	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(70)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	JHAN CARLOS OVALLES PÉREZ		
FACULTAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	ZOOTECNIA		
DIRECTOR	CARMEN LICETH GARCÍA QUINTERO		
TÍTULO DE LA TESIS	DESARROLLO DEL PLAN DE REVERSIÓN EN ALEVINOS DE TILAPIA ROJA (<i>Oreochromis sp</i>) Y TILAPIA PLATEADA (<i>Oreochromis niloticus</i>) EN LA ESTACIÓN PISCÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EL TRABAJO CONSTA DE 6 SEIS CAPÍTULOS, DE LOS CUALES, EL PRIMERO CONTIENE UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA CON LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR; EL SEGUNDO CAPÍTULO, ES EL ENFOQUE REFERENCIAL, QUE INCLUYE EL ENFOQUE CONCEPTUAL Y ENFOQUE LEGAL; EL TERCER CAPÍTULO, MUESTRA EL INFORME DE CUMPLIMIENTO DEL TRABAJO; EL CUARTO CAPÍTULO, CONTIENE EL DIAGNOSTICO FINAL DEL TRABAJO REALIZADO; EN EL QUINTO Y SEXTO CAPÍTULO, MUESTRAN LAS RESPECTIVAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL TRABAJO.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS:	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



**DESARROLLO DEL PLAN DE REVERSIÓN EN ALEVINOS DE TILAPIA ROJA
(*Oreochromis sp*) Y TILAPIA PLATEADA (*Oreochromis niloticus*) EN LA ESTACIÓN
PISCÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA.**

Autor

JHAN CARLOS OVALLES PÉREZ

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el Título de Zootecnista bajo
la modalidad de pasantías**

Director

MSc. CARMEN LICETH GARCÍA QUINTERO

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
ZOOTECNIA**

Ocaña, Colombia

Febrero, 2020

Índice

	Pág.
Capítulo 1. Desarrollo del plan de reversión en alevinos de tilapia roja (<i>Oreochromis sp</i>) y tilapia plateada (<i>Oreochromis niloticus</i>) en la estación piscícola de la Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña.	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Misión.....	1
1.1.2. Visión.	2
1.1.3. Objetivos de la empresa.....	2
1.1.4. Descripción de la estructura organizacional.....	4
1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.	5
1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	5
1.2.1. Planteamiento del problema.	7
1.3. Objetivos de la pasantía	8
1.3.1. Objetivo general.	8
1.3.1. Objetivos específicos.....	8
1.4. Descripción de las actividades a desarrollar en la misma.....	9
1.5. Cronograma de actividades.....	10
Capítulo 2. Enfoques referenciales.....	11
2.1. Enfoque conceptual.....	11
2.1.1. Historia de la especie.....	11
2.1.2. Situación en Colombia.	11
2.1.3. Generalidades de la tilapia.....	11
2.1.4. Calidad de agua.	12
2.1.5. Reproducción.....	12
2.1.6. Reversión sexual.....	12
2.1.7. Alimentación.	13
2.2. Enfoque legal	13
2.2.1. Resolución 2110 de 2017.	13
2.2.2. Resolución 20186 de 2016.	14
Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo	15

3.1. Presentación de resultados	15
3.1.1. Primer objetivo específico: Desarrollar el protocolo de reversión para la estación piscícola de la universidad francisco de paula Santander Ocaña.	15
3.1.2. Segundo objetivo específico: Determinar el porcentaje de reversión alcanzada con el protocolo, teniendo como meta el 95%.	15
Capítulo 4. Diagnostico final.....	24
Capítulo 5. Conclusiones	26
Capítulo 6. Recomendaciones	27
Referencias.....	28
Apéndices	31

Lista de figuras

Figura 1. Estructura organizacional de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.	4
Figura 2. Temperatura del mes de septiembre.	17
Figura 3. pH del mes de septiembre.	18
Figura 4. Amonio del mes de septiembre.	18
Figura 5. Nitrito y nitrato del mes de septiembre.	19
Figura 6. Temperatura del mes de octubre.	19
Figura 7. pH del mes de octubre.	20
Figura 8. Amonio del mes de octubre.	20
Figura 9. Nitrito y nitrato del mes de octubre.	21
Figura 10. Temperatura del mes de noviembre.	21
Figura 11. pH del mes de noviembre.	22
Figura 12. Amonio del mes de noviembre.	22
Figura 13. Nitrito y nitrato del mes de noviembre.	23

Lista de tablas

Tabla 1 Matriz DOFA	6
Tabla 2 Actividades a desarrollar	9
Tabla 3 Cronograma de actividades.....	10

Lista de apéndices

Apéndice A. Protocolo de reversión sexual en alevinos de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> sp) y tilapia plateada (<i>Oreochromis niloticus</i>) en la estación piscícola de la UFPSO.....	32
Apéndice B. Referencias.....	47
Apéndice C. Evidencia fotográfica.....	49

Resumen

El presente trabajo, es el informe final de trabajo de grado, bajo la modalidad pasantías para obtener el título de Zootecnista. El trabajo consta de 6 seis capítulos, de los cuales, el primero contiene una breve descripción de la empresa con las actividades a desarrollar; el segundo capítulo, es el enfoque referencial, que incluye el enfoque conceptual y enfoque legal; el tercer capítulo, muestra el informe de cumplimiento del trabajo; el cuarto capítulo, contiene el diagnostico final del trabajo realizado; en el quinto y sexto capítulo, muestran las respectivas conclusiones y recomendaciones del trabajo. La pasantía fue realizada en el proyecto piscícola de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO), se desarrolló el protocolo de reversión sexual con alimento hormonado, en el cual se describe el procedimiento a seguir para lograr la reversión en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) y tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*).

Introducción

La acuicultura en Colombia se considera como la actividad de mayor desarrollo dentro del sector pesquero (López, Carvajal & Botero, 2007), las especies más cultivadas comercialmente son la tilapia roja (*Oreochromis sp*) y la tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*), debido a las características como sabor suave, coloración blanca de la carne y de alto valor nutricional, las cuales son apreciadas por el mercado (Calderon, 2009).

El tejido gonadal de la larva de la tilapia al momento de eclosionar no está diferenciado, por tal motivo, es una especie gonocórica indiferenciada. El período de indiferenciación en la morfología, va hasta los 15 días posteriormente a la eclosión, lo cual permite la utilización de técnicas de inducción hormonal para el proceso de reversión fenotípica del sexo con el uso de hormonas masculinizaste. (López et al., 2007)

En tilapia el cultivo monosexo de machos tiene una excelente uniformidad, conversión alimenticia y mejor rendimiento al momento del levante. Dentro del protocolo para la producción de poblaciones monosexo está la reversión por alimento hormonado, que consiste en el suministro de metiltestosterona en la alimentación este es uno de los mecanismos más práctico y efectivos, el alimento es suministrado a las larvas en los primeros 20 a 30 días, empezando al tercer día post-eclosión. Cabe resaltar que las hormonas orales de metiltestosterona suministradas, son eliminadas (transformada en metabolitos polares) al transcurrir las 72 h de la administración (Pérez, 2015).

La técnica de reversión sexual utilizada en el proyecto piscícola de la Universidad

Francisco de Paula Santander Ocaña es la reversión por alimento hormonado debido a sus bajos costos, esta técnica nos ayuda a reducir la sobrepoblación en los estanques ya que se obtienen cultivos monosexo, los cuales tiene un mayor rendimiento y alta ganancia de peso.

Capítulo 1. Desarrollo del plan de reversión en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis* sp) y tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*) en la estación piscícola de la Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña.

1.1. Descripción de la empresa

Según Acuerdo No. 003 del 18 de Julio de 1974, por parte del Consejo Superior de la Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta, se crea la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, como máxima expresión cultural y patrimonio de la región; como una entidad de carácter oficial seccional, con autonomía administrativa y patrimonio independiente, adscrito al Ministerio de Educación Nacional.

Según la Universidad Francisco de Paula Santander (1994) en el Acuerdo N° 029 expone: La Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña, es una dependencia Académico Administrativa adscrita a la Rectoría y enmarcada en los mismos principios objetivos y campos de acción de la Universidad, con patrimonio independiente, rentas propias, autonomía administrativa y financiera pudiendo elaborar y ejecutar su presupuesto. Sus fines, principios y objetivos son los que la universidad cumple según lo establece la Ley 30 del 28 de diciembre de 1992 y el Estatuto General de la Universidad, establecido por el Acuerdo No.091 de diciembre de 1993 emanado del Consejo Superior Universitario (Art. 1).

1.1.1. Misión. La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, institución pública de educación superior, es una comunidad de aprendizaje y autoevaluación en mejoramiento

continuo, comprometida con la formación de profesionales idóneos en las áreas del conocimiento, a través de estrategias pedagógicas innovadoras y el uso de las tecnologías; contribuyendo al desarrollo nacional e internacional con pertinencia y responsabilidad social (UFPSO, 2019).

1.1.2. Visión. La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña para el 2019, será reconocida por su excelencia académica, cobertura y calidad, a través de la investigación como eje transversal de la formación y el uso permanente de plataformas de aprendizaje; soportada mediante su capacidad de gestión, la sostenibilidad institucional, el bienestar de su comunidad académica, el desarrollo físico y tecnológico, la innovación y la generación de conocimiento, bajo un marco de responsabilidad social y ambiental hacia la proyección nacional e internacional (UFPSO, 2019).

1.1.3. Objetivos de la empresa. La investigación como eje transversal de la formación se desarrolla a través de la incorporación e implementación de las TIC en los procesos académicos, la cualificación docente, la calidad y pertinencia de la oferta, la cobertura y el desarrollo estudiantil como soporte integral del currículo, de la producción científica y la generación de conocimiento, hacia la consolidación de la Universidad como institución de investigación (UFPSO, 2019).

Fortalecimiento de la gestión tecnológica y las comunicaciones, modernización de los recursos y adecuación de espacios físicos suficientes y pertinentes para el desarrollo de las funciones sustantivas y el crecimiento institucional (UFPSO, 2019).

Desarrollo de las capacidades institucionales promoviendo impactos positivos a la región, el medio ambiente y la comunidad, mediante la creación de alianzas estratégicas, ejecución de proyectos pertinentes, aumento de cobertura en actividades de extensión y el compromiso con la responsabilidad social (UFPSO, 2019).

Integración, transformación y fortalecimiento en las funciones de investigación, docencia y extensión para su articulación en un ambiente globalizado de excelencia y competitividad, tomando como referencia las tendencias, el estado del arte de la disciplina o profesión y los criterios de calidad reconocidos por la comunidad académica nacional e internacional (UFPSO, 2019).

Generación de programas para la formación integral, el desarrollo humano y el acompañamiento institucional que permitan el mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad universitaria con servicios que sean suficientes, adecuados y accesibles, que respondan a la política integral de bienestar universitario definida por la institución (UFPSO, 2019).

Implementación y mantenimiento de procesos eficientes y eficaces en la planeación, ejecución y evaluación administrativa y financiera; abordando estándares de alta calidad y mejoramiento continuo en todos los niveles de la organización; generando espacios de participación, transparencia, eficiencia y control de la gestión (UFPSO, 2019).

1.1.4. Descripción de la estructura organizacional. La Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña actualmente tiene la siguiente estructura orgánica.

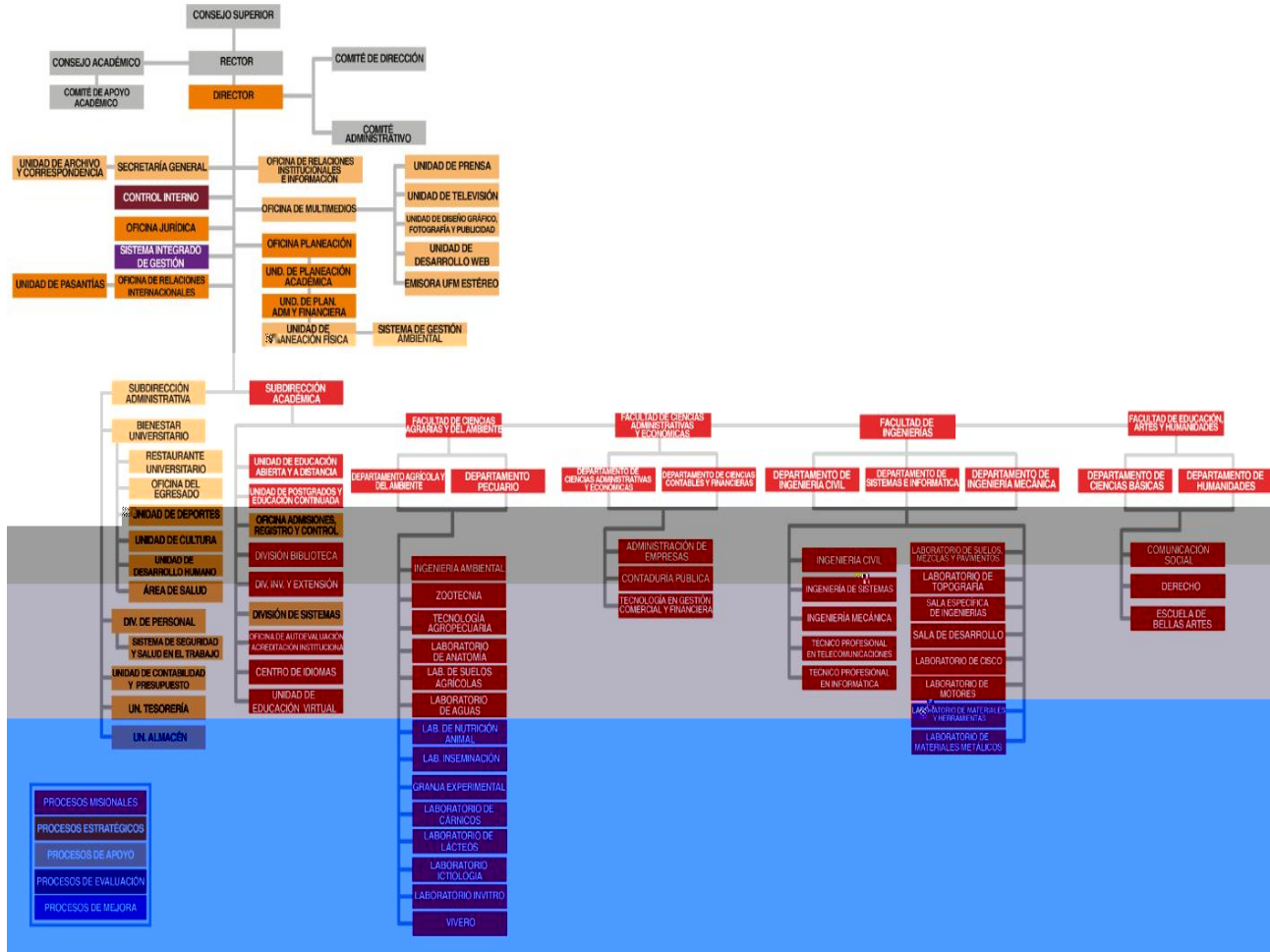


Figura 1. Estructura organizacional de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. UFPSO. (2019). Obtenida de: <https://ufpso.edu.co/Estructura>

1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado. El proyecto piscícola está bajo la coordinación de la MSc. Carmen Liceth García Quintero, las instalaciones del proyecto se ubican en la zona norte de la granja experimental, está compuesto por seis estanques australianos con diámetro de seis metros, dos pequeños con diámetro de tres metros y dos en tierra para reservorio de agua, los cuales se dedican exclusivamente a la reproducción y el manejo del alevinaje. Las especies que se producen son la tilapia roja, tilapia spring, tilapia nilótica y bocachico, con las cuales se busca suplir las necesidades de semilla para la región y a la vez será soporte fundamental para el desarrollo de nuestros profesionales, ellos harán toda la parte de prácticas de la asignatura de piscicultura que se basa en manejo, reproducción, nutrición y mejoramiento de las especies que se van a cultivar (UFPSO, 2019).

1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

La Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña actualmente tiene la siguiente tabla donde se desarrolla la matriz DOFA institucional.

donde los estudiantes o docentes puedan cambiarse.

4. La infraestructura no es la indicada para los equipos (blogger), ya que no tiene una ventilación adecuada.

5. No hay senderos demarcados para el área de producción, oficina y bodega.

6. Este es un sistema artificial, el cual requiere de un operador constante.

(*Oreochromis sp*) en la estación piscícola de la UFPSO.

Nota: La tabla muestra la matriz de DOFA con sus respectivas estrategias a implementar en la dependencia asignada en las pasantías. Autor (2019).

1.2.1. Planteamiento del problema. La habilidad y la alta sobrevivencia que tiene la tilapia, hace que esta especie sea una de las mejores en reproducción temprana; lo que puede llegar a causar sobrepoblación y competencia por oxígeno, espacio entre peces y alimento en el estanque. Por tal motivo, es necesario utilizar técnicas como la reversión sexual, ya que nos ayuda a limitar la producción de los alevines en los cultivos y así lograr que estos alcancen el peso ideal.

La técnica de reversión sexual se basa en suministrar el alimento mezclado con hormonas masculinas a los alevines, antes de que el tejido gonadal de las hembras se haya diferenciado genéticamente en ovarios. El desarrollo de esta práctica tiene como finalidad transformar las

La reversión sexual en la producción de tilapia es restringida, debido a que se cultivan en regiones tropicales con temperaturas en un rango de 25 y 30 °C, ideales para lograr la reproducción y su óptimo crecimiento. Se caracteriza por resistir baja calidad de agua, bajos niveles de oxígeno y cambios de temperatura, teniendo en cuenta que temperaturas menores a 20 °C disminuyen el consumo de alimento y detienen el crecimiento de los peces; temperaturas menores a 10 °C provocan estrés en los animales que en algunos casos provoca la muerte y cuando las temperaturas exceden los 37°C los peces consumen más oxígeno provocando también problemas por estrés.

1.3. Objetivos de la pasantía

1.3.1. Objetivo general. Establecer el plan de revisión en alevinos de tilapia roja y plateada en la estación piscícola de la universidad francisco de paula Santander Ocaña.

1.3.1. Objetivos específicos. Desarrollar el protocolo de reversión para la estación piscícola de la universidad francisco de paula Santander Ocaña.

Determinar el porcentaje de reversión alcanzada con el protocolo, teniendo como meta el 95%.

1.4. Descripción de las actividades a desarrollar en la misma

Tabla 2

Actividades a desarrollar

Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades a desarrollar
Establecer el plan de revisión en alevinos de tilapia roja y plateada en la estación piscícola de la universidad francisco de paula Santander Ocaña.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar el protocolo de reversión para la estación piscícola de la universidad francisco de paula Santander Ocaña. 2. Determinar el porcentaje de reversión alcanzada con el protocolo, teniendo como meta el 95%. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección de reproductores. 2. Preparación de estanques de reversión. 3. Recolección de crías de tilapia roja y plateada. 4. Desarrollo del plan de alimentación con hormonas de reversión. 5. Sexaje. 6. Determinación del porcentaje de reversión alcanzado. 7. Verificación de la prueba. 8. Otras actividades inherentes al proyecto. 9. Realización del trabajo final.

Nota: En la tabla se consigna las actividades planeadas a realizar en el proyecto piscícola de la UFPSO. Autor. (2019).

1.5. Cronograma de actividades

Tabla 3

Cronograma de actividades

Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Preparación de estanques de reversión.	■															
Selección de reproductores.		■														
Recolección de crías de tilapia roja y plateada.																
Desarrollo del plan de alimentación con hormonas de reversión.																
Sexaje.																
Determinación del porcentaje de reversión alcanzado.																
Verificación de la prueba.																
Otras actividades inherentes al proyecto.																
Realización del trabajo final.																

Nota: En la tabla se consigna las actividades a realizar dentro del plan de trabajo con su respectiva fecha.
Autor. (2019).

Capítulo 2. Enfoques referenciales

2.1. Enfoque conceptual

2.1.1. Historia de la especie. Las tilapias son de origen africano, la tilapia roja surgió del cruce de cuatro especies (*Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus*, *O. aurea* y *O. hornorum*). Es un híbrido muy importante en la producción de los organismos acuáticos, ya que se distingue por tener características aceptables en el mercado como la coloración blanca de la carne, textura firme, sabor suave y alto contenido nutricional (Calderón, 2009).

2.1.2. Situación en Colombia. Colombia siendo uno de los países con mayor biodiversidad, cuenta con una extensa variedad de peces y cuencas hidrográficas, la tilapia (*Oreochromis sp*) es una de las especies más cultivada por los colombianos debido a la creciente demanda que se ha venido presentando (Mojica, Cuéllar & Medina, 2018). El aporte de la acuicultura al sector pesquero nacional es mayor al 27% de la producción total, siendo la tilapia el producto más importante de la producción acuícola (Céspedes & Medina, 2018).

2.1.3. Generalidades de la tilapia. Es un pez teleósteo originario de África, pertenece al orden Perciforme y a la familia Cichlidae, por lo general se encuentra en las regiones tropicales donde los ambientes son favorables para el crecimiento y su reproducción. Puede ser cultivado en estanques o jaulas, se reproduce con facilidad, es resistente a enfermedades, tienen rápido crecimiento, resiste altas densidades, soporta diferentes condiciones ambientales y bajas concentraciones de oxígeno (Alicorp, 2008).

2.1.4. Calidad de agua. Es importante realizar análisis fisicoquímicos frecuentemente para conocer la calidad del agua y así garantizarles a los peces un ambiente favorable; con ayuda de este análisis se pueden medir distintos parámetros fisicoquímicos como temperatura, pH, oxígeno, nitrato, nitrógeno amoniacal, nitrito, alcalinidad, dureza (Sierra & Maroso, 2019). El desarrollo de los peces depende de la calidad del agua, por tal razón es importante mantener las condiciones fisicoquímicas dentro de los límites de tolerancia para lograr una buena producción (Bautista & Ruiz, 2011).

2.1.5. Reproducción. La tilapia roja (*Oreochromis sp*) y la tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*) son peces prolíferos; se reproducen a temprana edad a partir de los 3 meses (Ríos, 2012). Son especies incubadoras bucales (guardan los huevos fertilizados en su cavidad bucal), lo que garantiza que, al iniciar la reversión sexual las larvas sobrevivan entre un 85 y 90%. El mayor pico de producción de los reproductores se logra cuando obtiene un tamaño a partir de los 160 gramos y hasta los 300 gramos; pesos superiores afecta la motilidad espermática en el macho y las hembras presentan taponamiento del oviducto lo que impide llevar a cabo su función de ovoposición. Un ejemplar con peso promedio de 200 gramos puede eclosionar alrededor de 370 larvas en su boca, lo que indica que por cada gramo se espera 1.8 larvas, la viabilidad depende de las condiciones ambientales en las que se encuentren (Espejo, 2012).

2.1.6. Reversión sexual. Los alevinos sometidos a la reversión sexual comienzan a alimentarse más o menos a los 3 días después de que su saco vitelino sea absorbido, debido a que los alevinos aún no han desarrollado sus gónadas (ovarios y testículos), en este momento comienza el proceso de reversión sexual que consiste en que los alevinos se formen como

m metiltestosterona)
para que la reversión sea efectiva (Arboleda, 2005).

Existen diversas técnicas para obtener cultivos de tilapia monosexo, como son la reversión por inmersión, poblaciones monosexo y temperatura, ginogénesis, androgénesis, tilapias genéticamente machos (GMT) o supermachos y la reversión por alimento hormonado, la cual consiste en alimentar los alevinos con hormona masculinizante y así lograr que la mayoría de los peces sean machos, esta técnica es recomendada debido a los bajos costos y su alta efectividad (Hahn, Grajales & Restrepo, 2012).

2.1.7. Alimentación. La técnica más utilizada por los productores es la utilización de la hormona masculinizante (metiltestosterona) en la alimentación, consiste en mezclar 60 mg por cada kilogramo de alimento balanceado disuelta en un litro de alcohol dejándolo secar, deben ser alimentados durante 30 días (Ordoñez & Recalde, 2017)

2.2. Enfoque legal

2.2.1. Resolución 2110 de 2017. Por medio de la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la expedición del permiso de pesca comercial artesanal a persona natural y jurídica en el territorio Nacional.

En esta resolución, se establecen todos los requisitos y procedimientos necesarios que se deben cumplir para otorgar el permiso de pesca comercial artesanal, ya sea persona natural, persona jurídica, asociación o cualquier otro tipo de asociación. De igual manera, se describe el

término del permiso, las prórrogas, patentes de pesca, registro general de pescadores artesanales, cancelación voluntaria del permiso, afiliación, desafiliación y/o reemplazo de embarcaciones.

2.2.2. Resolución 20186 de 2016. Por medio de la cual se establecen las condiciones sanitarias y de bioseguridad en la producción primaria de animales acuáticos, para obtener el certificado como Establecimiento de Acuicultura Bioseguro.

En esta resolución se describen todos los requisitos sanitarios y de bioseguridad, establecidos a toda persona dedicada a la actividad acuícola, ya sea persona natural o jurídica dedicada, para obtener la certificación como establecimiento de acuicultura bioseguro, ante la gerencia seccional del ICA, de la jurisdicción donde se encuentre ubicado el establecimiento.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo

3.1. Presentación de resultados

3.1.1. Primer objetivo específico: Desarrollar el protocolo de reversión para la estación piscícola de la universidad francisco de paula Santander Ocaña. Para realizar el protocolo de reversión, se tuvo en cuenta cada una de las actividades que se deben realizar al momento de iniciar con un plan de reversión sexual, en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) y tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*) (**Ver Apéndice A**).

El protocolo cuenta con 7 ítem, de los cuales, el primero es la introducción; el segundo, el objetivo general; el tercero, los aspecto geográfico de la granja experimental de la UFPSO; en el cuarto, se describen los datos físico-químicos y climáticos como temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, dureza, amonio, nitritos, nitratos y salinidad; el quinto, contiene los materiales, equipos y especie utilizados en la reversión sexual; el sexto, describe el control que se debe tener en cuenta en el proceso productivo, y el séptimo, contiene la metodología, en la cual se encuentra cada uno de los pasos a realizar para el plan de reversión sexual en tilapia. Este protocolo puede ser de gran utilidad para los estudiantes y piscicultores de la región, ya que describe el correcto manejo del plan de reversión sexual en tilapia.

3.1.2. Segundo objetivo específico: Determinar el porcentaje de reversión alcanzada con el protocolo, teniendo como meta el 95%. Para el cumplimiento de este objetivo se tuvo en cuenta cada uno de los pasos que se deben realizar para lograr la reversión sexual en tilapia.

Se utilizaron dos estanques australianos de geomembrana, con capacidad de 7.069 litros de agua (cada uno); el primer paso fue la preparación del estanque, en donde se realizó la limpieza y lavado de los estanques con el fin de eliminar toda clase de larvas u otras especies (rana, sancudos, caracoles); al estar totalmente limpio se debe dejar a exposición del sol por varios días, cuando está totalmente seco, se realizó la desinfección con cloro, para reducir el mínimo riesgo de enfermedades. Se procede a llenar el estanque hasta 80 cm que equivale a 5.655 litros de agua, con la ayuda de un filtro que evite la entrada de peces silvestres; luego se le aplica 1500 ml de cloro al agua por estanque, para eliminar las larvas que lograron atravesar el filtro dejándolo actuar por 48 horas y luego se encendieron los blower para la oxigenación del estanque.

Los reproductores utilizados fueron criados en la estación piscícola de la UFPSO, de la tilapia roja con peso promedio de 500 gr y 16 meses de edad, y de la tilapia plateada el peso promedio fue de 700 gr y 19 meses de edad, las cuales se encontraban sexualmente maduras, con buena condición corporal y sin ninguna malformación. En cada estanque se utilizaron 6 peces (2 machos y 4 hembras), en un estanque se ubicó la tilapia roja y en el otro la tilapia plateada; para realizar la siembra, se preparó una solución de agua con sal donde se introdujeron los reproductores seleccionados, para ser depositados en los estanques correspondientes. Diariamente se realizó el monitoreo constante de los parámetros de calidad de agua como temperatura, oxígeno, pH, amonio nitritos y nitratos.

A los 15 días de realizar la siembra, se inició el monitoreo para ver si había presencia de larvas, el monitoreo se realizó hasta los 30 días y como no hubo reproducción se remplazaron los reproductores, se les dio el tiempo correspondiente para que se reprodujeran, pero no fue posibles, debido a las bajas temperaturas del agua, por tal motivo se decidió implementar un



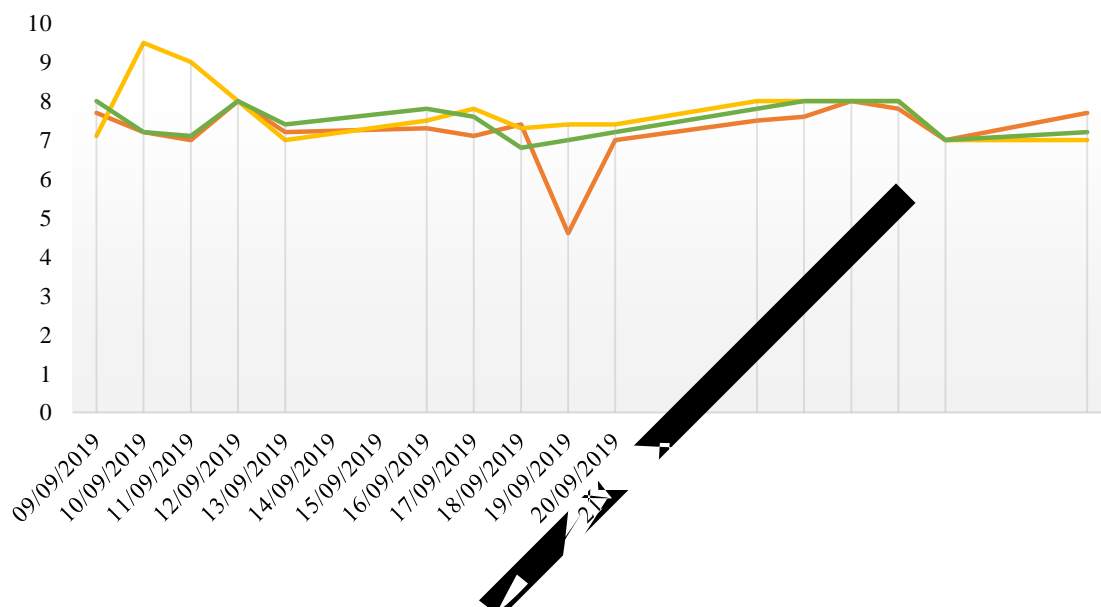


Figura 3. pH del mes de septiembre.

Figura 4. Amonio del mes de septiembre.

Figura 6. Temperatura de

Septiembre 2010 Nitrito 12:00 mNitrito 5:00 pmNitrate 7:00 amNitrate

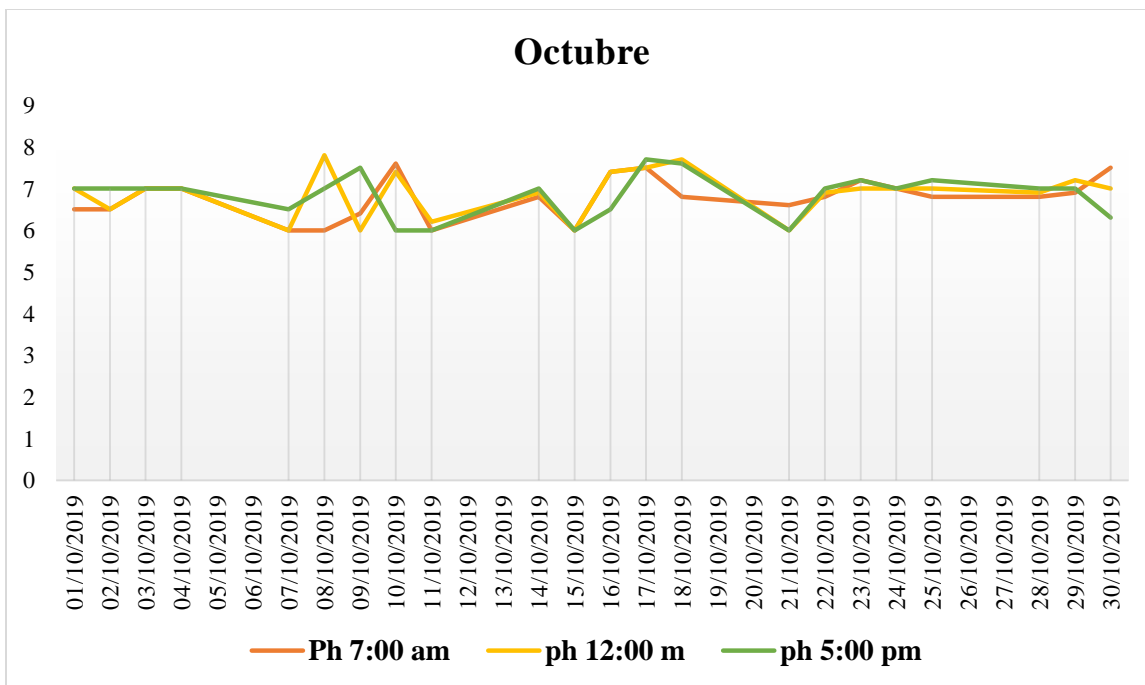


Figura 7. pH del mes de octubre.

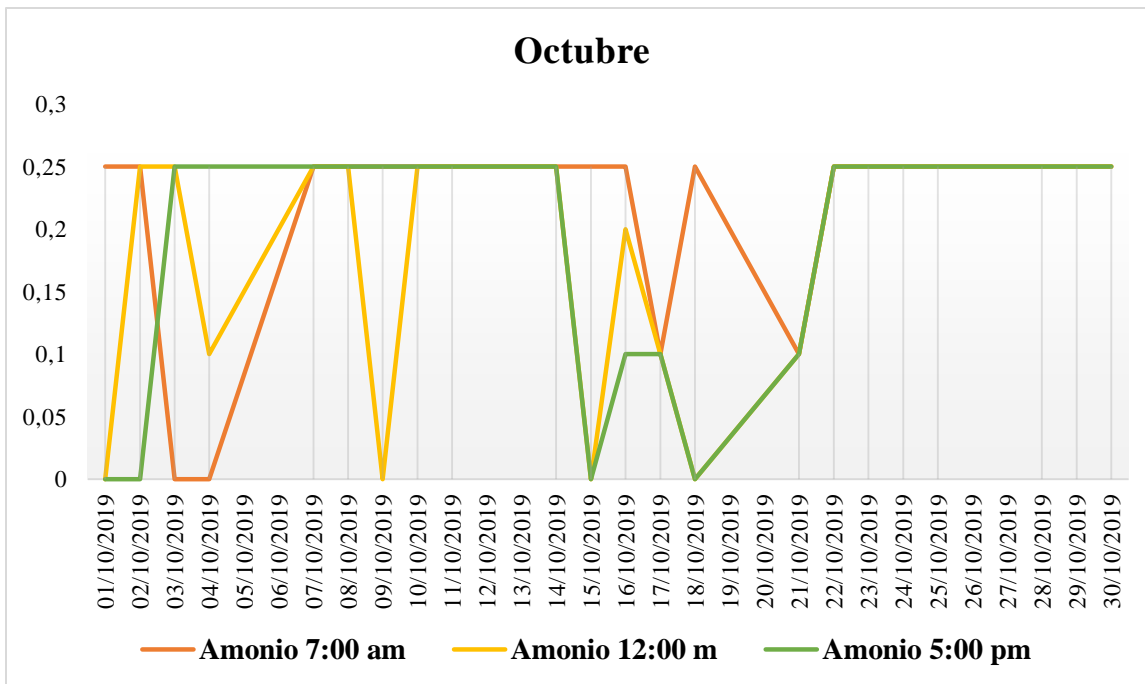


Figura 8. Amonio del mes de octubre.

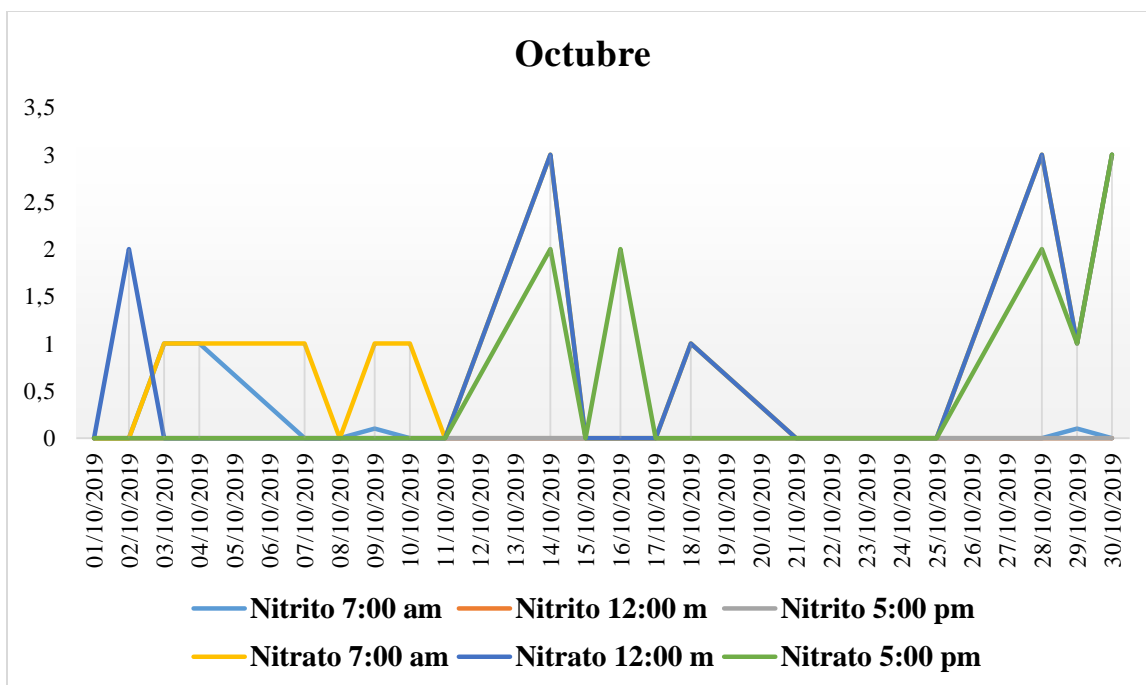


Figura 9. Nitrito y nitrato del mes de octubre.

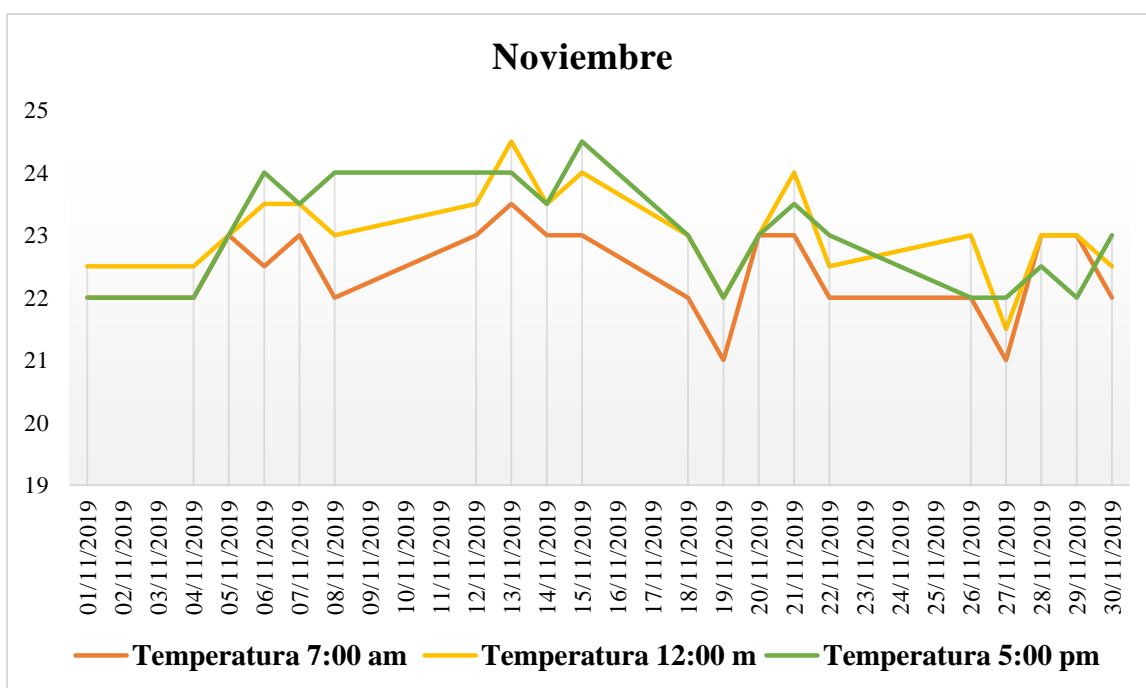


Figura 10. Temperatura del mes de noviembre.

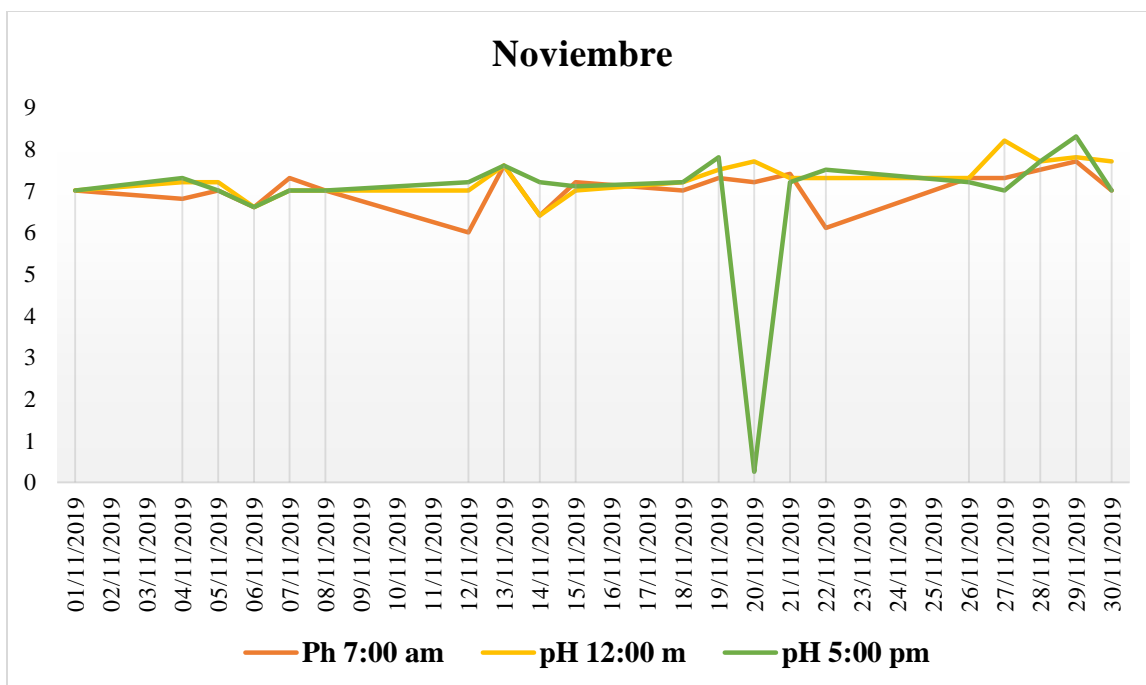


Figura 11. pH del mes de noviembre.

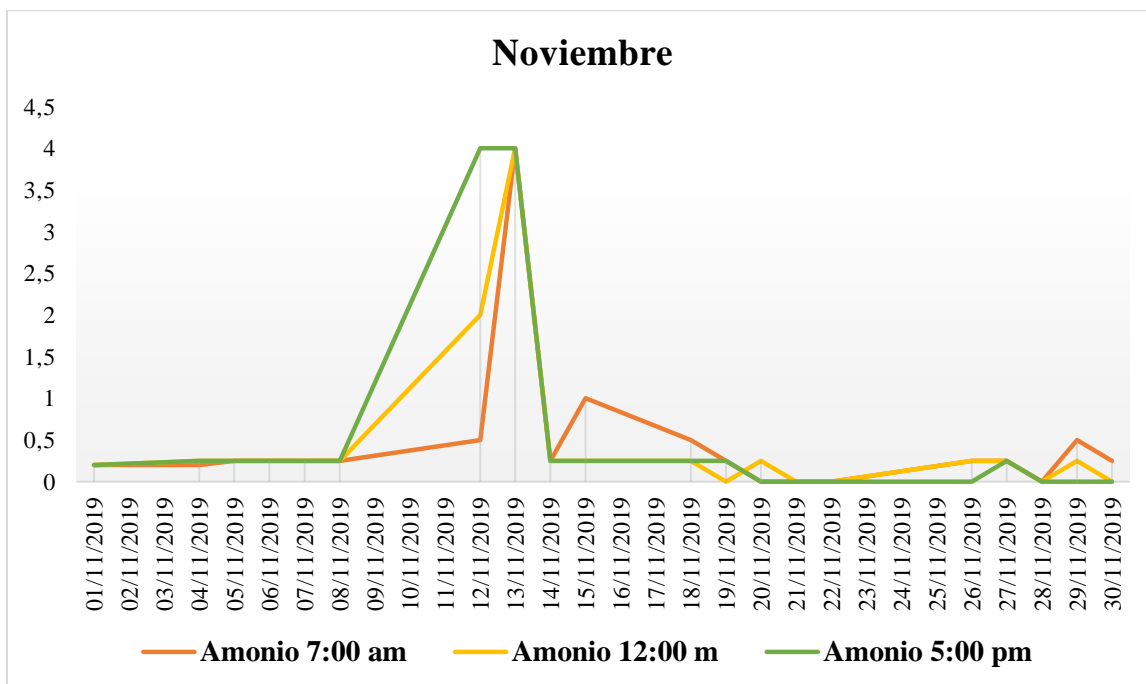


Figura 12. Amonio del mes de noviembre.

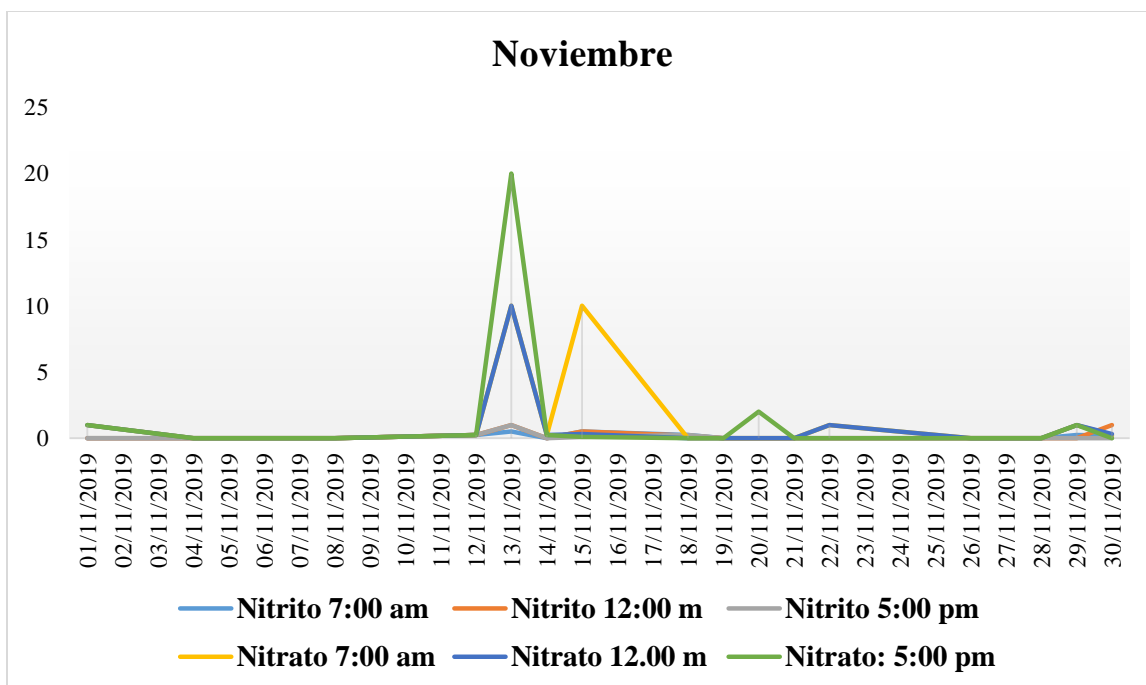


Figura 13. Nitrito y nitrato del mes de noviembre.

Capítulo 4. Diagnostico final

Se realizó la práctica profesional en el proyecto piscícola de la UFPSO, durante el tiempo transcurrido se llevaron a cabo las actividades proyectadas en el plan de trabajo.

Debido a las bajas temperaturas, se tuvieron en cuenta varias alternativas para lograr la reproducción, pero no fue posible, ya que la temperatura mínima para la reproducción de los peces es de 26°C y la temperatura promedio del proyecto piscícola es de 23°C.

Dentro de las actividades inherentes del proyecto, se dejó archivado todos los parámetros de calidad de agua (temperatura, oxígeno, pH, amonio nitritos y nitratos) en el programa de Excel; además, se dejó registro de los pesajes y de las correcciones realizadas a los estanques, cuando los parámetros se encontraban por fuera de lo normal, en el caso del amonio al encontrarse alto se aplicaba melaza como fuente energética para las bacterias; para altos niveles de nitrito y nitrato se realizaban desgasificaciones (recambio de agua por un minuto) o se adicionaba sal para proteger las branquias de los peces y cuando los niveles de pH eran menores a 6 se aplicaba cal agrícola para subir el pH de 7 a 8 que es el rango recomendado.

Se implementaron filtros en todos los estanques, para evitar la entrada de larvas u otras especies como renacuajos, caracoles o mosquitos y al tanque de almacenamiento de agua se le colocó poli sombra, para evitar la entrada de desechos y garantizar que el agua permanezca limpia.

Se realizó el protocolo de reversión sexual en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) y

tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*) de la estación piscícola de la UFPSO, con el fin de ofrecer a los estudiantes y pequeños piscicultores de la región, el procedimiento que se debe llevar cabo para realizar un plan de reversión sexual.

Capítulo 5. Conclusiones

El trabajo llevado a cabo en la estación piscícola de la UFPSO, fue enriquecedor para adquirir conocimientos en el manejo de la piscicultura y la reversión sexual, esta técnica es de mucha utilidad para obtener cultivos de tilapia monosexo, la cual es una alternativa para controlar la sobrepoblación de peces y mantener la uniformidad.

El protocolo de reversión sexual permitirá la orientación y el aprendizaje de los estudiantes y piscicultores de la región, en el correcto manejo que se debe llevar a cabo al momento de realizar un plan de reversión sexual en tilapia roja (*oreochromis sp*) y tilapia plateada (*oreochromis niloticus*).

Debido a los efectos climáticos y cambios drásticos de temperatura en la estación piscícola de la UFPSO, no fue posible obtener una buena efectividad al momento de la reproducción, ya que la temperatura juega un papel muy importante al momento de la reproducción y sobrevivencia de los peces, lo que impidió poder determinar el porcentaje de reversión.

Capítulo 6. Recomendaciones

Implementar un sistema de invernadero en los estanques de producción, para mantener la temperatura del agua y garantizar que la producción tenga un buen desempeño, óptimo crecimiento y la sobrevivencia de los peces.

Plantear estrategias de manejo que garanticen las condiciones ideales para desarrollar el plan de reversión sexual en la estación piscícola de la UFPSO, teniendo en cuenta el protocolo realizado, en el cual se especifican las condiciones que se deben tener en cuenta al momento de producir alevines reversados.

Es importante realizarles mantenimiento a los equipos que se encuentran en la estación piscícola, debido a que algunos se encuentran en mal estado y estos son de mucha utilidad para tomar los parámetros de calidad de agua.

Colombiana de Ciencias Pecuarias, 20(3), 318-326. Recuperado de:
<https://bit.ly/359Z9CW><https://bi>

Integración de Políticas y Estrategias para el Desarrollo Rural Nacional. Panamá.
Recuperado de: <https://bit.ly/2qy25e4>

Sierra, C.A., & Maroso, J. J. (2019). Estrategias de manejo para mejorar la producción piscícola en un sistema de jaulas flotantes con tilapia roja (*Oreochromis sp*), en Montería, Córdoba. Universidad de la Salle. Facultad de ciencias agropecuarias. Programa de Zootecnia. Bogotá D.C. Recuperado de: <https://bit.ly/2qLhffZ>

UFPSO. (s.f.). *Granja Experimental UFPSO*. Proyectos en desarrollo en la granja experimental. Proyecto Caprino Recuperado el 21 de febrero de 2019, de <https://ufpso.edu.co/Estructura>

Apéndices

Apéndice A. Protocolo de reversión sexual en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) y tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*) en la estación piscícola de la UFPSO.

PROTOCOLO DE REVERSIÓN SEXUAL EN ALEVINOS DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*) Y TILAPIA PLATEADA (*Oreochromis niloticus*) EN LA ESTACIÓN PISCÍCOLA DE LA UFPSO.

El siguiente protocolo tiene como objetivo aportar metodológicamente el procedimiento que se debe llevar a cabo para realizar el plan de reversión sexual en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) y tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*), con el fin de orientar a los estudiantes y piscicultores de la región.

**ROTOCOLO DE REVERSIÓN SEXUAL EN ALEVINOS DE TILAPIA ROJA
(*Oreochromis sp*) Y TILAPIA PLATEADA (*Oreochromis niloticus*) EN LA ESTACIÓN
PISCÍCOLA DE LA UFPSO.**

1. Introducción

Las larvas recién eclosionadas pueden ser intervenidas para definir su sexo final, se realiza (metilttestosterona) por vía oral, lo que permite alcanzar una población entre el 95 y 99% machos, los cuales son de mucha utilidad para un cultivo de tilapia monosexual y así lograr alto rendimiento en la producción.

El presente protocolo tiene como finalidad aportar de forma explícita el procedimiento que se debe llevar a cabo en el plan de reversión sexual de tilapia roja (*Oreochromis sp*) y tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*) en la estación piscícola de la UFPSO, tiene como propósito lograr una mayor efectividad en la producción de alevines reversados y orientar a los pequeños productores del sector piscícola de la región.

2. Objetivo general

Establecer el protocolo de reversión sexual en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) y tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*), en la estación piscícola de la UFPSO.

3. Aspectos geográficos

La Granja Experimental UFPSO está ubicada a la margen derecha del río Algodonal, dentro del campus universitario, se encuentra a una altura de 1150 msnm, temperatura promedio de 23 °C, humedad relativa del 70% y extensión de 135 ha (UFPSO, 2019).

4. Datos físico-químicos y climáticos

4.1. Temperatura del agua

Para lograr un buen desempeño en la reproducción de tilapia, la temperatura del agua debe estar dentro del rango comprendido entre 27 y 32°C. Superiores a 32 o menores a 27°C el apetito disminuye junto con el crecimiento; temperaturas menores a 20°C no es viable que sea cultivada en estanques o jaulas descubiertas, debido a que el sistema inmunológico se suprime y se vuelven susceptibles a las enfermedades. Cuando la temperatura es superior a 38°C causan estrés térmico a los peces y suele ocasionarles la muerte y temperaturas entre los 8 y 10°C son mortales (Calderón, 2009).

4.2. Oxígeno Disuelto

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua deben permanecer altas con el fin de alcanzar un excelente crecimiento, el valor recomendable es de 4 a 8 mg/litros. Bajas

concentraciones de oxígeno disuelto disminuyen el crecimiento y la resistencia a enfermedades. Es importante que los cultivos en estanques mantengan por lo menos blowers (aireadores), para mantener la oxigenación (Calderón, 2009). La renovación de agua en los estanques, mantiene los niveles de oxígeno tolerables y beneficia la conversión alimenticia, y así mismo el crecimiento de los peces (Luchini, 2006).

4.3. pH

El pH debe permanecer entre el rango de 6 y 9 (Calderón, 2009). En aguas con pH de 2 los peces sobreviven durante 12 horas y pH de 3 provoca la muerte entre 1 a 3 días; el pH por encima de 10 provoca la destrucción total del tejido branquial que es esencial para la respiración y excreción, causando mortalidades significativas (Luchini, 2006).

4.4. Alcalinidad

Es la capacidad del agua para resistir los cambios de pH, altos niveles de alcalinidad permiten que el pH permanezca estable (Pinza, 2014). Según Calderón, los valores de alcalinidad oscilan entre 100-200 mg de CaCO_3/lt (carbonato de calcio por litro), valores de alcalinidad mayores a 175 mg CaCO_3/lt son perjudiciales debido a la formación calcárea producidas, lo cual afecta la productividad del cultivo como a los peces ya que les causa daño a las branquias (Tituaña, 2012).

4.5. Dureza

Es producida por sales de calcio y magnesio y en menores cantidades sales de hierro, aluminio y otros metales; es posible que estas sales sean eliminadas siendo filtradas a través de zeolitas naturales o artificiales, ya que tienen la capacidad de absorber iones metálicos, los cuales producen la dureza y liberan iones sodio en el agua (Pinza, 2014).

4.6. Amonio

Es el producto final de la excreción, producto de la orina y la descomposición de la materia orgánicas e inorgánicas (degradación de las proteínas de alimento no consumido y el material vegetal). El amonio que no es ionizado (forma gaseosa), es lo primero que es excretado, y cuando hay concentraciones altas en el ambiente acuático terminan siendo un elemento toxico para los peces (Pinza, 2014).

4.7. Nitritos y Nitratos

Son un poderoso agente contaminantes y de gran toxicidad. Es importante que las concentraciones permanezcan por debajo de 0.1 ppm, cuando los niveles son elevados se recomienda realizar recambio de agua y se limita la alimentación evitando la concentración de amonio en el agua.

4.8. Salinidad

Los niveles de salinidad deben ser de 0% (Calderón, 2009), a pesar de que muchas especies de tilapias son eurihalinos, pueden ser cultivadas en aguas salobres y agua dulce (Tecún, 2012).

5. Materiales, equipos y especie

5.1. Materiales

Baldes plásticos, coladores, japas, regla y atarraya.

5.2. Equipos

Estanques de geomenbrana, planta de energía, blower (aireadores), parrillas difusoras, balanza, oxímetro y peachímetro.

5.3. Especie

La especie trabajada fueron: híbrido tilapia roja (*Oreochromis sp*) y tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*); el peso promedio de los reproductores de la tilapia roja es de 200 - 400 gramos y de la tilapia plateada es de 200 - 400 gramos. La talla promedio de siembra de los reproductores es de 20 cm.

5.4. Insumos químicos

Hormona de reversión sexual (17 alfametiltestosterona), cloro y kit api.

5.5. Infraestructura de cultivo

Estanques australianos (circular) de geomembrana con capacidad de (7.069 litros) de agua.

6. Controles en el proceso productivo

6.1. Calidad de agua

El agua es un factor principal al momento de iniciar el cultivo de tilapia, debe estar libre de agentes contaminantes como químicos, físicos, biológicos o derivados del petróleo. El agua utilizada para el cultivo debe ser de excelente calidad con el fin de garantizar la sobrevivencia de los peces; por tal motivo se hace necesario realizar análisis fisicoquímico antes de iniciar el cultivo para conocer las propiedades del agua a utilizar.

6.2. Monitoreo de parámetros del agua

Los parámetros que deben realizarse diariamente en la estación piscícola son pH, temperatura, oxígeno, amonio, nitritos, nitratos. La alcalinidad y la dureza se deben realizar una vez a la semana (Calderón, 2009).

6.3. Monitoreos biométricos

El porcentaje de biomasa se debe calcular con el peso de la población, el alimento es suministrado según la fase de producción en la que se encuentre (Calderón, 2009).

6.4. Alimentación

Los peces deben ser revisados en el momento de la alimentación, para tener las medidas preventivas y asegurarnos de que no ocurra subalimentación o sobrealimentación en el cultivo (Calderón, 2009).

7. Metodología

7.1. Estanques de reproducción

El estanque de la estación piscícola tiene un diámetro de 3 m y altura de 1 metro, con capacidad de 7.069 litros de agua, al ser llenado a una altura de 80 centímetros la capacidad es de 5.655 litros de agua, se recomienda a esta altura para facilitar la recolección de las larvas y un mejor manejo del estanque. Generalmente es un estanque de geomembrana recubierto con plástico para mantener la temperatura constante del agua, cuenta con un sistema de aireación, a través de parrillas difusoras, además, posee una estructura metálica que está recubierta por poli sombra para evitar el ataque de depredadores (pájaros). Es importante el monitoreo diario de los parámetros fisicoquímicos como pH, oxígeno disuelto, temperatura, amonio, nitritos, nitratos, alcalinidad y dureza.

7.2. Preparación del estanque

7.2.1. Limpieza del estanque. Si el estanque se encuentra lleno de agua, debe ser drenado completamente, con el fin de eliminar toda clase de larvas u otras especies (renacuajos, sancudos, caracoles) que puedan encontrar en el estanque.

7.2.2. Exposición al sol. Después del drenaje, el estanque se debe dejar a exposición de la radiación solar por varios días, para garantizar un completo secado.

7.2.3. Desinfección: Luego del secado, se debe realizar una adecuada limpieza y desinfección de las paredes y el fondo del estanque, con el fin de minimizar el riesgo enfermedades a la nueva población; esta desinfección se realiza con cloro al 5,25%.

7.2.4. Llenado del estanque. Después de la desinfección, el llenado del estanque debe ser hasta aproximadamente 80 centímetros (5.655 litros de agua), el agua debe ser filtrada para evitar la entrada de peces silvestres.

7.2.5. Aplicación de cloro. Luego del llenado, se debe aplicar cloro para eliminar toda clase de larvas presentes en el estanque; la cantidad de cloro a aplicar es de 0.05 ml/litro y se deja actuar por un tiempo de 24 a 48 horas.

7.2.6. Oxigenación. Después de dejar en reposo, se deben encender los blower (aireadores), para garantizar la oxigenación del estanque y estimular el crecimiento de alimento

vivo (fitoplancton y zooplancton) el cual es adecuado para la alimentación saludable de la población, porcentaje de saturación recomendado en el estanque debe ser de 4mg/l.

7.3. Selección de reproductores

La edad aproximada de las hembras es de 3 a 5 meses y de los machos de 4 a 6 meses, y el peso debe ser entre 200 a 400 gramos. Deben tener buena condición corporal (cabeza pequeña, pedúnculo caudal corto, buen filete, etc.), que se encuentren totalmente sanos, sin parásitos y sin ninguna malformación; deben tener buena coloración y en el caso de la tilapia roja no debe tener manchas. Los reproductores deben ser renovados mínimo cada dos años con el fin de conservar la consanguinidad de la especie (Calderón, 2009).

Deben estar sexualmente maduros, los cuales se identifican de la siguiente manera, en el caso de las hembras tienen una papila genital sobresaliente y rojiza, y en el caso de los machos la coloración se presenta al borde de la aleta dorsal y caudal. Los reproductores deben ser seleccionados del mismo ciclo y que tengan tallas más grandes (Hsien & Quintanilla, 2008).

7.4. Siembra de Reproductores

Se recomienda de 2 a 3 hembras por macho con una densidad de siembra de 2 reproductores/m². Es necesario contar con otro lote de reproductores que estén aptos para reproducirse y sirvan de remplazo, cuando los reproductores del primer ciclo se encuentren en periodo de descanso.

7.5. Reproducción

El proceso de reproducción inicia cuando el macho elige un espacio en el estanque, limpia el área del territorio y lo vigila. La hembra madura, desova en el territorio y los huevos son fecundados por el macho, después de la fertilización, la hembra recoge los huevos en su boca y se retira. La hembra se encarga de incubar los huevos en su boca y cría a las larvas hasta que el saco vitelino sea absorbido.

7.6. Recolección de semilla

La recolección de las larvas se debe realizar de 3 a 5 días post eclosionadas, para que entren en la fase de reversión sexual. Al amentar los días de post eclosión de las larvas, provoca problemas en el estanque, como la pérdida de efectividad de la hormona en el proceso de reversión y las larvas disminuyen por causas del canibalismo. La recolección de las larvas, se debe realizar en horas de la mañana (antes de ser alimentados) con la ayuda de redes, coladores o nasa muy finos, evitando el maltrato y la mortalidad de las larvas.

Luego de haber recolectado todas las larvas del estanque, se deben separara los reproductores (hembras y machos), en los estanques correspondientes destinados para cada uno de ellos. Después de haber recolectado las larvas, se debe realizar una selección con una malla de 8 o 10 milímetros, las larvas que atraviesen la malla entrarán en la fase de reversión sexual y las que no logren atravesar la malla serán descartadas.

7.7. Proceso de reversión sexual

Se recomienda que los cultivos de tilapia sean monosexo (mayor porcentaje de machos) debido a las diferencias de crecimiento la hembra y el macho. Para realizar la reversión se utiliza la hormona masculinizante (17-alfa-metiltestosterona), desde los 3 o 5 días de nacidos hasta los 28 o 30 días de vida, esta hormona es disuelta en alcohol para ser incluida en el alimento, el cual contiene altos niveles de proteína, se le suministra a razón de un 15% de la biomasa por día, esto distribuido en 8 raciones mínimo. Para lograr la supervivencia de las larvas existen cinco factores determinantes a saber:

7.7.1. Manipulación. La forma más adecuada de recolectar las larvas es utilizando mallas suaves, ya que evita la manipulación directa con las larvas, permitiendo un rápido manejo con grandes cantidades de animales.

7.7.2. Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua. Desde el punto de vista fisicoquímico, en los peces adultos las condiciones críticas, son mortales para las larvas.

7.7.3. Temperatura del agua. Las larvas son termofílicas (susceptibles a cambios de temperatura), por tal motivo se debe permanecer valores constantes, se recomienda que esté por encima de los 26°C. Las larvas que se encuentren en estanques, con temperatura menor a los 25°C son susceptibles a ser atacados por agentes patógenos, aumentando la mortalidad.

7.7.4. Alimentación. Es importante utilizar alimentos de alto contenido proteico (superior al 40%), energético, este debe ser tamizado para lograr un consumo fácil y uniforme por parte de

las larvas, se recomienda que el tamaño de la partícula debe estar cercano a los 0.5 milímetros, durante el proceso de reversión sexual. La alimentación de los alevinos debe ajustarse de acuerdo a la experiencia de cada productor, la siguiente tabla muestra la alimentación para alevinos de tilapia:

Alimentación para alevinos de tilapia

Peso promedio (gr) del pez	Tasa alimenticia (%)	Frecuencia de alimentación
<1	15 a 20	10
1 a 5	10 a 15	9
5 a 8	8 a 10	8

Nota: La tabla muestra un ejemplo para la alimentación de alevinos de tilapia. Calderón, (2019).

Para conocer la cantidad de alimento a suministrar, se debe saber la biomasa (o peso vivo) de las larvas, presentes en el estanque.

Biomasa: $B = P \times N$

Ración diaria: $RD = B * \% / 100$

Frecuencia de alimentación: $FA = RD/NV$

Donde, B = Biomasa.

P = Peso promedio de los peces.

N = Número total de peces en el estanque.

RD = Ración diaria

% = Porcentaje peso vivo

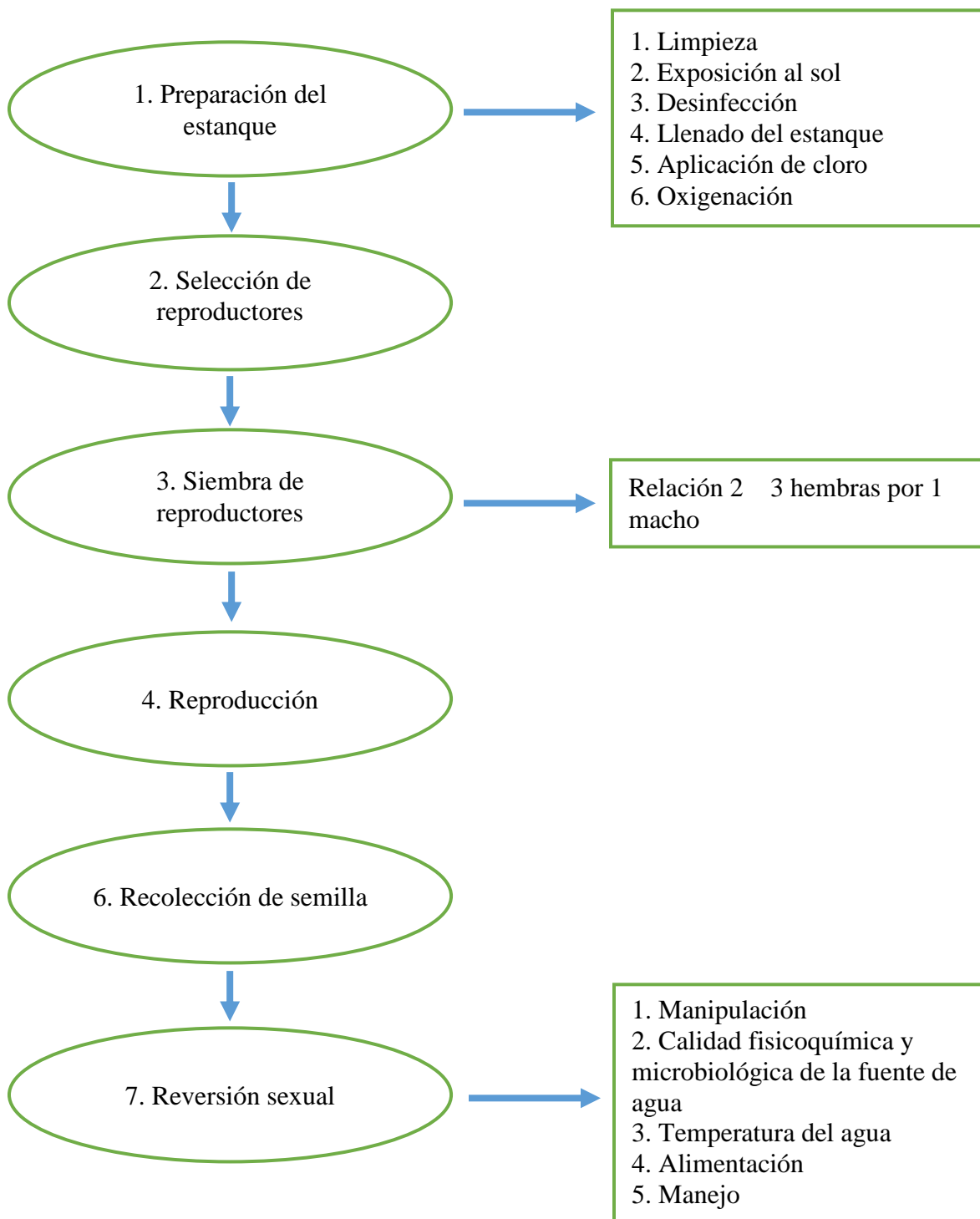
FA = Frecuencia de alimentación

NV = Número de veces

7.7.5. Manejo. Los estanques deben ser estar contruidos para ser llenados y vaciados fácilmente. Se debe evitar la acumulación de solidos disueltos y la proliferación de algas, para evitar problemas respiratorios a nivel de branquias. Se debe tener control de las variables que causan mortalidad en el proceso de reversión sexual como la temperatura, oxigeno, sólidos y patógenos.

7.8. Flujograma

Proceso para la obtención de alevinos monosexo



Apéndice B. Referencias

- Calderón D. C. (2009). Protocolo de reproducción y reversión de alevinos de tilapia *Oreochromis spp.* , con el uso de hormonas masculinizantes. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. Recuperado de: <https://bit.ly/2KCFmUY>
- Hsien, S. &
desarrollo de la pesca y la acuicultura (CENDEPESCA). El Salvador. Recuperado de:
<https://bit.ly/34nDMOI>
- Luchini, L. (2006). Tilapia: Su cultivo y sistemas de producción. Dirección de Acuicultura. SAGPyA. Buenos Aires. Recuperado de: <https://bit.ly/34laOyL>
- Pinza, P. J. E. (2014). Manejo de reproductores y de la calidad del agua para mejora de la reproducción de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la estación piscícola FISH-FLOW, Huila, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Ingeniería en producción acuícola. San Juan de Pasto, Colombia. Recuperado de: <https://bit.ly/34nkadh>
- Tecún, D. Y. M. (2012). Evaluación de la reproducción y crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en agua a 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal en Zamorano. Departamento de ciencia y producción agropecuaria. Zamorano. Recuperado de: <https://bit.ly/2R4UpLd>
- Tituaña C. L. G. (2012). Utilización de la hormona testosterona en reversión sexual en tilapias en la provincia del Tungurahua. Universidad estatal de Bolívar. Facultad de ciencias agropecuarias, recursos naturales y del ambiente. Recuperado de: <https://bit.ly/2YsLjtn>

UFPSO. (s.f.). *Granja Experimental UFPSO*. Proyectos en desarrollo en la granja experimental.

Proyecto Caprino Recuperado el 21 de febrero de 2019, de

<https://ufpso.edu.co/Estructura>

Apéndice C. Evidencia fotográfica



Foto 1. Selección de reproductores

Fuente: Autor, (2019).



Foto 2. Estanques de geomembrana

Fuente: Autor, (2019).



Foto 3. Desinfección

Fuente: Autor, (2019).



Foto 4. Exposición al sol

Fuente: Autor, (2019).

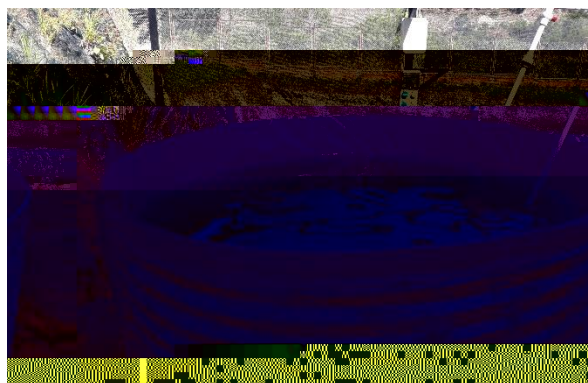


Foto 5. Llenado de estanque

Fuente: Autor, (2019).



Foto 6. Adición de cloro

Fuente: Autor, (2019).



Foto 7. Selección de reproductores

Fuente: Autor, (2019).



Foto 8. Pesaje de reproductores de tilapia roja

Fuente: Autor, (2019).



Foto 9. Pesaje de reproductores de tilapia plateada

Fuente: Autor, (2019).



Foto 10. Tallaje de reproductores de tilapia roja

Fuente: Autor, (2019).



Foto 11. Tallaje de reproductores de tilapia plateada

Fuente: Autor, (2019).



Foto 12. Sexaje de tilapia roja

Fuente: Autor, (2019).



Foto 13. Sexaje de tilapia plateada

Fuente: Autor, (2019).



Foto 14. Verificación de incubación bucal

Fuente: Autor, (2019).



Foto 15. Siembra de reproductores

Fuente: Autor, (2019).



Foto 16. Instalación de japa

Fuente: Autor, (2019).



Foto 17. Reactivo kit api

Fuente: Autor, (2019).

Foto 18. Toma de parámetros

Fuente: Autor, (2019).

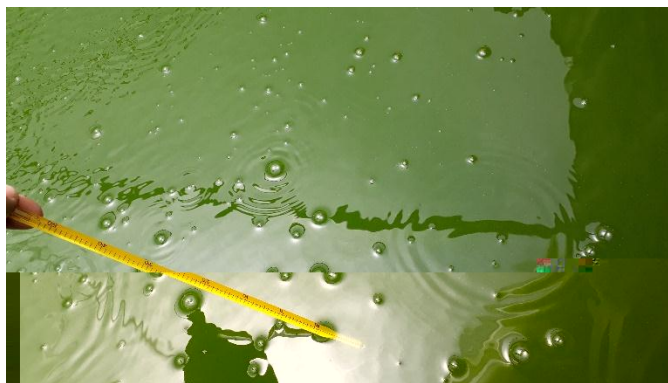


Foto 19. Toma de temperatura

Fuente: Autor, (2019).



Foto 20. Toma de pH

Fuente: Autor, (2019).



Foto 21. metiltestosterona)

Fuente: Autor, (2019).



Foto 22. Incubación

Fuente: Autor, (2019).

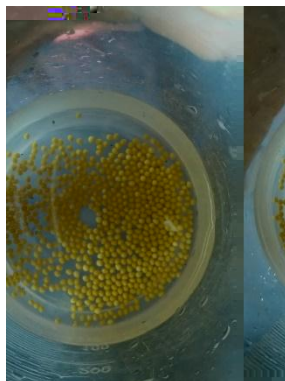


Foto 23. Huevos

Fuente: Autor, (2019).

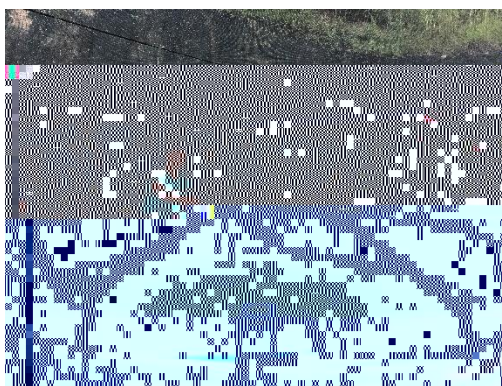


Foto 24. Elaboración del sistema invernadero

Fuente: Autor, (2019).



Foto 25. Sistema invernadero

Fuente: Autor, (2019).



Foto 26. Instalación de termostato

Fuente: Autor, (2019).



Foto 27. Filtros

Fuente: Autor, (2019).



Foto 28. Polisombra en tanque de almacenamiento

Fuente: Autor, (2019).