

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

**Informe Final  
Práctica Profesional Supervisada**

**Sistema de Producción Acuícola “Paraíso Springs  
Aquaculture Guatemala CIA Ltd.”, San Luis, Petén,  
Guatemala Área de Producción y Reversión de alevines**



**Presentado por**

**María Isabel Pérez González**

**Para otorgarle el Título de**

**Técnico en Acuicultura**

**Guatemala, febrero de 2015**

Universidad de San Carlos de Guatemala.

Centro de Estudios del Mar y Acuicultura.

**Consejo Directivo.**

Presidente	M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretaria	M.A. Olga Marina Sánchez Cardona
Representante Docente	M.B.A. Allan Franco de León
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas	M.Sc. Adrián Mauricio Castro López
Representante Estudiantil	T.A. Francisco Emanuel Polanco Vásquez.
Representante Estudiantil	P.F. María José Mendoza Arzu



# USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala Estudios del Mar y Acuicultura



Coordinación Académica  
Centro de

El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura - CEMA-, después de conocer el dictamen del Profesor del curso M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón, al informe de la Práctica Profesional Supervisada, de la estudiante universitaria **María Isabel Pérez González**, titulado "Sistema de Producción Acuícola "Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd.", San Luis, Petén, Guatemala, Área de Producción y Reversión de Alevines", da por este medio su aprobación a dicho trabajo y autoriza su impresión.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera  
Coordinador Académico



Guatemala, febrero 2015

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A Dios:**

Por presentarse en mi vida a través de muchas maneras y personas.

### **A mis padres:**

Gustavo Pérez y Norma González, por el amor y apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, por darme un ejemplo de amor hacia Dios.

### **A mis hermanos:**

David Pérez, Abigail Pérez, por darme siempre un ejemplo de perseverancia y esfuerzo. A mis hermanas Andrea Pérez, Rebeca Pérez y Anita Pérez, por siempre estar conmigo.

### **A mis amigos y compañeros:**

De quienes siempre he recibido su apoyo

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme culminar esta etapa académica, y brindarme las experiencias de las que me ha permitido aprender.

A mi familia, por su presencia y apoyo que me han brindado a lo largo de mi carrera universitaria.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por ser mi casa de estudios y formación profesional.

A mis docentes por su dedicación a formar nuevos profesionales en la rama de la Acuicultura y por brindarme su amistad.

A la empresa Acuícola “Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd”, por abrirme las puertas y al personal de trabajo por toda la ayuda que me brindaron.

Al Licenciado Santiago Yee por darme la oportunidad de realizar mis prácticas en dicha empresa, por todas sus enseñanzas y todas las maneras en las que recibí su ayuda.

Al Licenciado Marlon García por todos los conocimientos, apoyo, paciencia y amistad que me brindó a lo largo de mi estancia en la empresa.

Al Ingeniero Alfonso Arango, Bethsabé Bustamante, Annabella Rodas y Nelson Say por el apoyo y conocimientos que recibí de cada uno, durante mis prácticas.

## RESUMEN

La empresa de Producción Acuícola, Paraíso Springs, está ubicada en el municipio San Luis del departamento de Petén; su finalidad es abastecer parte del mercado internacional y nacional de producto entero de tilapia y transformado en filete, satisfaciendo parte de la demanda mundial, así también fortaleciendo la economía local del departamento de Petén.

Este proyecto está conformado por el área de producción la cual se dedica a la reproducción, levante y engorde de peces, y el área de planta de proceso, dedicada específicamente para la transformación del producto. El área de producción está compuesta por cuatro sub-áreas; las cuales son: reproducción, reversión, nursery o levante, y grow-out o engorde.

La realización de la Práctica Profesional Supervisada, PPS, tuvo lugar en el área de reproducción para la obtención de semilla y el área de reversión, en la cual los alevines, reciben un tratamiento con hormona a través del alimento para la inducción al sexo masculino.

El objetivo de esta área es la obtención de 300,000 alevines al mes para la siembra en los estanques de levante, para lo que se utilizan 4 lotes de reproductores de las líneas genéticas Gift y Chitralada.

El proceso de la producción de semilla abarca desde la reproducción en estanques de tierra, la colecta de larvas, alimentación con hormona para la inducción del sexo, validación del crecimiento y alimentación hasta obtener alevines de 1 gramo para la siembra.

Dentro de las actividades en las que se tuvo participación se incluyen: supervisión y validación del cálculo alimenticio, alimentación, muestreo sanitario, muestreo de crecimiento, medidas de manejo de cultivo (limpieza y desinfección de estanques) y siembra.

# INDICE GENERAL

## Página

<b>1. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	2
<b>2.1 Objetivo general</b> .....	2
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	2
<b>3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA</b> .....	3
<b>3.1 Ubicación Geográfica</b> .....	3
<b>3.2 Condiciones climáticas</b> .....	4
<b>3.3 Zona de vida</b> .....	5
<b>3.6 Espejo de agua dedicado a la producción</b> .....	7
<b>3.7 Infraestructura y Equipo</b> .....	7
<b>3.8 Recursos naturales disponibles</b> .....	9
3.8.1 Fuente de agua.....	9
3.8.2 Tratamiento del agua de desfogue. ....	10
3.8.3 Monitoreo de la calidad de agua.....	10
<b>3.9 Croquis del área de producción</b> .....	12
<b>4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS</b> .....	14
<b>4.1 Organigrama</b> .....	14
<b>5. MANEJO GENERAL DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE TILAPIA EN LA FINCA PARAÍSO SPRINGS.</b> .....	15
<b>5.1 Reproductores</b> .....	15
5.1.1 Tipos de estanques.....	15
<b>5.2 Traslado de reproductores</b> .....	16
<b>5.3 Alimentación de reproductores.</b> .....	17
5.3.1 Eliminación de mortalidad de reproductores. ....	18
5.3.2 Procedimiento para lavado y desinfección de estanques.....	18
<b>5.4 Colecta de Larvas</b> .....	19
5.4.1 Método para el conteo de larvas .....	20
5.4.2 Selección de larvas .....	21
<b>5.5 Fases de producción de alevines</b> .....	21

<b>5.6</b>	<b>Preparación de piletas</b> .....	22
5.6.1	Procedimiento:.....	22
<b>5.7</b>	<b>Alimentación en alevinaje</b> .....	22
5.7.1	Preparación de alimento hormonado .....	24
5.7.2	Alimentación de alevines de precría.....	24
<b>5.8</b>	<b>Siembras de alevines de precría.</b> .....	25
5.8.1	Captura de alevines.....	25
5.8.2	Clasificación de alevines .....	25
5.8.3	Traslado de alevines .....	26
5.8.4	Conteo de alevines para traslado .....	26
<b>5.9</b>	<b>Transporte interno de peces</b> .....	27
<b>5.10</b>	<b>Manejo de los desechos por mortalidad y descarte</b> .....	27
<b>5.11</b>	<b>Control de calidad de agua para los estanques y piletas</b> .....	28
5.11.1	Monitoreo de oxígeno y temperatura.....	28
<b>6.</b>	<b>ACTIVIDADES REALIZADAS</b> .....	30
<b>6.1</b>	<b>Muestreos sanitarios en piletas de Reversión</b> .....	30
6.1.1	Metodología:.....	30
6.1.2	Resultados.....	30
6.1.3	Tratamientos para ectoparásitos. ....	31
<b>6.2</b>	<b>Muestreos de crecimiento</b> .....	31
6.2.1	Metodología.....	31
6.2.2	Resultados.....	32
<b>6.3</b>	<b>Determinación del Índice de Condición corporal y coeficiente de reversión sexual</b> .	32
6.3.1	Metodología para la determinación de ICC.....	32
6.3.2	Metodología para determinar el coeficiente de reversión.....	32
<b>6.4</b>	<b>Venta de alevines</b> .....	33
6.4.1	Preparación para la venta.....	34
<b>6.5</b>	<b>Traslado de reproductores y disminución de cargas en los estanques</b> .....	35
<b>6.6</b>	<b>Alimentación</b> .....	37
<b>6.7</b>	<b>Validación de formatos de muestreos de crecimiento y alimentación.</b> .....	37
<b>6.8</b>	<b>Validación de los procedimientos de mantenimiento y desinfección</b> .....	38
<b>6.9</b>	<b>Participación en traslado de fases de alevinaje</b> .....	38
6.9.1	Metodología.....	39



<b>6.10</b>	<b>Participación en el Traslado de reproductores .....</b>	<b>39</b>
<b>6.11</b>	<b>Colecta de larvas .....</b>	<b>40</b>
<b>6.12</b>	<b>Siembra de alevines .....</b>	<b>42</b>
<b>6.13</b>	<b>Participación en la redacción del Protocolo de bioseguridad y sanidad acuícola.....</b>	<b>43</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>47</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
<b>No. 1</b> Colindancia del municipio de San Luis, Petén, Fuente: (García , 2007) .....	3
<b>No. 2</b> Ruta principal de acceso al Proyecto .....	5
<b>No. 3</b> Vías de acceso a San Luis, Peten; Fuente: (García , 2007).....	6
<b>No. 4</b> Vista aérea del área de Grow-out.....	7
<b>No. 5</b> Batería de estanques del área de nursery y reproducción .....	8
<b>No. 6</b> Piletas de reversión .....	8
<b>No. 7</b> Estanques de precría.....	9
<b>No. 8:</b> Señalización de las áreas de producción.....	12
<b>No. 9</b> Señalización de las áreas de Reproducción.....	13
<b>No. 10</b> Organigrama.....	14
<b>No. 11</b> Flujograma de Alimentación para reproductores.....	17
<b>No 12</b> Estanque de reproducción, secado, preparación y mantenimiento .....	19
<b>No. 13</b> Flujograma de alimentación para larvas. ....	23
<b>No. 14</b> Procedimiento para la elaboración del alimento hormonado.....	24
<b>No. 15</b> Cortes para la exposicion de la cavidad abdominal .....	33
<b>No. 16</b> Preparación de bolsas para la venta de alevines .....	34
<b>No. 17</b> Colocación de alevines en las bolsas .....	35
<b>No. 18</b> Inyección de oxígeno para el transporte de alevines.....	35
<b>No. 19</b> Colocación de Reproductores en tanque de transporte .....	36
<b>No. 20</b> Captura de reproductores .....	36
<b>No. 21</b> Pesaje de alimentación programada para cada estanque.....	37
<b>No. 22</b> Captura de Reproductores en horario de 5:00 am.....	40
<b>No. 23</b> Tamiz para la colecta de larvas .....	41
<b>No. 24</b> Larvas clasificadas para la siembra.....	41
<b>No. 25</b> Clasificación de alevines con un Grader.....	42
<b>No. 26</b> Medición de peso promedio en Laboratorio .....	43

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
<b>No. 1</b> Datos geográficos del municipio San Luis, Petén.....	4
<b>No. 2</b> Condiciones climáticas del municipio de San Luis, Petén.....	4
<b>No. 3</b> Coordenadas UTM del proyecto “Paraíso Springs” .....	6
<b>No. 4</b> Características de la fuente de agua, empresa Paraíso Springs.....	10
<b>No. 5</b> Frecuencia de monitoreo del Rio Piscinas .....	11
<b>No. 6</b> Condiciones del agua para el transporte interno .....	27

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
<b>No. 1</b> Movimiento de larvas, cambio de fases.....	48
<b>No. 2</b> Método volumétrico para determinación del peso promedio .....	48
<b>No. 3</b> Mantenimiento de piletas, desinfección y sifoneos .....	49
<b>No. 4</b> Secado y encalado de los estanques de reproducción .....	49
<b>No. 5</b> Colecta de larvas y determinación del peso promedio .....	49

## 1. INTRODUCCION

La Práctica Profesional Supervisada (PPS), corresponde al pensum (2004) de la carrera de Técnico en Acuicultura del Centro de Estudios de Mar y Acuicultura (CEMA), de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Dicho curso tiene una duración de dos meses, a realizarse en una institución o empresa dedicada al manejo de recursos hidrobiológicos, permitiendo al estudiante desenvolverse en un ámbito laboral, desarrollando las habilidades tales como resolución de problemas y aplicación del conocimiento teórico-práctico, pudiéndose entender de carácter productivo, manejo y estudios de los mismos.

La Práctica Profesional Supervisada, se llevó a cabo en la empresa “Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd”, durante el periodo del 07 de octubre al 27 de noviembre de 2014. Específicamente en el área de reproducción y reversión, para la producción, mantenimiento e inducción sexual en alevines mediante la aplicación de tratamiento con hormona en el alimento.

Por ser el área de reproducción, una sección muy dinámica y parte fundamental del sistema, pues provee la semilla para el inicio del ciclo de producción, es necesaria una supervisión directa sobre la buena realización de las actividades mediante la metodología correcta, así también la precisión y exactitud para la colecta de datos en el campo.

Entre los principales factores más importantes para la obtención de una buena calidad de semilla es necesario contar con una buena línea genética de reproductores, buen manejo de estanques, buen manejo de los ciclos de reproducción y aplicación correcta de las dietas de alimento.

En el presente informe se describe el manejo general del proceso para la producción de semilla y las actividades en las que se participó durante el periodo de las prácticas, la metodología que se utilizó para tales procedimientos y los resultados que se obtuvieron.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Confrontar al estudiante con el ambiente de trabajo de la carrera de Técnico en Acuicultura, a través de una práctica directa, en un contexto institucional o empresarial.

### **2.2 Objetivos específicos**

**2.2.1** Proveer al estudiante la oportunidad de participar en actividades reales propias de la acuicultura, pesca y/o manejo de los recursos hidrobiológicos.

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

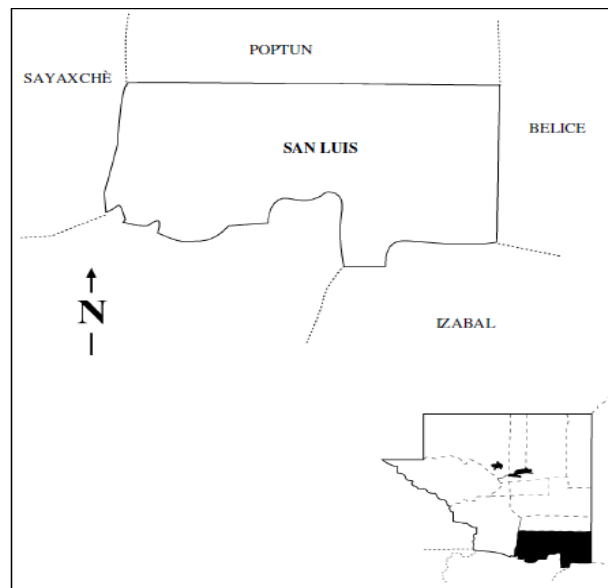
**2.2.2** Propiciar el desarrollo y ejercicio de los valores morales y éticos del estudiante en el desempeño profesional.

### 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

#### 3.1 Ubicación Geográfica

La unidad Acuícola “Paraíso Springs” se encuentra ubicada en el municipio de San Luís del departamento de Petén, km 325.5 carretera a San Luis, en jurisdicción del Caserío Los Ángeles.

Colinda al norte con Poptún; al este con Belice; al sur con Livingston y al oeste con Sayaxché y Dolores. (IGN, 1980). Cuenta con una municipalidad de 3ra. Categoría (Figura No.1).



**Figura No. 1** Colindancia del municipio de San Luis, Petén, **Fuente:** (García , 2007)

El Municipio de San Luís, fue creado en el año 1832, la fiesta titular se celebra en honor al santo patrono SAN LUIS REY IX DE FRANCIA dando inicio el 17 de agosto, terminando el 25 del mismo mes.

Según el INE 2009, la población del municipio de San Luis, se estima en 70,496 habitantes, la cual se clasifica en 50.50% de hombres y 49.50% de mujeres, el 11.74% está distribuido por población urbana y el 88.26% la población rural. La población se distribuye en un 60.47% que es indígena y el 39.53% no indígena, en donde la mayoría pertenece a la etnia Q'eqchí y un menor porcentaje a la etnia maya Mopán. (Consejo Municipal de Desarrollo & SEGEPLAN, 2010)

**Cuadro No. 1** Datos geográficos del municipio San Luis, Petén

País	Guatemala
Departamento	Petén
Cabecera	Flores
Municipio	San Luis
Altitud	475 msnm
Latitud	16°11'55'' N
Longitud	89° 26'35'' O
Área superficial	2,913 m <sup>2</sup>

**Fuente:** (IGN, 1980)

### 3.2 Condiciones climáticas

**Cuadro No. 2** Condiciones climáticas del municipio de San Luis, Petén

Clima	Cálido
Temperatura máxima	20 °C
Temperatura mínima.	35 °C
Precipitación pluvial	1500-1550 mm/año

**Fuente:** (Consejo Municipal de Desarrollo & SEGEPLAN, 2010)





Se cuenta con una carretera asfaltada que conecta a San Pedro Cadenas y el límite entre San Luis y Poptún con aproximadamente 61 kilómetros. También se cuenta con 347 kilómetros de terracería desde San Luis hacia los diferentes centros poblados (Figura No. 3).

<b>Centro Poblado</b>	<b>km</b>	<b>Vía</b>
Caserio Raxujá	84	Trece Aguas
Aldea Trece Aguas	82	Santa Isabel - Machaquilaito
Caserio Agua Negra	48	La Balsa
Santa Cruz (frontera Belice)	47	Chacté
Aldea la Caoba	38	Se sigue Fray B. de las Casas
Caserío Semuk	30	Caserío Las Cañas
Caserío Cansis Abajo	27	La Cumbre
Caserío Poite Centro	25	Chacté
Caserío la Laguna	13	Caín
Caserío Boloczos	12	Ixbobó Carretera
Nacimiento Ixbobo	9	La Unión

**Figura No. 3** Vías de acceso a San Luis, Peten; Fuente: (García , 2007)

**Cuadro No. 3** Coordenadas UTM del proyecto “Paraíso Springs”

<b>Municipio</b>	San Luis
<b>UTM Este X</b>	0361743
<b>UTM Norte Y</b>	1738762
<b>Huso</b>	16
<b>Altitud</b>	17msnm

**Fuente:** (González, 2012)

### **3.5 Actividades productivas de la unidad de práctica**

Entre las principales actividad en la granja se mencionan:

- Reproducción de peces para la producción de semilla de tilapia
- Levante y engorde

- Movimientos de peces
- Muestreos de condición
- Procesos de mantenimiento y desinfección de equipo e infraestructura de producción.
- Procesamiento de pescado para comercialización.
- Comercialización
  - Venta de pescado entero y filete para mercado local
  - Venta de filete para mercado norteamericano.

### 3.6 Espejo de agua dedicado a la producción

- Total de espejo de agua en infraestructura instalada 90,000m<sup>2</sup>
- Total de espejo de agua utilizado 45,000 m<sup>2</sup>
- Espejo usado expresado en porcentaje. 50% (González, 2012).

### 3.7 Infraestructura y Equipo

El área de engorde o Grow-Out está compuesta por 6 módulos grandes de producción, estas a la vez están divididas en 4, siendo un total de 26 estanques; son piscinas de forma octagonal, poseen revestimiento de concreto y tienen una capacidad de 25 toneladas con un área de 1000 m<sup>2</sup> (Figura No. 4).



**Figura No. 4** Vista aérea del área de Grow-out

El área de nursery o levante se compone de 11 estanques rectangulares, sin revestimiento, de suelos con un alto porcentaje de arcilla para evitar el drenaje del agua. Estos cuentan con una entrada y salida de agua individual a través de un tubo para la entrada de agua y monjes de salida. Los estanques de reproducción son rústicos, están enumerados del 1 al 6, los cuales son también sin revestimiento, de forma rectangular y de suelo arcilloso (Figura No. 5).



**Figura No. 5** Batería de estanques del área de nursery y reproducción

El área de reversión está conformada por 12 piletas de concreto de forma rectangular, dos baterías con 6 piletas cada una, dispuestas en grupos de tres. En estas se siembran los alevines y se procede al tratamiento con alimento hormonado durante 28 días (Figura No. 6).

Trabaja con un sistema de aguas verdes, o sistema de recirculación. El agua llega por un canal de abastecimiento general para el área de nursery y reproducción, la cual es depositada en un estanque denominado inversor que tiene la función de recircular, abastecer y recibir el agua del recambio, de las piletas, habiendo un ciclo de sedimentación de sólidos.



**Figura No. 6** Piletas de reversión

Después de 28 días, ha finalizado el tratamiento para la inducción al sexo, los alevines tienen un peso aproximado de 0.5 gramos, la cuales se proceden a sembrar en los estanques de precría hasta alcanzar 1 gramo; estos son estanques rectangulares, de tierra, revestidos de nylon negro, enumerados del 1 al 6, se encuentran protegidos por trampas anti pájaros, para evitar la depredación. Estos son alimentados mediante el agua que viene del inversos a través de una bomba de succión o bien pueden ser alimentados por gravedad directamente del Rio Piscinas.

El oxígeno es administrado mediante un blower, y tubería de pvc, que se conecta para distribuir el oxígeno en las piletas y los estanques de precría. Se utilizan mangueras y piedras aireadoras para mejorar la eficiencia de oxigenación en el agua (Figura No. 7)



**Figura No. 7** Estanques de precría.

### **3.8 Recursos naturales disponibles**

#### **3.8.1 Fuente de agua**

La fuente de agua que abastece al sistema de producción Acuícola Paraíso Springs es el rio Piscinas. El caudal que se bombea a la granja es de  $1\text{m}^3/\text{seg}$ . En los sistemas de captación y desfogue de agua se colocan filtros fabricados de bandas metálicas y cedazo para evitar el paso de cualquier material indeseable (basura, animales, plantas, entre otros).

**Cuadro No. 4** Características de la fuente de agua, empresa  
Paraíso Springs

<b>Parámetro</b>	<b>unidades</b>	<b>valor</b>
<b>pH</b>		7.5
<b>Conductividad</b>	µmhos /cm	0.31
<b>Dureza</b>	mg CaCO <sub>3</sub>	138.5
<b>Cloruros</b>	mg/L	<10
<b>Cobre</b>	mg/L	<0.1
<b>Calcio</b>	mg/L	45.8
<b>Nitratos</b>	mg/L	1.9
<b>Nitritos</b>		0.02
<b>Fosforo Total</b>	mg/L	1
<b>Sulfatos</b>	mg/L	<4.5
<b>Turbidez</b>	UNT	14

**Fuente:** (Paraíso Springs Aquaculture Ltd. Guatemala)

### 3.8.2 Tratamiento del agua de desfogue.

El sistema de tratamiento primario de los efluentes se hace a través del uso de aireadores para remover el agua de los estanques proporcionando oxígeno al agua, disminuyen un 50-60% la cantidad de sólidos en suspensión y un 25-35% de la demanda biológica de oxígeno (DBO).

El tratamiento secundario se hace a través del sistema de lagunas de oxidación (aeróbica) y lagunas anaeróbicas. Este proceso incluye el filtrado biológico por medio de algas.

### 3.8.3 Monitoreo de la calidad de agua

Para el monitoreo de la calidad de agua en el río Piscinas se toman, dos veces a la semana.

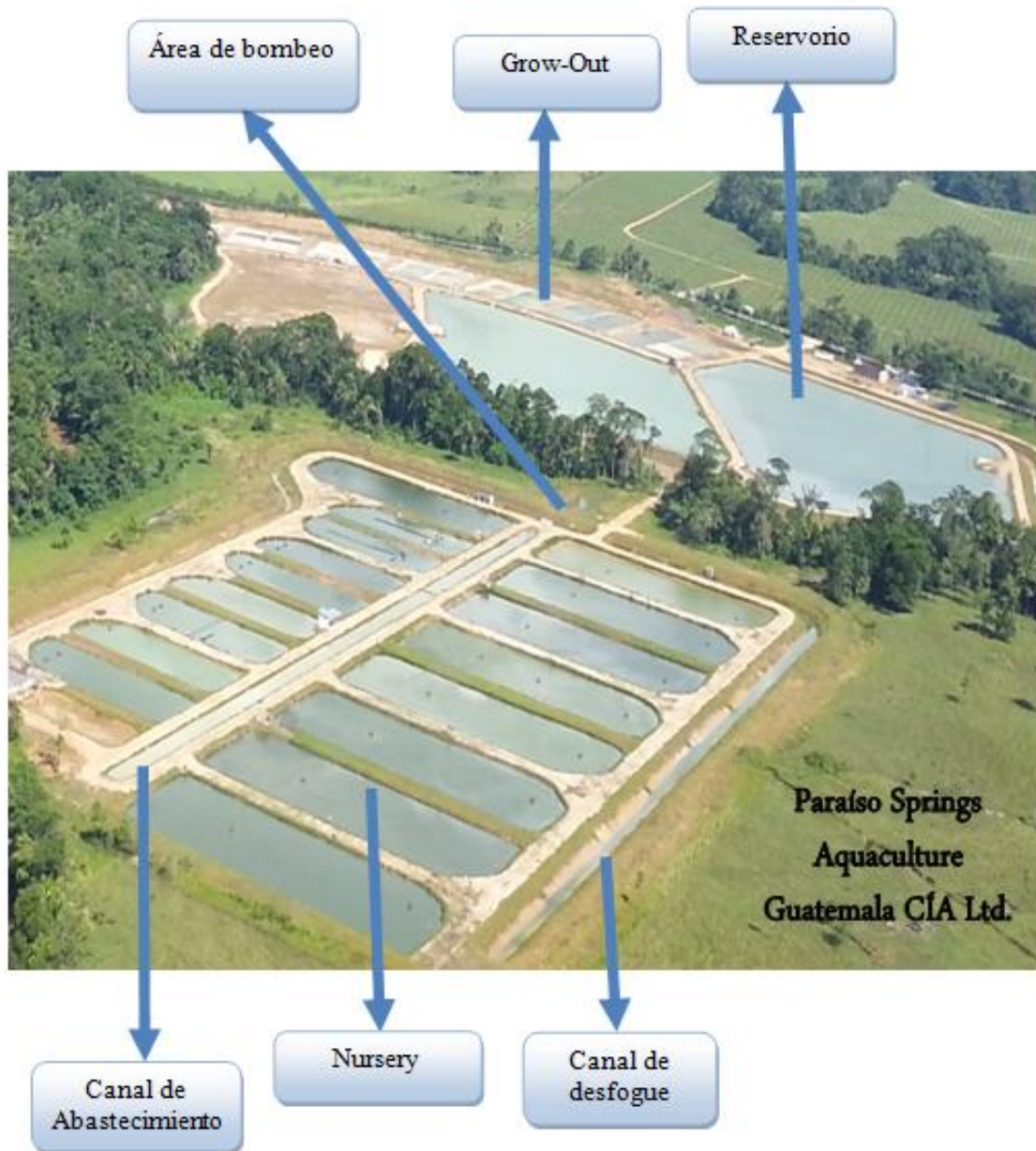
Los días en que se toman parámetros de la calidad de agua se colectan muestras durante la mañana y en la tarde, en los puntos de muestro los cuales son: Cuenca alta río Piscinas y Cuenca baja río Piscinas

**Cuadro No. 5** Frecuencia de monitoreo del Rio Piscinas

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Valores óptimos</b>
<b>Oxigeno</b>	mg/L	2/semana	4 a 9
<b>Temperatura</b>	°C	2/ semana	28 -32
<b>pH</b>		2/semana	7 a 8
<b>TAN</b>	mg/L	1 /semana	<0.05
<b>PO4</b>	mg/L	2/mes	<0.5
<b>TSS</b>		1/semana	< 50
<b>DBO5</b>	mg/L	1/mes	< 30
<b>NO2</b>	mg/L	1/semana	< 2

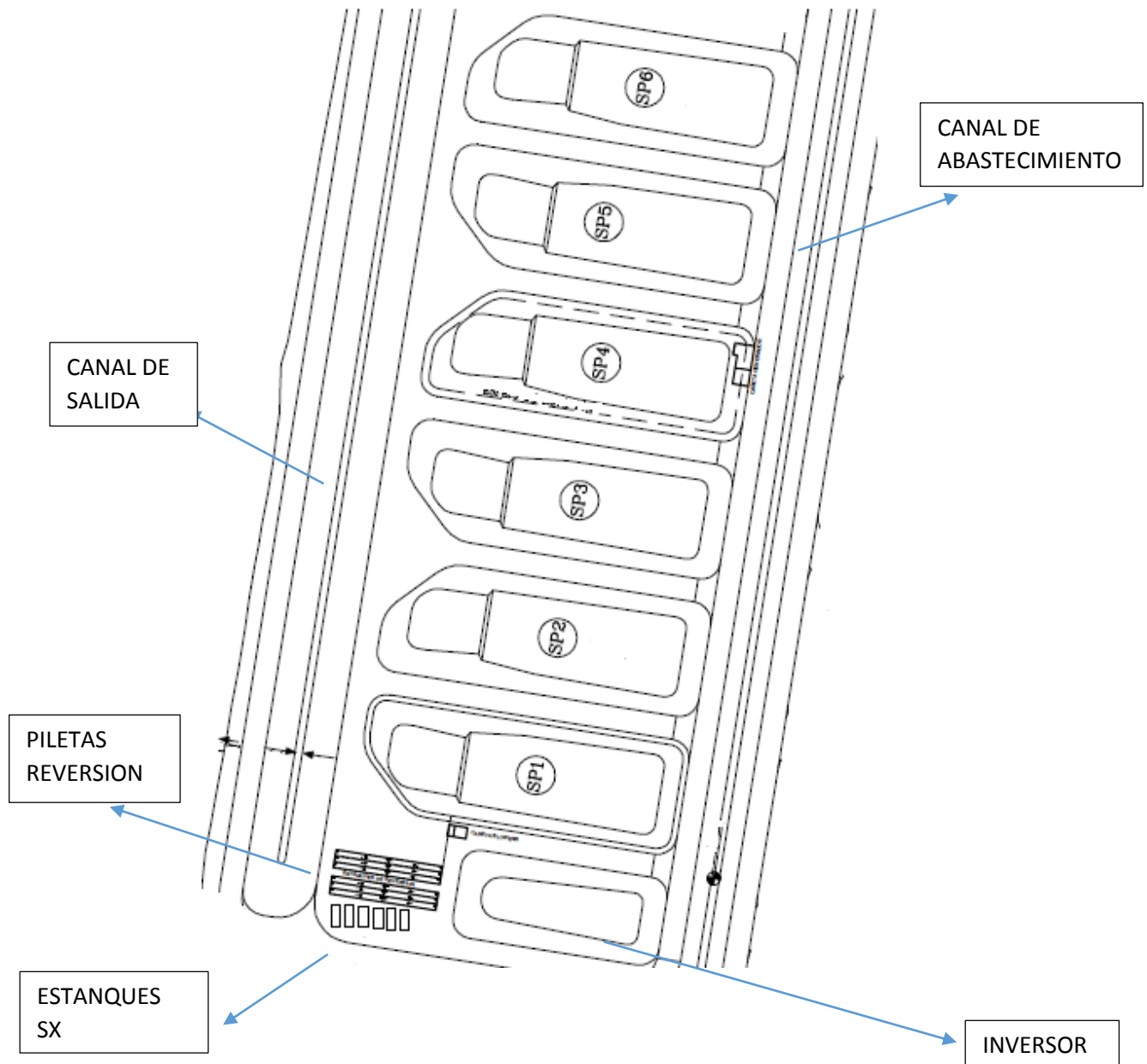
**Fuente:** (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd.)

### 3.9 Croquis del área de producción



**Figura No. 8:** Señalización de las áreas de producción  
Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd.)

### 3.9.1 Croquis del Área de Reproducción y Reversión.

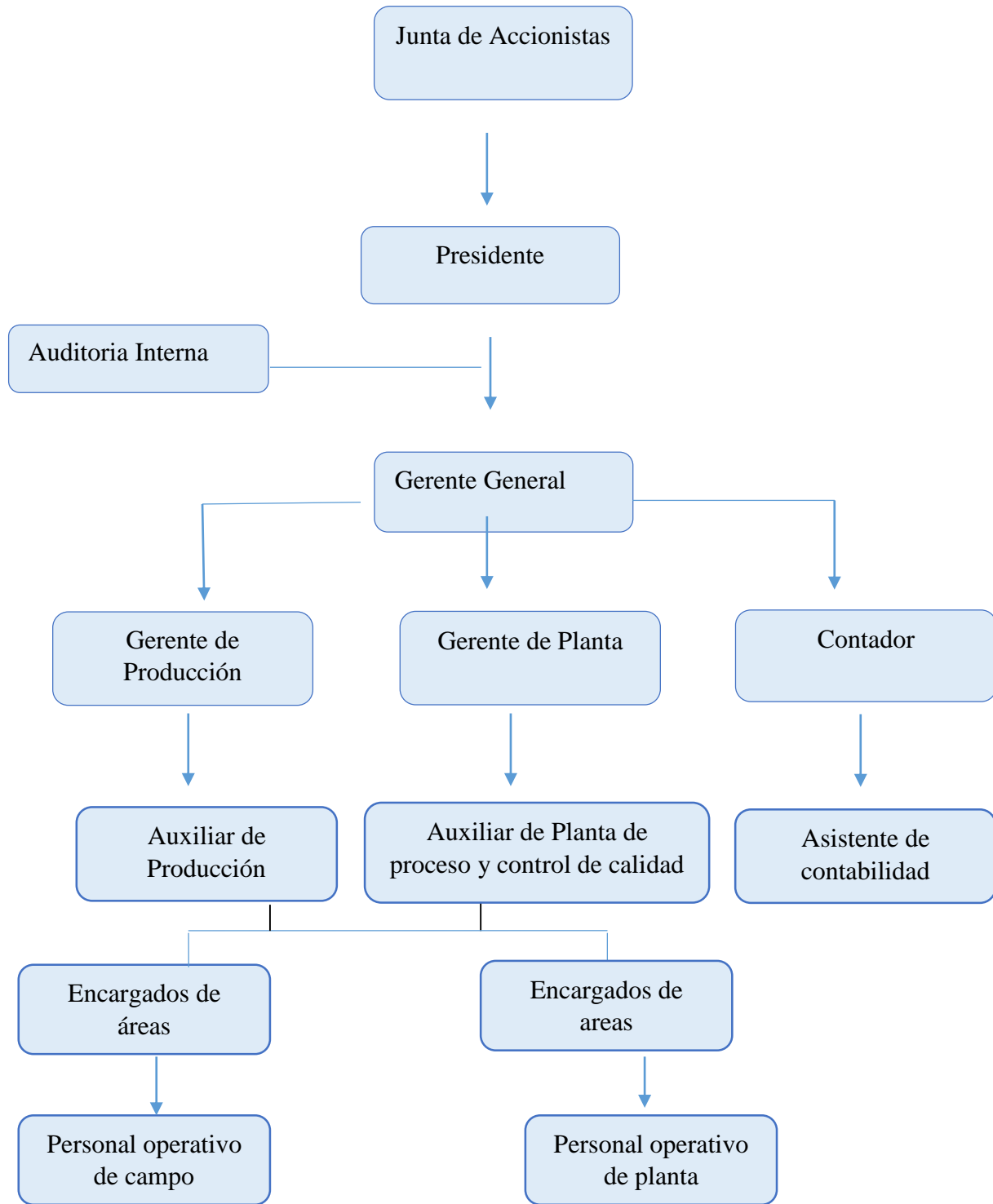


**Figura No. 9** Señalización de las áreas de Reproducción  
Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd.)



## 4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 4.1 Organigrama



**Figura No. 10** Organigrama.

**Fuente** (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd.)

## **5. MANEJO GENERAL DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE TILAPIA EN LA FINCA PARAÍSO SPRINGS.**

### **5.1 Reproductores**

Actualmente se cuenta con 4 lotes de reproductores para la producción de semilla. Se utiliza la genética Gift y Chitralada.

Para los ciclos de reproducción se utilizan 6 estanques, su uso es alternado mediante la siembra de los 4 lotes. Previo a la siembra de peces, para los ciclos de cultivo, los estanques deben ser preparados llevando a cabo un proceso de secado y desinfección.

Los ciclos de reproducción tienen una duración de 14 días. Llevando un registro del lote sembrado, estanque de siembra, cantidad de organismos y biomasa total, con la cual se calcula el alimento a suministrar durante el nuevo ciclo.

La carga en la unidad de cultivo debe ser menor o igual a  $1 \text{ kg/m}^2$ , y una relación de 2 hembras por macho.

Después de dos a tres días de haber sido sembrados, los machos delimitan un área de aproximadamente 20-30cm, y 8 cm de profundidad, a donde la hembra es atraída y deposita los huevos, posteriormente el macho los fertiliza.

#### **5.1.1 Tipos de estanques**

Los estanques de reproducción, están enumerados desde el 1 al 6, no tienen revestimiento, son de suelos arcillosos que permiten la impermeabilidad del agua, están protegidos con trampas elaboradas, para evitar el paso de aves y evitar la depredación. El agua de entrada corresponde a un canal de abastecimiento, mediante una entrada de agua construida por un tubo.

En la parte de la salida, cuenta con una caja colectora de larvas para facilitar el proceso. La salida de agua está constituida por un monje, donde esta sale hacia el canal de descarga.

## 5.2 Traslado de reproductores

Esta actividad se realiza durante la mañana, cuando la temperatura del agua es menor a 30 °C, al terminar los 14 días del ciclo se realiza el traslado de lotes hacia un nuevo estanque para iniciar un nuevo ciclo de reproducción.

Primeramente se procede a bajar el nivel del agua, una noche anterior, retirando las tablas del monje. Posteriormente durante la madrugada, se realiza un primer lance con el trasmallo para capturar a los reproductores y trasladarlos. Se debe observar la presencia de huevos o larvas recién eclosionadas en la boca de las hembras, se observan también las coloraciones y apariencias físicas de los reproductores.

Con los primeros organismos capturados, se toma una muestra de 10 hembras y 10 machos, verificando el peso individual mediante una balanza, para después determinar el peso promedio de toda la población y la biomasa total.

Los materiales y equipo utilizado en este proceso son trasmallos, canastos y personal de campo, los cuales deben estar desinfectados anteriormente con una solución de amonio a 200 ppm, como medidas de bioseguridad. Al realizar los traslados la carga por cada canasto debe estar entre 5 – 6 reproductores para evitar lastimarlos.

Se debe verificar que cada uno de los procedimientos realizados sean lo más ágil posible y eficiente, para causar el menor estrés en los animales, así también evitar el daño por golpes.

Si es necesario se utiliza un tanque de agua, para el traslado de peces. El cual consiste en tanque de acero con capacidad de 5,000 litros, conectado a un tanque de oxígeno. En este debe agregarse una cantidad de aproximada de 20 libras de sal hasta llegar a una concentración de 2 ppt, para disminuir el estrés en los peces. El agua de transporte debe contener una concentración de oxígeno mayor o igual a 5mg/L y se deberá verificar que la temperatura sea menor a 30°C. En los tanques se coloca una malla para evitar que los peces se lastimen con la estructura interna del tanque y facilitar la extracción de los mismos.

Al realizar el procedimiento de traslado se deben ir contando la cantidad de peces sembrados en los nuevos estanques, para llevar un registro de la población total, biomasa, lotes sembrado y fecha.

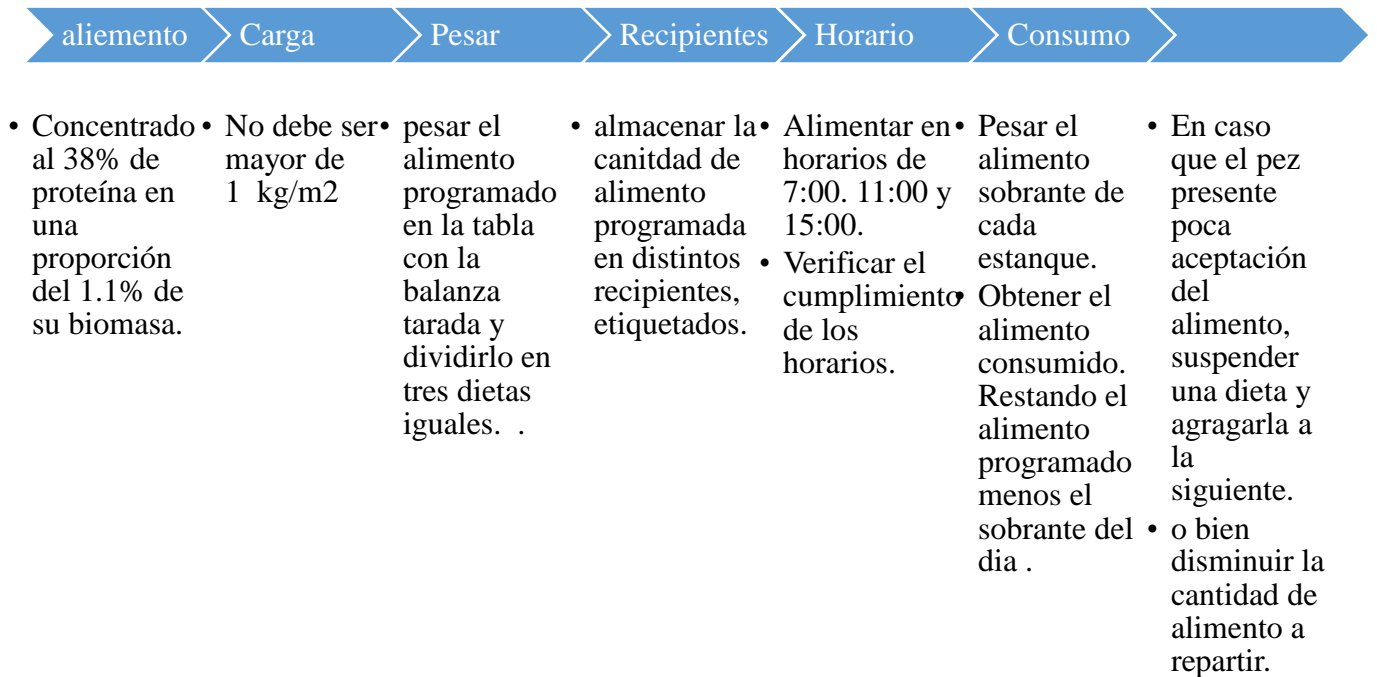
### 5.3 Alimentación de reproductores.

La cantidad de alimento es programada en base al peso y al número de peces en el estanque. Se suministra alimento con porcentaje de proteína no menor al 38% en proporción de 1.1% de su biomasa.

El total de alimento en libras programado a suministrar, al día es dividida en tres dietas distintas que son aplicadas a las 7:00, 11:00 y 15:00. El consumo de alimento debe quedar registrado en un formato de alimentación en donde se informa el consumo de alimento del día.

Anteriormente a la primera dieta del día, se debe revisar si hay mortalidad en los estanques, en caso de que si haya se debe recoger y realizar recambio de agua.

La alimentación se debe suspender el día 13 de cultivo, anteriormente a realizar el traslado de los peces al otro estanque (Figura No. 11)



**Figura No. 11** Flujograma de Alimentación para reproductores.  
Fuente: (Manual de procedimientos de la empresa Paraíso Springs)

### 5.3.1 Eliminación de mortalidad de reproductores.

- Se debe observar diariamente las piscinas en la mañana, antes de alimentar, y en la tarde.
- En caso que se encuentre mortalidad en alguna de las piscinas se deben retirar, identificar el sexo, número de peces muertos encontrados y estanque de donde se extrajeron. Colocar los peces muertos en el recipiente de mortalidad correspondiente.
- Aplicar cal para neutralizar el mal olor.
- Realizar recambio de agua en los estanques donde se encontró mortalidad
- Observar la presencia de peces moribundos.

#### ➤ **Preparación de estanques previo a la siembra de reproductores**

Todas las piscinas deben estar debidamente limpias y desinfectadas antes de iniciar un nuevo ciclo de cultivo.

Las actividades a realizar en los estanques tales como: secado, drenado, encalado, limpieza y desinfección, permiten la disminución de riesgos a propagación de enfermedades, además permiten eliminar posibles fuentes de contaminación, así también reduce el riesgo que pudiera incrementar la mortalidad afectando la eficiencia de la cosecha final.

### 5.3.2 Procedimiento para lavado y desinfección de estanques

- **Vaciado:** Consiste en bajar el nivel del agua, retirando las tablas del monje; eliminar los peces restantes y otros organismos presentes en la piscina.
- **Retirar los peces muertos:** estos se deben colocar en su recipiente designado y aplicar cal encima para neutralizar el mal olor.
- **Secado:** esta actividad consisten en remover el fondo del estanque, sacando el agua acumulada, destruyendo los nidos y retirando los alevines restantes del ciclo anterior. Los que pueden presentar canibalismo, perjudicando los próximos ciclos de cultivo.
- Al terminar de remover el fondo se deja secando el estanque por un periodo de tres días.

- Se debe realizar la limpieza y cepillado de entrada y salida de agua, lavar y cepillar la estructura de entrada de agua, el monje y las tablas, aplicar una concentración de amonio cuaternario o cloro a una concentración de 200 ppm mediante el uso de una bomba fumigadora para desinfectar.
- Colocación y revisión de rejillas del monge.
- Aplicación de cal en la superficie del suelo, estructuras de salida y entrada de agua. Sirve como estabilizador de pH, eliminación de peces y desinfección.



**Figura No 12** Estanque de reproducción, secado, preparación y mantenimiento

#### **5.4 Colecta de Larvas**

Esta actividad se realiza durante la mañana, cuando la temperatura es menor a los 30-31°C, con el objeto de producir menor estrés en los peces. Al terminar los 14 días del ciclo de cultivo, se procede a la extracción de las larvas del estanque, posteriormente de haber sacado a los reproductores. Los organismos son denominados larvas ya que se colectan recién eclosionados, cuando aún presentan el saco vitelino.

Al bajar el nivel del agua se debe colocar una malla menor de 1 mm de abertura delante de la estructura del monje en el fondo de la caja de cosecha, para impedir el paso de las larvas, se procede a recogerlas utilizando una malla pasándola de un extremo a otro.

Los peces recogidos con las mallas se depositan en cubetas con agua para ser trasladadas a las piletas en donde se inicia el tratamiento para reversión.

Los materiales utilizados en el procedimiento deben ser lavados y desinfectados con una solución de amonio a 200 ppm antes y después del proceso.

#### 5.4.1 Método para el conteo de larvas

El método para el conteo de larvas y la obtención del peso promedio se hace a través del desplazamiento, según Arquímedes.

- 1) Colocación de un beacker de 50 mL en una superficie nivelada.
- 2) Llenar el beacker hasta los 30 mL con agua.
- 3) Agregar una cantidad de larvas hasta que se desplacen 10 mL.
- 4) Hacer un conteo de las larvas que caben en 10 mL
- 5) obtener el peso promedio de las larvas dividiendo el número de mL desplazados entre las larvas contadas.
- 6) Según la densidad del agua 1 mL de agua equivale a 1 g de peso.
- 7) Utilizando la fórmula; **Peso promedio** = No. Larvas/ml Desplazados

Para obtener el número de larvas

- 1) llenar un Beaker graduado de 1000 mL, hasta los 500 mL
- 2) agregar larvas al Beaker y anotar los mL desplazados.
- 3) calcular el número de peces dividiendo los mL desplazados entre el peso promedio del lote de alevines.

**No. Larvas** = peso promedio /ml desplazados.

#### 5.4.2 Selección de larvas

Se utiliza un tamiz con abertura de 3 mm para separar las larvas que se van a sembrar, las larvas que no pasan el tamiz son descartadas y contabilizadas, son depositadas en los recipientes de mortalidad y se les agrega cal para neutralizar el mal olor.

Al ser transportadas, las larvas se deben aclimatar con el 50% de agua del nuevo estanque. Antes de ser depositadas en la pileta, reciben un tratamiento con formol para ser desinfectadas. Son contadas por el método volumétrico y se determina el peso promedio inicial, con estos datos se obtiene la población total; esta información debe ser registrada en un formato de registro y reportar los datos de fecha, lotes, población total, población de descarte, peso inicial.

### 5.5 Fases de producción de alevines

Las larvas recolectadas se siembran en las piletas de concreto, en donde se inicia la alimentación y el proceso de reversión sexual. Dejan de ser larvas y se denominan alevines cuando han consumido el saco vitelino e inicia la alimentación con harina.

La primera etapa del cultivo, constituida como Fase A, inicia el día uno después de la colecta de larvas y concluye al cabo de 14 días; pasado este tiempo, se procede al desdoble de los lotes, dividiendo y repartiendo la cantidad de peces de una pileta hacia otras dos constituidas como estanques de fase B.

Se hace un muestreo para determinar el peso adquirido durante la etapa A, el cual sirve para estimar el número de peces a sembrar a partir del día 14. Se siembra un aproximado de 10% adicional por mortalidad. La población total trasladada a cada pileta, el peso promedio, fecha, lote y número de pileta, deben quedar registrados en los formatos de información.

Al término de 28 días del tratamiento con hormona, los alevines tienen un peso de 0.5 g. con el que se pasan a los estanques de precría que son de mayor tamaño para acelerar el crecimiento de los lotes, donde permanecen por un periodo de tiempo hasta alcanzar un peso aproximado de 1 gramo, para la siembra en las piscinas en el área de levante.



Los materiales utilizados en los procedimientos de traslado de etapas deben ser lavados y desinfectados antes y después de utilizarlos.

## **5.6 Preparación de piletas**

Las piletas de reversión deben ser limpiadas y desinfectadas al terminar cada ciclo de duración 14 y 28 días. Deben recibir un mantenimiento adecuado para disminuir el riesgo por contaminación y propagación de enfermedades.

### **5.6.1 Procedimiento:**

Limpiar y cepillar las paredes y suelo de las piletas.

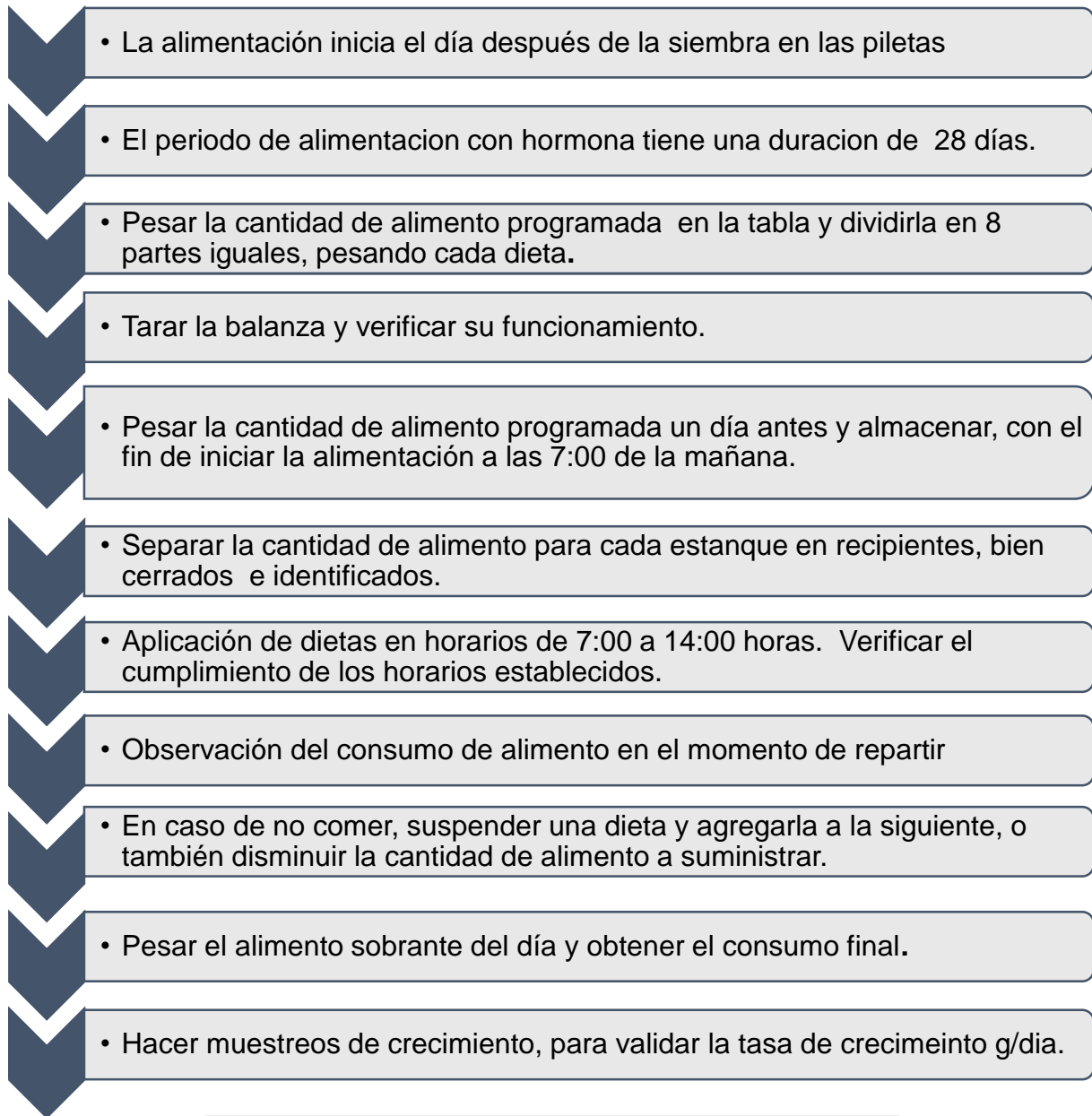
- La desinfección del estanque debe llevarse a cabo utilizando una bomba fumigadora con una solución de amonio cuaternario a 200 ppm.
- Limpieza, cepillado y desinfección de tubos guarda nivel y malla de rebalse.
- Limpieza y cepillado de piedras aireadoras, la desinfección debe ser con una solución de amonio cuaternario a 200 ppm.
- Limpieza de fondos: realizar sifoneos dos veces a la semana, antes de hacer los recambios de agua y alimentar, al terminar la actividad el equipo deberá ser limpiado y desinfectado con una solución de amonio a 200 ppm.

## **5.7 Alimentación en alevinaje**

En la primera etapa o fase A, la alimentación da inicio, 1 día después de la colecta, se inicia alimentando con concentrado para tilapia L0 45% de proteína, añadiendo hormona para iniciar el tratamiento de reversión y obtener una población exclusiva de machos.

El tratamiento con alimento hormonado tiene continuación durante la etapa B, la cual tiene una duración de 14 días más, la alimentación es modificada de acuerdo al nuevo peso y la población que se sembró en las piscinas.

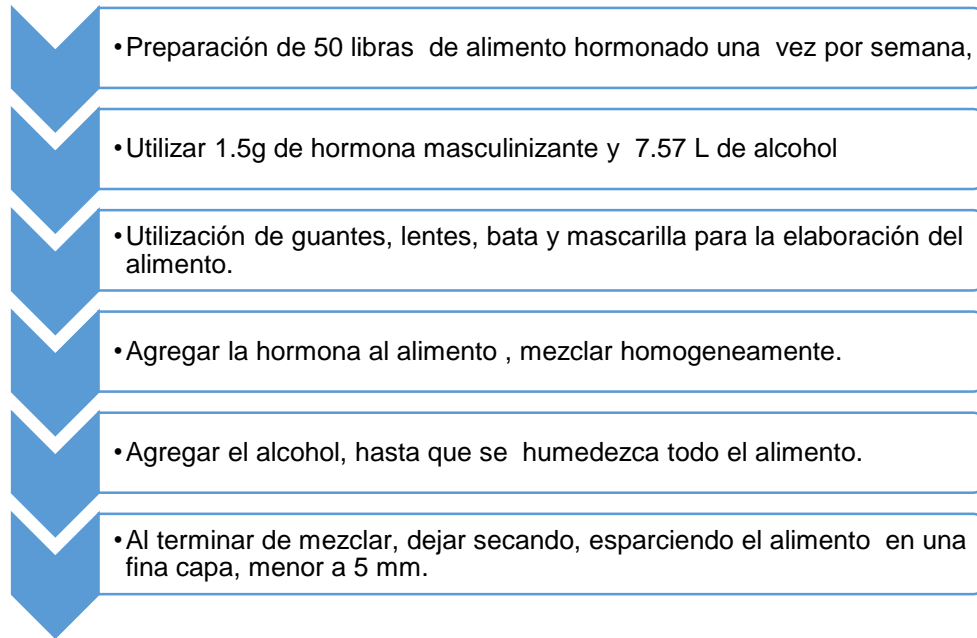
El tratamiento para lograr la reversión sexual, tiene una duración de 28 días en los cuales se suministra la cantidad de alimento programado a cada estanque y se verifica si hay o no consumo. El sobrante de alimento día se pesa, la alimentación programada se resta al sobrante para determinar el consumo por día por cada estanque. La cantidad de alimento programada al día es dividida en 8 dietas iguales, repartidas con intervalos de una hora cada una, inicia a las 7:00 y concluye a las 14:00.



**Figura No. 13** Flujograma de alimentación para larvas.

### 5.7.1 Preparación de alimento hormonado

Para la obtención de una población de machos es necesario el uso de andrógenos adicionados en el alimento, induciendo en las larvas la formación de gónadas masculinas, durante las primeras semanas de crecimiento. Para ello se presenta el procedimiento para la elaboración del alimento hormonado utilizando concentrado L0 con proteína al 45%.



**Figura No. 14** Procedimiento para la elaboración del alimento hormonado.

### 5.7.2 Alimentación de alevines de precría

La alimentación de alevines en los estanques de precría, se inicia con alimento LO 45% sin hormona, después de haber terminado los 28 días. Se alimentan 5 dietas al día, en horarios de 8:00, 10:00,12:00,14:00,16:00, Al alcanzar un peso de 0.65 gramos en adelante se inicia la alimentación con una partícula mayor se utiliza L1 45%.

## **5.8 Siembras de alevines de precría.**

Los alevines que alcancen un peso de 1.0 gramo se seleccionaran para la siembra en los estanques de nursery.

Esta actividad se realiza durante la mañana. Anteriormente se debe verificar la temperatura y oxígeno. La temperatura debe estar por debajo de los 30°C y el oxígeno debe ser mayor o igual a 5 ppm.

Para iniciar el procedimiento de siembra se procede a bajar el nivel de los estanques, removiendo la estructura de salida, impidiendo el paso de las larvas.

### **5.8.1 Captura de alevines**

Anteriormente de realizar esta actividad, todos los materiales utilizados tales como trasmallos, quechas, cubetas, grader, etc, deberán ser lavados y desinfectados con amonio cuaternario a 200ppm.

Se procede a hacer un lance en el estanque con el trasmallo, se requieren para esta actividad de 5-6 personas. Los alevines capturados se colocan a un extremo del estanque y con el trasmallo se debe iniciar a hacer un bolso. Para reducir el estrés se deben hacer las actividades con agilidad y de forma rápida, se coloca en el bolso una o varias piedras aireadoras para proporcionar oxígeno y reducir el estrés.

### **5.8.2 Clasificación de alevines**

Para esta operación se utilizan los Grader o seleccionadores. Los cuales pueden ser de distintos centímetros de apertura para la selección de distintos pesos, en los cuales separa la población de peces más grandes y más pequeños, estos son utilizados para la venta o bien son descartados en sacos y almacenados en un recipiente donde se les aplica cal para su tratamiento.

Con un colador se toma una muestra mayor o igual a 100 peces, la cual se lleva al laboratorio para determinar el peso individual, obtener el peso promedio y el coeficiente de variación el cual debe ser menor o igual a 0.10

Se procede a hacer un muestreo en campo para sacar el peso promedio, mediante el método de desplazamiento, con este se calcula la cantidad de peces trasladada, según el método indicado en el numeral (6.5.1)

Los alevines que si clasifican para la siembra se van separando en marcos con redes sumergidas en el agua, a los que debe colocarse oxígeno. Se procede al transporte al área de nursery: con un colador se toman los alevines y se van depositando en cubetas con agua, se llena el tanque de transporte conectado a un tanque de oxígeno.

### 5.8.3 Traslado de alevines

El tanque se moviliza con un tractor hasta las piscinas de siembra en donde se descargan utilizando cubetas de plástico. Para introducir a los peces al agua debe colocarse la cubeta en forma inclinada, vaciar el contenido dentro del agua.

Se debe sembrar 10% más para compensar la mortalidad. Se establece los primeros 10 días en donde la mortalidad es más alta provocada por los daños del movimiento.

La cantidad de peces transportada y el peso promedio deben registrarse en los formatos de movimiento de alevines en donde queda indicado. La piscina de origen, fecha de siembra, lote de origen, peso de siembra y número total de alevines; este debe ir firmado por el encargado de área y firmado y validado por el supervisor.

### 5.8.4 Cuento de alevines para traslado

Para el conteo y traslado de alevines se procede a llenar cubetas plásticas de 8 litros, hasta los 4 litros de agua, al depositar los alevines se sube el nivel del agua hasta los 6 litros; haciendo un total de 2 litros de agua desplazada, se lleva un control de cuantas cubetas se van llenando y depositando en el tanque de oxígeno. Al sumar la cantidad de litros transportados se divide entre el peso promedio para determinar la cantidad total sembrada.

## 5.9 Transporte interno de peces

El transporte de peces vivos se ve influenciado por distintos factores, entre los cuales los más importantes, el peso y edad de los peces, ya que en base a estos se puede calcular las cargas de traslado en los tanques y el consumo de oxígeno durante el procedimiento, tomando en cuenta que este va en incremento cuando los animales se encuentran en un estado de estrés.

Los vehículos deben ser revisados antes de cargar con la finalidad de asegurar las condiciones sanitarias. Los medios de carga cuentan con uno o dos tanques de oxígeno para suministrarlo al agua y reducir el estrés. El agua de transporte debe ser óptima, por lo que se muestra el valor que deben tener los parámetros más importantes en el traslado. En el tanque es colocada una malla para que los alevines no sean golpeados con la estructura interna y facilitar su extracción.

**Cuadro No. 6** Condiciones del agua para el transporte interno

Oxigeno	>5 ppm
Amoniaco	< 0.01 ppm
CO2	< 5ppm
Temperatura	< 30 °C
Sólidos en suspensión	<10 ppm
Salinidad	2 – 5 ppm

## 5.10 Manejo de los desechos por mortalidad y descarte

Los desechos por mortalidad son recogidos en la hora de la mañana y en la tarde antes de iniciar la alimentación. Son depositados en toneles de plástico en donde se les agrega cal para neutralizar el mal olor y contribuir a su descomposición.

Existe maquinaria y personal de la granja que tienen la función de recaudar todo el material en las distintas estaciones de depósito. Las personas encargadas de esta actividad deben utilizar la indumentaria adecuada para su protección al entrar en contacto con los organismos en descomposición.

La materia colectada al final es depositada en una compostera con dimensiones de 3 metros de profundidad, 2 m de ancho y 1.5 m de largo; excavada fuera del área de influencia de la granja a 75-100 m fuera del área de producción. Todo el material es enterrado y cubierto con cal.

### **5.11 Control de calidad de agua para los estanques y piletas**

El oxígeno y temperatura constituyen uno de los parámetros más importantes a determinar la calidad del agua en los estanques y piletas, siendo estos los principalmente monitoreados durante las horas de la mañana, tarde y noche.

Se cuenta con personal de vigilancia y parametristas, cuya labor es informar los valores de oxígeno y temperatura durante la noche y la madrugada.

Los recambios de agua en los estanques están programados conforme a la cantidad de peces contenidos en ellos, calidad de agua y alimentación. Así también factores tales como la concentración de oxígeno, transparencia, concentración de amonio.

#### **5.11.1 Monitoreo de oxígeno y temperatura**

Esta actividad se realiza 4 veces al día en los horarios siguientes: 4:00, 16:00, 20:00 y 22:00, el equipo utilizado para esta actividad es un oxímetro YSI 550 A DO

##### **➤ Procedimiento para la toma de parámetros**

- Insertar la sonda del medidor de oxígeno en la piscina a medir sumergiéndolo 30 a 40 cm en el agua
- Continuamente agitar o mover la sonda a través del punto a medir
- Permitir que el oxígeno disuelto se estabilice
- Observar y registrar las lecturas en formato.
- Enjuagar la sonda con agua limpia después de cada uso.

Los recambios de agua se realizan cuando:

- La lectura del disco sechi es menor a 25 cm.
- El amonio no ionizado es mayor a 3 mg/L
- La concentración de nitritos es mayor a 5 mg/L

Se debe retirar una tabla del monge para permitir la salida del agua, abrir la entrada para recuperar el nivel, este proceso dura aproximadamente 1 hora. Depende del comportamiento de cada piscina se envía una muestra al laboratorio para análisis de nitritos y amoniaco.



## 6. ACTIVIDADES REALIZADAS

### 6.1 Muestreos sanitarios en piletas de Reversión

#### 6.1.1 Metodología:

Los muestreos están programados seleccionando grupos de 4 piletas por día. Se realizan diariamente a excepción del domingo.

Las muestras son colectadas en frascos debidamente etiquetados por pileta y se envían al laboratorio.

Para su evaluación se hace un montaje en fresco, colocando por lo menos 3 peces sobre cada portaobjetos, se observa al microscopio de acuerdo a la morfología se identifica el parásito. La persona encargada de identificar debe enumerar cuantos observa en el campo de vista e indicar y anotar en un formato de registro.

Si se observan más de 20 organismos por campo son muy numerosos para contar se procede a informar al supervisor de producción, de quien se recibe la orden de realizar o no un tratamiento en las piscinas.

#### 6.1.2 Resultados

En los muestreos realizados durante la práctica se encontraron solamente ectoparásitos los cuales fueron identificados como *Dactylogirus*, *Tricodina* y *Siphidia*.

Para contrarrestar el problema se realizó

- Limpieza del estanque que abastece a las piletas, canales de conducción de agua.
- recambio de agua en las piletas, antes de iniciar el proceso
- la alimentación se suspendió durante a actividad.
- Lavado de estructura de entrada y salida de agua.
- Aplicación de cal y amonio cuaternario en una concentración de 400 ppm.

### 6.1.3 Tratamientos para ectoparásitos.

Los tratamientos se realizan mezclando 20 litros de agua del estanque y 1600 mL de formol. Los cuales se mezclan vigorosamente y son vaciados dentro del estanque en donde se encontró el problema. Tiene una duración total de 12 horas, suspendiendo durante las primeras 6 horas cualquier actividad. Las siguientes 6 horas son utilizadas para hacer recambio continuo.

Al día siguiente de la aplicación del tratamiento se deben llevar muestras del estanque para la observación en el microscopio, en este se observó la eficiencia del procedimiento donde no se observan ectoparásitos sobre el cuerpo de los animales.

## 6.2 Muestreos de crecimiento

Se realizaron muestreos de crecimiento con intervalos de dos días, mediante el método de desplazamiento y acompañados por el personal de campo.

De acuerdo a los meses en que se realizó la práctica, octubre y noviembre se tomaron los datos de crecimiento de los lotes de larvas colectadas desde el 04 de octubre hasta el día 15 de noviembre, siendo un total de 11 lotes de larvas.

Todos los datos recolectados fueron tomados desde el día de colecta hasta la fecha 26 de noviembre del año 2014.

### 6.2.1 Metodología

- Verificar que la superficie en donde se realiza el muestreo, este nivelada.
- Llenar un beaker de 50 mL con agua hasta 30ml
- Obtener una muestra por estanque de peces y depositar en el Beaker hasta que el agua sea desplazada 10 mL.
- Verificación de la medida exacta de menisco.
- Conteo de larvas en 10 mL desplazados.
- Obtención del peso promedio de las larvas mediante la formula
- $\text{Peso promedio} = \text{mL desplazados} / \text{No. Larvas}$

## 6.2.2 Resultados

- Los datos fueron digitalizados, para observar el crecimiento por día de cultivo, de acuerdo a estos fueron registrados y comparados con el peso estimado, la tasa de alimentación consumida por día y acumulada, alimentación programada.
- Se verificó el correcto uso de la programación de alimento y la determinación de consumo mediante pesaje del sobrante del día, de acuerdo a la metodología establecida en el manual de procedimientos de la empresa.
- Aplicación de medidas correctiva en el sistema de alimentación con ayuda del personal encargado de producción.

## 6.3 Determinación del Índice de Condición corporal y coeficiente de reversión sexual

### 6.3.1 Metodología para la determinación de ICC

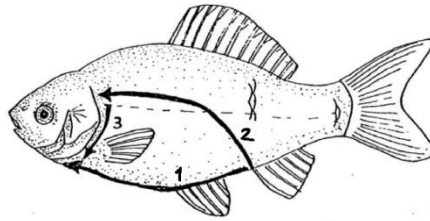
- Toma de una muestra de las piscinas de Nursery, representativa mayor o igual a 100 peces.
- Todos los peces deben ser pesados y medidos individualmente, se debe determinar la longitud total desde la boca hasta el final de la aleta caudal.
- Para determinar el índice de condición corporal se utiliza la formula siguiente
- $ICC = (\text{Peso}/\text{long}^3) * 100$
- El ICC debe ser menor al 2.2

### 6.3.2 Metodología para determinar el coeficiente de reversión

Los peces muestreados se proceden al sacrificio y disección

- Exposición de la cavidad abdominal
  - I. Con una tijera, se debe hacer una incisión desde el orificio del ano en la línea media ventral hasta la base de las branquias.
  - II. Incisión desde el ano en dirección craneal hasta la línea lateral.

III. Unión de los dos cortes pasando por la zona branquial.



**Figura No. 15** Cortes para la exposición de la cavidad abdominal

- Extracción de gónadas con una pinza.
- Colocación de cada par de gónadas en un portaobjeto y agregar agua destilada para que no pierda su humedad.
- Tinción de gónadas con tinción de Gram utilizando una jeringa.
- Realizar un squash de los órganos.
- Observación al microscopio y verificación de la presencia de ovocitos presentes.
- Anotar, los resultados obtenidos en un formato de registros, anotar el número de gónadas femeninas encontradas y determinar el porcentaje de acuerdo a la muestra total examinada.
- El coeficiente de reversión es el resultado del porcentaje de 1 a 2 hembras entre 100 organismos muestreados, con un valor entre 99 y 100% de eficiencia de reversión.

#### **6.4 Venta de alevines**

Los alevines del descarte de poblaciones mayores y menores a 1 gramo, son utilizados para la venta de alevín. Según las necesidades del cliente y el número que requiera, se utiliza un grader para clasificar los peces para la venta.

Se hace un lance con el trasmallo, para la captura de los alevines. Los alevines se extraen con coladores con los cuales se hace un promedio de cuantos peces hay por colador, la cantidad de alevines solicitada se divide dentro del resultado anterior para saber cuántos coladores se deben depositar por bolsa.

Las bolsas de empaque y transporte de alevines son plásticas, con una cantidad de aproximadamente 25 litros dependiendo de la cantidad de peces y la distancia a recorrer, se depositan de 600 a 700 alevines por bolsa.

#### 6.4.1 Preparación para la venta.

Las bolsas de transporte deben llevar una concentración de sal de 2 a 5 ppt, con una cantidad aproximada de 25 litros de agua.

Se debe inyectar oxígeno en una proporción de 2:1 dos partes de oxígeno por una de agua. Después de inyectar el oxígeno se debe amarrar bien para que no se escape el aire. Con un hule para amarrarlas.

Las bolsas se cargan en el vehículo del cliente, deben ir bien atadas para que no se caigan y si es necesario cubrir con una manta para disminuir la entrada de luz.



**Figura No. 16** Preparación de bolsas para la venta de alevines



**Figura No. 17** Colocación de alevines en las bolsas



**Figura No. 18** Inyección de oxígeno para el transporte de alevines

### **6.5 Traslado de reproductores y disminución de cargas en los estanques**

Se redujeron las cargas de los estanques de reproducción, aumentando así la relación de hembras por machos con el fin de incrementar la producción en el número de larvas.

A todos los estanques de reproducción, se les bajo el nivel del agua, para crear mejores condiciones e inducir a la reproducción.

Fechas en las que se redujeron las cargas:

- 27 de octubre lote 1 traslado de 150 machos al área de engorde
- 31 de octubre del lote 3 traslado de 100 machos al área de engorde
- 01 de noviembre lote 4 traslado de 150 machos al área de engorde



**Figura No. 19** Colocación de Reproductores en tanque de transporte



**Figura No. 20** Captura de reproductores

## 6.6 Alimentación

La alimentación al inicio del día es programada de acuerdo a una tabla de cálculo tomando en cuenta el peso y población de peces en el estanque.

La participación en las actividades conllevaba

- Pesar al inicio del día la cantidad de alimento programada y depositarla en un recipiente etiquetado para cada estanque.
- suministrar el alimento y observar el consumo.
- Pesar el alimento sobrante por cada estanque en el día, y determinar el consumo.
- Anotar y validar el consumo de alimento en los formatos de registro.



**Figura No. 21** Pesaje de alimentación programada para cada estanque.

## 6.7 Validación de formatos de muestreos de crecimiento y alimentación.

- Pesar el consumo del alimento a suministrar, dividirlo en 8 dietas, aplicándolas al 100%, según la programación.
- Inspeccionar los formatos de campo acompañando y supervisando al personal en las actividades diarias.



- Realizar los muestreos y condición corporal con el personal de campo, supervisados por el coordinador de producción.

### **6.8 Validación de los procedimientos de mantenimiento y desinfección de artes de pesca y equipo.**

- Verificar la limpieza, desinfección y mantenimiento de todos los equipos, utensilios y artes de pesca utilizados en los procedimientos: haciendo uso de las cantidades correctas de amonio para obtener una concentración a 200ppm.
  - Traslado de reproductores,
  - Colecta de larvas
  - Siembras
  - Traslado de fases de alevinaje.
  - Preparación de piletas y estanques, mantenimiento y desinfección de tablas y monjes
- Reparación, mantenimiento y desinfección de estructuras de entrada y salida de agua tales como: monjes, tablas, calcetines de entrada y T de salida de agua de las piletas; además de piedras aireadoras utilizadas en dicha área.
- Limpieza y ordenamiento del área.
- Llenar y validar los formatos de registro sobre las actividades de mantenimiento en los estanques.

### **6.9 Participación en traslado de fases de alevinaje**

Trasladar los peces después de 14 días siembra, esta actividad se conoce como el desdoble de los lotes, consiste en repartir la cantidad de peces de una pileta de fase A hacia 2 piletas de fase B, Así también al cumplir los 28 días de alimentación con hormona se deben trasladar a estanques de mayor tamaño, o sea los estanques de precría, con el fin de disminuir las densidad y permitir el mejor crecimiento.

### 6.9.1 Metodología

Se procede a bajar el nivel del agua, colocando un tubo con agujeros y una malla para evitar el escape de los peces. Se hace varios lances, con una malla de apertura menor a 3mm para atrapar a los alevines, los que son de mayor tamaño son descartados.

Se hace un muestreo de los pesos promedio, mediante el método volumétrico el que consiste en medir en recipientes aforados el volumen de organismos por medida de agua y el conteo de organismos por volumen de agua.

$$\text{mL desplazados.} = \text{Litros De aforo} - \text{Litros iniciales}$$

Para hacer el traslado de peces a las otras piscinas, se deben llenar las cubetas hasta 4 L de agua del estanque y se procede a aforar con peces hasta 6L. Se debe llevar un control de los litros desplazados por cubeta y el número de cubetas que se trasladan.

Con el peso promedio obtenido anteriormente se divide dentro de la cantidad de litros desplazados para obtener el número de organismos trasladados. Siempre se debe sembrar entre un 10% extra para compensar la mortalidad ocurrida por el movimiento.

$$\text{No. Larvas} = \text{peso promedio/mL desplazados.}$$

### 6.10 Participación en el Traslado de reproductores

- Preparación de materiales a utilizar, (trasmallo, tanques de transporte, redes, canastos y personal de campo).
- Vaciado de los estanques de reproducción, se procede a bajar el nivel y a la captura de los reproductores, con un trasmallo y canastos plásticos para el traslado a los siguientes estanques o para cargar el tanque de transporte.
- Preparación del tanque para transporte, colocación de malla para facilitar el traslado, y verificación de la cantidad de sal correcta colocada en el agua.
- Trasladar peces de un estanque a otro, con la utilización de canastos.
- Llevar registro del número de los peces

- Registro de peso de muestra de 10 machos y 10 hembras.
- Anotar los datos obtenidos en el campo en los formatos de registro, se debe registrar el número de peces trasladados, lotes, fecha del movimiento, pesos promedio de hembras, machos y en general.



**Figura No. 22** Captura de Reproductores en horario de 5:00 am

### **6.11 Colecta de larvas**

- Preparación de materiales a utilizar un día antes. (trasmallo, tanques de transporte, redes, canastos y personal de campo).
- Preparación de mesa o superficie nivelada, para la correcta medición del menisco en la realización de los muestreos de peso promedio.
- Clasificar las larvas mediante un tamiz. Descartar los organismos que no pasan el tamiz y realizar un muestreo para la obtención de peso y cantidad del descarte.
- Realizar los muestreos para la obtención del peso promedio inicial y la cantidad de peces sembrada por pileta.
- Colocación del tratamiento con formol para desinfección durante 2 minutos, antes de ser sembradas en las piletas.

- Anotar los datos obtenidos en el campo en los formatos de registro, se debe informar el número de larvas colectadas, lotes, fecha del movimiento, pesos promedio inicial, pileta en la que se sembró.



**Figura No. 23** Tamiz para la colecta de larvas



**Figura No. 24** Larvas clasificadas para la siembra

## 6.12 Siembra de alevines

- Preparación de materiales a utilizar, (trasmallo, tanques de transporte, redes, canastos, grader y personal de campo).
- Preparación del tanque para transporte, colocación de malla para facilitar el traslado, y verificación de la cantidad de sal correcta colocada en el agua.
- Captura de alevines con el trasmallo y extracción de muestra.
- Preparación de una superficie nivelada, para la correcta medición del menisco en la realización de los muestreos de peso promedio.
- Clasificación de los alevines para la siembra, con la utilización del grader. Separación de los alevines que si clasifican y el descarte para la venta.
- Muestreo de pesos con el método volumétrico
- Envío de muestras al laboratorio de por lo menos 100 peces, medición de peso individual de los peces, registro de datos y cálculo del coeficiente de variación.
- Colocación de los peces en las cubetas para el traslado y depositarlas en el tanque de transporte.
- Descarga de los peces en las piscinas de Nursery.
- Anotar los datos obtenidos en el campo en los formatos de registro, se debe registrar el número de peces trasladados, lotes, fecha del movimiento, pesos promedio de siembra y el estanque a donde se trasladaron.



**Figura No. 25** Clasificación de alevines con un Grader



**Figura No. 26** Medición de peso promedio en Laboratorio

### **6.13 Participación en la redacción del Protocolo de bioseguridad y sanidad acuícola de la empresa**

Participación en la redacción de los procedimientos a seguir durante el manejo de animales, preparación de estructura de producción y normas de bioseguridad para el personal de campo. En este se trabajaron las normas a seguir en los diferentes procesos de producción y las medidas necesarias como bioseguridad a ser aplicadas por los trabajadores de campo.

Se desarrollaron los temas siguientes:

1. Medidas preventivas para el control de enfermedades  
    Secado, preparación y mantenimiento de la unidad productiva
2. Manejo y desinfección de utensilios y artes de pesca
3. Transportes internos
4. Control de plagas
5. Medidas de bioseguridad para el personal de campo
6. Manejo de desechos orgánicos a partir de mortalidad y procesos en planta.
7. Políticas para entrada a la granja.
8. Cuarentenas
9. Muestreos de rutina

## 7. CONCLUSIONES

- Las acciones que incluyen limpieza, lavado y desinfección de estructuras de cultivo y materiales son medidas de bioseguridad que requieren mucha importancia para evitar la propagación de enfermedades en los animales.
- El buen manejo de los estanques y ciclos de cultivo se ve reflejado en la eficiencia de siembra, bajo coeficiente de variación en las tallas, crecimiento durante los ciclos de cultivo y el consumo de alimento.
- La buena alimentación de los peces depende también de la calidad del alimento, ya sea el contenido adecuada de proteína, la fecha de elaboración, tiempo y condiciones de almacenamiento, y la cantidad de alimento a suministrar conforme al peso promedio y cantidad de alevines.
- La carga en los estanques de reproducción que se utiliza es menor a  $1 \text{ kg/m}^2$ , bajo nivel de agua en los estanques y una relación mayor de 2 hembras por macho para obtener una mayor cantidad de larvas/hembra y crear condiciones más naturales que favorezcan la reproducción.
- La temperatura es una de los parámetros más importantes en la reproducción debido a que al disminuir, los ciclos de reproducción y el periodo de eclosión de las larvas pueden ser más largo.
- Es importante que las larvas reciban un tratamiento de desinfección anteriormente a ser sembradas, para disminuir el riesgo de contaminación y propagación de enfermedades.

- En todos los procedimientos realizados en cualquiera de las áreas, debe ser aplicada correctamente la metodología y realizarse con rigurosidad para obtener una buena base de datos para ser analizados.
- Todos los desechos producidos en la finca, a partir de la mortalidad y producción en la planta de proceso, reciben un tratamiento para la reducción de su impacto.



## **8. RECOMENDACIONES**

- Llevar a cabo trabajos de capacitación para el personal de campo acerca sobre los temas sobre Medidas sobre bioseguridad y sanidad animal., manejo de alimento para animales trasporte y manipulación de animales.
- Todas las fincas enfocadas a la producción de animales para el consumo humano deben aplicar medidas para el correcto manejo de desechos producidos a partir los procesos realizados en las mismas.
- Desarrollar nuevas metodologías de enseñanza en los cursos del pensum de estudio de las carreras Técnico y Licenciatura en Acuicultura, en donde se incluya la practica en el campo y el estudiante se involucre directamente con situaciones que involucren la toma de decisiones.
- Fortalecer el vínculo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA) con instituciones de la iniciativa privada, promoviendo la investigación en sistemas de producción intensiva.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Consejo Municipal de Desarrollo, y Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia [SEGEPLAN]. (2010). *Plan de desarrollo: San Luis Petén 2011-2025* [en línea]. Recuperado Enero 05, 2014, de [file:///C:/Users/Administrador/Downloads/PDM\\_1709.pdf](file:///C:/Users/Administrador/Downloads/PDM_1709.pdf)
2. García Hernández, G. (2007). *Administración del riesgo, municipio de San Luis, depto. de Petén, Guatemala* [en línea]. Recuperado Enero 06, 2014, de [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0653\\_v5.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0653_v5.pdf)
3. González, C. F. (2012). *Caracterización de la acuicultura en el departamento de Petén, Guatemala* [en línea]. Recuperado Enero 07, 2014, de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24\\_0127.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24_0127.pdf)
4. Instituto Geográfico Nacional [IGN]. (1980). *Diccionario geográfico de Guatemala*. Guatemala: Tipografía Nacional.
5. Padrós , F., y Zarza, C. (2005). *Manual de técnicas básicas de diagnóstico patológico para peces* [en línea]. Recuperado Diciembre 10, 2014, de <http://www.mvd.sld.cu/doc/pescayacuicultura/Manual%20Diagnostico%20peces%202005.pdf>

## 10. ANEXOS



**Anexo. No. 1** Movimiento de larvas, cambio de fases.



**Anexo. No. 2** Método volumétrico para determinación del peso promedio



**Anexo. No. 3** Mantenimiento de piletas, desinfección y sifoneos.



**Anexo No. 4** secado y encalado de los estanques de reproducción.



**Anexo. No. 5** Colecta de larvas y determinación del peso promedio