



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniero Agropecuario.

Proyecto de Investigación:

**“EFECTO DE LA SALINIDAD EN EL CRECIMIENTO SALUDABLE DE
ALEVINES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis
niloticus*)”**

Autor:

ARIEL ALEXANDER VELIZ CRUZ

Director de Proyecto de Investigación:

DR. JORGE MAGNO RODRIGUEZ TOBAR

Mocache – Los Ríos – Ecuador.

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **ARIEL ALEXANDER VELIZ CRUZ**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

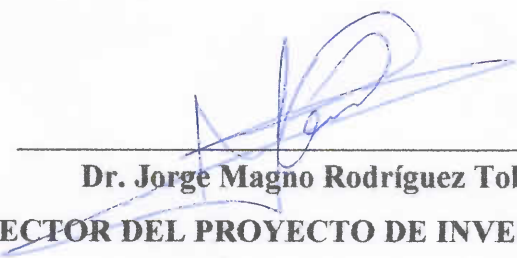
ARIEL ALEXANDER VELIZ CRUZ

C.I: 1207030121



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Jorge Magno Rodríguez Tobar**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Ariel Alexander Veliz Cruz**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*)**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Dr. Jorge Magno Rodríguez Tobar

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Dr. Jorge Magno Rodríguez Tobar**, mediante el presente cumpto en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**Efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*)**”. Presentado por el estudiante **Ariel Alexander Veliz Cruz**, egresado de la Carrera Agropecuaria, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 97% y similitud 3%, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

Document Information

Analyzed document	TESIS ARIEL VELIZ CRUZ DOC FINAL.docx (D178003892)
Submitted	2025-11-07 05:49:00
Submitted by	
Submitter email	ariel.veliz2018@uteq.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	jrodriguez.uteq@analysis.urkund.com

Dr. Jorge Magno Rodríguez Tobar
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

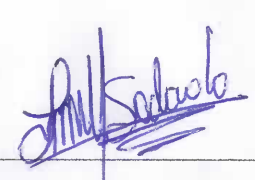
“Efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilapia roja
(*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*)”

Presentado al Consejo Directivo de Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas como
requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:


PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Yuniel Méndez Martínez.


MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Marlene Medina Villacis, M.Sc.


MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Biol. Juan Pablo Ordoñez Iglesias.

MOCACHE – LOS RIOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Con este trabajo deseo expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han hecho posible su realización.

En primer lugar, a mi director de tesis, Dr. Jorge Rodríguez, por su inestimable apoyo, orientación y paciencia. Su guía y sus valiosos consejos han sido fundamentales para el desarrollo de este proyecto.

Agradezco también a mis profesores y compañeros de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su constante apoyo y aliento.

A mi familia, mi pareja y amigos, por su amor, ayuda y comprensión.

Y, por último, a todos aquellos que han contribuido de alguna manera a la realización de este trabajo.

Sin todos ellos, este trabajo no hubiera sido posible.

DEDICATORIA

"Dedico este trabajo a Dios, fuente de fortaleza y guía en mi vida, quien me ha otorgado la sabiduría y la perseverancia para llevar a cabo este proyecto.

A mis queridos padres, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido la base de mi educación y crecimiento. Gracias por siempre creer en mí y alentarme a alcanzar mis metas.

A mi abuela, testigo de mi esfuerzo y dedicación, quien ha sido un faro de sabiduría y cariño a lo largo de mi vida. Tu presencia es un regalo invaluable.

A mi pareja, por su apoyo inquebrantable, comprensión y amor durante este viaje. Tu presencia a mi lado ha hecho todo más significativo.

Y a mis amigos, Camilo y Vanessa, que ya no están físicamente con nosotros, pero cuyos recuerdos y legados perduran en mi corazón. Vuestra amistad y apoyo fueron un regalo precioso, y siempre los llevaré conmigo.

Este trabajo es un tributo a todas estas personas que han dejado una huella indeleble en mi vida. Gracias por ser mi fuente de inspiración y motivación."

Ariel Veliz Cruz

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Plantel Acuícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas del Campus Experimental “La María”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Kilómetro 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos, se evaluó el efecto de la salinidad y la incidencia de hongos en el crecimiento de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*). El estudio duró 35 días y se realizó en tanques de polipropileno con capacidad de 40 L de agua. Los alevines se contaron individualmente, pesaron y distribuyeron de forma aleatoria en tres tratamientos iguales de 25 alevines cada uno. El T1 contó con 0 ppm de salinidad (agua dulce), el T2 (15 ppm) de salinidad y el T3 (30 ppm) de salinidad. Las variables medidas fueron ganancia de peso, peso medio, crecimiento absoluto, crecimiento específico, supervivencia, consumo de alimento, conversión alimenticia, incidencia de hongos y parámetros del agua. Al final del experimento, el T3 mostró un mejor desempeño (peso medio, consumo de alimento e incidencia de hongos), siendo estadísticamente idéntico al T2 ya que mostraron un crecimiento absoluto similar y diferente del T1 que presentó una conversión alimenticia superior y altos niveles en parámetros del agua. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en lo que a crecimiento específico y supervivencia se refiere. Se concluyó que el T3 (30 ppm), ya que se determinó que al incrementar la salinidad no afectaría los parámetros productivos y los parámetros del agua.

Palabras claves: Aclimatación, Adaptabilidad, Hongos, Osmorregulación, *Saprolegnia spp.*

ABSTRACT

The research work was conducted at the Aquaculture Facility of the Faculty of Animal and Biological Sciences of the Experimental Campus "La María," owned by the Technical State University of Quevedo, located at Kilometer 7 ½ on the Quevedo – El Empalme road, Los Ríos province. The study assessed the impact of salinity and fungal incidence on the growth of red tilapia fingerlings (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*). The experiment lasted for 35 days and took place in 40 L polypropylene tanks. Fingerlings were individually counted, weighed, and randomly distributed among three equal treatments with 25 fingerlings each. T1 had 0 ppm salinity (freshwater), T2 had 15 ppm salinity, and T3 had 30 ppm salinity. Variables measured included weight gain, average weight, absolute growth, specific growth, survival, feed consumption, feed conversion, fungal incidence, and water parameters. At the end, T3 exhibited superior performance (average weight, feed consumption, and fungal incidence), statistically identical to T2. T1 showed a higher feed conversion and elevated water parameter levels. No statistically significant differences were observed in specific growth and survival among treatments. It was concluded that T3 (30 ppm) did not negatively impact productive parameters or water parameters.

Keywords: Acclimatization, Adaptability, Fungi, Osmoregulation, *Saprolegnia spp.*

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN...	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLÍN.....	xix
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de la investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
Diagnóstico	4
Pronóstico	5
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivos General.....	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3. Justificación	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.2. Marco referencial.....	11
2.2.1. Origen y distribución de la tilapia	11
2.2.2. Introducción de la tilapia en Ecuador	12

2.2.3.	Generalidades de la tilapia roja	12
2.2.3.1.	Morfología	12
2.2.3.2.	Taxonomía	13
2.2.3.3.	Ciclo de vida	14
2.2.3.4.	Alimentación.....	14
2.2.4.	Parámetros del agua	15
2.2.4.1.	Amonio	15
2.2.4.2.	Temperatura	16
2.2.4.3.	Oxígeno disuelto	16
2.2.4.4.	pH.....	16
2.2.4.5.	Salinidad	17
2.2.5.	Tolerancia a la salinidad.....	17
2.2.6.	Comportamiento productivo de la tilapia en ambientes salinos.....	17
2.2.7.	Impacto ambiental en producción intensiva con salinidad.....	18
2.2.8.	Análisis económico	18
2.2.9.	Principales enfermedades.....	19
2.2.9.1.	Infección de origen micótico	19
2.2.9.2.	Infección bacteriana	19
2.2.9.3.	Infección vírica	19
2.2.10.	Investigaciones relacionadas	20
2.2.10.1.	Evaluación de los límites de tolerancia a la salinidad en alevines de uno y 30 días de edad de tilapia roja <i>Oreochromis</i> sp. y del Nilo <i>O. niloticus</i>	20
2.2.10.2.	Evaluación de la tolerancia a la salinidad de la tilapia roja (<i>Oreochromis</i> spp) en diferentes densidades de siembra en la región sur de Honduras.....	20
2.2.10.3.	Evaluación de la reproducción y crecimiento de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> sp.) en agua a 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal en Zamorano ...	21
2.2.10.4.	Caracterización fisiológica y metabólica de la tilapia tetra híbrida Pargo UNAM a diferentes temperaturas y salinidades de aclimatación.....	21

CAPÍTULO III	22
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.1. Localización	23
3.2. Tipo de investigación	23
3.3. Métodos de investigación	23
3.3.1. Método comparativo	23
3.3.2. Método explicativo	24
3.3.3. Método experimental	24
3.4. Fuente de recopilación de la investigación	24
3.4.1. Fuentes primarias	24
3.4.2. Fuentes secundarias	24
3.5. Diseño de la investigación	24
3.5.1. Esquema del análisis de varianza	25
3.6. Instrumentos de investigación	25
3.6.1. Formulación, preparación de las concentraciones salinas	25
3.6.2. Condiciones del cultivo de alevines de tilapias	26
3.6.3. <i>Variables evaluadas</i>	27
3.6.3.1. Variables de parámetros zootécnicos:	27
3.6.3.2. Incidencia de hongos en el cultivo	28
3.7. Tratamiento de los datos	29
3.8. Recursos humanos y materiales	29
3.8.1. Recursos humanos	29
3.8.2. Materiales e insumos	29
CAPÍTULO IV	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. Ganancia de peso (g)	31
4.2. Peso medio (g)	31
4.3. Crecimiento absoluto (g/día)	32

4.4. Crecimiento específico.....	33
4.5. Supervivencia.....	34
4.6. Consumo de alimento (g).....	35
4.7. Conversión alimenticia	35
4.8. Incidencia de hongos.....	36
4.9. Parámetros del agua	38
CAPÍTULO V.....	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1. Conclusiones.....	41
5.2. Recomendaciones	42
CAPÍTULO VI	43
BIBLIOGRAFÍA.....	43
6.1. Referencias bibliográficas.....	44
CAPÍTULO VII.....	52
ANEXOS	52
Anexo 1. Manejo del experimento	53
Anexo 2. Tablas de análisis de varianza (ANDEVA)	57

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Llenado de tanques	53
Fotografía 2. Selección de alevines.....	53
Fotografía 3. Biometría peso inicial.....	53
Fotografía 4. Pesaje de sal.....	53
Fotografía 5. Recambio de agua y alimentación	53
Fotografía 6. Revisión de concentración salina a 30 ppm.....	53
Fotografía 7. Revisión de la concentración salina 15 ppm	54
Fotografía 8. Kit para medir amonio.....	54
Fotografía 9. Biometría del amonio	54
Fotografía 10. Comparación con tablas de amonio.....	54
Fotografía 11. Biometría	54
Fotografía 12. Toma de muestras.....	54
Fotografía 13. Preparación de la caja petri con la muestra de agua	55
Fotografía 14. Muestra de peces para raspado de branquias.....	55
Fotografía 15. Pesaje de polvos de PDA para preparación de medio de cultivo	55
Fotografía 16. Agar de Dextrosa y Papa (PDA).....	55
Fotografía 17. Preparación de caja de petri con muestras de raspado de branquias	55
Fotografía 18. Conteo de colonias.....	55
Fotografía 19. Detección de hongos en el agua a 0 ppm de salinidad (agua dulce)	56
Fotografía 20. Detección de hongos en el agua a 15 ppm de salinidad	56
Fotografía 21. Detección de hongos en el agua a 30 ppm de salinidad	56
Fotografía 22. Detección de hongos por raspado de branquias, tratamiento a 0 ppm de salinidad (agua dulce).....	56
Fotografía 23. Detección de hongos por raspado de branquias, tratamiento a 15 ppm de salinidad.....	56
Fotografía 24. Detección de hongos por raspado de branquias, tratamiento a 30 ppm de salinidad.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica de la tilapia roja	13
Tabla 2. Condiciones meteorológicas del Campus Experimental La María	23
Tabla 3. Esquema del ANDEVA.....	25
Tabla 4. Recursos humanos	29
Tabla 5. Ganancia de peso (g) registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>).	31
Tabla 6 . Peso medio (g) registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>).	32
Tabla 7. Crecimiento absoluto (g/día) registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>).	33
Tabla 8. Crecimiento específico (%/día) registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>).	33
Tabla 9. Índice de supervivencia (%) mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>).	34
Tabla 10. Consumo de alimento (g) registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>).	35
Tabla 11. Conversión alimenticia registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>).	36
Tabla 12. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso a los 7 días	57
Tabla 13. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso a los 14 días	57
Tabla 14. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso a los 21 días	57
Tabla 15. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso a los 28 días	57
Tabla 16. Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso a los 35 días	58
Tabla 17. Análisis de la varianza de la variable peso medio a los 7 días	58
Tabla 18. Análisis de la varianza de la variable peso medio a los 14 días	58
Tabla 19. Análisis de la varianza de la variable peso medio a los 21 días	58
Tabla 20. Análisis de la varianza de la variable peso medio a los 28 días	59

Tabla 21.	Análisis de la varianza de la variable peso medio a los 35 días	59
Tabla 22.	Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto a los 7 días	59
Tabla 23.	Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto a los 14 días	59
Tabla 24.	Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto a los 21 días	60
Tabla 25.	Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto a los 28 días	60
Tabla 26.	Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto a los 35 días	60
Tabla 27.	Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico a los 7 días	60
Tabla 28.	Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico a los 14 días	61
Tabla 29.	Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico a los 21 días	61
Tabla 30.	Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico a los 28 días	61
Tabla 31.	Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico a los 35 días	61
Tabla 32.	Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento a los 7 días	62
Tabla 33.	Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento a los 14 días	62
Tabla 34.	Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento a los 21 días	62
Tabla 35.	Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento a los 28 días	62
Tabla 36.	Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento a los 35 días	63
Tabla 37.	Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia a los 7 días	63
Tabla 38.	Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia a los 14 días	63
Tabla 39.	Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia a los 21 días	63
Tabla 40.	Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia a los 28 días	64
Tabla 41.	Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia a los 35 días	64

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Modelo matemático	25
Ecuación 2: Ganancia de peso	27
Ecuación 3: Peso medio.....	27
Ecuación 4: Tasa de crecimiento específico.....	27
Ecuación 5: Tasa de crecimiento absoluto	27
Ecuación 6: Tasa de supervivencia.....	28
Ecuación 7: Consumo de alimento	28
Ecuación 8: Conversión alimenticia.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Presencia de hongos en las muestras de agua	37
Figura 2. Presencia de colonias de bacterias	38
Figura 3. Parámetros del agua en incidencia con el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>). 39	

CÓDIGO DUBLÍN

Título	Efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilapia roja (<i>oreochromis mossambicus</i> x <i>oreochromis niloticus</i>)				
Autor:	Ariel Alexander Veliz Cruz				
Palabras claves:	Aclimatación	Adaptabilidad	Hongos	Osmorregulación	<i>Saprolegnia spp.</i>
Fecha de publicación:					
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2023				
Resumen:	El trabajo de investigación se realizó en el Plantel Acuícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas del Campus Experimental “La María”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Kilómetro 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos, se evaluó el efecto de la salinidad y la incidencia de hongos en el crecimiento de alevines de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>). El estudio duró 35 días y se realizó en tanques de polipropileno con capacidad de 40 L de agua. Los alevines se contaron individualmente, pesaron y distribuyeron de forma aleatoria en tres tratamientos iguales de 25 alevines cada uno. El T1 contó con 0 ppm de salinidad (agua dulce), el T2 (15 ppm) de salinidad y el T3 (30 ppm) de salinidad. Las variables medidas fueron ganancia de peso, peso medio, crecimiento absoluto, crecimiento específico, supervivencia, consumo de alimento, conversión alimenticia, incidencia de hongos y parámetros del agua. Al final del experimento, el T3 mostró un mejor desempeño (peso medio, consumo de alimento e incidencia de hongos), siendo estadísticamente idéntico al T2 ya que mostraron un crecimiento absoluto similar y diferente del T1 que presentó una conversión alimenticia superior y altos niveles en parámetros del agua. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en lo que a crecimiento específico y supervivencia se refiere. Se concluyó que el T3 (30 ppm), ya que se determinó que al incrementar la salinidad no afectaría los parámetros productivos y los parámetros del agua.				
Abstract:	The research was conducted at the Aquaculture Facility of the Faculty of Livestock and Biological Sciences of the Experimental Campus "La María," owned by the Technical State University of Quevedo, located at Kilometer 7 ½ on the Quevedo – El Empalme road, Los Ríos province. The study assessed the impact of salinity and fungal incidence on the growth of red tilapia fingerlings (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>). The experiment lasted for 35 days and took place in 40 L polypropylene tanks. Fingerlings were individually counted, weighed, and randomly distributed among three equal treatments with 25 fingerlings each. T1 had 0 ppm salinity (freshwater), T2 had 15 ppm salinity, and T3 had 30 ppm salinity. Variables measured included weight gain, average weight, absolute growth, specific growth, survival, feed consumption, feed conversion, fungal incidence, and water parameters. At the end, T3 exhibited superior performance (average weight, feed consumption, and fungal incidence), statistically identical to T2. T1 showed a higher feed conversion and elevated water parameter levels. No statistically significant differences were observed in specific growth and survival among treatments. It was concluded that T3 (30 ppm) did not negatively impact productive parameters or water parameters.				
Descripción:	83 hojas: dimensiones, 21 x 29,70 cm + CD-ROM				
URL:					

Introducción

El cultivo de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) ha adquirido una gran relevancia en el contexto global debido a la creciente demanda de este pez de agua dulce. Esta especie, originaria de África, ha sido ampliamente utilizada en acuicultura debido a su rápido crecimiento y adaptabilidad a diferentes condiciones. Sin embargo, la tilapia roja puede competir con especies nativas por recursos limitados, alterar la calidad del agua y modificar los hábitats acuáticos (1). Ecuador ha surgido como un actor destacado en esta industria, fomentando la producción tanto en sistemas de agua dulce como en ambientes con niveles salinos, capitalizando la adaptabilidad de esta especie a diferentes entornos.

A pesar de su aclamada versatilidad, la tilapia roja plantea un desafío considerable, su origen se encuentra en aguas dulces, y su capacidad para tolerar salinidad ha sido objeto de investigación durante un período prolongado. El uso de sal es una práctica común en la industria acuícola y desempeña varios roles fundamentales en la producción (2). La sal se utiliza en acuicultura principalmente con fines terapéuticos y como un agente que mejora la calidad del agua. En términos terapéuticos, la sal se emplea para tratar diversas afecciones de los peces, como infecciones parasitarias y problemas de piel (3). En la mejora de la calidad del agua, la sal se utiliza para reducir la carga bacteriana, proporcionando un entorno más saludable para el crecimiento de las tilapias, pero la exposición a concentraciones elevadas de salinidad puede tener consecuencias adversas en el crecimiento y la salud de los alevines, potencialmente impactando la rentabilidad de la producción acuícola (4).

Además de su efecto en el crecimiento, es vital considerar la salud y el bienestar de los alevines de tilapia roja en ambientes salinos. La salinidad puede desafiar la capacidad de los peces para regular su equilibrio osmótico, aumentando el riesgo de deshidratación y la acumulación de sustancias perjudiciales en sus organismos. Por lo tanto, resulta esencial comprender su respuesta ante la salinidad y explorar posibles estrategias de manejo que puedan mejorar su tolerancia a este factor ambiental crítico (5).

Es fundamental tener en cuenta el papel que desempeña la genética en su capacidad para tolerar la salinidad. La variabilidad genética presente en diferentes poblaciones de tilapia puede influenciar directamente su capacidad de adaptación a entornos con niveles de

salinidad elevados. En este sentido, los programas de cría selectiva surgen como una herramienta prometedora para mejorar la resistencia de la tilapia roja a la salinidad. El proceso de identificar y seleccionar individuos que presenten una mayor habilidad para sobrevivir y prosperar en ambientes salinos se convierte en un pilar esencial para el progreso genético de esta especie (6).

Asimismo, al abordar el impacto de la salinidad en el crecimiento de los alevines de tilapia roja, no podemos pasar por alto la relevancia de la alimentación y la nutrición. La composición de la dieta y la disponibilidad de nutrientes pueden experimentar notables variaciones en entornos salinos en comparación con los sistemas de agua dulce. Esto plantea la necesidad de que los acuicultores comprendan cómo adaptar las dietas y los programas de alimentación para satisfacer las demandas nutricionales específicas de los alevines en ambientes salinos. En algunas instancias, esto podría requerir la inclusión de suplementos minerales o ajustes en la formulación de los alimentos para asegurar un desarrollo saludable (7).

La exposición prolongada a niveles elevados de salinidad puede inducir un estrés crónico en los peces, lo que, a su vez, puede conducir a una disminución de su inmunidad, un aumento en la vulnerabilidad a enfermedades y una reducción en la tasa de crecimiento. Por lo tanto, resulta esencial gestionar de manera adecuada el estrés mediante la optimización de las condiciones de cría y la minimización de otros factores estresantes que puedan afectar a los alevines (8).

Esta investigación tiene el propósito someter los alevines de tilapia roja a diferentes niveles de salinidad y su impacto en el crecimiento, la salud y adaptación de esta especie. Los resultados de este estudio contribuirán a optimizar las prácticas de cultivo y promoverán una gestión más sostenible de la tilapia roja en ambientes salinos.

CAPÍTULO I

CONTEXUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) ha surgido como una especie líder en la industria de la acuicultura a nivel mundial debido a su notoria capacidad de adaptación a diversos entornos ambientales. Sin embargo, uno de los aspectos críticos que aún no se comprenden en su totalidad se relaciona con su tolerancia a la salinidad. La exposición a niveles inapropiados de salinidad puede generar efectos adversos en el crecimiento y la salud de los alevines de tilapia roja, lo que plantea la interrogante fundamental de cómo se pueden perfeccionar las condiciones de crianza para asegurar un desarrollo saludable en entornos caracterizados por distintos niveles de salinidad (9).

Adicionalmente, en el contexto regional y con la creciente demanda de productos pesqueros como la tilapia roja, se ha producido un aumento en la expansión de la acuicultura en regiones donde la salinidad del agua se convierte en una preocupación relevante. Esta situación agudiza aún más el problema y genera cuestionamientos sobre cómo afrontar eficazmente las variaciones en la salinidad para garantizar una producción acuícola que sea sostenible. En este marco, el planteamiento del problema se enfoca en la imperante necesidad de profundizar en la comprensión de los efectos de la salinidad en el crecimiento de los alevines de tilapia roja y en la identificación de estrategias viables para reducir los impactos negativos, con el fin de asegurar la continuidad y la eficiencia de la producción acuícola de esta especie (10).

Diagnóstico

El crecimiento continuo de la acuicultura de tilapia roja en áreas donde la salinidad del agua es motivo de inquietud plantea la necesidad de identificar estrategias eficaces para gestionar esta variable ambiental, con el objetivo de garantizar tanto el éxito económico como la preservación del ecosistema circundante. Algunas posibles estrategias incluyen a la cría selectiva, ajustes en la alimentación y la gestión del estrés, para mejorar la sostenibilidad y eficiencia de la producción acuícola en estos entornos.

Pronóstico

La implementación de enfoques que se ocupen de la capacidad de la tilapia roja para tolerar la salinidad, considerando aspectos relacionados con la genética, la nutrición, la gestión del estrés y el monitoreo constante de los niveles de salinidad en los sistemas de acuicultura, tiene el potencial de hacer que la producción de esta especie sea más sostenible y económicamente rentable en diversos tipos de entornos. Asimismo, es plausible que esta ampliación en el conocimiento contribuya al continuo perfeccionamiento de la adaptación de la tilapia roja a condiciones ambientales cambiantes, lo cual podría repercutir positivamente tanto en la industria de la acuicultura como en la preservación de los recursos acuáticos.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la salinidad en el crecimiento de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) y cuál es su relación con la incidencia de hongos en estos organismos acuáticos?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cómo afecta la salinidad a los parámetros zootécnicos, incluyendo la ganancia de peso, peso medio, crecimiento absoluto, crecimiento específico, consumo de alimento y conversión alimenticia de los alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*)?
- ¿Cuál es la relación entre la salinidad y incidencia de hongos en los alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*)?
- ¿Cómo varían los parámetros de calidad del agua, como el oxígeno, pH, temperatura y amonio, en función de los niveles de salinidad y cómo influyen en el crecimiento y la salud de los alevines de tilapia roja?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos General

- Evaluar el efecto de la salinidad y la incidencia de hongos en el crecimiento de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar el efecto de la salinidad sobre los parámetros de producción de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*).
- Evaluar la incidencia de hongos en el cuerpo de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) a diferentes salinidades.
- Determinar los parámetros de calidad del agua: oxígeno, pH, temperatura y amonio en el cultivo de alevines de tilapia roja.

1.3. Justificación

La etapa de alevinaje es ampliamente reconocida como una de las fases más críticas en la acuicultura, ya que los alevines son particularmente sensibles a cambios ambientales. Durante este período inicial, los peces están en desarrollo temprano y son más susceptibles a enfermedades, variaciones en la calidad del agua y problemas de alimentación (11). Dado que la salinidad del agua desempeña un papel fundamental en el desarrollo y supervivencia de los peces, es esencial investigar cómo diferentes concentraciones de sal afectan a los alevines de tilapia roja. Además, comprender los efectos de la salinidad en la alimentación de los alevines ofrece una oportunidad valiosa para mejorar las estrategias alimenticias. El conocimiento detallado de cómo la salinidad influye en los hábitos alimenticios permite a los productores ajustar las dietas y los programas de alimentación, contribuyendo directamente a un crecimiento más saludable y una mayor supervivencia de los alevines (12).

La investigación sobre la capacidad de crecimiento y tolerancia de los alevines de tilapia roja en un entorno de agua salada es crucial para perfeccionar la producción de esta especie de pez y aumentar la rentabilidad de la acuicultura. En caso de determinar que la tilapia roja puede prosperar y tolerar diversas concentraciones de salinidad, se podrían abrir nuevas oportunidades para la acuicultura en regiones donde el agua dulce es escasa o costosa. Además, al identificar las concentraciones óptimas de salinidad para el crecimiento y supervivencia de los alevines de tilapia roja, los productores podrían ajustar las condiciones de cultivo con el fin de maximizar la producción (13,14).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

- **Acuicultura**

La acuicultura es una práctica de cultivo y crianza de organismos acuáticos, como peces, crustáceos, moluscos y plantas acuáticas, en ambientes controlados como estanques, jaulas o tanques, con el fin de producir alimentos y otros productos relacionados con la vida marina (15). Esta actividad contribuye a la producción sostenible de proteínas, impulsa la economía y reduce la presión sobre las poblaciones de peces silvestres (16).

- **Alevines de tilapia**

Los alevines de tilapia son crías muy jóvenes de peces de la familia Cichlidae, específicamente del género Tilapia. Estos alevines generalmente poseen cuerpos comprimidos lateralmente, aletas pectorales redondeadas y un distintivo patrón de coloración que puede variar según las condiciones del agua y la genética. A medida que crecen, desarrollan la característica coloración roja que da nombre a la especie (17). En términos de alimentación, los alevines de tilapia roja son herbívoros y omnívoros, consumiendo una dieta variada que incluye fitoplancton, zooplancton y pequeños organismos acuáticos. Son pequeños, generalmente miden solo unos pocos centímetros de longitud, y son extremadamente vulnerables a depredadores y condiciones ambientales adversas (18,19).

- **Concentraciones de salinidad**

La salinidad se define como la cantidad de sales disueltas en un cuerpo de agua y se suele expresar en partes por millón (ppm) o como un porcentaje (20). Esta medida es esencial para caracterizar la salinidad en diversos tipos de cuerpos de agua, como el mar y otros ecosistemas acuáticos. La concentración de salinidad puede variar según la ubicación geográfica y las condiciones ambientales, lo que a su vez influye en la densidad del agua y en la vida marina y acuática. Su medición se realiza mediante métodos como la conductividad eléctrica, la refracción o la titulación, y tiene una gran relevancia en disciplinas como la oceanografía, la biología marina y la evaluación de la calidad del agua (21).

- **Equilibrio osmótico**

El equilibrio osmótico se define como la situación en la que la presión osmótica de una sustancia disuelta en una solución es idéntica a la presión osmótica de otra sustancia en una solución distinta, mientras están separadas por una membrana semipermeable. Este estado

implica que no se produce un flujo neto de solvente a través de la membrana, dado que las presiones osmóticas se equiparan (22).

- **Infección Fúngica**

La infección fúngica en peces se manifiesta como una afección patológica originada por el crecimiento excesivo de hongos en la piel, aletas o branquias de los peces. Saprolegnia y Achlya son ejemplos de hongos que se aprovechan de la vulnerabilidad del sistema inmunológico de los peces, provocando daño en los tejidos y generando lesiones externas. Este fenómeno puede manifestarse a través de síntomas como manchas blancas o algodonosas, erosiones cutáneas y cambios en el comportamiento del pez (23).

- **Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto se refiere a la cantidad de oxígeno gaseoso presente en el agua en forma molecular, listo para ser absorbido por los organismos acuáticos, como los peces, a través de sus branquias. Este parámetro es esencial para la respiración y la supervivencia de los peces, ya que les proporciona el oxígeno necesario para mantener sus funciones biológicas (24).

- **Parámetros del agua**

Los parámetros del agua son las características físicas y químicas del entorno acuático. Estos incluyen factores como la temperatura, el pH, la concentración de oxígeno disuelto y la dureza del agua, que son cruciales para mantener un ambiente acuático adecuado y promover la salud y el bienestar de los peces (25).

- **Parámetros productivos**

Los parámetros productivos en peces se refieren a las medidas cuantificables que evalúan el rendimiento y la eficiencia de la producción acuícola. Estos incluyen factores como la tasa de crecimiento, la conversión alimenticia, la supervivencia de los peces y la eficacia de la reproducción (26).

- **Salinidad**

La salinidad se describe como la concentración de sales disueltas en el agua. Este factor ambiental es crucial para la fisiología de los peces, ya que influye en su capacidad para regular el equilibrio osmótico, la absorción de nutrientes y la función de las branquias.

Niveles inadecuados de salinidad pueden afectar negativamente la salud y el comportamiento de los peces (27).

- **Tolerancia a la salinidad**

La tolerancia a la salinidad de los peces se define como la habilidad de estas especies acuáticas para sobrevivir y mantener su homeostasis en diferentes concentraciones de sal en el agua (28). Los peces pueden clasificarse en eurihalinos, que pueden habitar una amplia gama de salinidades, o estenohalinos, que necesitan condiciones específicas de salinidad. Esta tolerancia está estrechamente ligada a la capacidad de los peces para regular sus niveles de sales internos y adaptarse a fluctuaciones en la salinidad ambiental (29).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Origen y distribución de la tilapia

Hace más de 4,500 años, las señales del consumo de Tilapia como fuente de alimento ya estaban presentes, según lo demuestran descubrimientos de esculturas y jeroglíficos en Egipto y Grecia. La Tilapia, que tiene sus raíces en el río Nilo, se propagó a través de cuerpos de agua dulce en África y Asia. A lo largo de la historia, ha recibido diversos nombres, incluyendo "Pez de San Pedro", haciendo referencia a una historia bíblica que sugiere que fue una Tilapia el pescado que Pedro ofreció a Jesús en una conocida parábola (1,30).

Este pez, conocido por su dieta herbívora que se basa principalmente en algas en su hábitat natural, ha sido criado en piscifactorías desde al menos el año 2,500 antes de Cristo. Su popularidad ha crecido enormemente, y en la actualidad se cría en más de 85 países en África, el Sudeste Asiático, América y Oceanía. En la acuicultura moderna, la Tilapia se alimenta con gránulos elaborados a partir de proteínas de alto rendimiento derivadas de plantas (31).

En la segunda mitad del siglo XX, se introdujeron estos peces africanos en muchas regiones tropicales, subtropicales y templadas en todo el mundo. La idea detrás de esta introducción era tener una fuente de proteína asequible, de alta calidad y sostenible para abastecer la creciente necesidad alimentaria debido al aumento continuo de la población global (32).

2.2.2. Introducción de la tilapia en Ecuador

A pesar de que no se cuenta con información precisa sobre cuándo llegó la tilapia a Ecuador, se tiene registro de que *O. mossambicus* fue introducida desde Colombia en Santo Domingo de los Tsáchilas alrededor de 1965. Asimismo, *O. niloticus* fue importada por agricultores privados desde Brasil en 1974, y la variedad híbrida roja (*Oreochromis* sp.) llegó al país a principios de la década de 1980 (33).

Se ha señalado que *Oreochromis* sp. fue introducida con el propósito de desarrollar la acuicultura generando empleo y proporcionando una fuente adicional de proteínas para la población. Además, su rápido crecimiento y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales la convierten en una especie de interés comercial, se estableció en el río Chone, ubicado en la Provincia de Manabí. A partir de allí, esta especie se expandió hacia las estructuras artesanales conocidas como "chameras", que se emplean para la cría y pesca tradicional del *Dormitator latifrons*, una especie nativa también conocida como "chame". Esta última desempeña un papel fundamental en la dieta cotidiana de la población local (1,32).

Sin embargo, la introducción de la tilapia roja también ha suscitado preocupaciones medioambientales. La especie puede tener impactos negativos en los ecosistemas acuáticos locales al competir con especies nativas, alterar los hábitats y afectar a las cadenas alimentarias. Además, existe el riesgo de que la tilapia roja se escape de las instalaciones acuícolas y se convierta en una especie invasora, desplazando a las especies autóctonas y causando desequilibrios en los ecosistemas naturales (1).

2.2.3. Generalidades de la tilapia roja

2.2.3.1. Morfología

La tilapia roja presenta una morfología característica que la distingue en el mundo de los peces. Su cuerpo es alargado y comprimido lateralmente, una característica típica de los cíclidos, la familia a la que pertenece. Esto le otorga una forma ovalada y aerodinámica que facilita su desplazamiento eficiente en el agua. Uno de los rasgos más notables de la tilapia roja es su distintiva coloración (12). La parte anterior del cuerpo, especialmente la región de la cabeza y la parte superior de las aletas, exhibe tonos rojos o rosados, lo que le confiere su

nombre común. El resto del cuerpo puede variar en tonalidades, generalmente oscilando entre grises y plateados (34).

Las aletas de la tilapia roja son características y desempeñan funciones específicas, la aleta dorsal se encuentra en la parte superior del cuerpo, la aleta anal está ubicada en la parte inferior, cerca de la aleta caudal, las aletas pectorales se sitúan en los lados del cuerpo, justo detrás de las branquias, las aletas pélvicas se encuentran en la parte ventral del cuerpo, en la región media, la aleta caudal suele tener una forma redondeada (35).

Las branquias de la tilapia roja son fundamentales para su respiración, ya que son el órgano encargado de extraer oxígeno del agua. Estas branquias suelen presentar una coloración roja o rosada, lo que se puede observar como una mancha de color en la parte inferior de las branquias. La boca de la tilapia roja es terminal, lo que significa que se ubica en la parte frontal de la cabeza. Esta característica permite que la tilapia sea un pez bentónico, es decir, se alimenta principalmente de alimentos que encuentra en el fondo del cuerpo de agua (36). En cuanto al tamaño, los ejemplares adultos de tilapia roja pueden mostrar variaciones significativas, pero su longitud suele oscilar entre 15 y 25 centímetros. Algunos individuos pueden crecer aún más, dependiendo de las condiciones ambientales y de cría. Distinguir entre machos y hembras de tilapia roja a simple vista puede ser complicado. No obstante, durante la temporada de reproducción, los machos suelen desarrollar aletas dorsales y anales más largas y puntiagudas, lo que puede ayudar en su identificación (37).

2.2.3.2. Taxonomía

Tabla 1.
Descripción taxonómica de la tilapia roja

	Descripción Taxonómica
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Familia	Cichlidae
Género	Oreochromis
Especie	<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>
Nombre común	Tilapia roja

Fuente: (38).

2.2.3.3. Ciclo de vida

El ciclo de vida de la tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) es realmente intrigante, y abarca varias etapas cruciales que llevan a su madurez sexual y reproducción. Comienza con la puesta de huevos por parte de las hembras, los cuales son posteriormente fertilizados por los machos. Estos huevos son depositados con cuidado en superficies resguardadas, como rocas o plantas acuáticas, y después de unos días, eclosionan, liberando larvas minúsculas y frágiles que dependen de diminutas fuentes de alimento en el agua (39).

A medida que estas larvas crecen, pasan por una transformación gradual para convertirse en alevines y luego en juveniles. Durante esta fase de desarrollo, los peces adquieren sus características morfológicas, como la forma de sus aletas y su coloración. Los alevines y juveniles tienden a buscar refugio en áreas con vegetación acuática para resguardarse de los depredadores y encontrar alimento, lo cual es esencial para su desarrollo saludable (32).

La madurez sexual es un hito que generalmente se alcanza entre los 6 y 9 meses de edad, aunque la sincronización puede variar según factores ambientales y la disponibilidad de alimentos. En esta etapa, tanto los machos como las hembras desarrollan diferencias en sus características sexuales secundarias. Durante la temporada de reproducción, los machos construyen nidos en el fondo del agua y ejecutan rituales de cortejo para atraer a las hembras (40).

La reproducción marca el comienzo de un nuevo ciclo de vida cuando las hembras depositan sus huevos en los nidos contruidos por los machos. Cuando los huevos eclosionan, emergen alevines, y así se inicia otro ciclo. La tilapia roja es capaz de tener múltiples camadas de alevines en una temporada reproductiva, lo que contribuye a su rápido crecimiento poblacional. Este ciclo continúa en el tiempo, y en condiciones adecuadas, la tilapia roja puede vivir varios años (41).

2.2.3.4. Alimentación

La tilapia es un pez muy versátil en su alimentación, ya que consume una amplia variedad de alimentos, como plantas, insectos, crustáceos, algas, zooplancton, detritos y peces pequeños. Cuando se cría en un entorno controlado, como la acuicultura, es posible proporcionarles una dieta equilibrada en forma de escamas o pellets comerciales. Estos

alimentos contienen una mezcla de proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales esenciales. La clave para el éxito en la cría de tilapia radica en asegurar que su alimentación sea adecuada para satisfacer sus necesidades nutricionales y estimular un crecimiento y desarrollo óptimos (42).

Las necesidades nutricionales de la tilapia pueden variar dependiendo de diversos factores, como la especie, la edad, el tamaño, la temperatura del agua y la calidad del alimento disponible. Por ejemplo, una dieta balanceada para alevines debe contener un porcentaje de proteínas que oscile entre el 45% y el 50%, ya que las proteínas son esenciales para el desarrollo muscular y el crecimiento adecuado. Además, se recomienda un contenido de grasas que represente aproximadamente el 10% al 15% de la dieta, proporcionando una fuente de energía esencial. Los carbohidratos, que contribuyen a la energía y el desarrollo metabólico, deben constituir alrededor del 20%. Además, es crucial incluir cantidades adecuadas de vitaminas y minerales (43), en el caso de la tilapia roja, se ha determinado que una dieta óptima debe contener entre un 30% y un 35% de proteínas y un 6% a 8% de lípidos. La calidad de los alimentos es esencial para mantener la salud y el bienestar de estos peces, ya que una dieta deficiente puede hacer que sean más propensos a enfermedades y reducir su tasa de crecimiento (44).

La alimentación de la tilapia en la acuicultura se puede llevar a cabo de diversas maneras, incluyendo la alimentación manual, la alimentación automática y la alimentación basada en la demanda. La cantidad y la frecuencia de alimentación deben ajustarse según la edad, el tamaño y la densidad de población de los peces, así como las condiciones del agua y la temperatura (45). Es fundamental supervisar de cerca la alimentación de la tilapia y hacer ajustes cuando sea necesario para evitar el desperdicio de alimentos y garantizar un crecimiento y desarrollo saludables y óptimos de los peces.

2.2.4. Parámetros del agua

2.2.4.1. Amonio

El amonio, que se presenta en el agua en forma de NH_4^+ , desempeña un papel crucial en el cultivo de tilapia, y su vigilancia constante es fundamental para mantener un ambiente propicio para estos peces. La cantidad de amonio en el agua debe mantenerse en niveles

bajos, preferiblemente por debajo de 0.5 mg/L. Superar este umbral puede resultar perjudicial para las tilapias. Concentraciones elevadas de amonio pueden tener repercusiones negativas en la salud de las tilapias, manifestándose en problemas como daño en las branquias, estrés, y una merma en su crecimiento y capacidad reproductiva. Además, niveles altos de amonio pueden favorecer el crecimiento de algas y bacterias perjudiciales en el agua, empeorando aún más la calidad del entorno de crianza (46).

2.2.4.2. *Temperatura*

La temperatura del agua desempeña un papel fundamental en el proceso de cultivo de tilapia, ya que incide directamente en el funcionamiento metabólico de estos peces. Aunque la tilapia es conocida por su resistencia y capacidad para sobrevivir en distintas temperaturas, su desempeño óptimo se sitúa en un rango específico, que va desde los 25°C a los 30°C. En este intervalo, las tilapias experimentan un crecimiento saludable y una reproducción eficiente. Sin embargo, temperaturas por debajo de este rango pueden ralentizar su crecimiento y actividad metabólica, mientras que temperaturas más altas pueden ocasionar una disminución en los niveles de oxígeno disuelto en el agua, lo que puede resultar en estrés para los peces (47).

2.2.4.3. *Oxígeno disuelto*

El oxígeno disuelto juega un papel crucial en la supervivencia de la tilapia, por lo que es esencial mantenerlo a niveles adecuados. Para criar tilapia de manera óptima, se aconseja mantener la concentración de oxígeno disuelto por encima de 5 mg/l (miligramos por litro). Cuando los niveles caen por debajo de esta cifra, los peces pueden experimentar estrés y sufrir problemas de salud. Esto es particularmente crítico en aguas más cálidas, ya que el agua caliente tiene una capacidad de retención de oxígeno inferior en comparación con el agua fría (48).

2.2.4.4. *pH*

El pH del agua debe mantenerse dentro de un rango específico, que va de 6.5 a 8.5. Esto es crucial porque cualquier variación fuera de ese rango puede estresar a los peces y afectar su capacidad para digerir la comida y absorber los nutrientes que necesitan. Cuando el pH baja demasiado, el agua se vuelve ácida, lo que altera el equilibrio de minerales esenciales como el calcio y el magnesio, lo que no es bueno para los peces. Por otro lado, si el pH es muy

alto, puede hacer que los minerales y nutrientes se precipiten, dificultando que la tilapia obtenga lo que necesita de manera adecuada (49).

2.2.4.5. Salinidad

Los peces tienen la capacidad para adaptarse a diversos niveles de salinidad, pero con reacciones negativas si estas concentraciones salinas cambian de forma abrupta. La tilapia roja es capaz de sobrevivir, crecer y reproducirse en salinidades entre 5 a 10 ppm las cuales son concentraciones óptimas, pero cabe recalcar que la tilapia puede tolerar altas concentraciones salinas. (32)

2.2.5. Tolerancia a la salinidad

La cría de tilapia es conocida principalmente por llevarse a cabo en aguas dulces o con una baja concentración de salinidad, pero se ha observado que ciertas variedades híbridas de tilapia poseen una sorprendente tolerancia al agua salada, lo que abre nuevas perspectivas para su cultivo en ambientes salobres y con alta salinidad. Este avance podría significar una expansión significativa en la producción global de tilapia y la posibilidad de llevar a cabo su cultivo en zonas costeras tropicales y regiones áridas (50). La tilapia roja, en particular, se muestra como una especie apta para la acuicultura en aguas salobres y marinas, gracias a la capacidad de las especies progenitoras de tolerar una amplia gama de salinidades. Además, muchas variedades de tilapia pueden aclimatarse con éxito al agua de mar si se lleva a cabo un proceso gradual de adaptación (51).

La tilapia se destaca por su resistencia a enfermedades, su capacidad reproductiva, su dieta versátil y su habilidad para prosperar en aguas con diferentes niveles de salinidad. Estas características hacen que sea una opción ideal para el cultivo intensivo en ambientes marinos. Además, la tilapia presenta la ventaja de tener una baja tasa de conversión alimenticia, lo que contribuye a reducir los costos asociados con la alimentación en sistemas intensivos. En algunos casos, se recurre a la tecnología de biofloc para reducir tanto el consumo de agua como el alimento, al mismo tiempo que se mejora la calidad del agua y el crecimiento de los peces (52).

2.2.6. Comportamiento productivo de la tilapia en ambientes salinos

La tilapia es un pez de agua dulce conocido por su capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales, incluyendo la salinidad, experimenta cambios significativos en su comportamiento productivo cuando se encuentra en entornos con presencia de salinidad. Se

ha observado que, en ambientes con niveles moderados de salinidad, la tilapia puede exhibir un aumento en la tasa de crecimiento, lo que resulta beneficioso para la producción acuícola. La influencia de la salinidad en la fisiología de la tilapia también puede incidir en aspectos como la reproducción y la resistencia a enfermedades (53).

Estos ajustes en el comportamiento productivo de la tilapia en presencia de salinidad son de interés particular para los acuicultores que buscan optimizar las condiciones de cría y producción de este pez. No obstante, niveles extremos de salinidad pueden generar efectos adversos en la tilapia, tales como estrés osmótico, reducción en la ingesta de alimentos y deterioro de la salud general. La capacidad de la tilapia para mantener un comportamiento productivo óptimo en ambientes con salinidad elevada puede depender de factores genéticos y de adaptación (54).

2.2.7. Impacto ambiental en producción intensiva con salinidad

La producción intensiva de tilapia en ambientes con niveles elevados de salinidad puede tener significativos impactos ambientales puesto que la salinidad del agua puede afectar la calidad del hábitat acuático, alterando la composición química y biológica del ecosistema circundante. La utilización de grandes cantidades de agua para mantener condiciones óptimas de salinidad puede generar un estrés hídrico localizado y agotar los recursos hídricos disponibles. Además, los efluentes generados por las instalaciones de acuicultura intensiva, que a menudo contienen excesos de nutrientes y productos químicos utilizados en la alimentación y el mantenimiento de los peces (55).

2.2.8. Análisis económico

Agregar sal al agua de cultivo de tilapia puede tener un impacto positivo en el crecimiento y la supervivencia de los peces. Los estudios indican que una salinidad de 15 a 30 ppm puede incrementar la tasa de crecimiento. Sin embargo, este beneficio no viene sin costos. El gasto en sal, equipo para medir y controlar la salinidad, junto con el tiempo y esfuerzo necesario para la administración, puede aumentar los costos de producción (56).

El costo de la sal utilizada en el cultivo de tilapia roja varía según la cantidad, el precio y la fuente. En Ecuador, el precio promedio de la sal en grano es de aproximadamente \$1,00 USD por kilogramo. El equipo necesario, como el medidor de salinidad y la bomba dosificadora, tiene costos variables según la calidad y la marca. Además, se debe considerar el tiempo y esfuerzo requeridos para administrar la sal, ya que su adición al agua de cultivo

puede ser un proceso laborioso que necesita monitoreo regular para mantener la salinidad en el rango óptimo.

A pesar de los costos involucrados, la aplicación de sal al agua de cultivo de tilapia roja presenta beneficios notables. Además de mejorar la tasa de crecimiento, se ha demostrado que la sal aumenta la supervivencia de los peces y reduce la incidencia de enfermedades. La rentabilidad de esta aplicación depende de la magnitud de estos beneficios en comparación con los costos. Si los beneficios superan los costos, la aplicación de sal puede ser una inversión rentable para los productores de tilapia roja (56).

2.2.9. Principales enfermedades

2.2.9.1. *Infección de origen micótico*

Las infecciones micóticas son un problema común en las tilapias, y estas enfermedades son causadas por hongos. Los hongos responsables de estas infecciones suelen ser *Saprolegnia* spp. y *Achlya* spp. Estos organismos se desarrollan en entornos acuáticos y pueden ingresar al cuerpo de las tilapias a través de heridas o lesiones en su piel. Una vez dentro, los hongos se alimentan de los tejidos de los peces, lo que puede resultar en lesiones cutáneas, daños en las aletas e incluso afectar las branquias. Los síntomas característicos de las infecciones micóticas incluyen la aparición de manchas blancas o con una textura similar al algodón en la piel y las aletas de las tilapias. Además, los peces afectados pueden mostrar cambios en su comportamiento, como la pérdida de apetito y la manifestación de letargia (57).

2.2.9.2. *Infección bacteriana*

Las infecciones bacterianas en las tilapias constituyen un tema crítico en la acuicultura. Entre las bacterias patógenas más frecuentes se encuentran *Streptococcus*, *Aeromonas* y *Edwardsiella*. Estos microorganismos pueden desencadenar una variedad de enfermedades en las tilapias, siendo la streptococcosis un ejemplo notorio. Esta enfermedad se manifiesta con síntomas como úlceras en la piel, exoftalmia (protrusión de los ojos) y dificultades respiratorias. Además, las infecciones bacterianas tienen la capacidad de inflamar los tejidos internos de los peces, afectando su proceso de digestión y resultando en la pérdida de apetito, lo que, a su vez, conlleva a un crecimiento más lento de los peces (58).

2.2.9.3. *Infección vírica*

Estas infecciones en las tilapias tienen su origen en la acción de diversos virus. Algunos de los virus más comunes que afectan a estas tilapias incluyen el virus de la tilapia del lago, el virus de la boca y las aletas, así como el virus de la tilapia del río Nilo. Estos virus pueden

desencadenar una amplia gama de síntomas en estos peces, como la manifestación de apatía, la disminución del apetito, la presencia de lesiones en la piel y complicaciones respiratorias (59).

2.2.10. Investigaciones relacionadas

2.2.10.1. *Evaluación de los límites de tolerancia a la salinidad en alevines de uno y 30 días de edad de tilapia roja *Oreochromis sp.* y del Nilo *O. niloticus**

Este estudio tenía como objetivo establecer los límites de tolerancia a diferentes niveles de salinidad en alevines de tilapia roja y tilapia del Nilo de uno y 30 días de edad. Se llevaron a cabo dos métodos de exposición, uno gradual y otro directo, durante 60 minutos, en grupos de 50 alevines alojados en recipientes de 2 litros con control de temperatura y aireación. Los resultados revelaron que ambos grupos de alevines sobrevivieron hasta niveles de salinidad de 20000 ppm, con concentraciones letales del 50% y 99% estimadas en 26,183 y 32,692 ppm de sal. Además, se observó que los alevines de tilapia tuvieron una mayor tolerancia a la salinidad con el método gradual en comparación con el método directo. En cuanto a la edad, los alevines de tilapia roja de un día mostraron una mejor adaptación a la salinidad en comparación con los de 30 días (60).

2.2.10.2. *Evaluación de la tolerancia a la salinidad de la tilapia roja (*oreochromis spp*) en diferentes densidades de siembra en la región sur de Honduras*

El cultivo de tilapia es una actividad económica importante, aunque su crecimiento se ve limitado por la disponibilidad de agua dulce y la calidad genética de la semilla. Por ello, se busca alternativas para la cría en aguas salobres. El estudio tenía como objetivo evaluar cómo la salinidad afecta el rendimiento de la tilapia a concentraciones de 5, 15 y 30 gramos por litro, en combinación con densidades de siembra de 5, 10 y 20 peces por metro cúbico. Se utilizaron nueve tanques de 3,000 litros y se replicaron las tres concentraciones de salinidad y densidades de siembra. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en factores como el factor de conversión alimenticia, el factor de condición, la tasa de crecimiento específico y la supervivencia en las tilapias criadas en las diferentes salinidades y densidades de siembra. Esto sugiere que las tilapias desarrollaron una buena tolerancia a la salinidad y pueden prosperar en estas condiciones sin un impacto negativo en su rendimiento (2).

2.2.10.3. *Evaluación de la reproducción y crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en agua a 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal en Zamorano*

En este estudio, se evaluó la reproducción y crecimiento de la tilapia roja en diferentes concentraciones de salinidad, que incluyeron 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm en un período de 70 días en Zamorano. Se utilizaron doce pilas con cinco hembras y dos machos en cada una, y se aplicó un diseño completamente al azar con tres repeticiones. La salinidad se ajustó gradualmente durante las primeras tres semanas. Se controlaron diversos parámetros del agua, y se observó que el 93% de los peces adultos sobrevivieron. Las hembras mostraron un mayor aumento de peso en agua con 20,000 y 30,000 ppm de sal, mientras que los machos tuvieron un menor crecimiento en agua sin sal. Durante el ensayo, se registraron 139 posturas y 202,454 crías, con una producción promedio de 5,068 y 5,380 crías por hembra en 70 días en agua sin sal y con 10,000 ppm de sal, respectivamente, siendo significativamente más alta que en las concentraciones de 20,000 y 30,000 ppm. También se identificaron cuatro hembras excepcionalmente prolíficas que produjeron más de 9,500 crías cada una en cinco posturas durante el ensayo (61).

2.2.10.4. *Caracterización fisiológica y metabólica de la tilapia tetra híbrida Pargo UNAM a diferentes temperaturas y salinidades de aclimatación*

En este estudio se examinaron las respuestas fisiológicas y metabólicas de los juveniles de Pargo UNAM, una variedad genéticamente mejorada de tilapia, ante diferentes niveles de temperatura y salinidad. Se estableció la temperatura preferida de los peces en torno a los 29.5 °C y se observó que los juveniles de tilapia mostraron una mayor tolerancia a la salinidad cuando se empleó un método gradual de exposición. Además, se evaluaron parámetros metabólicos, como la tasa de consumo de oxígeno y la excreción de amonio, revelando diferencias significativas en función de la temperatura de aclimatación, siendo 29 °C la temperatura más óptima. Se observaron tasas de crecimiento más altas en organismos cultivados a 29 y 32 °C, junto con una eficiente capacidad de osmorregulación en una amplia gama de salinidades (62).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en el Plantel Acuícola del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el kilómetro 7 ½ de la Vía Quevedo - El Empalme, Cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Cuya ubicación geográfica es de 10° 6' 28" de latitud sur y 700 27' 13" de longitud Oeste, a una altura de 72 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 2.

Condiciones meteorológicas del Campus Experimental La María

Datos meteorológicos	Valores promedio
Temperatura °C	24.87
Humedad relativa (%)	84.08
Evaporación media anual mm	89.46
Precipitación mm	1398.90
Heliofanía (horas luz año)	869.40
Zona ecológica	Bosque húmedo-tropical

Fuente: Elaborado por el autor

3.2. Tipo de investigación

Esta investigación se enmarca en el campo de la Agricultura, Silvicultura y Producción Animal, específicamente en el desarrollo de sistemas de producción que buscan optimizar la utilización de los recursos genéticos. El estudio es de tipo experimental y se evaluó el efecto de la salinidad en el crecimiento de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) para evitar la incidencia de hongos.

3.3. Métodos de investigación

En la presente investigación se utilizaron los siguientes métodos:

3.3.1. Método comparativo

El método comparativo permitió registrar las diferencias de la variable independiente como los niveles de salinidad (0, 15, 30 ppm).

3.3.2. Método explicativo

El método explicativo permitió sustentar el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) para evitar la incidencia de hongos.

3.3.3. Método experimental

El método experimental permitió evaluar concentraciones de salinidad en el agua, basándonos en estudios preliminares en diferentes especies de peces, con el fin de determinar si la sal tiene un efecto significativo en el desarrollo de los alevines.

3.4. Fuente de recopilación de la investigación

La información para la investigación se obtuvo de las siguientes fuentes:

3.4.1. Fuentes primarias

La recolección de información primaria se llevó a cabo mediante la observación directa de las variables de interés. Este método nos permitió adquirir datos exactos y pertinentes para la evaluación de los resultados de cada tratamiento. Al observar directamente las variables, se minimizó la probabilidad de cometer errores o interpretar los datos de manera incorrecta.

3.4.2. Fuentes secundarias

En las fuentes secundarias se utilizaron diferentes medios donde se obtuvo la información para complementar la parte teórica del ensayo, tales como: tesis, libros, informes técnicos, registros de conferencias, artículos científicos, sitios web, etc. Los cuáles fueron seleccionadas a través de búsquedas no sistemáticas en bases de datos académicas.

3.5. Diseño de la investigación

Se utilizó un Diseño Completamente Al Azar (DCA) compuesto por tres tratamientos: 0 ppm (control / agua dulce), 15 ppm, 30 ppm para los alevines de tilapia roja. Cada tratamiento fue constituido por 5 repeticiones (tanques experimentales de 70 cm de altura por 36 cm de diámetro con capacidad para 40 litro de agua) con un total de quince unidades experimentales, cada una de estas constó de 5 alevines correspondientemente. Mediante la

prueba de Tukey ($p \leq 0,005$) se realizó la comparación de medias la cual se presenta en el siguiente esquema.

3.5.1. Esquema del análisis de varianza

Tabla 3.
Esquema del ANDEVA

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de Libertad
Tratamiento	$t-1$	2
Error Experimental	$t(r-1)$	12
Total	$T*r-1$	14

Fuente: Elaborado por el autor

Ecuación 1: Modelo matemático

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

Dónde:

- Y_{ij} = Total de una observación.
- μ = Media de la población.
- T_i = Efecto del tratamiento.
- E_{ij} = Efecto aleatorio (Error experimental).

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Formulación, preparación de las concentraciones salinas

Para lograr una concentración de 15 ppm, según Banegas Bonilla (63), se implementó la siguiente fórmula, donde 0,001 g/l es el equivalente a 1000 ppm:

$$\text{Concentracion salina} = 15000 \text{ ppm} * 0,001 \text{ g/L}$$

$$\text{Concentracion salina} = 15 \text{ g/L}$$

La preparación se día a lugar llenando un recipiente con agua desclorada o desalinizada y se agregó de manera gradual la cantidad precisa de sal que este caso fue de 15 g por cada litro de agua que se empleó en el experimento. Luego, se verificó la concentración con un

refractómetro para garantizar que se haya alcanzado el nivel deseado de salinidad antes del llenado de los tanques de experimentales con esta solución.

Se obtuvo la concentración de 30 ppm, utilizando la fórmula detallada por Uyaguari Díaz (64), donde:

$$\text{Cantidad de Sal} = 30000 \text{ ppm} * 0,001 \text{ g/L}$$

$$\text{Cantidad de Sal} = 30 \text{ g/L}$$

Por lo que se duplicó la cantidad de sal requerida, lo que significa que se emplearon 30 gramos de sal por cada litro de agua. Este proceso siguió el mismo principio de mezcla y verificación de la concentración que se mencionó anteriormente. La precisión en la preparación de estas soluciones salinas es fundamental, ya que incluso pequeñas desviaciones en la concentración pueden tener un impacto significativo en los sistemas acuáticos y en los organismos que dependen de ellos (64).

3.6.2. Condiciones del cultivo de alevines de tilapias

Se obtuvieron alevines de tilapia roja el Programa de Piscicultura de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas del Campus "La María". Para ello los alevinos llevaron el siguiente control:

- Se realizó una selección de los peces, mediante un peso y talla homogéneo de los organismos.
- Luego se los depositó dentro de los tanques experimentales con capacidad para 5 peces, se llevó un control de salinidad diario.
- Con respecto a la alimentación fue establecida en tres horarios, a la 08:00 am se suministró el 40% del alimento balanceado y el 60% restante se suministró a las 12:00 pm y 16:00 pm completando así al 100% su alimentación.

Los parámetros físico-químicos que influyeron en la investigación fueron

- El oxígeno disuelto que se midió con un medidor portátil de oxígeno disuelto al igual que la temperatura, el pH y amonio se midieron con kits colorimétricos.

3.6.3. Variables evaluadas

3.6.3.1. Variables de parámetros zootécnicos:

Los alevines se pesaron con ayuda de una balanza digital. La biometría se realizó una vez por semana. El crecimiento y peso de los alevines se registró en un libro de campo que fue registrado en Excel. Con respecto a la alimentación se la realizó mediante la saciedad aparente.

Se aplicaron las siguientes fórmulas para calcular los parámetros zootécnicos productivos.

Ecuación 2: Ganancia de peso

$$(G.P.g) = Wx - Wi$$

Dónde:

- ❖ Wx: Es el peso final (g)
- ❖ Wi: es el peso inicial (g) (56).

Ecuación 3: Peso medio

$$(Peso\ medio) = \frac{Peso\ total}{\# Peces}$$

Fuente: (57).

Ecuación 4: Tasa de crecimiento específico

$$(TCE\%) = \frac{[("In\ Wx - In\ Wi")]}{t \times 100}$$

Dónde:

- ❖ Wx: Es el peso final (g)
- ❖ Wi: es el peso inicial (g)
- ❖ T es el tiempo del experimento (67).

Ecuación 5: Tasa de crecimiento absoluto

$$(T.C.A) = \frac{(Y2 - Y1)}{Días}$$

Dónde:

- ❖ Y1: talla al inicio del experimento
- ❖ Y2: talla al final del experimento (59).

Ecuación 6: Tasa de supervivencia

$$SR (\%) = (Ni + 1/Ni) * 100$$

Dónde:

- ❖ TS (%): Tasa de Supervivencia
- ❖ Ni: Número inicial de peces
- ❖ Ni+1: Número final de peces (60).

Ecuación 7: Consumo de alimento

$$(DC) = \frac{Biomasa * Tasa de alimento}{100}$$

Fuente: (32).

Ecuación 8: Conversión alimenticia

$$(C.A) = \frac{Consumo de alimento}{Ganancia de peso}$$

Fuente: (70).

3.6.3.2. Incidencia de hongos en el cultivo

Se tomaron muestras de agua para determinar la presencia de hongos por medio de incubación en un medio de cultivo de agar de dextrosa de papa (PDA), una vez identificado que hay presencia de hongos, se tomaron muestras en el animal, se realizó un raspado con hisopos en las branquias de los alevines para luego ser llevados al medio de cultivo de (PDA).

3.7.Tratamiento de los datos

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza, en el cual se compararon las medias mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0.05$), utilizando el software estadístico gratuito InfoStat para evaluar la significación estadística. La organización de los datos y su procesamiento se llevaron a cabo en hojas de cálculo de Excel.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

Tabla 4.
Recursos humanos

Talento Humano	
Tutor del proyecto	Dr. Jorge Rodríguez Tobar
Estudiante responsable del proyecto	Ariel Veliz Cruz
Trabajadores de campo	Javier Delgado Revelo

Fuente: Elaborado por el autor.

3.8.2. Materiales e insumos

A continuación, se mencionan materiales, equipos e insumos que se emplearon para la investigación.

- Sal en grano.
- Bomba de agua.
- Blower.
- Alimento balanceado.
- Alevines de tilapia roja.
- Balanza digital.
- Oxímetro.
- Guantes.
- Salinometro.
- Kit colorimétrico para medir pH y amonio.
- Cámara fotográfica.
- Impresora.
- Tanques plásticos.
- Computador.
- Libro de campo.
- Hisopos.
- Mandil.
- Cajas de Petri.
- Medio (PDA)
- Medidor portátil de oxígeno disuelto.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ganancia de peso (g)

Según la Tabla 5, El análisis de varianza mostró la relación entre las concentraciones salinas aplicadas a cada tratamiento y la ganancia de peso, la cual sigue una tendencia ascendente y se puede decir que existió diferencias estadísticas en el T2 evaluado a los 7 días mientras que desde los 14 hasta los 35 días no se presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, siendo así el T2 quien presentó los promedios de ganancia de peso más altos con 2,26 g a los 14 días, 2,66 g a los 21 días y 3,03 g a los 28 días.

Tabla 5.

Ganancia de peso (g) registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus).

Tratamiento	Descripción	7 días		14 días		21 días		28 días	35 días
T1	0 ppm salinidad	1,72	ab	2,23	a	2,73	a	3,02	a
T2	15 ppm salinidad	1,67	b	2,26	a	2,66	a	3,03	a
T3	30 ppm salinidad	1,75	a	2,23	a	2,64	a	3,02	a
C.V(%)		5,66		4,27		10,46		2,43	6,11
p>0,05		0,0180		0,4552		0,4659		0,6478	0,6930

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Estos resultados son parcialmente similares a los presentados por Carranza y Aceituno (2), quienes reportaron promedios de 0,37 g de ganancia de peso por día en el tratamiento de 15 ppm de salinidad, 0,35 g de ganancia de peso en tratamiento a 30 ppm de salinidad y 0,23 g de ganancia de peso en el tratamiento control a 0 ppm de salinidad, siendo así, el T2 fue el tratamiento que obtuvo mayor porcentaje de ganancia de peso en incidencia a la salinidad aplicada al mismo.

4.2. Peso medio (g)

El análisis de varianza del peso medio a los 7, 14, 21, 28 y 35 días no mostró diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos evaluados, siendo así el T3 el cual presentó los promedios más altos de peso medio, con 5,90 g a los 7 días, 8,13 g a los 14 días, 10,77 g a los 21 días, 13, 79 g a los 28 días y 17,65 g a los 35 días. Por lo tanto, se podría decir que el tratamiento más eficiente con respecto al peso medio fue el T3, sin embargo, el T3 no es estadísticamente divergente del T1 y T2.

Tabla 6 .

Peso medio (g) registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus).

Tratamiento	Descripción	7 días		14 días		21 días		28 días		35 días	
T1	0 ppm salinidad	5,70	a	7,93	a	10,66	a	13,67	a	17,48	a
T2	15 ppm salinidad	5,67	a	7,92	a	10,58	a	13,61	a	17,44	a
T3	30 ppm salinidad	5,90	a	8,13	a	10,77	a	13,79	a	17,65	a
C.V(%)		6,93		5,12		3,74		2,76		2,21	
p>0,05		0,6060		0,6599		0,7510		0,7657		0,6616	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Estos resultados son superiores a los reportados por Hernández y Rivas (60), quienes mostraron promedios a los 30 días de $0,19 \pm 0,01$ g de peso medio aplicando diferentes concentraciones de sal que fueron desde 0 a 35 ppm en alevines de tilapia roja, por lo tanto, la concentración de 30 ppm de salinidad de la presente investigación, demostró mayor uniformidad en referencia al peso medio con un promedio de 17,65 g a los 35 días.

4.3.Crecimiento absoluto (g/día)

En relación con el crecimiento absoluto, el análisis de varianza realizado a los 7 días permitió evidenciar diferencias estadísticas ($p > 0,05$) en el T2 con 0,24 g/día, mientras que los análisis de varianza realizados desde los 14 hasta los 35 días no presentaron diferencias estadísticamente significativas, teniendo así un crecimiento prolijo en cada uno de los tratamientos evaluados. Por lo cual se puede decir que hubo semejanzas numéricas entre el T1 y T3 a los 7 días siendo así indiferentes del T2, mientras que a los 35 días se mostró semejanzas en el T2 y T3, pero no en el T1.

Tabla 7.

Crecimiento absoluto (g/día) registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus).

Trat	Descripción	7 días		14 días		21 días		28 días		35 días	
T1	0 ppm salinidad	0,25	ab	0,32	a	0,39	a	0,43	a	0,54	a
T2	15 ppm salinidad	0,24	b	0,32	a	0,39	a	0,43	a	0,55	a
T3	30 ppm salinidad	0,25	a	0,32	a	0,39	a	0,43	a	0,55	a
C.V(%)		5,66		4,27		10,46		2,43		6,11	
p>0,05		0,0180		0,4552		0,4659		0,6478		0,6930	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Estos resultados se encuentran dentro de los promedios presentados por Suarez (71) en su investigación, donde reportó a los 30 días valores de $1,46 \pm 0,181$ g/día en el tratamiento de 15 ppm de salinidad, mientras que en el tratamiento a 35 ppm de salinidad reportó $1,25 \pm 0,107$ g/día, por lo tanto no hubo divergencia a los resultados de la presente investigación, siendo así el T2 y T3 los tratamientos que registraron mayores promedios en cuanto al crecimiento absoluto.

4.4. Crecimiento específico

En la variable de crecimiento específico, se logró constatar mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey ($P>0.05$) que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El crecimiento específico a los 35 días del transcurso del experimento fue de 0,035 %/día en todos los tratamientos, por lo cual se denotó que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 8.

Crecimiento específico (%/día) registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus).

Tratamiento	Descripción	7 días		14 días		21 días		28 días		35 días	
T1	0 ppm salinidad	0,053	a	0,048	a	0,042	a	0,036	a	0,035	a
T2	15 ppm salinidad	0,051	a	0,048	a	0,042	a	0,036	a	0,035	a
T3	30 ppm salinidad	0,051	a	0,046	a	0,040	a	0,035	a	0,035	a
C.V(%)		15,66		10,69		11,74		6,77		7,16	
p>0,05		0,7386		0,2682		0,3178		0,6464		0,8535	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los resultados de la presente investigación se encuentran dentro del rango que presentó Suarez (71) en un periodo de 30 días, puesto que se evidenciaron promedios de 0.0695 ± 0.009 %/día a 15 ppm de salinidad y en el tratamiento de 35 ppm de salinidad $0,0594 \pm 0,512$ %/día, por lo tanto, la similitud en ambas investigaciones son un indicativo de la veracidad de los resultados reportados.

4.5. Supervivencia

El índice de supervivencia de este proyecto de investigación de efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) fue del 100% de supervivencia en los tres tratamientos, es decir se presentó cero por ciento de mortalidad.

Tabla 9.

Índice de supervivencia (%) mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus).

Tratamiento	Descripción	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días
T1	0 ppm salinidad	100	100	100	100	100
T2	15 ppm salinidad	100	100	100	100	100
T3	30 ppm salinidad	100	100	100	100	100

Fuente: Elaborado por el autor.

Estos resultados son superiores a los reportados Mena Herrera et al. (72), estos resultados difieren a los de la presente investigación puesto que estipularon que al aumentar la salinidad disminuía el porcentaje de supervivencia, con porcentajes de 94% para el tratamiento control, 87% para el tratamiento a 15 ppm de salinidad, en el tratamiento a 25 ppm de salinidad se evidenció 76% y 58% a 35 ppm de salinidad, siendo así se mencionó que la significativa mortalidad que presentaron se debió a una infección bacteriana causada por (*Aeromonas* sp.) la cual tuvo mayor presencia en los tratamientos a 25 y 35 ppm de salinidad correspondientemente.

4.6. Consumo de alimento (g)

En la variable consumo de alimento, se logró constatar mediante el análisis de varianza que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, el T3 fue el tratamiento con los promedios de consumo de alimento más altos con 1,66 g a los 7 días, 1,71 g a los 14 días, 2,32 g a los 21 días, 2,96 g a los 28 días y 3,51 g a los 35 días de evaluación. Por lo tanto, el T3 tuvo un mayor desempeño que el T1 y el T2, sin embargo, todos los tratamientos evaluados son estadísticamente iguales.

Tabla 10.

Consumo de alimento (g) registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus).

Tratamiento	Descripción	7 días		14 días		21 días		28 días		35 días	
T1	0 ppm salinidad	1,59	a	1,65	a	2,26	a	2,93	a	3,49	a
T2	15 ppm salinidad	1,60	a	1,64	a	2,26	a	2,91	a	3,47	a
T3	30 ppm salinidad	1,66	a	1,71	a	2,32	a	2,96	a	3,52	a
C.V(%)		9,49		6,96		5,09		3,74		2,76	
p>0,05		0,7033		0,6010		0,6507		0,7264		0,7534	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los resultados presentados en la tabla 10 son promedios bajos y divergentes a los presentados por Chamorro (73), en su investigación se emplearon un total de 20 alevines por cada unidad experimental, el peso de los alevines oscilaba entre los 1,55 y 1,42 g de peso, reportando así su mayor promedio de 357,00 g de consumo de alimento, lo cual representa un promedio considerablemente superior a los observados en esta investigación. Por lo tanto, los resultados presentados por Chamorro discrepan a los reportados en esta investigación, sin embargo, se tuvo en cuenta que existen diferencias en las condiciones experimentales tales como el lugar experimental, el número y genética de los alevines que ocasionaron este tipo de discrepancias.

4.7. Conversión alimenticia

El análisis de varianza de la conversión alimenticia no mostró diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos evaluados, pero se observaron diferencias numéricas. A los 7 días se registró un promedio de 0,96 en T2 luego de ello desde los 14 hasta los 35 días fue el T3 quien presentó el promedio más alto de conversión alimenticia.

Tabla 11.

*Conversión alimenticia registrados en los peces mediante el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*).*

Tratamiento	Descripción	7 días		14 días		21 días		28 días		35 días	
T1	0 ppm salinidad	0,92	a	0,74	a	0,83	a	0,97	a	0,92	a
T2	15 ppm salinidad	0,96	a	0,73	a	0,85	a	0,96	a	0,91	a
T3	30 ppm salinidad	0,95	a	0,77	a	0,88	a	0,98	a	0,91	a
C.V(%)		8,89		6,93		6,77		4,38		3,12	
p>0,05		0,7631		0,4417		0,4126		0,7213		0,8570	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

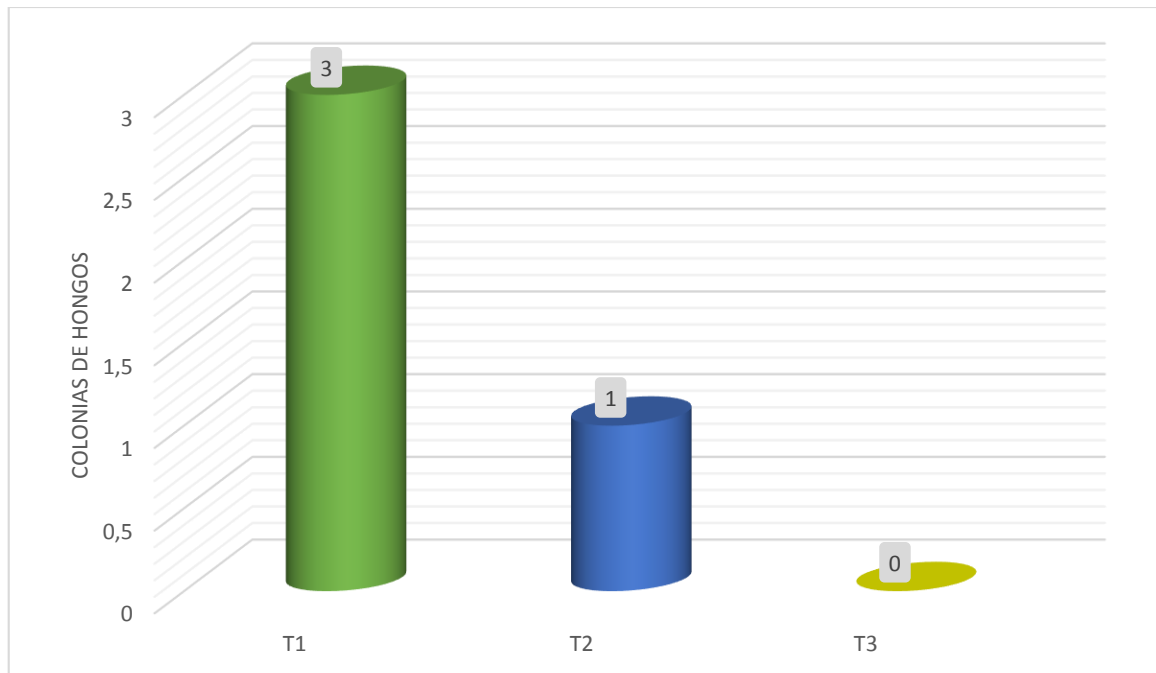
Estos resultados son notablemente inferiores a los reportados por Hernández (56) quien a los 35 días obtuvo un promedio de $2,05 \pm 0,03$ de índice de conversión alimenticia, lo cual indica una eficiencia alimentaria significativamente superior en comparación a los reportados. Esto muestra que las diferentes salinidades están influyendo de forma distinta en el rendimiento alimentario de los alevines en comparación a lo presentado por Hernández (56), las variaciones en la salinidad del agua tienen efectos sustanciales en la fisiología y el comportamiento de las tilapias, incluyendo su capacidad para asimilar y utilizar eficazmente los nutrientes presentes en la dieta.

4.8. Incidencia de hongos

Respecto a la variable de incidencia de hongos, se realizaron muestreos a base de agua de cada tratamiento, dichas muestra fueron colocadas en medios de cultivo (PDA) que se llevaron a la incubadora, al transcurso de 48 horas se pudo observar que el T1 tuvo mayor presencia de hongos en el agua con un total de 3 colonias, el T2 presentó 1 colonia de hongos mientras que en el T3 no se evidenciaron presencia colonias de hongos como se muestra en la figura 1.

Figura 1.

Presencia de hongos en las muestras de agua

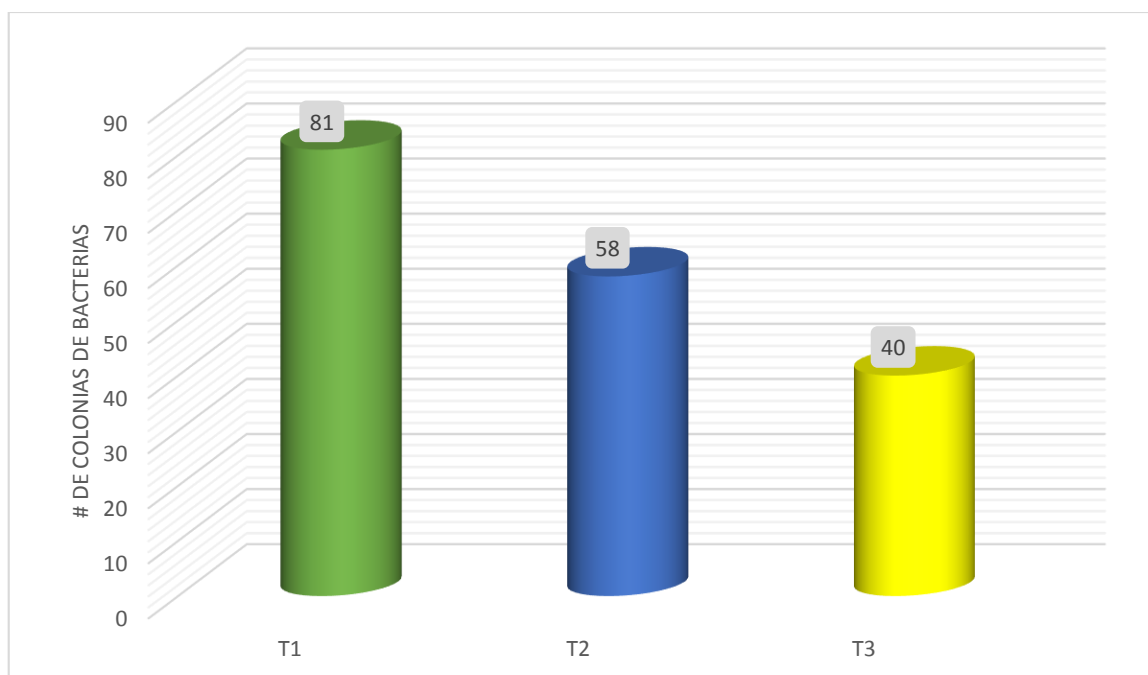


**T1: agua dulce (0 ppm); T2: 15 ppm de salinidad; T3:30 ppm de salinidad*

Debido a la presencia de hongos en el agua se tomaron muestras en las branquias de los alevines de los tratamientos seleccionados, por medio de raspado con un hisopo se obtuvieron las muestras para luego ser colocadas en los medios de cultivo (PDA) para su posterior incubación, así mismo, dentro de un lapso de 48 horas se pudo observar y determinar que ninguno de los tratamientos tuvo presencia de hongos en los ejemplares animales, sin embargo, si se evidenció un control de bacterias debido a las concentraciones de salinas siendo el T3 quien contó con menor presencia de colonias de bacterias como se lo puede apreciar en la figura 2.

Figura 2.

Presencia de colonias de bacterias



**T1: agua dulce (0 ppm); T2: 15 ppm de salinidad; T3: 30 ppm de salinidad*

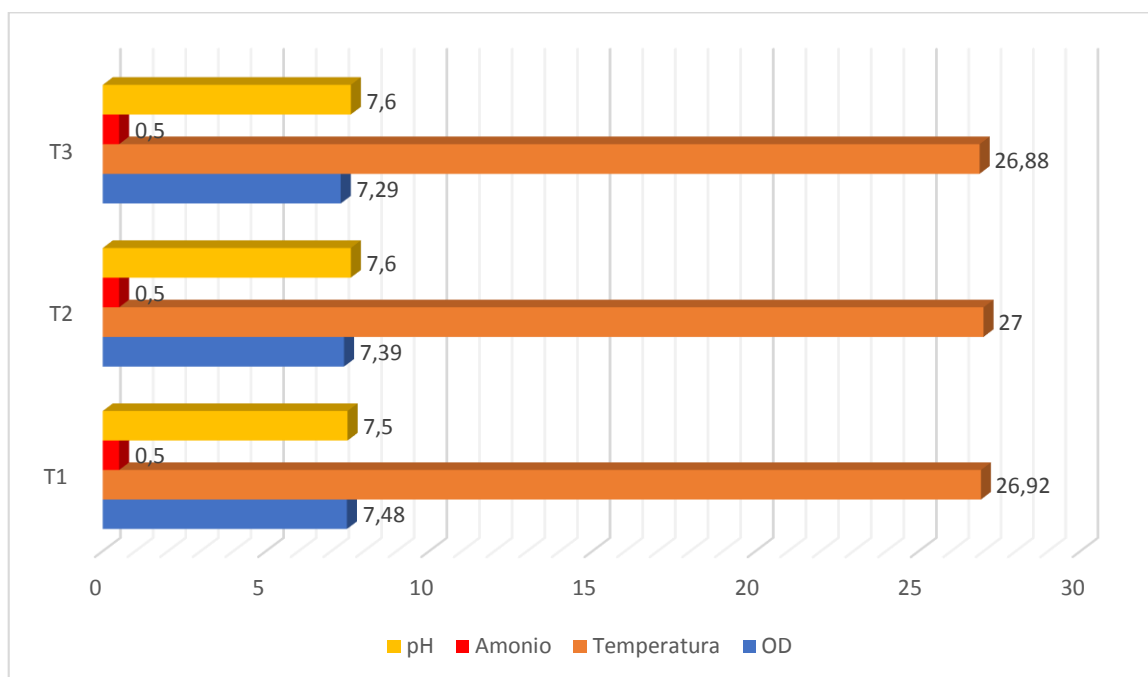
Estos resultados son semejantes a los presentados por Torres y Fajardo (74), quienes reportaron que en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) la aplicación de sal en concentraciones altas tales como 20 o 30 ppm, es sumamente efectiva para controlar, prevenir y contrarrestar agentes fúngicos. Según Torres y Fajardo (74), la aplicación de sal resultó ser menos tóxica y más exequible por su fácil disponibilidad, concluyendo así que, gracias a su disponibilidad y baja toxicidad, es óptimo para reemplazar de forma efectiva al verde de malaquita.

4.9. Parámetros del agua

Según lo que se muestra en la figura 3, se logró constatar que no existió diferencia significativa en los niveles de oxígeno disuelto entre los tratamientos, donde el promedio mayor fue de 7,48 mg/l de oxígeno disuelto en el T1; los resultados indican que la temperatura se mantuvo constante en todos los tratamientos, más sin embargo el T2 presentó 27 grados centígrados siendo esta la temperatura más alta reportada durante el experimento, los niveles de amonio se mantuvieron bajos y estables en cada uno de los tratamientos con un promedio de 0,5 mg/l, los valores de pH se mantuvieron en un rango cercano a 7,6 en cada uno de uno de los tratamientos a excepción del T1.

Figura 3.

*Parámetros del agua en incidencia con el efecto de la salinidad en el crecimiento saludable de alevines de tilia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*).*



*T1: agua dulce (0 ppm); T2: 15 ppm de salinidad; T3:30 ppm de salinidad; OD: Oxígeno disuelto (mg/l); Temperatura: °C; Amonio: (mg/l)

Estos resultados son semejantes a los reportados por Banegas (63), quien obtuvo promedios de 27 ± 26 °C de temperatura, 8 ± 7 de rango de pH, 5,4 mg/l de oxígeno disuelto, 0,25 mg/l de amonio. Estos promedios registrados no discrepan de los obtenidos en la investigación ya que la temperatura óptima para peces tropicales en lugares cálidos es de 32 ± 25 °C, el rango óptimo de potencial de hidrógeno se mantiene entre 6.5 y 8.5, la concentración máxima en la que puede desarrollarse de manera apropiada la tilapia es de 0,5 ml/l, el oxígeno disuelto que requiere la tilapia para su correcto desarrollo debe ser mayor o igual a 3 mg/l.

Según Xu Xinwen (75), a medida que se incrementa la salinidad el oxígeno disuelto disminuye, dado que aumenta la densidad del agua lo cual dificulta la difusión del oxígeno en la superficie, lo que reduce la cantidad de oxígeno disuelto en la columna de agua. Comparando todos los promedios presentados con los de la presente investigación se determinó que en el único parámetro en el cual incide las concentraciones de sal es en el oxígeno disuelto, puesto que se observó una menor cantidad de oxígeno disuelto a concentraciones altas de salinidad, tal como lo definió Xu Xinwen (75) en su investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La salinidad tuvo un impacto variable en los diferentes parámetros de producción de alevines de tilapia roja, con el tratamiento de 30 ppm de salinidad (T3) mostrando un mejor desempeño en varios de estos parámetros. Sin embargo, en general, la salinidad no tuvo efectos significativos en la supervivencia y el crecimiento de los alevines, lo que sugiere que puede ser una opción viable para la producción de tilapia roja en condiciones de salinidad controlada.
- La aplicación de niveles controlados de salinidad en el crecimiento de alevines de tilapia puede considerarse una estrategia efectiva para mitigar la presencia de infecciones por hongos, presentando una opción más segura y conveniente en contraste con enfoques basados en tratamientos químicos, también brindan valiosas perspectivas destinadas a la optimización de las técnicas de cuidado y crianza de alevines de tilapia en la industria acuícola.
- La salinidad no influye en los parámetros de calidad del agua, lo que puede ser valioso para la gestión y optimización de la acuicultura de esta especie, en general, se pueden mantener condiciones adecuadas para el desarrollo de la tilapia en una variedad de niveles de salinidad, siempre que se preste especial atención a la oxigenación en condiciones de alta salinidad.

5.2. Recomendaciones

- Se debe extender el estudio a un rango más amplio entre las concentraciones de salinidad, el consumo de alimento y la conversión alimenticia, esto permitiría identificar cualquier umbral de salinidad a partir del cual el crecimiento de los alevines se vea afectado negativamente.
- La concentración de 30 ppm de salinidad utilizada en esta tuvo un efecto significativo en el control de hongos y bacterias. Por lo tanto, su aplicación podría disminuir la necesidad de utilizar costosos agentes químicos para el control de hongos y bacterias.
- Debido a que la oxigenación es un factor crítico en condiciones de alta salinidad, se recomienda aumentar la frecuencia o presión de aireación o a su vez incrementar el bombeo de agua dulce para mantener condiciones adecuadas para el desarrollo de alevines de tilapia.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas

1. Jácome J, Abad CQ, Romero OS, Pérez JE, Nirchio M. Tilapia in Ecuador: Paradox between aquaculture production and the protection of Ecuadorian biodiversity. *Rev Peru Biol.* 2019;26(4):543–50.
2. Carranza EO, Aceituno CA. Evaluación de la tolerancia a la salinidad de la tilapia roja (*Oreochromis spp*) en diferentes densidades de siembra en la región sur de Honduras. *Revista Ciencia y Tecnología.* 2019 Jun 10;(24):49–63.
3. Kubitza F. La sal común es una herramienta útil en la acuicultura. *Global Seafood Alliance.* 2016 Jun 24;
4. Hernández Melgar MI, Rivas Rodríguez LM. *Evaluación de los límites de tolerancia a diferentes salinidades en alevines de dos edades de tilapia roja (Oreochromis sp.) y del Nilo (Oreochromis niloticus)* . 2012.
5. Mcdonal-Vera A, Contreras-Sánchez WM, Duncan NJ, Fitzsimmons K, Contreras-García MJ, Martínez-García R. *Effect of Red tilapia (Oreochromis mossambicus × Oreochromis niloticus) on growth and survival of the pacific shrimp (Litopenaeus vannamei) in simultaneous polyculture under marine conditions* . 2019 [cited 2023 Sep 14]; Available from: <https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v22n2/1665-1456-biotecnia-22-02-5.pdf>
6. Damas Pérez T, Portales A, Millares Dorado N, Días Pérez G. Improvement genetic of Israeli Red Tilapia (*Oreochromis mossambicus x O. aureus*) and its culture in marine environment. Vol. 32, *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras* Enero-diciembre. 2015.
7. Rincón DD, Velásquez HA, Dávila MJ, Semprun AM, Morales ED, Hernández JL. Níveis de substituição da farinha de peixe por farinha de *Arthrospira* (= *Spirulina*) maxima, em dietas experimentais para alevinos de tilapia vermelha (*Oreochromis sp.*) . *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* 2012;25:430–7.
8. Salazar-Murillo L, Chacón-Villalobos A, Herrera-Muñoz JI. Crecimiento, eficiencia y composición de tilapia (*Oreochromis aureus*) alimentada con lombriz roja (*Eisenia fetida*) . *Nutrición Animal Tropical* [Internet]. 2023 Jan 31;17(1):1–35. Available from: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/54085>
9. Aguirre WE, Alvarez-Mieles G, Anaguano-Yancha F, Burgos Morán R, Cucalón R V., Escobar-Camacho D, et al. Conservation threats and future prospects for the

- freshwater fishes of Ecuador: A hotspot of Neotropical fish diversity. Vol. 99, Journal of Fish Biology. John Wiley and Sons Inc; 2021. p. 1158–89.
10. De Silva SS, Soto D. *El cambio climático y la acuicultura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación* . Roma; 2009.
 11. Nirchio M, Pérez JE, Pérez JEMA. *Riesgos del cultivo de tilapias en Venezuela* . 2002;27(1). Available from: www.issg.org/database/
 12. Perdomo Carrillo DA, Corredor Z, Ramírez Iglesia L. Características físico-químicas y morfométricas en la crianza por fases de la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en una zona cálida tropical . *Zootecnia Trop.* 2012;30:99–108.
 13. Armas-Rosales AM. Genetic effects influencing salinity and cold tolerance in tilapia [Internet]. 2006. Available from: https://repository.lsu.edu/gradschool_theses/3022
 14. Olugbenga Lawson E, Agenuma Anetekhai M. Salinity Tolerance and Preference of Hatchery Reared Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) . *Asian Journal of Agricultural Sciences* [Internet]. 2011;3(2):104–10. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/265924394>
 15. Fuentes Olmos J. Evolution of the Aquaculture Environmental Regime in Chile. *Revista de derecho (Valparaíso)*. 2014 Jul;
 16. García JI, Hernández C, Romano SA. Analysis of large-scale intensive salmonid aquaculture in the beagle channel a strategy for the development of Tierra del fuego. *Estudios económicos* [Internet]. 2020 Jun [cited 2023 Sep 15];37(74):161–90. Available from: <http://www.scielo.org.ar/pdf/estec/v37n74/v37n74a06.pdf>
 17. Vega Galarza E, Sandoval Chaupe N, Angeles Escobar BE. Masculinización de alevinos de tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*) con el inhibidor de aromatasa letrozol. . *Anales Científicos*. 2021 Dec 30;82(2):262–78.
 18. Gutiérrez Ramirez LA, David Ruales CA, Montoya Campuzano OI, Betancur Gonzalez E. Efecto de la inclusión en la dieta de probióticos microencapsulados sobre algunos parámetros zootécnicos en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) . *Rev Salud Anim.* 2016;38(2):112–9.
 19. Wassermann GJ, Bertolla Afonso LO. Validation of the aceto-carmin technique for evaluating phenotypic sex in nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) . *Ciência Rural.* 2002;32(1):133–9.
 20. Moraga P, Ávila R, Vilaxa A. Salinidad y temperatura óptimas para reproducción ovípara y desarrollo de *Artemia franciscana*. *Idesia (Arica)*. 2015;33:85–92.

21. Balbi F, Rosas J, Velásquez A, Cabrera T, Maneiro C. Aclimatación a baja salinidad de postlarvas del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) provenientes de dos criaderos comerciales. Rev Biol Mar Oceanogr [Internet]. 2005;40(2):109–15. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47940203>
22. Castillo Cabezas MC. Planificación, enseñanza y evaluación del concepto de ósmosis: Un estudio empírico en secundaria. Revista Convergencia Educativa. 2022;(11):86–107.
23. Zaror L, Collado L, Bohle H, Landskron E, Montaña J, Avendaño F. *Saprolegnia parasitica* en salmones y truchas del sur de Chile. Arch Med Vet. 2004;36(1):71–8.
24. Ramos R, Pizarro R. Growth and bioremediation capacity of *Chlorella vulgaris* (*Trebouxioiophyceae*, *Chlorophyta*) cultivated in wastewater generated in the fish farming of the yellowtail amberjack *Seriola lalandi* (*Perciformes: Carangidae*). Rev Biol Mar Oceanogr. 2018 Apr 1;53(1):75–86.
25. Rosa D, Roux P, Sánchez JP, Ortiz S, Domitrovic JC; Productividad del sábalo (*Prochilodus lineatus*) cultivado en estanques con diferentes tipos de fondo. Revista veterinaria [Internet]. 2014;25(2):126–30. Available from: www.vet.unne.edu.ar
26. Gaviria YS, Figueroa OA, Zapata JE. Efecto de la inclusión de ensilado químico de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en dietas para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y sanguíneos. Información tecnológica. 2021 Jun;32(3):79–88.
27. Vignatti A, Echaniz S, C. Martín M. El zooplankton de tres lagos someros de diferente salinidad y estado trófico en la región semiárida de Pampeana (Argentina). Gayana (Concepción). 2007 Jun;71(1):34–48.
28. Alcalá-Carrillo M, Castillo-Vargasmachuca SG, Ponce-Palafox JT. Effects of temperature and salinity on growth and survival of the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* juvenile. Lat Am J Aquat Res. 2016 Mar 1;44(1):159–64.
29. Bravo S, Pozo V, Silva MT. Assessment of the freshwater treatment to control the sea lice *Caligus rogercresseyi* Boxshall & Bravo, 2000. Lat Am J Aquat Res. 2015 May 1;43(2):322–8.
30. Vega-Villasante F, Del M, Cortés-Lara C, María Zúñiga-Medina L, Jaime-Ceballos B, Galindo-López J, et al. Small-scale culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*), alimentary alternative for rural and peri-urban families in Mexico? . REDVET Revista electrónica de Veterinaria [Internet]. 2010;11(4):1–15. Available from: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet->

- <http://revista.veterinaria.orgVol.11,Nº04,Abril/2010->
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040410.html>
31. El-Sayed AFM. Tilapia culture. Tilapia Culture. CABI Publishing; 2006. 1–277 p.
 32. Saavedra Martínez MA. *Manejo del cultivo de tilapia* [Internet]. Managua; 2006 Aug [cited 2023 Sep 15]. Available from: <https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>
 33. Zambrano L, Martínez-Meyer E, Menezes N, Peterson AT. Invasive potential of common carp (*Cyprinus carpio* and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in American freshwater systems . Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2006 Sep;63(9):1903–10.
 34. Arqueros M, Sánchez-Tuesta L, Prieto Z. Diferenciación genética de tilapia roja y gris (*Oreochromis niloticus*) mediante microsatélites y marcadores SCAR como indicadores del sexo genético. Rev Peru Biol. 2017 Oct 1;24(3):255–62.
 35. Rojas-Runjai B, Antonio Perdomo D, Garcia DE, González-Estopiñán M, Corredor Z, Moratinos P, et al. Rendimiento en canal y fileteado de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) variedad Chitralada producida en el estado Trujillo, Venezuela . Zootecnia Trop. 2011;29(1):113–26.
 36. Torres GA, González S, Peña E, Torres S. Descripción Anatómica, Histológica y Ultraestructural de la Branquia e Hígado de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Anatomical, Histological and Ultraestructural Description of the Gills and Liver of the Tilapia (*Oreochromis niloticus*) . Vol. 28, Int. J. Morphol. 2010.
 37. Salamanca Carreño A, Bentez Molano J, Crosby Granados R. (Morphometric variation of red Tilapia (*Oreochromis sp*) cultivated in ponds with groundwater in Arauca, Colombia) . REDVET - Revista electrónica de Veterinaria [Internet]. 2017;18(2):1–11. Available from: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet2017Volumen18Nº02->
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020217.html>
 38. Moposita Vistin DS. “*Inclusión de harina de banano (Musa paradisiaca) en la dieta sobre los parámetros productivos y la calidad de la carne (Oreochromis Spp)*” [Internet] [Tesis de grado]. [Quevedo]: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO; 2021 [cited 2023 Sep 15]. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/35d631b8-02f0-4de8-b019-a3c71dc05fd8/content>

39. Valbuena Villareal RD, Puccini RR, David Ruales CA. Relación entre factores dimensionales y de composición en la determinación de la calidad del huevo en tilapia roja (*Oreochromis spp*) . REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN [Internet]. 2013 [cited 2023 Sep 15];10(1):27–37. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v10n1/v10n1a04.pdf>
40. Cubillos L, Alarcón C. Estimación de la talla media de madurez sexual en *Trachurus murphyi* mediante parámetros del consumo relativo de oxígeno. Lat Am J Aquat Res. 2010;38(2):178–87.
41. Pérez JE, Muñoz C, Huaquín L, Nirchio M. Risks of the introduction of tilapia (*Oreochromis sp.*) (*Perciformes: Cichlidae*) in aquatic ecosystems of Chile . Revista Chilena de Historia Natural [Internet]. 2004 [cited 2023 Sep 15];77:195–9. Available from: <https://www.scielo.cl/pdf/rchnat/v77n1/art15.pdf>
42. Mjoun K, Rosentrater K, Brown ML. *Tilapia: Environmental Biology and Nutritional Requirements* [Internet]. 2010. Available from: http://openprairie.sdstate.edu/extension_fact/164
43. Telli GS, Ranzani-Paiva MJT, Dias D de C, Sussel FR, Ishikawa CM, Tachibana L. Dietary administration of *Bacillus subtilis* on hematology and non-specific immunity of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised at different stocking densities . Fish Shellfish Immunol. 2014 Aug 1;39(2):305–11.
44. Ning L, Zhang H, Chen X, Zhen J, Chen S, Guang J, et al. A comparative study on the tolerance of tilapia (*Oreochromis niloticus*) to high carbohydrate and high lipid diets . Animal Nutrition. 2023 Jun 1;13:160–72.
45. Torres -Novoa DM, Hurtado -Nery VL. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) . Orinoquia. 2012;16(1):63–8.
46. Bautista Covarrubias JC, Ruiz Velazco Arce JM de J. Calidad de agua para el cultivo de Tilapia. Revista Fuente. 2011 Jul;(8):10–4.
47. Carvajal Echeverri JP. *Parametros zootecnicos calidad agua sistemas precia tilapia roja* . [Caldas-Antioquia]: Corporación Universitaria Lasallista; 2014.
48. Ibáñez A, Castellanos M, Rodríguez A, Alvarez S. Influencia de la temperatura, densidad, oxígeno y alimento. Rev Biol Trop. 2017;65(2):613–22.
49. Campos-Pulido R, Alonso-López A, Dora §, Avalos-De La Cruz A, Asiain-Hoyos A, Lorenzo J, et al. Physicochemical characterization of a tilapia brackish effluent in aquaponics. Rev Mex De Cienc Agric. 2013;4(5):939–50.

50. Barrezueta Molina MB. *Peces introducidos en la Provincia de Esmeraldas, su distribución e importancia para la población local*. [Internet] [Tesis de grado]. [Esmeraldas]: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2022 [cited 2023 Sep 15]. Available from: <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2996/1/Barrezueta%20Molina%20%20Michel%20Bryan.pdf>
51. Castillo-Vargasmachuca S, Ponce-Palafox JT, Rodríguez-Chávez G, Arredondo-Figueroa JL, Chávez-Ortiz E, Seidavi A. Effects of temperature and salinity on growth and survival of the Pacific red snapper *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) juvenile. *Lat Am J Aquat Res*. 2013;41(5):1013–8.
52. Aranda Luna S. “*Comparación de crecimiento en agua marina y continental de tilapia roja Oreochromis spp. , en tanques, circulares cónicos*” [Internet] [Tesis de grado]. [Callao]: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ; 2007 [cited 2023 Sep 15]. Available from: <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/342/T.639.2.A65L.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
53. Suresh A V., Lin CK. Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture*. 1992 Sep 15;106(3–4):201–26.
54. Rairat T, Liu YK, Hsu JCN, Hsieh CY, Chuchird N, Chou CC. Combined Effects of Temperature and Salinity on the Pharmacokinetics of Florfenicol in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Reared in Brackish Water. *Front Vet Sci*. 2022 Mar 1;9.
55. Godínez-Siordia DE, Chávez-Sánchez MC, Gómez-Jiménez S. Acuicultura epicontinental del camarón blanco del pacífico, *litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Vol. 14, Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2011.
56. Hernández Barrera CA. Evaluación del crecimiento del camarón blanco del pacífico (*Litopenaeus vannamei*) en policultivo con tilapia roja (*Oreochromb mossambicus* x *O. niloticus*) bajo un sistema de recirculación de agua . *CienciaUAT*. 2011 Mar;5(3):41–5.
57. Borbolla-Sala M, del Rosario M. Contaminación de los alimentos por *Vibrio cholerae*, coliformes fecales, *Salmonella*, hongos, levaduras y *Staphylococcus aureus* en Tabasco durante 2003. *Salud en Tabasco* [Internet]. 2004;10(2):221–32. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48710206>

58. Álvarez JD, Agurto CP, Álvarez AM, Obregón J. Antimicrobial Resistance in Bacteria Isolated From Tilapia, Water and Sediment Samples In Venezuela. *Revista Científica*. 2004;XIV(6):1–16.
59. Oelckers K, Vike S, Duesund H, González J, Nylund A, Yany G. *Caligus rogercresseyi* : Possible vector in the horizontal transmission of the virus of infectious salmon anaemia (ISAv) . *Lat Am J Aquat Res*. 2015 May 1;43(2):380–7.
60. Hernández Melgar MI, Rivas Rodríguez LM. *Evaluación de los límites de tolerancia a la salinidad en alevines de uno y 30 días de edad de tilapia roja Oreochromis sp. y del Nilo O. niloticus* . 2012;
61. Hernández Melgar MI, Rivas Rodríguez LM. *Evaluación de la reproducción y crecimiento de tilapia roja (Oreochromis sp.) en agua a 0, 10,000, 20,000 y 30,000 ppm de sal en Zamorano* . Zamorano; 2012 Nov.
62. Medina Romo EZ. *Caracterización fisiológica y metabólica de la tilapia tetra híbrida Pargo UNAM a diferentes temperaturas y salinidades de aclimatación* . [Ensenada]: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California; 2018.
63. Banegas Bonilla CO. *Evaluación del desarrollo de la tilapia híbrida Oreochromis mossambicus (Peters) x Oreochromis niloticus (Linnaeus) cultivada a salinidades de 17500, 35000 y 52500 ppm en Punta Ratón, Honduras* . [Zamorano]: ZAMORANO; 2007.
64. Uyaguari Díaz LO. *Elaboración de protocolos para la obtención de alevines de tilapia roja Oreochromis sp en agua de mar, caso Ecuador* . Guayaquil; 2016.
65. Zhang NN, Ma QQ, Fan WJ, Xing Q, Zhao YL, Chen LQ, et al. Effects of the dietary protein to energy ratio on growth, feed utilization and body composition in *Macrobrachium nipponense*. *Aquac Nutr*. 2017 Apr 1;23(2):313–21.
66. Uczay J, Lazzari R, Pianesso D, Adorian TJ. Use of fish waste and generation of added value by-products View project *Bacillus probiotic effects on Rainbow trout health* View project. *Revista Científica* [Internet]. 2011 Oct;XXI(5):408–13. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95919362006>
67. Méndez-Martínez Y, García-Guerrero MU, Arcos-Ortega FG, Martínez-Córdova LR, Yamasaki-Granados S, Pérez-Rodríguez JC, et al. Effect of different ratios of dietary protein-energy on growth, body proximal composition, digestive enzyme activity, and hepatopancreas histology in *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868) prawn juveniles . *Aquaculture*. 2018 Feb 2;485:1–11.

68. Arce Uribe E, Luna Figueroa J. Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio. AquaTIC. 2003;(18):39–47.
69. Flores H, Vergara A. Environment and Resources of the South Pacific. Vol. 40, Latin American Journal of Aquatic Research 536 Lat. Am. J. Aquat. Res. 2012.
70. Zafra Trelles AM, Díaz Barboza ME, Dávila Gil FA, Fernández Chumbe RE, Vela Alva KA, Guzmán Santiago HH. Feeding conversion and efficiency of *Oreochromis aureus* var. *suprema* (Cichlidae) with different balanced food in closed system, Trujillo, La Libertad, Peru. Arnaldoa. 2019;26(2):815–26.
71. Suarez Coronado ASJ. “Efecto del incremento de la salinidad en la sobrevivencia de *Oreochromis niloticus*, (LINNAEUS, 1758) ‘*Tilapia Nilótica*’, en el Centro de Estudios Académicos y de Producción en Acuicultura - CEAPA, Piura – Perú 2018” [Internet] [Tesis]. [Piura, Perú]: UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA; 2021 [cited 2023 Oct 30]. Available from: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3988/IPES-SUA-COR-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
72. Mena Herrera A, Sumano López H, Macías Zamora R. Effects of water salinity on the growth of hybrid red tilapia *Oreochromis mossambicus* (Peters) × *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) , cultured under controlled laboratory conditions . Veterinaria México [Internet]. 2002;33(1):39–48. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42333104>
73. Chamorro Usca JE. “Evaluación de diferentes niveles de harina de lenteja de agua (Lemna minor) en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis* sp) en la etapa de alevinaje” [Tesis: Trabajo Experimental]. [Riobamba – Ecuador]: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO; 2021.
74. Torres J, Fajardo C. Prophylactic treatments anti saprolegniasis to improve embryo survival in eggs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) . Zootecnia Trop. 2011 Jun;29(2):235–9.
75. Xu X. The Effect of the Salinity of Water and its PH Value on the Concentration of Dissolved Oxygen in Regular Tap Water in Singapore Based on Winkler Titration Method. Advances in Economics, Business and Management Research. 2022;217:99–106.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Manejo del experimento

Fotografía 1. *Llenado de tanques*



Fotografía 2. *Selección de alevines*



Fotografía 3. *Biometría peso inicial*



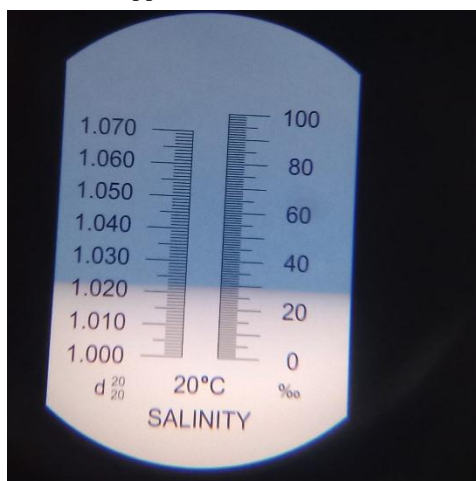
Fotografía 4. *Pesaje de sal*



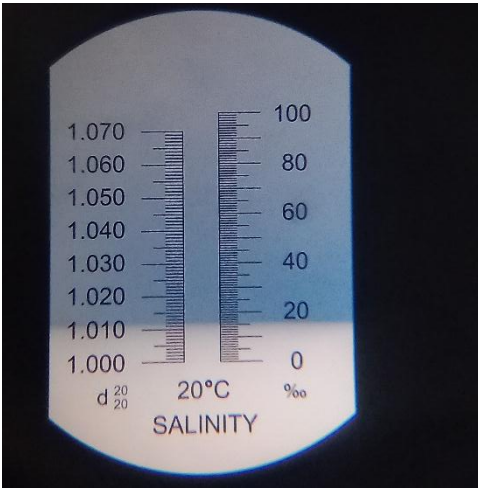
Fotografía 6. *Recambio de agua y alimentación*



Fotografía 5. *Revisión de concentración salina a 30 ppm*



Fotografía 7. Revisión de la concentración salina 15 ppm



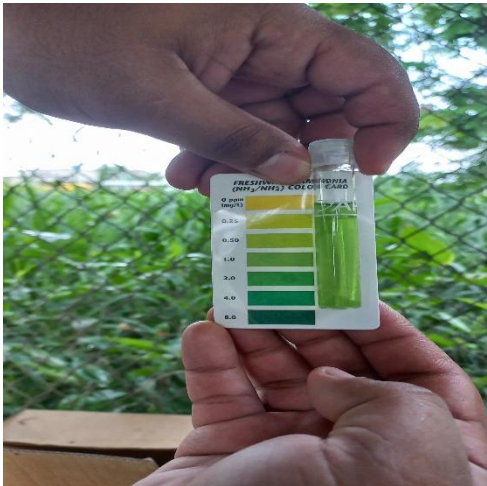
Fotografía 8. Kit para medir amonio



Fotografía 9. Biometría del amonio



Fotografía 10. Comparación con tablas de amonio



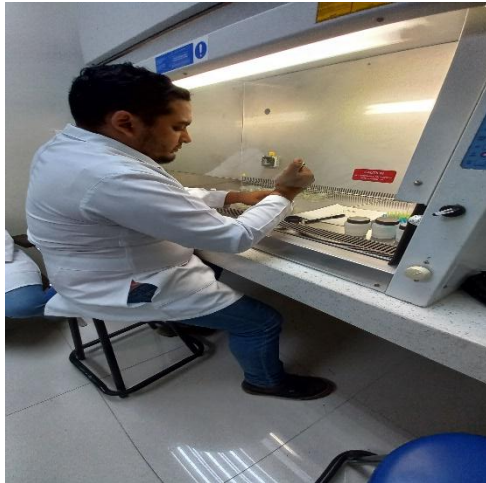
Fotografía 11. Biometría



Fotografía 12. Toma de muestras



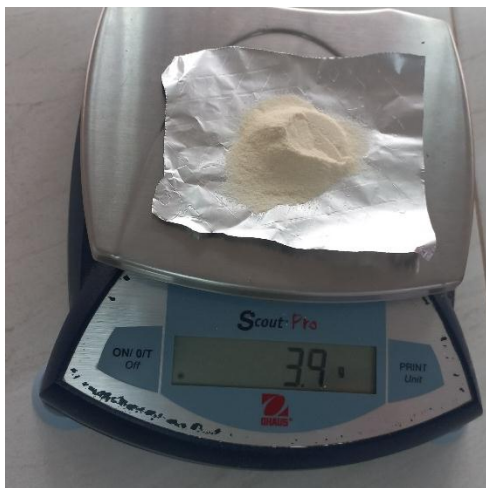
Fotografía 13. Preparación de la caja petri con la muestra de agua



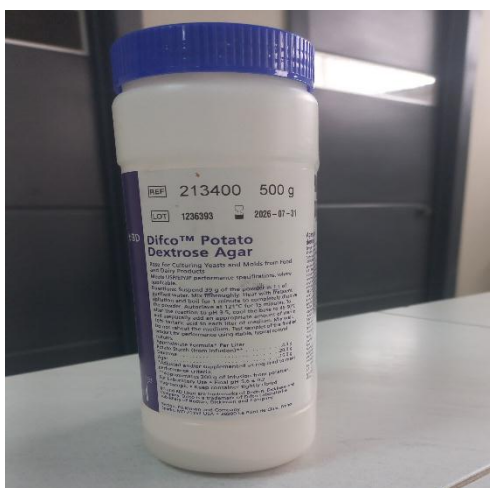
Fotografía 14. Muestra de peces para raspado de branquias



Fotografía 16. Pesaje de polvos de PDA para preparación de medio de cultivo



Fotografía 15. Agar de Dextrosa y Papa (PDA)



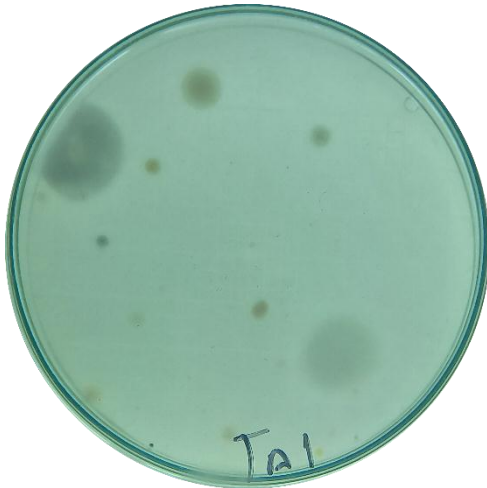
Fotografía 17. Preparación de caja de petri con muestras de raspado de branquias



Fotografía 18. Conteo de colonias



Fotografía 19. Detección de hongos en el agua a 0 ppm de salinidad (agua dulce)



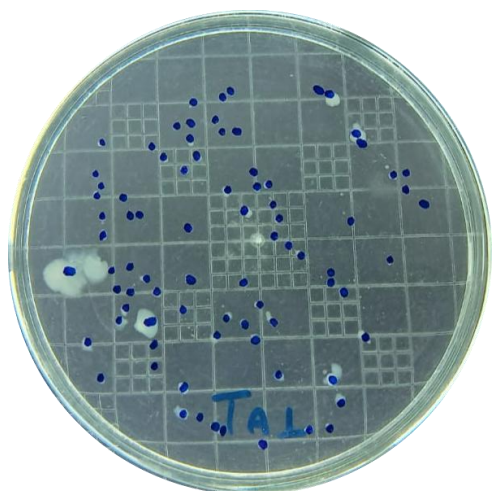
Fotografía 20. Detección de hongos en el agua a 15 ppm de salinidad



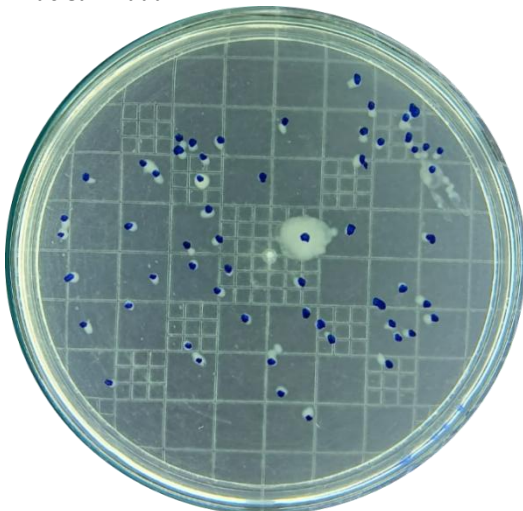
Fotografía 22. Detección de hongos en el agua a 30 ppm de salinidad



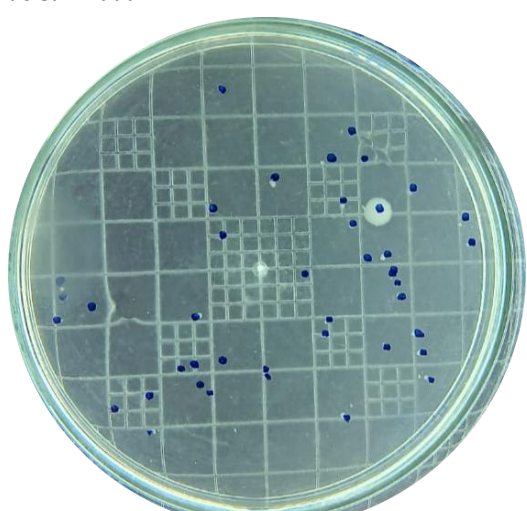
Fotografía 21. Detección de hongos por raspado de branquias, tratamiento a 0 ppm de salinidad (agua dulce)



Fotografía 24. Detección de hongos por raspado de branquias, tratamiento a 15 ppm de salinidad



Fotografía 23. Detección de hongos por raspado de branquias, tratamiento a 30 ppm de salinidad



Anexo 2. Tablas de análisis de varianza (ANDEVA)

Ganancia de peso

Tabla 12.

Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso a los 7 días

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	2	0,04	4,25	0,0180
Tratamientos	0,08	2	0,04	4,25	0,0180
Error	0,68	72	0,01		
Total	0,76	74			

Tabla 13.

Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso a los 14 días

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	2	0,01	0,80	0,4552
Tratamientos	0,01	2	0,01	0,80	0,4552
Error	0,66	72	0,01		
Total	0,67	74			

Tabla 14.

Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso a los 21 días

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,12	2	0,06	0,77	0,4659
Tratamientos	0,12	2	0,06	0,77	0,4659
Error	5,65	72	0,08		
Total	5,77	74			

Tabla 15.

Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso a los 28 días

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0047	2	0,0024	0,44	0,6478
Tratamientos	0,0047	2	0,0024	0,44	0,6478
Error	0,39	72	0,01		
Total	0,39	74			

Tabla 16.*Análisis de la varianza de la variable ganancia de peso a los 35 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	2	0,02	0,37	0,6930
Tratamientos	0,04	2	0,02	0,37	0,6930
Error	3,94	72	0,05		
Total	3,98	74			

Peso medio**Tabla 17.***Análisis de la varianza de la variable peso medio a los 7 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,17	2	0,08	0,52	0,6060
Tratamientos	0,17	2	0,08	0,52	0,6060
Error	1,91	12	0,16		
Total	2,08	14			

Tabla 18.*Análisis de la varianza de la variable peso medio a los 14 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	2	0,07	0,43	0,6599
Tratamientos	0,14	2	0,07	0,43	0,6599
Error	2,01	12	0,17		
Total	2,16	14			

Tabla 19.*Análisis de la varianza de la variable peso medio a los 21 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	2	0,05	0,29	0,7510
Tratamientos	0,09	2	0,05	0,29	0,7510
Error	1,91	12	0,16		
Total	2,00	14			

Tabla 20.*Análisis de la varianza de la variable peso medio a los 28 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	2	0,04	0,27	0,7657
Tratamientos	0,08	2	0,04	0,27	0,7657
Error	1,72	12	0,14		
Total	1,79	14			

Tabla 21.*Análisis de la varianza de la variable peso medio a los 35 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,13	2	0,06	0,43	0,6616
Tratamientos	0,13	2	0,06	0,43	0,6616
Error	1,80	12	0,15		
Total	1,93	14			

Crecimiento absoluto

Tabla 22.*Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto a los 7 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0016	2	0,00082	4,25	0,0180
Tratamientos	0,0016	2	0,00082	4,25	0,0180
Error	0,01	72	0,00019		
Total	0,02	74			

Tabla 23.*Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto a los 14 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00030	2	0,00015	0,80	0,4552
Tratamientos	0,00030	2	0,00015	0,80	0,4552
Error	0,01	72	0,00019		
Total	0,01	74			

Tabla 24.*Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto a los 21 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0025	2	0,0012	0,77	0,4659
Tratamientos	0,0025	2	0,0012	0,77	0,4659
Error	0,12	72	0,0016		
Total	0,12	74			

Tabla 25.*Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto a los 28 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,000096	2	0,000048	0,44	0,6478
Tratamientos	0,000096	2	0,000048	0,44	0,6478
Error	0,01	72	0,00011		
Total	0,01	74			

Tabla 26.*Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto a los 35 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00082	2	0,00041	0,37	0,6930
Tratamientos	0,000822	2	0,00041	0,37	0,6930
Error	0,08	72	0,0011		
Total	0,08	74			

Crecimiento específico

Tabla 27.*Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico a los 7 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,000040	2	0,000020	0,30	0,7386
Tratamientos	0,000040	2	0,000020	0,30	0,7386
Error	0,0047	72	0,000065		
Total	0,0047	74			

Tabla 28.*Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico a los 14 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,000069	2	0,000034	1,34	0,2682
Tratamientos	0,000069	2	0,000043	1,34	0,2682
Error	0,0018	72	0,000026		
Total	0,0019	74			

Tabla 29.*Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico a los 21 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,000055	2	0,000028	1,16	0,3178
Tratamientos	0,000055	2	0,000028	1,16	0,3178
Error	0,0017	72	0,000024		
Total	0,0018	74			

Tabla 30.*Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico a los 28 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0000051	2	0,0000026	0,44	0,6464
Tratamientos	0,0000051	2	0,0000026	0,44	0,6464
Error	0,00042	72	0,0000059		
Total	0,00043	74			

Tabla 31.*Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico a los 35 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0000020	2	0,0000010	0,16	0,8535
Tratamientos	0,0000020	2	0,0000010	0,16	0,8535
Error	0,00046	72	0,000064		
Total	0,00046	74			

Consumo de alimento

Tabla 32.

Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento a los 7 días

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	2	0,01	0,36	0,7033
Tratamientos	0,02	2	0,01	0,36	0,7033
Error	0,28	12	0,02		
Total	0,30	14			

Tabla 33.

Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento a los 14 días

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	2	0,01	0,53	0,6010
Tratamientos	0,01	2	0,01	0,53	0,6010
Error	0,16	12	0,01		
Total	0,18	14			

Tabla 34.

Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento a los 21 días

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	2	0,01	0,45	0,6507
Tratamientos	0,01	2	0,01	0,45	0,6507
Error	0,16	12	0,01		
Total	0,17	14			

Tabla 35.

Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento a los 28 días

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	2	0,0039	0,33	0,7264
Tratamientos	0,01	2	0,0039	0,33	0,7264
Error	0,14	12	0,01		
Total	0,15	14			

Tabla 36.*Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento a los 35 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	2	0,0027	0,29	0,7534
Tratamientos	0,01	2	0,0027	0,29	0,7534
Error	0,11	12	0,01		
Total	0,12	14			

Conversión alimenticia**Tabla 37.***Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia a los 7 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0039	2	0,0019	0,28	0,7631
Tratamientos	0,0039	2	0,0019	0,28	0,7631
Error	0,08	12	0,01		
Total	0,09	14			

Tabla 38.*Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia a los 14 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0047	2	0,0023	0,88	0,4417
Tratamientos	0,0047	2	0,0023	0,88	0,4417
Error	0,03	12	0,0027		
Total	0,04	14			

Tabla 39.*Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia a los 21 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	2	0,0032	0,95	0,4126
Tratamientos	0,01	2	0,0032	0,95	0,4126
Error	0,04	12	0,0033		
Total	0,05	14			

Tabla 40.*Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia a los 28 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0012	2	0,00061	0,34	0,7213
Tratamientos	0,0012	2	0,00061	0,34	0,7213
Error	0,02	12	0,0018		
Total	0,02	14			

Tabla 41.*Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia a los 35 días*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00025	2	0,00013	0,16	0,8570
Tratamientos	0,00025	2	0,00013	0,16	0,8570
Error	0,01	12	0,00081		
Total	0,01	14			