

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN**



**CARRERA INGENIERÍA ECOPISCICULTURA**

**EFFECTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA  
SOBRE LA GANANCIA DE PESO Y  
SUPERVIVENCIA DE POST-LARVAS DE TILAPIA  
(*Oreochromis niloticus*) BAJO UN SISTEMA  
INTENSIVO (RAS)**

**TESIS:** PARA OPTAR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN  
INGENIERÍA EN ECOPISCICULTURA

**PRESENTADO POR:** UNIV. WALDO SITO UYAMO

**ASESOR TÉCNICO:** ING. MIGUEL ÁNGEL PAZ GÁLVEZ

**TERRITORIO GUARANÍ – BOLIVIA**

**2021**

## HOJA DE APROBACIÓN

EFFECTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE LA GANANCIA DE PESO Y SUPERVIVENCIA DE POST-LARVAS DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) BAJO UN SISTEMA INTENSIVO (RAS).

Presentado por: Univ. Waldo Sito Uyamo

---

Ing. Martin Arias Vaca

**Director Carrera Ingeniería en Ecopiscicultura**

---

Ing. Miguel Ángel Paz Gálvez

**Asesor Técnico**

---

MVZ. Estela Rivero Guarayo

**Asesor Lingüístico**

---

Ing. Pablo Humaza Machado

**Tribunal Técnico**

---

Ing. Walberto Taboada Barriga

**Tribunal Técnico**

---

Ing. Bautista Chávez Rivera

**Tribunal Lingüístico**

## DEDICATORIA

A mi madre Alcira Uyamo Lipa.

A mi padre Pio Sito Escobar.

A mis hermanas y hermanos, por su incondicional paciencia, comprensión y aliento, siempre, en cada proyecto planteado, en especial durante el estudio de la carrera ingeniería en Ecopiscicultura y la ejecución del presente trabajo.

***Waldo Sito Uyamo***

## AGRADECIMIENTOS

Doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerzas y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Mis más sinceros agradecimientos eternamente a mi madre por la confianza brindado, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su gran amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mi padre, que siempre está en las metas proyectadas en mi vida, con orgullo por la persona en el cual me he convertido.

Al ing. Mauricio Barba Carrillo (Gerente propietario de la empresa Aquanorte Ltda.) por la confianza brindado de la sala de incubación o laboratorio (hatchery) y los materiales biológicos, insumos, equipos entre otros que fueron de vital importancia para esta investigación.

Al ing. Miguel Ángel Paz Gálvez por el asesoramiento, guiándome y aportando con todo el conocimiento del área abordada, que sin desalentar hizo que el trabajo de investigación llegara a sus diseños finales. Y a mi asesora lingüística MVZ. Estela Rivero Guarayo.

Finalmente, a mis tribunales técnicos, Ing. Pablo Humaza Machado, Ing. Walberto Taboada Barriga, Ing. Bautista Chávez (tribunal lingüístico), porque cada una de sus valiosas aportaciones hicieron posible esta tesis y más por la gran calidad humana que me han demostrado.



# ÍNDICE GENERAL

HOJA DE APROBACIÓN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN .....	x
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- ANTECEDENTES .....	1
1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1.- Preguntas de la investigación. ....	5
1.3.- OBJETIVOS.....	5
1.3.1.- Objetivo General.....	5
1.3.2.- Objetivos Específicos. ....	5
1.4.- JUSTIFICACIÓN .....	5
II.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1.1. Generalidades de la tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ). ....	7
2.1.2. Clasificación Taxonómica. ....	7
2.1.3. Característica de la tilapia. ....	8
2.1.4. Hábitos Alimenticios. ....	8
2.1.5. Hábitos Reproductivos. ....	8
2.1.6. Proporción Sexual. ....	9
2.1.7. Etapas de desarrollo de la tilapia nilótica.....	9
2.1.7.1. <i>Desarrollo Embrionario – Huevo.</i> ....	9
2.1.7.2. <i>Etapas de crecimiento.</i> ....	10
2.1.7.3. <i>Larva.</i> .....	10
2.1.7.4. <i>Alevín.</i> .....	10
2.1.7.5. <i>Juvenil.</i> .....	10
2.1.7.6. <i>Adulto.</i> .....	10

2.1.8. Calidad del agua.....	11
2.1.8.1. Oxígeno disuelto.....	11
2.1.8.2. Temperatura.....	12
2.1.8.3. Potencial de hidrogeno (pH).....	12
2.1.8.4. Amonio. ....	12
2.1.8.5. Nitrito (NO <sub>2</sub> ). ....	13
2.1.9. Densidad de siembra.....	13
2.1.10. Influencia de la densidad en el crecimiento y supervivencia durante la inversión sexual. ....	13
2.1.11. Sistemas de producción acuícola.....	14
2.1.11.1. Sistema tradicional .....	14
2.1.11.2. Tecnología BIOFLOC (TBF) .....	15
2.1.11.3. Tecnología de sistema de recirculación de agua (SRA) .....	15
III.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
3.1.- LOCALIZACIÓN/CONTEXTO .....	16
3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
3.3.- ALCANCES .....	17
3.4.- HIPÓTESIS.....	17
3.5.- VARIABLES .....	17
3.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
3.6.1. Diseño de tratamientos.....	20
3.7. Modelo estadístico matemático.....	20
3.7. SUJETOS, UNIVERSO Y MUESTRA .....	21
3.7.1. Sujetos.....	21
3.7.2. Universo.....	21
3.7.3. Muestra.....	21
3.8. MATERIALES .....	22
3.8.1. Materiales de gabinete. ....	22
3.8.2. Materiales biológicos .....	23
3.8.3. Materiales de laboratorio.....	23
3.8.4. Equipos .....	24
3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	24
3.10. PROCEDIMIENTOS.....	25
3.10.1. Laboratorio de incubación (Hatchery).....	25

3.10.2. Limpieza y desinfección del laboratorio de incubación. ....	25
3.10.3. Obtención de Semovientes. ....	25
3.10.3.1. <i>Transporte de ovas fertilizadas.</i> ....	25
3.10.3.2. <i>Proceso de incubación.</i> ....	26
3.10.4. Siembra de las post larvas de Tilapia. ....	26
3.10.5. Racionamiento y frecuencia de alimentación. ....	26
3.10.6. Limpieza periódica de los turriles. ....	27
3.10.7. Control biométrico. ....	27
3.10.8. Monitoreo de los parámetros físico – químico del agua ....	27
3.10.9. Análisis estadístico y procesamiento de datos. ....	28
IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
V. CONCLUSIONES .....	44
VI. RECOMENDACIONES .....	45
VII. PROPUESTAS .....	46
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
IX. ANEXOS.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la especie Tilapia .....	7
Tabla 2. Tallas y pesos estimados para cada etapa de vida de la tilapia .....	11
Tabla 3. Operacionalización de las variables .....	19
Tabla 4. Materiales de gabinete.....	22
Tabla 5. Materiales biológicos .....	23
Tabla 6. Materiales de laboratorio e insumos.....	23
Tabla 7. Equipos para el sistema de recirculación del laboratorio (Hatchery) .....	24
Tabla 8. Densidad de siembra de post-larvas.....	26
Tabla 9. Promedio de peso inicial y final de post - larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) de los diferentes tratamientos .....	29
Tabla 10. Descriptivo de medida de resumen por tratamiento en incremento en ganancia de peso de post - larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	30
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) de ganancia de peso en gramos de las post - larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	32
Tabla 12. Pruebas estadísticas de comparación múltiple de Tukey .....	32
Tabla 13. Descriptivo de medida de resumen por tratamiento de porcentaje de supervivencia de post - larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	34
Tabla 14. Técnica del análisis de varianza (ANOVA) de porcentaje de supervivencia de las post - larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	36
Tabla 15. Comparación múltiple de Tukey del porcentaje de supervivencia de post – larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	36
Tabla 16. Descripción del comportamiento de la calidad del agua en un sistema intensivo (RAS) para las post larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) sobre las 3 densidades de siembra .....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de campo del diseño experimental (D.C.A) .....	20
Figura 2. Medias de incremento en ganancia de peso en gramos de las post - larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	30
Figura 3. Curva de incremento de peso promedio (g) de los diferentes tratamientos durante la etapa experimental .....	31
Figura 4. Medias de porcentaje de supervivencia de las post - larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	35
Figura 5. Valores promedios de amonio NH <sub>3</sub> de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) por día.....	39
Figura 6. Valores promedios de nitrito NO <sub>2</sub> de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) por día.....	39
Figura 7. Valores promedios de Alcalinidad de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) por día.....	40
Figura 8. Valores promedios de Oxígeno disuelto de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) por día. ....	41
Figura 9. Valores promedios de pH de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) por día. ....	41
Figura 10. Valores promedios de Salinidad de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) por día. ....	42
Figura 11. Valores promedios de Temperatura de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) por día.....	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de la empresa Aquanorte Ltda. Carretera al norte, entre Warnes y Montero, zona Juan Latino, municipio de Warnes, departamento Santa Cruz, Bolivia.....	55
Anexo 2. Supuestos de curva de normalidad de datos de ganancia de peso (g).....	56
Anexo 3. Tabla de prueba de normalidad de datos de Shapiro – Wilk de ganancia de peso (g).....	56
Anexo 4. Gráfica de caja de bigotes de incremento en ganancia de peso (g).....	57
Anexo 5. Tabla de prueba de supuestos de homogeneidad de varianzas de Levene.....	57
Anexo 6. Curvas de normalidad de datos de % de supervivencia de post - larvas.....	58
Anexo 7. Tabla de pruebas de normalidad de Shapiro Wilk del % de supervivencia. ....	58
Anexo 8. Gráfica de caja de bigotes del % de supervivencia.....	59
Anexo 9. Tabla de pruebas de supuesto de homogeneidad de varianzas de Levene del % de supervivencia.....	59
Anexo 10 Tabla de resumen descriptivo de indicadores de ganancia de peso .....	60
Anexo 11. Planilla de seguimiento de las post - larvas de tilapia nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	65
Anexo 12. Acondicionamiento y llenado de agua de las unidades experimentales.....	66
Anexo 13. Filtro MultiCyclone, de arena y cartuchos del sistema RAS . ....	66
Anexo 14. Primera biometría de post larvas previo a la siembra.....	67
Anexo 15. Conteo y siembra de post larvas de Tilapia.....	67
Anexo 16. Alimentación a las post larvas de Tilapia .....	68
Anexo 17. Limpieza de excedente de alimento, heces fecales y peces muertos a través de sifoneo .....	68
Anexo 18. Extracción de peces muertos.....	69
Anexo 19. Análisis de calidad de agua (nitrito y amonio), .....	69
Anexo 20. Lectura de temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno.....	70
Anexo 21. Biometría final de las post larvas de Tilapia para determinar la ganancia de peso (g) .....	70
Anexo 22. Conteo final de las post Larvas para determinar el porcentaje de supervivencia. ....	71

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Santa Cruz en el laboratorio (Hatchery) de la Empresa Aquanorte LTDA., que está ubicado en la Carretera entre Warnes y Montero en la Zona Juan Latino. Se emplearon 66000 ejemplares de post – larvas de la especie *Oreochromis niloticus*, con el objetivo de evaluar la ganancia de peso y supervivencia en un sistema RAS, sometidos a tres diferentes densidades de siembra, los cuales fueron aplicados a un diseño completamente al azar (D.C.A): T0 o Testigo (7000 post larvas/80 L), T1 (5000 post – larvas/80 L) y T2 (10000 post – larvas /80 L). Al culminar la experimentación se obtuvieron incrementos en ganancia de peso promedios de: T0 o Testigo ( $0.37 \pm 0.043$  g); T1 ( $0.42 \pm 0.03$  g); y T2 ( $0.31 \pm 0.04$  g); con porcentajes de supervivencia del 77.8 % para el T 0 (testigo); T 1 del 59.8 %, y T 2 con un 71.2 %, con comportamientos de los parámetros fisicoquímicos sin variación de una densidad a la otra, con temperatura ( $27,3$  °C); nitrito (0.37 mg/L), pH(8.4); amonio (0.25 mg/L), alcalinidad (124 mg/L) y salinidad (3.25 mg/L), excepto el oxígeno disuelto (de 6.1 a 7.4 mg/L). Se concluye con un 95 % de confiabilidad a través de las pruebas ANOVA ( $p$  valor =  $0.04 < 0,05$ ), que existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Densidades de siembra), y con el análisis estadístico de Tukey da lugar al T1 (5000 post – larvas/ 80 L), con mayores incrementos en peso, pero menor porcentaje de supervivencia, en cambio al T0 o Testigo (7000 post larvas/80 L), se observó mayores porcentajes de supervivencia.

**PALABRAS CLAVE:** *Oreochromis niloticus*, Hatchery, sistema RAS, Incremento de peso.

# I.- INTRODUCCIÓN

## 1.1.- ANTECEDENTES

“Las tilapias son consideradas actualmente las especies de mayor importancia en los sistemas industriales de producción en el mundo, por sus características favorables de adaptación a un amplio rango de condiciones ambientales, habilidad para crecer en cautiverio con sistemas de alimentación artificiales, fácil reproducción, resistencia a enfermedades, tolerancia y desarrollo en condiciones de altas densidades” (Agilar, 2010). “En los últimos años se han realizado investigaciones orientadas a mejorar la producción de las tilapias, en aspectos relacionados con inversión sexual, nutrición, sanidad y genética” (Torres, Munoz, Cardenas, Alvarez, & Palacio, 2010) “esto ha permitido mejorar los rendimientos en sistemas de producción intensivos” (Dane, 2014), y cuando se evalúa el efecto de la densidad, la literatura muestra conflictos resultados, pero en general, se recomiendan densidades relativamente bajas, de 1 a 10 larvas / L (Sanches & Hayashi, 1999); (El-Sayed, 2002) (Tachibana, Leonardo, & Correa, 2008). Estas densidades no son adecuadas para la cría intensiva en un laboratorio, donde suele haber limitaciones de espacio. En este contexto para optimizar las densidades de siembra, para lograr alta sobrevivencia y crecimiento se han realizado diferentes investigaciones como:

(Mariluz, 2015), evaluó la eficiencia de un sistema de recirculación cerrado en los parámetros de calidad de agua y parámetros de crecimiento de alevines de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), para lo cual se diseñó 2 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, T1 (40 peces/100 L agua) y T2 (30 peces/100 L de agua), haciendo un total de 6 unidades experimentales con sistemas de recirculación, los flujos de agua a la entrada en cada unidad experimental fue de 250 L por hora. La temperatura del agua en las unidades experimentales se mantuvo entre  $23,5 \pm 24,5$  ° C, el oxígeno disuelto entre  $7,54 \pm 0,21$  y  $7,73 \pm 0,31$  mg/ L de agua; el pH entre  $7,23 \pm 1,0,34$  a  $7,58 \pm 0,35$ ; el amoníaco entre  $0,21$  a  $0,30 \pm 0,02$  mg/L; nitritos entre  $0,36 \pm 0,03$  y  $0,39 \pm 0,042$  mg/L respectivamente, no registrándose diferencia significativa entre los parámetros físico químicos de los dos tratamientos, pasado los 180 días, los resultados arrojaron los siguientes: Peso final T1  $77,31 \pm 2,30$  g; T2  $78,31 \pm 2,60$  g; La tasa de crecimiento absoluto para el tratamiento T1  $0,44 \pm 0,05$  g; para el tratamiento T2 de  $0,47 \pm 0,04$ . g; no encontrándose diferencia



significativa entre estos parámetros; La tasa de crecimiento específico para el tratamiento T1 fue de  $2,09 \pm 0,30$  %/día para el tratamiento T2 fue de  $2,49 \pm 0,45$  %/día, concluyendo que los sistemas de recirculación se pueden, trabajar con altas densidades de peces por metro cúbico sin bajar significativamente los parámetros productivos en el cultivo de tilapia nilótica.

(Ramos, 2017) evaluó el “Efecto de la densidad de carga sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) aplicando tecnología Biofloc” Para determinar el efecto aplicó un diseño experimental completamente al azar (D.C.A) con 5 tratamientos y tres repeticiones: Tratamiento 1 (D1SD): densidad de 3000 alevines.  $m^{-3}$  durante las cuatro semanas de inversión sexual. Tratamiento 2 (D2SD): densidad de 4000 alevines.  $m^{-3}$  durante las cuatro semanas de inversión sexual. Tratamiento 3 (D3SD): densidad de 6000 alevines/ $m^{-3}$  durante las cuatro semanas de inversión sexual. Tratamiento 4 (D2CD): densidad de 4000 alevines/ $m^{-3}$  durante las dos primeras semanas del tratamiento y desdoblada a 3000 alevines/ $m^{-3}$  durante las dos últimas semanas. Tratamiento 5 (D3CD): densidad de 4000 alevines/ $m^{-3}$  durante las dos primeras semanas. Los tratamientos que se diferenciaban por la densidad de carga inicial fueron D1SD (3000 alevines.  $m^{-3}$ ), D2SD (4000 alevines.  $m^{-3}$ ) y D3SD (6000 alevines.  $m^{-3}$ ), los tratamientos a los que se les aplicó el desdoble fueron D2CD (de 4000 a 3000 alevines.  $m^{-3}$ ), y D3CD (de 6000 a 4000 alevines.  $m^{-3}$ ). A través del análisis estadístico y la aplicación del ANOVA ( $P < 0,05$ ), y la comparación de múltiple de Tukey: El tratamiento que logró el mayor crecimiento fue D1SD (0,202 g) y el que obtuvo la mayor supervivencia fue D2SD (90,2 por ciento). No se encontraron diferencias significativas en el crecimiento y la supervivencia. El desdoble resultó generar un mayor crecimiento en los alevines de tilapia, pero no necesariamente una mayor supervivencia.

Así mismo (Rivera, 2018) en la temática abordada: Evaluación de la densidad de siembra sobre el crecimiento de la especie *Oreochromis sp* (tilfish), criados bajo un sistema intensivo de recirculación acuícola (RAS), en la Estación de Limnología y Acuicultura “PIRAHIBA”. Determinó la influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento de Post - larvas de *Oreochromis sp*. (Tilapia) criados en un sistema intensivo RAS, utilizó un D.C.A, con dos tratamientos (D 1: 100 peces/ $m^3$ , D 2: 80 peces/ $m^3$ ) y el testigo (19 peces/ $m^2$ ) con tres repeticiones. Utilizando un total de 1.890 Post - larvas con peso y longitud promedio inicial de 0,026 g y 0,8 cm, los cuales fueron alimentados 4 veces al día “Ad libitum”; Los datos

obtenidos en 40 días de cultivo, la ganancia de peso y longitud estándar (LS) fueron de 3,15 g y 3,13 cm para D 1, 4,02 g y 3,38 cm para D 2 y 2,97 g y 2,45 cm para el Testigo, realizando el análisis ANOVA determinó de que no existió diferencia estadísticamente. Los índices zootécnicos de producción resultados: GDP = de 0,078 g para D 1 y 0,100 g para D 2, TCE% = 7,875% para D 1 y 10,050% para D 2, TCA = 6,097 para D 1 y 5,006 para D 2, y TS% = fue de 61,330% para D 1 y 60,238% para D 2. Los valores medios de los parámetros físicos químicos del agua fueron: °T.24, 6 °C, O<sub>2</sub>. 6 mg/l, pH. 7 mg/l, NO<sub>2</sub>. 0 mg/l, NO<sub>3</sub>. 0 mg/l. La densidad de siembra estadísticamente no influye en el crecimiento de post - larvas de Tilapias, pero las diferencias reales de los tratamientos si existen, siendo el mejor tratamiento la D 2.

Actualmente en Bolivia en el departamento de Santa Cruz, desde el año 2015 inicia la empresa AQUANORTE LTDA., produciendo y comercializando alevines masculinizados de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), de la LÍNEA GIFT TILAPIA PREMIUM (Aquanorte LTDA, 2020) la cual cuenta con mejoramiento genético, y con una tecnología proveniente de países como México, Ecuador y Brasil, proyecto llevado adelante por profesionales formados en la carrera ingeniería en Ecopiscicultura con una amplia experiencia en el área.

Por lo anterior manifestado la presente investigación se realizó con la finalidad de mejorar la producción contrarrestando el alto porcentaje de mortandad en etapa post-larvaria, en proceso de reversión sexual, por lo que se trabajó con tres densidades de siembra para evaluar el factor ganancia de peso y supervivencia de tilapia (*Oreochromis niloticus*) bajo un sistema intensivo RAS. En condiciones de laboratorio (hatchery).

## **1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la reproducción de especies ícticas en cuerpos de agua naturales, se observan distintos factores ambientales; físicos, químicos y biológicos que brindan las condiciones apropiadas que los peces puedan sobrevivir y perdurar la especie. Es por eso que cuando los peces están en cautiverio tienen algunas condiciones similares a su ecosistema proveniente, es por esta razón que en la piscicultura controlada la producción de alevines es una etapa con grandes desafíos debido a la gran mortalidad que existe e influye económicamente y contrae pérdidas de inversión; esta problemática básicamente proviene de causas como la falta de técnicas de manejo en la etapa larvaria, tomando en cuenta

principios fundamentales de producción que son: 1) la calidad de agua y 2) la tasa de carga animal, que intervienen en el desarrollo y sobrevivencia de larvas, post-larvas y alevines.

Las dificultades son parte de un camino de emprendimiento en una producción acuícola como la que se suscita en la Sala de incubación de la Empresa de Aquanorte Ltda., que es de carácter tecnológico con un sistema de recirculación (RAS) para la producción de alevines de la especie Tilapia (*Oreochromis niloticus*) de la LÍNEA GIFT TILAPIA PREMIUM revertidos sexualmente con Hormona masculinizaste 17 alfa–metiltestosterona durante 30 días en un sistema RAS y Biofloc.

Según el diagnóstico realizado los inconvenientes revelados lo sufren las post - larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en su etapa posterior a la pérdida de su saco vitelino, inicio a su alimentación exógena y momento de su administración de hormonas de reversión sexual en turriles, durante 15 días en condiciones de laboratorio, con una carga animal aun no identificada a su cabalidad para un óptimo desarrollo y supervivencia del animal para pasar a la posterior etapa que es el alevinaje en sistema Biofloc para continuar con su proceso de reversión sexual.

Como consiguiente la falta de aplicación de una densidad de siembra contrae de manera directa o indirecta el bajo rendimiento en desarrollo homogéneo de la especie, con altas mortalidades en sus primeros días de ciclo de vida, desequilibrando de esta manera la producción de alevines a gran escala en un sistema intensivo, lo cual se ve afectado los costos de producción de la empresa, causa que no solo afecta a la empresa, también a todos aquellos piscicultores dedicados al rubro, que por falta de investigaciones en tecnologías, manejos larvarios, alevinajes, tienden a perder gran cantidad de su inversión.

La aplicación de esta investigación basadas en “Efecto de tres densidades de siembra sobre el factor de ganancia de peso y supervivencia de post-larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) bajo un sistema intensivo (RAS), en condiciones de laboratorio de la Empresa Aquanorte Ltda.” brinda solución a la problemática suscitada que afecta la ganancia de peso y la baja supervivencia en inicios de reversión sexual en turriles.

### **1.2.1.- Preguntas de la investigación.**

¿Cuál será el efecto de tres densidades de siembra sobre el factor de ganancia de peso y supervivencia de post-larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) bajo un sistema intensivo (RAS)?

### **1.3.- OBJETIVOS**

#### **1.3.1.- Objetivo General.**

Evaluar la ganancia de peso y supervivencia de post larvas de la especie *Oreochromis niloticus* sometidos a tres diferentes densidades de siembra para contrarrestar la mortandad en el centro de incubación de la empresa AQUANORTE Ltda.

#### **1.3.2.- Objetivos Específicos.**

- Estimar el incremento en ganancia de peso de las post-larvas de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en cada uno de los tratamientos.
- Determinar el porcentaje de supervivencia de las post-larvas de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en los diferentes tratamientos.
- Sondear el comportamiento de la calidad del agua en cada uno de los tratamientos del sistema de recirculación (RAS).

### **1.4.- JUSTIFICACIÓN**

Ante los sucesos de baja supervivencia y ganancia de peso heterogéneo de post – larvas de la especie *Oreochromis niloticus* en la sala de incubación de la empresa AQUANORTE LTDA. Que han alarmado los resultados respectivos, propiciando un ambiente de temor e intranquilidad sobre lo que está ocurriendo entre los personales de la empresa, afectando los costos de producción, es por eso que resulta de especial interés conocer cuáles son los comportamientos de post – larvas en turriles de reversión y como secuencia adoptar las medidas que permitan prevenir la problemática.

Por consiguiente, la utilidad de esta investigación radica en la profundización en el análisis de la ganancia de peso y supervivencia de post – larvas, sometidos a tres diferentes densidades de siembra como alternativa viable para contrarrestar la alta mortandad, aplicados en espacios limitados en sistema de recirculación (RAS), de esta manera identificar minuciosamente cada dificultad y posteriormente dar salida a la problemática surgente que agrava la falta de alevines para el comercio.

La investigación proporcionar información sobre el manejo de post-larvas en sistemas intensivos (RAS), basado en tecnologías económicas que fortalezcan la piscicultura en el país aportando al desarrollo socioeconómico para los pequeños y grandes productores acuícolas. Además, generar una cultura de investigación base para que se siga desarrollando este tipo de sistemas con la intención de mejorar el rendimiento en el cultivo de los peces, tal como vienen realizando otras industrias piscícolas a nivel nacional e internacional.

Este trabajo tiene una utilidad metodológica para futuras investigaciones que puedan seguir mismos pasos o mejorados para contrarrestar la mortandad, la baja ganancia de peso y brindar información sobre la estimación de densidad de siembra de post – larvas por litro, puesto que es de carácter científico que ofrece datos concorde a la realidad, que conduce a un impacto económico, social, ambiental favorable y que puedan ser considerado para otras especies y una herramienta útil para que las diversas instituciones ligadas al sector, generen planes de acción en apoyo y acompañamiento de los productores locales y regionales. Así también ser material de consulta para estudiantes, piscicultores y personas interesadas.

## II.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. Generalidades de la tilapia (*Oreochromis niloticus*).

“La tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia *Cichlidae*. Originario de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento. Es un pez de buen sabor y rápido crecimiento, se puede cultivar en estanques y en jaulas, soporta altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno disuelto y es capaz de utilizar la productividad primaria de los estanques, y puede ser manipulado genéticamente. Actualmente se cultivan con éxito unas diez especies. Como grupo las tilapias representan uno de los peces más ampliamente producidos en el mundo. Las especies más cultivadas son *Oreochromis aureus*, *O. niloticus* y *O. mossambicus*, así como varios híbridos de esta especie”. (Cantor A. , 2007).

#### 2.1.2. Clasificación Taxonómica.

Las características particulares de esta especie han contribuido a que se generen desacuerdos al momento de clasificarla taxonómicamente:

Tabla 1

*Taxonomía de la especie Tilapia*

TAXONOMÍA	
Phyllum	<i>Vertebrata</i>
Superclase	<i>Gnostomata</i>
Serie	<i>Piscis</i>
Clase	<i>Teleostomi</i>
Subclase	<i>Actinopterygios</i>
Orden	<i>Perciformes</i>
Suborden	<i>Percoidei</i>
Familia	<i>Cichlidae</i>
Genero	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>O. niloticus</i>

Fuente:

### **2.1.3. Característica de la tilapia.**

“Presenta un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido y discooidal, raramente alargado. La boca es protráctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos. Para su locomoción poseen aletas pares e impares. Las aletas pares las constituyen las pectorales y las ventrales; las impares están constituidas por las aletas dorsales, la caudal y la anal. La parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta, consta de varias espinas y la parte terminal de radios suaves, disponiendo sus aletas dorsales en forma de cresta. La aleta caudal es redonda, trunca y raramente cortada, como en todos los peces, esta aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación”. (Guzman, 2010).

### **2.1.4. Hábitos Alimenticios.**

“La tilapia se alimenta de forma natural de fitoplancton, perifiton, plantas acuáticas, invertebrados, fauna bentónica, detritos e inclusive otros peces y huevos de peces. Dependiendo de la fuente de alimento, estos se alimentarán por medio de filtración o por pastoreo en superficie” (FAO, 2016). “posee una rápida aceptación a todo tipo de alimentos tanto naturales como artificiales, incluyendo los producidos por intermedio de la fertilización orgánica o química” (Llanes & Toledo, 2006).

### **2.1.5. Hábitos Reproductivos.**

“Es una especie muy prolifera, a edad temprana y tamaño pequeño. El huevo de mayor tamaño es más eficiente para la eclosión y fecundidad. El tipo de reproducción es dioica y el sistema endocrino juega un papel importante en la regulación de la reproducción. La diferenciación de las gónadas ocurre en etapas tempranas, entre los 16 y 20 días de edad (tomando como referencia el primer día que deja de ser alevín). Posteriormente, las gónadas empiezan a definirse como masculinas o femeninas, éstas últimas se desarrollan entre 7 a 10 días antes que las masculinas. Alcanza la madurez sexual a partir de 2 o 3 meses de edad con una longitud entre 8 y 18 cm. El fotoperiodo, la temperatura (la cual

debe permanecer arriba de 24°C durante el periodo de maduración) y en presencia del sexo opuesto son factores que influyen en la maduración sexual

El número de huevos que pone una hembra es en relación al cuadrado de su longitud en centímetros [# huevos/postura = (largo de la hembra en cm)<sup>2</sup>]. Así una hembra de 20 cm de largo pondría aproximadamente 400 huevos en cada postura. Una de 30 cm de largo total pondría cerca de 900 huevos. Una hembra puede poner huevos a intervalos de 4 a 5 semanas, mientras la temperatura del agua está arriba de 22 °C. Bajo condiciones óptimas, la hembra puede poner a intervalos más breves aún". (Cantor, 2007).

#### **2.1.6. Proporción Sexual.**

"Se recomienda trabajar con una relación de 2 a 1 de hembras con respecto a macho, e incluso una relación de 3 a 1 daría buenos resultados. El tamaño entre ambos sexos debe ser lo más pareja, se suele cruzar a las hembras con machos de menor edad, con la finalidad de evitar el maltrato del macho a la hembra". (Hurtado, 2005).

#### **2.1.7. Etapas de desarrollo de la tilapia nilótica.**

Las etapas de desarrollo de la Tilapia son:

##### **2.1.7.1. Desarrollo Embrionario – Huevo.**

De acuerdo a (Hurtado, 2005), la penetración del espermatozoide en el óvulo es llamada impregnación, presentándose una reacción cortical para evitar la entrada de otro espermatozoide. El huevo pasa a través de un proceso de dilatación para posteriormente formarse dos partes de la masa central, que se distingue por su forma y color. Así mismo (Cantor A. , 2007), sostiene que, una vez formada la mayor parte del organismo, el embrión comienza a girar dentro del espacio perivitelino, ese movimiento giratorio y los demás movimientos se hacen más enérgicos antes de la eclosión. Los metabolitos del embrión contienen algunas enzimas que actúan sobre la membrana del huevo y la disuelven desde adentro, permitiendo al embrión romperla y salir fácilmente.



### **2.1.7.2. Etapas de crecimiento.**

Según (Arredondo & Cols, 1994), (Hurtado, 2005), (Cantor, 2007), (Savendra, 2006), y (Castillo, 2011), el crecimiento de la tilapia comprende solo 4 etapas básicas: Larva, alevín, juvenil y adulto.

### **2.1.7.3. Larva.**

Es la etapa de desarrollo subsecuente al embrión y a la eclosión, este estadio dura alrededor de 10 a 15 días, sin embargo de todo este tiempo la hembra protege a las larvas un periodo de 5 a 8 días, dejándolos entrar y salir con frecuencia de su boca, dicha fase se caracteriza porque la larva presenta un tamaño de 0.7 a 1.4 cm y posee un saco vitelino en el vientre que es de donde se alimenta los primeros días de nacido (Arredondo & Cols, 1994).

### **2.1.7.4. Alevín.**

En esta etapa los peces han absorbido por completo el saco vitelino y comienzan a aceptar alimento balanceado, han alcanzado una talla de 1 a 5 cm de longitud, la cual se logra dentro de un período de 15 a 30 días. Algunos autores nombran al alevín como “cría”, debido a que en esta etapa de crecimiento comienza la cuarta fase de cultivo denominada “pre cría”, de las 5 fases (Reproducción, proceso de reversión sexual, siembra, pre cría, y engorde) (Hurtado, 2005).

### **2.1.7.5. Juvenil.**

Este estadio tiene una duración aproximada de 45 días a 60 días, en donde alcanza una talla de 7 cm a 12 cm. El organismo sigue creciendo; sus necesidades nutritivas se van diferenciando y se asemejan más a las de un organismo adulto (Cantor, 2007).

### **2.1.7.6. Adulto.**

Es la última etapa del desarrollo, los individuos presentan tallas entre 10 y 18 cm y pesos de 70 a 100 gr, características que obtienen a los tres meses y medio de edad. Los

ejemplares adultos pueden llegar a alcanzar de 1 a 3 Kg de peso vivo. Siendo el peso mínimo de siembra en machos y hembras de 150 g y 100 g respectivamente. En general el pez alcanza la madurez sexual y presenta todas las características distintivas de su especie (Savedra, 2006).

Tabla 2

*Tallas y pesos estimados para cada etapa de vida de la tilapia*

<b>Estadio</b>	<b>Talla (cm)</b>	<b>Peso (gr)</b>	<b>Tiempo (días)</b>
Huevo	0,2 – 0,3	0,01	3 – 8
Larva	0,7 – 1,0	0,10 -0,12	10 – 15
Alevín	1 - 5	0,5 – 4,7	15 – 30
Juvenil	7 – 12	10 - 50	45 – 60
Adulto	14 – 18	70 - 100	70 – 90

*Fuente:* (Arredondo & Cols, 1994).

### **2.1.8. Calidad del agua.**

“La calidad del agua está determinada por sus propiedades físico-químicas, entre las más importantes destacan: temperatura, oxígeno, pH y transparencia. Estas propiedades influyen en los aspectos productivos y reproductivos de los peces, por lo que, los parámetros del agua deben mantenerse dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de la tilapia”. (Savedra, 2006)

#### **2.1.8.1. Oxígeno disuelto.**

“El oxígeno disuelto (OD) en un cuerpo de agua es indispensable para la sobrevivencia de los organismos que ahí se desarrollan. La concentración de oxígeno disuelto para una correcta producción de tilapias es de 3-8 mg/L de agua, ya que el metabolismo y el crecimiento disminuyen cuando los niveles son bajos o se mantienen por periodos prolongados”. (Cantor F. , 2007).

“El valor óptimo está por encima de los 4 mg/l. A continuación, se da a conocer los niveles de oxígeno (mg/l) y sus efectos.

- 0,0 - 0,3: Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
- 0,3 - 2,0: Letal en exposiciones prolongadas.
- 3,0 - 4,0: Los peces sobreviven, pero crecen lentamente.
- > 4,5: Rango deseable para el crecimiento del pez”.

(Lopez & Cruz, 2011).

#### **2.1.8.2. Temperatura.**

Para esta especie “(...) la temperatura ideal está entre 24 - 32 °C” (FAO, 2006-2011). “La tilapia tiene un rango de tolerancia de 12- 42 °C, con un crecimiento de hasta, tres veces más rápido, si vive a temperaturas optimas (27- 32 °C) pero si estas tienen variaciones de hasta 5 °C puede provocar estrés y algunas veces la muerte” (Colpos, 2008). “El incremento de la temperatura aumenta la tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno”. (Little & Muir, 1987).

#### **2.1.8.3. Potencial de hidrógeno (pH).**

“El pH interviene determinando si un agua es dura o blanda, la tilapia crece mejor en aguas de pH neutro o levemente alcalino. Su crecimiento se reduce en aguas acidas y toleran hasta un pH de 5; un alto valor de pH de 10 (durante las tardes) no las afecta y el límite aparente es de 11”. (Savedra, 2006).

“En peces como la tilapia el valor normal de pH del agua se encuentra entre 6,5 y 9,0 ya que esto permite la secreción normal de mucus en la piel, combinado con una dureza normalmente alta” (Lopez & Cruz, 2011).

#### **2.1.8.4. Amonio.**

“El amonio es producto de la excreción, orina de los peces y descomposición de la materia. FONDEPES (2004), indica que los valores de amonio deben fluctuar entre 0,1 a 0,3 mg/L; el amonio en su forma no ionizada (NH<sub>3</sub>) es tóxico, el nivel de tolerancia para las tilapias se encuentra en el rango de 0,6 a 2, mg/L”. Karasu & Köksal (2005), Alcantar et al. (2014) registran que concentraciones de 7,39 a 7,41 mg/L en un periodo de 48 horas puede ocasionar la muerte del 50% de la población de alevines de tilapia del Nilo.

#### **2.1.8.5. Nitrito (NO<sub>2</sub>).**

“El nitrilo es el producto intermedio en el proceso de nitrificación del amoníaco a nitrato el cual se da relativamente rápido mediante ozono y bacterias nitrificantes presentes en el medio por lo que las tilapias estén expuestas a intoxicarse ya que es producido constantemente” (Castillo F. L., 1989). “Cuando el nitrito ingresa al torrente sanguíneo de la tilapia, oxida el hierro de la molécula de hemoglobina desde el estado ferroso al férrico. El producto resultante se llama “metahemoglobina” y se encuentra a concentraciones máximas de nitrito de 0.5 mg/L”. (Timmons, 2002).

Estudios realizados demuestran que exposiciones permanentes a concentraciones de nitrito de 5.0 mg/L a más, ocasiona problemas para transportar oxígeno a la sangre (Isa, 2005).

#### **2.1.9. Densidad de siembra.**

“La densidad de siembra en todo proceso de cultivo es muy importante, ya que está en función de la intensidad de cultivo que se vaya a aplicar; así mismo, representa el punto de partida de las estimaciones de la producción y costos hacia el futuro, es el punto de partida de un cultivo, cuando los peces son confinados a altas densidades, el espacio individual o colectivo se puede convertir en un factor limitante de la producción”. (Schmittou, 1993).

#### **2.1.10. Influencia de la densidad en el crecimiento y supervivencia durante la inversión sexual.**

El proceso de inversión produce estrés en las larvas y altos porcentajes de mortalidad, dado que se ven obligadas a consumir exclusivamente el alimento con la hormona evitándose al máximo el acceso a alimento vivo para que haya buenos índices de eficiencia en los resultados (Wattanabe, Wicklund, Olla, & Head, 1997).

La densidad de la población es un factor importante que se relaciona con la sobrevivencia. (Vera & Mair, 1993) encontraron que el aumento de la densidad de la población reduce la sobrevivencia final de post-larvas de tilapia durante el proceso de

inversión sexual en hapas, este autor reportó supervivencias de 92.2, 76,1 y 68.9 por ciento para densidades de 2000, 6000 y 10000 post-larvas por metro cúbico respectivamente.

(Yousif, 2002) afirma que el aumento del número de peces (densidad) afectará negativamente el crecimiento del pez. (Breine, Nguenga, Teugels, & Ollevier, 1996) dijo que las interacciones sociales a través de la competencia para la alimentación y / o el espacio puede afectar negativamente el crecimiento de los peces. Las densidades de población más altas, por lo tanto, conducen a un aumento del estrés y resulta en el aumento de las necesidades de energía, causando una reducción en las tasas de crecimiento y utilización de los alimentos. (Osofero, Otubusin, & Daramola, 2009) realiza un estudio sobre los efectos de la densidad de siembra sobre el crecimiento y la supervivencia de *O. niloticus*, como resultados obtuvieron una relación inversa entre la tasa de supervivencia y la densidad de población.

No dejando de lado el gran aporte de (Mancini, 2002).que menciona que la especie (*Oreochromis niloticus*) su crecimiento es muy rápido en las fases de desarrollo de larvas y juveniles, en donde llega a ser superior al 30% del alevín por día, para de crecer a medida que el pez aumenta de peso, de modo que un pez de 1 kg por lo general crece menos de 1% diario.

#### **2.1.11. Sistemas de producción acuícola.**

##### **2.1.11.1. Sistema tradicional.**

Esta se desempeña por medio de la construcción de estanques, en esta forma de producción la densidad de siembra depende del área y de la cantidad de agua para poder generar una alta cantidad de peces, donde se trabaja con 2 a 3 peces por metro cubico. Esta genera una alta cantidad de material orgánico producido de las heces de los peces, del alimento no consumido y los peces muertos, lo cual mediante el recambio de agua se vierten estas cargas contaminantes al cuerpo de agua natural (Meyer, 2008).

### **2.1.11.2. Tecnología BIOFLOC (TBF).**

El Biofloc consta de un sistema cerrado, con tanques elevados y adecuación de niveles sobre el terreno. Funciona por el proceso de la aireación, el control del material orgánico producido por los peces y el alimento. Estas interacciones hacen que exista una alta tasa de microorganismos, que se alimentan del material orgánico y de otras sustancias diluidas en el recurso hídrico. Estos se aglomeran formando flóculos, que sirven como adición de alimento para los peces y descomponedores del amonio generado por las heces de los peces. Dependen de las concentraciones de oxígeno, nitrógeno y carbono dentro del sistema, elementos que deben ser monitoreados y manejados para mantener una calidad ideal para la vida de la siembra dentro del sistema (Bernal, 2017).

### **2.1.11.3. Tecnología de sistema de recirculación de agua (SRA).**

Los sistemas de recirculación de agua (SRA) surgieron como medida para evitar el desperdicio de agua y generar condiciones favorables para los cultivos, permitiendo tener cultivos de altas densidades. Usan del 90-99 % menos agua que los sistemas tradicionales, menos del 1 % del área y se prestan al tratamiento de los desechos (Timmons, 2002). El agua se mueve desde los tanques de cultivo de peces y fluye a través de los diferentes sistemas donde se retiran residuos sólidos, sedimentables, disueltos y suspendidos, manteniendo una alta calidad de agua. Otra parte del sistema convierte el amoniaco a nitritos y nitratos, además de eliminar el dióxido de carbono e incorporar oxígeno al sistema. Utiliza unidades de aireación/oxigenación, remoción de partículas, biofiltración, regulación de pH, remoción de CO<sub>2</sub> y regulación de temperatura (Piedrahita & Merino, 2007).

### III.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1.- LOCALIZACIÓN/CONTEXTO

La presente investigación se realizó en el departamento de Santa Cruz en la Empresa Aquanorte LTDA., que está ubicado en la Carretera entre Warnes y Montero en la Zona Juan Latino. Lat. 17.464229; Long. 63.204315; a 340 (m.s.n.m.).

##### 3.1.1.Contexto Climático y sociocultural.

Durante este periodo el clima enmarcó una temperatura promedio máxima de 31 °C y una temperatura mínima de 22 °C. con una precipitación de 150 mm. Así mismo la investigación se abordó con la participación y presencia de técnicos profesionales capacitados en fe sobre el manejo y producción de alevines masculinizados de tilapia GIFT (*Oreochromis niloticus*) en sistemas (RAS) y Biofloc.

#### 3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene las siguientes características:

- **Enfoque Cuantitativa.** - Permite medir con precisión las variables de estudio, como la densidad de siembra, porcentaje de supervivencia y ganancia de peso de post – larvas de tilapia en proceso de reversión sexual en laboratorio (hatchery).

- **Tipo de investigación Experimental puro.** - Es de carácter experimental puro, donde se manipuló las variables independientes, densidad de siembra, bajo condiciones controladas (laboratorio o hatchery) con el fin de conocer de qué modo o causa se produjo el acontecimiento con las variables dependientes (ganancia de peso y porcentaje de supervivencia)

### 3.3.- ALCANCES

- **Descriptivo-Explicativo:** Permite proporcionar información del fenómeno estudiado y pretenden establecer las causas de los sucesos que se estudian (ganancia de peso y porcentaje de supervivencia).

### 3.4.- HIPÓTESIS

**Ho:** La ganancia de peso y supervivencia de post-larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) no tienen diferencias estadísticamente significativas cuando se cultivan a densidades (D) de 5000, 7000, 10000 post – larvas / 80 L.

$$D 5000 = D 7000 = D 10000$$

**HA:** La ganancia de peso y supervivencia de post-larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) presentan diferencias estadísticamente significativas en uno de los tratamientos cuando se cultivan a densidades (D) de 5000, 7000 y 10000 post – larvas / 80 L.

$$D 5000 \neq D 7000 \neq D 10000$$

### 3.5.- VARIABLES

#### 3.5.1.- Definición de Variables.

Según (Hernandez, 2014) una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. (Nuñez, 2007) menciona que la expresión de una variable puede darse de forma conceptual u operacional, lo primero es aquel que define teóricamente a las variables y lo segundo es la desagregación o descomposición mediante un proceso de deducción, de lo más general a lo específico.

#### 3.5.1.1. Variable independiente.

Es la variable que el investigador manipula para ver los efectos que producen a otra variable (Buendia, Cols, & Hernandez, 2015). En este sentido la variable independiente es:



la densidad de siembra por turril; el investigador puede incrementar o reducir el número de individuos por unidad experimental o modificarlo durante la experimentación.

### **3.5.1.2. Variables dependientes.**

Son aquellas que se modifican o cambian a causa de la intervención de la variable independiente, es decir, “efecto” (Carballo, 2016); enmarcado en la definición anterior en la presente investigación se considera como variable dependiente: la ganancia de peso y porcentaje de supervivencia de post – larvas sometidos a diferentes densidades de siembra.

- a) **Ganancia de peso:** Representa la salida neta de una serie de proceso fisiológico y de comportamiento que inicia con el consumo de alimento y finaliza con incremento en longitud y peso (Silva, 2004). Por tanto, se evaluaron:

$$IGP = P_i - P_f$$

**Donde:**

**IGP:** Incremento en ganancia de peso

**P<sub>i</sub>:** Peso promedio inicial

**P<sub>f</sub>:** Peso promedio final

- b) **Porcentaje de Supervivencia.** - El porcentaje de supervivencia es el total de los individuos al final del periodo, se obtiene de la siguiente manera. (Tresierra *et al.*, 1995). Donde S (porcentaje de supervivencia), N<sub>t</sub> (número total) / N<sub>o</sub> (número inicial):

Tasa de supervivencia (%)

$$S = \frac{N_t}{N_o} * 100$$

### 3.5.2.- Operacionalización de Variables.

Las variables dependientes e independiente se enfatizan en la siguiente tabla:

Tabla 3

*Operacionalización de las variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>
Densidad de siembra	Cantidad de individuos por unidad espacial, (Martella, y otros, 2012)	Se aplicó diferentes densidades de siembra de post-larvas en turriles de reversión	Comportamiento del efecto de las densidades de siembra	Carga animal por litro	Nominal
Ganancia de peso	Proceso fisiológico y de comportamiento que inicia con el consumo de alimento (Silva, 2004)	Se evaluó a través de biometrías	Incremento de ganancia de peso en un periodo dado.	Peso inicial en gramos-peso final en gramos	De intervalo
Supervivencia	Es el total de los individuos al final del periodo (Tresierra et al., 1995)	Evaluación del porcentaje de supervivencia	Cantidad de peces vivos	Conteo volumétrico Porcentaje de supervivencia.	

### 3.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se cuenta con un diseño unifactorial completamente al azar (D.C.A), que fue dado en condiciones de laboratorio en fase de post-larvas en el cual se ocuparon 9 turriles de 80 litros para las unidades experimentales, y los tratamientos fueron las densidades de siembra.

#### 3.6.1. Diseño de tratamientos.

El diseño de los tratamientos para esta investigación fueron 3 tratamientos (T) con 3 réplicas (R) de acuerdo al siguiente orden:

T<sub>0</sub> (Testigo) = 7000 post-larvas/ turril (80 litros)

T<sub>1</sub> (Densidad de siembra) = 5000 post-larvas/ turril (80 litros)

T<sub>2</sub> (Densidad de siembra) = 10000 post-larvas/ turril (80 litros)

T <sub>2</sub> R3	T <sub>0</sub> Testigo	T <sub>0</sub> Testigo
T <sub>1</sub> R1	T <sub>1</sub> R2	T <sub>1</sub> R3
T <sub>0</sub> Testigo	T <sub>2</sub> R2	T <sub>2</sub> R1

Figura 1 Croquis de campo del diseño experimental (D.C.A)

### 3.7. Modelo estadístico matemático

Esta investigación experimental unifactorial completamente aleatorio simple (D.C.A.) corresponde al modelo estadístico matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

**Donde:**

**i** = 1,2,3 densidades de siembras

**j** = 1, 2, 3 turriles de reversión (80 litros)

$Y_{ij}$  = Incremento de la ganancia de peso y supervivencia de la  $i$ -ésima densidad de siembra en el  $j$ -ésimo turril de reversión sexual.

$\mu$  = Media global

$T_i$  = Efecto fijo de la  $i$ -ésima densidad de siembra

$E_{ij}$  = Error experimental asociado al  $j$ -ésimo turril sometida a la  $i$ -ésima densidad de siembra.

### 3.7. SUJETOS, UNIVERSO Y MUESTRA

#### 3.7.1. Sujetos.

(Chavez, 2007) identifica como sujeto a aquel individuo u objeto en los cuales se pretende generalizar los resultados, el mismo que pertenece a una población y universo de investigación. En este contexto el sujeto de la investigación son los especímenes de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en etapa de post-larvas.

#### 3.7.2. Universo.

El universo está conformado por toda la población o conjunto de unidades que se quiere estudiar y que podrían ser observadas individualmente en el estudio (Bravo, 1996). El universo en esta investigación lo representan 66000 post-larvas de la especie Tilapia (*Oreochromis niloticus*), los cuales fueron estudiados por tratamientos y repeticiones a través de las variables independientes (densidad de siembra) y dependientes (ganancia de peso y porcentaje de supervivencia).

#### 3.7.3. Muestra.

Es un subgrupo del universo o población del cual se recolectan datos y que debe ser representativo de esta. (Hernandez, 2014). Por tanto, en este estudio la población fueron las post-larvas.

### 3.7.3.1. Tipo de muestra.

Dentro de esta investigación se aplicó el método de muestreo probabilístico, ya que permitió conocer el comportamiento de la especie, apoyado en la técnica de aleatorio simple; que nos garantiza que todos los individuos (Post - larvas) que componen la población en estudio tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. Por tanto, se calculó a través de la fórmula estadística finita con un nivel de confiabilidad del 95% (1,96), probabilidad de éxito (0,50), probabilidad de fracaso (0,50) y un margen de error del 0.05 %. Dando resultado a 389 unidades de observación de post – larvas, con biometrías diarias para observar la ganancia de peso en gramos, durante los 15 días.

## 3.8. MATERIALES

Para realizar el trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales:

### 3.8.1. Materiales de gabinete.

Tabla 4

*Materiales de gabinete*

Ítem	Detalle	Descripción técnica
1	Portátil	HP COREi7 8th gen para la redacción del presente documento, análisis con paquetes estadísticos.
2	Bolígrafo	Lux 03 Faber Castell para tomar apuntes
3	Papel bond	Papel bond de 75 g/m2 para la impresión del documento
4	Calculadora	CASIO fx-570LA PLUS para resolver formulas
5	Impresora	EPSON L395 para imprimir documentos

### 3.8.2. Materiales biológicos.

Tabla 5

*Materiales biológicos*

Ítem	Detalle	Descripción técnica
1	Post-larvas de Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	Se contaron con 66000 post-larvas con peso promedio de 0.017 g, con capacidad de alimentarse de manera exógena.

### 3.8.3. Materiales de laboratorio.

Tabla 6

*Materiales de laboratorio e insumos*

Ítem	Detalle	Descripción técnica
1	Turril de reversión sexual	Barril de HDPE (Polietileno de alta densidad) capacidad de 80 litros
2	Coladores	De PVC con malla milimétrica
3	Balde	HDPE (Polietileno de alta densidad) capacidad de 10 litros
4	Recipiente	De 10 ml para conteo volumétrico de las post - larvas
5	Cepillo o escobilla	Para limpieza del turril y filtro de salidas del agua
6	Balanza de precisión	Capacidad de 600 g
7	Reactivos de calidad de agua	Amonio, nitrito (Labcon TEST de uso veterinario de agua dulce)
8	Biorremediadores	("Water Garden Oasis - Pond Stability")
9	Alimento	Micro-estrusado de 200 µm
10	Hormonas	Hormona masculinizaste 17 alfa-metiltestosterona. ALFAEVER

### 3.8.4. Equipos.

Tabla 7

*Equipos para el sistema de recirculación del laboratorio (Hatchery)*

Ítem	Detalle	Descripción técnica
1	Bomba piscina	De 1 hp para recirculación
2	Filtro MultiCyclone	Water, para tratamiento y limpieza de agua residual del sistema RAS
3	Filtro de arena	Water, para tratamiento y limpieza de agua residual del sistema RAS
4	Filtro cartuchos	Water, para tratamiento y limpieza de agua residual del sistema RAS
5	Filtro UV	Purificación de agua residual del sistema RAS
6	Blower	De 1 hp para la oxigenación de los turriles
7	Equipo multiparamétrico	Control de calidad de agua (AK88)

### 3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

-Técnicas: Las técnicas utilizadas fueron las biometrías, Conteo volumétrico a través de una observación directa; al mismo para el análisis de agua se realizaron muestreo compuesto (muestra compuesta) a través de un análisis *in situ*, para obtener datos promedios del comportamiento de la calidad del agua.

- Instrumentos: Test de calidad del agua, cuaderno de diario de campo, teléfono móvil (cámara fotográfica), y planillas de registro con apoyo del software (Excel), que fueron elementos estrictamente indispensables para registrar lo observado durante el proceso de investigación.

### **3.10. PROCEDIMIENTOS**

El tiempo de experimentación concluyó en un periodo de 15 días que abarca solo la fase de post-larvas en condiciones de laboratorio (hatchery) comprendido en el mes de diciembre del año 2020. Donde se evaluó el incremento de la ganancia de peso, porcentaje de supervivencia y el monitoreo de los parámetros de calidad de agua.

#### **3.10.1. Laboratorio de incubación (Hatchery).**

Es un ambiente adecuado que garantiza una buena calidad de agua, a través de un Sistema de Recirculación de Agua, con bomba de agua, blower, calefacción, tanque elevado, jarras McDonald, filtros mecánicos y biológicos (filtro MultiCyclone, dos filtros de arena, filtro cartuchos, rayos UV, filtro biológico) por último los turriles de reversión sexual de 80 litros.

#### **3.10.2. Limpieza y desinfección del laboratorio de incubación.**

Se realizó el lavado y desinfectado de turriles de reversión, aerotube, filtro bilógico, filtro Cyclone, filtro de arena, filtro cartucho. La desinfección de los materiales fue a través de baños de inmersión de corta duración aplicando amonio cuaternario con una dosis de 0.5 g/L durante 15 min.

#### **3.10.3. Obtención de Semovientes.**

Las post-larvas de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” fueron obtenidos de la misma sala de incubación de la empresa Aquanorte Ltda. Una vez que estos perdieron el saco vitelino, a través del siguiente procedimiento:

##### **3.10.3.1. Transporte de ovas fertilizadas.**

Una vez realizado el manejo y colecta de ovas fertilizados se procedió al traslado desde las tinas de los reproductores hasta el laboratorio para su posterior desinfección con Cloruro de sodio (NaCl), de 3 a 5 minutos a una dosis de 30 gramos por cada litro de agua (30 ppt).



### 3.10.3.2. Proceso de incubación.

Este proceso duro 5 días, según el estadio de las ovas. Una vez completada este proceso de incubación, eclosión y pérdida de saco vitelino en las bandejas de reabsorción que dura 3 días se procedió a la siembra en turriles de reversión.

### 3.10.4. Siembra de las post larvas de Tilapia.

Previo a la siembra de las post larvas se realizó un conteo volumétrico y una biometría para obtener el peso promedio en gramos. Los cuales fueron distribuidos aleatoriamente de acuerdo a los tratamientos de cada densidad de siembra establecida para su experimentación como se plasma en la siguiente tabla:

Tabla 8.

*Densidad de siembra de post-larvas.*

Tratamientos	Densidad de siembra por litro	Total, de post-larvas por turril (80 L)	Total, de post-larvas por tratamiento
Tratamiento 0 (Testigo)	87 post-larvas/litro	7000 post-larvas	21000 post-larvas
Tratamiento 1 (Densidad 1)	62 post-larvas/litro	5000 post-larvas	15000 post-larvas
Tratamiento 2 (Densidad 2)	125 post-larvas/litro	10000 post-larvas	30000 post-larvas
Total, de post-larvas			66000 post-larvas

### 3.10.5. Racionamiento y frecuencia de alimentación.

El alimento que se suministró durante el tiempo de experimentación fue micro-estrusado de 200  $\mu\text{m}$  dosificado con Hormona masculinizaste 17 alfa–metilttestosterona. El racionamiento de la alimentación fue de acuerdo con su desarrollo, empezando desde el porcentaje de ración de 30%, hasta llegar a 18%. Con una frecuencia de 10 veces al día.

### **3.10.6. Limpieza periódica de los turriles.**

La limpieza de los turriles fue diaria a través de sifonado y con una escobilla para eliminar restos de heces fecales, post – larvas muertas y alimento residual que no lograron llegar a los filtros. Así también fue a diario el lavado de la manta de la caja de agua o decantador del sistema RAS.

### **3.10.7. Control biométrico.**

La biometría se realizó a diario para verificar la ganancia de peso y el estado sanitario, pero en cambio, el conteo volumétrico se realizó con la ayuda de un recipiente al cual se lo designo medidas como: vaso lleno y vaso raso para sacar promedios, esto para comprobar el total de post larvas, proceso que se realizó cada 5 días, para obtener el porcentaje final de la supervivencia en el día 15.

Recipiente 1(Vaso raso): 500 post - larvas

Recipiente 2 (vaso lleno): 555 post - larvas

Recipientes totales: 19

Cálculo:  $500+555/2 =527.5$

$527 \times 19 = 10,023$  post - larvas

Este método de conteo se lo realizó durante toda la investigación y para todos los tratamientos.

### **3.10.8. Monitoreo de los parámetros físico – químico del agua.**

Para el seguimiento de los parámetros físicos-químicos se utilizaron reactivos de: Amonio y nitrito (Labcon TEST de uso veterinario de agua dulce), que fueron aplicados de acuerdo al modo de instrucción del producto, excepto para la temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno, para tal se utilizó un medidor multiparamétrico (AK88); los registros se realizaron cada 2 días en horas de la mañana, medio día y tarde.

### **3.10.9. Análisis estadístico y procesamiento de datos.**

Se utilizó un diseño completamente al azar, donde el análisis descriptivo de las variables fueron expresadas como media  $\pm$  desviación estándar (ganancia en peso y porcentaje de supervivencia), mientras que el análisis inferencial fue ligado a las hipótesis de investigación; Para contrastar las hipótesis de investigación se utilizó la técnica del análisis de varianza (ANOVA), previo a este proceso se sometieron a rigurosas pruebas estadísticas de normalidad (test de Shapiro-Wilk), (ver anexo 2, 3, 6 y 7), y homogeneidad de varianza (test de Levene), (ver anexo 5 y 9), posteriormente se realizó la prueba de Tukey, para verificar cuál de los tratamientos causa mejores efectos, en todos los casos  $p < 0.05$  fue utilizando como criterio estadístico para establecer las diferencias significativas. Los datos fueron analizados con el programa IBM SPSS Statistics y utilizando el programa computacional de Microsoft Office 2016 (Excel), se construyeron las curvas de ganancia de peso.

La hipótesis nula se rechaza, cuando el valor Sig., proporcionado por el programa IBM SPSS es inferior a  $\alpha = 0,05$ .

## IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Incremento en ganancia de peso de las post-larvas de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en cada uno de los tratamientos.

En la tabla 9 se presentan los resultados obtenidos al finalizar el periodo experimental para cada uno de los tratamientos que fueron evaluados; Se incluye valores promedio iniciales y finales.

Tabla 9

*Promedio de peso inicial y final de post - larvas de tilapia (Oreochromis niloticus) de los diferentes tratamientos*

<b>Parámetros</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
Densidad de siembra (post – larvas/80 L.)	7000	5000	10000
Peso promedio inicial (g)	0.017	0.017	0.017
Peso promedio final (g)	0.39	0.43	0.33
Incremento de peso (g)	0.37	0.42	0.31
Biomasa promedio inicial (g)	119.00	85.00	170.00
Biomasa promedio final (g)	2125.94	1298.04	2376.67

Se observó que los peces tuvieron un incremento de peso, empezando con un peso promedio de 0.017 g de manera homogénea en todo los tratamientos, con un peso final de manera heterogénea entre 0.31 a 0.42 g; en cuanto a la biomasa inicial marcan diferencia entre 85 a 170 g de acuerdo a la carga animal, finalizando con biomasa de 2125.94 g (T0), 1298.04 g (T1) y 2376.67 g (T2) respectivamente.

Para mayor detalle los resultados obtenidos en el incremento de ganancia de peso se muestran en la Tabla 10, se puede apreciar que los mejores promedios de peso se alcanzaron con el tratamiento T1 ( $0.42 \pm 0.03$  g), con una distribución de valores mínimo y máximo de 0.28 - 0.36 g respectivamente, sin embargo el Testigo ( $0.37 \pm 0.043$  g) y T2 ( $0.31 \pm 0.04$  g), siendo estos valores muy cercanos entre sí, con un rango de valores mínimos y máximos de 0.39 - 0.46 g y 0.28 - 0.36 g. paralelamente tales promedios son evidenciados gráficamente en la figura 2.

Tabla 10

Descriptivo de medida de resumen por tratamiento en incremento en ganancia de peso de post - larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*)

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T0 (7000 post - larvas)	3	0.37	0.04	0.02	0.26	0.48	0.33	0.42
T1 (5000 post - larvas)	3	0.42	0.03	0.02	0.33	0.51	0.39	0.46
T2 (10000 post - larvas)	3	0.31	0.04	0.02	0.21	0.41	0.28	0.36
Total	9	0.37	0.05	0.01	0.32	0.41	0.28	0.46

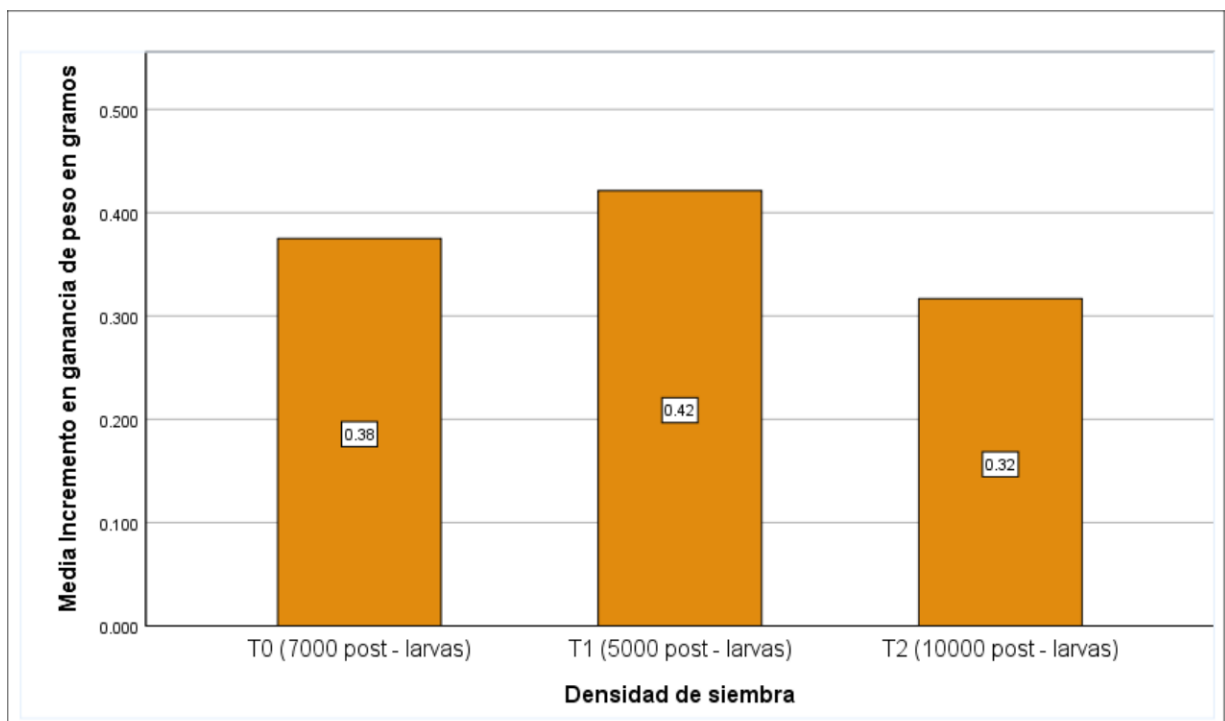


Figura 2 Medias de incremento en ganancia de peso en gramos de las post - larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*)

La curva de crecimiento influenciada por las diferentes densidades utilizadas se muestra en la figura 3, en ella se observó que el crecimiento promedio fue paulatino para todos los tratamientos y aumentó significativamente a partir de día 6 para adelante.

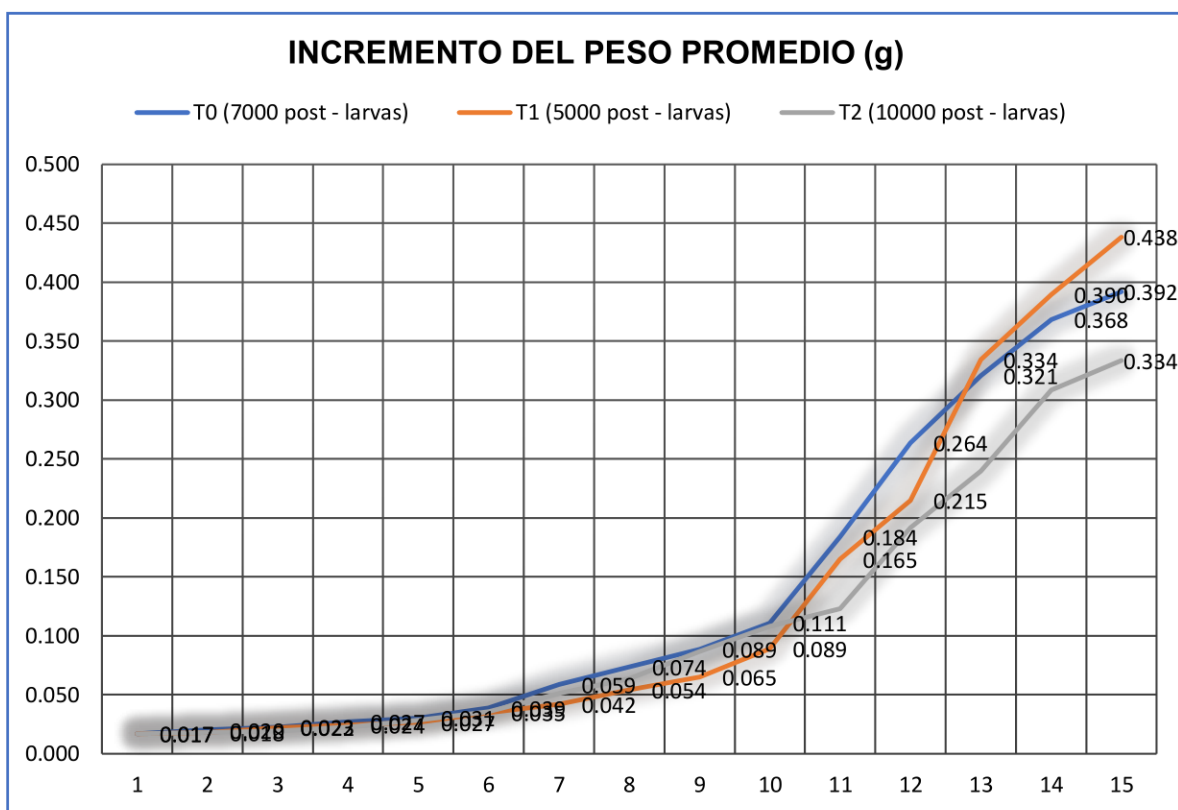


Figura 3 Curva de incremento de peso promedio (g) de los diferentes tratamientos durante la etapa experimental

Se observó que los primeros 6 días los especímenes se encontraban en un proceso de adiestramiento al alimento artificial dosificados con hormonas de reversión sexual (17 metil alfa testosterona), así que no presentaron notoriedad en la asimilación del alimento suministrado, si bien el crecimiento inicial en esos días no demostró un desarrollo evidente.

Pero al iniciar el día 7 las post larvas ya se acostumbraron al alimento, en otros casos se evidencia que ya están adiestrados, y en una transición de post - larvas a alevines, lo cual se observó un incremento exponencial, debido a su voraz consumo de alimento, sin embargo, a partir del día 12 al 15 el crecimiento es mucho mayor debido al cambio fisiológico que sufre la especie, ya ingresando en su totalidad de post larvas a alevín y el consumo de alimento es mucho más alto a días anteriores.

En la tabla 11, se observa el análisis de varianza de la ganancia de peso promedio (g), como se describe a continuación.

Tabla 11

*Análisis de varianza (ANOVA) de ganancia de peso en gramos de las post - larvas de tilapia (Oreochromis niloticus)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.017 <sup>a</sup>	2	0.008	5.17	0.09
Tratamientos	0.017	2	0.008	5.17	0.04
Error	0.01	6	0.002		
Total	1.26	9			
Total, corregido	0.02	8			

Como se puede apreciar en la tabla 11, el tratamiento Densidad de siembra en su variable dependiente ganancia de peso a través del análisis de varianza, el (p valor = 0.04) está por debajo del nivel de significación ( $\alpha = 0,05$ ), por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna indicando que las densidades (D) de siembra de 5000, 7000 y 10000 post – larvas / 80 L presentan diferencias estadísticas, por tanto, se procedió al análisis de comparaciones múltiples de Tukey.

Tabla 12

*Pruebas estadísticas de comparación múltiple de Tukey*

Densidad de siembra	N	HSD Tukey <sup>a, b</sup>	
		Subconjunto	
		1	2
T2 (10000 post - larvas)	3	0.31	
T0 (7000 post - larvas)	3	0.37	0.37
T1 (5000 post - larvas)	3		0.42
Sig.		0.25	0.38

En la tabla 12 a través de las comparaciones múltiple de Tukey se demuestra que el T1 (5000 post – larvas) produce mejores resultados y estadísticamente con iguales efectos que el T0 (7000 post - larvas), pero mejores que el T2 (10000 post - larvas) en la ganancia de peso media en gramos, generando una relación inversa entre densidad e incremento de peso.

Estos resultados concuerdan con (Yousif, 2002) que menciona, que el aumento del número de peces (densidad de carga) afecta negativamente el crecimiento del pez. Las interacciones sociales a través de la competencia para la alimentación, las densidades de población más altas, conducen a un aumento del estrés y resulta un aumento de las necesidades de energía causando una reducción en las tasas de crecimiento y utilización de los alimentos (Breine, Nguenga, Teugels, & Ollevier, 1996)

Del mismo aspecto estos resultados fueron corroborados por (Ramos, 2017). En su investigación “EFECTO DE LA DENSIDAD DE CARGA SOBRE EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE ALEVINES DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) APLICANDO TECNOLOGÍA BIOFLOC” con densidad: D 1 (Sin desdoble) (3000 alevines.  $m^{-3}$ ) D 2 (Con desdoble) (4000 alevines.  $m^{-3}$ ) y D 3 (con desdoble) (6000 alevines.  $m^{-3}$ ). Logrando el mayor crecimiento en D1SD (0,202 g), pero sin diferencias significativas en el crecimiento, al mismo demostrando que el desdoble genera un mayor crecimiento en los alevines de tilapia, pero no necesariamente una mayor supervivencia.

Paralelamente (Mariluz, 2015), evaluó la eficiencia de un sistema de recirculación cerrado en los parámetros de calidad de agua y parámetros de crecimiento de alevines de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), para lo cual se diseñó 2 tratamientos: T1 (40 peces/100 L agua) y T2 (30 peces/100 L de agua), pasado los 180 días, los resultados arrojaron los siguientes: Peso final T1  $77,31 \pm 2,30$  g; T2  $78,31 \pm 2,60$  g concluyendo que los sistemas de recirculación se pueden, trabajar con altas densidades de peces por metro cúbico sin bajar significativamente los parámetros productivos en el cultivo de tilapia nilótica.

Cabe mencionar que estos autores (Ramos, 2017), (Mariluz, 2015), trabajaron en condiciones diferentes, con densidades inferiores y tiempos prolongados, lo que da a lugar lo que menciona (Sanches & Hayashi, 1999); (El-Sayed, 2002) (Tachibana, Leonardo, & Correa, 2008) cuando se evalúa el efecto de la densidad, la literatura muestra conflictos



resultados, pero en general, se recomiendan densidades relativamente bajas, de 1 a 10 larvas / L . Estas densidades no son adecuadas para la cría intensiva en un laboratorio, donde suele haber limitaciones de espacio.

Por otro lado tomando en cuenta que la producción de alevines en la empresa Aquanorte LTDA. consta de 2 partes, la primera en un sistema RAS, bajo condiciones de laboratorio, a altas densidades de siembra por su espacio limitado y la segunda bajo sistema Biofloc, los cuales son desdoblados la densidad de siembra pasando a bajas densidades y en un amplio espacio de tinas circulares de 25000 L, lo que genera desde un punto de vista técnico existe oportunidad para generar incrementos de peso a un 30% como lo menciona (Mancini, 2002), que supera la presente investigación que fueron de  $21.64 \pm 0.53$  %/día (anexo 10),

#### 4.1.1. Porcentaje de supervivencia de las post-larvas de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en los diferentes tratamientos.

En la Tabla 13, se demuestra a través de un análisis descriptivo por tratamiento los valores mínimos - máximos y su desviación estándar.

Tabla 13

*Descriptivo de medida de resumen por tratamiento de porcentaje de supervivencia de post - larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*)*

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
T0 (7000 post - larvas)	3	77.8	4.01	2.31	67.81	87.74	73.33	81.13
T1 (5000 post - larvas)	3	59.2	2.41	1.39	53.23	65.20	56.80	61.62
T2 (10000 post - larvas)	3	71.2	1.03	0.59	68.59	73.74	69.97	71.80
Total	9	69.3	8.49	2.83	62.86	75.91	56.80	81.13

Los resultados obtenidos en el porcentaje de supervivencia se muestran en la tabla 14, en todos los tratamientos, se puede apreciar que los mejores promedios en porcentaje se alcanzaron con el tratamiento T0 ( $77.8 \pm 4.0$  %), con una distribución de valores mínimo y máximo de 73.33 - 81.13 % respectivamente; el T2 ( $71.2 \pm 1.03$ %), con un rango de valores mínimos y máximos de 69.97 - 71.80%. En cambio, el T1, presento la más baja de una media de  $59.2 \pm 2.41$ %, así como se lo aprecia gráficamente en la figura 4.

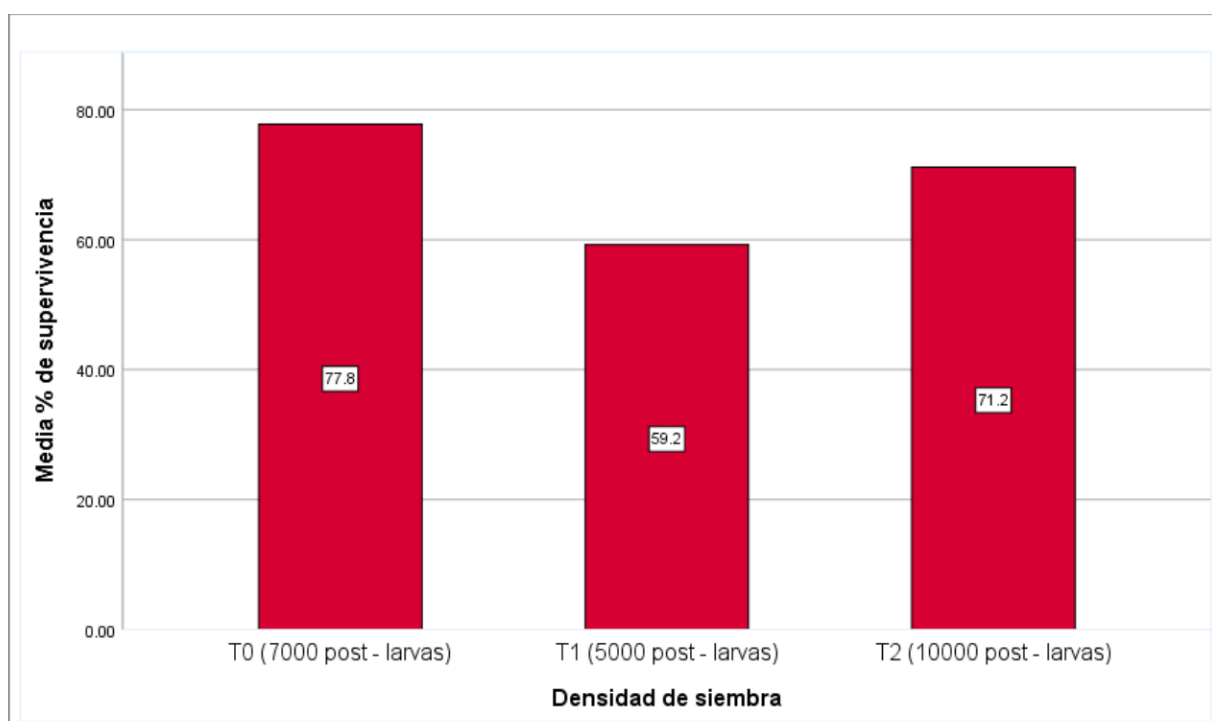


Figura 4 Medias de porcentaje de supervivencia de las post - larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*)

En la tabla 14, se observa el análisis de varianza del porcentaje de supervivencia, como se describe a continuación.

Tabla 14

*Técnica del análisis de varianza (ANOVA) de porcentaje de supervivencia de las post - larvas de tilapia (Oreochromis niloticus).*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	530.597 <sup>a</sup>	2	265.29	34.63	0.001
Tratamientos	530.59	2	265.29	34.63	0.001
Error	45.95	6	7.66		
Total	43907.14	9			
Total, corregido	576.55	8			

De acuerdo a la tabla 14, el análisis de varianza muestra que el porcentaje de supervivencia marca diferencia significativa entre los tratamientos; debido a que presenta un (p valor = 0.001) por debajo de ( $\alpha = 0.05$ ), lo cual indica que los datos son confiables. por tanto, se procedió al análisis de comparaciones múltiples de Tukey.

Tabla 15

*Comparación múltiple de Tukey del porcentaje de supervivencia de post – larvas de tilapia (Oreochromis niloticus)*

Densidad de siembra	N	HSD Tukey <sup>a, b</sup>	
		Subconjunto	
		1	2
T1 (5000 post - larvas)	3	59.22	
T2 (10000 post - larvas)	3		71.16
T0 (7000 post - larvas)	3		77.77
Sig.		1.00	0.06

En la tabla 16 se demuestra que el T0 (7000 post - larvas) produce iguales efectos que el T2 (10000 post - larvas), pero mejores que el T1 (5000 post - larvas). Observamos mientras se mantengan 7000 post larvas en un turril de 80 litros (87 post larvas por litro), mayor es la supervivencia, sin presentar una diferencia abismal con la densidad de 10000 post – larvas en un turril de 80 litros (125 post larvas por litro), en cambio, la densidad de siembra de 5000 post larvas en un turril de 80 litros (62 post larvas/litro), presentaron un

menor porcentaje de supervivencia; frente a esta investigación, Ferdeus et al. (2014), mencionan que hay una relación inversamente proporcional entre la tasa de supervivencia y la densidad de carga, trabajando en hapas, con densidades entre 1000 de 2000 alevinos.  $m^{-3}$ , donde las tasas de supervivencia fueron de 96 a 98%.

Por otro lado, los autores (Wattanabe, Wicklund, Olla, & Head, 1997). Mencionan que el aumento de la densidad de la población reduce la sobrevivencia final de post-larvas de tilapia durante el proceso de inversión sexual en hapas, reportando supervivencias de 92.2, 76,1 y 68.9 por ciento para densidades de 2000, 6000 y 10000 post-larvas por metro cúbico respectivamente. La densidad de la población es un factor importante que se relaciona con la sobrevivencia. (Vera & Mair, 1993).

Contrastado con los diferentes autores, el resultado de la presente investigación fluctuó con supervivencias de  $77.8 \pm 4.0$  % para mayor densidad y  $59.2 \pm 2.41$ % para menor densidad, inferior en cuanto al porcentaje de supervivencia tomando en cuenta que es un Laboratorio (hatchery) que técnicamente debería garantizar un alto porcentaje de supervivencia, referente a esto Calderón (2014), quien manifestó que la densidad no afectó la supervivencia y puede deberse a que todos los peces tenían un tamaño bastante uniforme de la media, además del cuidado para el cultivo. Por tanto, cabe mencionar que en la presente investigación no se tomó en cuenta la relación talla y peso; en cambio se observó que los primeros 6 días los especímenes no consumían el alimento suministrado, dejando con sustrato gran parte del alimento lo que generó el menor porcentaje de supervivencia y mayor mortandad la falta de consumo de alimento.

También se asume que el porcentaje de supervivencia a menor densidad es debido a que en el presente estudio no se consideró el porcentaje de eclosión de ovas embrionadas, entre los cuales no incluyen la aleatorización en el momento del depósito de ovas en las incubadoras Mac Donald (dichas ovas provienen de hembras de *Oreochromis niloticus*, con alta frecuencia de desove, sin exposición de descansos periódicos, por tanto, las hembras después de la fertilización del macho incuban las ovas en su boca, durante de 5 días aproximadamente, periodo que no se alimentan), también cabe mencionar que el procedimiento experimental es a partir de la obtención de post – larvas de la misma sala de incubación; lo que podría explicar que al no existir aleatorización en el momento de la

incubación estos hayan sido designados para los tratamientos de densidades de 5000 post – larvas.

#### 4.1.2. Comportamiento de la calidad del agua en cada uno de los tratamientos del sistema de recirculación (RAS).

Puesto que el trabajo se realizó en un sistema de recirculación de agua con filtros Cyclone, filtro de arena, filtros cartucho, rayos UV y filtro biológico, en el que la evaluación de la calidad de agua fueron cada 2 días, contemplando limpieza como: sifoneo de restos de alimento, heces fecales, limpieza de filtro fueron cada 2 tratos (frecuencia de alimentación), presentaron los siguientes resultados como se muestra en la tabla 23:

Tabla 16

*Descripción del comportamiento de la calidad del agua en un sistema intensivo (RAS) para las post larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) sobre las 3 densidades de siembra*

Tratamientos	Amonio mg/L	Nitrito mg/L	Alcalinidad (kh)	PH	Oxígeno disuelto mg/L	Salinidad	Temperatura (°C)
Testigo (7000 post - larvas)	0.1 ±0.2	0.4±0.1	120.5±12.6	8.4±0.1	6.7±0.4	3.4±0.1	27.8±0.4
T1 (5000 post - larvas)	0.2±0.2	0.4±0.1	120.5±12.6	8.4±0.1	6.7±0.4	3.4±0.1	27.8±0.4
T2 (10000 post - larvas)	0.2±0.2	0.4±0.1	120.5±12.6	8.4±0.1	6.7±0.4	3.4±0.1	27.8±0.4
Mínimo - Máximos	0.0 -0.5	0.2 -0.5	107.0- 142.80	8.30- 8.60	6.10-7.40	3.0– 3.50	26.70-28.00

Los parámetros físico-químicos juegan un papel muy importante en el cultivo y crecimiento de peces, en la Tabla 16 se presenta los valores mínimos - máximos y promedios de amonio (mg/L), nitrito (mg/L), alcalinidad, pH, oxígeno disuelto (mg/L), salinidad y temperatura:

El promedio de concentración de amonio en el agua presento valores de 0.1 ± 0.2 mg/L en los tres tratamientos (Tabla 16); lo cual presenta una similitud a FONDEPES (2004), que, indica que los valores de amonio deben fluctuar entre 0,1 a 0,3 mg/L. paralelamente se puede observar el comportamiento por día como se lo representa en la figura 5:

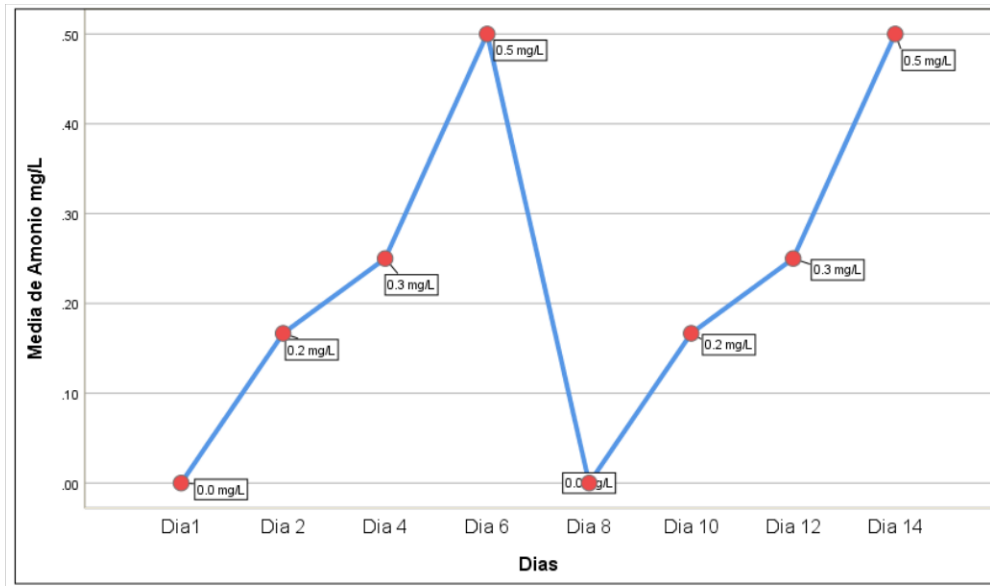


Figura 5 Valores promedios de amonio NH<sub>3</sub> de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) por día.

La concentración promedio de nitritos en las aguas de cultivo también fueron aceptables de  $0.4 \pm 0.1$  mg/L (Tabla 16) respectivamente. Según (Timmons, 2002); menciona que el nitrito (NO<sub>2</sub>), debe ser menor a 0.5 mg/L. Así mismo se observó el comportamiento de día a día durante toda la investigación como se aprecia en la figura 6.

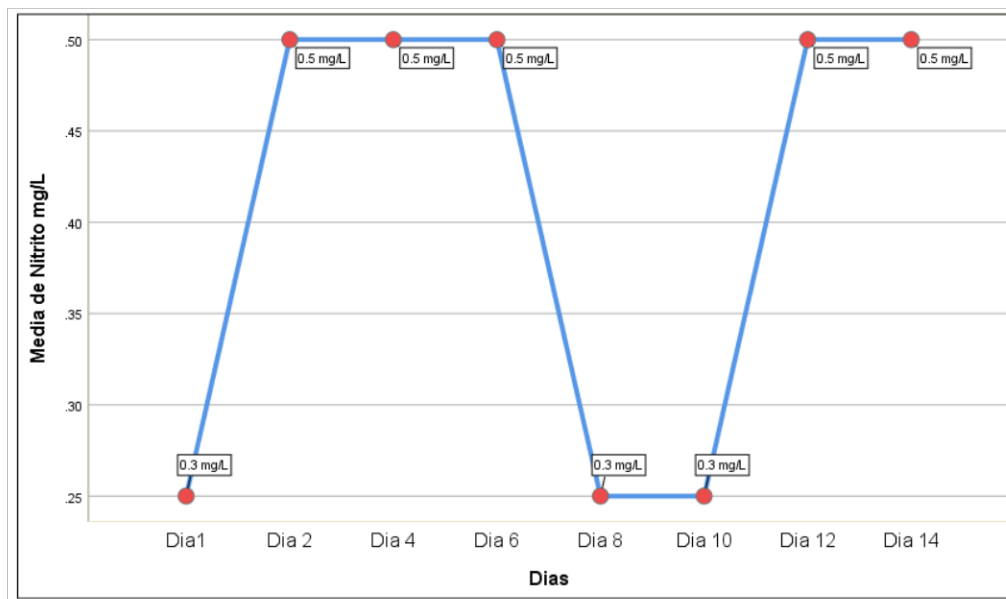


Figura 6 Valores promedios de nitrito NO<sub>2</sub> de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) por día.

La alcalinidad se mantuvo en promedios de  $120.5 \pm 12.6$  (Tabla 16). Generando notable descendencia al transcurrir los días, como se detalla en la figura 7.

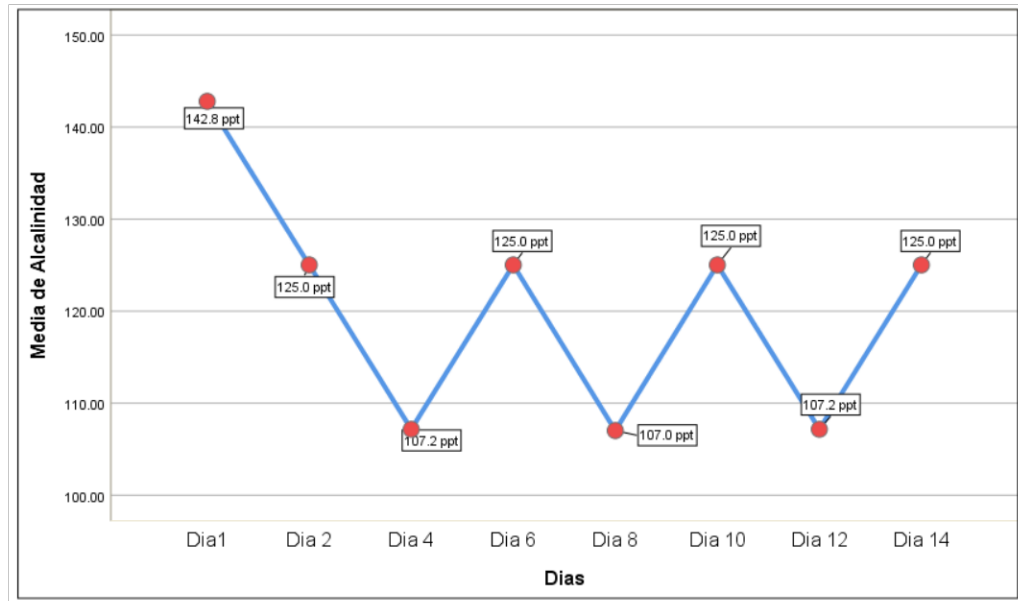


Figura 7 Valores promedios de Alcalinidad de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) por día.

El promedio de oxígeno disuelto presentó valores de  $6.7 \pm 0.4$  mg/L entre los tratamientos (Tabla 16). La concentración de oxígeno disuelto para una correcta producción de tilapias es de 3-8 mg/L de agua, ya que el metabolismo y el crecimiento disminuyen cuando los niveles son bajos o se mantienen por periodos prolongados". (Cantor F. , 2007). Por tanto, en la presente investigación está por encima de lo que menciona el autor, sin embargo, claramente entre los primeros días y los últimos se observa una reducción de oxígeno disuelto de 7.4 a 6.1 mg/L, tal como se puede apreciar en la figura 8; esto es debido a la necesidad de la especie por su cambio fisiológico de post larva a alevín. A mayor tamaño, mayor demanda de oxígeno disuelto.

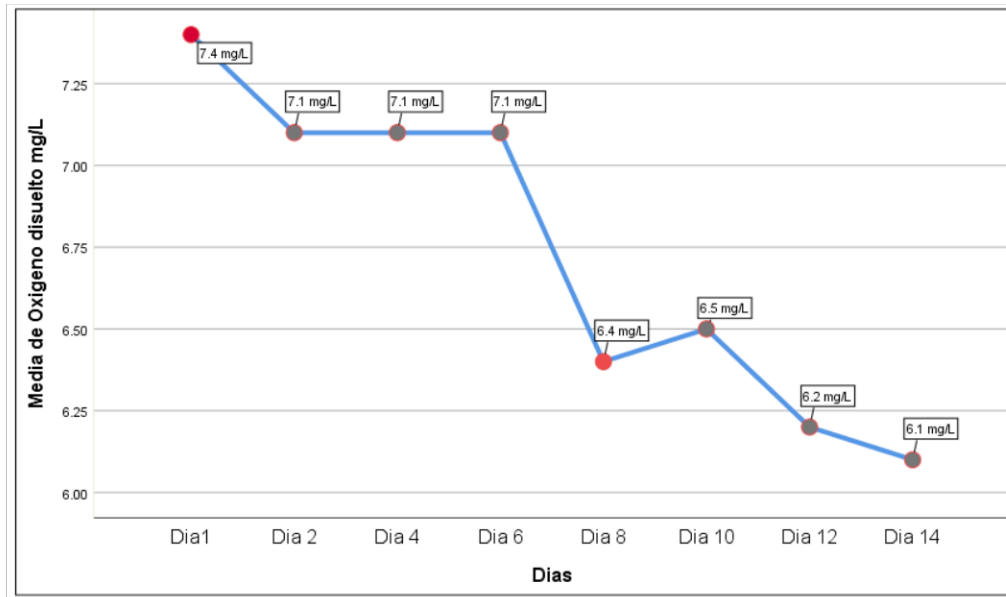


Figura 8 Valores promedio de Oxígeno disuelto de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) por día.

En peces como la tilapia el valor normal de pH del agua se encuentra entre 6,5 y 9,0 ya que esto permite la secreción normal de mucus en la piel, combinado con una dureza normalmente alta” (Lopez & Cruz, 2011). Por tanto, en el presente trabajo se observó valores de  $8.4 \pm 0.1$  en todos los tratamientos, pero con cambios considerables entre los días (figura 9).

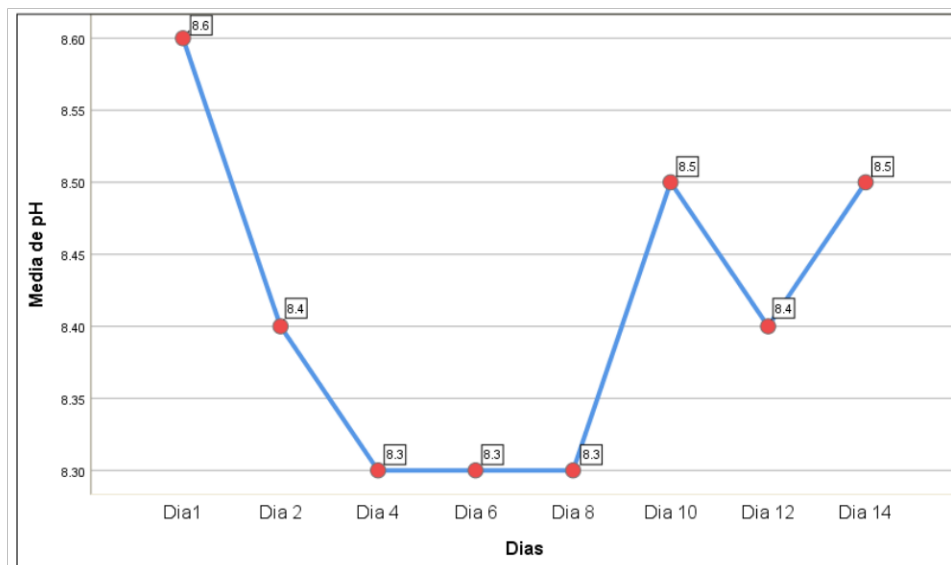


Figura 9 Valores promedio de pH de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) por día.



Uno de los parámetros químicos muy importantes es la salinidad en el desarrollo de la tilapia, en cuanto en la presente investigación oscilaron promedios de  $3.4 \pm 0.1$  ppt en todos los tratamientos, pero con notable disminución a partir del día 12 (figura 10).

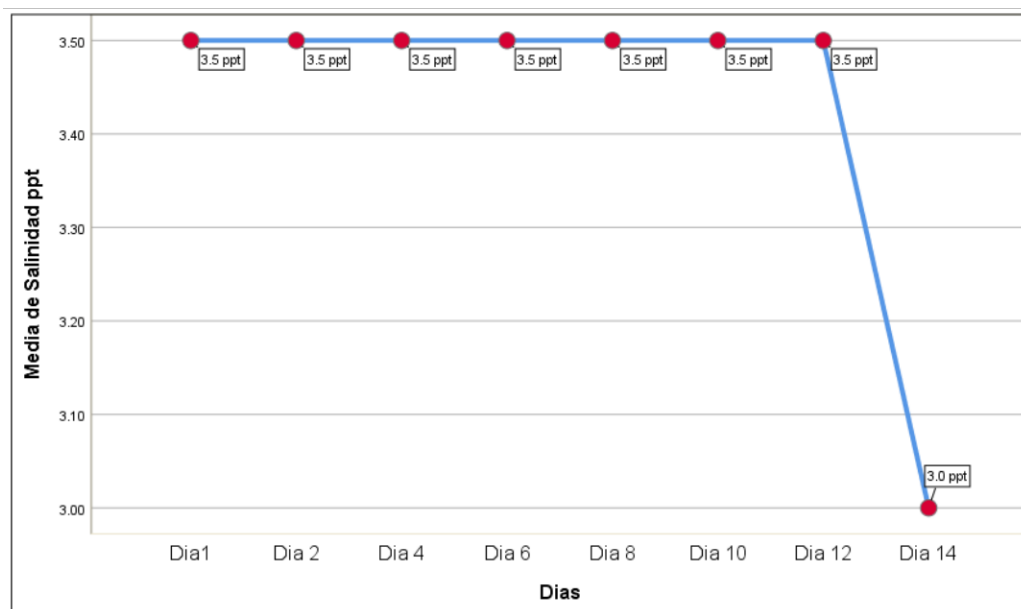


Figura 10 Valores promedios de Salinidad de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) por día.

Por último, la temperatura oscilo promedios de  $27.8 \pm 0.4$ ; no existiendo diferencias entre los tratamientos, manteniéndose como lo indica la (FAO, 2006-2011) Para esta especie “(...) la temperatura ideal está entre 24- 32 °C”. De manera que en los primeros días inicio con una temperatura de 26.7 ° C, incrementándose para los días posteriores (figura 11).

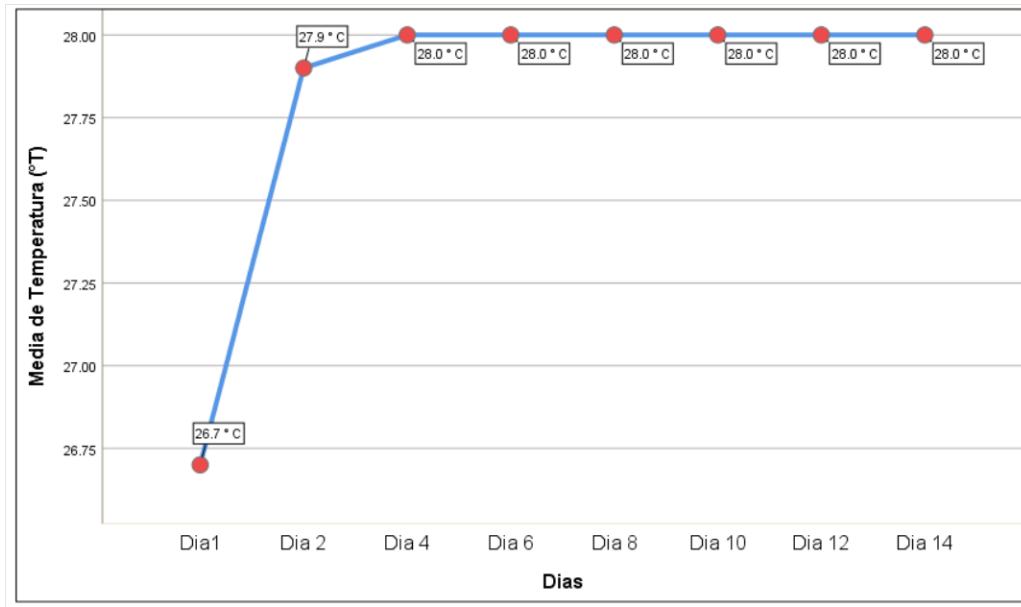


Figura 11 Valores promedio de Temperatura de las aguas del cultivo de post – larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) por día.

## V. CONCLUSIONES

En un periodo de 15 días de seguimiento, se concluye que al 95% de confiabilidad a través del análisis de varianza (ANOVA), los tratamientos (Densidades de siembra) presentaron diferencias significativas en la ganancia de peso y supervivencia de post-larvas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con un valor de probabilidad de (p valor = 0.04) por debajo del nivel de significación propuesto ( $\alpha = 0,05$ ), por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna y con la prueba estadística de Tukey se determinó que el tratamiento T1(5000 post – larvas / 80 L) genera mayores incrementos en peso, pero menor porcentaje de supervivencia.

Por otro lado, a través del análisis de varianza (ANOVA) los tratamientos (Densidades de siembra), en cuanto al porcentaje de supervivencia presentaron diferencias significativas con un (p valor = 0.001) por debajo de ( $\alpha = 0.05$ ); como consecuencia se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; y con el análisis estadístico de Tukey, se determinó que el tratamiento cero o testigo (7000 post – larvas / 80 L), genera mayores porcentajes de supervivencia con un (77.8%)

En cuanto a calidad del agua, el comportamiento de los parámetros físicos químicos no influyó en las variables estudiadas, demostrando fluctuaciones en los rangos permisibles de producción de la especie tilapia.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda utilizar T0 (7000 post – larvas / 80 L), T2 T0 (10000 post – larvas / 80 L), que estadísticamente, obtuvieron los mayores porcentajes de supervivencia, tomando en cuenta que el laboratorio de incubación (hatchery) tiene espacio limitado, además densidades menores producen altos porcentajes de mortandad según los resultados de la presente investigación.

Se recomienda evaluar el caudal de agua que entra a los turriles, para contrastar si estos afectan en la supervivencia de acuerdo al tratamiento T1(5000 post – larvas / 80 L).

Se recomienda realizar investigaciones en relación talla - peso para determinar el porcentaje de supervivencia.

## VII. PROPUESTAS

Aplicar descansos temporales por separado a reproductores hembras y machos para su nutrición previo a la reproducción, suceso contrario comprometen la tasa de eclosión de ovas embrionadas y el porcentaje de supervivencia en etapa post – larva.

Hacer renovación de reproductores, dado que los reproductores ya cumplieron su vida útil, mayor a 3 años, a partir de esa edad la motilidad espermática en el macho se ve fuertemente afectada y en las hembras se presenta taponamiento del oviducto, lo que hace que no puedan llevar a cabo su función de ovoposición. factor que influye en la supervivencia y ganancia de peso de post – larvas de tilapia.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agilar, F. (2010). *Modelos matemáticos no lineales como herramienta para evaluar el crecimiento de Tilapia roja (Oreochromis ssp.) y Tilapia nilótica (Oreochromis niloticus var. chitralada)*” alimentadas con dietas peletizadas o extruidas. Bogota, Colombia: Tesis de Magister, Universidad Nacional de Colombia.
- Ancajima, E. M. (2018). *Efecto de dos densidades sobre el crecimiento de Oreochromis niloticus (Tilapia nilotica) en segundo alevinaje, Curumuy, (Tesis de grado)*. Curumuy, Peru.
- Andrade, J., Becerra, J., & Fernandez-Llebrez, P. (1996). . *Skeletal deformities in larval, juveniles and adult stages of cultured gilthead sea bream (Sparus auratus)* (Vol. 141). Aquaculture. doi:10.1016/0044-8486(95)01226-5.
- Aquanorte LTDA. (lunes 9 de Noviembre de 2020). Obtenido de <http://aquanorte.com.bo/Empresa>.
- Arredondo, J., & Cols. (1994). Desarrollo Científico y Tecnológico del Banco de Genoma de Tilapia. Mexico: SEPESCA / UAM – I, Secretaria de Pesca.
- Baskerville-Bridges, B., & Kling, L. (2000). *Larval culture of Atlantic cod (Gadus morhua) at high stocking densities* (Vol. 181). Aquaculture.
- Bernal, F. (2017). *Diseño de una propuesta para el manejo y uso racional del agua en la etapa de engorde de un cultivo de tilapia roja (Oreochromis aureus), en el municipio de Villavicencio – Meta. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario*. Bogota DC., Colombia: programa de ingeniería ambiental y sanitaria, Universidad del Salle.
- Bravo, R. S. (1996). *“Tesis Doctorales y Trabajos de Investigación Científica”* (Cuarta ed.). España : Paraninfo SA.

- Breine, J., Nguenga, D., Teugels, G., & Ollevier, F. (1996). *A comparative study on the effect of stocking density and feeding regime on the growth rate of Tialpia cameronensis and Oreochromis niloticus (Cichlidae) in fishculture in Cameroon.* . Aquat. Living Resour.
- Buendia, L., Cols, P., & Hernandez, F. (2015). *Metodos de investigacion en Psicopedagogia.* Madrid: McGraw-Hill.
- Cantor, A. (2007). *Manual de producción de tilapia.* Estado de Puebla México.
- Cantor, A. F. (2007). Manual de producción de tilapia. Recuperado el Abril de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/26642997/Curso-de-Cultivo-de-Tilapia>.
- Cantor, F. (2007). *Manual de Produccion de Tilapia.* Obtenido de <http://es.slideshare.net/JCAMILOMOR/manual-de-produccin-de-tilapia>
- Carballo, M. (2016). *Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que desarrollan en investigaciones educativas.*
- Carvalho, R., Lima, J., Silva, & A.L.N. (1997). *Efeito da densidade de estocagem no desempenho do matrinxã, Brycon cephalus (Günther, 1869), cultivado em tanques-rede no período de inverno* (Vol. 24). Boletim do Instituto de Pesca.
- Castañón, V. (2008). *Ecopiscicultura. una nueva alternativa para el cultivo de carpa y tilapia en los yungas Caranavi.* La Paz, Bolivia.
- Castillo, C. (2011). *Tilapia Roja Una Evolución de 29 Años, de la Incertidumbre al éxito.* Cali-Valle, Colombia.
- Castillo, F. L. (1989). *Tilapia una evolucion de 20 años de la incertidumbre al éxito.* Recuperado el 29 de Marzo de 2014, de Artículo web.: <http://www.ag.arizona.edu/Colombia/tijaQi.doc>.

- Chavez, N. (2007). *Introducción a la metodología de la investigación Educativa* (Tercera ed.). Maracaibo.
- Colpos. (2008). *Curso: cultivo de tilapia en estanques rústicos, en acuicultura* (Vol. Vol. 5: 72 a 100). Recuperado el Junio de 2008.
- Crampton, V., & Sveidqvist, P. (2002). *Manejo Práctico del Alimento para Jefes de centros de mar de salmón y trucha*. Reino Unido y Noruega.
- Dane. (2014). *Cultivo de Tilapia roja (Oreochromis sp) en estanques de tierra, fuente de proteína animal de excelente calidad*. Recuperado de <http://docplayer.es/14621095-El-cultivo-de-la-tilapia-roja-oreochromis-sp-en-estanques-de-tierra-fuente-de-proteina-animal-de-exc>.
- Diaz, V., Ibañez, R., Gomez, P., Urtiaga, A., & Ortiz, I. (2012). *Kinetics of nitrogen compounds in a commercial marine Recirculating Aquaculture System*. Aquacultural Engineering.
- EIFAC. (1994). *European inland fisheries advisory commission report of the third session of the working party on stocking* (Vol. 28). EIFAC occasional paper.
- El-Sayed, A.-F. M. (2002). *Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (Oreochromis niloticus L.) fry* (Vol. 33). Aquaculture Research,.
- Fairchild, E., & Howell, W. (2001). *Optimal stocking density for juvenile winter flounder Pseudopleuronectes americanus*. Journal of the World Aquaculture Society.
- FAO. (2006-2011). *Visión general del sector acuícola nacional*. Colombia: National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Obtenido de [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_colombia/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_colombia/es)>.
- FAO. (2016). *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5798s.pdf>.



- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). (2014). *Manual para la producción de tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus)*. Ministerio de la Producción.
- Gomes, L., Baldisserotto, B., & Senhorini, J. e. (2000). *Effect of density on water quality, survival and growth of larvae of the matrinxã, Brycon cephalus (Characidae), in ponds* (Vol. 183 ). Aquaculture.
- Guzman, R. (2010). *Guia Técnica para Implementar una empresa de Productos hidrológicos, dedicada al cultivo de tilapia*. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2944.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2944.pdf).
- Hayashi, C., Boscolo, W., & Soares, C. e. (2002). *Exigência de Proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus), durante a reversão sexual* (Vol. 31). Revista Brasileira de Zootecnia.
- Hecht, T. ..., & Uys, W. (1997). *Efecto de la densidad sobre la alimentación y comportamiento agresivo en juveniles de bagre africano ( Clarias gariepinus )* (Vol. 93). South African Journal of Science.
- Hernandez, S. R. (2014). *Metodologia de la investigacion*. España: Mc Graw Hill.
- Houde, E. (1977). *Efectos de la concentración de alimentos y la densidad de población sobre la supervivencia y el crecimiento de larvas criadas en laboratorio de Anchoa de Bahía Anchoa mitchilli y Lengüado rayado Achirus lineatus .* (Vol. 43). Marine Biology.
- Hurtado, N. (23 de Abril de 2005). *Inversión sexual en tilapias*. Obtenido de [http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh\\_invsextilapia](http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/nh_invsextilapia).
- Irwin, S., Halloran, J., & Fitzgerald, R. (1999). *Densidad de población, variación de crecimiento en rodaballo juvenil, Scopthalmus maximus (Rafinesque)* (Vol. 178 ). Aquaculture.

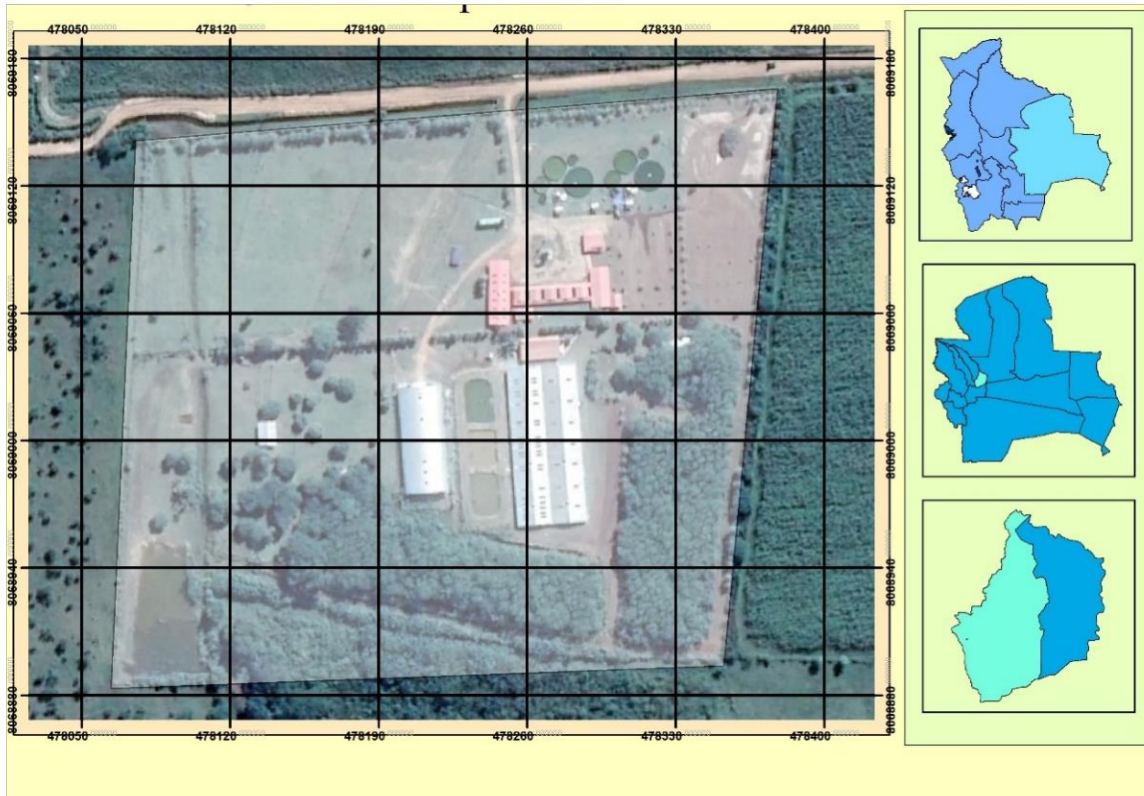
- Isa. (2005). *Protocolo de produccion de juveniles de tilapia y diferentes sistemas de engorde*. Recuperado el 15 de Octubre de 2013, de [htlpz//c.tilagianayaritorg/Produccion.pdf](http://c.tilagianayaritorg/Produccion.pdf).
- Lepkowski, J. M. (2008). Centro de Investigaciones Sociológicas de España. *Revista Española de Investigaciones sociologicas*.
- Little, D., & Muir. (1987). *Integrated Wann Water Aquaculture*. (Quinta Edición. 1987. ed.). Stirling.
- Llanes, J., & Toledo, J. (2006). *Nutricion y Alimentacion de la Tilapia*. ACPA.
- Lopez, B., & Cruz, L. (2011). *Elaboración de un probiótico a base de microorganismos nativos y evaluación de su efecto benéfico al proceso digestivo de la tilapia roja (oreochromis spp.) en etapa de engorde en la zona de Santo Domingo*. Santo Domingo, Ecuador: Escuela politécnica del ejército departamento Ciencias de la Vida Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, Santo Domingo.
- Losordo, T. (1997). *Recirculating aquaculture production systems: The status and*.
- Luz, R. K., & Zaniboni, F. E. (2002). *Larvicultura do mandi-amarelo Pimelodus maculatus Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de vida* (Vol. 31). Revista Brasileira de Zootecnia.
- Mainardes-Pinto, C., Fenerich-Verani, N., & Campos, B. e. (2000). *Masculinização de tilápia-do-Nilo, Oreochromis niloticus, utilizando diferentes rações e diferentes doses de 17  $\alpha$ -Metiltosterona* (Vol. 29). Revista Brasileira de Zootecnia.
- Mancini, M. (2002). *Introducción a la bibliografía de los peces*. Colombia. Obtenido de [http://www.producción-animal.com.ar/producciónpeces/piscicultura/07-introduccion\\_biologia\\_peces.pdf](http://www.producción-animal.com.ar/producciónpeces/piscicultura/07-introduccion_biologia_peces.pdf).

- Mariluz, F. A. (2015). *"Evaluación de los parámetros productivos y de calidad del agua en el cultivo de tilapia (Oreochromis niloticus) en sistemas de recirculación cerrada en laboratorio. (Proyecto de investigación). Callao.*
- Martella, M. B., Trumper, E., Bell, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleis, R. M. (2012). *Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres.* Cordova, Argentina.
- Martinez, M. (1987). *Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica.* (E. y Editores, Ed.) Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica.
- Mendoza, J. L. (2007). *LONGITUD DE LOS PECES.* Peru.
- Meurer, F., Hayashi, C., & Boscolo, W. e. (2005). *Fontes protéicas suplementadas com aminoácidos e minerais para a tilápia-do-Nilo durante a reversão sexual (Vol. 34 ).* Revista Brasileira de Zootecnia.
- Meyer, D. 2. (2008). *Introducción a la Acuicultura.* Honduras: Zamorano.
- Norbayron, J. (2016). *Evaluación de tres dietas alimenticias suministradas en la fase de alevino al pez ornamental amazónico escalar (pterophyllum scalare - schultze, 1823). Tesis de grado presentado como requisito para optar al título de Magíster.* Mexico: Facultad de Ciencias Contables, Económicas Administrativas.
- Núñez, M. (2007). *Variables: Estructura y función en la hipótesis. Investigación Educativa.*
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). . (2016). *La acuicultura en América Latina.*
- Osofero, S., Otubusin, S., & Daramola, J. (2009). *Effect of stocking density on tilapia (Oreochromis niloticus, Linnaeus 1757) growth and survival in bamboo – netcages trial. . Afr. J. Biotechnolo. .*

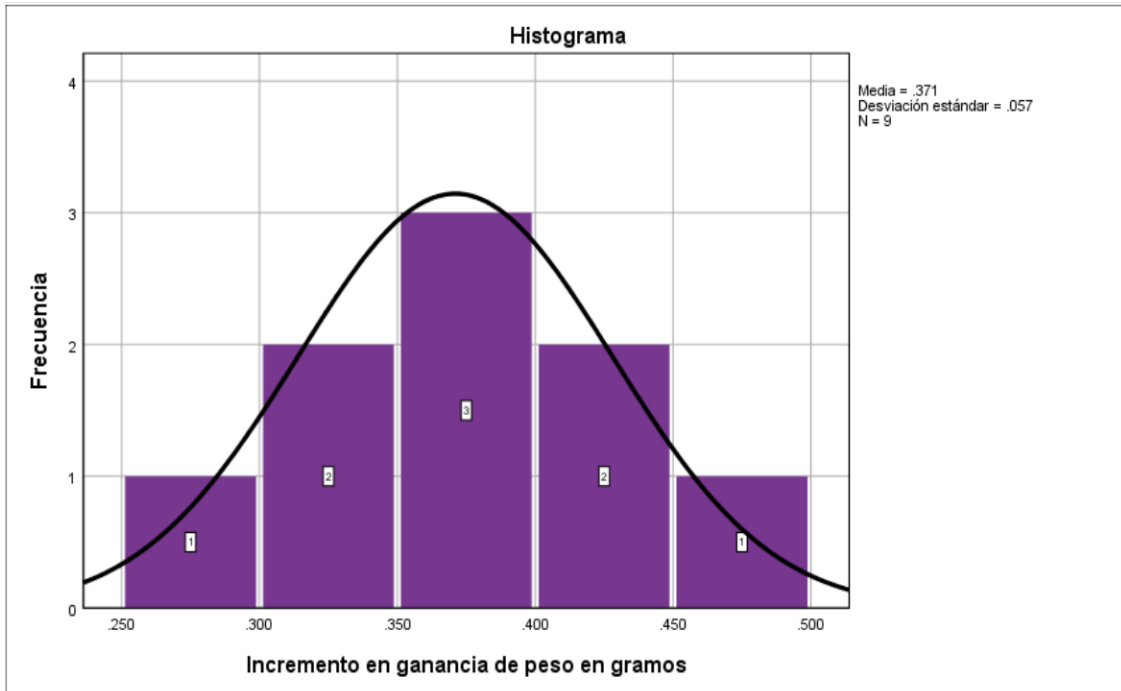
- Piedrahita, R., & Merino, G. (2007). *Características de asentamiento de sólidos asentados en un sistema de recirculación para el cultivo de halibut de California (Paralichthys californicus)*. Aquacult Eng.
- Poot, D. C., & Salazar, N. R. (2009). Cultivo integral de la Tilapia. 30-40. Obtenido de :<http://www.en-El-Cultivo-Integral-de-La-Tilapia#>,
- Porteros, J. L. (2019). *“Crecimiento de Oreochromis niloticus “tilapia nilótica” etapa de levante cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy. 2018.”*(Tesis de grado). Piura, Peru.
- Produce. (2017). *Estadística de pesca y acuicultura del Perú*. Ministerio de producción. Obtenido de <https://rnia.produce.gob.pe/produccion/>.
- Ramos, H. J. (2017). *“Efecto de la densidad de carga sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de tilapia (Oreochromis niloticus) aplicando la tecnología Biofloc”* (Tesis de grado). Lima, Peru.
- Rivera, J. J. (2018). *Evaluación de la densidad de siembra sobre el crecimiento de la especie Oreochromis sp (tilfish), criados bajo un sistema intensivo de recirculación de acuícola (RAS) (Tesis para obtener el título de licenciatura en Ecopiscicultura)*. Cochabamba, Bolivia.
- Sanches, L., & Hayashi, C. (1999). *Densidade de estocagem no desempenho de larvas de tilápia-do-Nilo (Oreochromis niloticus L.), durante a reversão sexual* (Vol. 21). Acta Scientiarum.
- Savedra, M. A. (2006). *Manejo del cultivo de tilapia*. Managua, Nicaragua: Departamento de tecnología y Arquitectura. Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Recuperado el domingo 15 de noviembre de 2020, de [http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades\\_del\\_cultivo\\_de\\_Tilapia.pdf](http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades_del_cultivo_de_Tilapia.pdf).

- Silva, A. (2004). *Efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia de pargo amarillo Lutjanus argentiventis (peters 1869) (percoidei ludjanidae) cultivado en jaulas flotantes (Tesis para optar el grado académico de maestro en ciencia)*. Baja California Sur.
- Tachibana, L., Leonardo, A., & Correa, C. e. (2008). *Densidade de estocagem de pós-larvas de tilápia-do-Nilo (Oreochromis niloticus) durante a reversão sexual (Vol. 34)*. Boletim do Instituto de Pesca.
- Timmons, e. a. (2002). Recirculating Aquaculture systems in Care and maintenance in Aquaculture. *Northeastern Regional Aquaculture Center, Vol.42: 7 a 76*.
- Torres, J., Munoz, J., Cardenas, H., Alvarez, L., & Palacio, J. (2010). *Caracterización de tilapia roja (Oreochromis spp.) con marcadores moleculares RAPD*. Acta Agronómica,.
- Vera, E., & Mair, G. (1993). *Conditions for effective androgen sex reversal in Oreochromis niloticus (L.)*. . Aquaculture 122, 237-248.
- Villareal, I. S. (2008). *Elaboración de una dieta balanceada utilizando Gallinaza como fuente alternativa de proteína en la alimentación de Tilapia roja macho (Oreochromis spp)*. Ecuador: Escuela de ingeniería Agroindustrial .Universidad Técnica del Norte.
- Wattanabe, W., Wicklund, R., Olla, B., & Head, H. (1997). *Saltwater culture of the florida red tilapia and other saline-tolerant tilapias*. A review. World Acuaculture.
- Yousif, O. (2002). *The effects of stocking density, water exchange rate, feeding frequency and grading on size hierarchy development in juvenile Nile tilapia, Oreochromis niloticus*. Emir. J. Agric. Sci. .

## IX. ANEXOS



Anexo 1. Ubicación geográfica de la empresa Aquanorte Ltda. Carretera al norte, entre Warnes y Montero, zona Juan Latino, municipio de Warnes, departamento Santa Cruz, Bolivia.

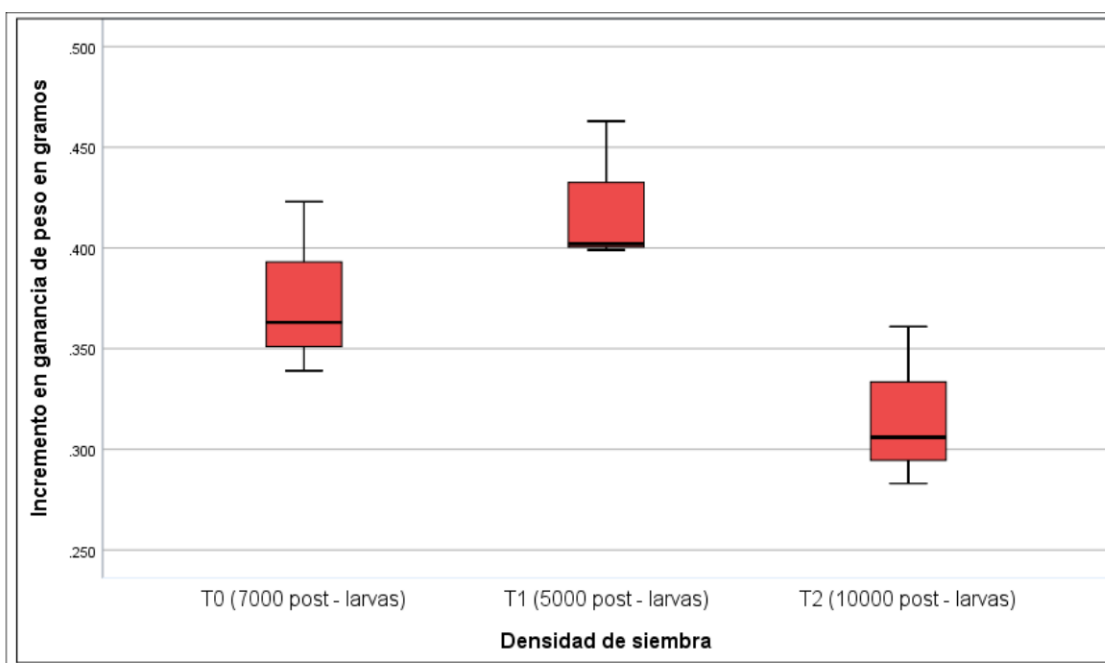


Anexo 2. Supuestos de curvas de normalidad de datos de ganancia de peso (g).

Prueba de normalidad				
Densidad de siembra		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Incremento en ganancia de peso en gramos	T0 (7000 post - larvas)	0.942	3	0.537
	T1 (5000 post - larvas)	0.785	3	0.079
	T2 (10000 post - larvas)	0.947	3	0.556

Anexo 3. Tabla de pruebas de normalidad de datos de Shapiro – Wilk de ganancia de peso (g).

Según Shapiro Wilk nos dice que todos los datos tienen distribución normal debido a que la significancia en todos los tratamientos es mayor al 0.05.



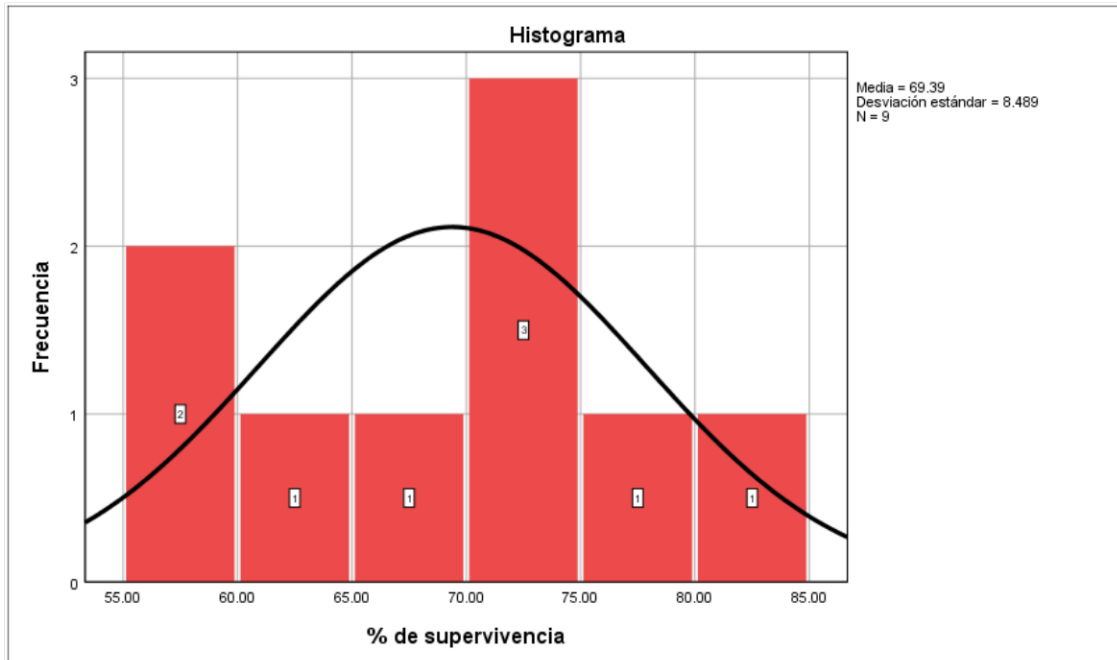
Anexo 4. Gráfica de caja de bigotes de incremento en ganancia de peso (g).

La caja de bigotes fue utilizada para verificar si existen datos atípicos que pueden estar afectando la distribución normal de los datos.

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error <sup>a, b</sup>					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Incremento en ganancia de peso en gramos	Se basa en la media	0.052	2	6	0.950
	Se basa en la mediana	0.037	2	6	0.964
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.037	2	5.807	0.964
	Se basa en la media recortada	0.050	2	6	0.951
Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.					
a. Variable dependiente: Incremento en ganancia de peso en gramos					
b. Diseño: Intersección + Tratamientos					

Anexo 5. Tabla de prueba de supuestos de homogeneidad de varianzas de Levene.



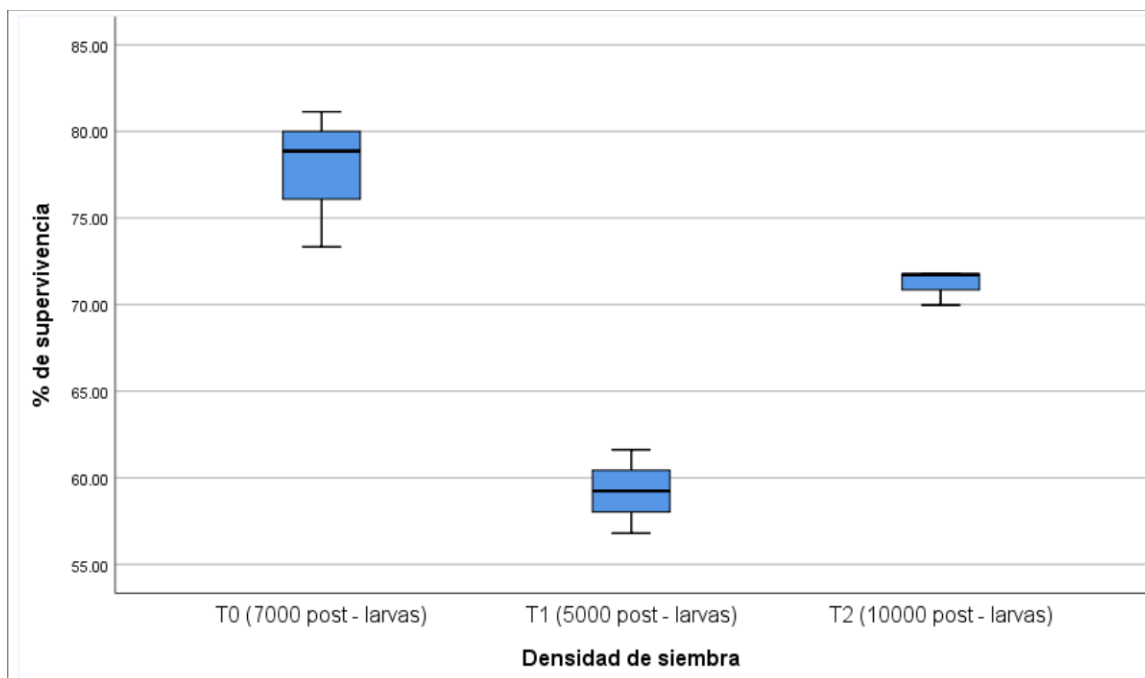


Anexo 6. Curvas de normalidad de datos de % de supervivencia de post - larvas.

Prueba de normalidad				
Densidad de siembra		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
% de supervivencia	T0 (7000 post - larvas)	0.945	3	0.548
	T1 (5000 post - larvas)	1.000	3	0.986
	T2 (10000 post - larvas)	0.779	3	0.064

Anexo 7. Tabla de pruebas de normalidad de Shapiro Wilk del % de supervivencia.

Según Shapiro Wilk nos dice que todos tienen distribución normal debido a que la significancia en todos los tratamientos es mayor al 0.05.



Anexo 8. Gráfica de caja de bigotes del % de supervivencia.

La caja de bigotes fue utilizada para verificar si existen datos atípicos que pueden estar afectando la distribución normal de los datos.

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error <sup>a, b</sup>					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
% de supervivencia	Se basa en la media	2.169	2	6	0.196
	Se basa en la mediana	0.836	2	6	0.478
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.836	2	3.525	0.504
	Se basa en la media recortada	2.057	2	6	0.209
Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.					
a. Variable dependiente: % de supervivencia					
b. Diseño: Intersección + Tratamientos					

Anexo 9. Tabla de pruebas de supuesto de homogeneidad de varianzas de Levene del % de supervivencia.

Todos los valores de sig. están por encima de 0.05, por tanto, los datos tienen homogeneidad de varianza, causa que permite seguir con el análisis ANOVA.

		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Tasa de crecimiento específico (TCE%)	T0 (7000 post - larvas)	3	20.89	0.72	0.41	19.09	22.69	20.28	21.69
	T1 (5000 post - larvas)	3	21.65	0.53	0.31	20.31	22.98	21.32	22.27
	T2 (10000 post - larvas)	3	19.81	0.78	0.45	17.86	21.76	19.14	20.68
	Total	9	20.78	0.99	0.33	20.01	21.55	19.14	22.27
Velocidad de crecimiento (g/día)	T0 (7000 post - larvas)	3	0.02	0.002	0.001	0.01	0.03	0.02	0.03
	T1 (5000 post - larvas)	3	0.02	0.002	0.001	0.02	0.03	0.03	0.03
	T2 (10000 post - larvas)	3	0.02	0.002	0.001	0.01	0.02	0.02	0.02
	Total	9	0.02	0.003	0.001	0.02	0.02	0.02	0.03
Factor de conversión alimenticia (FCA)	T0 (7000 post - larvas)	3	1.13	0.047	0.02	1.01	1.25	1.10	1.19
	T1 (5000 post - larvas)	3	1.07	0.151	0.08	0.69	1.44	0.95	1.24
	T2 (10000 post - larvas)	3	1.16	0.058	0.03	1.02	1.31	1.10	1.21
	Total	9	1.12	0.094	0.03	1.05	1.19	0.95	1.24

Anexo 10 .Resumen descriptivo de indicadores de ganancia de peso.

Día.	Fechas	Tratamiento	Repeticiones	Cant. Larvas	Promedio (g)	Biomasa (kg)	Alimento	% T.A.	Cant/ dia (g)	FCA
1	14/12/2020	T2 10000	R2	10000	0.017	170.00	MeM 300µm	30.00	51.00	0.30
1	14/12/2020	T2 10000	R1	10000	0.017	170.00	MeM 300µm	30.00	51.00	0.30
1	14/12/2020	T1 5000	R1	5000	0.017	85.00	MeM 300µm	30.00	25.50	0.30
1	14/12/2020	T1 5000	R2	5000	0.017	85.00	MeM 300µm	30.00	25.50	0.30
1	14/12/2020	T1 5000	R3	5000	0.017	85.00	MeM 300µm	30.00	25.50	0.30
1	14/12/2020	T2 10000	R3	10000	0.017	170.00	MeM 300µm	30.00	51.00	0.30
1	14/12/2020	T 7000	R1	7000	0.017	119.00	MeM 300µm	30.00	35.70	0.30
1	14/12/2020	T 7000	R2	7000	0.017	119.00	MeM 300µm	30.00	35.70	0.30
1	14/12/2020	T 7000	R3	7000	0.017	119.00	MeM 300µm	30.00	35.70	0.30
2	15/12/2020	T2 10000	R2	10000	0.018	175.00	MeM 300µm	30.00	52.50	0.30
2	15/12/2020	T2 10000	R1	10000	0.019	186.00	MeM 300µm	30.00	55.80	0.30
2	15/12/2020	T1 5000	R1	5000	0.018	91.50	MeM 300µm	30.00	27.45	0.30
2	15/12/2020	T1 5000	R2	5000	0.018	88.00	MeM 300µm	30.00	26.40	0.30
2	15/12/2020	T1 5000	R3	5000	0.018	90.00	MeM 300µm	30.00	27.00	0.30
2	15/12/2020	T2 10000	R3	10000	0.018	178.00	MeM 300µm	30.00	53.40	0.30
2	15/12/2020	T 7000	R1	7000	0.024	165.20	MeM 300µm	30.00	49.56	0.30
2	15/12/2020	T 7000	R2	7000	0.018	126.00	MeM 300µm	30.00	37.80	0.30
2	15/12/2020	T 7000	R3	7000	0.019	133.00	MeM 300µm	30.00	39.90	0.30
3	16/12/2020	T2 10000	R2	10000	0.020	200.00	MeM 300µm	25.08	50.16	0.25
3	16/12/2020	T2 10000	R1	10000	0.020	203.00	MeM 300µm	25.08	50.91	0.25
3	16/12/2020	T1 5000	R1	5000	0.021	104.00	MeM 300µm	25.08	26.08	0.25
3	16/12/2020	T1 5000	R2	5000	0.023	115.50	MeM 300µm	25.08	28.97	0.25
3	16/12/2020	T1 5000	R3	5000	0.023	115.00	MeM 300µm	25.08	28.84	0.25
3	16/12/2020	T2 10000	R3	10000	0.019	185.00	MeM 300µm	25.08	46.40	0.25
3	16/12/2020	T 7000	R1	7000	0.028	196.00	MeM 300µm	25.08	49.16	0.25
3	16/12/2020	T 7000	R2	7000	0.019	133.00	MeM 300µm	25.08	33.36	0.25

3	16/12/2020	T 7000	R3	7000	0.021	147.00	MeM 300µm	25.08	36.87	0.25
4	17/12/2020	T2 10000	R2	10000	0.023	227.00	MeM 300µm	25.08	56.93	0.25
4	17/12/2020	T2 10000	R1	10000	0.025	249.00	MeM 300µm	25.08	62.45	0.25
4	17/12/2020	T1 5000	R1	5000	0.022	111.50	MeM 300µm	25.08	27.96	0.25
4	17/12/2020	T1 5000	R2	5000	0.025	125.00	MeM 300µm	25.08	31.35	0.25
4	17/12/2020	T1 5000	R3	5000	0.026	130.00	MeM 300µm	25.08	32.60	0.25
4	17/12/2020	T2 10000	R3	10000	0.020	199.00	MeM 300µm	25.08	49.91	0.25
4	17/12/2020	T 7000	R1	7000	0.036	249.20	MeM 300µm	25.08	62.50	0.25
4	17/12/2020	T 7000	R2	7000	0.021	147.00	MeM 300µm	25.08	36.87	0.25
4	17/12/2020	T 7000	R3	7000	0.025	175.00	MeM 300µm	25.08	43.89	0.25
5	18/12/2020	T2 10000	R2	8590	0.027	235.37	MeM 300µm	25.08	59.03	0.25
5	18/12/2020	T2 10000	R1	8370	0.031	261.14	MeM 300µm	25.08	65.49	0.25
5	18/12/2020	T1 5000	R1	4125	0.025	104.78	MeM 300µm	25.08	26.28	0.25
5	18/12/2020	T1 5000	R2	4165	0.030	126.87	MeM 300µm	25.08	31.82	0.25
5	18/12/2020	T1 5000	R3	4050	0.024	97.20	MeM 300µm	25.08	24.38	0.25
5	18/12/2020	T2 10000	R3	8840	0.027	237.80	MeM 300µm	25.08	59.64	0.25
5	18/12/2020	T 7000	R1	6121	0.041	248.02	MeM 300µm	25.08	62.20	0.25
5	18/12/2020	T 7000	R2	6398	0.022	140.76	MeM 300µm	25.08	35.30	0.25
5	18/12/2020	T 7000	R3	6317	0.029	183.19	MeM 300µm	25.08	45.94	0.25
6	19/12/2020	T2 10000	R2	8590	0.033	282.61	MeM 300µm	25.08	70.88	0.25
6	19/12/2020	T2 10000	R1	8370	0.036	302.16	MeM 300µm	25.08	75.78	0.25
6	19/12/2020	T1 5000	R1	4125	0.032	132.00	MeM 300µm	25.08	33.11	0.25
6	19/12/2020	T1 5000	R2	4165	0.036	149.94	MeM 300µm	25.08	37.60	0.25
6	19/12/2020	T1 5000	R3	4050	0.037	149.85	MeM 300µm	25.08	37.58	0.25
6	19/12/2020	T2 10000	R3	8840	0.039	343.88	MeM 300µm	25.08	86.24	0.25
6	19/12/2020	T 7000	R1	6321	0.050	313.52	MeM 300µm	25.08	78.63	0.25
6	19/12/2020	T 7000	R2	6398	0.035	223.93	MeM 300µm	25.08	56.16	0.25
6	19/12/2020	T 7000	R3	6317	0.032	202.14	MeM 300µm	25.08	50.70	0.25

7	20/12/2020	T2 10000	R2	8590	0.047	406.31	MeM 300µm	23.92	97.19	0.24
7	20/12/2020	T2 10000	R1	8370	0.054	451.14	MeM 300µm	23.92	107.91	0.24
7	20/12/2020	T1 5000	R1	4125	0.048	198.41	MeM 300µm	23.92	47.46	0.24
7	20/12/2020	T1 5000	R2	4165	0.042	173.26	MeM 300µm	23.92	41.44	0.24
7	20/12/2020	T1 5000	R3	4050	0.036	145.40	MeM 300µm	23.92	34.78	0.24
7	20/12/2020	T2 10000	R3	8840	0.052	459.68	MeM 300µm	23.92	109.96	0.24
7	20/12/2020	T 7000	R1	6321	0.062	389.37	MeM 300µm	23.92	93.14	0.24
7	20/12/2020	T 7000	R2	6398	0.059	377.48	MeM 300µm	23.92	90.29	0.24
7	20/12/2020	T 7000	R3	6317	0.056	353.75	MeM 300µm	23.92	84.62	0.24
8	21/12/2020	T2 10000	R2	8590	0.064	547.18	MeM 300µm	22.72	124.32	0.23
8	21/12/2020	T2 10000	R1	8370	0.074	617.71	MeM 300µm	22.72	140.34	0.23
8	21/12/2020	T1 5000	R1	4125	0.055	225.64	MeM 300µm	22.72	51.26	0.23
8	21/12/2020	T1 5000	R2	4165	0.059	245.74	MeM 300µm	22.72	55.83	0.23
8	21/12/2020	T1 5000	R3	4050	0.049	198.05	MeM 300µm	22.72	45.00	0.23
8	21/12/2020	T2 10000	R3	8840	0.054	473.82	MeM 300µm	22.72	107.65	0.23
8	21/12/2020	T 7000	R1	6321	0.078	493.04	MeM 300µm	22.72	112.02	0.23
8	21/12/2020	T 7000	R2	6398	0.074	473.45	MeM 300µm	22.72	107.57	0.23
8	21/12/2020	T 7000	R3	6317	0.069	435.87	MeM 300µm	22.72	99.03	0.23
9	22/12/2020	T2 10000	R2	8590	0.089	762.79	MeM 300µm	22.72	173.31	0.23
9	22/12/2020	T2 10000	R1	8370	0.093	780.92	MeM 300µm	22.72	177.43	0.23
9	22/12/2020	T1 5000	R1	4125	0.060	245.44	MeM 300µm	22.72	55.76	0.23
9	22/12/2020	T1 5000	R2	4165	0.070	289.88	MeM 300µm	22.72	65.86	0.23
9	22/12/2020	T1 5000	R3	4050	0.066	267.30	MeM 300µm	22.72	60.73	0.23
9	22/12/2020	T2 10000	R3	8840	0.079	697.48	MeM 300µm	22.72	158.47	0.23
9	22/12/2020	T 7000	R1	6321	0.097	609.98	MeM 300µm	22.72	138.59	0.23
9	22/12/2020	T 7000	R2	6398	0.090	575.82	MeM 300µm	22.72	130.83	0.23
9	22/12/2020	T 7000	R3	6317	0.080	505.36	MeM 300µm	22.72	114.82	0.23
10	23/12/2020	T2 10000	R2	7803	0.108	842.72	MeM 300µm	22.10	186.24	0.22

10	23/12/2020	T2 10000	R1	7720	0.127	980.44	MeM 300µm	22.10	216.68	0.22
10	23/12/2020	T1 5000	R1	3500	0.080	281.48	MeM 300µm	22.10	62.21	0.22
10	23/12/2020	T1 5000	R2	3480	0.096	333.94	MeM 300µm	22.10	73.80	0.22
10	23/12/2020	T1 5000	R3	3345	0.091	304.13	MeM 300µm	22.10	67.21	0.22
10	23/12/2020	T2 10000	R3	7620	0.089	677.42	MeM 300µm	22.10	149.71	0.22
10	23/12/2020	T 7000	R1	5915	0.113	668.40	MeM 300µm	22.10	147.72	0.22
10	23/12/2020	T 7000	R2	5894	0.120	707.28	MeM 300µm	22.10	156.31	0.22
10	23/12/2020	T 7000	R3	5823	0.100	582.30	MeM 300µm	22.10	128.69	0.22
11	24/12/2020	T2 10000	R2	7803	0.134	1045.60	MeM 300µm	22.10	231.08	0.22
11	24/12/2020	T2 10000	R1	7720	0.113	872.36	MeM 300µm	22.10	192.79	0.22
11	24/12/2020	T1 5000	R1	3500	0.134	468.65	MeM 300µm	22.10	103.57	0.22
11	24/12/2020	T1 5000	R2	3480	0.167	579.77	MeM 300µm	22.10	128.13	0.22
11	24/12/2020	T1 5000	R3	3345	0.194	650.27	MeM 300µm	22.10	143.71	0.22
11	24/12/2020	T2 10000	R3	7620	0.122	929.64	MeM 300µm	22.10	205.45	0.22
11	24/12/2020	T 7000	R1	5915	0.148	875.42	MeM 300µm	22.10	193.47	0.22
11	24/12/2020	T 7000	R2	5894	0.199	1172.91	MeM 300µm	22.10	259.21	0.22
11	24/12/2020	T 7000	R3	5823	0.205	1193.72	MeM 300µm	22.10	263.81	0.22
12	25/12/2020	T2 10000	R2	7803	0.197	1537.19	MeM 300µm	21.48	330.19	0.21
12	25/12/2020	T2 10000	R1	7720	0.201	1551.72	MeM 300µm	21.48	333.31	0.21
12	25/12/2020	T1 5000	R1	3500	0.182	635.43	MeM 300µm	21.48	136.49	0.21
12	25/12/2020	T1 5000	R2	3480	0.214	743.33	MeM 300µm	21.48	159.67	0.21
12	25/12/2020	T1 5000	R3	3345	0.250	834.91	MeM 300µm	21.48	179.34	0.21
12	25/12/2020	T2 10000	R3	7620	0.177	1347.98	MeM 300µm	21.48	289.55	0.21
12	25/12/2020	T 7000	R1	5915	0.215	1271.73	MeM 300µm	21.48	273.17	0.21
12	25/12/2020	T 7000	R2	5894	0.280	1650.32	MeM 300µm	21.48	354.49	0.21
12	25/12/2020	T 7000	R3	5823	0.297	1729.43	MeM 300µm	21.48	371.48	0.21
13	26/12/2020	T2 10000	R2	7803	0.247	1927.34	MeM 300µm	18.24	351.55	0.18
13	26/12/2020	T2 10000	R1	7720	0.271	2092.12	MeM 300µm	18.24	381.60	0.18

13	26/12/2020	T1 5000	R1	3500	0.287	1005.20	MeM 300µm	18.24	183.35	0.18
13	26/12/2020	T1 5000	R2	3480	0.381	1324.49	MeM 300µm	18.24	241.59	0.18
13	26/12/2020	T1 5000	R3	3345	0.335	1119.91	MeM 300µm	18.24	204.27	0.18
13	26/12/2020	T2 10000	R3	7620	0.201	1531.62	MeM 300µm	18.24	279.37	0.18
13	26/12/2020	T 7000	R1	5915	0.282	1668.03	MeM 300µm	18.24	304.25	0.18
13	26/12/2020	T 7000	R2	5894	0.300	1768.20	MeM 300µm	18.24	322.52	0.18
13	26/12/2020	T 7000	R3	5823	0.380	2212.74	MeM 300µm	18.24	403.60	0.18
14	27/12/2020	T2 10000	R2	7803	0.310	2418.93	MeM 300µm	16.18	391.38	0.16
14	27/12/2020	T2 10000	R1	7720	0.359	2771.48	MeM 300µm	16.18	448.43	0.16
14	27/12/2020	T1 5000	R1	3500	0.379	1326.15	MeM 300µm	16.18	214.57	0.16
14	27/12/2020	T1 5000	R2	3480	0.400	1392.00	MeM 300µm	16.18	225.23	0.16
14	27/12/2020	T1 5000	R3	3345	0.390	1304.55	MeM 300µm	16.18	211.08	0.16
14	27/12/2020	T2 10000	R3	7620	0.257	1958.34	MeM 300µm	16.18	316.86	0.16
14	27/12/2020	T 7000	R1	5915	0.344	2034.76	MeM 300µm	16.18	329.22	0.16
14	27/12/2020	T 7000	R2	5894	0.361	2127.73	MeM 300µm	16.18	344.27	0.16
14	27/12/2020	T 7000	R3	5823	0.400	2329.20	MeM 300µm	16.18	376.86	0.16
15	28/12/2020	T2 10000	R2	7173	0.323	2316.88	MeM 300µm	16.18	374.87	0.16
15	28/12/2020	T2 10000	R1	7180	0.378	2714.04	MeM 300µm	16.18	439.13	0.16
15	28/12/2020	T1 5000	R1	3081	0.419	1290.94	MeM 300µm	16.18	208.87	0.16
15	28/12/2020	T1 5000	R2	2840	0.416	1181.44	MeM 300µm	16.18	191.16	0.16
15	28/12/2020	T1 5000	R3	2962	0.480	1421.76	MeM 300µm	16.18	230.04	0.16
15	28/12/2020	T2 10000	R3	6997	0.300	2099.10	MeM 300µm	16.18	339.63	0.16
15	28/12/2020	T 7000	R1	5679	0.356	2021.72	MeM 300µm	16.18	327.11	0.16
15	28/12/2020	T 7000	R2	5520	0.380	2097.60	MeM 300µm	16.18	339.39	0.16
15	28/12/2020	T 7000	R3	5133	0.440	2258.52	MeM 300µm	16.18	365.43	0.16

Anexo 11. Planilla de seguimiento de las post - larvas de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*).





Anexo 12. Acondicionamiento y llenado de agua de las unidades experimentales.



Anexo 13. Filtro MultiCyclone, de arena y cartuchos del sistema RAS.



Anexo 14. Primera biometría de post larvas previo a la siembra



Anexo 15. Conteo y siembra de post larvas de Tilapia



Anexo 16. Alimentación a las post larvas de Tilapia.



Anexo 17. Limpieza de excedente de alimento, heces fecales y peces muertos a través de sifoneo.





Anexo 18. Extracción de peces muertos.



Anexo 19. Análisis de calidad de agua (nitrito y amonio).



Anexo 20. Lectura de temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno.



Anexo 21. Biometría final de las post larvas de tilapia para determinar la ganancia de peso (g).



Anexo 22. Conteo final de las post Larvas para determinar el porcentaje de supervivencia.