



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLOGICAS

CARRERA AGROPECUARIA

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

Proyecto de Investigación:

“EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA CRÍA DE
JUVENILES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*).”

Autor:

Espinoza Jami Kevin Alexander

Director de Proyecto de Investigación:

Dr. Rodríguez Tobar Jorge Magno

Mocache - Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Kevin Alexander Espinoza Jami, 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 trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Kevin Alexander Espinoza Jami

C.C. 1206773424



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 Kevin Alexander Espinoza Jami, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado: **“EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA CRÍA DE JUVENILES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*)”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

Dr. Jorge Magno Rodríguez Tobar.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

El suscrito **Dr. Jorge Magno Rodríguez Tobar**, docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas como director certifico que el Proyecto de Investigación del estudiante Kevin Alexander Espinoza Jami, titulado: **“EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA CRÍA DE JUVENILES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*)”** fue ingresado a la herramienta informática URKUND producto del análisis se obtuvo una similitud de un 6%, lo cual está considerado dentro de los parámetros aceptables que establecen el reglamento e instructivos de la unidad de integración curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.



Document Information

Analyzed document	Tesis -Urkun Efecto de diferentes densidades de siembra en la cría de juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>)final.docx (D169388759)
Submitted	2023-06-02 04:29:00
Submitted by	
Submitter email	kevin.espinoza2017@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	jrodriguez.uteq@analysis.arkund.com

Activar Windows

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 diferentes densidades de siembra en la cría de juveniles de tilapia roja
(*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*)”

Presentado a la Comisión Académica 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

Dra. Ana Álvarez Sánchez, M.Sc.

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

El autor de la presente investigación quiere dejar constancias de sus más sinceros agradecimientos, a Dios por ser el apoyo más importante para seguir con mis sueños y objetivos de vida, de la igual forma a todas y cada una de las personas que contribuyeron en todo el proceso de mi formación académica hasta la culminación.

A mi familia, por ser el pilar fundamental en el proceso académico ya que ustedes aportaron su confianza, comprensión y esperanzas, dándole animo en mis momentos difíciles y acompañándome en cada uno de mis logros, hoy este es un logro más donde se refleja la culminación de mi paso por la universidad, de corazón estoy muy agradecidos con ustedes. A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por acogerme, forjar mis conocimientos y carácter como estudiante de tan distinguida institución. A mi director de tesis, Dr. Jorge Rodríguez Tobar, por su paciencia, amistad, enseñanza, apoyo y confianza en el seguimiento constante para la exitosa culminación de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mis padres, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante. También a mis hermanos, por brindarme su apoyo moral en esas noches que tocaba investigar.

Y, finalmente, a los que no creyeron en mí, con su actitud lograron que tomará más impulso.

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Plantel Acuícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, predios del campus ``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. El objetivo de determinar el efecto de cuatros densidades de siembra en la cría de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en tanques de 200 L de agua, cada recambio de agua fueron cada 7 días para la densidad de 50 peces/m³ y de 6 días para la densidad de 100 peces/m³. Se emplearon 500 juveniles de (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en fase de crecimiento con 70.00 ±1.5 g de peso, los que fueron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones y generando los tratamientos T1, T2, T3, T4, respectivamente. Los resultados de los peces cultivados con la densidad 50 peces/m³ presentaron mejor peso 2.08 g/día, conversión alimenticia 2.8, y sobrevivencia 100%; respectivamente, entretanto, los peces cultivados con densidades de 50 y 100 peces/m³ mostraron mayor biomasa y menos consumo de agua, Como conclusión, las densidades de siembra influyen en las respuestas biológicas de (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*); las densidades menores reportan mejores respuestas a los parámetros biométricos.

Palabras claves: alimentación, crecimiento, cultivo, peces, tanques.

ABSTRACT

The research work was carried out in the Plantel Acuicola de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, predios del campus ``La María'', propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, located at Kilometer 7 ½ of the Quevedo - El Empalme, province of Los Ríos. The objective of determining the effect of four stocking densities on the rearing of red tilapia juveniles (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) in 200 L water tanks, each water exchange was every 7 days for a density of 50 fish/ m³ and 6 days for a density of 100 fish/m³. 500 juveniles of (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) were used in the growth phase with a weight of 70.00 ±1.5 g, which were distributed in a Completely Random Design with four treatments and five repetitions and discovering the T1 treatments., T2, T3, T4, respectively. The results of the fish cultured with a density of 50 fish/m³ presented a better weight of 2.08 g/day, feed conversion of 2.8, and survival of 100%; respectively, meanwhile, fish cultured with densities of 50 and 100 fish/m³ showed higher biomass and less water consumption. In conclusion, stocking densities influenced the biological responses of (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*); lower densities report better responses to biometric parameters.

Keywords: feeding, growth, culture, fish, tanks.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLÍN	xvii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Problema de Investigación	4
1.1.1. <i>Planteamiento del problema</i>	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico.....	4
1.1.2. <i>Formulación del problema</i>	5
1.1.3. <i>Sistematización del problema</i>	5
1.2. Objetivos	5
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.3. Justificación.....	6
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco Conceptual	8
2.1.1. <i>Alimentación</i>	8
2.1.3. <i>Densidad</i>	8
2.1.4. <i>Huella hídrica</i>	8
2.1.5. <i>Juveniles</i>	8
2.1.6. <i>Piscicultura</i>	8
2.1.7. <i>Tilapia Roja</i>	9
2.1.8. <i>Producción</i>	9

2.1.9.	<i>Siembra</i>	9
2.2.	Marco Referencial	9
2.2.1.	<i>Cultivo de tilapia</i>	9
2.2.2.	<i>Tilapia roja</i>	9
2.2.3.	<i>Juveniles de tilapia</i>	11
2.2.4.	<i>Morfología interna de la Tilapia</i>	11
2.2.5.	<i>Morfología externa de la Tilapia</i>	12
2.2.6.	<i>Características de la tilapia roja</i>	13
2.2.7.	<i>Condiciones y parámetros de cultivo de tilapia</i>	13
2.3.	Alimentación.....	14
2.3.1.	<i>Hábitos alimenticios</i>	14
2.3.2.	<i>Infraestructura de cultivo de tilapias</i>	14
2.3.3.	<i>Cultivo en estanques.</i>	14
2.3.4.	<i>Cultivo de tilapia roja en tanques.</i>	15
2.3.5.	<i>Cultivo en jaulas de tilapias.</i>	16
2.3.6.	<i>Cultivo de peces en corrales.</i>	16
2.3.7.	<i>Alimentación de juveniles de tilapia</i>	17
2.4.	Parámetros fisicoquímicos del cultivo de tilapia	17
2.4.2.	<i>Sistema Digestivo</i>	18
2.4.3.	<i>Características biológicas</i>	18
2.4.4.	<i>Sistemas de cultivos</i>	19
2.4.5.	<i>Cultivos en estanques</i>	19
2.4.6.	<i>Densidades del cultivo de tilapias</i>	20
2.5.	Huella hídrica.....	20
2.5.1.	<i>Cálculo de la Huella Hídrica</i>	20
2.5.2.	<i>Unidades de Media de la Huella Hídrica</i>	20
2.5.3.	<i>Para qué sirve la Huella Hídrica</i>	21
2.5.4.	<i>Tipos de Huella Hídrica</i>	21
2.5.5.	<i>Aplicación de la Huella Hídrica</i>	21
2.5.6.	<i>Cómo se mide la Huella Hídrica</i>	22
2.6.	Investigaciones relacionadas.....	22
CAPÍTULO III		26
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		26
3.1.	Localización	27

3.1.1.	<i>Condiciones agroclimáticas</i>	27
3.2.	Tipo de investigación	27
3.3.	Métodos de investigación	28
3.3.1.	<i>Método inductivo</i>	28
3.3.2.	<i>Método descriptivo</i>	28
3.4.	Fuentes de recopilación de información	28
3.5.	Diseño de la investigación	28
3.5.1.	<i>Análisis estadístico</i>	28
3.6.	Instrumentos de investigación	29
3.6.1.	<i>Dieta y alimentación</i>	29
3.6.2.	<i>Manejo de los peces</i>	29
3.6.3.	<i>Variables para evaluar</i>	30
3.6.3.2.	<i>Peso Promedio.</i>	30
3.6.3.3.	<i>Tasa de crecimiento absoluto (TCA).</i>	30
3.6.3.4.	<i>Tasa de crecimiento específicos (SGR).</i>	31
3.6.3.5.	<i>Porcentaje de supervivencia (SUP).</i>	31
3.6.3.6.	<i>Conversión alimenticia (CA).</i>	31
3.6.4.	<i>Cuantificación de la Huella Hídrica</i>	32
3.6.5.	<i>Medición de los parámetros físicos y químicos del agua</i>	32
3.7.	<i>Tratamientos de los datos</i>	33
3.8.	Recursos humanos y materiales	33
3.8.1.	Equipos y materiales	33
CAPÍTULO IV		34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
4.1.	Peso Promedio (gr).	35
4.2.	Biomasa Total (BT).	36
4.3.	Consumo de alimento	37
4.4.	Crecimiento Absoluto (CA).	38
4.5.	Crecimiento Especifico (SGR)	39
4.6.	Supervivencia	40
4.7.	Conversión alimenticia.	40
4.8.	Cuantificación de la Huella Hídrica	41
4.9.	Descripción de los parámetros físicos y químicos de la calidad de agua.	42
CAPITULO V		44

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1. Conclusiones.....	45
5.2. Recomendaciones	46
CAPÍTULO VI	47
BIBLIOGRAFÍA	47
6.1. Referencias bibliográficas	48
CAPITULO VII.....	52
ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de la Tilapia roja	10
Tabla 2 Características agrometeorológicas de Campus “La María” UTEQ - Mocache. 27	
Tabla 3 Descripción de los tratamientos a evaluar.	33
Tabla 4 Peso promedio cada 15 días de juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>). en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.....	35
Tabla 5 Biomasa total (g) de juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>). en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.	36
Tabla 6 Consumo de alimento (g) de alevines de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.....	37
Tabla 7 Índice de supervivencia al finalizar el experimento de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.....	40
Tabla 8 Conversión alimenticia cada 15 días de juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.....	40
Tabla 9 Consumo de agua en 15 días de juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.....	41
Tabla 10 Parámetros físicos y químicos de la calidad de agua en juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.	42
Tabla 11 Análisis de la varianza de la variable peso promedio (gr).....	55
Tabla 12 Análisis de la varianza de la variable biomasa total (BT).	55
Tabla 13 Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento.....	55
Tabla 14 Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto (CA).	55
Tabla 15 Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico (SGR).....	56
Tabla 16 Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tilapia Roja (<i>Oreochromis</i> sp.)	10
Figura 2 Morfología interna de la tilapia	11
Figura 3 Morfología externa de la tilapia.....	12
Figura 4 Crecimiento absoluto cada 15 días de juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> <i>mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.	38
Figura 5 Crecimiento específico expresado en porcentaje cada 15 días de juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

7.1.	Anexo 1	Fotografías de la investigación	53
7.2.	Anexo 2	Tablas de análisis de varianza (ANDEVA).....	55

CÓDIGO DUBLÍN

Título	Efecto de diferentes densidades de siembra en la cría de juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>)				
Autor:	Kevin Alexander Espinoza Jami				
Palabras claves:	Alimentación	Crecimiento	Cultivo	Peces	Tanques
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, predios del campus ``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. El objetivo de determinar el efecto de cuatro densidades de siembra en la cría de juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) en tanques de 200 L de agua, cada recambio de agua fueron cada 7 días para la densidad de 50 peces/m³ y de 6 días para la densidad de 100 peces/m³. Se emplearon 500 juveniles de (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) en fase de crecimiento con 70.00 ±1.5 g de peso, los que fueron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones y generando los tratamientos T1, T2, T3, T4, respectivamente. Los resultados de los peces cultivados con la densidad 50 peces/m³ presentaron mejor peso 2.08 g/día, conversión alimenticia 2.8, y sobrevivencia 100%; respectivamente, entretanto, los peces cultivados con densidades de 50 y 100 peces/m³ mostraron mayor biomasa y menos consumo de agua, Como conclusión, las densidades de siembra influyen en las respuestas biológicas de (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>); las densidades menores reportan mejores respuestas a los parámetros biométricos.				
Abstract:	The research work was carried out in the Plantel Acuícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, predios del campus ``La María´´, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, located at Kilometer 7 ½ of the Quevedo - El Empalme, province of Los Ríos. The objective of determining the effect of four stocking densities on the rearing of red tilapia juveniles (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) in 200 L water tanks, each water exchange was every 7 days for a density of 50 fish/ m³ and 6 days for a density of 100 fish/m³. 500 juveniles of (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>) were used in the growth phase with a weight of 70.00 ±1.5 g, which were distributed in a Completely Random Design with four treatments and five repetitions and discovering the T1 treatments. , T2, T3, T4, respectively. The results of the fish cultured with a density of 50 fish/m³ presented a better weight of 2.08 g/day, feed conversion of 2.8, and survival of 100%; respectively, meanwhile, fish cultured with densities of 50 and 100 fish/m³ showed higher biomass and less water consumption. In conclusion, stocking densities influenced the biological responses of (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>O. niloticus</i>); lower densities report better responses to biometric parameters.				
Descripción:	74 hojas: dimensiones, 21 x 29,70 cm + CD-ROM				
URL:					

Introducción

La tilapia es una de las especies más producidas en la acuicultura a nivel mundial, con un cultivo estimado de 6 millones de toneladas al año. Además, es una de las especies más utilizadas en la piscicultura o cultivo de peces a nivel mundial (1). La tilapia es una especie relativamente resistente y fácil de cultivar, lo que ha impulsado su producción a gran escala. Algunos de los principales productores de tilapia a nivel mundial son China, Egipto, Indonesia, Filipinas y Tailandia (2).

A lo largo de la historia, la piscicultura ha sido importante, pues se puede decir que es uno de los sectores económicos con mayor potencial de crecimiento a escala nacional. La tilapia roja se cultivó por primera vez en África en 1820. Desde entonces, se ha cultivado activamente en muchos países de América Latina, incluido Ecuador, donde se considera uno de los cultivos más importantes debido a las tasas de crecimiento más altas y la facilidad de producción y manejo que este género generalmente exhibe. (3)

En cambio, la tilapia tiene rasgos positivos para el cultivo, pero aún existen problemas en algunos aspectos del proceso de producción, debido a esto y a la búsqueda de un mejor desempeño más allá de la capacidad de ser neutral al medio, tales como: tamaño final, ganancia de peso y sobrevivencia. tasa de alevines. Los productores se han esforzado en mejorar el manejo de la especie a través de la alimentación, el relacionamiento, la crianza y el cuidado de los mismos. (3).

El cultivo de esta especie es de gran importancia en la actualidad para la nutrición humana porque destaca desde un punto de vista nutricional de alto valor biológico y contiene importantes cantidades de vitaminas beneficiosas para el sistema nervioso y la piel, como las vitaminas D y E, así como, así como calcio, fósforo y ácido fólico. En comparación con otros peces, su período de crecimiento es algo más corto. Esto se debe a su alto nivel de adaptabilidad a diversos entornos de producción. (2)

Naturalmente, la introducción de la tilapia al Ecuador ha tenido un impacto en la faceta culinaria, ecológica y cultural del país. Es esta la principal razón de este proyecto de investigación; poder tener un panorama más amplio acerca de la importancia de la tilapia

dentro del país, no solo como un producto de exportación, pero si como un producto de consumo local (3).

El objetivo de este estudio es comprender el impacto de las altas densidades de tilapia juvenil en tanques de 200 litros, al ubicarlos allí recopilar y analizar datos estadísticos básicos, así como datos de producción. Su objetivo es proporcionar la información necesaria para identificar con mayor precisión su función, problemas y necesidades. Por lo tanto, este estudio es necesario y se centra en la historia y el estado actual de la tilapia roja.

El cultivo de tilapia es un aspecto importante de la acuicultura en muchos países, incluyendo Nicaragua y Colombia entre otros. La tilapia es un pez popular para el cultivo debido a su alta demanda en el mercado, rápida tasa de crecimiento y facilidad de reproducción y manejo. La tilapia también es rica en minerales, proteínas de alta calidad y vitaminas que son esenciales para mantener una buena salud (6). La alimentación adecuada y el manejo de la calidad del agua son esenciales para el crecimiento exitoso de la tilapia en estanques. En general, el cultivo de tilapia puede proporcionar una fuente de proteínas e ingresos para los agricultores, por lo que es una opción viable para la acuicultura (7).

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de Investigación

1.1.1. *Planteamiento del problema*

Las personas de bajos recursos son las que menos consumen carne de pescado por el elevado precio y estos deben ser consumidos por su mayor aportación de proteínas. Además, las personas de bajos recursos pueden tener menos acceso a opciones saludables de alimentos (pescados) debido a la falta de conocimientos nutricionales. También los problemas de altos precios para cubrir las necesidades del sistema de producción de tilapias.

Algunas de las razones que pueden contribuir a este bajo consumo son similares a las mencionadas anteriormente, como el precio elevado del pescado, la falta de acceso a pescado fresco y de alta calidad, y la falta de conocimiento sobre cómo prepararlo adecuadamente. Además, en algunas partes del país, la cultura alimentaria tradicional no incluye una gran cantidad de pescado en la dieta. El escaso conocimiento sobre esta explotación, debido a una mínima investigación ha hecho que se desarrollen crianzas poco técnicas dando resultados perjudiciales a quienes emprenden este manejo, uno de los principales problemas es el costo elevado dentro de la explotación.

El poco consumo de ingerir carne de pescado produce la falta de nutrientes como es la fuente importante de los ácidos grasos omega-3, vitamina entre otras. El menor consumo de pescado se ha relacionado con un mayor riesgo de morir por enfermedades cardiovasculares, mayor peligro de presentar un accidente cerebrovascular, depresión y deterioro mental.

Diagnóstico

Las altas densidades de siembra de los peces como la tilapia, trae consigo la presentación de problemas en sanidad, bajo rendimiento en ganancia de peso y comportamiento en general.

Pronóstico

Las densidades máximas de población de peces, el consumo de agua mínima y la eficiencia del crecimiento de los peces alentarán a las personas a encontrar fuentes de empleo y alimentos.

1.1.2. *Formulación del problema*

¿Cuál será la densidad con mayor crecimiento y menor consumo de agua en el crecimiento de tilapia roja?

1.1.3. *Sistematización del problema*

- ¿Cuál de las densidades de siembra de cría de juveniles incrementa la ganancia de peso?
- ¿Cuál será una de las densidades que obtenga el menor consumo de agua?
- ¿Cuál será el comportamiento de los parámetros físicos químicos del agua en las distintas densidades?

1.2. *Objetivos*

1.2.1. *Objetivo general*

- Evaluar el efecto diferentes densidades de siembra en el crecimiento de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*).

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar los índices productivos de juveniles de (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en cuatro densidades de siembra.
- Calcular la huella hídrica en el crecimiento de juveniles de (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en cuatro densidades de siembra.
- Considerar los parámetros fisicoquímicos del agua en los tanques de cría de juveniles de (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*).

1.3. Justificación

La piscicultura es una actividad milenaria que ha evolucionado lentamente, a menudo sobre la base de conocimientos tradicionales, y cuyos adelantos se han logrado gracias a la curiosidad, las necesidades, las experiencias positivas y los errores de los piscicultores o a través de la cooperación (4).

El consumo de carne de tilapia se incrementa anualmente. Por tal razón se hace necesario incrementar la oferta productiva utilizando espacios con altas densidades de población. La alta densidad de población en la cría de tilapia puede ocasionar problemas en la curva de crecimiento por la que es urgente determinar una densidad que disminuya los riesgos productores y que mejore los kilos de producción por m^3 o m^2 .

De acuerdo a las características nutricionales y los beneficios en la salud que el pescado genera en el consumidor; mediante esta investigación se busca identificar factores que inciden para que el consumo de pescado se vea afectado o este alimento no se incluye en la dieta habitual con mayor frecuencia como la carne de res o de pollo, donde se ha encontrado que índices económicos, culturales, sociales, alimentarios podrían reflejar una disminución en su consumo a pesar que dicho producto es de gran demanda y se cuenta con gran variedad de especies de peces. De igual manera, generar interés e iniciativas para continuar con el proyecto creando estrategias que permitan el incremento en el consumo de pescado en la población y a su vez conozcan los beneficios que este presenta en la salud.

El uso de altas densidades de tilapia puede realizarse a baja escala en escenarios pequeños como el traspatio de las casas en barrios marginales o en el área rural para producir alimento (carne de pescado), por lo que se hace prioritario probar el sistema de crianza de peces en traspatio a baja escala y alta densidad, para posteriormente difundir el aprendizaje hacia personas marginadas para que puedan participar en la producción de carne de pescado al estilo familiar y mantener su economía estable, para la alimentación de las familias sin recursos económicos y así ayudar a superar la desnutrición indicada por las naciones unidas dentro de los 17 objetivos del milenio, cuyo objetivo principal es combatir la desnutrición

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Alimentación

Los peces en jaulas deben alimentarse de forma intensiva, es decir, al menos 3 o 4 veces al día. La alimentación consistirá en alimentos equilibrados obtenidos de diferentes formas. Para los más pequeños, hay iniciadores, luego cultivadores y finalmente terminadores (7).

2.1.2. Cría

Alimentación y cuidado que recibe un animal por parte de una persona para que tenga un crecimiento y un desarrollo adecuados (6).

2.1.3. Densidad

la densidad de siembra es directamente proporcional a los recambios de agua diarios que se puedan realizar en el estanque (8).

2.1.4. Huella hídrica

Indicador medioambiental que define el volumen total de agua dulce utilizado para producir los bienes y servicios que habitualmente consumimos. Es una variable necesaria que nos dice el agua que nos cuesta fabricar un producto (10).

2.1.5. Juveniles

jóvenes peces a partir del estado alevín avanzado hasta la edad de un año a partir de la eclosión (independientemente de la talla). Término aplicado a los peces que pesan alrededor de 10 a 70g o de 8 a 1 (9).

2.1.6. Piscicultura

La más común y consiste en la cría de peces en agua dulce o de mar para la alimentación (5).

2.1.7. *Tilapia Roja*

Pez de origen tropical tienen una característica de un crecimiento acelerado y se adaptan a ciertas condiciones del agua (5).

2.1.8. *Producción*

Es el segundo cultivo de mayor participación económica, donde la provincia de Guayas y El Oro son las que más desarrolladas tienen la actividad (5).

2.1.9. *Siembra*

La siembra de peces se puede presentar en diversas formas, atendiendo a que pueden ser criados en tajamares, piscinas, estanques y ríos. Una de estas formas de crianza es la denominada piscicultura urbana, que es el aprovechamiento de la piscina cuando no se la utiliza para el baño (7).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. *Cultivo de tilapia*

El cultivo de tilapia se inició en Ecuador en 1999 en ambientes controlados, como sistemas de estakes y jaulas flotantes, que tienen mayor potencial en la región costera, explica que la tilapia se cultiva en 100 países y ocupa el segundo lugar en términos de producción mundial con 1,6 millones de toneladas métricas producidas anualmente. (15).

2.2.2. *Tilapia roja*

La tilapia roja (*Oreochromis* sp.) es un pez teleósteo del orden perciforme que pertenece a la familia Cichlidae. Su origen es africano, gracias a su proliferación y capacidad para adaptarse en la actualidad habita en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, debido a que las condiciones tropicales favorecen su reproducción y crecimiento. Tiene valor como recurso alimenticio. Su carne blanca y sabrosa es apreciada en todo el mundo. Además,

es considerada una opción saludable, ya que es baja en grasas saturadas y una buena fuente de proteínas de alta calidad, ácidos grasos omega-3 y varios nutrientes esenciales (16).

Tabla 1
Taxonomía de la Tilapia roja

Taxonomía	
Reino:	<i>Animalia</i>
Filo:	<i>Chordata</i>
Clase:	<i>Actinopterygii</i>
Subclase:	<i>Neopterygii</i>
Infraclase:	<i>Teleostei</i>
Superorden:	<i>Acanthopterygii</i>
Orden:	<i>Perciformes</i>
Familia:	<i>Cichlidae</i>
Género:	<i>Oreochromis</i>
Especie:	<i>O. niloticus</i>

Fuente: (16)

Figura 1
Tilapia Roja (Oreochromis sp.)



2.2.3. Juveniles de tilapia

La etapa fisiológica de la especie *Oreochromis*, es la según etapa, al principio son denominados alevines, luego una vez que alcance el tamaño propio se convierte en juveniles y adultos, en donde alcanza a medir entre 5 y 10 cm (17).

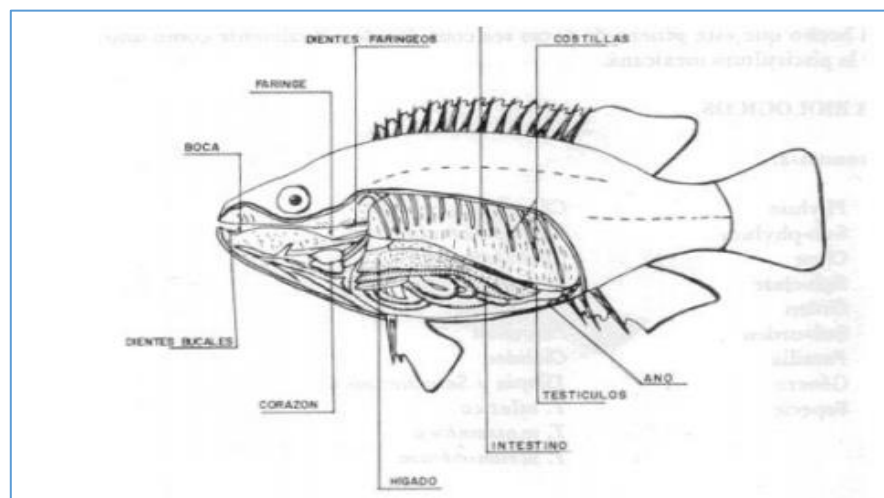
La tilapia roja crece de manera longitudinal, es decir elonga su estructura corporal. En todas las etapas de su desarrollo a partir del alevín. El crecimiento de estos peces depende de múltiples factores como son la temperatura apropiada, el oxígeno disuelto presente en el agua, el pH, turbidez, altitud, la cantidad de luz o luminosidad y tipo de alimentación principalmente (17).

2.2.4. Morfología interna de la Tilapia

El sistema digestivo de la Tilapia comienza en la boca y continúa con el esófago, separándolo en dos tipos: los esófagos corto y largo. El esófago corto es un movimiento muscular directo entre la boca y el estómago. El intestino tiene forma de tubo y se divide en dos partes después del ploro: una porción anterior más corta que corresponde al duodeno y una porción posterior más larga pero más estrecha. (18).

Figura 2

Morfología interna de la tilapia



Fuente: (18).

Presenta dos glándulas importantes relacionadas con el tracto digestivo, una de estas es el hígado y en la parte Morfología interna de la tilapia. Presenta dos glándulas importantes relacionadas con el tracto digestivo, una de estas es el hígado y en la parte superior sujeta de este se encuentra la vesícula biliar y está de manera secuencial se conecta con el intestino a través del conducto biliar, luego complementando los órganos digestivos está el páncreas (18).

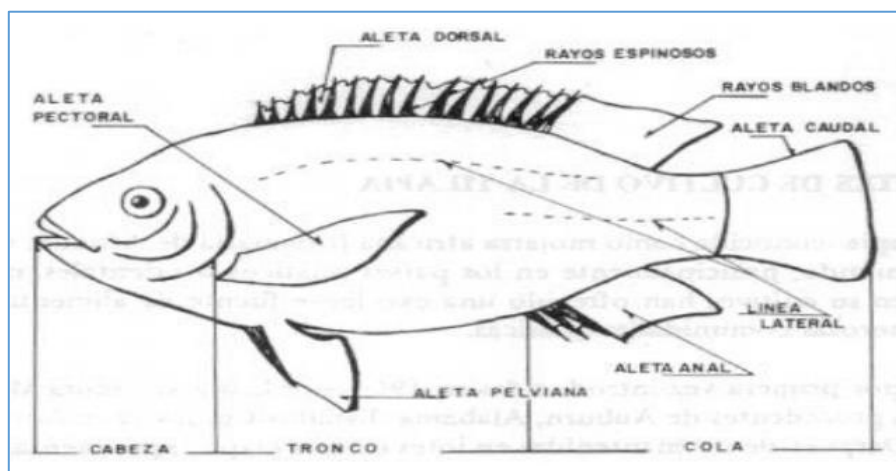
El sistema circulatorio está formado por el corazón y el respiratorio por las branquias. Por otra parte, el sistema excreto está constituido riñón y la vejiga y finalmente se encuentra el sistema reproductor conformado por las gónadas en donde se desarrollan los óvulos o espermatozoides (18).

2.2.5. Morfología externa de la Tilapia

Externamente, se distingue por su tono rojizo, muestra un cuerpo fuerte y comprimido lateralmente y, en algunas especies, el macho tiene una cabeza más grande que la hembra, boca protráctil ancha con labios grandes, dientes modelo cónico y algunas veces incisivos, escamas de tipo ctenoideo (3).

Figura 3

Morfología externa de la tilapia.



Fuente: (3).

Las cortas, provistas de espinas y radios, parte de las aletas dorsal anterior y caudal. Poseen una línea lateral que se divide en dos partes: la parte anterior, que se extiende desde el hueso occipital hasta los últimos radios del aleta dorsal, y la parte posterior, que se ubica debajo de donde termina la línea lateral en la región superior y se extiende hasta el final de la caudal aleta. Tienen una sola abertura nasal a cada lado del cráneo. (3).

2.2.6. Características de la tilapia roja

Las tilapias son peces exóticos de mayor éxito en la piscicultura mundial, apoyados en el avance significativo en las técnicas de cultivo intensivo y súper intensivo conjugadas con la aparición de un sinnúmero de híbridos comerciales de gran aceptación no solo por parte de los piscicultores, sino también por parte de los consumidores en los mercados nacional e internacional (19)

Estos peces son excelentes para el consumo humano, con carnes de muy suave textura y gran reducción ósea, crecen en un amplio rango de alimentación natural y artificial, pueden sobrevivir en aguas con salinidad de 0 a 27 ppm, es decir desde aguas continentales hasta aguas oceánicas. Sus características más sobresalientes son: su buen sabor, lo rápido de su crecimiento, se puede cultivar en cualquier tipo de sistema de producción (jaulas, estanques, piscinas), resiste a condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno disueltos en el agua y es capaz de utilizar la productividad primaria de los estanques y pueden ser fácilmente manipulados genéticamente (20).

2.2.7. Condiciones y parámetros de cultivo de tilapia

Se debe realizar un completo análisis físico-químico de la fuente de agua, teniendo en cuenta los siguientes parámetros y cantidades respectivas que indican la calidad del agua, dentro de ellos tenemos: oxígeno disueltos: 3 a 10 mg/L, temperatura: 24 a 28 °C, pH: 6.5 a 9.0, dureza (alcalinidad: CaCO_3): 10 A 500 mg/L, dióxido de carbono (CO_2): 0 a 2.0 mg/L, amonio total: hasta 2.0 mg/mL, amonio (NH_3 : no ionizado): 0 a 0.05 mg/L, nitritos (NO_2): 0 a 0.1 mg/L, gas metano (CH_4): 0 a 0.15 mg/L, turbidez (disco secchi): 30 a 40 cm (21).

2.3. Alimentación

En los sistemas de cultivo intensivo en jaulas y en estanques, es indispensable el suministro de grandes cantidades de alimento para proveer a los organismos cultivados los nutrientes necesarios para alcanzar máximo crecimiento en el menor tiempo posible (22).

A mayor volumen de ración mayor la proporción de desechos solubles y sólidos eliminados al agua; esto no solamente reduce la concentración de oxígeno, sino que también pueden causar lesiones en los animales, facilitando la aparición de enfermedades (23).

2.3.1. Hábitos alimenticios

El género *Oreochromis* se clasifica como Omnívoro, por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton (24).

Los peces tilapia están equipados con branqui-espinas, que les permiten filtrar el agua y obtener su alimento, que consiste en algas microscópicas y otros organismos acuáticos. La comida consumida viaja a la faringe donde los molares la descomponen mecánicamente. Esto ayuda a la digestión, que tiene lugar en el intestino, que es de siete a diez veces más largo que la longitud del cuerpo de un guisante. (25).

2.3.2. Infraestructura de cultivo de tilapias

2.3.3. Cultivo en estanques.

Para el cultivo de tilapia en estanques se deben tener en consideración ciertas características como tamaño, ubicación, drenaje, etc. de especial importancia es el tamaño del estanque ya que permite que el cultivo de tilapia se puede llevar a cabo en diferentes grados de intensidad. A continuación se presentan una serie de ventajas en el cultivo que se logran de acuerdo al tamaño del estanque. (26)

Estanques Pequeños.

- Más fácil y rápidos de cosechar.
- Pueden ser llenados y drenados más fácilmente.

- Se facilitan los tratamientos preventivos y curativos de enfermedades o parásitos.
- Control de depredación mucho más fácil y eficiente.
- Menor susceptibilidad a la erosión por parte del viento.
- Se puede trabajar con densidades de siembra mayores porque su recambio es Superior

Estanques Grandes.

- Menor costo de construcción por unidad de área.
- Se encuentran más sujetos a la acción de los vientos, por lo tanto, menos
- susceptibles a problemas de oxígeno

2.3.4. *Cultivo de tilapia roja en tanques.*

La cultura de la tilapia en tanque es una buena alternativa al estanque o el cultivo en jaulas, si no hay suficiente agua o la tierra no está disponible y la economía es favorable. La tilapia crece bien en altas densidades en el confinamiento de los tanques cuando la calidad del agua es buena y se mantiene.

Esto se logra mediante aireación y frecuente o continuo cambio del agua para renovar el suministro de oxígeno disuelto (OD) y eliminar desechos. Los sistemas de cultivo que descartan el agua después del uso se denominan de “Caudal Continuo” mientras que los sistemas de filtrado que reciclan el agua se hace referencia a ellos como “Sistemas de Recirculación”. El cultivo intensivo en tanques ofrece varias ventajas sobre el cultivo en estanques. (27).

La alta densidad de peces en los tanques de cría altera el comportamiento y permite macho y hembra de tilapia que se cultiven juntos y alcancen tamaño comercial. En los estanques mezclados las poblaciones se mezclan tanto que padres e hijos compiten por alimentos y no se desarrollan totalmente. Los tanques permiten que el cultivador gestione fácilmente los recursos y los peces para ejercer un relativamente alto grado de control ambiental sobre los parámetros (por ejemplo, calidad del agua, temperatura, oxígeno, pH, residuos) que puede ser ajustado para máxima producción. Con los tanques, la alimentación y las operaciones de recolección requieren mucho menos tiempo y mano de obra en comparación con los estanques. Los pequeños volúmenes de tanques hacen práctico y económico el tratar

enfermedades con productos químicos terapéuticos disueltos en el agua de cultivo. La cultura de tanque intensiva puede producir muy altos rendimientos de pequeñas parcelas de tierra. (27).

La cultura del tanque también tiene algunas desventajas. Dado que la tilapia tiene limitado el acceder a los alimentos naturales en los tanques, deben ser alimentados con una dieta completa que contiene vitaminas y minerales. El coste de bombeo de agua y la aireación aumentan los costes de producción. La tecnología de recirculación y la filtración de los sistemas pueden ser bastante complejo y caro y requiere constante y mucha atención. (27)

2.3.5. *Cultivo en jaulas de tilapias.*

Las jaulas hacen más eficiente el proceso de crecimiento de los peces, el cultivo en jaulas incluye el mantenimiento de organismos en cautividad dentro de un espacio cerrado, pero con flujo libre de agua.

La jaula flotante son estructuras que se colocan dentro del océano, lagunas o lagos, donde los acuicultores “siembran” peces pequeños conocidos como juveniles dentro de estas jaulas, y a través de estarlos alimentando constantemente logran el proceso de crecimiento y engorda para finalmente distribuirlos en el mercado, lo cual permite al acuicultor ahorrar en gastos de producción.

Las jaulas hacen más eficiente el proceso de crecimiento de los peces, pues en libertad tardan más en alcanzar el tamaño adecuado para el consumo, mientras que en los embalajes crecen en 6 meses promedio. El cultivo en jaulas incluye el mantenimiento de organismos en cautividad dentro de un espacio cerrado, pero con flujo libre de agua (26).

2.3.6. *Cultivo de peces en corrales.*

Se puede construir un corral en la parte menos profunda de un arroyo, un río, un lago o un embalse. La profundidad del agua en un corral no deberá exceder de 1.5 m en la parte más honda, también deberá asegurarse de que la misma nunca sea inferior a 1 m, incluso durante la estación seca. El corral deberá colocarse en un lugar donde la corriente de agua sea suave y no rápida. Tendrá que estar protegido del viento, de manera que la superficie del agua se

mantenga tranquila y no se agite. El agua deberá ser limpia. Nunca se debe construir un corral cerca de una boca de salida, donde el agua puede estar fangosa o llena de desechos. El fondo del lugar elegido debe ser firme. No es fácil construir un corral cuando el fondo es demasiado blando y donde el agua puede volverse fangosa; además se debe elegir un lugar donde se pueda construir el corral utilizando muy pocos materiales, como la esquina de un embalse o el recodo de un arroyo (26).

2.3.7. Alimentación de juveniles de tilapia

En cuanto a la alimentación, de la tilapia roja, podemos decir que esta se alimenta con plancton y vegetales superiores presentes en su medio acuífero, aunque también se le añade residuos agrícolas e industriales y dietas artificiales, Para los cultivos con dietas balanceadas, se emplea el siguiente esquema de alimentación, según la talla de los peces (28).

- Larvas y alevines hasta 5 cm: Dieta con 35% PB, con una ración diaria del 5% del total de la biomasa, para una temperatura de 22 °C (28).
- Crecimiento y engorde de alevines de más de 5 cm: Dieta con 22 - 25% PB y ración diaria del 3% del total de la biomasa, si la temperatura es de 22 °C; para temperaturas menores, la ración diaria se disminuye al 1.5% del total de la biomasa (28).
- Alimentación para el cultivo en jaulas: El alimento artificial que se le añade a las jaulas tiene 32% de Proteína Bruta, incluyendo de 5 a 10% de harina de pescado. La adición del alimento comienza con un 25% del peso corporal para las larvas, un 5% para alevines de 20 g y de 1 a 2% para ejemplares de 250 g, hasta los 350 a 380 g, peso de cosecha, que se obtiene a los 5 meses de cultivo (28).

2.4. Parámetros fisicoquímicos del cultivo de tilapia

2.4.1. Parámetros físicos.

- La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (29).
- El color del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella (29).

- El sabor y el olor están estrechamente relacionados; por eso es común decir que “a lo que huele, sabe el agua” (29).
- La Temperatura uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno (29).

2.4.2. Sistema Digestivo

Dado que es el aparato digestivo el que realiza la manipulación y transferencia nutricional inicial al organismo del animal, cumple la extraordinaria función de actuar como mediador entre el alimento y el organismo. A partir de esto, se puede ver cuán importante es obtener una comprensión profunda del proceso digestivo, en el que varias enzimas juegan un papel crucial. Las funciones de estas enzimas se ven afectadas por factores relacionados con la fisiología del animal, así como con las características del alimento o la forma en que se presenta (30).

El sistema digestivo de la tilapia comienza en la boca con los dientes mandibulares y continúa por el esófago hasta el estómago. El intestino tiene la forma de un tubo rojo y peludo que se extiende más allá del ploro y se divide en dos partes: una porción más pequeña y redondeada en la parte inferior que corresponde al duodeno, y una porción más grande y prominente en la parte superior que tiene un diámetro menor. El intestino es 7 veces más largo que la longitud de todo el cuerpo, característica que es común entre los animales herbívoros (30).

2.4.3. Características biológicas

Tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios omnívoros, aceptan fácilmente alimentos elaborados artificialmente. Para reproducirse necesitan temperaturas superiores a los 20°C. El número de huevos por desove, como el tamaño de los huevos es proporcional al peso corporal de la hembra. Las tilapias alcanzan su madurez sexual a un tamaño pequeño y a una edad temprana. En la fase de engorde, los peces empiezan a reproducirse en el estanque. Esta reproducción no deseada dificultará el desarrollo natural de los peces que se capturaron

originalmente en el lago (la sobrepoblación del lago provoca un enanismo generalizado en los peces), lo que reducirá la viabilidad de la operación de cultivo. (31).

2.4.4. *Sistemas de cultivos*

2.4.4.1. *Sistema extensivo.*

Cultivo extensivo es sinónimo de acuicultura en libertad, que se desarrolla en embalses y está relacionada con la pesca artesanal, donde se pueden criar hasta 2.500 alevines/ha (32).

2.4.4.2. *Sistema intensivo.*

La aireación suplementaria y los cambios parciales de agua se realizan dos o más veces al día, en este sistema los rendimientos rondan los 20.000 kg por hectárea. En el mismo modelo se utilizan jaulas suspendidas de baja capacidad, con rendimientos de 50 y 300 kg/m³ (33).

2.4.4.3. *Sistema semi-intensivo.*

Este tipo de cultivo es puramente industrial a una densidad de 50 peces/m² y puede llevarse a cabo en jaulas, estanques y sistemas de tanques redondos (34).

2.4.5. *Cultivos en estanques*

Para los granjeros, la producción en estancos promueve ganancias y proteínas. La tilapia es fácil de cultivar y produce bien si se sigue una buena estrategia de manejo. El cultivo de tilapia en estanques plantea varios desafíos al productor para garantizar un manejo adecuado y eficaz de la producción (35).

El problema principal es lo difícil que es pescar en los estuarios utilizando redes de pesca convencionales. Las tilapias son peces que tienen la habilidad de saltar los límites o dejar nidos hundidos en el fondo de los estanques de peces para escapar por debajo de los límites (35).

2.4.6. Densidades del cultivo de tilapias

El crecimiento de organismos en sistemas de cultivo manejado es directamente impactado por la densidad, ya que, a mayor número de organismos o biomasa por metro cúbico, menor será el tiempo que las condiciones fisicoquímicas del agua persistirán dentro del rango de tolerancia de un organismo (36).

2.5. Huella hídrica

La huella hídrica es un indicador que refleja el uso total de agua fresca que se emplea para producir los bienes y servicios consumidos por individuos, comunidades o producidos por empresas. Se concibe como una herramienta de gestión integral del agua que considera tanto el uso directo como el indirecto de este recurso vital. Su cálculo ayuda a entender, asignar y optimizar el consumo de agua, permitiendo una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos. (37)

2.5.1. Cálculo de la Huella Hídrica

Tradicionalmente, las evaluaciones de los usos del agua se realizaban exclusivamente midiendo o estimando las captaciones de las fuentes superficiales o subterráneas, ignorando la producción de bienes y servicios finales, sin tener en cuenta que estos productos se realizan en largas cadenas de producción con consumos específicos dentro de cada una de las etapas y con impactos específicos según cada zona.

El indicador denominado 'huella hídrica' (HH) trata de suplir esta deficiencia, buscando evaluar el nivel de apropiación e impacto sobre los recursos hídricos que requiere la producción de un bien o la prestación de un servicio a lo largo de toda su cadena de producción, incluyendo, en el cálculo, las materias primas. Su cálculo se establece de forma modular, es decir, sumando las necesidades de uso y consumo de agua de cada etapa de producción desde el origen hasta el consumidor final. (38)

2.5.2. Unidades de media de la Huella Hídrica

La huella hídrica se mide en unidades de volumen (litros o metros cúbicos) por unidad de producto fabricado o servicio consumido, y consta de tres sumandos que se han denominado según los colores asignados usualmente al agua: la huella hídrica verde contiene la fracción

de huella que procede directamente del agua de lluvia o nieve y que se almacena en el suelo en capas superficiales al alcance de las plantas; la huella azul se refiere al agua que procede o se capta de fuentes naturales o artificiales mediante infraestructuras o instalaciones operadas por el hombre; y, por último, la huella gris se refiere al volumen de agua contaminada en los procesos y que posteriormente es necesario diluir para cumplir con los parámetros exigidos por la normativa sectorial del cauce u organismo receptor de los vertidos finales de proceso. (37)

2.5.3. *Para qué sirve la Huella Hídrica*

La Huella hídrica nos hace tomar conciencia del consumo de agua que necesitamos en todas nuestras actividades. La huella hídrica nos sirve para tener un valor de referencia en nuestro uso del agua y sobre todo el valorar donde podemos mejorar como Organización. Nos sirve de base de partida para establecer un manejo eficiente del agua y el establecimiento de objetivos. (37)

2.5.4. *Tipos de Huella Hídrica*

La huella hídrica se compone de tres componentes diferentes: la huella hídrica verde, la huella hídrica azul y la huella hídrica gris. La huella hídrica verde refiere al agua proveniente directamente de la lluvia o la nieve almacenada en el suelo y utilizada por las plantas. La huella hídrica azul se refiere al agua captada de fuentes naturales o artificiales a través de infraestructuras operadas por el hombre. Finalmente, la huella hídrica gris se refiere al volumen de agua contaminada durante el proceso de producción y que luego necesita ser diluida para cumplir con los estándares de calidad del agua exigidos por las regulaciones. (37)

2.5.5. *Aplicación de la Huella Hídrica*

La huella hídrica tiene múltiples usos. Como indicador de sostenibilidad, brinda una referencia valiosa para la gestión del agua, al permitir la identificación de oportunidades de mejora en la eficiencia del agua en las organizaciones y procesos de producción. Esto puede ayudar a las organizaciones a establecer objetivos específicos y a desarrollar estrategias para su manejo eficiente del agua. Adicionalmente, la huella hídrica ofrece una perspectiva más

completa del consumo de agua, al considerar no solo el agua directamente consumida, sino también el agua 'virtual' o 'incorporada' en los productos y servicios. (37)

2.5.6. Cómo se mide la Huella Hídrica

La Huella Hídrica se calcula como el consumo doméstico de los recursos hídricos, menos las exportaciones de agua virtual, más las importaciones de agua virtual. Para un producto, es el contenido total de agua azul, verde y gris involucrada en toda la cadena de procesos de elaboración del mismo. La Huella Hídrica de una persona se obtiene de sumar la HH de todos los productos, bienes y servicios que consume y utiliza.

La Huella Hídrica de producción de un país se obtiene de sumar el agua verde, azul y gris en todos sus procesos productivos agropecuarios, así como el agua azul y gris de los industriales y domésticos.

La Huella Hídrica de consumo de un país es lo que produce para consumir (quitando las exportaciones), y lo que importa para consumo. La Huella Hídrica externa es la proporción del consumo de un país que fue producido en otro país. Transferencias de Agua Virtual: El contenido de agua virtual transferido a otros países mediante. (37)

2.6. Investigaciones relacionadas

Según, Fraga et al. (2012) (11) Con el objetivo de evaluar el efecto sobre el crecimiento y la supervivencia, de diferentes densidades de siembra de tilapia roja en jaulas de diferentes volúmenes (4, 6 y 16 m³) se desarrollaron tres ciclos de engorde en la bahía de Casilda, provincia Sancti-Spíritus. La selección del sitio se realizó a partir de una red de cinco estaciones muestreadas en lluvia y seca para determinar los parámetros físicos, químicos, batimétricos y turbidez. Los alevines se adaptaron al agua de mar en tanques de 12 m³, con flujo de agua marina (1.4 - 2.8 L/segundo) durante 24 horas con supervivencia de 96%. Al emplear densidades de 73 y 184 alevines/m³ en jaulas de 6 m³, no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el crecimiento y supervivencias (98%), con rendimientos de 19 – 54 kg/m³. Al emplear jaulas de 4 m³ y densidades de 150, 250 y 350 alevines/m³, los rendimientos aumentaron entre 37 y 67 kg/m³. El crecimiento fue menor ($p > 0.05$) con la mayor densidad. En jaulas de 16 m³ se evaluaron densidades de 140, 250 y 350 alevines/m³,

el crecimiento fue mayor ($p > 0.05$) con la densidad menor (140/m³). Los rendimientos variaron entre 21 – 54 kg/m³, siendo menor a la densidad de 350/m³, debido a las bajas supervivencia (31.4%), por deficiencia de oxígeno. El cómputo químico de los alimentos comerciales, mostraron que todos los aminoácidos de la tilapia están representados y la Lisina apareció como aminoácido limitante. El impacto al medio fue reducido con aportes de fósforo y nitrógeno entre 0.1 - 0.33 y 0.024 – 0.079 kg/t de alimento respectivamente.

De acuerdo con lo que expone Sivisaca y Sarango (2010) (12) El presente trabajo de investigación sobre: “Evaluación de Cuatro Densidades de Siembra en Engorde de Tilapia (*Oreochromis* sp.) en el Cantón El Pangui, se desarrolló en la estación piscícola de la Asociación de Piscicultores de El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe; y planteó los siguientes objetivos: Evaluar cuatro densidades de siembra de tilapia (*Oreochromis* sp). Determinar el incremento de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento en el engorde de tilapia. Realizar el análisis de rentabilidad del proyecto. En la investigación se planteó el diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. El tratamiento uno tuvo una densidad de siembra de dos peces por metro cuadrado; el tratamiento dos fue de cuatro peces por metro cuadrado; el tratamiento tres constó de seis peces por metro cuadrado y el tratamiento cuatro de ocho peces por metro cuadrado. Las variables que estudiar fueron: Incremento de peso, Consumo de alimento, Conversión alimenticia, mortalidad, producción de carne y rentabilidad. La duración de la investigación fue de seis meses. Los resultados fueron los siguientes: Los peces que mayor incremento de peso promedio fueron los del tratamiento uno, que tuvo la densidad de siembra de dos peces por metro cuadrado, con 237,22 g. La mejor conversión alimenticia la obtuvo el tratamiento uno con 1,62. El menor consumo promedio de alimento por pez lo obtuvo el tratamiento cuatro con 316,93 g. La mayor mortalidad se presentó en el tratamiento cuatro con 13,25 %.

Lo investigado por Saraguro y Vargas (2015) (13) La presente investigación denominada evaluación productiva y económica en la producción de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) utilizando tres raciones alimenticias en el cantón calvas, tuvo como objetivos: -Evaluar el efecto de tres raciones alimenticias en la producción de tilapia roja en el cantón Calvas. - Determinar parámetros productivos como: conversión alimenticia, incremento de peso y mortalidad en la producción y comercialización de tilapia roja; y, -Determinar la rentabilidad de los tratamientos. Se diseñaron tres tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. Las

raciones alimenticias evaluadas fueron: balanceado protilapia, biomentos y la ración experimental. Las variables evaluadas fueron: Peso, talla del pez. Consumo de alimento mensual. Conversión alimenticia mensual. Mortalidad. Rentabilidad. Se utilizó el diseño completamente al azar. Las mediciones de las variables se obtuvieron en forma mensual, durante un tiempo de seis meses. Para la crianza de los peces se construyó tres estanques en tierra; y a cada uno se lo dividió en tres compartimentos. Los resultados fueron: El peso inicial promedio de los peces fue similar en los tres tratamientos con un peso de 0,97g. obteniendo un mayor incremento de peso en el tratamiento dos con un promedio de 47,36g. por mes, en segundo lugar, el tratamiento uno con 43,2g. y finalmente el tratamiento tres con 40,4g. La mayor talla inicial promedio tuvieron los peces del tratamiento uno con 1,77 cm, en segundo lugar, los del tratamiento tres con 1,73 cm; y, en tercer lugar, los del tratamiento dos con 1,6 cm. El mayor tamaño se produjo en los peces del tratamiento dos con un promedio de 22,83 cm, en segundo lugar, está el tratamiento uno con 20,67 cm; y, en tercer lugar, el tratamiento tres con 19,5 cm. El mayor consumo de alimento promedio se observó en el tratamiento uno con un total de 82878,3g. en segundo lugar el tratamiento tres con 80968,88g. y en tercer lugar el tratamiento dos con 77835,73g. La mejor conversión alimenticia se le atribuye al tratamiento dos con 1,63g. en segundo lugar está el tratamiento uno con 1,99g. y en tercer lugar el tratamiento tres con 2,01g. La mayor mortalidad ocurrió en el tratamiento uno con un total de 42 peces muertos que representa el 23,3 %, en segundo lugar, está el tratamiento dos con 36 peces que representa el 20%; y en tercer lugar el tratamiento tres con un total de 30 peces que es el 16,7%. La rentabilidad fue negativa en los tres tratamientos, pues la inversión inicial casi siempre dará una rentabilidad negativa en la primera producción. En conclusión, los peces se adaptaron muy bien a la ración experimental, tomando en cuenta que se trabajó con ingredientes básicos en comparación a los balanceados comerciales que son alimentos probados, en donde la marca biomentos sobresalió frente a las demás por el mayor nivel proteico que contiene la ración. Se recomienda utilizar alimentos vegetales complementarios en la producción de tilapia, tales como semillas, frutas, etc.; puesto que la tilapia es considerada un animal omnívoro.

Así mismo, Vega et al. (2010) (14) Existe una tendencia global hacia la intensificación de los sistemas acuícolas, sin embargo, una gran parte de la producción mundial es aún obtenida de acuicultura de “tipo rural” de pequeña escala y en sistemas extensivos. El término “acuicultura rural” ha sido usado para distinguir de otros sistemas de producción, el cultivo de organismos acuáticos por parte de grupos familiares mediante sistemas de cría extensivos

o semi intensivos para el autoconsumo o la comercialización parcial. Estudios llevados a cabo en diversas regiones de México han sugerido que la acuicultura rural de tilapia puede ser una alternativa de producción capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales. El presente trabajo analiza el cultivo de tilapia considerando el mínimo manejo posible, con baja densidad de siembra y bajo recambio de agua, con la intención de sugerir técnicas sencillas de producción que puedan desarrollarse en áreas marginadas rurales y periurbanas de zonas tropicales de México. Los resultados de nuestro trabajo fueron comparados con datos de una producción comercial encontrando que el peso promedio final y la tasa de crecimiento porcentual no difirieron significativamente entre ambos mientras que el FCA resultó mejor en las condiciones experimentales de baja densidad.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en Campus “La María” predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizado en el kilómetro 7 ½. de la vía Quevedo El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es de 1° 3' 18" de latitud sur y 79° 25' 24" de longitud oeste, a una altura de 77.60 metros sobre el nivel del mar.

3.1.1. Condiciones agroclimáticas

En la siguiente Tabla se muestra las características de las condiciones agro-climatológicas del lugar experimental.

Tabla 2

Características agrometeorológicas de Campus “La María” UTEQ - Mocache.

Datos agro-climatológicos	Valores
Temperatura (°C)	28
Humedad relativa (%)	73
Precipitación (mm/anual)	3190
Heliofanía (horas luz/año)	915-56
Zona ecológica	Bh- T
Topografía	Plana

Fuente: (39)

3.2. Tipo de investigación

La investigación pertenece al área Pecuaria, innovando en el desarrollo de la acuicultura. La misma que tributa a la línea de investigación Agricultura, Silvicultura y Producción animal; con sublínea en desarrollo de sistemas de producción que promuevan el uso eficiente de los recursos genéticos. Se efectuó una investigación experimental la cual consistió en el manejo de variables en situaciones de control exhaustivo, en la provisión del alimento y el cálculo de los indicadores de crecimientos, considerando una muestra representativa en cada tratamiento.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método inductivo

Los juveniles que se utilizaron en la investigación fueron provenientes de la reproducción efectuada del mismo plantel piscícola.

3.3.2. Método descriptivo

Se seleccionaron 500 juveniles con un promedio de peso, de 70g. más, menos $\pm 0,5$ g. se mantuvo un periodo de adaptación de 15 días, con alimentación ad libitum controlado de adaptación al alimento exógeno y se aplicó una tasa de alimentación de 4.1% a todos los tratamientos.

3.4. Fuentes de recopilación de información

La información recopilada se obtuvo de fuentes primarias por medio de la observación directa en el campo para medir los indicadores de crecimiento de juveniles en estanques de diferentes densidades en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Las fuentes secundarias se obtuvieron de artículos científicos, libros, tesis de indagación, revista, entre otros.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Análisis estadístico

Para las variables biométricas se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones y cada repetición con una unidad experimental de un metro cúbico. Donde se aplicó el análisis de varianza con el software estadístico infoStat cuyo modelo estadístico es:

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

Dónde:

Y_{ij} = Observación de la j-ésima jaula, en la i-ésima densidad

- μ = Media poblacional
- T_i = Efecto de la i-ésima densidad
- E_{ij} = Error experimental

Para el cálculo de las diferencias significativas mínimas entre las medias del tratamiento se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significancia. Se realizó el análisis de correlación con el coeficiente de Pearson para posteriormente realizar la regresión lineal utilizando el software estadístico InfoStat cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = a + b(x) + E_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} = Estimación de la i-ésima observación de la variable dependiente
- a = Intercepto (intercepto de la línea de regresión n con el eje Y)
- b = Coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión)
- x = La i-ésima observación de la variable regresora
- E_{ij} = Error aleatoria de la i-ésima observación

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Dieta y alimentación

La administración de alimento se realizó de forma manual con una frecuencia de tres veces por día (9:00 am 12pm y 16:00pm), la cantidad de ración a ofrecer se calculó en función a la biomasa, donde la tasa de alimentación, la ración utilizada fue el balanceado comercial para tilapia con 32% de proteína.

3.6.2. Manejo de los peces

En este proyecto de investigación se utilizaron 500 peces juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Los peces juveniles se obtuvieron de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo “Campus La María”, las cuales se distribuyó en

cuatros tratamientos con cinco repeticiones dando así un total de 20 unidades experimentales.

La adecuación e instalaciones y desinfección de las unidades experimentales se las realizó una semana antes del traspaso de los peces y el llenado con un día de anterioridad. La siembra se realizó manualmente pesando y midiendo los peces y depositando el número de peces en cada tratamiento de acuerdo con la densidad en cada tratamiento.

3.6.3. Variables para evaluar

3.6.3.1. Consumo de alimento.

El (CA) se calculó en base al alimento suministrado y consumido, considerando la tasa de alimentación prevista.

Consumo total (CT) = El consumo diario de alimento x tiempo.

3.6.3.2. Peso Promedio.

Se evaluó la ganancia de peso de los peces a los 15, 30, 45, 60, días en cada unidad experimental teniendo como referencia el peso inicial. Para tal efecto se tomó la muestra de todos los peces por unidad experimental utilizando una balanza gramera electrónica.

3.6.3.3. Tasa de crecimiento absoluto (TCA).

Para calcular esta variable se tomó como referencia el peso final, menos el peso inicial dividido por los días que durará la investigación, para ello se utilizó la siguiente formula.

$$TCA = \frac{PF - Pi}{Días}$$

Donde

PF= Peso promedio final de los peces

Pi= Peso promedio inicial de los peces.

3.6.3.4. Tasa de crecimiento específicos (SGR).

Para el cálculo de esta variable se tomó como referencia el peso final, peso inicial y los días que duró la investigación, por cien utilizando la siguiente formula.

$$SGR = \frac{\ln Pf - \ln Pi}{\text{Días}} * 100$$

Dónde:

$\ln Pf$ = logaritmo neperiano del peso promedio de los peces en el día t.

$\ln Pi$ = Logaritmo neperiano del peso promedio de los peces al inicio.

t = tiempo.

3.6.3.5. Porcentaje de supervivencia (SUP).

Para realizar este cálculo sobre el porcentaje de animales vivos al final de la investigación, se tomó la siguiente formula.

$$SUP = \frac{N_t}{N_i} * 100$$

Dónde:

N_t = número de peces vivos al tiempo

N_i = número de peces iniciales.

3.6.3.6. Conversión alimenticia (CA).

Para realizar este cálculo se tomó como referencia el consumo de alimentos ingerido y la ganancia de peso, utilizando la siguiente formula.

$$FCA = \frac{Pa}{Pg}$$

Dónde:

Pa = Peso del alimento ingerido

Pg=Peso Fresco ganado por el pez.

IC= kg alimento ingerido /incremento de biomasa.

3.6.4. Cuantificación de la Huella Hídrica

La Huella hídrica (HH) es un indicador multidimensional de apropiación (uso, consumo y contaminación) de recursos de agua dulce, que se mide en metros cúbicos (m³). Contempla tres tipos: Azul, Verde y Gris, y dos dimensiones: directa e indirecta. Para este proyecto se utilizó la huella hídrica azul “cantidad de agua que procede de fuentes superficiales o subterráneas” donde se utilizó agua de pozo para el sistema de producción de tilapia.

Un metro cubico m³ = 1000 litros. 4m³ * 1000= 4000 L

Al alcanzar la mayoría de los tanques un peso igual o mayor a un kilogramo de biomasa se procedió a calcular por cada tanque el valor de cuánta agua sería necesaria para producir un kilogramo de biomasa de tilapia roja, basándonos en la cantidad de datos obtenidos en los 60 días de estudio, estos datos y cálculos se presentan a continuación.

Como primer dato para hallar la cantidad de agua necesaria para producir un kilogramo de biomasa de tilapia roja en condiciones de Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, necesitamos calcular la biomasa alcanzada, la cual se aplica la fórmula:

Biomasa Alcanzada O Ganancia De Peso = Peso Final – Peso Inicial.

También se tomará la sumatoria de los litros diarios utilizados durante el tiempo del proyecto y así calcular la cantidad de agua necesaria para el kilogramo de biomasa.

3.6.5. Medición de los parámetros físicos y químicos del agua

El monitoreo del agua se realizó empleando dos equipos: el Oxímetro marca YSI modelo Y60020, para registrar el oxígeno disuelto y temperatura todos los días a las 10:00 am y 15:00 pm horas específicamente y el Kit la MOTTE- Modelo AQ-2, para determinar los parámetros de pH, dureza, dióxido de carbono, nitrito, amonio no ionizado, se efectuó en tres etapas: el día 1, 30 y 60 de la evaluación.

3.7. Tratamientos de los datos

Consiste en la distribución de diferentes densidades de peces de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en la fase de crecimiento.

Tabla 3

Descripción de los tratamientos a evaluar.

Tratamientos	Densidad	Repeticiones
T1	50 peces/m ³ .	5
T2	100 peces/m ³ .	5
T3	150 peces/m ³ .	5
T4	200 peces/m ³ .	5

Elaborado: Autor.

3.8. Recursos humanos y materiales

Para la ejecución de la presente investigación se contó con la participación del tutor del proyecto de investigación Dr. Jorge Rodríguez Tobar y el autor del proyecto de investigación Kevin Alexander Espinoza Jami.

3.8.1. Equipos y materiales.

- 20 tanques de metal de 200 litros
- Tanques Provisto de entrada y salida de agua.
- El recambio se suministró desde un pozo artesanal.
- 5 bombas de aire, de cuatro salidas con capacidad de salida de 2 l/seg.
- Aireación de forma permanente.
- Juveniles por estanques, según las densidades.
- 01 kit de análisis de agua de marca LA MOTTE – Modelo AQ-2.
- -01 Oxímetro digital, marca YSI – Modelo Y60020.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peso Promedio (g).

De acuerdo con el análisis de la varianza se mostró diferencias estadísticas altamente significativas ($< 0,0001$) entre los tratamientos evaluados. De los indicadores de crecimiento de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) se obtuvo un promedio PG cada 15 días, expresados en gramos, de los juveniles de tilapia, alimentados con alimento comercial de 32% de proteína durante los 60 días de la experiencia. Como se muestra en la Tabla 5, el peso final fue $219,98 \pm 0,27$ en el T1; $209,96 \pm 0,28$ en el T2; $177,46 \pm 0,26$ en el T3; $153,36 \pm 0,25$ en el T4.

Tabla 4

*Peso promedio cada 15 días de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.*

Trat.	Inicio	15 días	30 días	45 días	60 días	Media
T1	$70,23 \pm 0,27$ a	$98,14 \pm 0,29$ a	$131,97 \pm 0,33$ a	$171,72 \pm 0,37$ a	$219,98 \pm 0,27$ a	140,02
T2	$70,21 \pm 0,26$ a	$96,66 \pm 0,27$ b	$128,82 \pm 0,32$ b	$164,57 \pm 0,34$ b	$209,96 \pm 0,28$ b	134,04
T3	$70,23 \pm 0,27$ a	$94,19 \pm 0,28$ c	$118,83 \pm 0,30$ c	$144,22 \pm 0,35$ c	$177,46 \pm 0,26$ c	120,99
T4	$70,27 \pm 0,28$ a	$91,10 \pm 0,27$ d	$111,88 \pm 0,31$ d	$131,00 \pm 0,36$ d	$153,36 \pm 0,25$ d	111,52

*T1: Densidad de 50 peces/m³; T2: Densidad de 100 peces/m³; T3: Densidad de 150 peces/m³; T4: Densidad de 200 peces/m³.

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

Reyes (2018) (39) Registró una ganancia de peso promedio durante 122 días, con un valor máximo de 0,68 g/día con una densidad de 6 peces obteniendo un peso promedio de biomasa menor al presente trabajo, estas variaciones se pueden dar por la alta densidad del presente trabajo. Según Benavides (2022) (41). El incremento promedio de peso (PG) cada 14 días, expresados en gramos, de los alevines de tilapia roja alimentados con alimento comercial de 30% de proteína durante los 70 días de la experiencia, indica un peso final de $73,23 \pm 0,27$; $55,76 \pm 0,28$; $50,95 \pm 0,27$; $42,71 \pm 0,27$. Se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$), el peso ganado (PG), ganancia de biomasa (GB), crecimiento absoluto (CA) y crecimiento específico (SGR). Mientras que Morocho 2015 (42). Dado sus datos el mayor peso promedio lo alcanzó el tratamiento T3, con 39.49 gr.; seguido del tratamiento T2, con 34.43 gr.;

seguido del tratamiento T1 con 33.05 gr. y por último el tratamiento T4 con 30.44 gr, siendo un peso inferior a los del presente trabajo esto puede ser causado por las densidades de peces.

4.2. Biomasa Total (BT).

La biomasa total obtenida en gramos de esta investigación “Efectos de diferentes densidades en la cría de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en tanques con alimento, balanceado comercial del 32% de proteína” no fue significativo para los tratamientos que tuvieron una densidad de 150 y 200 peces por m³ (T3=5323,92 y T4=6134,56 g), mientras, los tratamientos con 50 y 100 peces por m³ (T1=2199,88 y T2=4199,20 g) fueron similares e superiores a los demás tratamientos.

Tabla 5

*Biomasa total (g) de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.*

Trat.	Inicio		15 días		30 días		45 días		60 días		Media
T1	702,32	d	981,40	d	1319,70	d	1717,20	d	2199,84	d	1384,092
T2	1404,24	c	1933,12	c	2576,32	c	3291,34	c	4199,20	c	2680,844
T3	2106,96	b	2825,64	b	3564,84	b	4326,72	b	5323,92	b	3629,616
T4	2810,72	a	3644,00	a	4475,04	a	5239,84	a	6134,56	a	4460,832

*T1: Densidad de 50 peces/m³; T2: Densidad de 100 peces/m³; T3: Densidad de 150 peces/m³; T4: Densidad de 200 peces/m³.

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

Fraga et al. (2012) (11) con densidades de 73, 150 y 350 peces/m³ en un periodo de 181 días, obtuvieron biomazas de 18,98, 37,35 y de 21,3 kg/m³. Sin embargo, Sivilsaca y Sarango (2010) (12) y García et al. (2012) (39) en una evaluación de tilapias con baja densidades en un periodo de 180 días obtuvieron una biomasa menor en comparación al presente trabajo; esta variación puede deberse a las condiciones físicas y químicas del agua de las tilapias en evaluación. Según Benavides (2022) (44). La biomasa total obtenida en gramos, en tanques con alimento de balanceado comercial del 30% de proteína fue significativo para los tratamientos que tuvieron una densidad de 150 y 200 peces por m³ (T3=1012,05 y

T4=1057,059 g), mientras, los tratamientos con 50 y 100 peces por m³ (T1=492,14 y T2=178,88 g).

4.3. Consumo de alimento

El consumo de alimento (g) fue proporcional a la biomasa total (g), mostrando diferencias significativas en los tratamientos evaluados, así, el T3 y T4 presentaron el mayor consumo de alimento, seguido de los T1 y T2 quienes consumieron menos (Tabla 7). Se muestran diferencias estadísticas entre las distintas densidades de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) con valores de 2.8 g/día entre densidades, siendo estos valores inferiores o similares a lo encontrado por Sivilsaca y Sarango (2010) (12) y Saraguro y Vargas (2015) (13) con densidades menores, sin embargo, Vega et al. (2010) (14) obtuvieron consumos mayores con densidades altas; generando estas variaciones a posibles efectos de espacio entre peces.

Tabla 6

Consumo de alimento (g) de alevines de tilapia roja (Oreochromis mossambicus x O. niloticus) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.

Trat.	Inicio		15 días		30 días		45 días		60 días		Total
T1	1439,76	d	2011,87	d	2309,47	d	2747,52	d	3079,78	d	11588.4
T2	5757,38	c	7732,48	c	9017,12	c	10532,29	c	11757,76	c	44797.03
T3	12957,80	b	16953,84	b	21389,04	b	22066,27	b	25554,82	b	98921.77
T4	23047,90	a	29152,00	a	35800,32	a	36678,88	a	41715,01	a	166394.11

*T1: Densidad de 50 peces/m³; T2: Densidad de 100 peces/m³; T3: Densidad de 150 peces/m³; T4: Densidad de 200 peces/m³.

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

Según Morocho (2022) (45). El mayor consumo de alimento individual se registró en el tratamiento T3, con 117.50 gr.; seguido del tratamiento T1, con 108.35 gr.; seguido del tratamiento T2, con 104.00 gr. y en último lugar el tratamiento T4, con 99.85 gr.

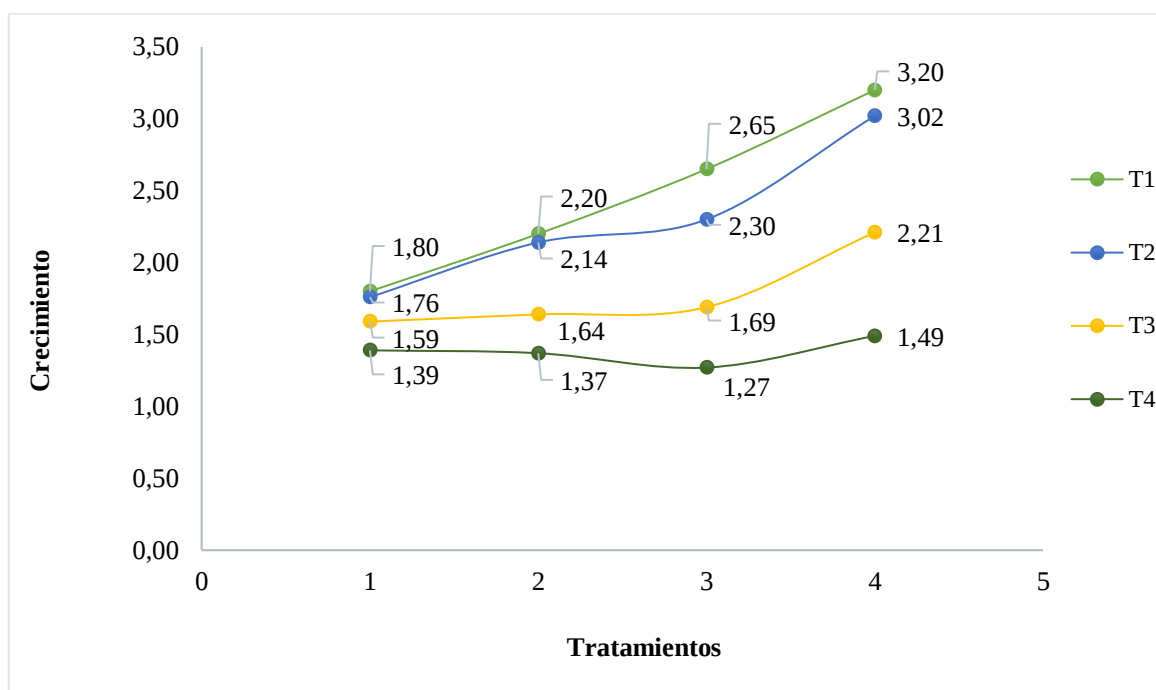
4.4. Crecimiento Absoluto (CA).

A los 60 días se muestra en la tabla 5, $219,98 \pm 0,27$; $209,96 \pm 0,28$; $177,46 \pm 0,26$; $153,36 \pm 0,25$ sin diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los cuatro tratamientos de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*).

El valor más alto que se obtuvo fue del tratamiento 1, que obtuvo 3.20 gramos por día durante los 60 días y el valor menor lo obtuvo el tratamiento 4 con 1.49 gramos por día. Los valores de la tasa crecimiento absoluto (TCA) obtenido en el presente trabajo fue: para el tratamiento T1=3.20g; T2=3.02g; T3=2.21g y el T4=1.49g. El mayor crecimiento absoluto durante los 60 días fue para el T1.

Figura 4

Crecimiento absoluto cada 15 días de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.



Según Benavides (2022) (44). A los 70 días se muestra en la Figura 3, $73,23 \pm 0,27$; $55,76 \pm 0,28$; $50,95 \pm 0,27$; $42,71 \pm 0,27$ sin diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los cuatro tratamientos de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*).

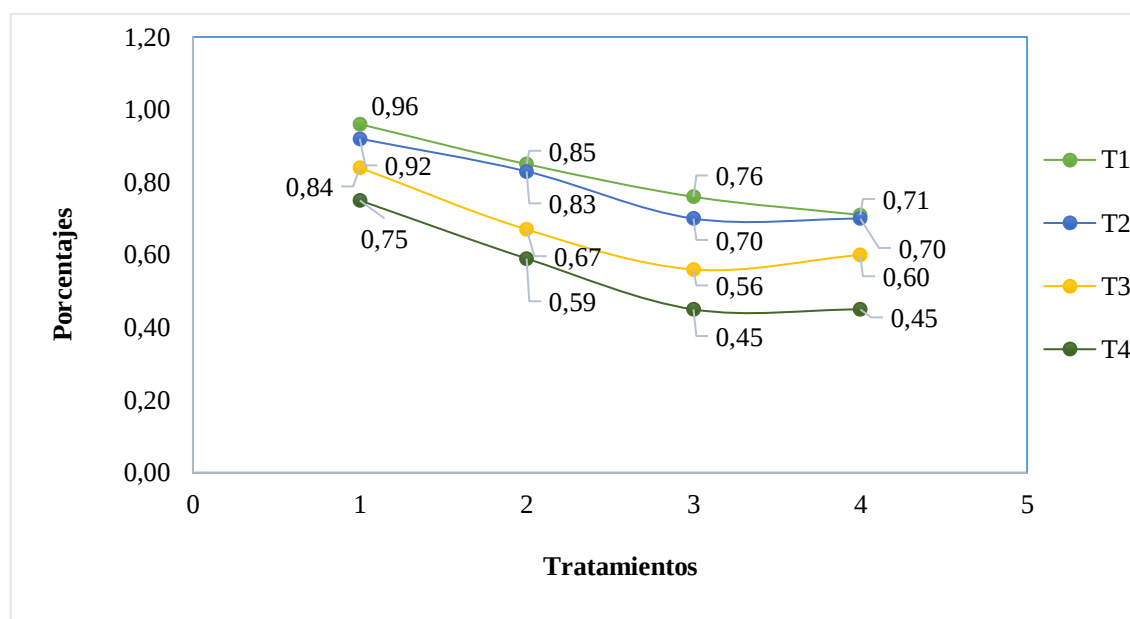
4.5. Crecimiento Especifico (SGR)

A los 60 días se muestra en la tabla 5, $219,98 \pm 0,27$; $209,96 \pm 0,28$; $177,46 \pm 0,26$; $153,36 \pm 0,25$ presentan diferencia estadística ($p < 0,05$) entre densidades entre los cuatro tratamientos de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*).

El valor más alto lo presento el tratamiento 1, que obtuvo 0.71% de crecimiento y el valor menor lo obtuvo el tratamiento 4 con 0.45%. Los valores de la tasa de crecimiento especifico (TCE) obtenido en el presente trabajo fue: para el tratamiento T1=0.71%; T2=0.71%; T3=0.60% y el T4=0.45%.

Figura 5

*Crecimiento específico expresado en porcentaje cada 15 días de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.*



De acuerdo con Celín 2014 (46). Indicó que el mejor tratamiento fue el T3, es decir el balanceado comercial, donde se obtuvo un crecimiento de 49,90 %g/ día, con relación a las tasas de crecimiento de los demás tratamientos.

4.6. Supervivencia

Tabla 7

*Índice de supervivencia al finalizar el experimento de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.*

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Supervivencia %	100	100	100	100

El peso final (PF), biomasa total (BT), consumo diario de alimento (CDA), conversión alimenticia (CA), tasa de crecimiento absoluto (TCA), presentan diferencia estadística ($p < 0,05$) entre densidades, sin embargo, la variable de supervivencia no presenta diferencia significativa ($p < 0,005$), esto se debe a un buen manejo y sabiendo controlar el espacio y estrés de los peces. Cárdenas (2012) (40) menciona que la densidad en peces afecta directamente el desarrollo de los organismos en los sistemas de cultivos controlados, mientras que Hernández (2019) (41) expresa que mientras la densidad sea menor la mortalidad es reducida.

4.7. Conversión alimenticia.

Tabla 8

*Conversión alimenticia cada 15 días de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.*

Trat.	Inicio		15 días		30 días		45 días		60 días		Media
T1	1,6	b	1,6	b	1,6	b	1,7	b	1,7	b	1,64
T2	1,6	b	1,6	b	1,6	b	1,7	b	1,7	b	1,64
T3	2,1	a	2,1	a	2,1	a	2,2	a	2,2	a	2,28
T4	2,6	a	2,7	a	2,7	a	2,8	a	2,8	a	2,93

*T1: Densidad de 50 peces/m³; T2: Densidad de 100 peces/m³; T3: Densidad de 150 peces/m³; T4: Densidad de 200 peces/m³.

El cultivo con densidades mayores de peces/m³, presentan resultados estadísticamente más eficientes comparado con las demás densidades; de tal manera que por cada pez que se

incrementa en un m^3 la conversión alimenticia se incrementa siendo estos resultados similares a lo encontrado por Vega et al. (2010), Sandoval (2010) (42) y difieren con Gaspar et al. (2012) (43) con densidades similares.

Según Benavides (2022) (44). El factor de conversión alimenticia (FCA) entre los tratamientos que contenían 50, 100, 150 y 200 peces con alimentación de balanceado comercial con el 30% de proteína, mostró diferencias significativas, pues, los tratamientos T2 y T3 fueron similares a diferencia del T1 que fue inferior su conversión. Según Morocho (2022) (45). La mejor conversión la obtuvo el tratamiento T3, con 2.19 gr., es decir que por cada 2.19 gr. de alimento consumido se obtuvo 1 gr. de carne; seguida del tratamiento T2, con 2.34 gr.; seguido de T1, con 2.49 gr. y en último lugar el tratamiento T4 con la mayor conversión alimenticia de 2.59 gr.

4.8. Cuantificación de la Huella Hídrica

La cantidad de agua suministrada que se agrega al estanque se mide en metros cúbicos, y la cantidad de agua utilizada para este proyecto de investigación durante los 60 días en L/kg de biomasa por día fue de T1=3338.85; T2=2003.60; T3=2175.96; T4=2407.05, siendo el tratamiento 1 de mayor L/kg utilizados.

Tabla 9
*Cuantificación de Huella Hídrica al finalizar el experimento de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.*

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
L/kg	3338.85	2003.60	2175.96	2407.05

*T1: Densidad de 50 peces/ m^3 ; T2: Densidad de 100 peces/ m^3 ; T3: Densidad de 150 peces/ m^3 ; T4: Densidad de 200 peces/ m^3 .

Pérez (2015) (44) con diferentes densidades en 74 días obtuvo una huella hídrica de 57.77 m^3 alcanzando un kilogramo de biomasa total. Benavides (2022) (44) utilizó la huella hídrica

azul “cantidad de agua que procede de fuentes superficiales o subterráneas” donde utilizamos agua de pozo para el sistema de producción de tilapia. Se contabilizó la cantidad de agua diaria en metros cúbicos que agregamos al estanque, y el consumo de agua en litros fue de 216000 L por 70 días, dando como resultado T1= 2880; T2 = 3355,2; T3=4032 y T4 = 5040.

4.9. Descripción de los parámetros físicos y químicos de la calidad de agua.

Los parámetros obtenidos en esta investigación “Efectos de diferentes densidades en la cría de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en tanques” si presento diferencia significativa para todos los tratamientos. En la siguiente tabla se presentan los valores más representativos de los parámetros analizados en el presente trabajo durante los 60 días de la investigación.

Tabla 10

*Parámetros físicos y químicos de la calidad de agua en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en tanques alimentados con balanceado comercial del 32% de proteína.*

Tratamientos*	T (°C) (cada día)	PH	Amonio mg/L	Oxigeno mg/L
T1	21,2	7,55	0,09	6,6
T2	21,1	7,26	0.08	6,3
T3	21,0	7,20	0.06	6,2
T4	20,9	6,71	0,05	6,0

*T1: Densidad de 50 peces/m³; T2: Densidad de 100 peces/m³; T3: Densidad de 150 peces/m³; T4: Densidad de 200 peces/m³.

De acuerdo con la metodología mencionada, se obtuvieron los resultados de 4 parámetros muy importantes para el desarrollo de tecnología en recambio (Agua). Por lo que a continuación se presenta una tabla con los valores obtenidos en los tanques de forma circular de 200 L de agua. La temperatura del agua es un parámetro muy importante ya que influye en las tasas metabólicas de los organismos y en el crecimiento y reproducción de los peces, este parámetro exhibió un promedio general de 21.05 °C durante la investigación, un PH promedio de promedio 7.18.

Un parámetro importante por considerar es el amonio, con la presente investigación se dieron resultados eficientes, obteniendo un Amonio promedio de 0.07mg/L, que de acuerdo con el

reporte realizado por Kubitza (56) este valor es normal para la especie. Esto se debe a que si al existir una mayor concentración de esta sustancia provoca que disminuya la cantidad de oxígeno que se transporta por el torrente sanguíneo, de tal manera que perjudica el bienestar y el crecimiento de este

El O_2 es un factor muy importante en la vida de la tilapia o de cualquier pez, y de acuerdo con los resultados obtenidos, 6.7 mg/L. Hay que destacar que este valor está ligado al desarrollo correcto del pez porque si no existe la cantidad suficiente de oxígeno el pez deja de alimentarse produciendo que no exista una buena tasa de crecimiento, y desencadenando un decaimiento en los parámetros mencionados anteriormente, produciendo que sea muy vulnerables a diversas enfermedades que podrían provocar la muerte de todo el cultivo (1). Adicionalmente, la concentración de este va a depender de la temperatura a la que se encuentre, ya que, si la temperatura incrementa a más de 30°C, será mucho más difícil mantener el oxígeno, teniendo como consecuencia un metabolismo muy lento con estrés y posibilidades a una alta tasa de mortalidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación según las condiciones que se ha realizado; permite deducir las siguientes conclusiones:

- Los juveniles de la especie de (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) demostraron que en lo referente al peso final a una densidad de 50 y 100 peces se obtienen los mejores resultados.
- Las mediciones realizadas en este proyecto se logró calcular la Huella Hídrica, cantidad de agua necesaria para la producción de un kilogramo de biomasa de tilapia roja en tanques, durante todo el proyecto se logró establecer un patrón de referencia en cuanto al gasto hídrico, siendo el tratamiento 1 de mayor L/kg utilizados.
- Los parámetros fisicoquímicos del agua en los tanques de cría de juveniles de (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*), que se mostraron en presente investigación fueron las adecuadas, no se presentó variación en los estudios.

5.2. Recomendaciones

- Evaluar las densidades estudiadas con peces en la fase de engorde para determinar si se mantiene las tendencias encontradas en el presente trabajo.
- Mejorar los instrumentos disponibles en el estudio realizado y elaborar indicadores para evaluar las interacciones técnicas, ambientales, sociales y económicas.
- Se recomienda realizar otra investigación de (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) en la fase de reproducción de la especie, con las densidades similares al presente trabajo.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas

1. Morales Díaz, A. Biología, cultivo y comercialización de la tilapia. (AGT Editor). 2003.
2. Méndez. Y. ESTADO DEL ARTE DEL CULTIVO DE TILAPIA ROJA EN LA MAYOR DE LAS ANTILLAS. Biotecnología. 2018 Mayo-Agosto; 20(<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia>).
3. O'Hagan, D. T., MacKichan, M. L., & Singh, M. Recent developments in adjuvants for vaccines against infectious diseases. Biomolecular Engineering. 2001.
4. Parrado Sanabria Y. Historia de la Acuicultura en Colombia. Revista AquaTIC. 2012;(37): p. 60-77.
5. Damas Pérez, T., Portales, A., Millares Dorado, N., y Días Pérez, G. Mejoramiento genético de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. aureus*) y su cría en ambiente marino. Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras. 2015; 32: p. 40-47.
6. Teuber M. Veterinary use and antibiotic resistance. Curr Opin Microbiol. 2001; 4: p. 493-9.
7. Rural A. Siembra de peces. [Online].; 2005 [cited 2022 11 30. Available from: <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/siembra-de-peces-867536.html#:~:text=La%20siembra%20de%20peces%20se,la%20utiliza%20para%20el%20ba%C3%B1o>.
8. Productor E. Sistemas de cultivo de tilapia. [Online].; 2018 [cited 2023 1 10. Available from: <https://elproductor.com/2018/04/sistemas-de-cultivo-de-tilapia/#:~:text=En%20cuanto%20a%20la%20cantidad,que%20significa%20cambiar%20el%20agua>.
9. Pescalex. Pez Juvenil. [Online].; 2022 [cited 2022 12 18. Available from: <http://www.pescalex.org/glossaries/search/2/es/?search=p&term=725>.
10. Aquafides. ¿Qué es la Huella Hídrica? ¿Para qué sirve? [Online].; 2016 [cited 2022 12 16. Available from: <https://www.iagua.es/noticias/espana/aquafides/16/04/28/que-es-huella-hidricapara-que-sirve>.
11. Fraga I, Flores ER, Reyes R, Llanes Y. Efecto de diferentes densidades de siembra en el engorde de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. aureus*) en jaulas colocadas en la bahía de Casilda, Cuba. Rev. Invest. Mar. 2012; 32((1)); p. 16-23.
12. Sarango J, Sivilsaca R. Evaluación de cuatro densidades de siembra en engorde de tilapia (*Oreochromis* sp.) en el cantón el Pangui. 2010 Abril..
13. Saraguro A, Vargas J. Evaluación productiva y económica en la producción de la tilapia roja (*Oreochromis* sp.), utilizando tres raciones alimenticias en el cantón calvas. 2015..

- 14 Vega F, Cortés MdC, Zúñiga , Jaime , Galindo , Basto , et al. Cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) a pequeña escala, alternativa alimentaria para familias rurales y periurbanas de México? REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 2010; 11((4)).
- 15 Conroy G. Importantes enfermedades detectadas en tilapias cultivadas en América Latina. Revista. Panorama Acuícola Magazine. 2004;; p. 20 – 25.
- 16 Vega-Ramírez, M. T., Moreno-Lafont, M., García-Flores, V., y López-Santiago, R. Respuesta inmune en peces BT - Inmunología veterinaria. Inmunología Veterinaria. 2010;; p. 303 - 308.
- 17 Baltazar, P. M.. La Tilapia en el Perú: Acuicultura, mercado, y perspectivas.. Revista Peruana de Biología. 2007.
- 18 Pérez M, M., Sáenz R., M., y Martínez G., E. Crecimiento de las tilapias *Oreochromis niloticus* en cultivo Monosexual y Ambos sexos, en sistemas de producción semi - intensivos. Revista Científica de La UNAN León. 2015;; p. 72 - 79.
- 19 Costa-Pierce ByHH. Manejo de producción de tilapia de doble red *Oreochromis* spp. criaderos en un reservorio tropical eutrófico. Revista de la Sociedad Mundial de Acuicultura. ; 26: p. 453-459.
- 20 Kunttu, H. M. T., Valtonen, E. T., Suomalainen, L. R., Vielma, J., y Jokinen, I. E. The efficacy of two immunostimulants against *Flavobacterium columnare* infection in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish and Shellfish Immunology. 2009;; p. 850 – 857.
- 21 Olsen Ai YOYAKCTBJS&OV. Efectos de la alimentación a corto plazo de microalgas en la flora bacteriana asociada con la *Artemia* Franciscana juvenil. Acuicultura. ; 190: p. 11-25.
- 22 Siddiqui AQ, Y.S. Al-Hafedh ySAA. Effect of dietary protein level on the reproductive performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture Research. 1998; 29: p. 349-358.
- 23 Fernández, A. B., Ruíz, I., y Blas, I. El sistema inmune de los teleósteos (II): Respuesta inmune inespecífica. Revista AquaTIC. 2016.
- 24 García-Hernández, M., Guerrero-Ramírez, G., Castro-Corona, M. de los Á., y Medina-dela-Garza, C. Inmunomoduladores como terapia adyuvante en la enfermedad infecciosa. Medicina Universitaria. 2009;; p. 247 – 259.
- 25 Siddiqui AQ, A.H. Al-Harbi yYSAH. Effects of food supply on size at first maturity, fecundity and growth of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) x *Oreochromis aureus* (Steindachner), in outdoor concrete Tanques in Saudi Arabia. Aquaculture Research. 1997; 28: p. 341-349.
- 26 Saavedra Martínez MA. MANEJO DEL CULTIVO DE TILAPIA. Nicaragua Julio 31..
- 27 Nicovita. Manual de crianza de Tilapia; 2013.

- 28 Conroy DA. Manual de métodos y técnicas de laboratorio de uso común en la hematología pisciaria. In Pharma-fish S.R.L. 1998; 27.
- 29 Méndez-Martínez, Y., Pérez-Tamames, Y., Torres-Navarrete, Y., y Reyes-Pérez, J. J.. VISTA DE ESTADO DEL ARTE DEL CULTIVO DE TILAPIA ROJA EN LA MAYOR DE LAS ANTILLAS. Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud. 2018; 15.
- 30 Pérez, J. E., Muñoz, C., Huaquín, L., y Nirchio, M. Riesgos de la introducción de tilapias (*Oreochromis sp.*) (*Perciformes: Cichlidae*) en ecosistemas acuáticos de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 2004; 77: p. 195–199.
- 31 Pizarro, S., Ronco, A. M., y Gotteland, M. Betaglucanos Que Tipos Existen Y Sus Beneficios. Revista Chilena de Nutrición. 2014; 41: p. 439 – 446.
- 32 Ramírez Fernández P, Veloz Atencio E, Miranda Quiroga A. Estudio estratégico para el desarrollo sostenible de la acuicultura de agua dulce en Camagüey. Revista de Producción animal. 2018; 30(1): p. 58-65.
- 33 Avendaño R, Riquelme C. establecimiento de cultivos mixtos de probióticos y microalgas como alimento para larvas de bivalvos. Investigación sobre acuicultura. 1999; 30: p. 893-900.
- 34 K. Bhuiya KADPyKL. Monitoreo y control inalámbrico de bajo costo mediante PLC y SCADA. Revista de Publicaciones Científicas y de Investigación. 2012.
- 35 Lara Mantilla, C., Vellojín Furnieles, J., García Pérez, D., y Pertúz Buelvas, V. Desempeño del crecimiento y sobrevivencia de larvas de *Oreochromis ssp.* utilizando un probiótico en el alimento. Revista Colombiana de Biotecnología. 2016; 18: p. (90-94).
- 36 Gutiérrez Ramírez, L., David Ruales, C., Montoya Campuzano, O., y Betancur González, E. Efecto de la inclusión en la dieta de probióticos microencapsulados sobre algunos parámetros zootécnicos en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Revista de Salud Animal. 2016; 38: p. 112-119.
- 37 Iagua. Qué es la Huella Hídrica España; 2016.
- 38 Aquae LF. Instrumentos y sensores para calcular la huella hídrica; 2023.
- 39 Garcia , Tume , Juárez. Determinación de los parámetros de crecimiento de la tilapia nilótica (*oreochromis niloticus*) en un estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua de subsuelo. Ciencia y Desarrollo. 2012; 15((2)).
- 40 CÁRDENAS DPE. CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE TILAPIA ROJA HÍBRIDA (*Oreochromis spp.*) CULTIVADA EN JAULAS FLOTANTES EN AMBIENTE MARINO. 2012 Abril..

- 41 Hernández Lozano E, Fajardo Delgado H. Evaluación de la productividad de tilapia . (Oreochromis niloticus) con tres pesos iniciales y tres densidades de siembra a en un sistema de recirculación. 2019 Agosto..
4. T. S. Evaluación de tres densidades de cultivo de *Piaractus brachypomus* (paco). 2010.
- 43 A. G. Determinación de los parámetros de crecimiento de la Tilapia Nilótica (*Oreochromis*. . 2012;(2).
- 44 ENRIQUE DPC. GASTO HIDRICO EN LA PRODUCCION DE TILAPIA ROJA EN LA . GRANJA EXPERIMENTAL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA. 2016 Enero 20.
- 45 Sabogal-Cuadro, P., y Zakzuk, J. Basophil activation test: Technical aspects, methodology and . clinical utility. Revista Facultad de Medicina. 2018.
- 46 Burgos Carpio. CARACTERIZACIÓN DE LA FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN EN . DIFERENTES RACIONES EN JUVENILES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis Mossambicus*), CON BASE EN INDICADORES DE CRECIMIENTO (LONGITUD Y PESO). Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS. 2023; 5(2): p. 449-462.

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. Anexo 1 Fotografías de la investigación



Fotografía 1 *Tanques utilizados en el proyecto de investigación*



Fotografía 2 *Control de aireación de los tanques*



Fotografía 3 *Recambios de agua en los tanques*



Fotografía 4 *Toma de datos*

7.2. Anexo 2 Tablas de análisis de varianza (ANDEVA)

Tabla 11 *Análisis de la varianza de la variable peso promedio (gr)*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20757,09	7	2965,30	102416,48	<0,0001
Tratamientos	20757,04	3	6919,01	238971,18	<0,0001
Réplica	0,05	4	0,01	0,45	0,7697
Error	0,35	12	0,03		
Total	20757,44	19			

Tabla 12 *Análisis de la varianza de la variable biomasa total (BT).*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12347949,54	7	1763992,79	101577,38	<0,0001
Tratamientos	12347919,13	3	4115973,04	237013,30	<0,0001
Réplica	30,41	4	7,60	0,44	0,7791
Error	208,39	12	17,37		
Total	12348157,93	19			

Tabla 13 *Análisis de la varianza de la variable consumo de alimento*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20757,09	7	2965,30	102416,48	<0,0001
Tratamientos	20757,04	3	6919,01	238971,18	<0,0001
Réplica	0,05	4	0,01	0,45	0,7697
Error	0,35	12	0,03		
Total	20757,44	19			

Tabla 14 *Análisis de la varianza de la variable crecimiento absoluto (CA).*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1278,50	7	182,64	968,36	<0,0001
Tratamientos	1276,85	3	425,62	2256,60	<0,0001
Réplica	1,65	4	0,41	2,19	0,1323
Error	2,26	12	0,19		
Total	1280,77	19			

Tabla 15 *Análisis de la varianza de la variable crecimiento específico (SGR)*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5228,04	7	746,86	3303,73	<0,0001
Tratamientos	5226,95	3	1742,32	7707,10	<0,0001
Réplica	1,09	4	0,27	1,21	0,3585
Error	2,71	12	0,23		
Total	5230,76	19			

Tabla 16 *Análisis de la varianza de la variable conversión alimenticia.*

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13983,28	7	1997,61	21409,86	<0,0001
Tratamientos	13983,20	3	4661,07	49956,07	<0,0001
Réplica	0,08	4	0,02	0,21	0,9283
Error	1,12	12	0,09		
Total	13984,40	19			