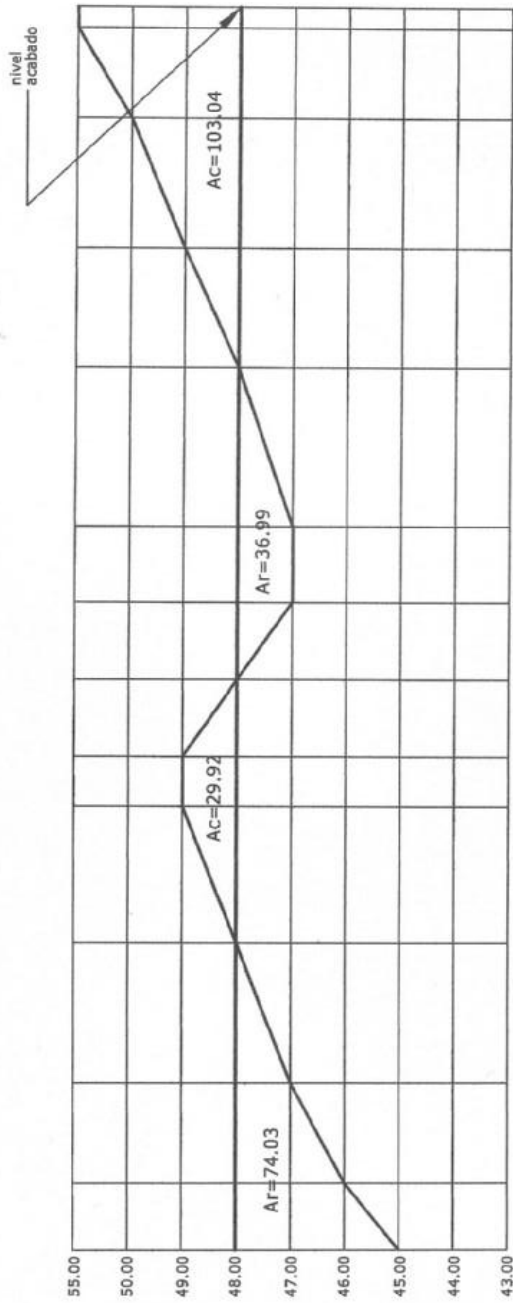
Vc= 3155.88
 Vr= 2161.25

d.- PLANO #6
CORTES TERRENO UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA
ABSCISA 0+075



Vc= 3155.88
 Vr= 2161.25

e.- PLANO #6
CORTES TERRENO UNIDAD DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA
ABSCISA 0+100



VcTotal= 9800.51 m3
 VrTotal= 25061.13 m3