

**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 Ltda. Área de HATCHERY, San Luis, Petén.**



**Presentado por:
María Rita Díaz Molina**

**Para otorgarle el Título de
Técnico en Acuicultura.**

Guatemala, febrero de 2016

**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 Ltda. Área de HATCHERY, San Luis, Petén**



**Presentado por:
María Rita Díaz Molina**

Carné No. 200921959

**Para otorgarle el Título de
Técnico en Acuicultura**

Guatemala, febrero de 2016

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

Consejo Directivo

Presidente	M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretario	M.B.A. Allan Franco de León
Representación Docente	M.A Olga Marina Sánchez Cardona
Representante Docente	M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios v Zootecnistas	M.Sc. Adrián Mauricio Castro López
Representante Estudiantil	Lic. Francisco Emanuel Polanco Vásquez.
Representante Estudiantil	T.A. María José Mendoza Arzú



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Coordinación Académica
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

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 Rita Díaz Molina, titulado “Sistema de Producción Acuícola Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltda. Área de HATCHERY, San Luis, Petén”, 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 2016

ACTO QUE DEDICO

A Dios	Por ser mi fortaleza, mi guía y permitirme realizar mis sueños
A mis padres	En especial a mi mama por todo su amor, y apoyo incondicional a lo largo de mi vida y mi carrera.
A mis hermanos	Luis Fernando y Ana Lucia, por su apoyo y amor.
A mis tíos, tías y primos	Por todo su apoyo y consejos en todo momento que lo he necesitado,

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por permitirme realizar mi carrera profesional en esta magna casa de estudios.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, por brindarme el apoyo y conocimientos para mi formación profesional.

A la empresa Acuícola “Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltda”, al personal administrativo y colaboradores por todo el apoyo recibido.

Al Licenciado Santiago Yee, por su apoyo a la realización de mis prácticas, por los conocimientos y enseñanzas brindadas.

A mis amigos por su amistad y apoyo para poder llegar a este momento.

RESUMEN

La práctica profesional supervisada se realizó en las Instalaciones de la Granja Acuícola Paraíso Springs, ubicada en el departamento de Petén, Municipio de San Luis, Caserío Los Ángeles, en el área de Hatchery de tilapia *Oreochromis niloticus*.

La empresa maneja un sistema de cultivo cerrado con recirculación de agua verde, para la crianza de Tilapia para engorde, con el objetivo de abastecer la demanda nacional e internacional de filete y producto entero, para esto cuenta con el área de reproducción, reversión, alevinaje, nursery, engorde y planta de procesamiento, cada área cumpliendo con las normas de calidad y certificación de buenas prácticas de manejo, durante los 9 meses que dura la etapa de producción.

La granja se abastece de fuentes naturales del Rio San Pedro que se encuentra dentro de los límites de la granja, esta es bombeada hacia los reservorios de la finca, siendo almacenada para luego ser usada por las baterías de estanquería.

Durante las practicas se integró a las actividades que se realizan en el área de hatchery, como alimentación, traslado de reproductores, cosecha y siembra de larvas, desdobles de fases, mantenimiento de estanques, muestreos. Se trabajó en el análisis de muestras de agua de estanques, control sanitario de parásitos, limpieza y desinfección de estanques, mantenimiento de estanques, llevando un control del manejo para validación de cada procedimiento que se lleva a cabo en los diferentes tipos de estanques con los que se cuenta en cada área.

Se trabajó en el proyecto de especies nativas, para verificar la viabilidad de cultivo de las especies de mayor importancia comercial en el área del Lago de Izabal y Rio San Pedro, Petén, para un repoblamiento en estas zonas, que ayuden a la conservación de la especie como a la pesca artesanal de estas zonas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introduccion.....	1
2. Objetivos.....	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos Especificos	2
3. Descripcion general de la unidad de practica	3
3.1 Ubicacion geografica.....	3
3.1.1 Vías de acceso	4
3.1.2 Demografía.....	4
3.2 Condiciones climaticas.....	5
3.3 Zona de vida	5
3.4 Principales actividades de la unidad de practica	5
3.5 Infraestructura.....	6
3.6 Equipo.....	9
3.7 Recursos Naturales	10
3.7.1 Fuente de Agua.....	10
3.7.2 Suelo	11
3.8 Planos de Instalaciones.....	12
4. Aspectos Administrativos.....	15
4.1 Organigrama	15
5. Manejo de Hatchery de Tilapia en Granja Acuicola PARAISO SPRINGS.....	16
5.1 Reproduccion.....	16
5.1.1 Manejo de reproductores	16
5.1.2 Traslado de reproductores	16
5.1.3 Manejo de estanques.....	17
5.1.4 Equipo de traslado	17
5.1.5 Condiciones climaticas	18
5.2 Reversion	19
5.2.1 Preparacion y mantenimiento de estanques.....	19
5.2.2 Colecta y seleccion de larvas.....	19
5.2.2.1 Conteo de larvas	20
5.2.3 Reversion de Larva.....	20
5.3 Alevinaje.....	21
5.3.1 Seleccion de alevines de pre-cría para siembra	21
5.3.2 Conteo de Larvas	21
5.3.3 Transporte de Siembra.....	21
5.4 Alimentacion	22
5.4.1 Alimentacion de Reproductores	22
5.4.2 Alimentacion en Reversión	22
5.4.2.1 Preparacion de alimento hormonado	23
5.4.3 Alimentacion de Alevinaje de pre-cría.....	24

6. Actividades Realizadas.....	24
6.1 Muestreos	24
6.1.1 Muestreo de Crecimiento	24
6.1.1.1 Muestreo en Reversión	25
6.1.1.2 Muestreo en Alevines de pre-cría.....	25
6.2 Control Sanitario en piletas de reversión.....	25
6.2.1 Identificación de organismos.....	26
6.2.3 Resultados.....	26
6.3 Muestreo calidad del Agua.....	27
6.3.1 Toma de Parámetros diarios	27
6.4 Determinación del índice de condicion corporal y coeficiente de reversión.....	27
6.5 Venta de alevines.....	28
6.6 Traslado de reproductores y cosecha de larva	29
6.7 Fase de Reversión.....	32
6.8 Siembra de alevines	32
6.9 Preparación de Estanques	32
6.10 Toma de parámetros y calidad del agua	35
6.11 Instalación de Invernadero.....	35
6.12 Capacitación de auditoria basado en normas ISO.....	36
6.13 Protocolo de Laboratorio de Especies Nativas.....	36
7. Conclusiones.....	38
8. Recomendaciones	39
9. Bibliografía.....	40
10. ANEXOS.....	41
10.1 Conteo de alevines de muestreo.....	41
10.2 Lance completo.....	41
10.3 Muestreos.....	42
10.4 Selección y desinfección de larvas.....	42
10.5 Larvas de desecho y larvas seleccionadas.....	43
10.6 Colocación de máscaras en estanques.....	43
10.7 Capacitación de auditoria basado en Normas ISO.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura No.1 Ubicación Geográfica Paraíso Springs, Fuente: (Arcmap 2016).....	3
Figura No.2 Ubicación Geográfica San Luis, Petén, Fuente (Segeplan, 2010).....	4
Figura No.3 Estanque de reproductores.....	6
Figura No.4 Piletas de reversión.....	6
Figura No.5 Área de alevinaje.....	7
Figura No.6 Estanque para nursery.....	7
Figura No.7 Área de grow-out.....	8
Figura No.8 Estanque inversor.....	8
Figura No.9 Bomba de captación de agua.....	9
Figura No.10 Río piscinas.....	10
Figura No.11 Área de nursery y reproductores.....	12
Figura No.12 Área de hatchery.....	13
Figura No.13 Área de grow-out.....	14
Figura No.14 Organigrama.....	15
Figura No.15 Preparación de alimento hormonado.....	24
Figura No.16 Disección y exposición de órganos.....	28
Figura No.17 Preparación de bolsa para venta de alevines.....	29
Figura No.18 Recepción de reproductores en tanques.....	29
Figura No.19 Lance con trasmallo para captura de reproductores.....	30
Figura No.20 Colecta de larva.....	31
Figura No.21 Larvas seleccionadas.....	31
Figura No.22 Zapateado de estanques.....	33
Figura No.23 Encalado de estanques.....	33
Figura No.24 Desinfección de piletas.....	34

Figura No.25 Llenado de pileta.....	34
Figura No.26 Instalación de invernadero.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.1 Monitoreo Río Piscinas.....	11
Cuadro No.2 Consumo de Oxígeno en Tilapias.....	18
Cuadro No.3 Condiciones del Agua de Transporte, empresa “Paraíso Springs”.....	18
Cuadro No.4 Capacidad de carga para transportes internos empresa “Paraíso Springs”....	18

1. INTRODUCCIÓN

El curso de Práctica Profesional Supervisada (PPS) pertenece al pensum de la Carrera de Técnico en Acuicultura en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA), de la Universidad San Carlos de Guatemala (USAC).

La Práctica Profesional Supervisada se llevó a cabo, en la Granja de Producción Acuícola “Paráiso Springs” Aquaculture Guatemala, ubicada en el departamento de Peten, Municipio de San Luis. La cual tiene una duración de 2 meses, tiempo en el que estudiante adquiere experiencia y al mismo tiempo pone en práctica sus conocimientos teórico-práctico que ha adquirido a lo largo de la carrera

Durante el tiempo de prácticas, se integró a las diferentes actividades que se realizan en la granja, al contar con un sistema de ciclo cerrado y de recirculación de aguas, en el manejo del área de reproducción siendo esta de las más importantes, debido a la producción de semilla que abastece a la granja, a la cual se le da tratamiento con alimento hormonado con el fin de realizar la reversión sexual con la mayor efectividad posible y llevarlas al área de manejo de pre-cría, antes de ser sembradas en nursery hasta que son llevadas a engorde para finalmente cumplir con el objetivo de la empresa de abastecer el mercado con producto de tilapia.

En el tiempo de cada etapa, se realizan monitoreos diariamente, para verificar el estado en el que se encuentra la granja sobre el manejo de la especie, entre los controles que se manejan están los muestreos de crecimiento, muestreos poblacionales, control sanitario, control de condiciones óptimas de calidad de agua y monitoreo de alimentación, los que cuentan con procedimientos establecidos por la granja, que están certificados por las BPA.

Cada procedimiento llevado a cabo, lleva formatos de control para dejar evidencia que la realización de manejo de cada actividad sea adecuada y aseguren la sanidad y calidad del cultivo de tilapia.

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 granja de producción Acuícola “Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltda”, se encuentra ubicada en Caserío Los Ángeles, municipio de San Luis, Departamento de Petén, Km 323.5, con coordenadas UTM este X “0361743” y Norte “ 1738762”, con Altitud 17 msnm (González, 2012).

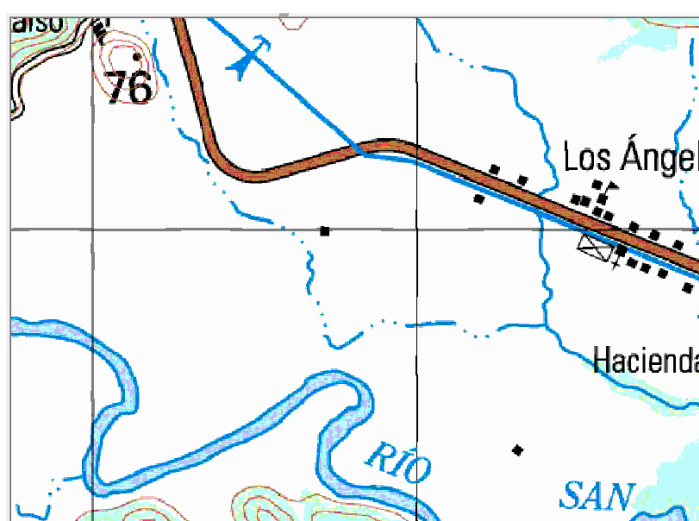


Figura No.1 Ubicación Geográfica Paraíso Springs

Fuente: ArcMap (2016)

El municipio de San Luis, colinda al sur con el municipio de Livingston, Izabal, Chahal y Fray Bartolomé de las casas, Alta Verapaz, al este con el distrito de Toledo, Belice, al norte con el municipio de Poptún y al oeste con Sayaxché, Petén.

San Luis cuenta con una extensión territorial de 3000 km², se encuentra a una altura de 475 msnm, con longitud 89° 26' 35'' Oeste, latitud 16° 11' 55'' Norte.

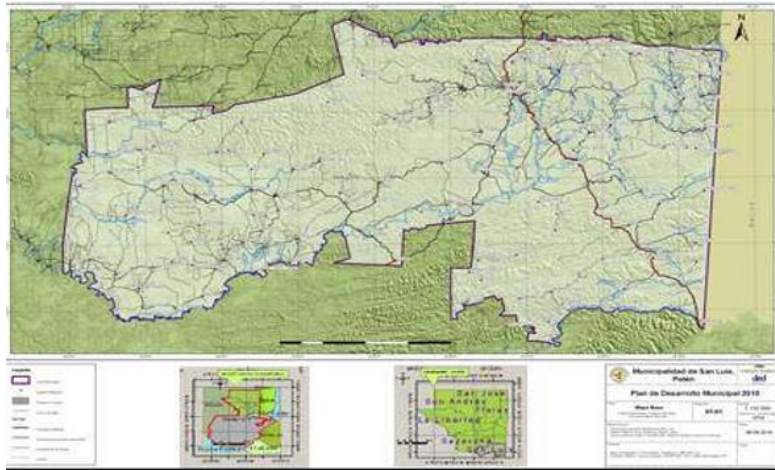


Figura No. 2 Ubicación geográfica del municipio San Luis, Petén.

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

3.1.1 Vías de acceso

El acceso es por una carretera asfaltada de 118 km hacia la cabecera departamental de Flores, Petén y 376 km hacia la ciudad de Guatemala por la carretera CA-9 del Atlántico.

3.1.2 Demografía

Según el INE (2012), el municipio de San Luis cuenta con una población de 77,151 habitantes, mientras que en la proyección del INE (2002), presentaban una población clasificada por género del 50.50 % para hombres y mujeres del 49.50%, el porcentaje de la población urbana es del 11.47% y para la población rural es del 88.26%. Siendo su población indígena del 60.47% y un 39.53% no indígena. Con un crecimiento anual del 3.56%. (Consejo Municipal de Desarrollo & SEGEPLAN, 2010).

3.2 Condiciones climáticas

Se presenta un clima cálido, con una temperatura máxima promedio de 35° C y una mínima de 20°C, con una precipitación pluvial promedio anual de 1,500 mm. (Consejo Municipal de Desarrollo & SEGEPLAN, 2010).

3.3 Zona de vida

El municipio de San Luis se encuentra clasificado dentro de las zonas de vida con características de un Bosque Muy Húmedo Sub-tropical (bh-S), con 3095.18 km² de acuerdo al mapa de Holdrige.

3.4 Principales Actividades de la unidad de práctica

Entre las principales actividades que se manejan en la granja acuícola se encuentran:

- Reproducción y crianza de alevines
- Colecta y siembra de larvas
- Levante y engorde
- Muestreos poblacionales
- Muestreos de condición
- Mantenimiento, limpieza y desinfección de infraestructura y equipos de uso de cada área.
- Movimiento de peces
- Venta de alevines
- Procesamiento de pescado entero y filete para Mercado local y americano.

3.5 Infraestructura

La granja de producción cuenta, con 6 estanques de tierra rústicos de 800 m², para el área de reproducción, cada uno cuenta con un monje para salida de agua y tubos de entrada de agua.



Figura No.3 Estanque de reproductores

Fuente:(Trabajo de campo, 2015).

El área de reversión cuenta con 12 piletas rectangulares de concreto de 20 m³, los cuales cuentan con tuberías superiores para la entrada de agua, así mismo drenaje de salida, al haber un cambio de temperatura en el ambiente, debido a la estación climática se coloca el invernadero.



Figura No. 4 Piletas para reversión

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

El área de alevinaje cuenta con 6 estanques rectangulares, semi-rusticos, revestidos con nylon, tuberías de entrada y salida de agua, con sistema de oxigenación.



Figura No. 5 Área de alevinaje

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

El área de nursery cuenta con 9 estanques rectangulares, de tierra sin revestimientos, con monje para salida de agua y tubos para entrada de agua.



Figura No. 6 Estanque para nursery

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

El área de Grow-out, cuenta con 26 estanques, divididos en módulos de 4 estanques, poseen una forma octagonal, construidos totalmente de concreto con un área de 1000 m².



Figura No.7 Área de Grow-out

Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd)

Se cuenta con 3 reservorios de agua siendo el más grande de 4.7 hectáreas, 1 inversor utilizado por el área de reversión, este es utilizado para bombear agua hacia las piletas de reversión y alevinaje.



Figura No.8 Estanque Inversor de reversión (Izquierda) , Reservorios (Derecha)

Fuente: (Trabajo de campo, 2015), (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd)

3.6 Equipo

La granja cuenta con el equipo necesario para llevar a cabo los procedimientos necesarios en cada área, ya sean coladores, pesas, mesas, beackers, clavo sal, entre otros.

Cuenta con equipo de medición de calidad de agua, como pH-metro, Sonda, para el traslado de peces se cuenta con tanques a los cuales se les incorpora tanques de oxígeno, los tanques son transportados con tractores.

Equipo de Blower de oxígeno y tuberías de PVC para su distribución en reversión y alevinaje, el área de nursery cuenta con uno a dos aireadores cada estanque, grow –out con cuatro aireadores de paleta por estanque.

Equipo de medición de parámetros físico-químicos, con los que se realiza el control diario de manejo de granja.

Bombas de abastecimiento de agua del río piscinas, sistema de canal de agua verdes para abastecer a los estanques.



Figura No. 9 Bomba de abastecimiento de agua

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

3.7 Recursos naturales disponibles

3.7.1 Fuente de agua

La granja se abastece de agua, del Río Piscinas interno a la finca, que es bombeada, a la zona de producción con un caudal de $1\text{m}^3/\text{s}$.

La Granja tiene una extensión dedicada a la producción de 42 ha de área de agua. Representando el 45% de espejo de agua del departamento, con un espejo de agua de $90,000\text{ m}^2$ (Gonzales, 2012).

Se maneja un sistema de aguas verdes de recirculación, en toda la granja, en el área de reversión se tiene un inversor que abastece, recibe y lleva recambios de agua, cumpliendo la función de recircular el agua, creando un ciclo de sedimentación de sólidos, utilizan filtros amarrados a las tuberías para detener materiales indeseables que afecten al cultivo.

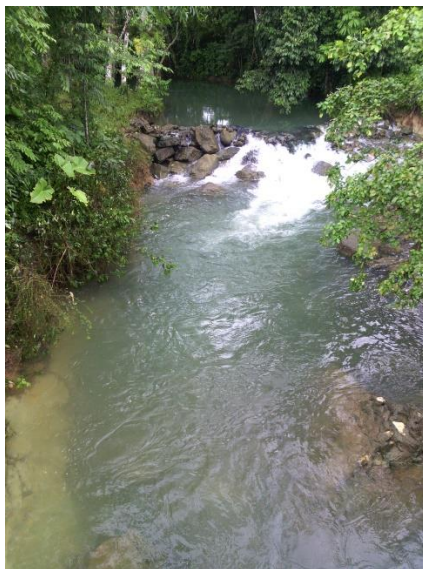


Figura No. 10 Río piscinas

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

Cuadro No.1 Monitoreo del Rio Piscinas

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

Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd)

3.7.2 Suelo

La granja cuenta con un suelo arcilloso, lo cual impide la filtración de agua, reteniéndola por más tiempo y dándole mejor fertilización al estanque.

El terreno que ocupa la granja tiene una extensión de 390,986.53 m², un total de terreno de 53 ha.

3.8 Croquis o planos de instalaciones

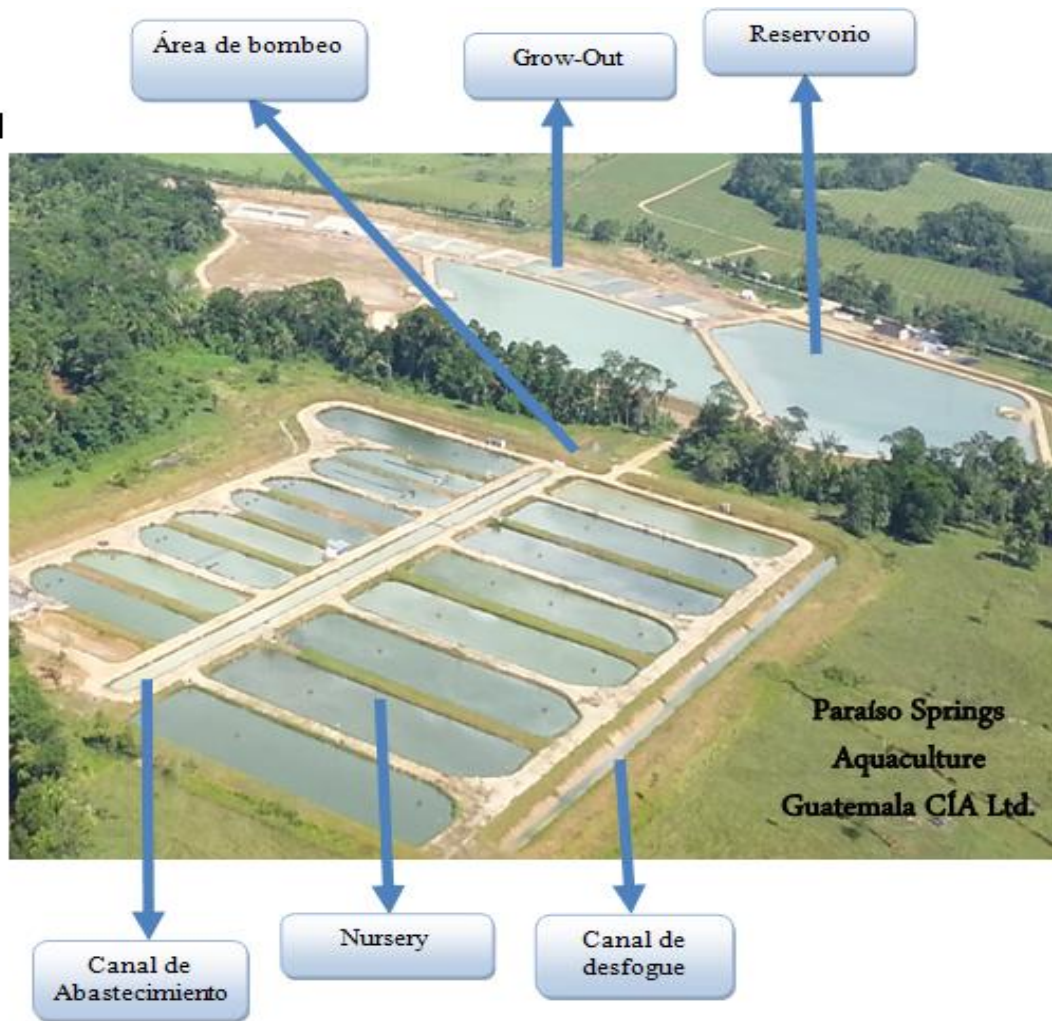


Figura No. 11 Batería de estanques de nursery y reproducción
Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd)

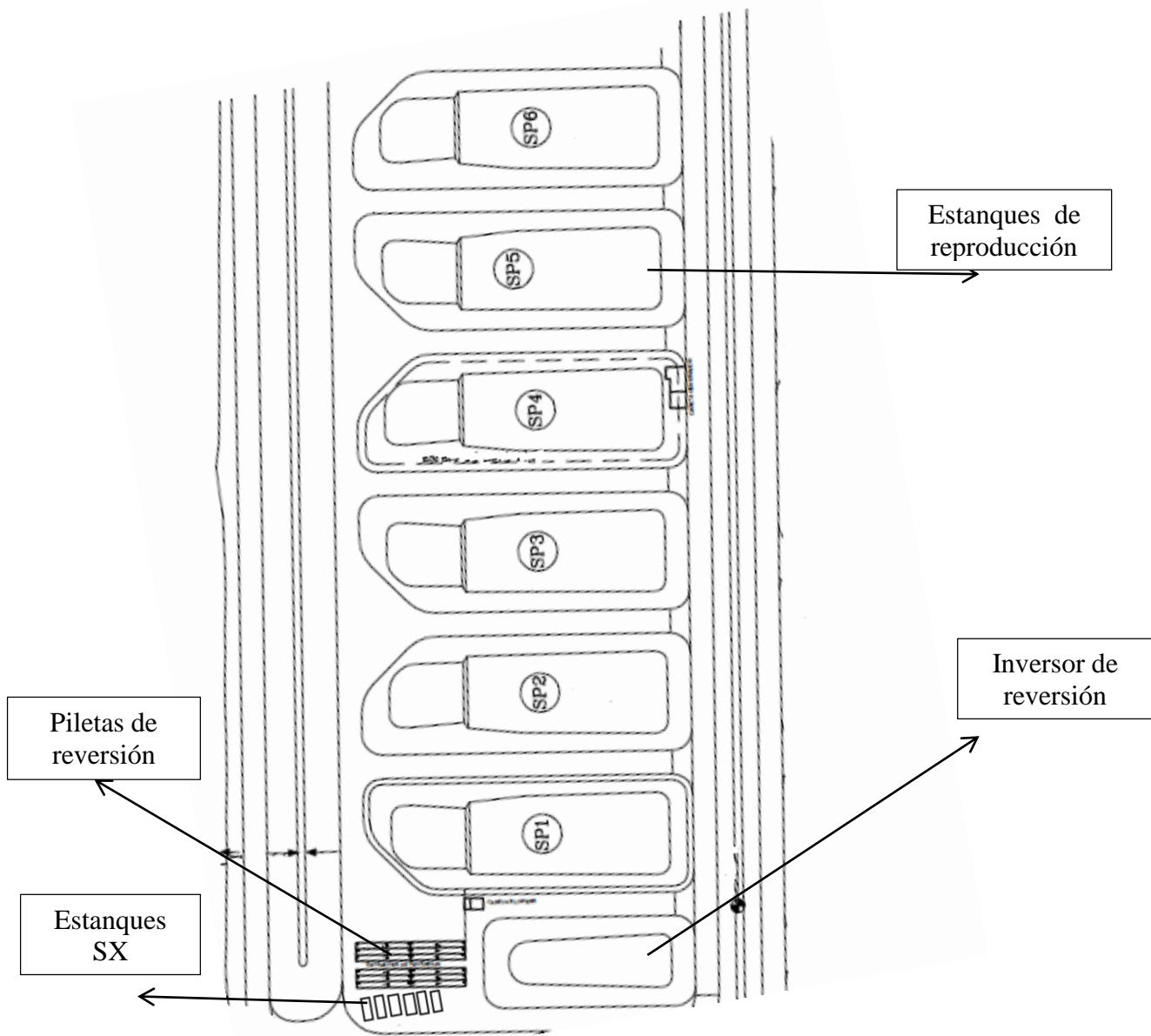


Figura No.12 Área de Hatchery

Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd)

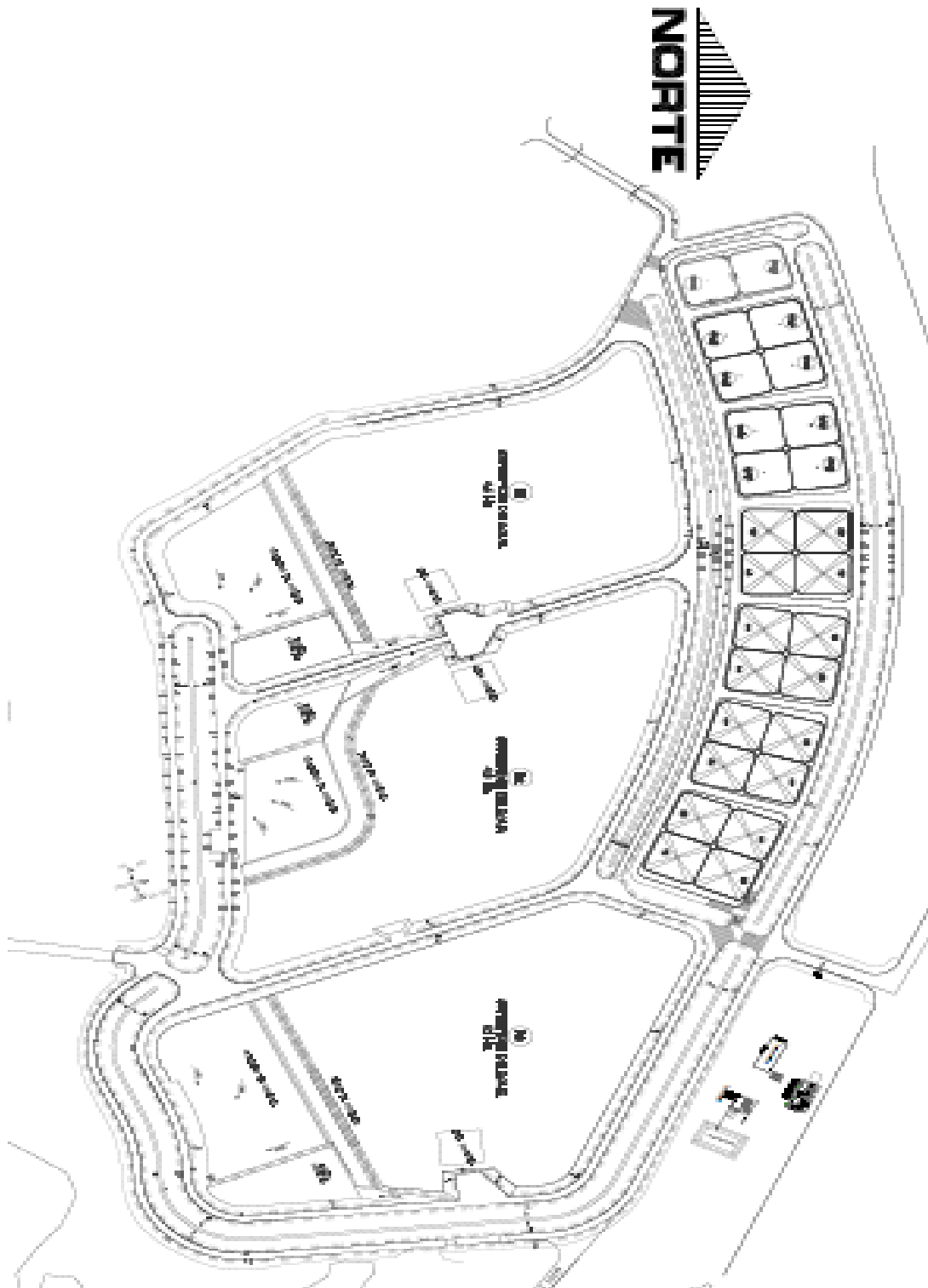


Figura No. 13 Area de Grow –out, Reservorios
Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd)

4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1 Organigrama

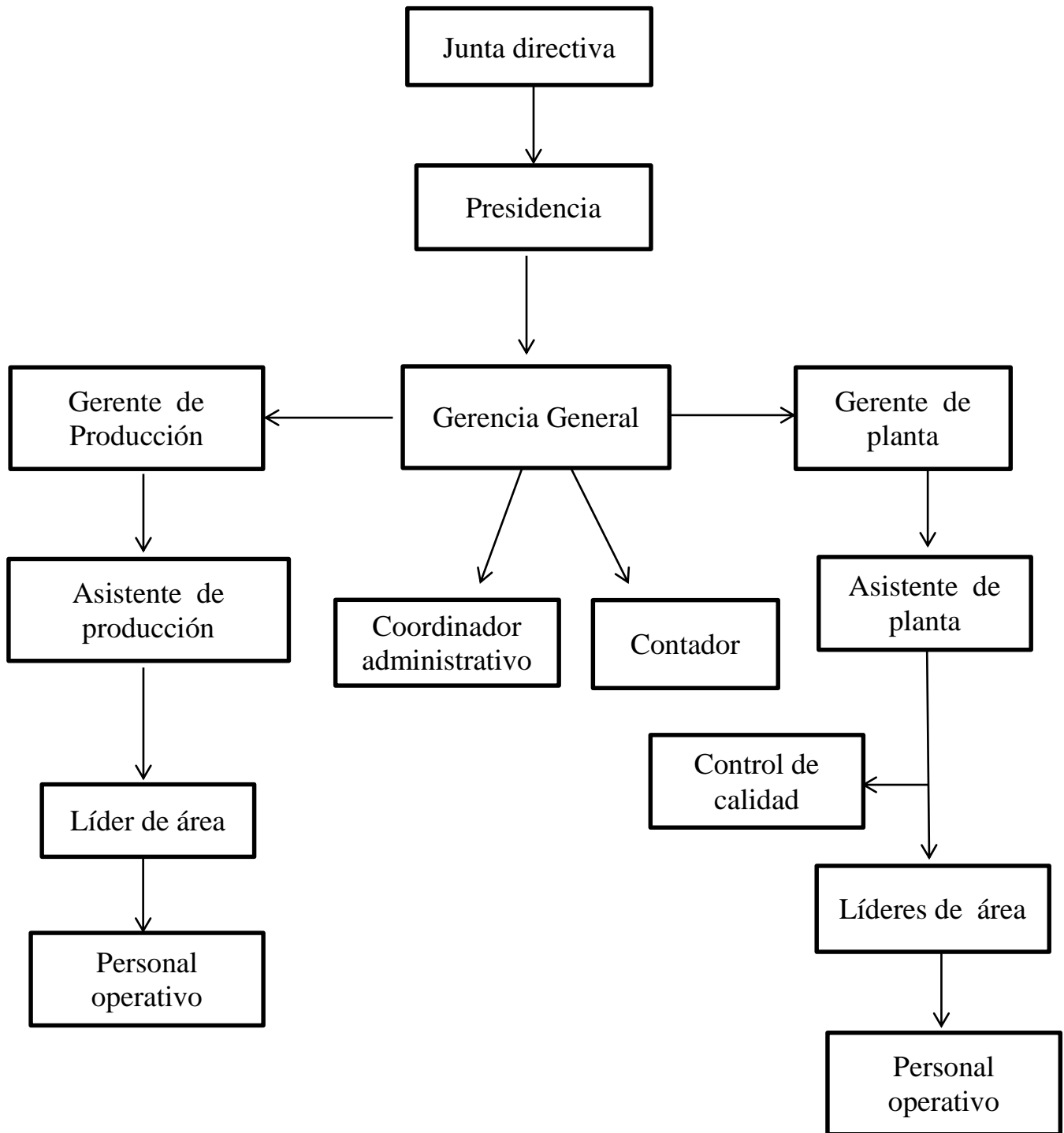


Figura No.14 Organigrama

Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd)

5. MANEJO DE HATCHERY DE TILAPIA *OREOCHROMIS NILOTICUS*, EN GRANJA ACUÍCOLA PARAISO SPRINGS

5.1 Reproducción

5.1.1 Manejo de reproductores

La granja se maneja actualmente con 4 lotes diferentes de reproductores, utilizando la genética Gift y Chitralada.

El área de reproductores cuenta con 6 estanques de tierra rústicos, los cuales son alternados para cada lote. La siembra se lleva a cabo con una relación de (hembra: macho) 2:1, a medida que la carga no supere 1 kg/m^2 , los reproductores se mantienen por 14 días en cada estanque, luego son extraídos hacia un nuevo estanque para una nueva siembra.

Siendo el objetivo del manejo de reproductores la maximización de la productividad de la semilla. Por lo cual se lleva un registro general del ciclo y lote por estanque, con las condiciones medioambientales, calidad del agua.

Cuando se realizan los lances con la red, los peces no se deben retener por más de una hora, para evitar estrés y mortalidades.

5.1.2 Traslado de reproductores

El traslado se lleva a cabo cada 14 días sin excepción, durante la mañana, cuando la temperatura se encuentre menor a los 30°C , iniciando con la suspensión de la alimentación 24 horas antes de llevarlo a cabo, iniciando una noche antes con el 15% del vaciado de estanque, manteniendo una aireación constante y controlando que esta no baje, afectando a los reproductores.

Se verifica la temperatura y oxígeno, ya que el nivel de agua se encuentra en un 60 %, se procede a realizar el primer lance, utilizando un trasmallo de 30 m de largo y 5 m de ancho, rodeando todo el estanque, capturando una carga máxima de 20%, se divide la carga, para hacer el bolso.

Se realiza un muestreo de peso promedio individual de 10 machos y 10 hembras, esto para

determinar la biomasa total del estanque, observando si presentan huevos en la boca o larvas recién eclosionadas y su apariencia física, todos estos datos se llevan en una hoja de control de traslado de reproductores.

Se trasladan en canastas con no más de 10 peces, hacia el tanque o estanque de siembra.

5.1.3 Manejo de estanques

Los estanques luego del traslado, son vaciados totalmente, para luego ser zapateados esto se hace con el objetivo de remoción de suelos, para después ser encalado, la cantidad de cal utilizada se hace por medio de cálculos, dependiendo el pH del suelo y llevarlo a un pH de 7, por último se deja secar para luego ser llenado para su uso.

5.1.4 Equipo de traslado

El procedimiento se realiza con el personal de área y personal de campo.

Se utiliza un trasmallo, canastos, pesa de mano, tanques con capacidad de 5,000 litros de agua con una malla colocada para no lastimar a los peces y facilitar su extracción, este se conecta con un tanque de oxígeno para la oxigenación del agua durante la permanencia de los animales, a este se le agrega 20 libras de sal aproximadamente para una concentración de 2 ppt, esto se hace para reducir el estrés de los peces, también se requiere de un tractor para transportar el tanque.

Se lleva un formato de control de siembra, en el cual se colocan el número de lote, estanque cosechado y estanque al cual ira el lote de reproductores, peso promedio de machos y hembras, cantidad de peces transportados, biomasa total, hora y fecha.

5.1.5 Condiciones de transporte

Cuadro No.2 Consumo de oxígeno en Tilapias

(c) según el tamaño de los peces (para Tilapias comunes a 28°C)					
Peso vivo (g)	0.1	1	10	100	1000
Consumo normal de OD (mg/O ₂ /kg/h)	680	480	340	250	170
Consumo activo de OD (mg/O ₂ /kg/h)	2060	1230	730	350	250

Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd)

Cuadro No.3 Condiciones del agua de transporte

Oxígeno mg/l	>5 ppm
Amonio como NH ₃ mg/l	<0,01 ppm
CO ₂ mg/l	<5 ppm
Temperatura °C	<30°C
Sólidos en suspensión, mg/l	<10 ppm
Salinidad, partes por mil	2-5 ppm

Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd)

Cuadro No. 4 Capacidad de carga para transportes internos

	Kg/m ³	Kg tanque	Número de viajes
Peces de 1.2 g	8	40	3
Peces de 100 g	80	480	48
Peces de 350 g	130	800	91
Peces de 950 g	170	1000	170

Fuente: (Paraíso Springs Aquaculture Guatemala CIA Ltd)

5.2 Reversión

5.2.1 Preparación y mantenimiento de estanques

Previamente a la siembra y término de fase, las piletas deben de ser cepilladas, lavadas y desinfectadas con una solución de amonio cuaternario a 200 ppm, limpieza de tubo guarda nivel y malla de rebalse, limpieza de piedras aireadoras, por ultimo llenar la pileta para recibir las larvas.

Para el mantenimiento de piletas, se realiza un sifoneo de fondos diario antes de alimentar, con recambio de agua del 50%, cepillado y lavado de tubos guarda nivel y malla de rebalse, luego de usar el equipo debe ser desinfectado con solución de amonio a 200 ppm

5.2.2 Colecta y selección de Larvas

Antes de llevar a cabo la colecta de larvas, todo el material y equipo debe de ser lavado y desinfectado con solución de amonio a 200 ppm.

La colecta de larvas se realiza, en seguida que se termine con el traslado de reproductores, con el nivel de agua hasta la caja de cosecha, en esta se coloca un marco de 1 mm para evitar que las larvas salgan, mientras que el agua sigue bajando, luego de esto se pasa por el estanque recolectando y transportarlas en cubetas de 5 litros con agua limpia hacia al área de reversión.

El tanque de recepción de larva son tamizadas en el seleccionador con abertura de 3 mm de luz, dejando pasar solo las larvas de un tamaño de 11 mm máximo, dejando en el seleccionador las de talla más grande como descarte.

Las larvas se aclimatan adicionando el 50% del volumen de agua en el recipiente de transporte con agua del estanque.

Antes de ser sembradas se hace un conteo utilizando el Principio de Arquímedes, luego se colocan en una solución de 18 ml de formol en 70 L de agua por 3 minutos o tratarlos con sal a concentraciones de 1 ppt.

El descarte es contabilizado y depositado en recipientes de mortalidad, agregándoles cal para neutralizar el olor.

Al terminar el procedimiento se deben de llenar los formatos de control de colecta y siembra de larvas, en el cual se colocan los datos del lote de recepción de semilla, fecha, hora, estanque de cosecha, población total sembrada, población descartada, peso inicial.

5.2.2.1 Conteo de larva

- Llenar un beacker graduado de 50 ml hasta los 25 ml
- Colocar el beacker en una mesa nivelada
- Agregar las larvas al beacker, desplazando 10 ml de agua
- Obtener el peso promedio de las larvas dividiendo el número de ml desplazados entre las larvas contadas

- Llenar un beacker graduado de 1000 ml, hasta los 500 ml
- Agregar larvas al beacker y anotar los ml desplazados
- Calcular el número de peces dividiendo los mg desplazados entre el peso promedio del lote de alevines.
 - ∞ 1 ml de agua equivale a 1 mg de peso (Arquimides)
 - ∞ La siembra es a una carga de 5 larvas /litro de agua.

5.2.4 Reversión de larva

La etapa de reversión se lleva a cabo por 28 días, con alimento hormonado, dividido en dos fases, siendo la fase A por 14 días y fase B por otros 14 días, completando el ciclo con tratamiento.

La siembra de la fase A, se lleva a cabo con una densidad máxima de 100,000 larvas por tanque con un tamaño inicial de 11 mm, siendo utilizados para esta fase las piletas de en medio, luego de 14 días son trasladados a la fase B dividiendo la densidad de 40,000 larvas por pileta (2 larvas/lt), siendo utilizados las piletas de las orillas.

5.3 Alevinaje

Luego de terminar la etapa de reversión, son trasladados al área de alevinaje siendo estos estanques de mayor tamaño, con un peso promedio de 0.5 gramos, se mantendrán a razón de 5 a 10 días, a razón de 3 alevines/Lt, alcanzando un peso de 1 gramo para ser sembrados en el área de nursery.

5.3.1 Selección de alevines de pre-cría para siembra

Se debe de validar la temperatura y oxígeno del agua, antes del comienzo de selección verificando que no se encuentra arriba de los 30°C y oxigenación arriba de 4 ppm. Verificando estos datos cada hora mientras dure el procedimiento.

La selección se lleva a cabo pasando el trasmallo por el estanque, luego realizando el bolso, pasando los alevines hacia los graders clasificadores, los cuales seleccionan los tamaños adecuados para la siembra, que son llevados en cubetas con agua hacia los tanques de recepción, para luego transportarlos al estanque al cual se realizara la siembra.

5.3.2 Conteo de alevines

- Colocar cubetas graduadas de 20 litros, en una superficie nivelada, llenadas a 4 litros.
- Colocar los alevines en la cubeta, desplazando 2 litros de agua.
- Llevar los alevines al transporte de siembra
- Hacer un conteo mínimo de 6 biometrías por clase de tamaño seleccionado.
- Revisar los conteos y calcular la cantidad de alevines sembrados.

5.3.3 transporte de siembra

- Condición del tanque con suficiente agua limpia
- Oxigenación arriba de los 5 ppm.
- Tiempo de llenado con agua no más de tres minutos por tanque.
- Colocar sal al agua hasta concentraciones entre 2 a 5 ppt.

- Bajar la temperatura del agua y colocar 5 ml de solución de aceite de clavo por cada tonelada de agua.
- Carga de alevines de 10-14 gramos/l.

5.4 Alimentación

5.4.1 Alimentación de Reproductores

Antes de dar la primera dieta de alimento, se debe de recoger la mortalidad, anotar los registros y hacer el recambio de agua indicado del día.

La alimentación para reproductores, se hace de acuerdo a la carga que se tenga en el estanque, alimentándolo al 1.1 % de la biomasa, con proteína no menor al 38%. Esta se administra en tres dietas que son 7:00 am, 11:00 am y 15:00 pm, siendo necesario llevar todos los registros del alimento suministrado, sobrantes o si fuera el caso alimento dado de más, disminuyendo o suspendiendo la cantidad dada si no es aceptada por los peces.

La alimentación a los reproductores se les suspende un día antes al traslado (día 13), de estanque. Esto se hace por motivos de disminución de estrés y metabolismo a los peces, reiniciando su alimentación un día después de la siembra en el nuevo estanque.

5.4.2 Alimentación en reversión

Antes del comienzo de la alimentación, se debe de recoger la mortalidad de las piletas, y comienzo de sifoneos con recambio de agua.

La alimentación en las dos etapas del tratamiento, se comienza 1 día después de la siembra de larva, con alimento molido para tilapia LO 45% de proteína hormonado (hormona 17 alfa-metiltestosterona), para llevar a cabo el tratamiento por 28 días, con el objetivo de revertir sexualmente y tener solo machos para el cultivo.

El ajuste de alimentación hormonada se hace de acuerdo al peso y población que se tenga, suministrándolo en 8 dietas/día/cada hora, empezando a las 7:00 am y terminando a las 14:00 pm.

5.4.2.1 Preparación de alimento hormonado

Para la preparación del alimento hormonada, se debe realizar en un área adecuada con ventilación, sin humedad y limpia, con la vestimenta adecuada de protección (guantes y mascarilla).

➤ Preparación de 50 libras de alimento

- Pesar 1.5g de hormona 17 Alfa-metiltestosterona
- Agregar la hormona a 7.57 L de alcohol etílico al 95%
- Agregar la solución de alcohol hormona a 50 libras de concentrado molido (45 % proteína)
- Mezclar homogéneamente la solución por 5 minutos
- Extenderlo sobre plástico, con un espesor no mayor a 5 cm
- Secado por 24 horas protegido de la luz solar
- Revolver el concentrado cada 30 minutos para homogenizar el secado
- Envasar el concentrado ya seco y etiquetarlo

La etiqueta debe de incluir la fecha de preparación e identificar el tipo de alimento.



Figura No.15 Preparación de alimento hormonado

Fuente: (Trabajo de campo, 2015)

5.4.3 Alimentación de alevinaje de pre-cría

Esta etapa de alimentación, comienza luego del tratamiento de reversión con LO 45% de proteína, divididos en 5 dietas al día, comenzando a las 8:00 am y finalizando a las 16:00 pm, con un tiempo de dos horas cada dieta.

Al alcanzar el peso mayor de 0.65 gramos, se cambia el alimento por una etapa L1 con 45 % de proteína.

6. ACTIVIDADES REALIZADAS

6.1 Muestreos

6.1.1 Muestreo de crecimiento

Los muestreos de crecimiento se realizan en todas las piletas y estanques en uso, cada dos días, utilizando el método de Arquímedes.

6.1.1.1 Muestreo en reversión

- Colocar beacker en área nivelada
 - Llenar el beacker de 50 ml hasta los 30 ml
 - Obtener la muestra y colocándola en el beacker, desplazándola 10 ml.
 - Conteo de larvas en beacker
- ∞ hacer el procedimiento dos veces, verificando que los datos sean los más iguales posibles, de no ser así se tendrá que realizar un tercer conteo, esto para poder tener el peso promedio esperado.
- ∞ Formula a utilizar: $\text{peso promedio} : \text{ml desplazados} / \text{No. larvas}$

6.1.1.2 Muestreo en alevines de pre-cría

- Colocar un beacker en área nivelada
 - Llenar un beacker de 100 ml hasta los 60 ml
 - Obtener la muestra colocándola en el beacker, desplazándola 20 ml
 - Conteo de larvas en beacker.
- ∞ hacer el procedimiento dos veces, verificando que los datos sean los más iguales posibles, de no ser así se tendrá que realizar un tercer conteo, esto para poder tener el peso promedio esperado.
- ∞ Formula a utilizar: $\text{peso promedio} : \text{ml desplazados} / \text{No. larvas}$

6.2 Control sanitario en piletas de reversión

El control se lleva a cado diariamente por grupos de piletas o piletas que presenten mayor mortalidad, las muestras (6 alevines) se colocan en frascos ya identificados de cada pileta y enviadas al laboratorio para su análisis.

6.2.1 Identificación de organismos

- Limpiar el microscopio con papel limpia lentes y alcohol
- Colocar la muestra de 3 alevines en un porta objetos (montaje en fresco)
- Observar con aumento de 100X
- Anotar la presencia o ausencia de organismos
- Identificación de organismos encontrados
- Cantidad de organismos encontrados mayor a 20 organismos

6.2.3 Resultados

Durante la observación de la muestra se encontraron parásitos como *Dactylogirus*, *Tricodinas* y *Scyphidia*, mientras que una sola vez se encontraron *Argulus sp.*

Si es mayor a 20 o incontables organismos, debe de informarse al supervisor para tomar las medidas adecuadas como:

- * Limpieza y encalado de inversor
- * Recambio de agua en las piletas
- * La alimentación se suspende durante la actividad
- * Lavado de entradas y salidas de agua
- * Aplicación de tratamiento
- * Toma de muestras nuevamente

La aplicación de tratamiento se realiza con amonio, mezclando 20 litros de agua del estanque y 1600 ml de formol, los cuales son aplicados al estanque con un recambio de agua continuo de 6 horas. Al día siguiente de la aplicación se toma una nueva muestra para observar en el microscopio la efectividad del tratamiento.

6.3 Muestreo calidad del agua

6.3.1 Toma de parámetros diarios

La toma de parámetros de oxígeno y temperatura, se realizan a diario por la mañana y por la tarde, en cada uno de los estanques,

6.4 Determinación del índice de condición corporal y coeficiente de reversión

Para la determinación del Índice de condición corporal (ICC), se toma una muestra representativa de 100 animales, de los estanques de nursery, los cuales deben de ser pesados y medidos individualmente de la boca al final de la aleta caudal.

- Se utiliza la formula $ICC = (\text{Peso}/\text{Long}^3) * 100$
- El ICC debe ser menor al 2.2
- El porcentaje de machos mínimo debe de ser del 98%

Luego de muestrear a los peces, se sacrifican y se hace la disección exponiendo la cavidad abdominal

- se extraen las gónadas con una pinza
- colocándolas en un portaobjetos y agregando agua destilada para mantener la humedad
- Se tiñen con tinción de Gram utilizando una jeringa
- Realizando un squash de los órganos
- Observación en el microscopio y comprobación de ovocitos
- Anotar los datos en el formato de control, anotando el número de gónadas femeninas determinando el porcentaje de acuerdo a la muestra examinada.

Siendo el coeficiente de reversión el porcentaje de 1 a 2 hembras entre 100 organismos muestreados, con un valor entre 99 y 100% de eficiencia de reversión.



Figura No. 16 Disección y exposición de órganos

Fuente:(Trabajo de campo, 2015).

6.5 Venta de alevines

La venta de alevines se realiza de los peces de descarte mayores o menores a 1 gramo, dependiendo de la cantidad que se necesite.

Para la toma de peces se hace un lance con el trasmallo, extrayéndolos en coladores con los que se hace un promedio de cuantos peces se tienen en el colador, dividiendo el total de alevines que se deben despachar entre la cantidad que da el colador, para saber cuántos coladores de deben de dar.

Se depositan en bolsas de plástico gruesas transparentes, con una capacidad de 500-700 alevines.

Al tener los alevines en las bolsas con agua se inyectan con oxígeno y se amarran con hule, para evitar que escape el oxígeno de la bolsa y los peces sufran de estrés o mueran por la falta de oxígeno.



Figura No. 17 Preparación de bolsa para venta de alevines

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

6.6 Traslado de reproductores y cosecha de larva

El traslado se comienza a las 5:00 am, al bajar el nivel del agua, se deben de preparar los instrumentos que se utilizan como trasmallo, tanques de transporte, redes, canastos.

Luego de vaciar los estanques se retiran los reproductores en canastos plásticos hacia el nuevo estanque de siembra o al tanque de transporte, este tanque debe estar preparado con una malla, agua, oxígeno y la concentración de sal indicada.

Se lleva el registro de peso promedio de 10 machos y 10 hembras, anotados en las hojas de registro, llevando el control de los peces trasladados.



Figura No. 18 Recepción de reproductores en tanque

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).



Figura No. 19 Lance con trasmallo para captura de reproductores

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

La cosecha de larvas se realiza al terminar el traslado, se usan cubetas con agua, marco con malla pasándola alrededor del estanque para capturarla, con la ayuda de coladores se colocan en las cubetas para llevarlas al área de recepción de larva en reversión, son colocadas en el tamiz para seleccionarlas las que serán llevadas para recibir tratamiento y las que no pasen son llevadas al descarte.

Se realizan dos muestreos con el principio de Arquímedes, para obtener el peso y la población de larva que será sembrada por cada pileta de la fase A. así como el mismo procedimiento para conocer peso y población del descarte.

Antes de ser sembradas en las piletas son pasadas por un tratamiento con formol para desinfectarlas de algún parásito que pueden contener, por dos minutos, luego son sembradas.



Figura No. 20 Colecta de larva
Fuente: (Trabajo de campo, 2015).



Figura No. 21 Larvas Seleccionadas
Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

6.7 Fase de reversión

Al día siguiente de la siembra de larvas, se comienza con la alimentación con tratamiento hormonado por 28 días, siendo los primeros días la etapa A y los siguientes 14 días la etapa B, para cada etapa se hace un desdoble, bajando el nivel de agua, pasando el marco para colectar las larvas, con ayuda del colador son puestas en cubetas, por el método volumétrico para conocer el peso y población que serán llevadas a la fase B.

6.8 Siembra de alevines

Se deben preparar los materiales a utilizar, trasmallo, el tanque debe tener conectado el oxígeno, colocación de malla y concentración de sal indicada, redes, cubetas, graders.

Se realiza el lance con trasmallo, extrayendo 100 alevines para la muestra y enviándola al laboratorio, en el cual se registra el peso individual para obtener el coeficiente de variación

Se clasifican los alevines con el grader, dependiendo del tamaño a sembrar se utiliza el número de grader, quedando el descarte para la venta o para una nueva siembra, para luego colocarlos en cubetas con agua para el tanque de transporte, se realizan dos muestreos con el principio de Arquímedes, para obtener el peso y población a sembrar.

Ya colocados en el tanque se transportan hacia el estanque de siembra en el área de nursery, son descargados con las cubetas llevadas al agua para no golpearlos al caer.

Anotar los pesos, población y demás datos que se requiera en el formato de control de siembra.

6.9 Preparación de estanques

Los estanques del área de reproductores se deben vaciar completamente, para ser zapateados completamente, para luego ser encalados de acuerdo al pH que tenga el suelo, se utilizan los sacos de cal necesarios para llevarlo al pH adecuado, luego son secados para ser llenados y estar listos para la nueva siembra.



Figura No. 22 Zapateado de estanques

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).



Figura No. 23 Encalado de estanques

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

En las piletas del área de reversión la limpieza debe de ser cepilladas, al igual que los guarda nivel, luego son desinfectados con ayuda de una bomba con formol y por ultimo vueltos a llenar para la nueva siembra de larvas.

Al igual que el estanque inversor debe ser vaciado, zapateado, encalado, secado y vuelto a llenar para su uso.



Figura No. 24 Desinfección de piletas

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).



Figura No. 25 Llenado de pileta

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

6.10 Toma de parámetros y Calidad del agua

La toma de parámetros de temperatura y oxígeno se realiza por la mañana y por la tarde, llevando un control de los datos, de cómo se encuentra el estanque y si es necesario aireación o recambios de agua. Mientras que por la noche está el parámetrista el cual toma los parámetros cada dos horas, reportándolos en el registro de control.

Para la toma de muestras de calidad del agua, se realizan una toma por la mañana y otra toma por la tarde, se hace la toma de circuito por toda la granja, escogiendo diferentes estanques y reservorios cada día, a la cual se le realiza el control de amonio, pH, fosfatos, en los cuales muestran la calidad del agua que se tiene y si está entre los niveles permisibles que se maneja la granja, de lo contrario se reporta para tomar medidas y mejorar la calidad del agua.

6.11 Instalación de invernadero en reversión

La instalación del invernadero se lleva a cabo, cuando empieza a descender la temperatura debido al cambio de clima, se debe de limpiar el monte alrededor de las piletas, manteniendo la puerta cerrada en todo momento, para evitar la contaminación del área.



Figura No. 26 Instalación de invernadero

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).

6.12 Capacitación Formación de auditores Internos de Calidad Basados en Normas ISO

Se tuvo participación con los colaboradores de la granja en la capacitación de las normas ISO 19011:2011 sobre Auditoria de Sistemas de Gestión, ISO 26000, la cual habla sobre la Responsabilidad Social que se tiene dentro de las comunidades en las que se trabajan. ISO 9001 sobre la gestión de calidad que se debe tener en el manejo del producto que asegure la calidad de la procedencia, ISO 9000 sobre fundamentos y vocabularios que se manejan en las normas, ISO 2200 sobre alimentos,

Capacitación de Auditoria basado en normas ISO, de cómo involucrar todas las normas ISO que aplican a las BAP en el manejo de la producción y manejo acuícola en una auditoria tanto interna como externa o ambas.

6.13 Proyecto Laboratorio de especies nativas

El trabajo de investigación que se realizó en base a otros estudios y experimentos que se han puesto en práctica en el área de Lago de Izabal, se estudió a las especies de mayor importancia que se manejan en el área de acuerdo a la viabilidad de cultivo que puedan tener estas especies.

El proyecto “laboratorio de especies Nativas”, para ser realizado en la granja acuícola Paraíso Springs, con el objetivo de determinar la viabilidad de realizar un repoblamiento de las especies de mayor importancia en el mercado como lo son La Chumbimba y Mojarra del Peten, esto se hace con el objetivo de ayudar al medio acuático, el cual se ha visto expuesto al reducimiento en su población debido a la sobre-explotación, que se ha generado a estas especies en el Lago de Izabal así como en el Rio San Pedro, Peten, como también apoyar a los pescadores que se dedican a este recurso para su sostenibilidad.

Siendo el Lago de Izabal, uno de los más importantes de Guatemala, por su extensión y diversidad de especies que alberga, así como el turismo que visita la zona, por otro lado el Rio San Pedro, Ubicado en el departamento de Peten, es un rio importante para los habitantes de los alrededores que practican la pesca a lo largo de este.

El proyecto se realizara con la toma de especies de su hábitat natural en tres etapas de crecimiento diferente (pesos de 1 gramos, 50 gramos y 200 gramos), para crear un patrón de crecimiento, conducta y demás factores que puedan presentan durante cada etapa, esto con el fin de poder reproducirlas en el laboratorio y tener larvas de las especies y crear un ciclo de reproducción cerrado de la especie y llevar a cabo el repoblamiento en los lugares indicados.

Dentro del laboratorio se tendrá un área de alimento vivo (cultivo de *Daphnia*), el cual servirá para alimento de las especies en su etapa de alevinaje, en el área de plantas acuáticas se tendrá un manejo de Lemna, para alimentar durante la etapa de juvenil y reproducción. Esto se hace con el objetivo de disminuir costos en alimentación y poder llevar un cultivo con los hábitos más naturales posibles de la especie.

7. CONCLUSIONES

- Las actividades se realizan, de acuerdo a los procedimientos ya establecidos por la granja, que aseguran la calidad y buen manejo de cultivos acuícolas.
- El buen manejo de la alimentación combinado con la calidad de agua, se ve reflejado en el crecimiento adecuado del cultivo el cual se va ajustando de acuerdo al peso y población por estanque, hasta llegar a la cosecha final para su manejo en comercialización de filete.
- Se maneja la carga de reproductores no mayor a 1 kg/m^2 , con relación de 2 hembras por cada macho y poder mantener una producción alta de semilla de tilapia durante los 14 días, en que se lleva a cabo la etapa reproductiva.
- Las larvas reciben el tratamiento de reversión sexual durante 28 días, para asegurar que se lleve a cabo el objetivo de manejar tilapias solo machos, ya que estos tienen un mejor crecimiento para cultivo.
- Los estanques, piletas así como el material usado en los procedimientos son lavados y desinfectados para evitar la contaminación de parásitos o enfermedades que se puedan desarrollar en cultivos de tilapia, al igual que las larvas antes de ser sembradas son desinfectadas para eliminar parásitos que puedan poseer.
- Los muestreos son realizados con el objetivo de llevar un control de crecimiento y cantidad poblacional que se debe de manejar en cada estanque para un buen desarrollo.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar capacitación al personal de campo, para un mejor manejo de la especie, medidas de bioseguridad, procedimientos que se realizan en cada fase y área de la granja, uso adecuado del equipo de campo, explicación sobre el llenado adecuado de los formatos que se manejan en cada procedimiento.
- Integrar al pensum, más tiempo de trabajo de campo sobre cultivos de las especies más cultivadas en Guatemala, para fortalecer la teórica poniéndola en práctica en el campo.

9. BIBLIOGRAFÍA

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 diciembre 16, 2015, de file:///C:/Users/Administrator.000/Downloads/PDM_1709.pdf
2. González, C. F. (2012). *Caracterización de la acuicultura en el departamento de Petén, Guatemala* [en línea]. Recuperado diciembre 16, 2015, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24_0127.pdf .

10. ANEXO



Anexo 10.1 Conteo de alevines en muestreo

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).



Anexo 10.2 Lance completo

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).



Anexo 10.3 Muestreos

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).



Anexo 10.4 Selección y desinfección de larvas

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).



Anexo 10.5 Larvas de desecho (izquierda), larvas seleccionadas para tratamiento (Derecha)

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).



Anexo 10.6 Colocacion de mascarar en estanques

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).



Anexo 10.7 Capacitacion Normas ISO y Auditoria

Fuente: (Trabajo de campo, 2015).