



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA**

EFECTO DE LA HARINA DE MORINGA *Moringa oleífera* EN EL
CRECIMIENTO DE ALEVINES DE TILAPIA DEL NILO *Oreochromis niloticus*

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

Erick Ottón González González

TUTOR:

Blga. Dennis Tomalá. Solano, M. Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA**

EFECTO DE LA HARINA DE MORINGA *Moringa oleífera* EN EL
CRECIMIENTO DE ALEVINES DE TILAPIA DEL NILO *Oreochromis niloticus*

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

Erick Ottón González González

TUTOR:

Blga. Dennis Tomalá. Solano, M. Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

UPSE

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen de Fátima por brindarme sabiduría y fortaleza en el transcurso de toda mi carrea, por permitir que pueda lograr cada meta presente en mi vida.

A mis padres Ottón Enrique González González, Jenny Angelica González Pozo y a mis hermanos Jennifer González y Jeremy González, quienes siempre estuvieron para mí y fueron el principal motivo para alcanzar esta meta muy importante en mi vida.

A mis abuelos y tíos quienes fueron un pilar fundamental durante el proceso de mi vida estudiantil, guiándome por el buen camino.

Dedico de manera especial a Ariana Gonzabay quien fue parte de mi crecimiento tanto personal como académico, incentivándome a no rendirme y por brindarme su apoyo incondicional cuando más lo necesite.

A mis amigos en especial a Leonela Vera y Fabricio Briones.

Erick Ottón González González

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente, a las autoridades, docentes de la FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR por brindarme sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de mi carrera.

A la Blga. Dennis Tómalá Solano M. Sc, por ser mi guía y tutora durante todo el proceso de la investigación, y por brindarme de su tiempo, paciencia y conocimientos para poder culminar con este trabajo de integración curricular.

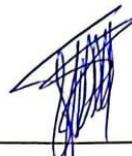
Agradezco a Ivette Marisol Chiquito Noboa y a Roy Steve Quimí González, por brindarme sus conocimientos y darme de su apoyo en el equipamiento de mi sistema de cultivo.

Erick Ottón González González

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.
DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS DEL MAR



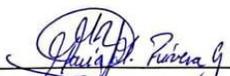
Ing. Jimmy Villón Moreno, Msc.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
BIOLOGÍA



Blga. Dennis Tomalá Solano, M.Sc.
DOCENTE TUTOR



Ing. Gregoria Arteaga Figueroa, M.Sc.
DOCENTE DE ÁREA

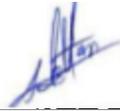


Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIO GENERAL PROCURADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **Erick Ottón González González**, declaro que la presente investigación es de mi autoría, me hago responsable por las ideas, hechos, investigaciones y resultados que se presentan en esta tesis.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual de este trabajo a la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA (UPSE), según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



Erick Ottón González González

C.I. 2450186826

ÍNDICE GENERAL

1. CAPÍTULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 Objetivo general:	8
1.4.2 Objetivos específicos:	8
1.5 HIPÓTESIS	9
2 CAPÍTULO II	10
2.1 MARCO TEÓRICO	10
2.1.1 Origen de la tilapia del Nilo en la piscicultura	10
2.1.2 Cultivo de la tilapia en Ecuador	11
2.1.3 Generalidades de la tilapia del Nilo	12
2.1.4 Parámetros requeridos para el cultivo de tilapia	18
2.1.5 Alimentación	19
2.1.6 Generalidades de la Moringa	19
2.1.7 Beneficios de la moringa	20
3 CAPÍTULO III	21
3.1 MARCO METODOLÓGICO	21
3.1.1 Tipo de investigación	21
3.1.2 Área de estudio	21
3.1.3 Implementación del sistema experimental	22
3.1.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
4 CAPÍTULO IV	32
4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	32
5 DISCUSIÓN	38

6	CONCLUSIONES	42
7	RECOMENDACIONES	43
8	BIBLIOGRAFÍA	45
9	ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Taxonomía de la tilapia del Nilo.....	13
Tabla 2.	Taxonomía del árbol de moringa (Moringa oleífera).....	20
Tabla 3.	Tratamientos para la formulación de las dietas.....	24
Tabla 4.	Porcentaje de materia prima implementada en la formulación de balanceado a base de harina de moringa	28
Tabla 5.	Análisis proximal de la harina de moringa realizado por los diferentes autores	29
Tabla 6.	Contenido nutricional del alimento comercial.	29
Tabla 7.	Análisis del tratamiento 1.....	53
Tabla 8.	Análisis biométricos del tratamiento 2.....	54
Tabla 9.	Análisis biométricos del tratamiento 3.....	56
Tabla 10.	Análisis biométricos del tratamiento 4.....	57
Tabla 11.	Alimento suministrado en el tratamiento 1	59
Tabla 12.	Alimento suministrado en el tratamiento 2	60
Tabla 13.	Alimento suministrado en el tratamiento 3	61
Tabla 14.	Alimento suministrado en el tratamiento 4	62
Tabla 15.	Índice de eficiencia alimenticia de los tratamientos	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista lateral de <i>Oreochromis niloticus</i>	13
Figura 2. Diferenciación sexual de <i>O. niloticus</i>	15
Figura 3. Árbol de <i>Moringa oleífera</i>	20
Figura 4. Vista satelital del área de experimentación.	22
Figura 5. Esquema del diseño para la experimentación.....	23
Figura 6. Proceso de elaboración de harina de moringa	27
Figura 7. Relación entre los tratamientos y el peso final	33
Figura 8. Relación de la talla final con los tratamientos	34
Figura 9. Relación de la sobrevivencia con los tratamientos.	35
Figura 10. Comparación del Factor de conversión alimenticia con los tratamientos	36
Figura 11. Índice de eficiencia de alimentación con los tratamientos	37
Figura 12. Test de Levene para comprobar la homogeneidad	51
Figura 13. Pruebas de comparación de Kruskal Wallis	52
Figura 19. Limpieza de unidades experimentales.....	64
Figura 20. Manipulación de peces para su respectiva biometría.	64
Figura 21. Biometría de peces.....	64
Figura 23. Instrumentos de medición para la calidad del agua.....	65
Figura 24. Ictímetro.....	65
Figura 22. Gramera digital.	65
Figura 26. Harina de moringa.	66
Figura 25. Alevines de tilapia.	66
Figura 27. Alimentos en diferentes porcentajes.....	66
Figura 28. Medición de tilapia.	67
Figura 29. Peso de tilapia.....	67

GLOSARIO

Adaptabilidad: se refiere a la capacidad de un organismo, sistema o entidad para ajustarse y responder a los cambios en su entorno o circunstancias.

Caducifolio: se utiliza para describir a los árboles o plantas que pierden sus hojas de manera periódica durante una temporada específica del año, generalmente durante el otoño o el invierno.

Detritus: es la materia orgánica en descomposición, compuesta por restos de plantas y animales muertos, excrementos, hojas caídas y otros desechos orgánicos.

Digestibilidad: Se refiere a la eficiencia con la que los nutrientes presentes en un alimento son digeridos y asimilados por el cuerpo.

Diurno: son aquellos organismos que son activos durante el día y descansan o tienen una menor actividad durante la noche.

Materia prima: es cualquier sustancia o material que se utiliza en la producción de bienes o productos.

Nutrición acuícola: termino que se utiliza para describir el efecto que puede provocar los alimentos convencionales en el organismo.

Omnívoro: un organismo omnívoro es aquel que se alimenta tanto de alimentos de origen vegetal como animal.

Palatabilidad: se refiere a la propiedad de los alimentos o bebidas que hace que sean agradables al gusto.

ABREVIATURAS

°C: grados Celsius

cm: centímetros.

DCA: Diseño completamente al azar.

FCA: Factor de conversión alimenticia

g: gramos.

IEA: Índice de conversión alimenticia

l: Litros.

m.s.n.m: metros sobre el nivel del mar.

m: metros.

mg: miligramos

mm: milímetros.

T: Tratamientos.

RESUMEN

La Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es una de las especies introducidas dentro de nuestro país y es considerada la cuarta especie más cultivada a nivel mundial. Sin embargo, uno de los problemas que presenta el sistema de cultivo son los altos costos de producción por el alimento balanceado; por lo que es necesaria la búsqueda de ingredientes alternativos que proporcionen nutrientes esenciales que sean digeribles para los organismos acuáticos. La presente investigación de tipo experimental se realizó en la comuna Palmar, parroquia Colonche de la provincia de Santa Elena. Se evaluó el efecto de alimento balanceado, elaborado a base de harina de moringa para determinar su efectividad en el crecimiento de alevines de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante 60 días de experimentación. Se utilizó una dieta con cuatro diferentes porcentajes de inclusión de harina de hojas de moringa y alimento comercial, se utilizaron 12 acuarios para la experimentación en la que se colocaron 0.2 alevines/l, el registro biométrico se realizó cada 15 días, se aplicó un Diseño Completo al Azar (DCA) para los tratamientos (T1=25, T2=50, T3=75 Y T4=100% de HM) y tres réplicas. Se realizó la prueba de normalidad de datos de Shapiro Wilk obteniendo un $p < 0.05$ procediendo a utilizar la prueba de Kruskal Wallis con $p > 0.05$, demostrando que los tratamientos experimentales no presentaron diferencias significativas. Se presentó un ligero incremento en peso y talla en los alevines. El porcentaje de sobrevivencia para el T1 y T2 fue del 100%, mientras que para T2 y T3 se obtuvo el 77 y 87%, respectivamente.

Palabras claves: alevines, moringa, tratamientos, crecimiento, sobrevivencia.

ABSTRACT

The Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the introduced species within our country and is considered the fourth most cultivated species worldwide. However, one of the problems presented by the farming system is the high production costs for balanced feed; Therefore, it is necessary to search for alternative ingredients that provide essential nutrients that are digestible for aquatic organisms. This experimental research was carried out in the Palmar commune, Colonche parish of the province of Santa Elena. The effect of balanced feed, made from moringa flour, was evaluated to determine its effectiveness in the growth of Nile tilapia fry (*Oreochromis niloticus*) during 60 days of experimentation. A diet was used with four different percentages of inclusion of moringa leaf flour and commercial feed, 12 aquariums were used for experimentation in which 0.2 fry / l were placed, biometric registration was carried out every 15 days, a Complete Randomized Design (DCA) was applied for treatments (T1 = 25, T2 = 50, T3=75 and T4=100% HM) and three replicates. The Shapiro Wilk data normality test was performed, obtaining a $p < 0.05$ proceeding to use the Kruskal Wallis test with $p > 0.05$, demonstrating that the experimental treatments did not present significant differences. There was a slight increase in weight and size in the fry. The survival rate for T1 and T2 was 100%, while for T2 and T3 it was 77% and 87%, respectively.

Key words: fry, moringa, treatments, growth, survival.

1. CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es una de las especies introducidas dentro de nuestro país, posee un alto contenido nutricional, resistente a las enfermedades, facilidad de reproducción y la adaptabilidad a diferentes ambientes, alimentos y calidad del agua. Se ha convertido en una especie considerada en la acuicultura en los países en desarrollo (SOFIA, 2020). Actualmente, es considerada la cuarta especie más cultivada a nivel mundial y en Ecuador ocupa el segundo lugar (Márquez et al., 2020)

El campo de la acuicultura es uno de los sectores con mayor producción de alimentos, representando casi el 50% de los productos pesqueros mundiales que son destinados a la alimentación. Sin embargo, en ciertos periodos se da la escasez de los ingredientes proteicos, comúnmente utilizados en la producción de alimentos comerciales para la piscicultura. Por ejemplo, la harina a base de pescado que se ha utilizado tradicionalmente como recurso primario, el ser humano lo está acabando poco a poco por la mala manipulación del mismo.

Con el fin de buscar nuevas alternativas de materias primas para la elaboración de alimento balanceado se propone la Moringa (*Moringa oleifera*), sus hojas, raíces, vainas y semilla son comestibles. Las hojas se las pueden utilizar frescas o secas y molidas en polvo (SOFIA, 2020) . La harina de moringa tiene una composición nutricional mayor a 25% de proteínas, vitaminas, hierro, fósforo, entre otras.

La producción de esta harina se puede realizar de manera artesanal, ya que contiene gran cantidad de proteínas y carbohidratos; las cuales se asemejan un poco a la harina de pescado, por esta razón se realizó la investigación para evaluar el efecto que tiene la harina de moringa (*Moringa oleifera*) en el crecimiento sobrevivencia y ganancia de peso de alevines de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*),

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los factores determinantes en el crecimiento de peces es una correcta alimentación, este a su vez representa el aproximadamente el 60% de la inversión total en la producción de peces. Los principales problemas son la alimentación del cultivo de peces y los altos costos de producción, actualmente uno de los principales restos de la Acuicultura es el costo de los alimentos balanceados. La búsqueda de ingredientes alternativos que proporcionen nutrientes esenciales que sean digeribles para los organismos acuáticos, podrá ayudar a que este problema disminuya.

La tilapia *O. niloticus* tiene la capacidad de utilizar nutrientes de diversas fuentes y puede adaptarse a diferentes condiciones fisicoquímicas del agua, estas a su vez permiten que los organismos puedan consumir diferentes dietas alimenticias y obtener una nueva fuente de materia prima que contribuirá al desarrollo económico.

Uno de los componentes más utilizados para la elaboración de dietas en peces es la harina a base de pescado, esto se debe a que dicha materia prima contiene propiedades que la vuelven idónea para la fabricación de alimentos. La harina de pescado se considera una fuente de proteína, lisina y metionina. De esta misma manera

aporta cantidades elevadas de fosforo, micro-minerales, vitaminas B y Omega 3 (Borell, 2013). Sin embargo, la identificación y uso de fuentes proteicas no convencionales para poder sustituir parcialmente las dietas comunes es de suma importancia en cuanto a la nutrición acuícola.

Existen varias necesidades alimenticias en este campo y es de vital importancia aprovechar la materia prima vegetal para la implementación de dietas alimenticias a base de *moringa oleífera* para la sustitución parcial de dietas comerciales, y de esta forma reactivar y hacer crecer el sector pesquero acuícola dentro del país.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Una dieta alimenticia basada en *Moringa oleífera* como reemplazo parcial de las fuentes alimenticias comunes para el crecimiento y engorde de peces, tiene como finalidad promover el interés comercial de productores piscícolas para la cría y el manejo de este cultivo, que resulta ser tan importante en la sociedad, ya que el pescado es una de las carnes más recomendables para la dieta alimenticia por las propiedades nutritivas que posee. (Barragán et al., 2017)

En un estudio llevado a cabo por (Andres & Antonio, 2018), se investigó la sustitución parcial de alimento balanceado a base de soya por *M. oleífera* en la alimentación para juveniles de tilapia. Los resultados revelaron disparidades en las variables de producción evaluadas, como aumento de peso, eficiencia en la conversión alimenticia y aumento diario de peso. Estos hallazgos indican la viabilidad de reemplazar la harina de soya con harina de hojas de moringa en la dieta de juveniles de tilapia.

Diversos trabajos reportan el potencial de ingredientes alternativos, de origen vegetal y animal, que pueden sustituir parcialmente la harina de pescado, en cuanto a su composición de aminoácidos esenciales, palatabilidad y digestibilidad, y que son menos costosos (Forster, 2002).

La moringa se está revelando como un recurso de primer orden y bajo costo de producción para prevenir la desnutrición y múltiples problemas de producción alimenticia, asociada a la carencia de vitaminas y elementos esenciales en la dieta del ser humano. Por lo que, en la alimentación animal se debe tratar de cubrir con los requerimientos que demanda el organismo, por ende, es necesario buscar alternativas de alimentos, ya que adquirir alimentos balanceados suele ser un gran problema debido a que los recursos pesqueros cada vez disminuyen más.

La moringa es un árbol que puede mejorar la alimentación de los organismos y ofrecerles numerosos beneficios nutritivos. Las hojas de esta planta son ricas en proteínas, vitaminas, ácidos grasos y minerales (Luján, 2016). Contienen más del 25% de proteína 28.5% de hidratos de carbono 10,5%, Grasas, 11.8 g de fibra, 1,8 g de

calcio, 16,2 mg de hierro, 1.28 mg de zinc; 0,3 g de magnesio, 1,9g de Potasio, 0.3g de Fósforo y 1,86 mg de Vitamina B12.

Por lo expuesto, se evaluó el efecto de la harina de moringa como un sustituto de harinas pescado en el crecimiento de alevines de tilapia. Con este trabajo se espera contribuir al sector acuícola ya que se podría implementar una nueva dieta que podrá satisfacer las necesidades nutricionales que requieren las tilapias.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general:

Evaluar el efecto de una dieta elaborada a base de harina de moringa a través de la comparación de tratamientos experimentales con diferentes niveles de inclusión como alimento alternativo para *Oreochromis niloticus* determinando su efectividad en el crecimiento y sobrevivencia.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Elaborar alimento balanceado para *O. niloticus* incorporando la harina de moringa para la aplicación en las unidades experimentales.
- Determinar el crecimiento y sobrevivencia de las tilapias con alimento balanceado a base de harina de moringa comparando las dietas experimentales.
- Analizar el índice de conversión alimenticia e índice de eficiencia de alimentación, identificando una alternativa de alimento para *O. niloticus*.

1.5 HIPÓTESIS

Ha: Los tratamientos experimentales con diferentes niveles de inclusión de harina de moringa son diferentes con la dieta comercial en el crecimiento y supervivencia de la tilapia del Nilo *O. niloticus*.

Ho: Los tratamientos experimentales con diferentes niveles de inclusión de harina de moringa son iguales con la dieta comercial en el crecimiento y supervivencia de la tilapia del Nilo *O. niloticus*.

2 CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Origen de la tilapia del Nilo en la piscicultura

La cría de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) se remonta en tiempos antiguos de Egipto, como se evidencia en los relieves esculpidos en una tumba egipcia con más de 4000 años de antigüedad. Estos relieves representan peces en estanques ornamentales.

La tilapia del Nilo, originaria de Japón, fue introducida en Tailandia en 1965y posteriormente en Filipinas. Además, la variante de tilapia del Nilo proveniente de costa de marfil fue llevada a Brasil en 1971 y de allí llegó a Estados Unidos en 1974. En 1978, China adoptó la cría de la tilapia del Nilo, convirtiéndose en el principal productor mundial. Desde 1992 hasta 2003, China ha mantenido una producción constante de más del 50% de la producción global (FAO, 2009).

Inicialmente, la cría descontrolada de tilapia en estanques resultó en un reclutamiento excesivo, enanismo y un bajo porcentaje de peces de tamaño comercial. Esto afectó la inicial emoción que había surgido en torno a la tilapia como fuente de alimentación para amplias franjas de la población. Sin embargo, la investigación en

nutrientes y sistemas de cultivo, junto con avances en el mercado y procesamiento, generaron un rápido crecimiento de la industria desde mediados de los años 80. A nivel comercial, se cultivan diversas especies de tilapia, pero la tilapia del Nilo es la predominante en todo el mundo.(FAO, 2009)

2.1.2 Cultivo de la tilapia en Ecuador

La tilapia fue “introducida en el Ecuador en el año 1.965 en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas”, su producción como actividad rentable nace en 1.999 con la aparición del virus de la mancha blanca en los cultivos de camarón (Marcillo, 2008). En la parte final de los años 90 Ecuador sufrió la enfermedad viral denominada Mancha Blanca que atacó al sector camaronero y que conllevó a la pérdida de casi el 50% de la producción que se llevaba en esa época (Redmayne, 2001).

La mayor parte de las camaroneras dentro del país fueron afectados por el virus de la mancha blanca, entonces en ese momento decidieron optar por una segunda alternativa de producto comercial, es decir, tomaron la piscicultura de tilapia como negocio sabiendo la gran demanda en el mercado interno como también del mercado externo. En el año 2000, nuestro país ingresó con fuerza al mercado norteamericano,

convirtiéndose en el primer proveedor de filetes de tilapia de ese país, desplazando a Costa Rica de tal posición (Castillo, 2001).

2.1.3 Generalidades de la tilapia del Nilo

2.1.3.1 Datos generales

Es un animal diurno. En estado silvestre está presente en una amplia variedad de ambientes acuáticos someros (humedales, esteros, piscinas y represas), aunque también algunos habitan ríos más torrentosos; bentopelágico. Es omnívoro, se alimentan de fitoplancton, perifiton, micrófitos, pequeños invertebrados, fauna bentónica, desechos y capas bacterianas asociadas al detritus. Ovípara, las hembras realizan incubación bucal del desove (Eccles, 1992).

2.1.3.2 Origen y Distribución

La tilapia del Nilo es un pez nativo de África, pero ha sido introducido a muchos ambientes tropicales y subtropicales y a regiones templadas durante los últimos 50 años (Pillay, 1990). El paradigma de la tilapia alrededor del mundo se fundamenta en su capacidad para producir alimento, en la pesca, en el control de malezas acuáticas y como modelo biológico en procesos para varias investigaciones.

2.1.3.3 Biología de la especie

2.1.3.3.1 Taxonomía

La taxonomía de la especie de tilapia del Nilo según Linnaeus se detalla a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Taxonomía de la tilapia del Nilo

Reino:	Animal
Phylum:	Cordata
Clase:	Ctinopterygii
Orden:	Perciformes
Familia:	Cichlidae
Género:	<i>Oreochromis</i>
Especie:	<i>Oreochromis niloticus</i>

Fuente: Linnaeus, (1758)



Figura 1. Vista lateral de *Oreochromis niloticus*

2.1.3.3.2 Características de la especie

Es un animal diurno. En estado silvestre está presente en una amplia variedad de ambientes acuáticos someros (humedales, esteros, piscinas y represas), aunque también algunos habitan ríos más torrentosos; bentopelágico. Es omnívoro, se alimentan de fitoplancton, perifiton, micrófitos, pequeños invertebrados, fauna

bentónica, desechos y capas bacterianas asociadas al detritus. Ovípara, las hembras realizan incubación bucal del desove (Eccles, 1992).

La especie *O. niloticus* presenta un cuerpo con el dorso grisáceo, rosado a los lados, con 7 a 12 barras verticales oscuras en la aleta caudal. Anal (III, 3), Dorsal (XVI-XVIII, 12-13); 9-11 a 32-33 escamas en línea lateral. Presenta dimorfismo sexual, la hembra es más pequeña que el macho (aleta caudal en punta) y en época reproductiva el color de las aletas se torna rojizo. Hernández, et al., (2014)

2.1.3.4 Diferenciación sexual y reproducción

La madurez sexual se alcanza cuando la longitud llega a un rango de 10 a 30 cm, y esta etapa está vinculada con el tamaño máximo que alcanza en una población y situación específicas. A su vez, este tamaño máximo está influenciado por la cantidad de comida disponible y la temperatura presente en el entorno. El proceso de reproducción tiene lugar únicamente cuando la temperatura supera los 20°C. la frecuencia de reproducción está ligada a latitud, siendo más estacional en áreas de mayor altitud. En ocasiones el ciclo reproductivo se sincroniza con la temporada de lluvias. Estos animales construyen nidos y liberan sus huevos en lotes, luego llevan a

cabo la incubación en su boca. Este ciclo reproductivo puede repetirse aproximadamente cada 30 días.

La diferencia sexual se la puede observar por medio de sus órganos reproductores (Figura 1) los cuales están ubicados debajo del abdomen, el macho posee dos orificios bajo el vientre que corresponden al ano y el orificio urogenital. Mientras que la hembra se observan tres orificios: el ano, el poro genital y el orificio urinario.

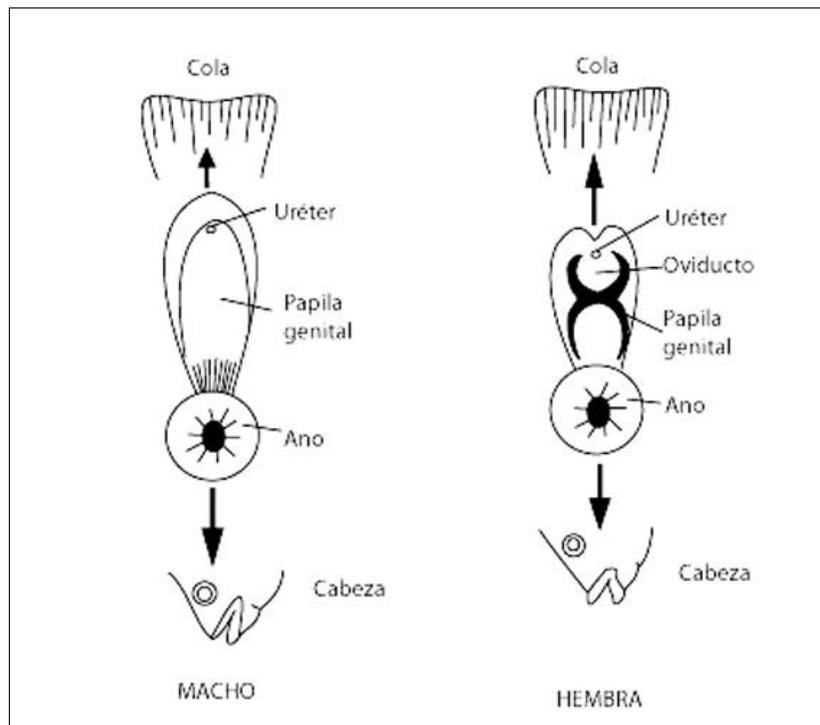


Figura 2. Diferenciación sexual de *O. niloticus*.

Fuente: Bardach et al., (1990).

2.1.3.5 Hábitos alimenticios

Las tilapias son especies detritívoras y también tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros, a diferencia de otros peces que se alimentan o bien de pequeños invertebrados o son piscívoros. Las adaptaciones estructurales de las Tilapias a esta dieta son principalmente un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos.

2.1.3.6 Sistemas de cultivo

Existen 3 sistemas de cultivos que son: en estanques, en jaulas flotantes sobre agua salobre o dulce y en tanques, siendo el más importante el cultivo en estanques.

Cultivo extensivo de tilapia: Este sistema implica criar tilapia en estanques de gran tamaño, con una baja densidad de población de peces. En este sistema, se utiliza principalmente el entorno natural del estanque, sin la adición de alimentos comerciales. Los peces se alimentan de forma natural a partir de fitoplancton, zooplancton y otros organismos presentes en el agua. Este método de cultivo es menos intensivo y requiere menos inversión en infraestructura y tecnología. Sin embargo, la producción de tilapia en este sistema suele ser más baja en comparación con los sistemas intensivos.

Cultivo semi-intensivo de tilapia: En este sistema, la densidad de población de peces es mayor que en el sistema extensivo. Los estanques utilizados son de tamaño mediano y se implementan prácticas de gestión más intensivas. Se proporciona alimento comercial para complementar la dieta de los peces y acelerar su crecimiento. Además, se pueden utilizar técnicas de manejo del agua, como la aireación y el control de la calidad del agua, para mantener condiciones óptimas para el crecimiento y la salud de los peces. El sistema semiintensivo permite una producción más alta que el sistema extensivo, pero requiere una inversión moderada en infraestructura y tecnología.

Cultivo intensivo de tilapia: En este sistema, se cría tilapia en estanques más pequeños y la densidad de población de peces es alta. Se emplean técnicas avanzadas de gestión y tecnología para maximizar la producción de peces en un espacio limitado. Se suministra una dieta completa y balanceada a los peces, compuesta por alimentos comerciales de alta calidad. También se monitorean y controlan cuidadosamente las condiciones del agua, la temperatura y otros parámetros ambientales. El cultivo intensivo de tilapia puede lograr una producción muy alta en comparación con los sistemas anteriores, pero también implica una inversión significativa en infraestructura, tecnología y mano de obra (FAO, 2019)

2.1.4 Parámetros requeridos para el cultivo de tilapia

2.1.4.1 Temperatura

Para el cultivo de tilapia es necesaria una temperatura que fluctúe entre 28 a 32°C. Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor será la tasa metabólica aumentando el consumo de oxígeno (Poot et al., 2009). Sin embargo, esta especie pueden soportar temperaturas inferiores a los 28°C. El rango óptimo es de 28-32 °C, cuando disminuye a los 15 °C los peces dejan de comer y cuando desciende a menos de 12 °C no sobreviven mucho tiempo. (Saavedra, 2006).

2.1.4.2 pH

El cultivo requiere un pH dentro del estanque promedio de 7,5 para que favorezca el desarrollo de la productividad natural del estanque; mientras más estable permanezca mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural, ésta constituye una fuente importante de alimento en estanques. Pero pueden soportan un pH entre 7 a 8 Rivera y Castillo, (2012)

2.1.4.3 Oxígeno disuelto

El rango de oxígeno disuelto requerido está por encima de los 4,5 mg/L. Por este motivo si se presentaran rangos menores de oxígeno se verían afectados por diferentes anomalías como sobrevivir a cortos períodos y crecimiento lento Rivera y Castillo, (2012)

2.1.5 Alimentación

2.1.6 Generalidades de la Moringa

El árbol de moringa presenta la característica de ser caducifolio, se puede adaptar a ambientes trópicos y subtropicos de 10-12 m de altura, posee un tronco leñoso y recto, de rápido crecimiento, tiene una alta resistencia a plagas y enfermedades. El cultivo de este árbol también proporciona una abundante cantidad de nutrientes al suelo, ya que todas sus partes, incluyendo corteza, vainas, hojas, semillas, raíces y flores, son aptas para el consumo (Valente et al., 2016). Se desarrolla de manera óptima en áreas que se encuentren a elevaciones máximas de alrededor de 1.500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), con niveles de precipitación anual que oscila entre los 250 mm y 4000 m. Tiene la capacidad de sobrellevar diversos periodos de sequía.

2.1.6.1 Taxonomía de la moringa (*Moringa oleífera*)

La taxonomía de el árbol de moringa se detalla en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Taxonomía del árbol de moringa (*Moringa oleífera*)

Reino:	Plantae
Phylum:	Magnoliophyta
Clase:	Eudicotyledoneae
Orden:	Brassicales
Familia:	Moringaceae
Género:	<i>Moringa</i>
Especie:	<i>Moringa oleífera</i>

Fuente: Linnaeus, (1758)



Figura 3. Árbol de *Moringa oleífera*

2.1.7 Beneficios de la moringa

La moringa aporta grandes beneficios al sector de producción de alimentos secos ya que es usada como una fuente alternativa para la preparación de balanceados porque presenta un alto contenido de materia verde que no se encuentra fácilmente en otras fuentes de materia vegetal. Este a su vez presenta una gran cantidad de proteínas, fibras y aminoácidos que la soya. En la alimentación del ser humano se ha evidenciado que presenta varios aminoácidos esenciales que se pueden encontrar dentro de sus hojas, semillas, frutos y raíces. También presenta características medicinales para combatir la anemia, asma, bronquitis, etc. (Valkyria, 2022).

3 CAPÍTULO III

3.1 MARCO METODOLÓGICO

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo experimental ya que se elaboraron y probaron 4 tipos de tratamientos con diferentes porcentajes de inclusión de alimento de moringa en la dieta comercial para alevines de tilapia, se realizaron 3 repeticiones y tratamiento control. Esto se llevó a cabo bajo parámetros controlados para dar un correcto manejo al cultivo durante 8 semanas de experimentación.

3.1.2 Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en la comuna Palmar, parroquia Colonche de la provincia de Santa Elena, Ecuador. Se encuentra bajo las coordenadas geográficas 2°01'40"S y 80°44'02"W como se presenta en la Figura 2.

Las unidades experimentales contaron con aireación moderada que fue abastecida por aireadores, cada unidad contó con líneas de aire conectada a una piedra difusora, termostatos para mantener la temperatura del agua constante de 32 °C y para verificar el mantenimiento de la temperatura se adicionó un termómetro de agua.

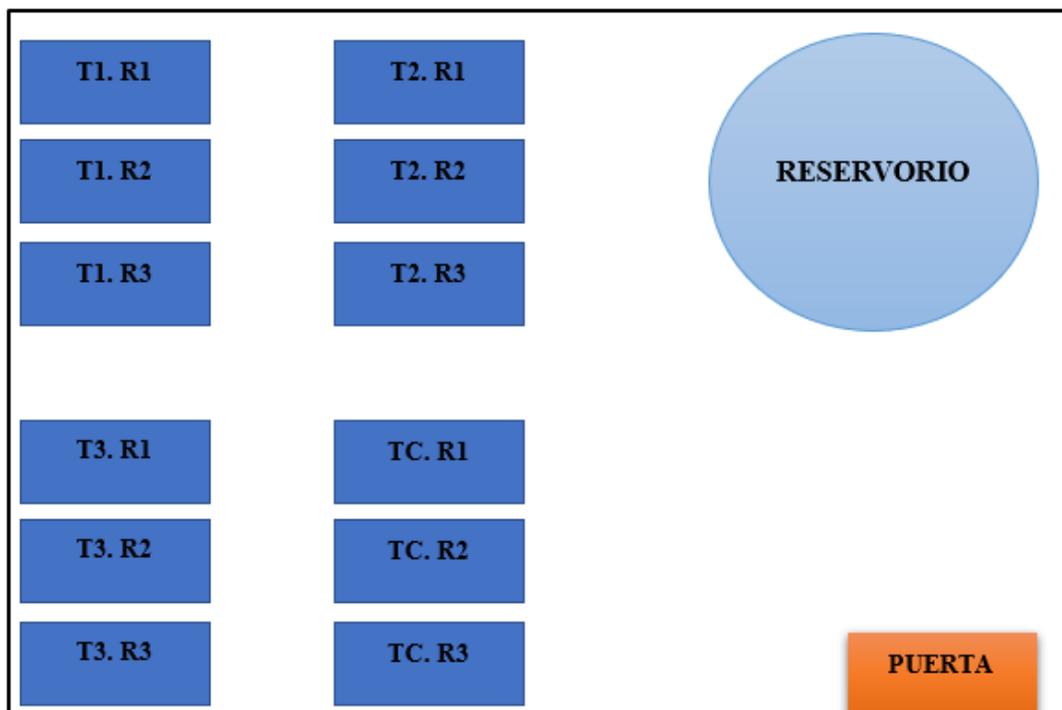


Figura 5. Esquema del diseño para la experimentación.

Se utilizaron 120 alevines de tilapia con un peso de 2 a 4g y con una longitud de 5 a 7 cm procedentes de la Finca NATURALFISH C.A; ubicada en Yaguachi Km

25 y 1/2 de la vía Duran-Juján. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), utilizando un total de 120 organismos para la experimentación, la densidad de siembra en cada unidad de investigación fue de 0.2 alevines/l y previamente a la siembra fueron aclimatados a una temperatura de 32°C. Se realizó recambios de agua al 40% cada 4 días. Los organismos inicialmente fueron alimentados al 6% de la biomasa y quincenalmente se realizó ajustes en la alimentación, llegando al 4% al final de la experimentación.

3.1.3.1 Tratamientos experimentales

Se utilizaron 3 tratamientos experimentales y un control con 3 repeticiones. Para el tratamiento 1 se aplicó la harina de moringa al 25% y de balanceado comercial 75%, en el tratamiento 2 se adicionó la harina de moringa y balanceado comercial al 50%, en el tratamiento 3 con 75% de harina de moringa y 25% de balanceado comercial y el tratamiento control con 100% de alimento comercial.

Tabla 3. Tratamientos para la formulación de las dietas

Dietas Tratamientos	T1	T2	T3	Control
Harina de moringa	25%	50%	75%	0%
Balanceado comercial	75%	50%	25%	100%

3.1.3.2 Parámetros ambientales

Para mantener constante la temperatura se utilizaron termostatos individuales por cada unidad experimental, así como para corroborar este parámetro se adicionaron termómetros de agua; mientras que para la determinación del pH se utilizó un medidor digital (WATERPROOF).

3.1.3.3 Elaboración de la harina de moringa

Los parámetros que se tomaron en cuenta para la selección de materias primas fueron de origen organolépticos, por textura y color. Se recolectaban netamente hojas con una coloración verdosa y que estuvieran completas. En la Figura 6 se muestra un esquema de la obtención de harina de moringa.

Recolección de hojas: se procedió a recolectar hoja para la preparación de la harina. En este caso solo se extrajeron aquellas hojas que cumplían con los parámetros requeridos para el proceso de elaboración.

Separación de las hojas recolectadas: en este punto se realizó la selección netamente de hoja verdes con buena textura ya que estas cuentan con mayor cantidad de nutrientes. Se descartó hojas que presentaban algún tipo de pigmentación.

Lavado y desinfectado: las hojas fueron colocadas a un recipiente grande para ser lavadas y desinfectadas con abundante agua y cloro a 10 ppm.

Secado de hojas: para el proceso de secado se las incorporó dentro de fundas plásticas para llevarlas a deshidratar al ambiente por 48h, con una temperatura que rondaba entre 32 a 34°C.

Triturado: Para el triturado se utilizó una licuadora obteniendo la harina de moringa.

Tamizado: Se utilizó un tamiz con ojo de malla de 1 mm para la separación de la harina y obtener finos uniformes.

Pesado y almacenado: Finalmente, la harina obtenida fue pesada y se procedió a conservar en fundas plásticas.

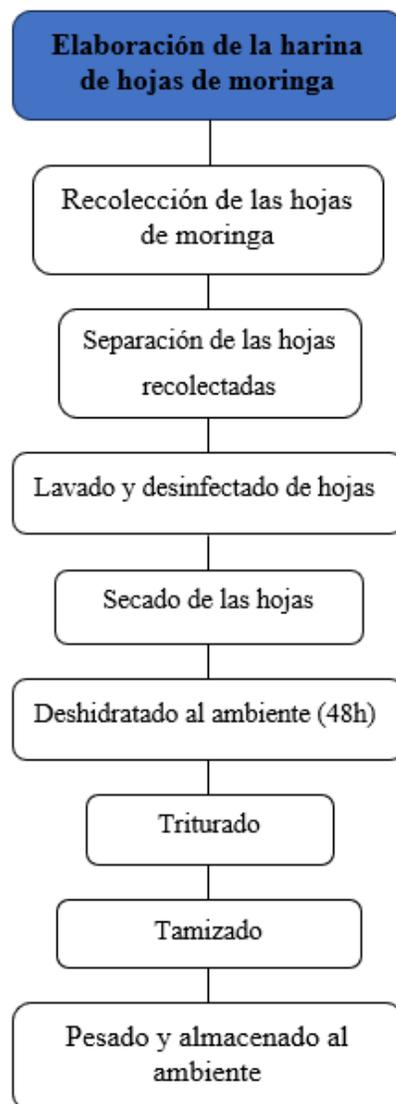


Figura 6. Proceso de elaboración de harina de moringa

3.1.3.4 Elaboración de alimento con harina de moringa

Se formuló un balanceado peletizado con 100% de Moringa como fuente principal de proteína; adicionando agua, sales y minerales comerciales (Tabla 4), formando una mezcla homogénea que pasará por una moledora de carne formando los pellets provocando la compactación, logrando un tamaño de 1cm; por último para el secado serán expuestos al sol por 24 horas.

Tabla 4. Porcentaje de materia prima implementada en la formulación de balanceado a base de harina de moringa

Materias primas	Porcentajes
Harina de moringa	90%
Agua	8%
Sal marina	1%
Minerales	1%

Se suministrará la alimentación en función al 6 % de la biomasa con 6 raciones diarias en horarios de 08h00, 12h00, 16h00, 20h00, 00h00 y 04h00.

3.1.3.5 Análisis proximal de la harina de moringa

En la **Tabla 5** se muestra el análisis proximal de Moringa, tomado por diferentes autores para poder ser utilizado en la experimentación.

Tabla 5. Análisis proximal de la harina de moringa realizado por los diferentes autores

Materia seca	Proteína bruta	Grasa	Fibra bruta	Ceniza	Referencias
87,2	25	6,7	13,06	5,9	(Ayoola et al., 2013)
93,7	26,44	6,3	8,13	11,41	Olayini et al. (2013)
96,5	23,5	2,9	7,9	8,3	(Adewumi, 2014)

3.1.3.6 Alimento comercial

El alimento comercial utilizado fue de tipo extruido, exclusivamente para tilapia. En la **Tabla 6** se describe el aporte nutricional que posee el alimento comercial utilizado para la experimentación.

Tabla 6. Contenido nutricional del alimento comercial.

Análisis proximal	Porcentaje (%)
Proteína	50
Grasa	7
Ceniza	13
Humedad	11,5
Fibra	3

Fuente: ABA, (2021)

Análisis biométricos

Para registrar los datos biométricos de *O. niloticus*, se utilizó balanza digital CAMRY para determinación del peso, mientras que para el registro de talla se empleó un ictiómetro. Los datos se colectaron quincenalmente durante 60 días.

3.1.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información obtenida fue registrada y tabulada en hojas de cálculo de Microsoft Excel, luego se procedió a comprobar la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro Wilk y Levene obteniendo $p < 0.05$. Por ello, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ($p > 0.05$) en los programas estadísticos INFOSTAT, Minitab 17 y R-studio.

También se utilizaron las fórmulas del índice de conversión alimenticia, índice de eficiencia de alimentación y sobrevivencia. Estas fórmulas ayudarán para la obtención de parámetros de rendimiento productivo de los organismos por tratamiento experimental, los cuales se mencionan a continuación:

Índice de conversión alimenticia (ICA)

$$ICA = (\text{Alimento ofrecido} / \text{Biomasa Ganada})$$

Índice de eficiencia de alimentación (IEA)

$$\%IEA = (1 / ICA) * 100$$

Sobrevivencia

$$\text{Sobrevivencia} = (\text{organismos cosechados} * 100) / \text{organismos sembrados}$$

4 CAPÍTULO IV

4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- **Efectividad del alimento**

Se elaboró el alimento balanceado con de harina de moringa obteniendo características de buena textura, no presentó flotabilidad ya que al ser un pellet se sumergía rápidamente. El alimento presentó atractabilidad para los organismos evidenciándose que, consumían todo el alimento suministrado. En el caso de la palatabilidad también se evidenció que los organismos consumían el alimento que se dispersaba en el medio.

- **Relación del peso, talla y sobrevivencia con los tratamientos.**

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk ($p < 0.05$) y prueba de homogeneidad de datos mediante el Test de Levene ($2,242 \times 10^{-29}$). (Anexo 17).

Posteriormente, se procedió a utilizar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis dando como resultado $p > 0.05$ mostrando que los tratamientos experimentales a base de diferentes porcentajes de inclusión de harina de moringa no presentaron diferencias significativas. (**Figura 7**)

Respecto a la variable peso, los resultados s demuestran que el peso promedio final del T1 fue de 9.52 cm, T2 de 9.29 cm, T3 de 9.25 cm y T0 de 10.15cm.

Aplicando la prueba de Kruskall Wallis se obtuvo un p (>0.05) dando como resultado que no existió diferencias significativas entre los tratamientos, por tanto, el nivel de inclusión de harina de moringa no influyó en el aumento de peso de los organismos.

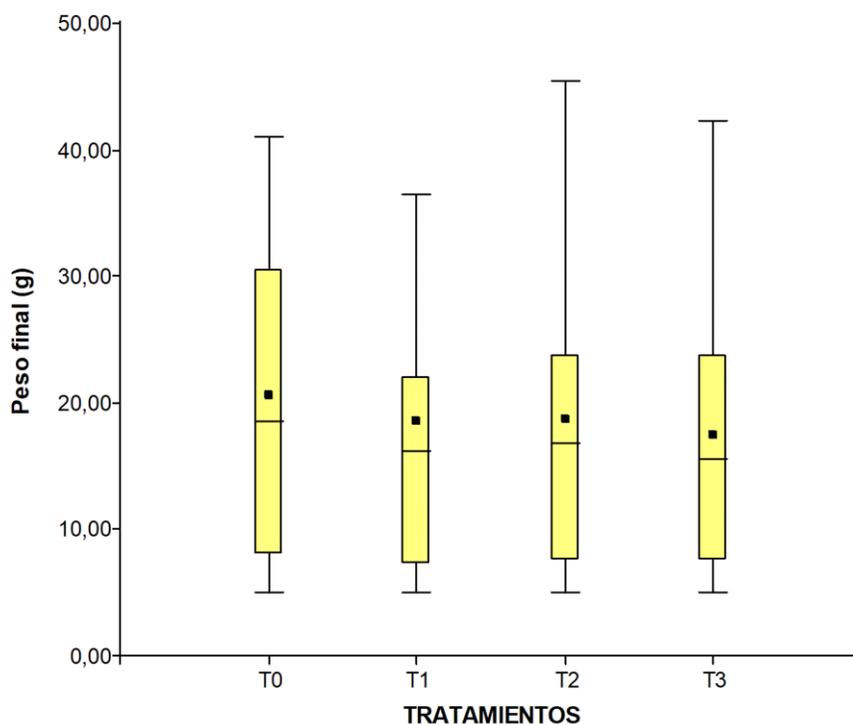


Figura 7. Relación entre los tratamientos y el peso final

Respecto a la talla final, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ya que la prueba de comparación de Kruskal Wallis obtuvo un $p > 0.05$. Los organismos tuvieron una talla relativamente uniforme. En la **Figura 8** se observa que no existe diferencia en cuanto a la talla final de los tratamientos.

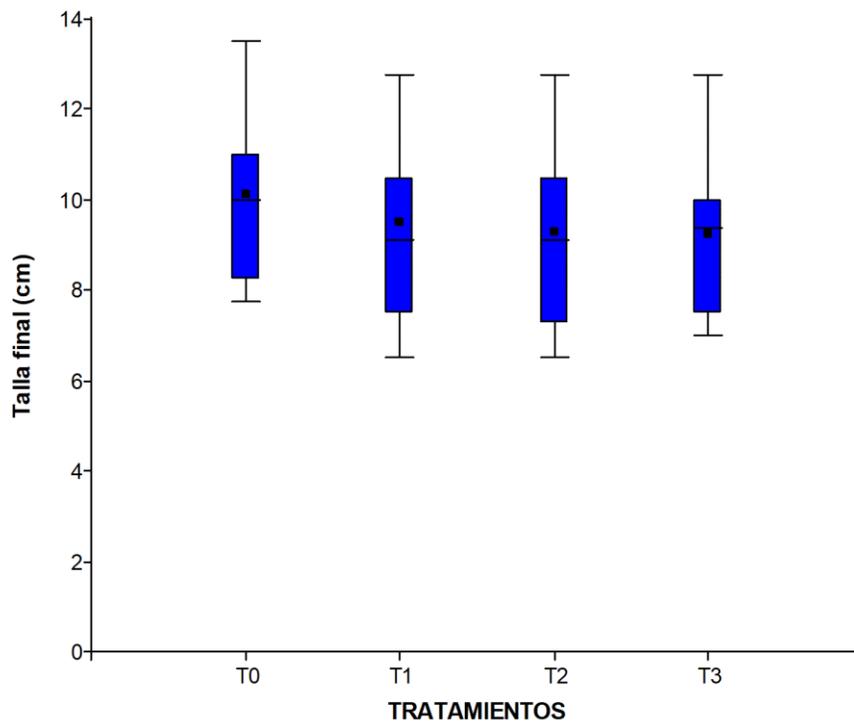


Figura 8. Relación de la talla final con los tratamientos

En lo que corresponde a la sobrevivencia la prueba de comparación de Kruskal Wallis obtuvo un ($p < 0.05$) presentando significancia entre los tratamientos. En los

tratamientos T0 y T1 hubo una supervivencia del 100%, mientras que en T2 tuvo un 77% y en T3 con un 87%. En la **Figura 9** se describe la relación entre la supervivencia de los tratamientos en el cual se puede evidenciar la diferencia de mortalidad en T2 y T3, mientras que en T0 y T1 no se muestra relevancia.

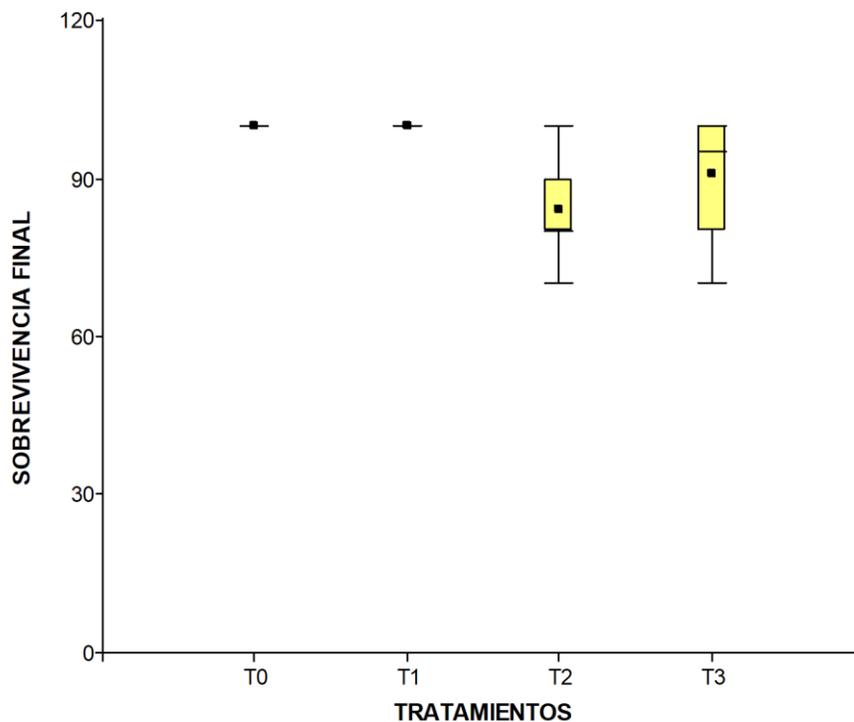


Figura 9. Relación de la supervivencia con los tratamientos.

- **Factor de conversión alimenticia e índice de eficiencia de alimentación en los diferentes tratamientos.**

En el FCA no se presentó diferencia significativa ya que el ($p>0.05$) esto quiere decir que todos los tratamientos fueron iguales (**Figura 10**), por tanto, no existe una diferencia entre los tratamientos.

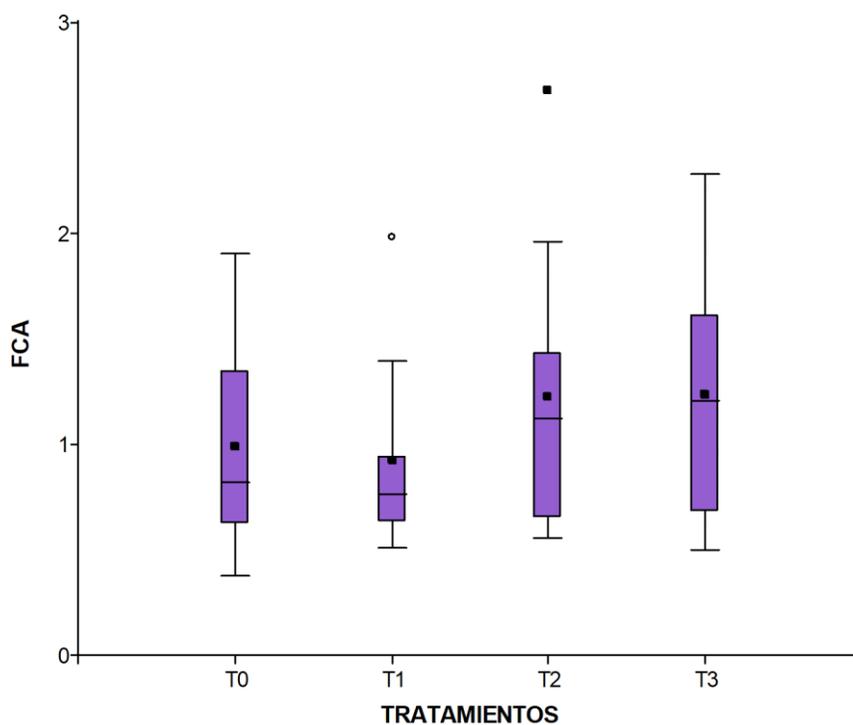


Figura 10. Comparación del Factor de conversión alimenticia con los tratamientos

Respecto al índice de eficiencia de alimentación no se muestra diferencias significativas ya que la prueba de comparación no paramétrica de Kruskal Wallis mostró un valor de ($p>0.05$), esto quiere decir que no existe una diferencia relevante entre los organismos. Esto expresa que tanto la dieta comercial como la dieta con

inclusión de harina de moringa, son similares en cuanto a la eficiencia con la que los organismos utilizan para su crecimiento.

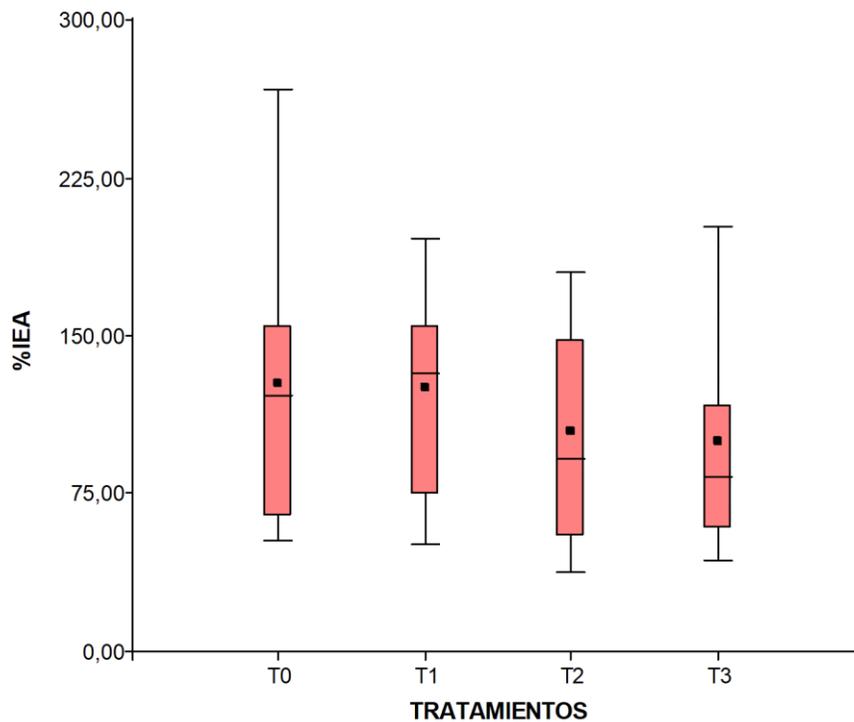


Figura 11. Índice de eficiencia de alimentación con los tratamientos

Estos resultados muestran la evidencia de que no hubo una variación en cuanto a los diferentes porcentajes que se aplicó de alimento de moringa, por esta razón se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

5 DISCUSIÓN

Dentro del campo de la piscicultura la moringa se ha convertido en una fuente potencial de alimento para peces por su alta calidad nutricional sobre todo por su contenido en proteína y vitaminas (Elabd *et al.*, 2002). Sin embargo, en función a los resultados obtenidos, no constituye una fuente vegetal ideal para la dieta de *O. niloticus*.

(Richter *et al.*, 2003) evaluaron la harina de hojas de moringa en tilapia *O. niloticus* encontrando que una sustitución mayor del 10% de la proteína de la harina de pescado, afecta significativamente su crecimiento.

Durante el ensayo, las tilapias crecieron de forma heterogénea, obteniendo una ganancia en peso, pero dentro de la investigación no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$). Este comportamiento similar en el parámetro de ganancia de peso se debe a que factores como la disminución de oxígeno disuelto, actividades de respiración y alimentación afectan en el crecimiento y se incrementan las probabilidades de ser susceptibles a enfermedades. Esto tiene relación a lo que menciona Rivas-Vega *et al.*, (2012) en la investigación de sustitución parcial

de harina de sardina con *Moringa oleifera* en alimentos balanceados para juveniles de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar, que el peso final de las tilapias disminuyó conforme se aumentó el nivel de inclusión de moringa en los alimentos experimentales, y se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre el alimento control y con 30 % de moringa.

Por otra parte, (Valkyria, 2022) señalan que la incorporación de harina de hojas de moringa en dietas para la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) mejora significativamente los índices de crecimiento e índices somáticos, además los resultados mostraron que la harina de hojas de moringa alivió el estrés por inanición, teniendo la moringa un efecto positivo como promotor del crecimiento y fitoterapia natural antiestrés.

(Cantor, 2007) reporta que entre los 45 y 60 días de experimentación con alimento balanceado se obtiene tallas comprendidas entre 5 a 10 cm, a diferencia de la información obtenida en el presente trabajo los organismos presentaron tallas finales de 12.25 a 12.75. (Francis et al., 2001) esto puede deberse a que la incorporación de

harina de moringa aumenta significativamente el crecimiento en los peces, debido al hecho de la moringa es una buena fuente de grasas y proteína.

En cuanto a la sobrevivencia obtenida en el T1 y T0 se reporta el 100%, T2 y T3 el 77 y 87%, respectivamente. Según Ornelas-Luna et al. (2017) la sobrevivencia puede verse afectada por diversos criterios como recambios de agua, la alimentación, tipo de alimento suministrado, técnicas de alimentación.

En la investigación realizada por (Madalla et al., 2013), se evaluó la efectividad de la harina de hoja de moringa como sustitución parcial de la harina de pescado en la alimentación para tilapia del Nilo, en el experimento se evidenció una mejora en la tasa de conversión alimenticia, debido a la mezcla de harina de soja, maíz, pescado, trigo, arroz y de la hoja de moringa obteniendo un alimento con el 40% de proteína, representando una alta digestibilidad de proteína y energía con el FCA obtenido. Por otra parte, en el presente trabajo el T1 resultó con mejor FCA (1.6), mientras que en los T2 a T0 se mantuvo entre 2.3 a 2.9. Estadísticamente, estos resultados expresan que no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos experimentales ($P > 0.05$). De este modo, (Saavedra, 2006) menciona que este factor puede variar

dependiendo de la edad del pez, a medida el pez aumenta su edad, el índice de conversión alimenticia aumenta lentamente hasta que el pez alcanza su peso máximo y deja de crecer.

La eficiencia de la alimentación se presentó de forma similar entre los tratamientos, reportándose que no existió diferencias significativas entre los tratamientos.

Los tratamientos en estudio no presentaron diferencias significativas, se estima que probablemente se debe al utilizar elevados porcentajes de inclusión de harina de hoja de moringa, siendo necesaria la incorporación de diversas fuentes de proteínas vegetales y animales. Por tanto, es necesario que la formulación balanceada cumpla con las exigencias nutricionales para la especie.

6 CONCLUSIONES

- La inclusión de la harina de hojas de moringa en el alimento balanceado para *O. niloticus* no presentó relevancia significativa a pesar de que los tratamientos experimentales mantenían diferentes porcentajes de harina de hojas de moringa. Sin embargo, los organismos presentaron un incremento en peso, indistintamente de las fuentes vegetales incorporadas en el alimento, concluyendo que es un organismo que se adapta fácilmente a la alimentación balanceada.
- Las variables de crecimiento de talla y peso de los organismos no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, pero se reportó diferencias entre el tratamiento control con 3 tratamientos experimentales. La sobrevivencia de *O. niloticus* durante el período de experimentación fue superior al 77%. Se presentó mortalidad en el T2 de 13% y T3 de 17% durante los primeros 30 días del estudio.
- En la determinación de los índices de crecimiento como el Factor de conversión alimenticia y el índice de eficiencia de alimentación no mostraron diferencias en cuanto a los tratamientos obteniendo resultados iguales durante los 60 días de experimentación. Sin embargo, el T1 presentó un FCA óptimo para el crecimiento de los organismos.

7 RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones evaluar el efecto de otras fuentes de materias primas determinando en los índices de crecimiento y parámetros de rendimiento.

Efectuar análisis bromatológico del alimento balanceado con los diferentes porcentajes de inclusión de harina de moringa, así como del músculo de los organismos para verificar la asimilación de los componentes nutricionales que aporta la harina de moringa.

Buscar fuentes de financiamiento para someter el alimento balanceado a un proceso industrial que reúna características de flotabilidad, atractabilidad, palatabilidad, entre otros, identificando las necesidades que requiere el organismo para su crecimiento y engorde.

Controlar otros parámetros físicos-químicos que permitan relacionarlos y establecer la calidad del agua diariamente para llevar un correcto manejo del cultivo.

También se recomienda aplicar anestésicos a los peces al momento de realizar la biometría para de esta manera no causar ninguna lesión y estrés que puedan afectar en su crecimiento a los organismos.

8 BIBLIOGRAFÍA

Akiyama, D. (1995) Nutrición, alimentos y alimentación de los peces. Soyanoicias 253, 20-23.

Bishop, C.D., Watts, S.A. (1998) Live feeds appear necessary at first feed to promote maximal growth and normal development of the digestive system in *Oreochromis niloticus*. Book of Abstracts, World Aquaculture. 572 pp.

FAO. (2009). FAO - *Oreochromis niloticus*.
https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_niletlapia.htm

Hayashi. C., Boscolo, W.R., Soares, C.M., Meurer, F. (2002) Exigência de Protéina Digestível para larvas de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a Reversao Sexual. R. Bras. Zootec. 31 (2): 823-828.

Hernández, J., Jiménez, M., Montejo, G., Carrillo, L., (2014) Manual: Elaboración de alimento alternativo para la producción de tilapia. Instituto Tecnológico de Salina Cruz. Dpto. Acuicultura. México.

Hu, C.J., Chen, S.M., Pan, C.H., Huang, C.H. (2006) Effects of dietary vitamin A or b-carotene on growth of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture*, 253, 602607.

Ian P Forster¹, W. D. (3 de septiembre de 2002). The Use of Concentrates and Other Soy Products in Shrimp feeds. Waimanalo, Hawaii, USA.

Tupac Yupanqui Sagástegui, I. (2016) Nutrigenómica de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) alimentada con diferentes fuentes de ácidos grasos. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, Dpto. Producción Animal.

Adewumi, A. A. (2014). *Moringa oleifera* (Lam) as a Protein Supplement in *Clarias gariepinus* Diet.

Andres, D. R. S., & Antonio, P. (2018). *Evaluación de la sustitución parcial de balanceado a base de soya (Glycine max) con Moringa oleifera para juveniles en tilapia en la Unidad de Acuicultura de Zamorano.*

Ayoola, S., Kuton, M., & Shokefun, O. (2013). Evaluation of Nutritional Quality and Haematological Parameters of Moringa (*Moringa oleifera*) Lam Leaves in the

Diet of African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Agrosearch*, 13(1), 1.
<https://doi.org/10.4314/agrosh.v13i1.1>

Barragán, A., Zannazzi, N., & Gorosito, A. (2017). Utilización de harinas vegetales para el desarrollo de dietas de pre-engorde y engorde de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(9), 1-15.

Cantor, F. (2007). *MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TILAPIA*. - PDF Free Download.
<https://docplayer.es/35165080-Manual-de-produccion-de-tilapia.html>

El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. (2020). FAO.
<https://doi.org/10.4060/ca9229es>

FAO. (2009). *FAO - Oreochromis niloticus*.
https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_niletilapia.htm

FAO. (2019). 2. *MEJORA DE LA CALIDAD DE AGUA EN LOS ESTANQUES*.
https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s02.htm

Francis, G., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2001). Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish.

Aquaculture, 199(3), 197-227. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00526-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00526-9)

Furuya, W. M., Silva, L. C. R., Neves, P. R., Botaro, D., Hayashi, C., Sakaguti, E. S., & Furuya, V. R. B. (2004). Exigência de metionina + cistina para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência Rural*, 34, 1933-1937. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000600041>

Madalla, N., Agbo, N. W., & Jauncey, K. (2013). *Evaluation of Aqueous Extracted Moringa Leaf Meal as a Protein Source for Nile Tilapia Juveniles*. 12(1).

Márquez, J., Salazar, D., & García, M. I. (2020). *Unidad de Estadísticas Agropecuarias*.

Milthon. (2016, noviembre 15). *Inclusión de hojas de moringa en la dieta de tilapia mejora la inmunidad—AquaHoy*. <https://aquahoy.com/inclusion-de-hojas-de-moringa-en-la-dieta-de-tilapia-mejora-la-inmunidad/>

Moringa. (s. f.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado 14 de noviembre de 2022, de <http://www.fao.org/traditional-crops/moringa/es/>

Richter, N., Siddhuraju, P., & Becker, K. (2003). Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile

tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture*, 217(1), 599-611.
[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00497-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00497-0)

Rivas-Vega, M. E., López-Pereira, J. L., Miranda-Baeza, A., & Sandoval-Muy, M. I. (2012). SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE SARDINA CON *Moringa oleifera* EN ALIMENTOS BALANCEADOS PARA JUVENILES DE TILAPIA (*Oreochromismossambicus* x *Oreochromisniloticus*) CULTIVADA EN AGUA DE MAR. *BIOtecnia*, 14(2), 3.
<https://doi.org/10.18633/bt.v14i2.117>

Rivera, P. H. P., & Castillo, W. J. B. (2012). *INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*.

Saavedra, M. (2006). *MANEJO DEL CULTIVO DE TILAPIA*.

Torres-Novoa, D. M., & Hurtado-Nery, V. L. (2012). *Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)*. 16(1).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092012000100007

Valente, L. M. P., Araújo, M., Batista, S., Peixoto, M. J., Sousa-Pinto, I., Brotas, V., Cunha, L. M., & Rema, P. (2016). Carotenoid deposition, flesh quality and immunological response of Nile tilapia fed increasing levels of IMTA-

cultivated *Ulva* spp. *Journal of Applied Phycology*, 28(1), 691-701.
<https://doi.org/10.1007/s10811-015-0590-9>

Valkyria, R. Z. A. (2022). *EFEECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE HOJAS DE MORINGA EN LA DIETA DEL CHAME (Dormitator latifrons)*.

Olaniyi C, Ajani N, Adetomi M. Growth performance and nutrient utilization of *Clarias gariepinus* fed Moringa Oleifera Leaf Meal. *Journal of Natural Sciences Research*. 2013; 3(8): p. 26-33.

Ornelas-Luna R, Aguilar-Palomino B, Hernández-Díaz A, Hinojosa-Larios JÁ, Godínez-Siordia DE. 2017. Un enfoque sustentable al cultivo de tilapia. *Acta Universitaria*; [consultado el 7 de jun. de 2021]. 27(5):19–25.
<https://www.redalyc.org/pdf/416/41653410003.pdf>.
doi:10.15174/au.2017.1231.

9 ANEXOS

Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	7538,15	2	3769,07	75,81	4,41E-23
Within groups:	7009,69	141	49,7141		Permutation p (n=99999)
Total:	14547,8	143			1E-05

Components of variance (only for random effects):

Var(group):	77,4866	Var(error):	49,7141	ICC:	0,609168
-------------	---------	-------------	---------	------	----------

ω^2 : 0,5096

Levene's test for homogeneity of variance, from means p (same): 2,242E-29

Levene's test, from medians p (same): 6,861E-26

Welch F test in the case of unequal variances: $F=446$, $df=72,44$, $p=1,904E-41$

Figura 12. Test de Levene para comprobar la homogeneidad

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peso final (g)	T1	12	18,56	12,30	16,13	0,36	0,9474
Peso final (g)	T2	12	18,65	12,40	16,75		
Peso final (g)	T3	12	17,48	11,23	15,63		
Peso final (g)	T4	12	20,54	13,51	18,50		

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Talla final (cm)	T1	12	9,52	2,04	9,13	1,55	0,6693
Talla final (cm)	T2	12	9,29	1,96	9,13		
Talla final (cm)	T3	12	9,25	1,70	9,38		
Talla final (cm)	T4	12	10,15	1,96	10,00		

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
FCA	T1	12	0,93	0,44	0,77	2,44	0,4866
FCA	T2	12	1,23	0,66	1,12		
FCA	T3	12	1,24	0,55	1,21		
FCA	T4	12	0,99	0,51	0,82		

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
%IEA	T1	12	125,67	44,52	132,21	2,44	0,4866
%IEA	T2	12	104,40	49,96	91,75		
%IEA	T3	12	99,63	49,72	82,99		
%IEA	T4	12	127,63	62,36	121,98		

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
SOBREVIVENCIA FINAL	T1	12	10,00	0,00	10,00	15,28	<0,0001
SOBREVIVENCIA FINAL	T2	12	8,42	1,08	8,00		
SOBREVIVENCIA FINAL	T3	12	9,08	1,08	9,50		
SOBREVIVENCIA FINAL	T4	12	10,00	0,00	10,00		

Figura 13. Pruebas de comparación de Kruskal Wallis

Tabla 7. Análisis del tratamiento 1

RÉPLICA 1									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	7	10	30	70	40	0,675	7,25
2	52,5	7	10,75	10	70	107,5	37,5	1,4	8,75
3	72,5625	10,75	22	10	107,5	220	112,5	0,645	10,5
4	132	22	36	10	220	360	140	0,94285714	12,75

RÉPLICA 2									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	5	10	30	50	20	1,35	6,5
2	37,5	5	9,25	10	50	92,5	42,5	0,88235294	8,5
3	62,4375	9,25	21,5	10	92,5	215	122,5	0,50969388	9,5
4	129	21,5	36,5	10	215	365	150	0,86	11,75

RÉPLICA 3									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	7,25	10	30	72,5	42,5	0,63529412	7,5
2	54,375	7,25	9	10	72,5	90	17,5	3,10714286	8,5
3	60,75	9	22	10	90	220	130	0,46730769	10,5
4	108	18	36,5	10	180	365	185	0,58378378	12,25

Tabla 8. Análisis biométricos del tratamiento 2

RÉPLICA 1									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	7	10	30	70	40	0,675	7,25
2	47,25	7	10,75	9	63	96,75	33,75	1,4	8,75
3	55,35	10,25	22	8	82	176	94	0,5888298	10,5
4	105,6	22	32	8	176	256	80	1,32	12,75

RÉPLICA 2									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	7,5	10	30	75	45	0,6	6,5
2	45	7,5	13,25	8	60	106	46	0,9782609	8,5
3	74,25	13,75	23,75	8	110	190	80	0,928125	9,5
4	114	23,75	45,5	8	190	364	174	0,6551724	11,75

RÉPLICA 3									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	5	10	30	50	20	1,35	7,25
2	30	5	8	8	40	64	24	1,25	8
3	37,8	8	20,25	7	56	141,75	85,75	0,4408163	9,5
4	85,05	20,25	28,75	7	141,75	201,25	59,5	1,4294118	11,25

Tabla 9. Análisis biométricos del tratamiento 3

RÉPLICA 1									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	7	10	30	70	40	0,675	7
2	52,5	7	10,25	10	70	102,5	32,5	1,6153846	8,5
3	69,1875	10,25	17,5	10	102,5	175	72,5	0,9543103	9,5
4	132	22	24,5	10	220	245	25	5,28	10

RÉPLICA 2									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	7,5	10	30	75	45	0,6	7,5
2	45	7,5	13,75	8	60	110	50	0,9	9,25
3	83,53125	13,75	23,75	9	123,75	213,75	90	0,928125	10,25
4	128,25	23,75	30	9	213,75	270	56,25	2,28	11

RÉPLICA 3									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	5	10	30	50	20	1,35	7,25
2	30	5	8	8	40	64	24	1,25	8
3	48,6	8	20,25	9	72	182,25	110,25	0,4408163	10
4	85,05	20,25	42,25	7	141,75	295,75	154	0,5522727	12,75

Tabla 10. Análisis biométricos del tratamiento 4

RÉPLICA 1									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	8	10	30	80	50	0,54	8
2	52,5	8	10,75	10	80	107,5	27,5	1,9090909	9
3	72,5625	10,25	22	10	102,5	220	117,5	0,6175532	11
4	132	22	37,75	10	220	377,5	157,5	0,8380952	13,5

RÉPLICA 2									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	6,25	10	30	62,5	32,5	0,8307692	7,75
2	46,875	6,25	9,25	10	62,5	92,5	30	1,5625	8,5
3	81	9,25	22,25	10	92,5	222,5	130	0,6230769	10,5
4	133,5	22,25	38,75	10	222,5	387,5	165	0,8090909	12,25

RÉPLICA 3									
Quincenas	Alimento suministrado cada 15 días (g)	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	sobrevivencia	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)	Biomasa total (g)	FCA	Talla final (cm)
1	27	3	5	10	30	50	20	1,35	8,25
2	37,5	5	15	10	50	150	100	0,375	9,5
3	101,25	15	30,5	10	150	305	155	0,6532258	10,75
4	183	30,5	41	10	305	410	105	1,7428571	12,75

Tabla 11. Alimento suministrado en el tratamiento 1

REPLICA 1									
CANTIDAD DE ALIMENTO									
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa		Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días	
1	10	3	30		1	30	6	1,8	27
2	10	7	70		2	70	5	3,5	52,5
3	10	10,75	107,5		3	107,5	4,5	4,8375	72,5625
4	10	22	220		4	220	4	8,8	132
REPLICA 2									
CANTIDAD DE ALIMENTO									
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa		Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días	
1	10	3	30		1	30	6	1,8	27
2	10	5	50		2	50	5	2,5	37,5
3	10	9,25	92,5		3	92,5	4,5	4,1625	62,4375
4	10	21,5	215		4	215	4	8,6	129
REPLICA 3									
CANTIDAD DE ALIMENTO									
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa		Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días	
1	10	3	30		1	30	6	1,8	27
2	10	7,25	72,5		2	72,5	5	3,625	54,375
3	10	9	90		3	90	4,5	4,05	60,75
4	10	18	180		4	180	4	7,2	108

Tabla 12. Alimento suministrado en el tratamiento 2

REPLICA 1							
				CANTIDAD DE ALIMENTO			
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa	Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días
1	10	3	30	1	30	6	1,8
2	9	7	63	2	63	5	3,15
3	8	10,25	82	3	82	4,5	3,69
4	8	22	176	4	176	4	7,04
REPLICA 2							
				CANTIDAD DE ALIMENTO			
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa	Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días
1	10	3	30	1	30	6	1,8
2	8	7,5	60	2	60	5	3
3	8	13,75	110	3	110	4,5	4,95
4	8	23,75	190	4	190	4	7,6
REPLICA 3							
				CANTIDAD DE ALIMENTO			
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa	Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días
1	10	3	30	1	30	6	1,8
2	8	5	40	2	40	5	2
3	7	8	56	3	56	4,5	2,52
4	7	20,25	141,75	4	141,75	4	5,67

Tabla 13. Alimento suministrado en el tratamiento 3

REPLICA 1								
				CANTIDAD DE ALIMENTO				
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa	Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días	
1	10	3	30	1	30	6	1,8	27
2	10	7	70	2	70	5	3,5	52,5
3	10	10,25	102,5	3	102,5	4,5	4,6125	69,1875
4	10	22	220	4	220	4	8,8	132

REPLICA 2								
				CANTIDAD DE ALIMENTO				
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa	Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días	
1	10	3	30	1	30	6	1,8	27
2	8	7,5	60	2	60	5	3	45
3	9	13,75	123,75	3	123,75	4,5	5,56875	83,53125
4	9	23,75	213,75	4	213,75	4	8,55	128,25

REPLICA 3								
				CANTIDAD DE ALIMENTO				
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa	Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días	
1	10	3	30	1	30	6	1,8	27
2	8	5	40	2	40	5	2	30
3	9	8	72	3	72	4,5	3,24	48,6
4	7	20,25	141,75	4	141,75	4	5,67	85,05

Tabla 14. Alimento suministrado en el tratamiento 4

REPLICA 1									
				CANTIDAD DE ALIMENTO					
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa		Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días	
1	10	3	30	1	30	6	1,8	27	
2	10	8	80	2	70	5	3,5	52,5	
3	10	10,25	102,5	3	107,5	4,5	4,8375	72,5625	
4	10	22	220	4	220	4	8,8	132	
REPLICA 2									
				CANTIDAD DE ALIMENTO					
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa		Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días	
1	10	3	30	1	30	6	1,8	27	
2	10	6,25	62,5	2	62,5	5	3,125	46,875	
3	10	12	120	3	120	4,5	5,4	81	
4	10	22,25	222,5	4	222,5	4	8,9	133,5	
REPLICA 3									
				CANTIDAD DE ALIMENTO					
quincenas	numero de organismos	peso (g)	Biomasa		Biomasa	Ración (% de biomasa al día)	Cantidad de alimento al día	Cantidad de alimento cada 15 días	
1	10	3	30	1	30	6	1,8	27	
2	10	5	50	2	50	5	2,5	37,5	
3	10	15	150	3	150	4,5	6,75	101,25	
4	10	30,5	305	4	305	4	12,2	183	

Tabla 15. Índice de eficiencia alimenticia de los tratamientos

Índice de eficiencia de alimentación

TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2		TRATAMIENTO 3		TRATAMIENTO 4	
R1		R1		R1		R1	
FCA	%IEA	FCA	%IEA	FCA	%IEA	FCA	%IEA
0,675	148,148148	0,675	148,148148	0,675	148,148148	0,54	185,185185
1,4	71,4285714	1,9626168	50,952381	1,6153846	61,9047619	1,9090909	52,3809524
0,645	155,03876	0,7435075	134,497641	0,9543103	104,787715	0,645	155,03876
0,94285714	106,060606	1,32	75,7575758	1,8857143	53,030303	0,8380952	119,318182

R2		R2		R2		R2	
FCA	%IEA	FCA	%IEA	FCA	%IEA	FCA	%IEA
1,35	74,0740741	0,6	166,666667	0,6	166,666667	0,8307692	120,37037
0,88235294	113,333333	1,8145161	55,1111111	1,1538462	86,6666667	1,5625	64
0,50969388	196,196196	0,928125	107,744108	1,2608491	79,3116349	0,6230769	160,493827
0,86	116,27907	0,6551724	152,631579	2,28	43,8596491	0,8090909	123,595506

R3		R3		R3		R3	
FCA	%IEA	FCA	%IEA	FCA	%IEA	FCA	%IEA
0,63529412	157,407407	1,35	74,0740741	1,35	74,0740741	1,35	74,0740741
1,97727273	50,5747126	2,6785714	37,3333333	1,7045455	58,6666667	0,375	266,666667
0,675	148,148148	0,555627	179,976852	0,4959184	201,646091	0,6532258	153,08642
0,58378378	171,296296	1,4294118	69,9588477	0,8563877	116,769547	1,7428571	57,3770492



Figura 16. Biometría de peces.



Figura 15. Manipulación de peces para su respectiva biometría.



Figura 14. Limpieza de unidades experimentales.



Figura 18. Ictimetro.



Figura 17. Instrumentos de medición para la calidad del agua.



Figura 19. Gramera digital.



Figura 22. Alimentos en diferentes porcentajes



Figura 21. Alevines de tilapia.



Figura 20. Harina de moringa.



Figura 24. Peso de tilapia.



Figura 23. Medición de tilapia.