



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

Evaluación de dieta balanceada con harina de vísceras rojas de pollo (*Gallus gallus domesticus*) y de harina de lenteja de agua (*Lemna minor*) para engorda de *Oreochromis* sp.

**LALANGUI ROMERO JULIANA KATHERINE
INGENIERA ACUICOLA**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

**Evaluación de dieta balanceada con harina de vísceras rojas de pollo
(*Gallus gallus domesticus*) y de harina de lenteja de agua (*Lemna
minor*) para engorda de *Oreochromis* sp.**

**LALANGUI ROMERO JULIANA KATHERINE
INGENIERA ACUICOLA**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Evaluación de dieta balanceada con harina de vísceras rojas de pollo (*Gallus gallus domesticus*) y de harina de lenteja de agua (*Lemna minor*) para engorda de *Oreochromis* sp.

**LALANGUI ROMERO JULIANA KATHERINE
INGENIERA ACUICOLA**

CUN JARAMILLO MILTON LUIS

**MACHALA
2024**

ELABORACIÓN DE DIETAS BALANCEADA CON HARINA DE VISCERASCROJAS DE POLLO GALLUS DOMESTICA Y DE LEMMA MINOR PARA ENGORDE DE OREOCHROMIS SP

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Yuniel Méndez, Yenny Torres, Yilian Pérez, Misleidi Romás, Edilmar Cortés. "Effect of duckweed meal dietary inclusion on growth performance and survival of African catfish fingerlings", Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, 2020

Publicación

<1%

2

Tonial, Ivane Benedetti, Debora Francielly Oliveira, Alexandre Rodrigo Coelho, Makoto Matsushita, Fabio Augusto Garcia Coró, Nilson Evelazio De Souza, and Jesui Vergilio Visentainer. "Quantification of Essential Fatty Acids and Assessment of the Nutritional Quality Indexes of Lipids in Tilapia Alevins and Juvenile Tilapia Fish (Oreochromis niloticus)", Journal of Food Research, 2014.

Publicación

<1%

3

CESAR MOLINA POVEDA. "Evaluación de varias fuentes de proteína vegetal en dietas

<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL


La que suscribe, LALANGUI ROMERO JULIANA KATHERINE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de dieta balanceada con harina de vísceras rojas de pollo (*Gallus gallus domesticus*) y de harina de lenteja de agua (*Lemna minor*) para engorda de *Oreochromis sp.*, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



LALANGUI ROMERO JULIANA KATHERINE

0706046851

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi querido padre, quien desde el cielo sigue siendo mi faro y guía, tu amor y enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi vida, y este logro es un homenaje a tu memoria. A mi abuela, por ser un ejemplo de amor y fortaleza, gracias por tus sabias palabras y abrazos cálidos que me han dado consuelo y confianza en cada momento de mi vida, a mi madre, por su amor incondicional, sacrificio, y por ser la roca sobre la que he construido mis sueños, tu apoyo y comprensión han sido fundamentales para alcanzar este objetivo, a mi hermana, por ser mi compañera de vida y mi mejor amiga, gracias por tu apoyo constante, tus risas y por compartir cada paso de este camino conmigo. A mi tío Miguel, por siempre motivarme y apoyarme en mis proyectos académico, gracias por creer en mí y por ser una fuente constante de inspiración. Finalmente, a mi amiga Nadia Otero, por su valiosa amistad desde el primer día en la universidad hasta el final de esta carrera, gracias por compartir este viaje conmigo y por estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos.

Juliana Katherine Lalangui Romero

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, Blgo. Milton Cun su orientación y apoyo constante han sido fundamentales para completar este trabajo, gracias por su paciencia, dedicación y por compartir su vasto conocimiento conmigo, su confianza en mi capacidad me ha motivado a esforzarme al máximo y superar los desafíos que se presentaron en el camino, sus valiosos consejos y su enfoque detallado han sido clave para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco también a la Universidad Técnica de Machala, mi alma mater, por brindarme la oportunidad de crecer personal y académicamente. Gracias a su comunidad académica por proporcionarme las herramientas necesarias y el ambiente adecuado para desarrollar mis habilidades. La formación recibida y las experiencias vividas en esta institución han sido fundamentales para mi crecimiento como profesional y como persona.

Mi más profundo agradecimiento a todos aquellos que han sido parte de mi formación académica y profesional. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

RESUMEN

La presente investigación se centra en la evaluación del impacto de una dieta balanceada, compuesta de harina de vísceras rojas de pollo y harina de lenteja de agua, sobre el crecimiento y la salud de *Oreochromis sp.*, un pez de gran importancia en la acuicultura. La investigación tiene como objetivo principal analizar cómo la formulación de estas dietas alternativas afecta el rendimiento de crecimiento, la eficiencia alimenticia y la calidad del agua, aspectos cruciales para una acuicultura sostenible. Se diseñó un experimento controlado durante un periodo de 10 semanas en el cual se aplicaron tres tratamientos dietéticos distintos: Tratamiento 1 (T1) consistió en un alimento comercial estándar; Tratamiento 2 (T2) utilizó un alimento elaborado a base de harina de vísceras rojas de pollo y lenteja de agua; y Tratamiento 3 (T3) ofreció una combinación equilibrada al 50% de los dos primeros alimentos. Cada tratamiento fue administrado a diferentes grupos de *Oreochromis sp.*, y se midieron indicadores de crecimiento, incluyendo la talla final promedio, el peso y el índice de conversión alimenticia. Los resultados indicaron que el Tratamiento 3 mostró un incremento en la talla final promedio y un aumento en la eficiencia alimenticia del 10% en comparación con el tratamiento comercial estándar (T1). Este hallazgo sugiere que la combinación de alimentos proporciona un equilibrio nutricional óptimo que mejora el crecimiento de los peces. Por otro lado, el Tratamiento 2 presentó una mejora en la hidroestabilidad de los pellets, demostrando mayor resistencia al desmoronamiento bajo condiciones de prueba a 28-30°C con agitación continua. En cuanto a los parámetros de calidad del agua, los niveles de pH y amonio fueron monitoreados semanalmente. Se observó que el pH en T1 permaneció relativamente estable, mientras que T2 y T3 experimentaron fluctuaciones más significativas, alcanzando un incremento del pH de hasta un 8% hacia el final del experimento. Los niveles de amonio oscilaron entre 0,5 y 1 ppm, siendo T1 y T3 los que mantuvieron un patrón de estabilidad más controlado,

mientras que T2 mostró un aumento significativo en la semana 9, lo cual puede implicar variaciones en la digestión o el metabolismo debido a la dieta experimental. La investigación concluye que el uso de harina de vísceras rojas de pollo y lenteja de agua en las dietas de *Oreochromis sp.* no solo es viable, sino también beneficioso para mejorar el rendimiento del crecimiento. No obstante, el manejo adecuado de la calidad del agua sigue siendo esencial para maximizar estos beneficios. Este estudio aporta una valiosa perspectiva sobre la utilización de ingredientes alternativos en la formulación de dietas para peces, promoviendo prácticas de acuicultura más sostenibles y eficientes. Este trabajo sugiere la necesidad de futuras investigaciones que evalúen a largo plazo el impacto de estas dietas en la salud general de los peces y su viabilidad económica en escalas comerciales.

Palabras clave: Tratamiento, experimento, alimento, hidroestabilidad, lenteja de agua, sostenibilidad.

ABSTRACT

This thesis investigates the impact of an experimental diet composed of chicken red offal meal and duckweed meal on the growth and health of *Oreochromis sp.*, a fish species of significant importance in aquaculture. The primary objective of this study is to analyze how these alternative diets affect growth performance, feed efficiency, and water quality, which are crucial aspects of sustainable aquaculture practices. A controlled experiment was conducted over 10 weeks, employing three different dietary treatments: Treatment 1 (T1), consisting of a standard commercial feed; Treatment 2 (T2), utilizing a feed made from chicken red offal and duckweed meal; and Treatment 3 (T3), offering a balanced combination of both feeds at 50%. Growth indicators such as final average length, weight, and feed conversion ratio were evaluated, along with water quality parameters including pH and ammonium levels. The results showed that Treatment 3 had a 10% increase in growth efficiency compared to T1, suggesting that the combined diet provides an optimal nutritional balance that enhances fish growth. Additionally, T2 demonstrated a significant improvement in pellet water stability, indicating that the experimental feed formulation offers superior resistance to disintegration under test conditions at 28-30°C with agitation. Regarding water quality, the pH remained more stable in T1, while T2 and T3 experienced variations of up to 8% towards the end of the experiment. Ammonium levels fluctuated between 0.5 and 1 ppm across the three treatments, with T1 and T3 displaying more controlled stability patterns, whereas T2 showed a significant increase in week 9. These fluctuations may indicate variations in fish digestion or metabolism due to the experimental diet. The study concludes that incorporating chicken red offal meal and duckweed meal into the diets of *Oreochromis sp.* is beneficial for growth performance, although careful water quality

management is necessary to maximize these benefits. This study provides valuable insights into the use of alternative ingredients in fish feed formulation, promoting more sustainable aquaculture practices.

Future research should focus on evaluating the long-term impacts of these diets on fish health and their economic viability at commercial scales.

Keywords: Treatment, experiment, Food, Hydrostability, Duckweed, Sustainability

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3	OBJETIVOS.....	5
1.3.1	Objetivo General	5
1.3.2	Objetivos Específicos	5
1.4	Hipótesis.....	6
2	MARCO TEÓRICO	7
2.1	Materias Primas en la Producción de Alimentos Acuícolas	7
2.1.1	Lenteja de Agua.	7
2.1.2	Importancia de la Lenteja de Agua	8
2.1.3	Reproducción de la Lenteja de Agua	8
2.1.4	Harina de Lenteja de Agua.....	9
2.2	Vísceras de Pollo.....	10
2.2.1	Importancia de Utilizar las Vísceras de Pollo	10
2.2.2	Harina de Vísceras de Pollo	11
2.3	Uso de la Harina de Soja (<i>Glycine max</i>)	12
2.4	Uso de Extracto de Ajo (<i>Allium sativum</i>)	13
2.5	Aceite de Pescado.....	13

2.6	Aglutinante	14
2.7	Características del Alimento	14
2.7.1	Pelletización y Extrusión.....	14
2.7.2	Hidroestabilidad	14
2.7.3	Palatabilidad	15
2.8	Especie	15
2.8.1	Cultivo de Tilapia en el Ecuador.....	15
2.8.2	Descripción Taxonómica.....	16
1.1.3.	Morfología Externa	16
2.8.3	Crecimiento	17
2.8.4	Hábitos Alimenticios.....	17
2.8.5	Alimentación.....	18
2.8.6	Horas de Alimentación.....	18
2.8.7	Fuente de Agua, Cantidad y Calidad.....	19
2.9	Condiciones y Parámetros de Cultivo	19
2.9.1	Oxígeno disuelto (O ₂).....	19
2.9.2	Temperatura	20
2.9.3	Dióxido de Carbono	21
2.9.4	pH.....	21
2.9.5	Compuestos Nitrogenados.....	22

2.9.6	Salinidad.....	22
2.10	Componentes Fundamentales en la Formulación de Dietas	23
2.10.1	Proteínas	23
2.10.2	Grasas	24
2.10.3	Fibra	24
2.10.4	Vitaminas	24
2.11	Alimento para Peces Dulceacuícolas.....	25
2.11.1	Características de los Alimentos Balanceados Artificiales	25
2.11.2	Requerimientos Nutricionales de Organismos Cultivados.....	25
2.11.3	Requerimientos de Proteínas y Aminoácidos Esenciales.....	26
2.11.4	Requerimientos de Lípidos.....	26
2.11.5	Requerimientos de Carbohidratos.	27
2.11.6	Requerimientos de Vitaminas y Minerales	27
3	MATERIALES Y METODOS	29
3.1	Área de Estudio.....	29
3.2	Materiales	29
3.2.1	Equipos / Instrumentos.....	29
3.2.2	Insumos Biológicos.....	30
3.3	Metodología de Acuerdo al Trabajo de Investigación.	30
3.3.1	Investigación Aplicada.....	30

3.3.2	Investigación Cuantitativa.....	31
3.3.3	Investigación Experimental.....	31
3.4	Diseño Experimental.....	31
3.4.1	Modelo del Diseño Experimental.....	32
3.4.2	Acondicionamiento de las Unidades Experimentales	33
3.4.3	Obtención de los Organismos Acuáticos	34
3.4.4	Obtención de la Materia Prima Animal y Vegetal	34
3.4.5	Obtención del Balanceado Comercial.....	37
3.5	Formulación para la Elaboración del Alimento Balanceado.....	37
3.6	Procedimiento de Elaboración del Alimento Balanceado.....	38
3.7	Prueba de Hidroestabilidad	39
3.8	Análisis Bromatológico.....	40
3.9	Preparación del Alimento Combinado (Mix).....	40
3.10	Dosis de Alimentación.....	41
3.11	Obtención de Datos	41
3.11.1	Peso y Talla	41
3.11.2	Lectura de pH y temperatura.....	42
3.11.3	Lectura de amonio.....	42
3.11.4	Procesamiento de datos obtenidos.....	42
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43

4.1	Evaluación de los Resultados Experimentales.....	43
4.1.1	Respuesta de los Especímenes	43
4.1.2	Prueba de hidroestabilidad del alimento	43
4.1.3	Crecimiento Semanal de la Biomasa durante el Experimento.....	43
4.1.4	Incremento de peso observado cada semana.....	44
4.1.5	Incremento en la talla promedio.....	45
4.2	Factor de conversión alimenticia (FCA)	47
4.2.1	Comparación de la Eficiencia entre Tratamientos en el Peso del Organismo. 47	
4.2.2	Comparación de la Eficiencia entre Tratamientos en la Talla del Organismo. 48	
4.2.3	Fluctuación del pH a lo largo del experimento.	49
4.2.4	Comportamiento de la Temperatura durante el tiempo del Experimento.	51
4.2.5	Comportamiento del Amonio durante el Tiempo de Experimento	53
4.3	Discusión.....	54
4.3.1	Evaluación del Porcentaje Proteico para <i>Oreochromis</i> sp.	54
4.4	Eficiencia de la Prueba de Hidroestabilidad.	55
4.5	Comparación de la Eficiencia entre Tratamientos en el Peso y Talla del Organismo 56	
4.6	Comparación de los Parámetros pH, Temperatura.....	59

4.7	Control de Amonio.....	60
5	CONCLUSIONES	62
6	RECOMENDACIONES	64
7	ANEXOS.....	78

INDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
<i>1. Composición química de diversas especies de la familia Lemnaceae.....</i>	<i>10</i>
<i>2. Valoración nutricional de la harina de vísceras de pollo. (Gallus gallus domesticus)</i>	<i>12</i>
<i>3. Composición química de la harina de Soja.</i>	<i>13</i>
<i>4. Descripción taxonómica de la especie tilapia roja (Oreochromis sp).</i>	<i>16</i>
<i>5. Efecto de las diferentes concentraciones de oxígeno (O2) sobre las tilapias.</i>	<i>20</i>
<i>6. Componentes fundamentales en la alimentación de la tilapia.</i>	<i>24</i>
<i>7. Tratamientos y formulación.....</i>	<i>32</i>
<i>8. Diseño experimental.</i>	<i>32</i>
<i>9. Características de la unidad experimental.....</i>	<i>33</i>
<i>10. Composición nutricional del balanceado comercial.....</i>	<i>37</i>
<i>11. Composición nutricional de las harinas para la elaboración de la dieta balanceada.</i>	<i>38</i>
<i>12. Parámetros a evaluar</i>	<i>41</i>
<i>13. Estabilidad de los tratamientos durante la prueba de hidroestabilidad durante 60 minutos. 43</i>	
<i>14. Biomasa de los organismos (Oreochromis sp) en gramos.</i>	<i>44</i>
<i>15. Peso promedio semanal de Oreochromis sp. expresada en gramos.</i>	<i>45</i>
<i>16. Talla promedio obtenida por los organismos (Oreochromis sp.) expresada en centímetros 46</i>	
<i>17. FCA de los tratamientos en la semana 10.</i>	<i>47</i>
<i>18. Eficiencia de tratamientos en relación al peso en (Oreochromis sp.).....</i>	<i>48</i>
<i>19. Eficiencia de los tratamientos en relación a la talla en (Oreochromis sp).....</i>	<i>49</i>

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración	Pág.
<i>1. Ubicación del proyecto.</i>	29
<i>2. Aleatorización de los tratamientos</i>	33
<i>3. Diagrama de método de deshidratación y fabricación del alimento a base de Harina de vísceras rojas de pollo.</i>	34
<i>4. Diagrama de la elaboración de Harina de Lemna minor.</i>	36
<i>5. Gráfico de eficiencia de tratamiento con relación al peso.</i>	48
<i>6. Gráfico de eficiencia de tratamiento con relación al crecimiento longitudinal</i>	49
<i>7. Gráfico de eficiencia de tratamiento con relación al crecimiento longitudinal</i>	49
<i>8. Gráfico de la fluctuación del pH en la mañana</i>	50
<i>9. Comportamiento de la temperatura en la mañana (07h00)</i>	52
<i>10. Comportamiento de la temperatura en la tarde (16:00H)</i>	53
<i>11. Comportamiento de amonio (ppm)</i>	54

ANEXOS

Anexo	Pág.
1. <i>Lemna minor</i> seca.....	78
2. <i>Lemna minor</i> en horno de secado.....	78
3. Harina de vísceras rojas de <i>G. gallus domesticus</i>	79
4. Mezcla de harinas.....	79
5. Harina de <i>lemna minor</i>	80
6. Peso de <i>Oreochromis sp.</i>	80
7. Medición de amonio en los tratamientos.....	81
8. Medición de pH y temperatura.	81
9. Prueba de hidroestabilidad.....	82

1 INTRODUCCIÓN

La actividad piscícola a nivel mundial está creciendo drásticamente debido a la creciente demanda de alimento en la sociedad. Sin embargo, el contenido proteico del alimento para peces está agotándose en las fuentes tradicionales, lo que hace necesario la búsqueda de suplementos nutricionales alternativos que puedan ser suministrados por las especies, sin causar alteraciones del medio ambiente, ni sobreexplotación de recursos.

La tilapia (*Oreochromis sp.*), conocida por su adaptabilidad y rápido crecimiento, se ha establecido como una especie clave en la acuicultura mundial. (Rincón *et al.*, 2012). Sin embargo, la dependencia de harinas de pescado tradicionales en su alimentación plantea preocupaciones ecológicas y económicas.

La actividad acuícola y piscícola son dos fuentes que generan trabajo y alimento, sobreexplotando especies como la Anchoqueta peruana (*Engraulis ringens*) para la elaboración de dietas balanceadas, no obstante, esto ha causado una fuerte presión pesquera para esta especie debido a la explotación excesiva, se ha reducido drásticamente la población de esta especie en los hábitats marinos, siendo la materia prima más esencial para la elaboración de alimento para actividades camaroneras, piscícolas y granjas avícolas, donde es un porcentaje del 50% de costo de producción en cultivos intensivos para la elaboración de la harina de pescado (Roma, 2016).

Como futuro profesional el interés que he proyectado en dar un alimento a la especie en cautiverio *Oreochromis sp.*, utilizando alternativas nutricionales que sean tanto eficaces como sostenibles de productos no convencionales de proteína: harina de vísceras rojas de pollo (*Gallus gallus domesticus*) y harina de lenteja de agua (*Lemna minor*), la elección de estos ingredientes se basa en su potencial nutricional y en la búsqueda de aprovechar subproductos

de la industria avícola, así como recursos vegetales de rápido crecimiento. Las vísceras rojas de pollo, a menudo subutilizadas, representan una fuente rica en proteínas y aminoácidos esenciales. Por otro lado, la lenteja de agua es una planta acuática con un perfil nutricional prometedor y una tasa de crecimiento excepcional, lo que la convierte en un candidato atractivo para la alimentación acuícola sostenible. La presente investigación se llevó a cabo mediante el método de diseño experimental completamente al azar, a través de estudios y análisis de la especie en los tratamientos, así mismo se profundizará la investigación utilizando información obtenida de artículos científicos que brinden mayor relevancia al estudio, se utilizará la técnica de observación, permitiendo tomar la información para analizar procesos a lo largo del estudio, especificando las conclusiones obtenidas y determinar si se cumplió con los objetivos planeados.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema que observamos como futuros profesionales en la acuicultura es el incremento de los costos de producción de los alimentos balanceados para peces. Este aumento está siendo impulsado por la dependencia de un número limitado de especies marinas, como la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*), utilizada como materia prima principal para la elaboración de harina de pescado. La sobreexplotación de esta especie no solo está encareciendo su costo, sino que también está generando impactos negativos en el ambiente marino debido a la reducción de las poblaciones naturales. Además, el crecimiento de las áreas productivas y las densidades de siembra en la acuicultura ha incrementado la demanda de harina de pescado, lo que exacerba aún más la escasez de las especies utilizadas como materia prima. Esto, a su vez, ha llevado a un significativo aumento de los costos de producción de las dietas balanceadas, presentando un desafío crítico para la sostenibilidad económica y ambiental de la industria acuícola.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La búsqueda de alternativas sostenibles en la alimentación acuícola es crucial para el futuro de la industria. El uso de harinas de origen animal y vegetal provenientes de especies no tradicionales representa una opción prometedora para reemplazar ingredientes convencionales que están siendo sobreexplotados. Esta alternativa beneficiaría tanto al ambiente marino como a la producción en cautiverio

La elaboración de dietas balanceadas utilizando harina de vísceras rojas de pollo y harina de lenteja de agua podría minimizar el uso excesivo de la harina de pescado. Estas nuevas formulaciones son de gran importancia para la acuicultura y la piscicultura, ya que buscan optimizar el crecimiento y rendimiento de los organismos acuáticos en cultivo, además de mejorar la calidad de las dietas, particularmente en aspectos como la hidroestabilidad.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 *Objetivo General*

Evaluar una dieta balanceada a base de harina de vísceras rojas de pollo (*Gallus gallus domesticus*) y harina de lenteja de agua (*Lemna minor*) en el crecimiento de Tilapia roja. (*Oreochromis sp.*)

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Obtener una dieta balanceada con harinas de origen animal y vegetal que cumpla la prueba de hidroestabilidad en relación a las características alimenticias del pez.
- Comparar la eficiencia alimenticia de una dieta artificial de acuerdo al porcentaje de proteína frente a un alimento comercial, en ganancia de peso y longitud de los organismos.
- Monitorear los parámetros pH, temperatura y amonio en el agua, durante el tiempo de cultivo de *Oreochromis sp.*

1.4 Hipótesis

Mediante el uso de nuevos subproductos como son: las harinas de vísceras rojas de pollo y lenteja de agua, se generaría beneficios nutricionales en la dieta balanceada, menorando costos de producción y la reducción de impactos negativos.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Materias Primas en la Producción de Alimentos Acuícolas

La formulación de alimentos acuícolas juega un papel crucial en la industria de la piscicultura, ya que afecta directamente la salud, el crecimiento y la calidad del producto final. Para lograr dietas balanceadas y eficientes, se emplean una variedad de materias primas que pueden clasificarse principalmente en insumos de origen vegetal y animal.

2.1.1 *Lenteja de Agua.*

La *Lemna minor* es una planta acuática angiosperma (plantas con flores), monocotiledóneas es miembro de la familia *Lemnaceae*. Su cuerpo vegetativo tiene una morfología taloide, lo que significa que el tallo y las hojas no se diferencian entre sí. Tiene una única raíz blanca, esbelta y una estructura plana, de color verde. Las diferentes interpretaciones del talo han incluido tallo modificado, hoja o parcialmente tallo. Según algunos escritores, el talo se parece a una hoja modificada que cumple las funciones del tallo, la hoja y el eje florífero (Arroyave, 2004).

Las lentejas de agua llegan a alcanzar de 2 a 4 mm de largo y 2 mm de ancho, son muy pequeñas. Pertenece al grupo de especies de angiospermas que se encuentran entre las más pequeñas del reino vegetal. Se dice que la planta *Wolffia*, que está relacionada con la lenteja de agua, es la planta con flores más pequeña de la Tierra. Su cuerpo mide solo 0,6 mm de largo y 0,2 mm de ancho, y su pequeño fruto mide solo 0,3 mm de largo y 70 mg de peso (Arroyave, 2004).

La lenteja de agua monoica es una planta con flores unisexuales. Un solo estambre forma las flores masculinas, mientras que un solo carpelo forma el pistilo en las flores femeninas. No hay perianto. La fisura en el borde de la hoja, dentro de una bráctea conocida como espata que

es especialmente frecuente en las especies del orden de los arales, es donde se crean las flores. El fruto tiene de una a cuatro semillas (Arroyave, 2004).

2.1.2 Importancia de la Lenteja de Agua

Debido a que toda la planta está compuesta de tejido no estructural metabólicamente activo, las Lemnas tienen un alto valor nutricional. Los insectos y bacterias en el manto también afectan el valor nutricional, pero la mayoría de los estudios carecen de la información necesaria. Esta circunstancia puede ser una de las variables que inciden en los distintos resultados obtenidos. Dado que el rango declarado para el contenido de proteínas es de 13,09 a 41,00 %, es muy variable. La diferencia en el contenido de proteínas también se debe a la interacción de la materia orgánica, la duración de la retención, las concentraciones de amonio y la tasa de biodegradación del lodo parcialmente asentado en el fondo del estanque (Córdoba *et al.*, 2010).

Señalan que un alto nivel de proteína sugiere una gran capacidad para asimilar nitrógeno, que es una cualidad crucial para posibles aplicaciones. Se parecen mucho al perfil de aminoácidos de la proteína animal y tienen un perfil mucho mejor que otras proteínas de origen vegetal. Dado que la arginina es uno de los aminoácidos clave necesarios para la alimentación de algunos peces, además, es un suministro fantástico de este aminoácido. El género *Spirodela* tiene la mayor concentración de fibra, lo que tiene un efecto en la digestión y puede ser un inconveniente en comparación con las fuentes de proteínas tradicionales. El contenido de fibra oscila entre el 6,9 y el 11,70% (Zetina, 2010).

2.1.3 Reproducción de la Lenteja de Agua

La reproducción más común de esta planta es asexual por gemación, en los márgenes basales, crece un pequeño brote que separa la planta madre para producir una nueva

planta. Sin embargo, las plantas agregadas, se llegan a encontrar formando grupos que con frecuencia son de dos a cuatro individuos (Arroyave, 2004).

2.1.4 Harina de Lenteja de Agua

La harina de lenteja de agua, que contiene 48% de proteína y 5% de grasa y es particularmente digerible para los peces, se puede producir a razón de 30 toneladas por hectárea al año. El rendimiento en todos los grupos de especies acuáticas suplementadas en las dietas con harina de *Lemna* aumentó en un 10 %. Se ha demostrado que en *Oreochromis aureus* una especie que ha mejorado con éxito en esta área, sin embargo, numerosos estudios en esta especie han revelado que cuando se administran suplementos proteicos considerables, no demuestran un cambio en lo que respecta al crecimiento. Hasta el 30% del alimento para peces puede complementarse simplemente con la harina lenteja de agua; los únicos efectos secundarios son un mejor rendimiento y menores gastos. (TP, 2019).

Para desarrollar una dieta balanceada y eficiente en el engorde de *Oreochromis sp.*, es fundamental conocer la composición nutricional de las diferentes fuentes de alimento potenciales. Las plantas acuáticas como la lenteja de agua (*Lemna sp.*) y otras especies han demostrado ser una fuente prometedora de nutrientes esenciales para los peces. La Tabla 1 presenta un resumen de la composición nutricional de varias especies de plantas acuáticas, destacando el contenido de materia seca, proteína bruta, extracto etéreo, cenizas, extracto libre de nitrógeno, fibra bruta y energía bruta. Estos datos han sido recopilados de diferentes estudios de Zetina *et al.*, (2010) los cuales proporcionan una visión integral de las características nutricionales de estas plantas, permitiendo así evaluar su potencial uso en la formulación de dietas para peces.

Tabla 1: Composición química de diversas especies de la familia Lemnaceae.

SP	MS	PC	EE	CEN	ELN	FB	EB	Fuente
A	-	28,0	5,0	25,0	32,0	10,0	3,8	Kalita <i>et al.</i> , (2007)
A	89,7	33,8	3,2	15,9	-	-	4,3	Schneider <i>et al.</i> , (2004)
A	87,3	41,0	4,4	16,2	-	9,4	5,0	El-Shafai <i>et al.</i> , (2004)
B	67,5	18,6	1,5	2,5	-	11,0	2,8	Bairagi <i>et al.</i> , (2002)
C	89,0	27,8	1,1	24,2	35,8	11,1	4,8	Gutierrez <i>et al.</i> , (2001)
D	-	20,4	4,6	15,9	-	11,6	-	Chareontesprasit y Jiwyang (2001)
B	-	25,0	2,9	15,3	45,4	11,4	3,6	Fasakin (1999)
B	90,8	29,8	12,3	10,5	17,5	20,7	-	Fasakin <i>et al.</i> , (1999)
B	-	35,8	3,1	17,6	-	11,2	-	Cui <i>et al.</i> , (1994)
E	-	25,3	4,5	18,3	-	7,6	-	-
E	-	29,3	4,9	15,4	-	6,9	-	-
B	-	23,8	3,8	16,1	-	11,7	-	-
F	89,9	13,1	2,3	14,1	16,9	-	-	Brown <i>et al.</i> , (1990)
C	-	25,2	4,7	13,7	-	9,4	-	Rusoff <i>et al.</i> , (1980)
G	-	28,7	5,5	15,2	-	9,2	-	-
B	-	29,1	4,5	17,1	-	8,8	-	-
H	-	36,5	6,6	14,0	-	3,6	-	-

Fuente: (Zetina *et al.*, 2010)

2.2 Visceras de Pollo

El valor nutricional de las vísceras de pollo, un subproducto con un contenido proteico del 57 %, depende de las condiciones de fabricación. Las vísceras de pollo tienen un buen valor nutricional debido a la composición nutricional de calidad y cantidad de proteínas, su uso en la alimentación animal en combinación con otras fuentes de energía ha producido resultados favorables para la productividad de cría animal (Vera Chiquito, 2021).

2.2.1 Importancia de Utilizar las Visceras de Pollo

Una alternativa para la alimentación de animales a partir de 30 kg de peso vivo es la tripa de pollo cocida, los desechos de la matanza se procesan con frecuencia o se utilizan directamente como alimento para animales. En algunas áreas, los desechos de matanza mezclados o calentados se proporcionan como complemento, de esta manera se produce un ahorro en torno a los alimentos balanceados comerciales (Vera Chiquito, 2021).

2.2.2 Harina de Visceras de Pollo

Un producto conocido como harina de vísceras de aves se elabora cuando se cocinan subproductos de la matanza de aves, como carne, vísceras, cabezas y patas. Las materias primas se recolectan en instalaciones bajo la supervisión de organismos calificados, en su formulación se incluyen antioxidantes para detener la oxidación de los lípidos actuales, y el procesamiento se realiza de acuerdo con los requisitos del Ministerio de Agricultura (Peña *et al.*, 2020).

Es un producto que presenta ventajas en la formulación de alimentos para animales y permite un mejor aprovechamiento de la relación costo-beneficio por sus propiedades nutricionales (contiene proteínas y lípidos). La elaboración de dietas balanceadas para animales no rumiantes utiliza harina de vísceras de aves, que se comercializa en envases de 50 kg o al granel con un nivel de proteína de 57% (Calle, 2013).

En el diseño de dietas acuícolas, la selección de ingredientes con un perfil nutricional adecuado es crucial para maximizar el crecimiento y la salud de los peces. Uno de los aspectos más críticos es la proporción de nutrientes esenciales como la proteína bruta, el extracto etéreo y la energía metabolizable. La tabla 2 a continuación detalla la composición nutricional de un ingrediente potencial para la dieta acuícola, analizado por Cumpa (2008), este análisis proporciona información valiosa sobre el valor nutricional de la harina de vísceras de pollo, lo cual es esencial para formular dietas equilibradas y eficientes.

Tabla 2: Valoración nutricional de la harina de vísceras de pollo. (*G. gallus domesticus*)

Variables	Cantidad (%)
Proteína bruta	66,94
Extracto etéreo	21,19
Fibra cruda	0,00
Humedad	8,61
Cenizas	3,22
E.L.N.	0,04
EM (Kcal/Kg)	3259
Lisina	3,35
Methionine	1,10
Metionina+Cistina	2,02
Calcio	1,01
Fosforo Disponible	0,52

Fuente: (Cumpa, 2008)

2.3 Uso de la Harina de Soja (*Glycine max*)

El uso de esta harina está enfocado principalmente para alimentación de especies de peces omnívoros en ambientes dulceacuícolas y es uno de los principales componentes en los piensos de estas especies llegando a conformar entre 50-60% total de los mismos, entre sus riquezas nutricionales se destacan su alto contenido de proteína bruta (35-49%), contenido de fibra normal (3,4%), composición mejor equilibrada y suplementaria de aminoácidos más su digestibilidad nutricional considerable (Gatlin, 2009).

Se ha reportado que en dietas alimenticias las cuales contenían reemplazo del 30% de harina de soja por harina de pescado, se obtuvieron ganancias de peso, eficiencias de alimentación, eficiencias de digestibilidad de proteínas, entre otras, aunque se destaca que, el aprovechamiento de lípidos es mayor en estos organismos a diferencia de los alimentados con otras harinas comerciales (Mantilla, 2021).

La tabla a continuación presenta una evaluación detallada de los componentes nutricionales de la harina de soja, destacando su aporte en grasas, proteínas, cenizas, fibras dietéticas totales e

hidratos de carbono. Los datos mostrados en la tabla fueron recopilados y analizados por (Ballat, 2014)

Tabla 3: Composición química de la harina de Soja.

Harina	Grasas (%)	Proteínas (%)	Cenizas (%)	Fibras dietéticas totales (FDT) (%) (*)	Hidratos de carbono (HC) (%) (*)
Soja	23,5	49,0	4,2	13,3	9,8

Fuente: (Ballat, 2014)

2.4 Uso de Extracto de Ajo (*Allium sativum*)

La aplicación de extracto de *A. sativum* en piensos alimenticios para organismos acuáticos tiene relevancia por la capacidad que tiene como inmunoestimulante sobre los mismos, se mencionan muchos beneficios en el cultivo de peces, entre ellos destacan: mejoramiento de apetito y capacidad inmunológica; disminución de estrés y mayor sobrevivencia. Así mismo, Arciniegas (2014) reporta que la adición de 5 gramos de pasta ajo por cada kilogramo de alimento en alevines de Tilapia roja (*Oreochromis sp*) tiene influencia en el mejoramiento del crecimiento somático y longitudinal, además de obtenerse porcentajes de sobrevivencia considerables durante el periodo de cultivo. Del mismo modo, Rynkowski (2010) menciona que suministrando a razón del 3% de adición de pasta de ajo de la cantidad de alimento total presenta algunos efectos positivos, principalmente una conversión elevada del alimento, buenas sobrevivencias durante el cultivo y algunos beneficios destacables a nivel fisiológico en el pez *O. niloticus*.

2.5 Aceite de Pescado

El aceite de pescado es un ingrediente ampliamente utilizado en la formulación de balanceados para tilapias debido a su alto contenido de ácidos grasos omega-3 y omega-6, así como a su perfil lipídico beneficioso. El aceite de pescado es la fuente primordial y más efectiva de lípidos en alimentos para la acuicultura debido a su contenido de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente los ácidos grasos altamente insaturados (conocidos como HUFA por sus siglas en

inglés) de la serie omega-3, tales como el ácido eicosapentaenoico y el ácido docosahexaenoico (García *et al.*, 2010).

2.6 Aglutinante

En una formulación de alimento balanceado los pegantes hacen referencia a los aglutinantes que se agregaran a la formulación, estos ayudan a mantener la forma del alimento, especialmente durante el proceso de producción, como la extrusión o peletización, y evitan que se desintegre fácilmente (Bortone, 2002). La gelatina se utiliza como aglutinante en la formulación de balanceados acuícolas para camarones debido a su capacidad para proporcionar cohesión a los ingredientes y mantener la integridad de los pellets durante el proceso de producción. Al añadir gelatina a la mezcla de ingredientes, se facilita la formación de pellets o gránulos que son más resistentes al desmoronamiento y tienen una mejor durabilidad en el agua. (Cruz, *et al.*, 2006).

2.7 Características del Alimento

2.7.1 Pelletización y Extrusión

De acuerdo con Cruz, *et al.*, (2015) los métodos mas importantes para producir alimentos para peces son la pelletizacion y la extrusion. Estas tecnicas requieren etapas basicas como molienda, mezclado, preacondicionamiento, pelletizado y secado, y son eseciales para lograr que los alimentos obtengan la flotabilidad adecuada, mejorar digestibilidad y reducir factores antinutricionales.

2.7.2 Hidroestabilidad

El alimento óptimo para los organismos como *Oreochromis sp* deben presentar dos características físicas importantes: una muy buena capacidad para mantenerse en la superficie del agua y una relevante resistencia a la desintegración cuando están sumergidos, un buen “pellet”

flotante para tilapia debe tener alrededor de 95 y 100% de flotabilidad durante un lapso de tiempo de seis a ocho horas en el agua sin perder su integridad física (Oquist, 1999).

2.7.3 Palatabilidad

La palatabilidad se define como una propiedad del alimento que facilita la selección preferencial por parte de los animales durante el consumo, promoviendo la ingestión del alimento específico en comparación con alternativas disponible (Plata, *et al.*, 2009).

2.8 Especie

La tilapia es un pez omnívoro que se alimenta de todo lo que encuentra en el agua que le sirva de alimento como: algas microscópicas, insectos, frutas, y otra amplia gama de alimentos naturales, pero, además se adapta fácilmente al consumo de alimento concentrado, lo que facilita aún más su cultivo consiguiendo altas producciones en un corto plazo y excelentes rendimientos en carne de pescado. (Ornelas *et al.*, 2017).

2.8.1 Cultivo de Tilapia en el Ecuador

El cultivo de tilapia en el Ecuador comenzó aproximadamente en 1995 incentivado especialmente por los miles de hectáreas de piscinas de camarónicas que fueron abandonadas después del brote del Síndrome de Taura, en donde la infraestructura estas piscinas facilitó la introducción del cultivo de la tilapia roja, intensificándose en el año 2000. Esta especie es más resistente y es una de las más cultivada en todo el mundo, han incrementado su producción a un 20% en los últimos 10 años (Delfini, 2010).

La tilapia ecuatoriana obtuvo el 45 % de todo el mercado estadounidense pero conforme han pasado los años este mercado se ha ido decayendo debido a que el sector camaronero recuperó su estabilidad y dejaron atrás a este cultivo porque su crecimiento era lento y aun no hay la tecnificación completa para implementar este cultivo en nuestro país (Jacome *et al.*, 2019).

2.8.2 Descripción Taxonómica

Tilapia es un género de peces cíclidos endémicos de hábitats de agua dulce en el Sudáfrica. En el pasado este fue género muy grande de especies, incluyendo todas aquellas especies con el nombre común de tilapia, pero se descubrió que era un género parafilético, por lo que se realizó una reorganización de sus especies, basada en su sistemática, por lo que hoy en día la gran mayoría de dichas especies se sitúan en otros géneros de la misma familia (Rahman et al., 2021; Yilmaz, 2019). La tabla 4 presenta la clasificación taxonómica detallada del género *Oreochromis sp.*, que es de gran importancia en el estudio de la acuicultura debido a su relevancia económica y ecológica.

Tabla 4: Descripción taxonómica de la especie tilapia roja (*Oreochromis sp.*).

Phylum	Vertebrata
Sub Phylum	Create
Superclase	Gnostomata
Serie	Piscis
Clase	Teleostei
Subclass	Actinoptergii
Orden	Perciformes
Suborder	Percoidei
Familia	Cichlidae
Género	Oreochromis
Especie	<i>Oreochromis sp</i>

Fuente: (Arboleda *et al.*, 2021)

1.1.3. Morfología Externa

Presenta un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido y discoidal, raramente alargado. La boca es protractil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos (Wang et al., 2023).

Para su locomoción poseen aletas pares e impares. Las aletas pares las constituyen las pectorales y las ventrales; las impares están constituidas por las aletas dorsales, la caudal y la anal. La parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta, consta de varias espinas y la parte terminal de radios suaves, disponiendo sus aletas dorsales en forma de cresta. La aleta caudal es redonda, trunca y raramente cortada, como en todos los peces, esta aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación y al lanzarse en el agua (Ríos, 2012).

2.8.3 Crecimiento

Al realizar una cría de tilapia se podrá conseguir una buena producción siempre y cuando se le dé un manejo adecuado al sistema, es decir, que la semilla adquirida debe ser colocada en un cuerpo de agua delimitado y controlado totalmente por el productor, de manera tal que pueda ingresarle agua fresca permanentemente en función a la cantidad de peces sembrados en el sitio (Kari *et al.*, 2024).

La cantidad de agua, la disponibilidad de espacio y alimento son los indicadores o limitantes, que le permitirán conseguir un crecimiento óptimo en la tilapia. Por lo general, cuando se parte de alevines de un gramo de peso corporal, en condiciones de cultivo aceptables como lo expuesto anteriormente, se consigue pesos entre 450 a 600 gramos en siete meses de cultivo (David *et al.*, 2021).

2.8.4 Hábitos Alimenticios

El género *Oreochromis sp* se considera como omnívoro debido a su amplia diversidad alimentaria, estas especies tienen la capacidad de ingerir una variedad de alimentos que van desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias. Esta versatilidad en su dieta los posiciona como consumidores de zooplancton, mostrando una adaptabilidad destacada a diferentes fuentes de alimento. La capacidad de aprovechar recursos alimentarios diversos

contribuye a su éxito ecológico y a su posición destacada en los ecosistemas acuáticos (Oviedo et al., 2013).

Una característica de la mayoría de las tilapias es que aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente. Para el cultivo se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. La base de la alimentación de la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55% (peso seco) aproximadamente (Rodríguez *et al.*, 2017)

2.8.5 Alimentación

Las tilapias son omnívoras y se alimentan de una variedad de fuentes naturales, incluyendo fitoplancton, zooplancton, algas, insectos, y materia orgánica en descomposición (Popma, 1995). La proporción adecuada de proteínas, lípidos, y carbohidratos es crucial para optimizar el rendimiento de crecimiento y la eficiencia alimenticia de la tilapia. Generalmente, se recomienda que las dietas de tilapia contengan entre un 25% y un 35% de proteína cruda, dependiendo de la etapa de desarrollo del pez. (NRC, 2011)

2.8.6 Horas de Alimentación

Debido a que los niveles de secreciones digestivas y la acidez aumentan con el incremento de la temperatura en el tracto digestivo, los picos máximos de asimilación se obtienen cuando la temperatura ambiental alcanza los valores máximos. (Quintanilla, 2008).

En cultivos extensivos a semi-intensivos no es recomendable agregar una cantidad de alimento cuyo tiempo de consumo y flotabilidad supere los 15 minutos, ya que esta misma abundancia tiende a que el animal coma en exceso y no asimile adecuadamente el alimento. En sistema intensivos a super-intensivos el alimento debe permanecer menos de 1 a 1.5 minutos

(Vásquez *et al.*, 2014). La transición de la dieta de los juveniles a la del adulto puede darse gradual o abrupta. La dieta natural de las tilapias adultas es omnívora, sin embargo, varía según la especie. (Hernández *et al.*, 2016).

2.8.7 Fuente de Agua, Cantidad y Calidad

El agua es el recurso básico para la producción de la tilapia, por lo que es necesario disponer de ella en cantidad y calidad suficiente para sustentar el proceso productivo (Yuan *et al.*, 2017). Para que un proyecto acuícola sea exitoso requiere de una buena fuente de agua. Ésta debe ser permanente durante todo el año, que pueda fluir a las unidades de producción preferiblemente por canales o tuberías a través de la gravedad. La fuente de agua puede ser de ríos, quebradas, manantiales naturales, lagos, ojos de agua y, por último, sería el agua proveniente de escorrentías de las lluvias. En todos los casos esa agua debe ser rica en oxígeno, de buena calidad química, sin contaminantes (agroquímicos) y con la temperatura adecuada para la tilapia la cual está por los 20 a 32 °C. En algunos casos y dependiendo del tipo de cultivo se hace necesario la utilización de fuentes de oxígeno adicionales como lo son los aireadores de paleta, blowers y otros (Zhou *et al.*, 2023).

2.9 Condiciones y Parámetros de Cultivo

Uno de los puntos de los puntos de importancia en el cultivo de peces es la calidad del agua del estanque, que pocas veces se tiene en cuenta en un cultivo. Se dice que el agua es de buena calidad cuando presenta niveles adecuados de: temperatura, oxígeno disuelto, pH, compuestos nitrogenados, sólidos en suspensión y salinidad (Silva *et al.*, 2021).

2.9.1 Oxígeno disuelto (O_2)

Según Álvarez-Gonzales (2011) la cantidad de oxígeno disuelto en el agua es un indicador importante de la calidad de agua y de los tipos de vida existentes. Si bien, las tilapias

pueden tolerar niveles bajos de oxígeno disuelto (1 mg/l), está demostrado que si el nivel de oxígeno no se mantiene en concentraciones apropiadas (>4 m/l), las tilapias se afectan y no comen, lo que hace que los peces puedan ser más susceptibles a las enfermedades. Por otro lado, este hecho eleva la tasa de conversión alimenticia y consecuentemente los costos de producción, o sea se requiere mayor cantidad de alimento para producir la misma cantidad de tilapias lo que, además, genera mayores desechos en el agua ocasionando como consecuencia el deterioro de la calidad del agua de cultivo (Gupta & Acosta, 2016). La Tabla 5 ilustra cómo las diferentes concentraciones de oxígeno impactan en el bienestar de las tilapias, proporcionando una guía para establecer condiciones óptimas en los sistemas de acuicultura.

Tabla 5: Efecto de las diferentes concentraciones de oxígeno (O₂) sobre las tilapias.

OXIGENO (ppm)	EFFECTOS
0.0 – 0.3	Peces pequeños sobreviven en cortos periodos.
0.3 - 2.0	Letal a exposiciones prolongadas.
3.0 – 4.0	Sobreviven, bajas tasas de crecimiento.
>4.5	Favorece el crecimiento del pez.

Fuente: (Gupta & Acosta, 2016).

Cuando los niveles de oxígeno disuelto disminuyen en el cuerpo de agua, cae a rangos subnormales (<1 mg/l), las tilapias se colocan en la superficie del agua, buscando tomar directamente el oxígeno atmosférico, para lo cual extienden los labios permitiendo tomar más fácilmente el oxígeno. Esa ventaja fisiológica, permite tomar prevenciones pues los animales avisan del problema que existe y es fácil de comprobar en estanques deficientes en oxígeno entre las 5:00 a las 7:00 horas, pues casi todos, los peces suben a la superficie a “boquear” (Cai *et al.*, 2017).

2.9.2 Temperatura

La influencia de la temperatura en los peces es decisiva por tratarse de organismos poiquilotermos o de sangre fría. Las tilapias mueren si la temperatura baja a menos de 10 °C,

prefieren temperaturas elevadas y, por lo tanto, es uno de los factores ambientales que se deberán tomar en cuenta al elegir un probable sitio para su cultivo. Por ello, su distribución se restringe a áreas cuyas isothermas de invierno sean superiores a los 20°C. El rango natural de temperaturas en el que habita la tilapia oscila entre 20 y 30 °C, aunque pueden soportar temperaturas menores (Kulyakwave & Ngondo, 2020).

Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor será la tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno. En zonas en donde las temperaturas son muy bajas e incluso llegan a menos 1°C, existe la posibilidad de realizar el cultivo de tilapias empleando un sistema de invernaderos, con lo cual se consiguen las temperaturas deseadas (Betanzo *et al.*, 2019).

2.9.3 Dióxido de Carbono

El dióxido de carbono (CO₂) es un producto principalmente del proceso de la respiración animal y vegetal, es un gas altamente soluble en agua, está en función de la actividad biológica. Su concentración depende de la fotosíntesis. En la noche se encuentran mayores concentraciones de este gas, en los estanques. Debe mantenerse por debajo de 20 ppm, porque cuando sobrepasa este valor se presenta letargia e inapetencia (Mukta *et al.*, 2019).

2.9.4 pH

El pH mide el grado de acidez y la alcalinidad del agua. Se mide en una escala de 1 a 14. La mayoría de aguas naturales tienen un pH que varía entre 5 y 10 (Garza *et al.*, 2021). El “estrés ácido” es uno de los principales efectos de un pH bajo, y se manifiesta por la excesiva acumulación de mucus en el tejido branquial que interfiere con el intercambio gaseoso y con una secuela que afecta al balance “ácido-base” de la sangre, causando “estrés respiratorio” y disminución de la concentración de cloruro de sodio en la sangre, a su vez causa disturbio

osmótico. A valores extremos del pH, 4 y 11, se produce la muerte, en tanto que el rango deseable para los cultivos está en 6.5 a 9 (Ibarra *et al.*, 2015).

2.9.5 Compuestos Nitrogenados

Los compuestos nitrogenados pueden causar problemas si el sistema se sobrecarga con grandes cantidades de materia orgánica. El amonio es producto de la excreción, orina de los peces y descomposición de la materia (degradación de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido (Bautista, Ruíz, & Velazco, 2011).

El amoniaco excretado existe en equilibrio en el agua entre el no ionizado (NH_3) tóxico para los peces y el ionizado (NH_4^+), también conocido como amonio y el cual no es tóxico. Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos). Los niveles de tolerancia para las tilapias se encuentran en el rango de 0.6 a 2.0 ppm (Botello *et al.*, 2022).

Según Pérez *et al.* (2015) es importante evaluar la cantidad y calidad de alimento que se está suministrando, pues éste suele ser la mayor fuente de producción de compuestos nitrogenados. Hay que evitar sobrealimentar las tilapias y si está muy cargado el sistema, eliminar heces de las tilapias, alimento no consumido y otros materiales orgánicos. Incrementar sistemas de aireación (aireadores de paleta para estanques de profundidad de 1.5 m o aireadores de inyección para estanques con profundidades mayores a 1.8 m).

2.9.6 Salinidad

Las tilapias son peces de agua dulce que evolucionaron a partir de un antecesor marino, por lo tanto, conservan en mayor o menor grado la capacidad de adaptarse a vivir en aguas saladas (eurihalinas) (Delgado & Jácome, 2014). Aunque la mayoría de las especies pueden vivir en aguas saladas, es importante recordar que no siempre soportan cambios bruscos de salinidad,

por lo que si el cultivo de estas especies ha de practicarse en aguas salobres o saladas será necesario acondicionar previamente y en forma paulatina a los peces antes de introducirlos a los estanques (Campoverde & Fukushima, 2011).

La tolerancia de las tilapias al agua salada tiene imputaciones importantes en la piscicultura, por permitir practicar su cultivo en estanques con agua marina, salobre o dulce y, además, permite aprovechar terrenos salitrosos poco aptos para la agricultura a para pastizales (Carranza & Aceituno, 2019).

2.10 Componentes Fundamentales en la Formulación de Dietas

2.10.1 Proteínas

Las proteínas son el principal alimento de los peces en la naturaleza y es, a su vez, el componente fundamental de su organismo, encontrándose preferentemente en el musculo esquelético (Brasil, 1996).

Las proteínas en la dieta, por acción de la digestión, son transformadas en aminoácidos que, absorbidos en la mucosa intestinal pasan a la sangre y, por el sistema porta, al hígado. La proteína es requerida por los animales para los procesos de crecimiento y mantenimiento del cuerpo. Los resultados de investigaciones indican que la tilapia logra su mejor tasa de crecimiento con niveles de PC en la dieta entre 25 a 50% (Real *et al.*, 2018).

En la producción comercial de tilapia se utilizan dietas con 25 a 32% de PC (Sanchez *et al.*, 2019). La Tabla 6 ilustra la dieta de las tilapias, indicando las tasas de alimentación y porcentajes de proteína recomendados para diferentes pesos promedio.

Tabla 6: Tasa de alimentación de *Oreochromis sp.*

Peso promedio (g)	Tasa de alimentación (% biomasa/día)	Porcentaje de proteína en la dieta
< 1 a 5	30-7	50-35
5 a 20	6-4	40-32
20 a 100	4-3	35-28
100 a 200	3-2	32-25
200 an 800	2-1.0	32-25

Fuente: (McCrary *et al.*, 2001).

2.10.2 Grasas

Los lípidos juegan en la dieta un papel muy importante como fuente de producción de energía y de aportación de ácidos grasos esenciales. Además de estas funciones, destacan otras importantes en la dieta, como la de ser transportadores de ciertos nutrientes no grasos, principalmente las vitaminas liposolubles A y D. Los lípidos se encuentran formando parte del organismo de los peces bien incorporados al tejido muscular o formando verdaderos depósitos de energía (Puente *et al.*, 2021).

2.10.3 Fibra

Es un material difícil de digerir por los peces, se encuentra en poca cantidad en las harinas de pescado y de carne, pero las cascaras de semillas tienen altos contenidos de fibra. Por regla general los peces no son buenos asimiladores de fibra, pasando esta por el sistema digestivo sin ser aprovechada (Toledo & García, 2019).

2.10.4 Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos que son requeridos por los peces en cantidades muy pequeñas y obtenidas a partir del pienso suministrado, y algunas de ellas, de sus síntesis en el intestino del pez. Los alimentos proteínicos contienen también vitaminas y minerales. El pescado contiene cantidades útiles de vitaminas del complejo B, incluyendo tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B6 y B12, así como el indispensable ácido pantoténico, elementos

vitales para conservar los tejidos nerviosos y la eficiencia de los procesos de transformación de los alimentos en energía (Carneiro *et al.*, 2007).

2.11 Alimento para Peces Dulceacuícolas

2.11.1 Características de los Alimentos Balanceados Artificiales

La recepción por parte de los animales del alimento proporcionado depende de sus características físicas y químicas. Por lo tanto, debe poseer cualidades que atraigan a las especies cultivadas, como forma, tamaño, textura y color. Adicionalmente, deben incluir todos los componentes nutricionales, incluyendo energía y proteína, necesarios para el sano desarrollo y reproducción de los organismos agrícolas. Los animales que son jóvenes o inmaduros a menudo se desarrollan más rápidamente y necesitan más alimento en general, tanto en términos de cantidad como de calidad de nutrientes (Darmawiyanti *et al.*, 2015).

En comparación con animales maduros o completamente desarrollados, en su mayoría más proteína. Hoy en día, la mayoría de las especies de cultivo tienen sus propias dietas que son adecuadas a sus necesidades. También existen dietas particulares para las distintas etapas del ciclo productivo, como dietas para larvas de peces marinos, piensos medicados, dietas potenciadas y dietas con colorantes (Cretton, 2019).

2.11.2 Requerimientos Nutricionales de Organismos Cultivados

Las especies acuáticas, al igual que los animales terrestres necesitan proteína, minerales, vitaminas, factores de crecimiento y fuentes energéticas para su crecimiento, reproducción, renovación de tejidos y otras funciones fisiológicas (G. Pérez *et al.*, 2018). Sin embargo, los requerimientos nutricionales varían entre las especies y dentro de las especies; en relación a la etapa del ciclo de vida, al sexo, a su estado reproductivo y al ambiente. (Alanes, 2020). Por ejemplo, un pez juvenil en pleno crecimiento (con alta tasa de crecimiento);

tendrá mayores requerimientos de nutrientes que un pez adulto (con baja tasa de crecimiento), o una hembra en reproducción requerirá más nutrientes y energía para el desove y la generación de huevos de óptima calidad (Lucía *et al.*, 2022).

2.11.3 *Requerimientos de Proteínas y Aminoácidos Esenciales*

Las proteínas son nutrientes indispensables para la estructura y función de todos los organismos vivos; y son usadas para el mantenimiento, crecimiento y la reproducción. En general, los requerimientos proteínicos de peces y camarones son elevados y fluctúan en un rango de 24–57% (Glencross, 2009).

Durante la fase larvaria, existen mayores requerimientos de aminoácidos para la producción de proteínas. Esto, debido al acelerado crecimiento que presentan los organismos durante esta etapa, y a la energía requerida para el metabolismo. Por lo general, en la formulación de alimentos inertes para larvas se utilizan niveles elevados de proteínas. Entre 55-60% en base seca (Moriarty, 1997).

2.11.4 *Requerimientos de Lípidos*

Los lípidos son una fuente clave de energía y de ácidos grasos esenciales en los alimentos acuícolas. Los peces requieren lípidos en la dieta, grasas y aceites principalmente, para utilizarlos como fuentes de energía metabólica y de ácidos grasos esenciales (Knauer & Southgate, 1999).

Las exigencias de estos ácidos grasos pueden variar entre especies; sin embargo, se recomienda por lo general incluir valores moderados de grasas, entre 6 y 8% en la formulación de dietas para peces y camarones (Kandathil *et al.*, 2020).

En las micro dietas para larvas de peces se recomienda entre 10-20% de lípidos, que incluyan fosfolípidos como fuente de ácidos grasos esenciales; y suplementos de ácidos grasos poliinsaturados para su normal crecimiento (Mente *et al.*, 2011).

2.11.5 *Requerimientos de Carbohidratos.*

Después de las proteínas y lípidos, los carbohidratos representan el tercer grupo de compuestos orgánicos más abundantes en el cuerpo animal. El grupo de los carbohidratos incluye importantes compuestos; como la glucosa, fructosa, sucrosa, almidón, glicógeno, quitina y celulosa (Boyd *et al.*, 2020).

La proporción aceptable de carbohidratos en dietas para camarones es de un 5 a un 25 %. Mientras que en peces puede oscilar entre 30-40% para omnívoros y entre 10 a 20% para carnívoros. En las micro dietas formuladas para larvas de peces se recomienda que la fracción de carbohidratos presentes no sobrepase el 12% (Schneider *et al.*, 2005).

2.11.6 *Requerimientos de Vitaminas y Minerales*

Las vitaminas, compuestos orgánicos complejos, son requeridos en cantidades pequeñas para el crecimiento normal, reproducción y metabolismo de los peces. Los peces no pueden sintetizar la mayoría de ellas y deben adquirirlas con la dieta (Lall & Kaushik, 2021). Las vitaminas del grupo B son necesarias en pequeñas cantidades, pero tienen importantes funciones en el metabolismo de los peces. Las vitaminas liposolubles A, E y K son esenciales para los peces (Samat *et al.*, 2020).

En las larvas de peces se recomienda además incluir en la dieta un pequeño porcentaje de vitamina C y E, para evitar deficiencias nutricionales e impedir la oxidación de los lípidos durante el almacenamiento (Haoujar *et al.*, 2022).

Las deficiencias de minerales pueden causar una reducción de la tasa de crecimiento, escaso apetito y deformidades en los huesos (Gamboa, 2022).

La mayoría de los peces de agua dulce pueden absorber parte *et al* de los minerales del agua, como el calcio. Sin embargo, el fósforo disuelto en la mayoría de las aguas es muy bajo; y hay que proporcionarlo en la dieta en una proporción de 0,6 % (Hardy., 2022).

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Área de Estudio.

El trabajo experimental se llevó a cabo en la ciudad de Huaquillas, en la ciudadela “El Paraíso” en el domicilio de la estudiante, con coordenadas: 3.479469472825291, -80.22889938465399.

Ilustración 1: Ubicación del proyecto.



Fuente: Google Maps

3.2 Materiales

3.2.1 Equipos / Instrumentos.

- Horno casero
- Molino manual
- Recipientes
- Jeringuilla
- Peceras
- Aireadores

- Mangueras
- Piedras difusoras
- Plástico
- Sifoneador
- Desclorificante
- Gramera digital
- Ictiometro
- Bandejas de aluminio
- plástico

3.2.2 Insumos Biológicos

- Vísceras rojas de pollo (*G. gallus domesticus*)
- Lenteja de agua (*Lemna minnor*)
- Organismos acuáticos (*Oreochromis sp*)
- Ajo (*Allium sativum*)
- Aceite de pescado
- Agua
- Balanceado comercial.

3.3 Metodología de Acuerdo al Trabajo de Investigación.

3.3.1 Investigación Aplicada.

El objetivo de este estudio fue realizar un análisis minucioso de la documentación científica sobre harinas de origen animal y vegetal como ingredientes alternativos en la producción de piensos acuícolas. La investigación se enfocó en evaluar la viabilidad de estas alternativas

alimenticias innovadoras para la acuicultura, se basó en estudios previos en el campo de la nutrición acuícola.

3.3.2 Investigación Cuantitativa

El experimento se basó en la recopilación de datos numéricos. La investigación utiliza un enfoque numérico, que conllevó la evaluación de la información recabada, a través de instrumentos in situ, con el propósito de corroborar los hallazgos conseguidos.

3.3.3 Investigación Experimental

La investigación empleó una metodología basada en la experiencia práctica, monitoreando las variaciones en masa corporal y longitud de los especímenes durante un período determinado. Con este fin, se escogió una muestra de 36 individuos de la especie *Oreochromis sp.*, cada uno con una masa inicial de 10 gramos y una longitud de 9.5 centímetros, para ser sometidos a observación y análisis.

3.4 Diseño Experimental.

Se utilizó el diseño completamente al azar, con tres tratamientos y 3 réplicas, donde los tratamientos empleados fueron: Tratamiento 1 (Alimento comercial), Tratamiento 2 (Alimento elaborado) a base de harina de lenteja de agua (*Lemna minor*) y harina de vísceras rojas de pollo (*G. gallus domesticus*) y Tratamiento 3 (Alimento combinado) (mezcla de ambos balanceados, 50%-50%). Se evaluó el peso, la talla, incremento de biomasa y control de parámetros como pH, temperatura y amonio durante las 10 semanas de estudio.

En la tabla 7 se observa a detalle los tratamientos a usar en este estudio y su formulación correspondiente.

Tabla 7: Tratamientos y formulación

Tratamientos	Formulación
Tratamiento 1- T1	Alimento comercial para tilapia (100%)
Tratamiento 2- T2	Alimento elaborado con <i>G. gallus domesticus</i> y <i>Lemna minor</i> . (100%)
Tratamiento 3 -T3	Alimento comercial (50%) y alimento elaborado con <i>G. gallus domesticus</i> y <i>Lemna minor</i> . (50%)

Fuente: Autora.

La Tabla 8 resume el diseño experimental que se utilizó en este estudio, detallando los tratamientos, réplicas, y la cantidad de organismos involucrados durante el periodo experimental de 10 semanas

Tabla 8: Diseño experimental.

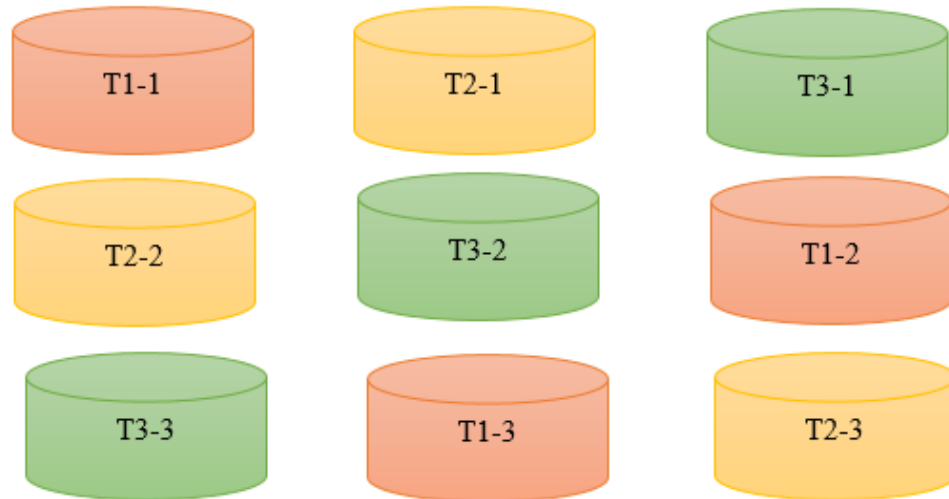
Tratamientos	3
Replicas	3
Unidades experimentales	9
Numero de organismos por replica	4
Numero de organismos por tratamiento	12
Cantidad total de organismos	36
Periodo experimental	10 semanas

Fuente: Autora.

3.4.1 Modelo del Diseño Experimental

En la ilustración 2 se observa las unidades experimentales con sus tratamientos y replicas correspondientes distribuidos de manera aleatoria.

Ilustración 2: Aleatorización de los tratamientos



Fuente: Autora

La Tabla 9 detalla las características físicas de las unidades experimentales utilizadas en este estudio, especificando dimensiones y capacidad de los contenedores.

Tabla 9: Características de la unidad experimental

Alto	43 cm
Diámetro	54.5 cm
Capacidad	100 litros
Capacidad a usar	80 litros

Fuente: Autora

3.4.2 Acondicionamiento de las Unidades Experimentales

Los recipientes fueron adquiridos en una distribuidora de plásticos en la ciudad de Huaquillas. Se realizó la desinfección de todas las unidades, cada pecera tiene una capacidad de 100 litros y se las llenó hasta un 80% que vendría a equivaler un total de 80 litros de agua dulce, desclorada, por cada unidad experimental. Para la administración de oxígeno en el agua se colocó aireadores, con sus respectivas mangueras y piedras difusoras en cada recipiente.

En cuanto a la alimentación del alimento elaborado para los tratamientos T2 y T3 se colocó un anillo o malla de alimentación que se lo obtuvo en un acuario, el cual nos sirvió para

que el alimento no se desperdicie o se hunda en el fondo, después de esto se procedió a colocar los 4 peces por recipiente, tratando de evitar movimientos bruscos para disminuir el estrés de los organismos.

3.4.3 *Obtención de los Organismos Acuáticos*

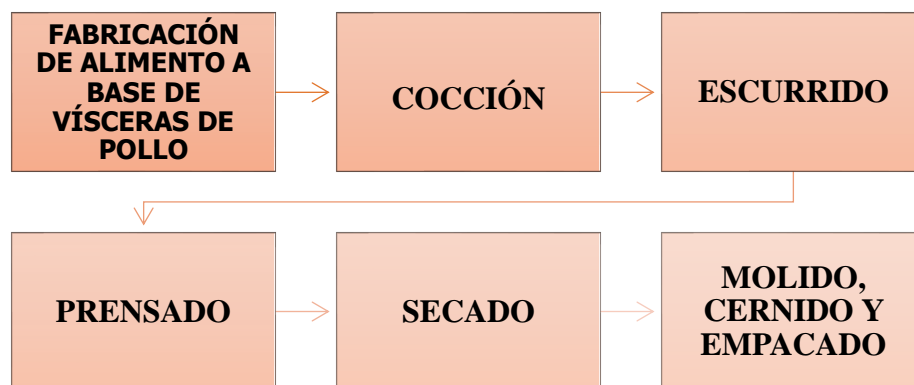
Los organismos *Oreochromis sp* se los obtuvo de la finca “La Primavera” ubicada en la ciudad de Santa Rosa, con ayuda de una malla fueron sacados en cantidades de cinco en cinco los peces y colocados en un recipiente para su traslado.

3.4.4 *Obtención de la Materia Prima Animal y Vegetal*

La materia prima animal la componen la harina de vísceras rojas de pollo (*G. gallus domesticus*) y la materia prima vegetal está compuesta por la harina de lenteja de agua (*Lemna minor*) y harina de soja.

Para la elaboración de la materia prima animal (harina de vísceras rojas de pollo) se tomó de referencia el trabajo de Bernal, (2010) en el cual nos indica paso a paso su proceso de elaboración, como se muestra en la ilustración 3.

Ilustración 3: Diagrama de método de deshidratación y fabricación del alimento a base de harina de vísceras rojas de pollo.



Fuente: (Bernal, 2010)

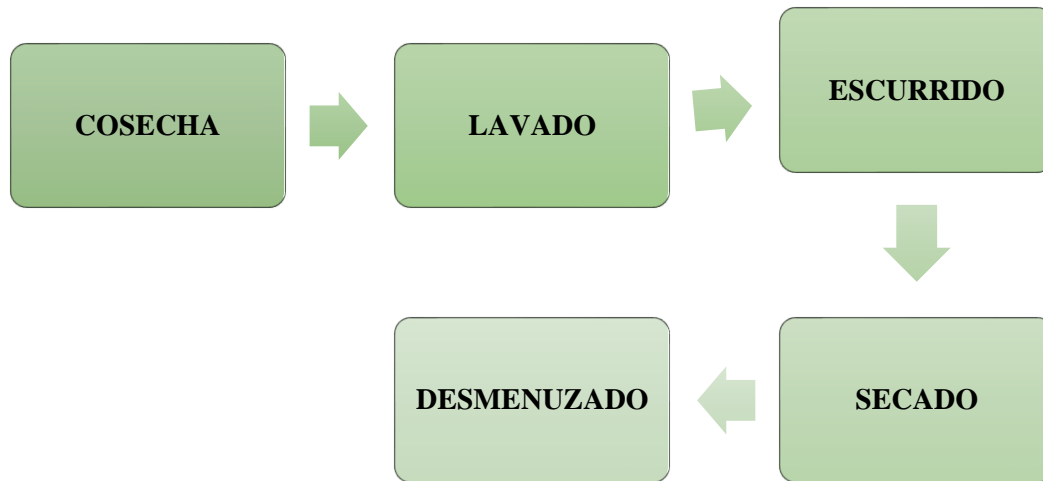
El proceso comienza con la rigurosa obtención y selección de la materia prima animal, adquirida directamente de la hacienda "Revilla" en la ciudad de Chacras. Las vísceras fueron sometidas a un proceso de lavado exhaustivo para eliminar cualquier impureza y asegurar la calidad del producto. Luego, se cortaron en trozos pequeños de 2-3 cm y se colocaron inmediatamente en una olla con un colador metálico para ser cocinadas durante 30-45 minutos. Durante este proceso, se evitó que el producto se pegara o se quemara.

Después del tiempo de cocción, se retiraron las vísceras del colador y se dejaron reposar durante 20-30 minutos para permitir que se escurriera toda el agua de la cocción. Para reducir el tiempo de secado y eliminar el exceso de agua de la masa cocida, las vísceras se colocaron en un paño limpio y se presionaron cuidadosamente. A continuación, se utilizó un horno casero para deshidratarlas, colocando las vísceras lo más rápidamente posible en bandejas de aluminio. La temperatura del horno fue de 80°C para evitar que el producto se quemara. Las vísceras se distribuyeron de manera uniforme a lo largo de las bandejas y se revisaron periódicamente para darles la vuelta.

Una vez frías y secas, las vísceras se molieron en un molino casero y se pasaron por un tamiz para eliminar residuos y mejorar la presentación del producto. Finalmente, la harina obtenida se almacenó en un frasco de vidrio, asegurándose de mantenerla en un lugar alejado del sol, agua y humedad para preservar su calidad.

Para obtener la materia prima vegetal (harina de lenteja de agua) seguimos el proceso elaborado por Huaman (2021), que sirvió como guía para la obtención de la harina de *Lemna minor*. La ilustración 4 detalla visualmente los pasos a seguir en este procedimiento, lo que garantiza un enfoque sistemático y efectivo en cada etapa del proceso.

Ilustración 4: Diagrama de la elaboración de harina de *Lemna minor*.



Fuente: (Huaman, 2021)

Para obtener la lenteja de agua, nos dirigimos al reservorio de la camaronera de agua dulce “Romecam,” ubicada en Cabo Minacho, vía Guabillo, Chacras. Una vez en el reservorio, observamos abundantes cantidades de *Lemna minor*, y, con la ayuda de una red roja, procedimos a recolectarla en pequeños volúmenes hasta obtener el peso deseado de lenteja de agua y se la colocó en baldes para su posterior lavado, eliminando así las impurezas presentes que pudieran afectar el resultado final.

Posteriormente, se colocó sobre un escurridor de plástico, extendiéndola de manera uniforme para disminuir el exceso de agua durante aproximadamente 12 horas. El secado o deshidratación de la lenteja de agua se realizó de manera indirecta, utilizando el calor del sol durante un lapso de 8 horas.

Transcurrido este tiempo, se procedió a reducir su tamaño al requerido mediante un molino casero, y finalmente, la harina obtenida se colocó en un recipiente limpio y fresco, evitando la exposición al sol, agua o humedad para asegurar su óptima conservación.

3.4.5 *Obtención del Balanceado Comercial*

Para el estudio se utilizó un alimento que contiene un 35% de proteína. Este alimento fue adquirido en un acuario en la ciudad de Santa Rosa. La Tabla 10 presenta la composición nutricional del balanceado comercial, detallando los niveles de proteína, grasa, fibra, ceniza y humedad.

Tabla 10: Composición nutricional del balanceado comercial

Proteína cruda (mín.)	35.0%
Grasa cruda (mín.)	5.0%
Fibra cruda (máx.)	5.0%
Ceniza (máx.)	8.0%
Humedad (máx.)	11.0%

Fuente: Pronaca

3.5 **Formulación para la Elaboración del Alimento Balanceado**

Previo a la mezcla de los distintos tipos de harinas para la elaboración del balanceado, es necesario realizar un cálculo para establecer las proporciones adecuadas de harinas de origen animal y vegetal que se deben utilizar, con la finalidad de obtener el porcentaje proteico requerido en el producto final, esta fórmula fue elaborada bajo supervisión y guía del Biólogo Milton Cun.

El proceso de cálculo se realizó de la siguiente manera:

DATOS:

Organismos en total= 36

Peso: 10g

Biomasa: 360 g.

Se alimentará al 7.5 % de biomasa

360 g ----- 100%

x -----7.5%= 27 g / 9 estanques = 3 g de alimento.

27 g * 7 días = 189g semanales

En 10 semanas= 1890 g ----- > **2000g**

El % de pegante que se aplicó fue de un 5%, a la cantidad de balanceado

Es decir que **1900g** es balanceado artesanal (95%).

Balanceo:

Nivel de proteína deseado= 35%

- Harina de vísceras rojas de pollo (HVRP) 55% de proteína 35-27=8
- Harina de lenteja de agua (HLA) 27% de proteína 55-35=20

HVRP	28 ---- 95%	HLS	28 -----95%
	8 ----- x= 27.14%		20 ----- x=67.85%

27.14% = 542.8 g de harina de vísceras rojas de pollo
67.85% = 1357 g de harina de lenteja de agua.

La Tabla 11 muestra la composición nutricional de las harinas utilizadas en la formulación de la dieta balanceada. Se detallan los porcentajes de proteína, carbohidratos (CHOs) y lípidos de las harinas de vísceras rojas de pollo y de lenteja de agua, según las fuentes citadas.

Tabla 11: Composición nutricional de las harinas para la elaboración de la dieta balanceada.

HARINAS	% DE PROTEINA	% CHOs	% LÍPIDOS
Vísceras rojas de pollo	55 (Adeola <i>et al.</i> , 2016)	0-2 (Adeola, 2016)	15-18 (Adeola, 2016)
Lenteja de agua	27-32 (Xu, 2022)	40-45 (Xu, 2022)	4-6 (Xu, 2022)

Fuente: Autora

3.6 Procedimiento de Elaboración del Alimento Balanceado

Para la obtención del alimento balanceado, se llevó a cabo el siguiente procedimiento: en un espacio amplio y desinfectado, se colocaron en recipientes limpios las harinas y, utilizando una balanza digital, se pesaron 542.8 gramos de harina de vísceras rojas de pollo y 1357 gramos de

harina de lenteja de agua. Posteriormente, se mezclaron ambas harinas hasta obtener una mezcla homogénea y compacta. A continuación, se añadió un 5% de aceite de pescado como agente aglutinante, junto con 600 ml de agua caliente, asegurándose de que todos los ingredientes se integraran adecuadamente.

La mezcla resultante se colocó en un recipiente de aluminio y se dejó enfriar a temperatura ambiente durante unas horas. Una vez que la mezcla se enfrió correctamente, se procedió al pelletizado utilizando una jeringuilla para dar forma a los pellets del tamaño adecuado para los peces.

Para culminar el proceso, se realizó un secado en horno a una temperatura de 80°C durante intervalos de 5 a 10 minutos, con el fin de reducir la humedad y obtener los resultados deseados. Después de retirar el alimento balanceado del horno, se colocó sobre una superficie amplia, cubierta con hojas de aluminio, y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Finalmente, para conservar la calidad del alimento balanceado, se almacenó en un recipiente de vidrio sellado y se guardó en un lugar libre de humedad y luz directa del sol.

3.7 Prueba de Hidroestabilidad

Para evaluar la calidad de los balanceados utilizados en este estudio, se realizó una prueba de hidroestabilidad. Esta prueba es fundamental para determinar la capacidad del alimento para mantener su integridad estructural en condiciones de humedad, lo cual es crucial para evitar la desintegración prematura y asegurar una nutrición adecuada para los peces. Los pasos que se llevaron a cabo en esta prueba fueron:

Primero se realizó la preparación de muestras, luego se procedió a colocar las muestras en recipientes con agua a temperatura controlada (25°C) y en constante movimiento para simular las

condiciones de los cultivos de los tratamientos, todo esto durante un tiempo de 60 minutos, se evaluó la estabilidad, el grado de desintegración y la cantidad que permaneció intacto el alimento de cada tratamiento.

3.8 Análisis Bromatológico

El análisis bromatológico se lo realizó en el laboratorio de análisis agrícola NEMALAB S.A de la Ciudad de Machala, posteriormente se realizó el pesaje de 100 g del alimento balanceado elaborado y se trasladó la muestra al laboratorio.

3.9 Preparación del Alimento Combinado (Mix)

Se procedió a triturar tanto el alimento elaborado como el alimento comercial en las cantidades requeridas hasta que se desintegraron por completo. Luego, se continuó con el mezclado de los ingredientes triturados. Posteriormente, se añadió agua y un agente aglutinante, asegurándose de que ambos ingredientes se integraran correctamente para formar una mezcla homogénea.

Después de obtener la mezcla adecuada, se dejó enfriar. Con la ayuda de una jeringa, se formaron pellets del tamaño ideal para los organismos, tal como se había realizado anteriormente. Estos pellets se colocaron en bandejas de aluminio y se llevaron al horno a una temperatura inferior a 100 °C durante un tiempo aproximado de 5 a 10 minutos. Se llevó a cabo un control estricto de este paso para evitar accidentes y asegurar la calidad del producto.

Una vez transcurrido el tiempo de horneado, los pellets se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Posteriormente, se almacenaron en frascos de vidrio sellados, asegurándose de conservarlos en un lugar libre de humedad, sol y lluvia para mantener su integridad y calidad hasta el momento de su uso.

3.10 Dosis de Alimentación

Una vez los organismos aclimatados y colocados en sus respectivas unidades experimentales, se suspendió el suministro de alimento a los peces por un día, para evitar alteraciones en los resultados deseados. Se inició proporcionando alimento en un 7.5% de su biomasa, y según el peso variaba este porcentaje, de acuerdo con las tablas de alimentación establecidas en la literatura científica.

3.11 Obtención de Datos

Durante un periodo de 10 semanas se llevó un registro diario de las variables a medir, estos apuntes se anotaron en una bitácora y se los transcribió en un documento de Excel de manera semanal para llevar un control y después en el software SPSS para su posterior análisis.

En la tabla 12 se detalla los parámetros a medir con su correspondiente instrumento a utilizar.

Tabla 12: Parámetros a evaluar

Parámetros	Instrumento de medida	Unidad de medida
Peso	Gramera digital	g
Longitud	Ictiometro	cm
Temperatura	PHmetro	°C
pH	PHmetro	Escala de 5- 8.5
Amonio	Kit de amonio	Escala de 0-3

Fuente: Autora

3.11.1 *Peso y Talla*

El estudio inició con un peso promedio de 10 gramos y una longitud media de 10.2 centímetros. El monitoreo del crecimiento se realizó de manera semanal, estableciendo los días Lunes como día de muestreo. Este proceso se llevó a cabo para cada tratamiento y sus respectivas réplicas. La metodología de recolección de datos implicaba la extracción individual de los peces de cada unidad experimental. Cada espécimen era pesado utilizando la gramera digital y su

longitud era medida con un Ictiometro. Los datos obtenidos se registraban cuidadosamente en una bitácora para luego pasarlos en un archivo en Excel.

Los peces de cada tratamiento se mantenían en recipientes aislados durante el proceso de medición. Este procedimiento se repetía metódicamente hasta completar la recolección de datos de cada uno de las réplicas.

3.11.2 *Lectura de pH y temperatura*

Esta variable cuantitativa será medida con un medidor de pH de la marca HANNA cada 07h00 am y 16h00 pm todos los días durante las 10 semanas del experimento.

3.11.3 *Lectura de amonio*

Esta variable cuantitativa medida a través del kit de test de amonio cada 2 días en la semana, durante todo el experimento.

3.11.4 *Procesamiento de datos obtenidos*

Se utilizo una bitácora donde se colocó los datos en ese momento, para luego usar Excel y recolectar de manera periódica los datos obtenidos, y así mismo el software estadístico SPSS, los datos se procesaron mediante una prueba no paramétrica, Se aplicó la prueba Kruskall Wallis usando las medianas debido a que los datos no son homogéneos para comparar la eficiencia de los tratamientos con un nivel de significancia del 0.05.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación de los Resultados Experimentales.

4.1.1 *Respuesta de los Especímenes*

Los organismos aceptaron las tres dietas propuestas, el suministro de alimento se basó en tablas de alimentación estandarizadas. Inicialmente, se administró una ración diaria equivalente al 7,5% del peso corporal, es decir en 3 g de alimento, que fueron distribuidos en 4 raciones a lo largo del día. Esta dosis se ajustó semanalmente en función del aumento de peso de los especímenes. Entre las dietas evaluadas, los organismos mostraron una mayor aceptación al T1 seguida del T3 mientras que el T2 fue la opción menos consumida.

4.1.2 *Prueba de hidroestabilidad del alimento*

La tabla 13 muestra los resultados obtenidos para los tres tratamientos después de diferentes periodos de exposición en agua.

Tabla 13: Estabilidad de los tratamientos durante la prueba de hidroestabilidad durante 60 minutos.

Tiempo (min)	T1: Alimento comercial (%)	T2: Alimento elaborado (%)	T3: Alimento combinado (%)
0	100	100	100
10	95	85	80
20	90	70	65
30	85	60	55
45	80	50	45
60	75	40	35

Fuente: Autora.

4.1.3 *Crecimiento Semanal de la Biomasa durante el Experimento.*

La Tabla 14 presenta el desarrollo semanal de la biomasa durante el experimento. Se inició con una biomasa total de 360 g, distribuida equitativamente entre los tratamientos y sus réplicas, correspondiendo 40 g a cada uno. A lo largo del estudio, se observó un incremento de biomasa en

todos los tratamientos. No obstante, T1 destacó por alcanzar la mayor biomasa al concluir el experimento. Entre las dos dietas elaboradas, el T3 evidencio un valor más alto en términos de biomasa final.

Tabla 14: Biomasa de los organismos (*Oreochromis sp*) en gramos.

SEMANAS	T1	T2	T3
Semana 1	43,08	42,26	42,20
Semana 2	47,02	44,97	46,28
Semana 3	51,56	48,57	50,72
Semana 4	56,07	52,55	55,60
Semana 5	60,87	56,36	59,75
Semana 6	64,87	59,94	64,43
Semana 7	69,75	63,18	69,02
Semana 8	74,59	68,30	73,60
Semana 9	80,15	72,53	78,80
Semana 10	85,92	76,57	83,65
Biomasa promedio final por tratamiento (g)	63,38	58,52	62,40
Biomasa total promedio (g)	184,30		

Fuente: Autora

4.1.4 Incremento de peso observado cada semana

La Tabla 15 muestra la progresión semanal del peso promedio de *Oreochromis sp.*, comenzando con un peso inicial uniforme de 10 g para todos los tratamientos. A lo largo del estudio, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que destaca el impacto de las distintas formulaciones de dieta en el crecimiento de los peces. Al concluir el estudio, T1 demostró ser el más efectivo, alcanzando un peso promedio de 15,842 g. Esto sugiere una mejor absorción y utilización de los nutrientes presentes en el alimento comercial utilizado. El T3 mostró un peso promedio ligeramente inferior de 15,601 g, indicando que la combinación de dietas pudo

haber contribuido a un crecimiento casi comparable al alimento comercial, por otro lado, T2 resultó en un peso promedio final de 14,627 g. Aunque este tratamiento fue el menos efectivo en términos de crecimiento, aún demostró la viabilidad del uso de ingredientes alternativos para formular dietas balanceadas.

Tabla 15: Peso promedio semanal de *Oreochromis sp.* expresada en gramos.

SEMANAS	T1	T2	T3
Semana 1	10,77	10,56	10,55
Semana 2	11,75	11,24	11,57
Semana 3	12,89	12,14	12,68
Semana 4	14,01	13,13	13,90
Semana 5	15,21	14,09	14,93
Semana 6	16,21	14,98	16,11
Semana 7	17,43	15,79	17,25
Semana 8	18,64	17,07	18,40
Semana 9	20,03	18,13	19,70
Semana 10	21,48	19,14	20,91
Ganancia de peso final promedio por tratamiento (g)	10,71	8,58	10,36
Peso total promedio (g)	15,842	14,627	15,601

Fuente: Autora

4.1.5 Incremento en la talla promedio.

La Tabla 16 presenta los resultados de la talla promedio de *Oreochromis sp.* obtenida a lo largo de 10 semanas de estudio. Todos los organismos comenzaron con una talla promedio inicial de 10,25 cm. Los resultados muestran un crecimiento variado entre los tratamientos aplicados, reflejando la eficacia diferencial de las dietas en promover el crecimiento en longitud. Al concluir el experimento, T2 mostró el mayor aumento de talla, alcanzando 11,40 cm, lo que representa un incremento del 11,22% respecto a la talla inicial. Esto sugiere que la dieta

compuesta por harina de vísceras rojas de pollo y lenteja de agua favoreció un entorno óptimo para el crecimiento. T3, que combinó el alimento comercial con el alimento elaborado, resultó en una talla promedio final de 12,48 cm, reflejando un incremento del 21,76%. Esto indica que la combinación de nutrientes proporcionó un balance favorable para el crecimiento en longitud de los peces. Por último, T1, que consistió exclusivamente en alimento comercial, logró una talla promedio de 12,41 cm, con un aumento del 21,07% respecto a la talla inicial. Aunque este tratamiento mostró la menor ganancia de talla entre los tres, sigue siendo una opción viable para el cultivo de *Oreochromis sp.*

Tabla 16: Talla promedio obtenida por los organismos (*Oreochromis sp.*) expresada en centímetros

SEMANAS	T1	T2	T3
Semana 1	10,24	10,23	10,30
Semana 2	10,56	10,58	10,60
Semana 3	10,82	10,83	10,88
Semana 4	11,05	11,06	11,10
Semana 5	11,22	11,25	11,27
Semana 6	11,42	11,46	11,49
Semana 7	11,65	11,69	11,74
Semana 8	11,90	11,95	12,0
Semana 9	12,16	12,21	12,28
Semana 10	12,4	12,46	12,53
Ganancia de talla final promedio (cm)	2,16	2,20	2,23
Ganancia total promedio (cm)	11,45	11,1	11,34

Fuente: Autora

4.2 Factor de conversión alimenticia (FCA)

La Tabla 17 muestra el Factor de Conversión Alimenticia (FCA) de *Oreochromis sp.* para los tres tratamientos evaluados a lo largo de 10 semanas. Todos los tratamientos comenzaron con un FCA inicial de 0,5 en la primera semana, lo que proporciona un punto de referencia uniforme para comparar la eficiencia alimentaria de las diferentes dietas.

Los resultados destacan la importancia de la selección de dietas adecuadas para optimizar el Factor de Conversión Alimenticia. El tratamiento comercial muestra una clara ventaja en términos de eficiencia, mientras que las dietas elaboradas de manera artesanal pueden beneficiarse de ajustes en la formulación para mejorar su desempeño.

Tabla 17: FCA de los tratamientos en la semana 10.

Tratamientos	FCA
1	2,6
2	3,0
3	2,8

Fuente: Autora

4.2.1 Comparación de la Eficiencia entre Tratamientos en el Peso del Organismo.

La Tabla 18 muestra la comparación de la eficiencia en términos de ganancia de peso entre los tres tratamientos evaluados: T1, T2 Y T3. El análisis estadístico, con un nivel de significancia de (p-valor <0.05), reveló diferencias significativas entre el T2 y con T3/T1. Sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos 1 y 3.

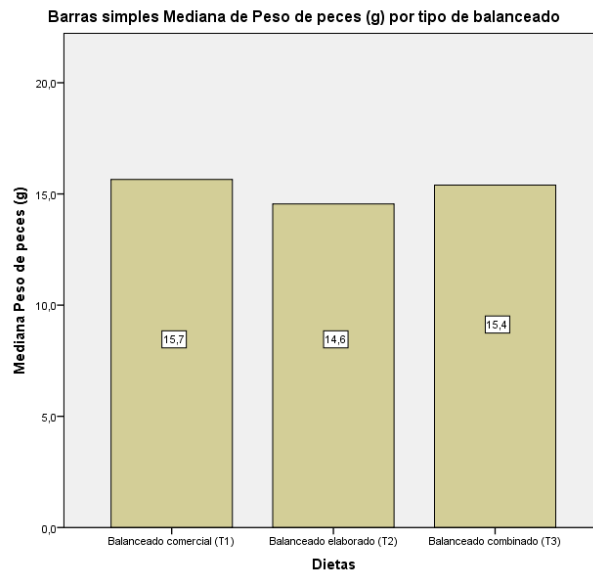
Tabla 18: Eficiencia de tratamientos en relación al peso en (*Oreochromis sp.*)

Tratamientos	Peso final promedio (g)	Mediana	p-valor
T2	14,63	14,535	0,0001
T3	15,60	15,710	
T2	14,63	14,535	0,0001
T1	15,84	15,520	
T3	15,60	15,710	0,073
T1	15,84	15,520	

Fuente: Autora

En la ilustración 5 se visualiza la eficiencia de los diferentes tratamientos en términos del peso final promedio alcanzado por *Oreochromis sp.* después del período de experimentación

Ilustración 5: Gráfico de eficiencia de tratamiento con relación al peso.



Fuente: SPSS.

4.2.2 Comparación de la Eficiencia entre Tratamientos en la Talla del Organismo.

La tabla 19, se observa una comparación de eficiencia en la talla, donde en el T1 que corresponde al balanceado comercial 100% con el T2 balanceado elaborado 100% y T3 balanceado combinado 50% respectivamente. Estadísticamente ($p\text{-valor} < 0,005$), no existe diferencias significativas entre los 3 tratamientos.

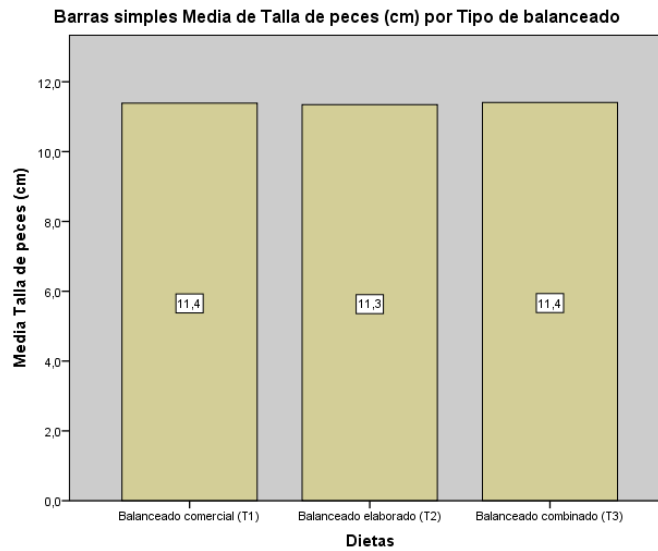
Tabla 19. Eficiencia de los tratamientos en relación a la talla en (*Oreochromis sp.*)

Tratamientos	Talla final promedio (cm)	Mediana	p-valor
T2	11,34	11,355	0,001
T3	11,10	11,38	
T2	11,34	11,355	0,105
T1	11,45	11,32	
T3	11,10	11,38	0,001
T1	11,45	11,32	

Fuente: Autora

En la ilustración 6 se muestra la diferencia que existió entre tratamientos referente a la talla.

Ilustración 6. Gráfico de eficiencia de tratamiento con relación al crecimiento longitudinal

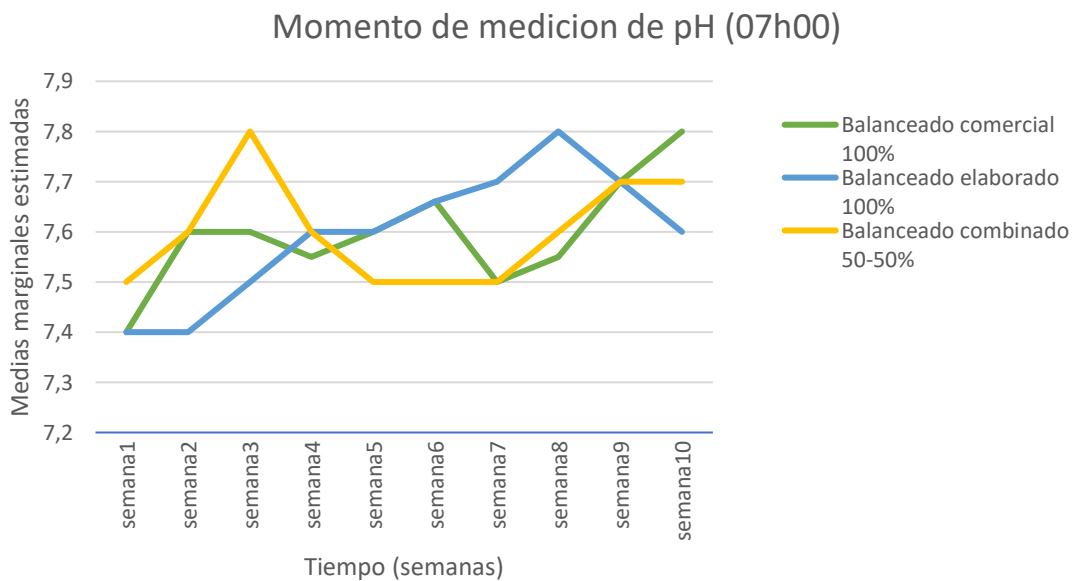


Fuente: SPSS

4.2.3 Fluctuación del pH a lo largo del experimento.

En la ilustración 7 muestra la fluctuación del pH en la mañana, se presentan los cambios porcentuales observados en cada tratamiento, donde T1: el pH inicial fue de 7,44 y alcanzó 7,8 en la semana 10, lo que representa un incremento del 4,8%. Esta tendencia ascendente sugiere una ligera alcalinización del agua a lo largo del experimento, T2: Comenzó con un pH de 7,44, incrementándose hasta 7,8 en la semana 8, con un aumento del 4,8%. Sin embargo, en las

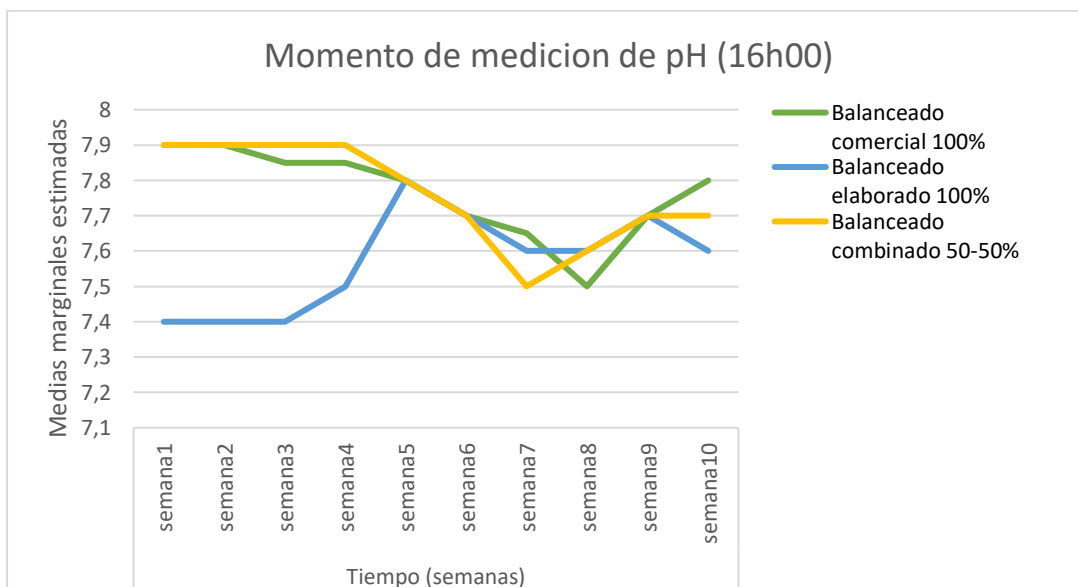
últimas semanas, el pH descendió ligeramente a 7,6, representando una reducción del 2,6% desde el pico observado en la semana 8. Este patrón indica una estabilización del pH tras un aumento inicial, T3: Inició con un pH de 7,5, que aumentó a 7,8 en la semana 3, mostrando un incremento del 4,0%. Luego, el pH descendió a 7,5 en la semana 5, con una disminución del 3,8%, para luego estabilizarse en 7,6 en la semana 10, lo que representa un incremento final del 1,3%. Este tratamiento exhibe una mayor variabilidad en los valores de pH en comparación con los otros tratamientos.



Fuente: Autora.

En la ilustración 8 observamos los niveles de pH vespertinos durante el experimento, los cuales indicaron que T1: mostro una tendencia de descenso seguida de una recuperación, lo que podría implicar una respuesta del sistema a los cambios en el alimento o en la calidad del agua, T2: experimentó un aumento inicial seguido por un descenso, lo que sugiere una dinámica más variable en el pH que podría estar relacionada con los efectos de la degradación del alimento y T3 presento una disminución moderada seguida de estabilidad, indicando un posible equilibrio en el pH después de un periodo de ajuste.

Ilustración 8: Gráfico de la fluctuación del pH en la tarde.

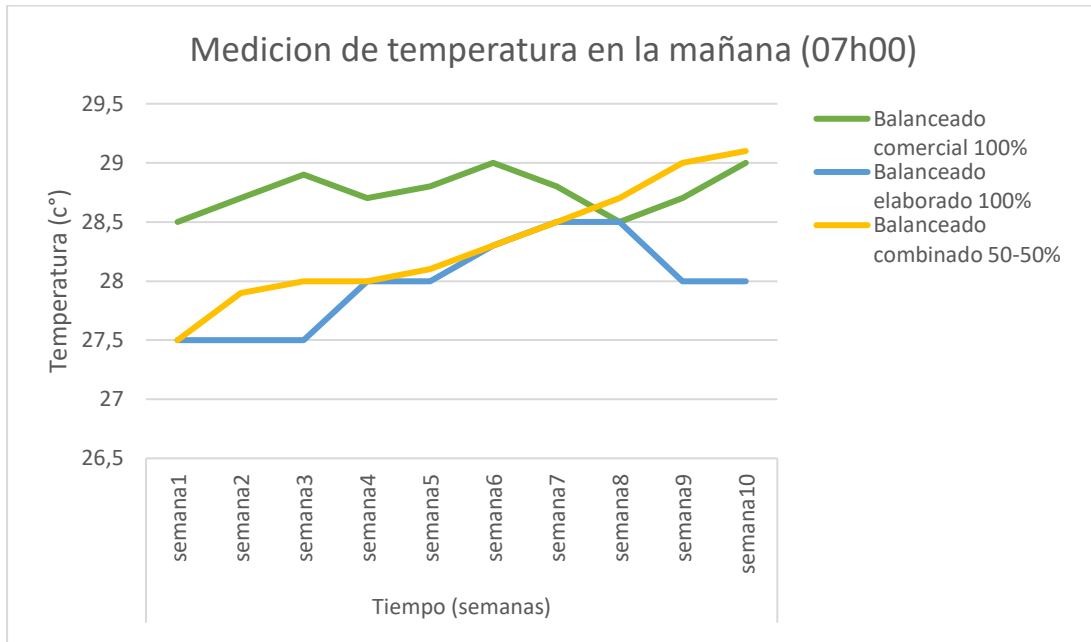


Fuente: Autora

4.2.4 Comportamiento de la Temperatura durante el tiempo del Experimento.

La ilustración 9 muestra el comportamiento de la temperatura en la mañana a lo largo de 10 semanas para tres tratamientos diferentes (T1, T2 y T3), T1 comenzó con una temperatura promedio de 28,5°C en la primera semana, ascendiendo a 29°C para la semana 6. Luego, la temperatura descendió a 28,5°C antes de subir nuevamente a 29°C hacia la semana 10, en T2 se mantuvo una temperatura constante de 27,5°C a 28°C durante las primeras 4 semanas, ascendiendo a un promedio de 28,5°C hacia la semana 8. Posteriormente, la temperatura descendió ligeramente a 28°C en la semana 9, la ligera disminución podría ser un indicativo de un ajuste en el sistema o variaciones en el manejo del agua o formulación del alimento. En T3 comenzó con una temperatura similar a la de T2 y ascendió a 28,5°C en la semana 8. Hacia el final del experimento, alcanzo una temperatura máxima de 29 °C

Ilustración 9: Comportamiento de la temperatura en la mañana (07h00)

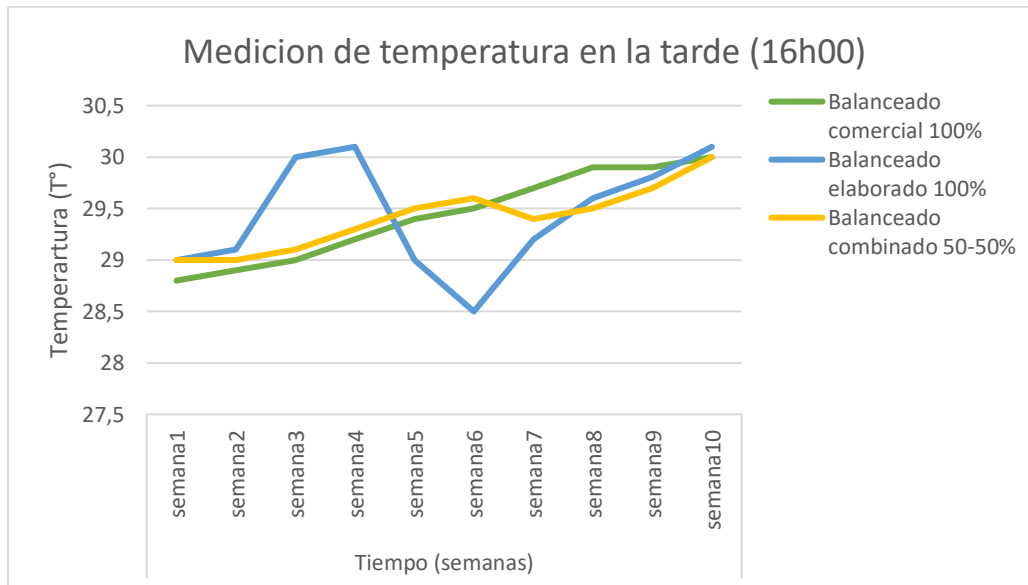


Fuente: Autora

La ilustración 10 muestra el comportamiento de la temperatura vespertina para tres tratamientos (T1, T2, T3) a lo largo de 10 semanas. T1 comenzó con una temperatura de 29°C con un aumento constante hasta alcanzar 30°C al final de las 10 semanas. Este incremento continuo sugiere una tendencia de calentamiento sostenido, T2 mostró un patrón de incremento, descenso y luego estabilización en una temperatura de 30°C, con una caída notable del 5% en la semana 6. Esta fluctuación puede reflejar cambios en el manejo del sistema, ajustes en la alimentación, o variaciones en las condiciones ambientales, T3 mostró un aumento exponencial en la temperatura,

comenzando en 29°C en la semana 1 y alcanzando 30°C para la semana 10. Este incremento gradual refleja un crecimiento continuo en la temperatura.

Ilustración 10: Comportamiento de la temperatura en la tarde (16:00H).



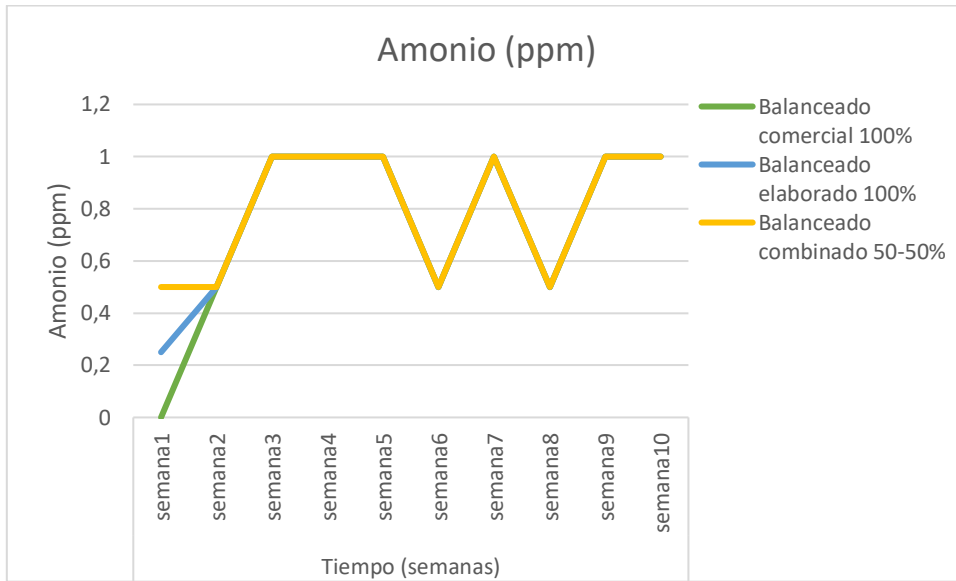
Fuente: Autora

4.2.5 Comportamiento del Amonio durante el Tiempo de Experimento

La ilustración 11 presenta la variación en los niveles de amonio durante el experimento para los tratamientos T1, T2 y T3 a lo largo de 10 semanas. A continuación, en un análisis más detallado podemos observar que los niveles de amonio en T1 muestran un patrón inicial de aumento seguido de estabilidad, con una caída y un pico intermitente.

Esta variación puede ser indicativa de fluctuaciones en la carga orgánica del sistema o cambios en la calidad del agua durante el experimento, En T2, los niveles de amonio permanecieron bajos hasta la semana 7. A partir de la semana 8, se observó un aumento rápido, alcanzando 1 ppm en la semana 9, antes de descender a 0,5 ppm en la semana 10., y T3 mostró un patrón de aumento gradual en los niveles de amonio, con fluctuaciones en los valores alcanzados. La estabilidad inicial seguida de un aumento, descenso y posterior recuperación puede reflejar la respuesta del sistema a las condiciones experimentales y la carga de amonio.

Ilustración 11: Comportamiento de amonio (ppm)



Fuente: Elaborado por Autora con datos específicos de SPSS.

4.3 Discusión

4.3.1 Evaluación del Porcentaje Proteico para *Oreochromis sp.*

La proteína juega un papel fundamental en el desarrollo de los peces, según señala Pillay, (1990) es crucial proporcionar un nivel adecuado de este nutriente para optimizar el crecimiento y minimizar el desperdicio, lo cual es beneficioso tanto para el organismo como para la eficiencia en la acuicultura. En el presente estudio, se formuló un alimento balanceado con un contenido de proteína bruta del 35,0% para ejemplares jóvenes de *Oreochromis sp.* Esta proporción se alinea con los hallazgos de Mohammad *et al.*, (2004) quienes determinaron que para crías de *Oreochromis niloticus* con un peso aproximado de 20g el nivel óptimo de proteína en la dieta es del 35%. Estos resultados también corresponden con las observaciones de Balarin & Halfer (1982), quienes sugieren que los peces con un peso entre 5 y 25 g se benefician de dietas que contienen entre 25 y 35% de proteína.

Investigaciones recientes han arrojado luz sobre la nutrición óptima de la tilapia en diferentes etapas de crecimiento. Un estudio conducido por Murillo *et al.*, (2023) reveló que las

tilapias con un peso inicial de 10 g experimentaron un mayor incremento longitudinal hasta alcanzar los 200 g de peso vivo cuando se alimentaron con dietas comerciales, en comparación con aquellas alimentadas con lombriz roja californiana viva. En cuanto a los requerimientos proteicos El- Sayed (2004) señala que diversos estudios han demostrado que el porcentaje óptimo de proteína en la dieta de la tilapia varía según la especie, específicamente para juveniles de *Oreochromis sp* se ha observado un rango que oscila entre el 20% y el 56% de proteína en la dieta. Por otro lado Rincon, *et al.*, (2012) llevaron a cabo un experimento que arrojó resultados interesantes, observaron que el crecimiento de los peces no se vio comprometido por la composición de los ingredientes en las diferentes dietas experimentales evaluadas, a comparar el aumento de peso logrado con las dietas experimentales (A, B, C y D) frente a una dieta comercial (E), se evidenció que las formulaciones experimentales fueron tan eficaces como la comercial para promover el crecimiento de los híbridos de tilapia roja, de hecho, se observó que la dieta que resultó en el menor rendimiento en términos de ganancia de peso fue precisamente la dieta E, que correspondía al alimento comercial.

4.4 Eficiencia de la Prueba de Hidroestabilidad.

En este estudio, se evaluó la hidroestabilidad de una dieta experimental formulada con harina de vísceras rojas de pollo y lenteja de agua, en comparación con una dieta comercial estándar para *Oreochromis sp*. Los resultados indicaron que la dieta experimental mostró una excelente hidroestabilidad, con tiempos de flotación de 60 minutos en cada tratamiento, donde se observó que después de 60 minutos en T1 mantiene 75% de su forma, en T2 mantuvo un 40% de su forma y 35-40% en T3, lo que contradice a los tiempos reportados para algunas dietas comerciales, que usualmente flotan entre 20 y 30 minutos (Mbahinzireki *et al.*, 2001). Esto se debe a que las dietas comerciales están diseñadas para una rápida ingesta en sistemas intensivos, donde

el alimento no necesita permanecer estable por largos periodos. Sin embargo, los hallazgos de este estudio son consistentes con las afirmaciones de Sayed (1999), quien señaló que el uso de subproductos avícolas en las dietas acuícolas mejora la cohesión del pellet, reduciendo la lixiviación de nutrientes y proporcionando una mayor estabilidad.

Asimismo, Leng *et al.*, (1995) identificaron a *Lemna minor* como una fuente de proteínas y almidones que contribuye a la estabilidad del alimento, gracias a sus propiedades aglutinantes que preservan la integridad del pellet en el agua. Otros estudios también respaldan estas conclusiones, Ajani *et al.*, (2011) y He *et al.*, (2013) destacaron la capacidad de los subproductos avícolas para aumentar la estabilidad del pellet, prolongando su tiempo de flotación.

Yamamoto *et al.*, (2007) encontraron que la combinación de proteínas animales y vegetales mejora la cohesión del pellet, lo que concuerda con nuestros hallazgos. Además Samuelsen, *et al.*, (2013) demostraron que ciertos aglutinantes naturales pueden permitir la flotación del alimento por períodos prolongados, hasta 8 horas, lo que resalta el potencial de las dietas experimentales para ofrecer ventajas adicionales al reducir la lixiviación de nutrientes y mejorar la calidad del agua. Además, los resultados de este estudio coinciden con lo señalado por Hernandez (2018), quien indica que la mayoría de los alimentos balanceados comerciales presentan características aglutinantes que permiten mantener una estabilidad relativa del pellet durante un período de 4 a 6 horas.

4.5 Comparación de la Eficiencia entre Tratamientos en el Peso y Talla del Organismo

El análisis de los datos mostró que las tilapias alimentadas con el Tratamiento 1 (balanceado comercial) presentaron un peso total promedio de 15,842 g al final del estudio, seguido del Tratamiento 3 (balanceado combinado) con un peso total promedio de 15,601 g, y finalmente el Tratamiento 2 (balanceado elaborado) con 14,627 g. En la semana 10, las tilapias del

Tratamiento 1 alcanzaron un peso promedio de 21,48 g, las del Tratamiento 3 alcanzaron 20,91 g, y las del Tratamiento 2 llegaron a 19,14 g. Estos resultados sugieren que el Tratamiento 1 fue el más efectivo en términos de ganancia de peso, seguido de cerca por el Tratamiento 3, mientras que el Tratamiento 2 mostró un rendimiento inferior. La ganancia de peso final promedio por tratamiento fue de 10,71 g para T1, 10,36 g para T3 y 8,58 g para T2. Estos hallazgos indican que, aunque la dieta experimental en T2 proporcionó nutrientes suficientes para el crecimiento, su efectividad fue menor en comparación con T1 y T3. Estos resultados son consistentes con estudios previos que han evaluado la efectividad de fuentes proteicas alternativas en dietas para tilapia. Según El-Sayed, (1999) las fuentes de proteínas animales no convencionales como las vísceras de pollo, pueden proporcionar aminoácidos esenciales y energía necesarios para el crecimiento eficiente de tilapias, sin comprometer el rendimiento comparado con las fuentes proteicas tradicionales.

Investigaciones de Stadlander *et al.* (2017) han demostrado que puede reemplazar parcialmente la harina de pescado en dietas para especies omnívoras y herbívoras sin afectar significativamente el crecimiento cuando se incluye hasta en un 20-30% de la dieta. Por otro lado, Hernández *et al.* (2010) reportan que la harina de vísceras rojas de pollo es un subproducto de la industria avícola con un contenido proteico que oscila entre 55-65%. Estudios de Rawles *et al.* (2011) han indicado que puede sustituir hasta un 50% de la harina de pescado en dietas para algunas especies de peces carnívoros sin impactos negativos en el crecimiento y la eficiencia alimenticia.

El uso de ingredientes alternativos en la alimentación acuícola ha sido objeto de numerosos estudios en los últimos años. En particular, la harina de lenteja de agua (*Lemna minor*) y la harina

de vísceras rojas de pollo (*G. gallus domesticus*) han mostrado potencial como sustitutos parciales de la harina de pescado.

Según un estudio realizado por Bairagi et al. (2002), la inclusión de hasta un 30% de harina de lenteja de agua (*Lemna polyrhiza*) en la dieta de la carpa Rohu (*Labeo rohita*) no afectó negativamente el crecimiento ni la utilización del alimento. Los peces alimentados con una dieta que contenía 30% de harina de lenteja de agua mostraron un incremento de peso de 351% en 80 días, comparado con un 367% en la dieta control.

Indican Rawles et al. (2006) que el uso de harina de subproductos avícolas, incluyendo vísceras, como sustituto de la harina de pescado en dietas para el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*). Encontraron que se podía reemplazar hasta el 70% de la harina de pescado sin afectar significativamente el crecimiento. Los peces alimentados con una dieta que contenía 35% de harina de subproductos avícolas alcanzaron un peso final de 643 g en 9 semanas, comparado con 658 g en la dieta control.

En esta investigación, se evaluaron tres tipos de dietas para la engorda de *Oreochromis sp.*, obteniendo un FCA promedio de 2.6 para T1, 3.0 para T2, y 2.8 para T3. Zafra (2019) indican que la eficiencia en la conversión alimentaria está fuertemente influenciada por la calidad y el contenido proteico de los alimentos, estudio previo reveló que el uso de un alimento con un 35% de proteína resultó en mejores FCA en tilapias, mientras que una dieta con un 28% de proteína mostró una conversión alimentaria menos eficiente. Estos resultados pueden ser comparados con un estudio de Kaneshima, (2022) que reportó una biomasa final de 1.4 kg en el tratamiento A (TA) y 1.1 kg en el tratamiento B (TB), con FCA de 1.4 y 2.1, respectivamente. El estudio sugiere que la diferencia en el FCA entre TA y TB podría estar relacionada con las variaciones en la temperatura del cultivo, indicando que los juveniles de tilapia en condiciones de mayor

temperatura aprovecharon mejor el alimento, lo que se reflejó en un FCA más bajo y una mayor biomasa final.

4.6 Comparación de los Parámetros pH, Temperatura

La calidad del agua es un factor crucial en el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), y parámetros como la temperatura y el pH pueden tener un impacto significativo en el crecimiento y el bienestar de los peces. En nuestro estudio, estos parámetros se mantuvieron dentro de los rangos considerados óptimos para el desarrollo de la tilapia roja, lo que coincide con los resultados de investigaciones previas.

En el estudio, la temperatura del agua varió entre 27,5°C y 30,5°C, lo cual es consistente con los rangos óptimos reportados en la literatura para el crecimiento eficiente de tilapia roja. Según Boyd (1990) la tilapia roja presenta un crecimiento óptimo a temperaturas entre 25°C y 30°C, donde el metabolismo y la ingesta de alimento son máximos.

Esto tienen concordancia con un estudio reportado por (Bonilla, 2018) donde señalan que hubo un mejor crecimiento de los organismos tilapia en el T3, que consistía en tanques con invernadero y manta térmica, donde la temperatura fue de 26,5°C. Sin embargo los rangos mencionados por Acevedo (2020) son mayores, los peces deberían mantenerse en un rango de temperatura entre 28 y 32°C. Cuando la temperatura baja a 15°C, los peces dejan de alimentarse, y si desciende por debajo de 12°C, su tiempo de supervivencia se reduce significativamente.

Este estudio es consistente con los hallazgos de Haque *et al.*, (2016) quienes reportaron un rango de temperatura ideal para el cultivo de tilapia de 25°C a 32°C, observando una correlación directa entre temperaturas óptimas y un mejor rendimiento de crecimiento.

Boyd (1979) menciona que el rango adecuado de pH en el agua para el cultivo de tilapia oscila entre 6 y 9. En este estudio el pH osciló entre 7,72 y 7,94, valores que están dentro del

rango óptimo para la tilapia, que generalmente se encuentra entre 6,5 y 9,0. El estudio de El-Sayed (2006) respalda que la tilapia prospera en aguas con pH neutro a ligeramente alcalino, con una eficiencia alimenticia y crecimiento óptimos en este rango. En comparación con otros estudios, como el de Yi (2003) que observaron un rango de pH de 7,5 a 8,5 en sus experimentos de cultivo de tilapia, nuestros resultados confirman que la tilapia roja puede prosperar en condiciones de pH ligeramente alcalino, lo que facilita su manejo en diferentes sistemas acuícolas

4.7 Control de Amonio.

En el presente estudio, los niveles de amonio variaron entre 0,5 ppm y 1,0 ppm, alcanzando un máximo de 1,0ppm. Estos valores son superiores a los rangos recomendados, aun así, puede ser manejado con prácticas adecuadas de manejo del medio. Estudios realizados por Hargreaves & Tucker (2004) indican que el amonio no ionizado puede ser tóxico a concentraciones superiores a 0,05 mg/L, especialmente cuando el pH y la temperatura del agua elevan su toxicidad.

(Nelson, 2007) menciona que a medida que el pH y la temperatura incrementan, el amoniaco aumenta en el agua, esto es crucial en la investigación debido a que hubo variabilidad en estos parámetros durante las 10 semanas de estudio.

El estudio expuesto por Hossam, (1986) indican que la actividad metabólica influye en la incrementación del amonio en el medio de cultivo.

Los niveles de amonio observados en nuestro estudio son similares a los reportados por (El-Shafai, 2004) quienes mantuvieron niveles de amonio por debajo de 1 mg/L en sistemas de cultivo intensivo, con éxito en la producción de tilapia. Sin embargo, ellos utilizaron sistemas avanzados de filtración para controlar los niveles de amonio, algo que también se aplicó en el estudio.

La implementación de aireación continua y recambios regulares de agua fueron prácticas clave en nuestro estudio para mitigar la acumulación de amonio. Estas estrategias ayudan a promover la oxidación del amonio a nitrato mediante nitrificación, reduciendo su toxicidad.

El uso de biofiltros efectivos para la nitrificación también demostró ser crucial, como se discutió en el estudio de Michaud *et al.* (2006), que confirmaron la eficacia de la nitrificación biológica en la reducción de niveles de amonio en sistemas acuícolas.

5 CONCLUSIONES

- Se formuló una dieta balanceada artesanal con el 35% de proteína, con ingredientes de harinas de vísceras rojas de *G. gallus domesticus* con el 55% de proteína de origen animal y harina de *Lemna minor* que presentó el 27% de proteína de origen vegetal.
- El estudio nos demuestra que el tratamiento 1 dieta comercial generó mejores rendimientos en su peso y talla respectivamente 15,84 g y 11,45 cm, seguido del tratamiento 3 donde su peso promedio fue de 15,60 g y su talla fue de 11,34 cm y por último tenemos el tratamiento 2 con un peso promedio de 14,62 g y talla de 11.1 cm. La eficiencia obtenida lo considero que influye su manufactura que presentó el balanceado comercial al resto de los tratamientos.
- En los tratamientos analizados en este estudio, la dieta balanceada comercial T1 generó beneficios superando al balanceado elaborado artesanal y la dieta combinada, con un FCA de 2.6, 3,0 y 2,8. Esto nos demuestra que el balanceado comercial generó beneficios en el aprovechamiento del producto, generando crecimiento al pez *Oreochromis sp.*, tomando en consideración que la diferencia de sus valores no son tan distantes en comparación a una dieta artesanal a elaborada, por presentar los requerimientos nutricionales del producto elaborado.
- Los parámetros evaluados en los 3 tratamientos en relación a la Temperatura, el pH y el amonio presentaron normalidad en el tratamiento 1 y 2, y en el 3, presentó una variabilidad en el amonio (1ppm), donde su parámetro ideal es de (0,005ppm). Esto nos demuestra que el Tratamiento 3, al estar constituido por la combinación de las

dos dietas balanceadas resulto con un lixiviado mayor a los otros tratamientos. (1 y

2)

6 RECOMENDACIONES

- Buscar nuevas alternativas de materias primas de origen animal y vegetal para que se elaboren harinas para obtener nuevas dietas balanceadas, que reemplazan de manera parcial a las dietas tradicionales y que son utilizadas en el campo acuícola.
- Se recomienda considerar la selección y crianza predominante de machos en *Oreochromis sp.*, ya que estos tienden a crecer más rápido que las hembras, debido a que su energía la utilizan específicamente para la engorda, esta estrategia podría mejorar la eficiencia del crecimiento y optimizar la producción acuícola.
- Evaluar diariamente los parámetros establecidos para mantener de manera adecuada al requerimiento del organismo en cautiverio y evitando así un decrecimiento en el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, J. Y. (2020). Plan De Negocio Para Producción De Tilapia Roja En Estanques De Geomembrana Bajo Parámetros De Ambiente Controlado En El Municipio De la Mesa de los Santos. *Tesis*. Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/ac02f391-c2d4-4a3c-9491-7b854bd1e06a>
- Acuarioadictos. (2014). *Acuarioadictos*. Obtenido de <https://acuariaodictos.com/peces-de-agua-dulce/aequidens-rivulatus/>
- Adeola, A. C. (2016). Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *Journal of Animal Science*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/292771303_Opportunities_and_challenges_in_using_exogenous_enzymes_to_improve_nonruminant_animal_production
- Ajani, E., Nwanna, L., & Musa, B. (2011). Replacement of fish meal with chemically-treated poultry by-product meal in the diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *JOURNAL OF Applied Aquaculture*, 208-215. doi:10.1080/10454438.2011.580393
- Arévalo, A. A. (2016). “*Estudio comparativo de la producción de Andinoacara rivulatus (vieja azul) con alimentación: comercial y ecológico en el recinto Petrillo sector El Chaco*”. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/24818>
- Balarin, J., & Halfer, R. (1982). The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. *Recent Advances in Aquaculture*, 266-355. Obtenido de <https://eurekamag.com/research/001/488/001488614.php>

- Ballat, M. (2014). Desarrollo de un producto de panificación mediante harina compuesta de trigo, mandioca y soja. *Trabajo fin de master en tecnología y calidad en las industrias agroalimentarias*. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España. Obtenido de <https://academica-e.unavarra.es/server/api/core/bitstreams/b63d52ce-a184-4452-8f0a-d7754a791365/content>
- Bedoya, J. L. (2012). *ASPECTOS BIOLÓGICOS Y PESQUEROS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES CAPTURADAS EN EL EMBALSE CHONGÓN, DURANTE 2012*. El Embalse: Letamendi. Obtenido de <http://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Aspectos-Biol%C3%B3gicos-y-Pesqueros-de-las-Principales-Especies-Capturadas-en-el-Embalse-Chong%C3%B3n-Durante-2012.pdf>
- Bernal, D. (2010). UTILIZACIÓN DE LA VISCERA DE POLLO COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO EN GANADO DE CEBA COMERCIAL. (*tesis de grado*). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1151&context=zootecnia>
- Blgo Antonio Torres Noboa, M. (2017). *CULTIVO INTENSIVO DE *Andinoacara rivulatus* (vieja azul) CON DIFERENCIACIÓN EN LA CANTIDAD DE ALIMENTO EN UN SISTEMA CERRADO DE RECIRCULACIÓN DE AGUA*. GUAYAQUIL: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES CARRERA DE BIOLOGÍA. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20971/1/TESIS%20ALBERTO%20SOLORZANO%20.pdf>

- Bonilla, B. M. (Julio de 2018). Efecto de la Temperatura sobre el Crecimiento de Tilapia (*Oreochromis sp*) en Mamá Lombriz, Vereda Rio Blanco, Popayán, Colombia. *Teknos Revista científica*, 18(1), 24-30. doi: <https://doi.org/10.25044/25392190.922>
- Bortone, E. (2002). *Interacción de Ingredientes y Procesos en la Producción de Alimentos Hidroestables para Camarones*. Obtenido de Balanceados Lamar, C.A., Venezuela y Omega Protein, Inc. USA : <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/download/248/246>
- Boyd, C. (1990). *Water Quality in ponds for aquaculture*. Birmingham Publishing Co.,
- Bravo, E. D. (2020). “*EFFECTO DE DOS TECNOLOGÍAS (BIOFLOC Y RECIRCULACION DE AGUA), APLICADAS EN LA CRIANZA DE VIEJA AZUL (Andinoacara rivulatus)*”. Mocache – Los Ríos – Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5960/1/T-UTEQ-0102.pdf>
- Burner, F. (Enero de 2021). *infomarina*. Obtenido de infomarina: <https://infomarina.net/pez-terror-verde/>
- Camacho, R. (2015). “*EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO E INMUNIDAD EN VIEJA AZUL Andinoacara rivulatus (Günther, 1860) UTILIZANDO DIETAS CON DIFERENTES NIVELES PROTÉICOS Y SUPLEMENTADAS CON ASTAXANTINA*”. Guayaquil: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/34064/1/20151SFMAR052801_2.PDF
- CAMACHO, R. A. (2015). “*EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO E INMUNIDAD EN VIEJA AZUL Andinoacara rivulatus (Günther, 1860) UTILIZANDO DIETAS CON DIFERENTES NIVELES PROTÉICOS Y SUPLEMENTADAS CON*

- ASTAXANTINA*". Guayaquil: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/34064/1/20151SFMAR052801_2.PDF
- Charo- Karisa, H., Komen, H., Rezk, M., Ponzoni, R. v., & Bovenhuis, H. (2005). Heritability of cold tolerance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, juveniles. *Aquaculture*, 115-123. doi:10.1016/j.aquaculture.2005.02.048
- Chevez, M. F. (2020). "*ANÁLISIS DE QUÍMICA SANGUÍNEA Y MORFOMETRÍA DE VIEJA AZUL (Andinoacara rivulatus), Y BOCACHICO (Ichthyoelephas humeralis) EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS*". Quevedo: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5349/1/T-UTEQ-0256.PDF>
- Cruz, C., Kamarudin, M. S., Ramezani, E., & Saad, C. (2015). Effects of Extruder Die Temperature on the Physical Properties of Extruded Fish Pellets Containing Taro and Broken Rice Starch. *Anim. Feed Sci. Tech*, 137. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840114003952>
- Cruz, E., Ruiz, P., Cota, E., Nieto, M., Guajardo, C., Tapia, M., . . . Ricque, D. (2006). *Revisión sobre Algunas Características Físicas y Control de Calidad de Alimentos Comerciales para Camarón en México*. Obtenido de Universidad Autónoma de Nuevo León: <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/175/173>
- Cumpa, M. y. (2008). Evaluación de la harina de vísceras de pollo en reemplazo de la harina de pescado en el engorde de machos de codorniz japonesa. *Anales científicos* , 70(1), 17-20.

- Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeLaHarinaDeViscerasDePolloEnReemplazoDe-6171200.pdf
- Drouet, R. D. (2019). “*Estudio mediante morfometría de la caracterización biológica de *Andinocara rivolatus* (vieja azul) en zonas de influencia del río Quevedo, considerando la variabilidad en crianza con fines alimentarios*”. QUEVEDO- LOR RIOS- ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3698/1/T-UTEQ-0100.pdf>
- El- Sayed, A. (01 de enero de 2004). Protein Nutrition of Farmed Tilapia: Searching for unconventional sources. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237324012_Protein_nutrition_of_farmed_Tilapia_searching_for_unconventional_sources/citation/download
- El-Sayed. (2006). Tilapia Culture. *CABI*. doi:10.1079/9780851990149.0000
- El-Sayed, A. (1999). Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis spp.* *Aquaculture*, 179, 149-168. doi:[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00159-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00159-3)
- El-Shafai, S. A. (2004). Nutrient recovery from domestic wastewater using a UASB-duckweed pond system. *Bioresource Technology*.
- García, A., Muy, D., Puello, A., Villa, Y., Escalante, M., & Preciado, K. (2010). *Uso de ingredientes de origen vegetal como fuentes de proteína y lípidos en alimentos balanceados para peces marinos carnívoros*. Obtenido de Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo: <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/112/111>

- González, M., Rodríguez, J., & Mario López, G. V. (2016). ESTIMACION DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DE LA VIEJA AZUL (*Andinoacara rivulatus*). *Talentos*, 3, 36-42. Obtenido de <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/download/61/94>
- Haque, M., Alam, M., & Islam, M. (2016). Effect of temperature on growth and survival of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 11-19. doi:10.3923/jfas.2016.11.19
- Hargreaves, J., & Tucker, C. (2004). Manafinf ammonia in fish ponds. *SRAC*.
- He, J., Chen, F., Li, J., & Pan, Q. y. (2013). Effects of dietary poultry by-product meal on growth performance, body composition, and serum biochemical parameters of juvenile black seabream (*Acanthopagrus schlegelii*). *Aquaculture Nutrition*, 19(5), 655-662. doi:10.1111/anu.12016
- Hernandez, A. (2018). Prueba de hidroestabilidad de un alimento balanceado para organismos acuáticos. *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/385312091/Prueba-de-Hidroestabilidad-de-Un-Alimento-Balanceado-Para-Organismos-Acuaticos>
- Hossam, H. (1986). Toxicidad aguda del amoniacó en alevines de carpa común (*Cyprinus carpio*) a diferentes niveles de pH. *Science Alert*.
- Huaman, M. (2021). EVALUACION NUTRICIONAL DE LENTEJA DE AGUA (*Lemna minor*) en la ALIMENTACION DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN LA ETAPA DE ENGORDE DE LA PROVINCIA RODRIGUES DE MENDOZA, AMAZONAS-2019. *Tesis*. UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS, CHACHAPOYAS, PERU. Obtenido de <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2428/Huaman%20Vargas%20Danitza%20Milagros.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Jiménez P, et a. (2015). *Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador. Azuay*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5349/1/T-UTEQ-0256.PDF>
- Kalita, P. M. (2007). Evaluation of the nutritional quality of four unexplored aquatic weeds from northeast India for formulation of cost-effective fish feeds. *Food Chem*, 204-209. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814606006303>
- Kaneshima, K. D. (2022). Efecto de la temperatura en el crecimiento de juveniles de *Oreochromis niloticus* tilapia en un sistema de recambio acuícola (RAS). *Manglar*, 19(1), 39-44.
- Lascano, A. F. (2016). *“Estudio comparativo de la producción de Andinoacara rivulatus*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/24818/1/Valens%20Ar%c3%a9valo%2c%20Antonio%20Abraham.pdf>
- Leng, R., Stambolie, J., & Bell, R. (1995). A potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. *Livestock Research for Rural Development*.
- López-Alvarado Julio, R. W. (2014). *DESARROLLO DE LA MARICULTURA EN EL ECUADOR*:. Guayaquil: Revista de Ciencias del Mar y Limnología. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Julio-Lopez-Alvarado/publication/276206554_Desarrollo_de_la_maricultura_en_el_Ecuador_situacion_actual_y_perspectivas/links/5552618408ae980ca606aea1/Desarrollo-de-la-maricultura-en-el-Ecuador-situacion-actual-y-perspec
- Maria Z. (2011). *Contribucion al conocimiento de especies de peces de agua dulce autótonos factibles de desarrollo en ambiente*. Guayaquil-Ecuador:, Facultad de medicina

veterinaria y *zootecniae*. Obtenido de
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5349/1/T-UTEQ-0256.PDF>

MARITZA, A. C. (2019). *APLICACIÓN DE ANESTÉSICO ARTESANAL DE ACEITE DE CLAVO DE OLOR (SYZYGIUM AROMATICUM) EN VIEJA AZUL (ANDINOACARA RIVULATUS)*. MACHALA: UTMACH UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. Obtenido de
http://186.3.32.121/bitstream/48000/13828/1/DE00001_TRABAJODETITULACION.pdf

Mauro Nirchio, F. G. (28 de enero de 2020). *Molecular Analysis and Chromosome Mapping of Repetitive DNAs in the Green Terror Andinoacara rivulatus (Cichlidae: Cichlasomatini)*. Obtenido de Liebertpub: <https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/zeb.2019.1811>

Mbahinzireki, G. B.-S. (2001). Growth, feed utilization and body composition of tilapia (*Oreochromis* sp.) fed with cottonseed meal-based diets in a recirculating system. *Aquaculture Nutrition*, 3, 189-200. doi:10.1046/j.1365-2095.2001.00175.x

Méndez Martínez , Y., & Puente Mendoza , M. (2020). *Electrolitos, proteínas y transaminasa glutámico pirúvica en vieja azul (Andinoacara rivulatus) y bocachico (Ichthyoelephas humeralis) en ecosistemas lóticos de la Provincia de Los Ríos"*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de
<http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5368>

Méndez Martínez Yuniel, P. M. (2020). *Electrolitos, proteínas y transaminasa glutámico pirúvica en vieja azul (Andinoacara rivulatus) y bocachico (Ichthyoelephas humeralis) en ecosistemas lóticos de la Provincia de Los Ríos"*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5368>

- Mendoza, R. R. (2004). *Aspectos bioecológicos de Aequidens rivulatus (Pisces: Cichlidae) del humedal de Villa María, Chimbote (Perú) para su futuro cultivo*. Villa Maria: Comunicacion Tecnica CIVA. Obtenido de <http://www.ciclidos-mexico.com/articulos/Aequidensrivalatus.pdf>
- Mohammad, H., Mohsen, A., & Khattab, Y. (2004). Effect of Dietary Protein Levels on Growth Performance and Protein Utilization in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L with Different initial Body weights. *Fish Nutrition Department*.
- Murillo, L., Chacon, A., & Herrera, J. (2023). Crecimiento, eficiencia y composicion de tilapia (*Oreochromis aureus*) alimentada con lombriz roja (Ei. *Nutricion Animal Tropical*, 1-35. Obtenido de <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/54085-Texto%20del%20art%C3%ADculo-234529-1-10-20230207.pdf>
- Nelson, B. (2007). Efecto agudo del amoniaco en tilapia roja (*Oreochromis* sp). *Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2d946c56-7314-498f-bffc-a3bde86f5eb6/content>
- Nicklas Wijkmark, S. O. (2012). *Andinoacara blombergi, a new species from the río Esmeraldas basin in Ecuador and a review of A. rivulatus (Teleostei: Cichlidae)*. Esmeraldas: Ichthyol. Explor. Freshwaters. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8601>
- Noboa, A. T. (2017). *CULTIVO INTENSIVO DE Andinoacara rivulatus (vieja azul) CON DIFERENCIACIÓN EN LA CANTIDAD DE ALIMENTO EN UN SISTEMA CERRADO DE RECIRCULACIÓN DE AGUA*. GUAYAQUIL: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES CARRERA DE BIOLOGÍA. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20971/1/TESIS%20ALBERTO%20SOLORZANO%20.pdf>

NRC, N. R. (2011). NUTRIENT REQUIREMENTS OF FISH AND SHRIMP.

Oquist, P. (1999). Elaboracion de un "peletizado" florante para tilapia (*Oreochromis niloticus*) con un 30% de proteina. *tesis*. ZAMORANO, Honduras, HONDURAS. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d16e7035-52b6-46f0-8bb7-94944f4e7192/content>

Pez Oscar Fuego, T. y. (2013). Terror Verde, Andinoacara Rivulatus. *Acuarios de Tehuacan*, 1-2. Obtenido de <http://acuariostehuacan.blogspot.com/2013/07/terror-verde-andinoacara-rivulatus.html?m=0>

Plata, F., Ebergeny, S., Resendiz, J., Villareal, O., Barcena, R., Vciccon, J., & Mendoza, G. (2009). Palatabilidad y composicion quimica de alimentos consumidos en cautiverio por el venado cola blanca de Yucatan (*Odocoileus virginianus yucatanensis*). *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2009000200005#:~:text=La%20palatabilidad%20se%20define%20como,alimentos%20para%20venados%20en%20confinamiento.

Popma, T. Y. (1995). Worldwide prospects for comercial production of tilapia. (A. university, Ed.) *International Center for aquaculture and aquatic environments*.

Prazdnikov, D. V. (15 de Enero de 2019). *Influence of Triiodothyronine (T3) on the Reproduction and Development of the Green Terror Andinoacara rivulatus (Cichlidae)*. Obtenido de SpringerLink: <https://link.springer.com/article/10.1134%2FS0032945218060140>

Prazdnikov, V. (6 de Mayo de 2019). *The Experimental Heterochronies in a Green Terror Cichlid Andinoacara rivulatus (Teleostei: Cichlidae: Cichlasomatinae) Indicate a Role of Developmental Changes in the Cichlids Coloration Evolution*. Obtenido de SpringerLink: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1062359019010102>

- Rincón, D. D., Velásquez, H. A., Dávila, M. J., Semprun, A. M., & Morales, E. D. (julio de 2012). Niveles de sustitución de harina de pescado por harina de *Arthrospira (=Spirulina) maxima*, en dietas. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*, 25(3). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295024923011.pdf>
- Rincon, D., Velasquez, H., Davila, M., Semprun, A., Morales, E., & Hernandez, J. (29 de Abril de 2012). Substitution levels of fish meal by *Arthrospira (=Spirulina) maxima* meal in experimental diets for red tilapia fingerlings (*Oreochromis sp.*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 430-437. Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Dialnet-SubstitutionLevelsOfFishMealByArthrospiraSpirulina-5687257%20(1).pdf
- Rodríguez, R. M. (2004). Aspectos bioecológicos de *Aequidens rivulatus* (Pisces: Cichlidae) del humedal de Villa María, Chimbote (Perú) para su futuro cultivo. *Comunicación Técnica CIVA*, 101-107. Obtenido de <http://ciclidos-mexico.com/articulos/Aequidensrivalatus.pdf>
- Roma. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura . *FAO*, 6.
- Samuelsen, T., Morkore, T., & Olsen, R. (2013). Effects of soybean meal and fish meal on the physical quality of fish feed pellets. *Aquaculture Research*, 44(5), 845-851. doi:10.1111/j.1365-2109.2011.02904.x
- Solórzano, A. (2017). Cultivo intensivo de *Andinoacara rivulatus* (vieja azul) con diferenciación en la cantidad de alimento en un sistema cerrado de recirculación de agua (Tesis de pregrado).
- SOLÓRZANO, A. A. (2017). *CULTIVO INTENSIVO DE Andinoacara rivulatus (vieja azul) CON DIFERENCIACIÓN EN LA CANTIDAD DE ALIMENTO EN UN SISTEMA CERRADO DE RECIRCULACIÓN DE AGUA*. GUAYAQUIL: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, GUAYAQUIL, ECUADOR. Obtenido de

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20971/1/TESIS%20ALBERTO%20SOLORZANO%20.pdf>

Stawikowski, R. y. (1998). "Die Buntbarsche Amerikas, Band1". *Ulmer Verlag*,, 540. Obtenido de <https://cichlidae.com/species.php?id=4&content=profile#content>

Valens, A. A. (2016). "*Estudio comparativo de la producción de Andinoacara rivulatus (vieja azul) con alimentación: comercial y ecológico en el recinto Petrillo sector El Chaco*". Guayaquil: Universidad de Guayaquil Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia. Recuperado el Enero de 2016, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/24818/1/Valens%20Ar%c3%a9valo%2c%20Antonio%20Abraham.pdf>

VILLAMA, M. V. (2017). *REVALENCIA DE PARÁSITOS EN DAMA BLANCA (Brycon alburnus) Y VIEJA AZUL (Andinoacara rivulatus) PRESENTES EN EL RÍO SALITRE*. Guayaquil: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21005>

Xu, J. C. (2022). Growing duckweed for biofuel production: A review. *Plant Biology*, 24(2), 245-252. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/263583407_Growing_duckweed_for_biofuel_production_A_review

Yamamoto, T., T. S., Furuita, H., & Suzuki, N. (2007). Effect of dietary inclusion of soybean meal and phytase on growth performance, feed utilization, and phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 343-351. doi:10.1016/j.aquaculture.2007.02.019

- Yi. (2003). Techniques to mitigate clay turbidity problems in fertilized earthen fish ponds. *Aquacultural Engineering*, 39-51. doi:10.1016/S0144-8609(02)00045-5
- Zafra, A. D. (2019). *Conversion y eficiencia alimenticia de Oreochromis aureus var. suprema (Cichlidae) con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Peru.* Departamento de Pesqueria, Trujillo. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n2/a19v26n2.pdf>
- Zetina, P. R. (2010). UTILIZACION DE LA LENTEJA AGUA (LEMNACEAE) EN LA PRODUCCION DE TILAPIA (OREOCHROMIS SPP). 59(0), 133-155. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7212381>
- Zuzana , M., Ingo , S., & Wolfgang , S. (2009). *Description of Andinoacara stalsbergi sp. n. (Teleostei: Cichlidae: Cichlasomatini) from Pacific coastal rivers in Peru, and annotations on the phylogeny of the genus.* Berlin: Vertebrate Zoology. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/261992880_Description_of_Andinoacara_stalsbergi_sp_n_Teleostei_Cichlidae_Cichlasomatini_from_Pacific_coastal_rivers_in_Peru_and_annotations_on_the_phylogeny_of_the_genus/link/0c96053625cb1c99c0000000/download
- ZUZANA MUSILOVÁ, I. S. (2009). *Description of Andinoacara stalsbergi sp. n. (Teleostei: Cichlidae: Cichlasomatini) from Pacific coastal rivers in Peru, and annotations on the phylogeny of the genus.* Berlin: Vertebrate Zoology. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/261992880_Description_of_Andinoacara_stalsbergi_sp_n_Teleostei_Cichlidae_Cichlasomatini_from_Pacific_coastal_rivers_in_Peru_and_annotations_on_the_phylogeny_of_the_genus/link/0c96053625cb1c99c0000000/download

7 ANEXOS



Anexo 1. Lemna minor seca



Anexo 2. Lemna minor en horno de secado



*Anexo 3. Harina de vísceras rojas de *G. gallus domesticus*.*



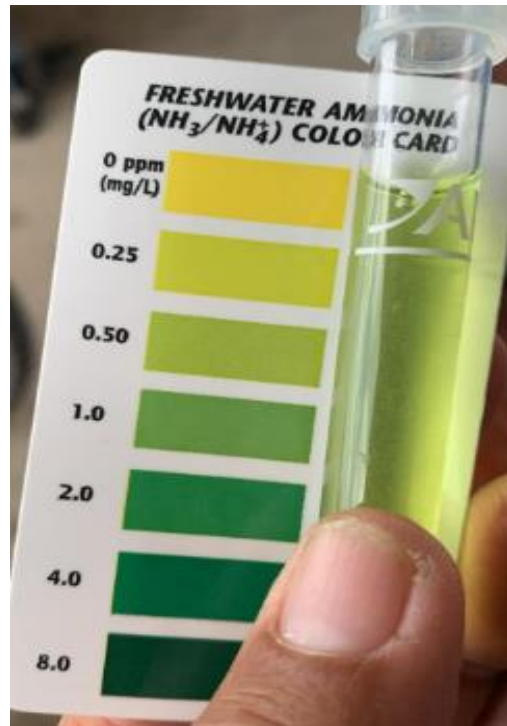
Anexo 4. Mezcla de harinas



Anexo 5. Harina de lemna minor



Anexo 6. Peso de Oreochromis sp.



Anexo 7. Medición de amonio en los tratamientos.



Anexo 8. Medición de pH y temperatura.



Anexo 9. Prueba de hidroestabilidad.