



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**Elaboración de balanceado a partir de Papa china (*Colocasia esculenta*) para tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de engorde**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniería  
Agroindustrial**

**Autora:**

**Fares García Mishel Abigail**

**Tutor:**

**Mgs. Moposita Vásquez Diego David**

**Riobamba, Ecuador 2022**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Mishel Abigail Fares García, con cédula de ciudadanía 1401222219, autor (a) del trabajo de investigación titulado: Elaboración de balanceado a partir de Papa china (*Colocasia esculenta*) para tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de engorde, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 15 de noviembre del 2022



---

Mishel Abigail Fares García

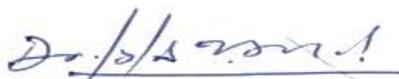
C.I: 1401222219

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación: Elaboración de balanceado a partir de Papa china (*Colocasia esculenta*) para tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de engorde por Mishel Abigail Fares García, con cédula de identidad número 1401222219, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 15 de noviembre del 2022

Mgs. Salazar Vallejo Mario Hernán  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



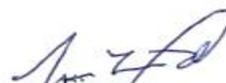
Firma

PhD. Rodas Espinoza Sonia Lourdes  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Izurieta Recalde Carlos Wladimir  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Mgs. Moposita Vásquez Diego David  
TUTOR



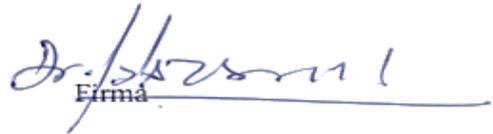
Firma

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación: Elaboración de balanceado a partir de Papa china (*Colocasia esculenta*) para tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de engorde, presentado por Mishel Abigail Fares García, con cédula de identidad número 1401222219, bajo la tutoría de Mgs. Moposita Vásquez Diego David; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

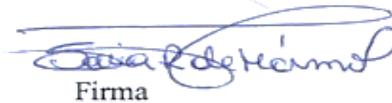
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 15 de noviembre del 2022.

Mgs. Salazar Vallejo Mario Hernán  
Presidente del Tribunal de Grado



Firma

PhD. Rodas Espinoza Sonia Lourdes  
Miembro del Tribunal de Grado



Firma

Mgs. Izurieta Recalde Carlos Wladimir  
Miembro del Tribunal de Grado



Firma



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

## CERTIFICACIÓN

Que, **FARES GARCIA MISHEL ABIGAIL** con CC: **1401222219**, estudiante de la Carrera **INGENIERIA AGROINDUSTRIAL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **ELABORACIÓN DE BALANCEADO A PARTIR DE PAPA CHINA (COLOCASIA ESCULENTA) PARA TILAPIA ROJA (OREOCHROMIS SP) EN LA ETAPA DE ENGORDE**", cumple con el 5 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 15 de noviembre del 2022

Mgs. Moposita Vásquez Diego David  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Jonás y Miriam, quienes me han brindado amor, comprensión, paciencia, tiempo, dedicación, motivación y lo más fundamental el apoyo incondicional para culminar con mis estudios y lograr mis metas.

A mi hermano Jheferson, por ser una persona ejemplar quien ha estado conmigo siempre para nunca rendirme y poder seguir sus pasos de ser una profesional.

A mi enamorado Eduardo, quien ha sido una persona fundamental en el trayecto de estos años de estudio, brindándome su cariño y motivándome a dar lo mejor de mí.

A todos mis familiares y amigos quienes han estado interviniendo en lo largo de este camino, mi respeto y cariño a cada uno de ustedes.

*Mishel Abigail Fares García*

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a nuestro creador por permitirme culminar mi carrera universitaria, por bendecirme y guiarme al camino del éxito para poder cumplir con una meta más en la vida.

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo, en especial a la escuela de Ingeniería Agroindustrial por su apoyo incondicional y formarme como profesional.

De igual manera a mi tutor Mgs. Diego Moposita por haberme guiado en cada etapa del desarrollo de este proyecto de investigación, y también al Mgs. Carlos Izurieta quien con su experiencia y conocimiento me orientó en la elaboración de mi tesis.

También agradezco a todos los docentes que han sido una guía a lo largo de la carrera, gracias a sus conocimientos, valores y enseñanzas que con esfuerzo y dedicación me han brindado en mi formación profesional y también para poder desarrollarme como persona.

*Mishel Abigail Fares García*

## ÍNDICE GENERAL

<b>DERECHOS DE AUTORÍA.....</b>	<b>ii</b>
<b>DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL.....</b>	<b>iii</b>
<b>CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....</b>	<b>iv</b>
<b>CERTIFICADO ANTIPLAGIO .....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>1      CAPÍTULO I. INTRODUCCION .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1    Antecedentes .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2    Problema .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Formulación del problema.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3    Justificación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4    Objetivos .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4.1 Objetivo General.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>2      CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEORICO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1    Estado del Arte .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2    Marco teórico.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1 Alimentos balanceados .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 Tipos de alimentos balanceados para peces .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3 Origen de la tilapia .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.4 Taxonómica de la tilapia .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.5 Requerimientos medioambientales del cultivo de la tilapia.....</b>	<b>22</b>

<b>2.2.6</b>	<b>Requerimientos nutricionales para la tilapia .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.6.1</b>	<b>Proteína.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.6.2</b>	<b>Aminoácidos .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.6.3</b>	<b>Vitaminas .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.6.4</b>	<b>Minerales .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.7</b>	<b>Manejo productivo de la tilapia referente a la alimentación .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.8</b>	<b>Elaboración del alimento .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.9</b>	<b>Subproducto .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.9.1</b>	<b>Papa china .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.9.2</b>	<b>Taxonómica de la papa china .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.9.3</b>	<b>Harina de Papa china .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.9.4</b>	<b>Análisis proximal de la harina de papa china .....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Tipo de Investigación .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Investigación aplicada .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Investigación cuantitativa .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Investigación experimental .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Diseño de Investigación.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Técnicas de recolección de datos .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1.1</b>	<b>La ganancia semanal de peso.....</b>	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>Población de estudio y tamaño de muestra .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Hipótesis .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Hipótesis Nula o Negativa .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Hipótesis alternativa o Positiva .....</b>	<b>30</b>
<b>3.5</b>	<b>Método de análisis .....</b>	<b>31</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Materiales, equipos y reactivos.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Formulación para la elaboración del balanceado.....</b>	<b>32</b>

3.5.3	Procedimiento para la elaboración del balanceado a partir de papa china .....	32
3.5.4	Descripción del proceso para la elaboración del alimento balanceado.....	34
3.5.5	Análisis fisicoquímico de la harina de papa china .....	35
3.5.6	Análisis fisicoquímico del alimento balanceado .....	35
3.5.7	Análisis microbiológico del alimento balanceado .....	36
3.5.8	Análisis de costos.....	36
3.6	Procesamiento de datos.....	36
4	<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
4.1	Análisis fisicoquímicos de la harina de papa china .....	37
4.2	Análisis fisicoquímicos del alimento balanceado.....	37
4.3	Análisis microbiológico del alimento balanceado.....	39
4.4	Contraste de normalidad .....	40
4.5	Análisis de varianza con un factor (ANOVA) .....	41
4.6	Prueba de tukey .....	42
4.7	Selección del mejor tratamiento.....	43
4.8	Análisis económico .....	44
5	<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
5.1	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
5.2	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>47</b>
6	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>48</b>
7	<b>ANEXOS .....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación taxonómica de la tilapia .....	21
<b>Tabla 2</b>	Requerimientos medioambientales del cultivo de la tilapia .....	22
<b>Tabla 3</b>	Requerimiento de proteínas en la dieta nutricional de las tilapias .....	23
<b>Tabla 4</b>	Requerimiento de aminoácido en la dieta nutricional de la tilapia .....	23
<b>Tabla 5</b>	Requerimiento de vitaminas en la dieta nutricional de la tilapia .....	24
<b>Tabla 6</b>	Requerimiento de minerales en la dieta nutricional de la tilapia .....	25
<b>Tabla 7</b>	Clasificación taxonómica de la papa china .....	27
<b>Tabla 8</b>	Resultados del análisis proximal de la harina de papa china. ....	27
<b>Tabla 9</b>	Grupos experimentales en estudio .....	29
<b>Tabla 10</b>	Listado de materiales, equipos y reactivos .....	31
<b>Tabla 11</b>	Formulación de cada tratamiento para la elaboración del balanceado a partir de la harina de papa china.....	32
<b>Tabla 12</b>	Requisitos fisicoquímicos para la harina de papa china .....	35
<b>Tabla 13</b>	Requisitos fisicoquímicos del alimento balanceado .....	35
<b>Tabla 14</b>	Requisitos microbiológico del alimento balanceado .....	36
<b>Tabla 15</b>	Resultados del análisis fisicoquímico de la harina de papa china .....	37
<b>Tabla 16</b>	Resultado del análisis fisicoquímico del alimento balanceado.....	37
<b>Tabla 17</b>	Resultado del análisis microbiológico de los diferentes tratamientos .....	39
<b>Tabla 18</b>	Resultado del análisis de normalidad en relación a la ganancia de peso .....	40
<b>Tabla 19</b>	Resultados del Anova en la variable peso.....	41
<b>Tabla 20</b>	Resultados de la prueba de tukey en la variable peso de los tratamientos.....	42
<b>Tabla 21</b>	Resultados del análisis económico.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Ilustración 1</b> Diagrama de proceso .....	33
--	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfica 1</b> Grafico de las medias para el mejor tratamiento .....	43
--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Análisis físico-químico .....	50
<b>Anexo 2:</b> Análisis microbiológico.....	51
<b>Anexo 3:</b> Elaboración del alimento balanceado .....	52
<b>Anexo 4:</b> Experimento en campo .....	54
<b>Anexo 5:</b> Tabla de descriptivos del análisis de varianza .....	56
<b>Anexo 6:</b> Costo de materia prima directa .....	56
<b>Anexo 7:</b> Materia prima indirecta.....	57
<b>Anexo 8:</b> Mano de obra .....	57
<b>Anexo 9:</b> Libras producidas en el experimento de campo .....	58
<b>Anexo 10:</b> Precio de venta de la producción .....	58
<b>Anexo 11:</b> Costo de producción .....	58
<b>Anexo 12:</b> Formulación al 10% de harina de papa china.....	59
<b>Anexo 13:</b> Formulación al 20 % de harina de papa china.....	59
<b>Anexo 14:</b> Formulación al 30 % de harina de papa china.....	60

## RESUMEN

La industria de Alimentos Balanceados ha incrementado constantemente su producción con mayor crecimiento en el mundo, por lo que, cabe destacar que uno de los problemas primordiales de la industria es la escasez de materia prima como el maíz, por ende, en la actualidad se busca implementar nuevas materias primas para la utilización en las diferentes formulaciones de especies animales.

En el presente trabajo se planteó como objetivo elaborar un balanceado mediante una formulación óptima para analizar el comportamiento productivo en relación a la ganancia de peso en comparación a un balanceado comercial. Se evaluó el comportamiento de la ganancia de peso de 40 tilapias rojas en etapa de engorde que fueron alimentadas con diferentes proporciones de harina de papa china (10; 20 y 30%). Las tilapias rojas fueron criadas por un periodo de 30 días en un estanque rustico con dimensiones 2.5 (Largo)\* 2.5 (Ancho)\*0.8 (profundidad) metros, el cual, se hizo divisiones de cuadrantes para poder realizar el estudio de los cuatro tratamientos (T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>). Además, se utilizó un análisis de varianza y una prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento, mostrando que T<sub>1</sub> a una sustitución del 10% de harina de papa china tuvo un mayor incremento de peso con una media de 143.1975 gramos a comparación de T<sub>2</sub> (Formulación al 20% de harina de papa china) y T<sub>3</sub> (Formulación al 30% de harina de papa china). De igual manera, mediante el análisis estadístico se deduce que no existe diferencia estadística (P=0.110) dentro de la variable peso y se posesiona como mejor tratamiento durante todo el estudio. Por otro lado, el análisis económico manifiesta que el beneficio-costo es de \$ 1.46 para todos los tratamientos, diferenciándose uno con otro por decimales, reflejando que, por cada unidad monetaria invertida, se obtiene \$ 0.46 centavos de beneficio, y, finalmente, consigue ser una opción de producto competitivo en relación al balanceado industrial que se comercializa tradicionalmente.

**Palabras claves:** Alimento balanceado, comportamiento productivo, harina de papa china, nutrición animal.

## ABSTRACT

The Balanced Food industry has constantly increased its production with the highest growth in the world. Therefore, one of the industry's main problems is the shortage of raw materials such as corn; therefore, it is currently seeking to implement new raw materials for use in the different formulations of animal species. The present work aimed to elaborate on a balance using an optimal formulation to analyze the productive behavior concerning weight gain compared to a commercial balanced. The behavior of the weight gains of 40 red tilapias in the fattening stage fed with different proportions of Chinese potato meal (10, 20, and 30%) was evaluated. The red tilapias were reared for 30 days in a rustic pond with dimensions 2.5 (Length)\* 2.5 (Width)\*0.8 (depth) meters, which was divided into quadrants to carry out the study of the four treatments. (T0, T1, T2, T3). In addition, an analysis of variance and a Tukey test was used to determine the best treatment, showing that T1 with a 10% substitution of Chinese potato flour had a greater weight increase with a mean of 143.1975 grams compared to T2 (20% Chinese potato flour formulation) and T3 (30% Chinese potato flour formulation). In the same way, through the statistical analysis, it is deduced that there is no statistical difference ( $P=0.110$ ) within the weight variable, and it is positioned as the best treatment throughout the study. On the other hand, the economic analysis shows that the benefit-cost is \$1.46 for all the treatments, differing from one another by decimals, reflecting that, for each monetary unit invested, 0.46 cents of benefit is obtained, and, finally, it manages to be a competitive product option concerning the industrial balanced that is traditionally marketed.

**Keywords:** Balanced feed, productive behavior, Chinese potato flour, animal nutrition.



Firmado electrónicamente por:  
**MARIA FERNANDA  
PONCE MARCILLO**

Reviewed by:

Mgs. María Fernanda Ponce

**ENGLISH PROFESSOR**

C.C. 0603818188

## CAPÍTULO I. INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes

Existen 129 empresas principales líderes a nivel mundial de alimento balanceado que produjeron un total de casi 438 millones de toneladas en 2019, representando el 39% de la producción mundial, también, Alltech manifiesta que se incrementó un 2.3% la producción de alimento balanceado para el 2021 haciendo que América Latina tenga un crecimiento en cuanto a su producción.

Según a la Encuesta Global sobre Alimento Balanceado, en el Ecuador existe alrededor de 351 empresas productoras de alimento balanceado, la Asociación Ecuatoriana de Fabricantes de Alimento Balanceado para Animales (AFABA) y la Asociación de Productores de Alimento Balanceado (APROBAL) son las asociaciones más grandes dentro del sector. (ProEcuador, 2018)

Según (APROBAL, 2022) señala que, se genera millones de dólares en ventas anuales, representando un 60% a especies pecuarias y el 40% a especies acuícolas como el camarón, lo cual ha llevado al Ecuador a producir grandes toneladas de balanceado en aves y camarón para el año 2021.

Por otro lado, (Avendaño, 2018) señala que, la acuicultura se ha convertido en una de las actividades de producción de alimentos de origen animal con mayor crecimiento en el mundo, durante los últimos años el Ecuador se ha desarrollado en base al cultivo de camarón Blanco y tilapia, siendo la región costera donde se concentra la mayor producción de camarón a nivel nacional, mientras que en la región Interandina existen otros cultivos acuícolas como la trucha y en la región Amazónica destacan el cultivo de tilapia, cachama, sábalo y paiche que en su mayoría se destina al consumo local.

Por ello, el cultivo de tilapia es de gran importancia en el siglo XXI para la alimentación humana, debido a su período corto de crecimiento y alta adaptabilidad a diferentes ambientes de producción (Perez, 2014). Cabe resaltar, que la especie *Oreochromis spp* solamente se alimenta de concentrados, por lo tanto, se debe considerar la etapa y el tamaño en la que se encuentran los peces, debido a que no es lo mismo otorgar una ración con un tipo de alimento para las crías que para ejemplares adultos, ya que el diámetro de pellet será diferente para poder cubrir las necesidades nutricionales dentro de su organismo, cumpliendo la función de transformarse en carne y ayudando a tener un óptimo crecimiento y desarrollo de la tilapia. Debido a esto la alimentación con balaceados garantiza que la

especie ingiera determinadas cantidades de proteínas, vitaminas y minerales para cumplir su potencial genético expresado en la nutrición. (Molinos Champion , 2021)

La nutrición alimentaria de la Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) ha permitido que su cultivo se expanda teniendo una sobreproducción en la región Amazónica, donde el empleo de diferentes subproductos agrícolas es habitual encontrarlos en diferentes alimentos comerciales, ya que ofrece ventajas de mejora en la producción piscícola (Bolaños M. , 2015). No obstante, es posible considerar la sustitución parcial de materias primas convencionales empleando una formulación de dietas con varios ingredientes de la zona, tratando de cubrir el requerimiento nutricional diario de cada pez. Considerando una de las materias primas de la región Amazónica como es la Papa China (*Colocasia esculenta*), que presenta una sobreproducción acelerada en estos últimos años (Bolaños M. , 2015), como reemplazo parcial en el balanceado, ya que es importante recalcar que dicha materia prima constituye un elemento rico en carbohidratos denominándose un alimento esencialmente energético; por lo que al ser utilizado en la etapa de engorde beneficiara a su óptimo crecimiento y desarrollo.

## **1.2 Problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

La presente investigación surge de observar un incremento acelerado de la producción de la papa china (*Colocasia esculenta*), generando una gran problemática dada la importancia que tiene el cultivo, por lo que explorar nuevas formas de industrialización y elaboración de productos a mayor escala puede mejorar los ingresos de los productores. (Escobar, y otros, 2018)

Actualmente, la parroquia Rio Blanco ha aumentado la producción de sistemas acuícolas de la especie tilapia roja (*Oreochromis sp*), ya que mediante estudios e investigaciones dentro del mercado local se entendió que es una especie de fácil y rápida crianza existiendo una comercialización voluminosa dentro y fuera de la zona, por lo que los pequeños y medianos productores dedujeron que la tilapia es un especie que solamente se alimenta de balanceado y no de otros alimentos cultivados en las granjas, parcelas o chacras como es el caso de la especie “La cachama”, por tal razón que adquieren el alimento balanceado en distintos puntos de venta del cantón, lo cual hace que la tilapia no sea muy rentable al momento de comercializar generando pocos ingresos a la operación. (MAGAP, 2015)

Por tal razón, al elaborar un alimento balanceado para tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de engorde sustituyendo parcialmente los alimentos convencionales como el maíz, se contribuye tanto con los productores como con los agricultores para generar una forma de industrialización diferentes, ya que, es un insumo indispensable para la crianza y desarrollo de la tilapia, y con ello generar un valor agregado a diversos recursos existentes en la zona.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cómo influye la aplicación de la harina de Papa china (*Colocasia esculenta*) en un alimento balanceado dentro del comportamiento productivo en relación a la variable peso de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de engorde?

### **1.3 Justificación**

El proyecto tiene el objetivo de elaborar un balanceado a partir Papa china (*Colocasia esculenta*) para tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de engorde y poder corregir la problemática presente en la región amazónica como, es la sobreproducción del tubérculo de Papa china dada la inmensa importancia que tiene el cultivo, y el aumento de los sistemas acuícolas de la especie “tilapia”, por esta razón, se desea explorar una nueva forma de industrialización al cultivo y que brinde un beneficio a los agricultores 000, ya que de esta manera se agregará valor a los productos autóctono de la zona. Además, al elaborar un balanceado sustituyendo parcialmente la principal materia prima que es utilizada en las industrias de alimento balanceado como es el maíz con un producto de la zona, se trata de disminuir los costos de producción y dar uso a nuevas fuentes de alimentación aplicadas a la producción de la especie de tilapia satisfaciendo sus dietas nutricionales, con lo cual se ayudará a los pequeños y medianos productores de la región a aprovechar los productos pos cosecha en los cuales se dedican en su diario vivir.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Elaborar un balanceado a partir de Papa china (*Colocasia esculenta*) para tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de engorde dentro de la parroquia Rio Blanco, cantón Morona.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la formulación óptima mediante tres tratamientos con la sustitución parcial de harina de papa china (*Colocasia esculenta*) a los productos convencionales como maíz.
- Comparar los tratamientos de estudio con un balanceado comercial en relación con la ganancia de peso de los peces.
- Realizar un análisis de beneficio costo al mejor tratamiento del alimento balanceado para Tilapia en la etapa de engorde que será de gran importancia para identificar si el producto será competitivo en el mercado.

## **CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEORICO**

### **2.1 Estado del Arte**

Según (Guerrero, 2016) indica que, la utilización de la hoja de papa china como subproducto representa un potencial alimentario para la tilapias, por lo cual, se realizó cuatro tratamientos resultando el T<sub>4</sub> (40% de harina de la hoja de papa china) factible, representando una alternativa para el país, debido a que permite disminuir los costos de producción en la elaboración del balanceado.

(Bolaños M. , 2015) afirma que, el uso de alimentos alternativos en el engorde de tilapia roja con dos dietas realizadas al 5 y 10% de sustitución de papa china, yuca y plátano verde causo un óptimo desarrollo en las especies, el cual, el tratamiento al 10% tuvo un crecimiento mayor con respecto al balanceado comercial, generando un efecto positivo en el crecimiento de la tilapia roja, por otro lado, dentro del análisis económico alcanzó un beneficio neto de \$ 38,01 USD con una inversión de \$ 21,06 USD.

Por otra parte, (Mendoza, 2014), mediante su investigación acerca de la obtención de harina de papa china y rechazo de banano para la producción animal, establece los componentes nutricionales adecuados para determinar los mejores parámetros de secado y temperatura, así como también en mejor nivel de antioxidantes. Por ende, los factores en estudio fueron: primer factor de materia prima que contó con dos de papa china y rechazo de banano; (Pch y Reb); el segundo factor contó con dos rangos: grados Celsius (T<sup>0</sup> 1 y T<sup>0</sup> 2) a 60°C por 4 horas y 65°C por 5 horas y el tercer factor con tres porcentajes de antioxidantes (Aci, Aas, Bs) y ácido cítrico, ácido ascórbico y meta bisulfito de sodio; con ello, se obtuvieron resultados óptimos en la obtención de proteína de la harina de papa china con 6.79% a T<sup>0</sup> 65 °C por 5 horas con adición del antioxidante ácido ascórbico de 6.16%, representando una combinación de productos aceptables para el suplemento alimenticio.

También, (Vega, 2013) menciona que, la tilapia por ser una especie de fácil crecimiento que se cultiva bajo condiciones del medio y en general por las condiciones que poseen la ubicación del cantón la Mana, en poco tiempo se ha convertido una de las especies de agua dulce más sobresalientes en su cultivo de peces, generando una producción rentable y factible para la comercialización de la tilapia roja, debido, a que se consigue una TIR de 27, 20 y 35% en su evaluación financiera.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Alimentos balanceados**

En Ecuador, la actividad agroindustrial es un conjunto que incluye a diferentes industrias en el sector agrícola con la producción de maíz, soya, afrecho y trigo, el sector industrial de balanceados, el sector pecuario con la producción de especies animales y la industria con el procesamiento de carne, leche y huevos.

Alrededor del 74% del total del maíz corresponde a las empresas industrializadoras de balanceado para la alimentación de cerdos, pollos, ganado, etc., alcanzando un total de 1.35 millones de toneladas industrializadas en el Ecuador para el año 2021. (Armijos, 2022)

Por lo que, los alimentos balanceados tienen el objetivo de aumentar la productividad en los animales, tanto de carne como de leche. Los mismos son elaborados a partir de diferentes materias primas de origen vegetal, por ello, (Leon & Yumbla, 2010) manifiesta que, para la elaboración de balanceados, la industria necesita el 61% de maíz, 33% de soya, 4% de sorgo y el 2% de trigo. El Banco Central del Ecuador afirmó, para el año 2010 la empresa Pronaca importó el 37.1% del total maíz y la Asociación de fabricantes de alimento balanceado(AFABA) importó el 38.3%.

### **2.2.2 Tipos de alimentos balanceados para peces**

#### **Alimento natural**

Se considera alimento natural a las sustancias generadas en el medio en donde viven los peces, en donde la participación del hombre es poca o nula. Un ejemplo, la producción fito y zooplancton en un estanque es propiciado por la incorporación de abono. (Bolaños M. , 2015)

#### **Alimento complementario**

(FAO, 2019) menciona que son alimentos que se suministran regularmente a los peces en los estanques. Normalmente consisten en materiales económicos y disponibles localmente, por ejemplo, plantas terrestres, desperdicios de comida o productos derivados de la agricultura.

#### **Alimento completo**

El origen de los nutrientes es externo con relación al medio y participa activamente el hombre para su fabricación. Para la elaboración, en la mayoría de los casos se formula la contribución de los componentes acorde a los requerimientos nutricionales de los peces.

El alimento elaborado tiene varias formas de presentación: El más común es el polvo, con diferentes grados de granulometría, es muy útil en la edad temprana del pez. El peletizado o granulado, consistente en formar gránulos o cilindros (pellets) de diferentes tamaños de acuerdo al grado de desarrollo del pez. Esta presentación puede ser flotante o sumergible. (Bolaños M. , 2015)

### 2.2.3 Origen de la tilapia

Las tilapias son peces endémicos originarios de África y el Cercano Oriente, en donde su cultivo inicia en 1820 y de ahí se ha extendido a gran parte del mundo, siendo considerada la tercera especie más cultivada aprovechando sus características y gran adaptabilidad ideales para la piscicultura. Las Tilapias han sido introducidas en forma acelerada hacia otros países tropicales y subtropicales en todo el mundo, recibiendo el sobrenombre de las “gallinas acuáticas”, ante la "aparente facilidad de su cultivo" soportado en la rusticidad para su manejo, alta adaptabilidad a diferentes condiciones del medio, en algunos casos aún las más extremas, fácil reproducción, alta resistencia a enfermedades, alta productividad, aunque aceptan todo tipo de alimentos tanto naturales como artificiales, incluyendo los producidos por intermedio de la fertilización orgánica o química lo que las convierte en peces omnívoros. La tilapia roja (*Oreochromis Spp*) es una especie que fue producido por primera vez a fines de la década de 1960, en un cruce entre una variedad de *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aurea* y *Oreochromis urolepis hornorum*. (Bioaquafloc, 2018)

### 2.2.4 Taxonómica de la tilapia

Según (Astilapia, 2009), la clasificación taxonómica para la tilapia (*Oreochromis Sp*) es:

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica de la tilapia*

<b>Clasificación taxonómica</b>	
Reino	Animalia
Phyllum	Chordata
Subphyllum	Vertebrata
Infraphyllum	Gnathostomata
Clase	Osteinchlyes
Orden	Perciforme

Familia	Cichlidae
Genero	Oreochromis
Especies	Oreochromis Sp Oreochromis nilotica Oreochromis mossambica Oreochromis aurea Oreochromis urolepis hornorum

**Fuente:** <https://docplayer.es/16340385-Curso-taller-cultivo-de-tilapia-oreochromis-spp-a-alta-densidad-en-modulos-flotantes-con-enfasis-en-buenas-practicas-de-produccion-acuicola-para.html> (*Basantes, 2015*)

### 2.2.5 Requerimientos medioambientales del cultivo de la tilapia

Al cultivo de tilapia se debe proporcionar las condiciones adecuadas para el desarrollo de estas especies, con ello lograr reducir la posibilidad de aparecer enfermedades y consecuentemente del uso de sustancias químicas para su tratamiento. La selección adecuada del sitio de cultivo, conjuntamente con análisis de calidad del agua contribuyen a reducir este problema (Agropedia, 2021). Para el óptimo desarrollo de la tilapia se requiere que en el cultivo se mantenga en los siguientes requerimientos medioambientales como se lo puede visualizar en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Requerimientos medioambientales del cultivo de la tilapia*

<b>Parámetros</b>	<b>Rangos óptimos</b>
Temperatura	Entre 20 y 30 °C
Oxígeno disuelto	Mayor a 4 ppm
pH	6.5 a 8.5
Alcalinidad	100-200 mg/Lt
Dureza total	20-350 mg/Lt
Nitritos	Menor 0.1 mg/Lt
Altitud	850 a 2000 m.s.n.m
Turbidez	30 cm de visibilidad

**Nota:** Parámetros medioambientales del cultivo de tilapia que se debe regir para el desarrollo de la especie.

**Fuente:** <https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf> (Agropedia, 2021)

## 2.2.6 Requerimientos nutricionales para la tilapia

Según (Alicorp, 2020), en la alimentación, durante el crecimiento de tilapia, el componente de mayor importancia son las proteínas, ya que estos requerimientos son más elevados que otros componentes de la dieta, además, son los principales para el adecuado desarrollo y máximo crecimiento del pez, pero es importante destacar que estas necesidades disminuyen con la edad.

### 2.2.6.1 Proteína

**Tabla 3**

*Requerimiento de proteínas en la dieta nutricional de las tilapias*

Rango de peso (gr)	Nivel óptimo de proteína (%)
Larva a 0.5	40-45
0.5 a 10	35-40
10 a 30	30-35
30 a 250	30-35
250	25-35

**Fuente:** file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf (Alicorp, 2020)

### 2.2.6.2 Aminoácidos

Otros componentes del alimento balanceado son los hidratos de carbono o aminoácidos (Tabla 4), aunque no se han establecido los requerimientos en la dieta de los peces, ya que estos pueden ser sintetizados a partir de lípidos y proteínas del alimento; sin embargo, son añadidos en la dieta como generadores de energía, complemento o ligante del balanceado. (Alicorp, 2020)

**Tabla 4**

*Requerimiento de aminoácido en la dieta nutricional de la tilapia*

Aminoácidos	% de aminoácido en la dieta
Arginina	4.2
Histidina	1.7

Isoleucina	3.1
Lisina	5.1
Leucina	3.4
Metionina	2.7
Fenilalanina	3.8
Treonina	3.8
Triptófano	1.0
Valina	2.8

**Fuente:** file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf  
(Alicorp, 2020)

### 2.2.6.3 Vitaminas

**Tabla 5**

*Requerimiento de vitaminas en la dieta nutricional de la tilapia*

<b>Vitaminas</b>	<b>Cantidad de vitaminas en la dieta</b>
Tiamina	0.1 mg/kg
Riboflavina	3.5 mg/kg
Piridoxina	0.5 mg/kg
Ácido Pantatenico	3-5 mg/kg
Niacina	6-10 mg/kg
Biotina	0-0.5 mg/kg
Ácido fólico	0-0.5mg/kg
Cianocobalamina	0.01 mg/kg
Inositol	300 mg/kg
Colina	400 mg/kg
Ácido ascórbico	50 mg/kg

**Fuente:** file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf  
(Alicorp, 2020)

### 2.2.6.4 Minerales

Las exigencias de minerales para peces son difíciles de cuantificar en las dietas, debido a que estos se encuentran disueltos en el agua, aspecto que hay que tomar en cuenta en el tipo de alimento a comprar y suministrar cuando se cultiva en aguas salobres o marinas, pues en estos

ambientes hay mayor concentración de minerales, por lo que su concentración en la dieta deberá disminuirse o eliminarse. En la Tabla 6, se puede visualizar el requerimiento de minerales en una dieta de esta especie.

**Tabla 6**

*Requerimiento de minerales en la dieta nutricional de la tilapia*

<b>Minerales</b>	<b>Cantidad de minerales en la dieta</b>
Calcio	0
Fosforo	5-10 g/kg
Magnesio	0.5-0.7 g/kg
Potasio	2 g/kg
Hierro	30 mg/kg
Manganeso	2.4 mg/kg
Cobre	5.0 mg/kg
Selenio	0.1 mg/kg
Cromo	1.0 mg/kg

**Fuente:** file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf  
(Alicorp, 2020)

### **2.2.7 Manejo productivo de la tilapia referente a la alimentación**

La tilapia es un pez omnívoro, es decir, 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. Así mismo, 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. (Agropedia, 2021)

La cantidad y frecuencia de alimentación se basa en el uso de tablas elaboradas por fabricantes comerciales que señalan la tasa de alimentación asociada con el peso del pez. En edades tempranas, se ofrece un alto porcentaje proteico con relación a la biomasa y la frecuencia que es mucho mayor que las edades próximas a la cosecha. Dichas tablas de alimentación se deben contemplar únicamente como una guía y no como algo inflexible, por lo que es importante, que la determinación de la ración diaria por jaula o estanque, no se debe de seguir, estrictamente, como el resultado de una operación exacta y lo más recomendable es que cada productor elabore su propia tabla de alimentación de acuerdo a su cultivo. (Balbuena, 2011)

### **2.2.8 Elaboración del alimento**

En la actualidad, existen empresas dedicadas a la producción de raciones alimenticias para piscicultura es varias especies, tomando en cuenta los requerimientos nutricionales y hábitos alimenticios acorde al organismo de la especie a cultivar.

Un principio fundamental en la elaboración de alimento balanceado es que exista disponibilidad de insumos en la zona o el país, siendo fundamental para poder abaratar costos de producción al producto final. Hay granjas que tienen la potencialidad de producir su propia materia prima con formulaciones clásicas que aporten proteína y energía a las especies con ingredientes comúnmente utilizados en la industria.

(Balbuena, 2011) menciona, ante el incremento en los precios de alimentos comerciales, la elaboración artesanal de alimentos es una opción viable, si se cuenta con insumos alternativos, equipo básico y la asesoría necesaria. No obstante, existen algunos elementos fundamentales, como las vitaminas y los minerales, que son indispensables y que sólo se consiguen de forma comercial, por lo que es necesario recurrir al apoyo y orientación de un especialista en nutrición animal para poder implementar estos insumos en la formulación.

### **2.2.9 Subproducto**

#### **2.2.9.1 Papa china**

La papa china (*Colocasia esculenta*) comúnmente llamado malanga, taro, ocumo chino es nativa de Asia expandiéndose al norte de América del sur a lo largo del tiempo, hasta llegar a nuestro país, específicamente se descubrió la existencia de este tubérculo en la provincia del Oro. (Mendoza, 2014)

La papa china se dice que pertenece a la familia Aráceae, sus tubérculos, hojas y peciolos son comestibles tanto para el hombre, así como también para los animales, es fácil de cultivar y muy resistente al ataque de plagas y enfermedades, sus tubérculos son reconocidos como una fuente barata de carbohidratos en relación a los cereales u otros cultivos de tubérculos. (Mendoza, 2014)

Según, (Caicedo, Rodriguez, & Valle, 2014) manifiestan que en estudios realizados con tubérculos de papa china revelan que tienen el potencial de ser una fuente alternativa de carbohidratos para la alimentación animal. Además, se considera tan importante y prestigiosa como el ñame, tiene una harina altamente digestible y se ha utilizado incluso como un ingrediente en alimentos para niños.

### 2.2.9.2 Taxonómica de la papa china

(Cajilima, 2014), detalla la clasificación taxonómica de la papa china (*Colocasia esculenta*) en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Clasificación taxonómica de la papa china*

<b>Clasificación taxonómica</b>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliosida
Orden	Alismatales
Familia	Araceae
Subfamilia	Ariodeae
Tribu	Colocasieae
Genero	Colocasia
Especie	Esculenta

**Fuente:** <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3830/1/27T0264.pdf>

(Cajilima, 2014)

### 2.2.9.3 Harina de Papa china

La papa china (*Colocasia esculenta*) procesada en harina da un gran aporte en la alimentación humana y animal. Pero en este caso, la harina de papa china se utilizó como fuente de la dieta alimenticia animal, porque nos brinda una fuente alternativa de carbohidratos para el desarrollo y producción animal en el ámbito nutricional. (Mendoza, 2014)

### 2.2.9.4 Análisis proximal de la harina de papa china

(Pincay, 2015) manifiesta, la composición nutricional de la harina de papa china en la siguiente tabla 8.

**Tabla 8**

*Resultados del análisis proximal de la harina de papa china.*

<b>Requisitos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Humedad	%	13
Proteína cruda	%	5.9
Fibra cruda	%	3.7
Grasa cruda	%	2.86
Cenizas	%	3.10
Calcio	%	0.9
Fosforo	%	1.6

**Fuente:** <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2859/1/T-UTC-00383.pdf>

*(Pincay, 2015)*

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Tipo de Investigación

#### 3.1.1 Investigación aplicada

En esta investigación se considerará varios estudios bibliográficos de teorías validadas acerca de la harina de papa china (*Colocasia Esculenta*) en la alimentación de especies animales para una etapa de engorde satisfaciendo los requerimientos nutricionales en su dieta.

#### 3.1.2 Investigación cuantitativa

La investigación será cuantitativa debido a que se obtendrá e investigará datos numéricos con herramientas de campo que validen la investigación.

#### 3.1.3 Investigación experimental

Fue de tipo experimental, ya que, se observó las características desarrolladas a lo largo de la investigación en la composición nutricional de los sujetos de pruebas, es decir, las tilapias rojas (*Oreochromis Sp*) en etapa de engorde.

### 3.2 Diseño de Investigación

Para la investigación se aplicó un diseño experimental lo que permitió evaluar las hipótesis planteadas, así como también lograr determinar el mejor tratamiento en estudio con relación a la variable de ganancia de peso en comparación a un alimento balanceado comercial; para esto se plantearon tres tratamientos, lo mismos que se sustituyó la harina de papa china por una materia prima principal en las formulaciones que es el maíz, con variación del 10, 20 y 30%. Para evaluar la variable de ganancia de peso se desarrollaron diferentes actividades de observación para determinar constantemente la calidad de agua del estanque y el estadio de las tilapias por un lapso de tiempo de un mes.

**Tabla 9**

*Grupos experimentales del estudio*

Tratamientos	% de sustitución de harina de papa china
T <sub>0</sub> (Control)	0 % de harina de papa china
T <sub>1</sub>	10 % de harina de papa china
T <sub>2</sub>	20 % de harina de papa china
T <sub>3</sub>	30 % de harina de papa china

### **3.2.1 Técnicas de recolección de datos**

Se observaron todas las actividades para determinar la calidad de agua del estanque y el estado de las tilapias por un lapso de tiempo de un mes, verificando diferentes variables de estudio de manera semanal, mediante una bitácora donde se registró la información para luego ser procesada y verificada.

#### **3.2.1.1 La ganancia semanal de peso**

La ganancia de peso se lo realizó de manera semanal tomando datos los días domingos para cada cuadrante de tratamiento y no de forma diaria para no ocasionar estrés en las tilapias. Las tilapias fueron sacadas de una a una para ser pesadas en una balanza analítica y obtener sus valores, manteniéndolas en un balde diferente hasta terminar con la población de cada tratamiento, y luego proceder a reubicar en cada uno de los cuadrantes.

### **3.3 Población de estudio y tamaño de muestra**

En la presente investigación para la elaboración de un balanceado a partir de harina de papa china se realizó tres formulaciones con sustitución parcial de alimentos convencionales utilizados con la industria como el maíz por la harina de papa china en una relación de 10, 20 y 30%.

Se utilizó el laboratorio de la carrera de Agroindustria, como el lugar de transformación de las materias primas, también para realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la harina de papa china y el alimento balanceado.

La investigación de campo se efectuó a un grupo de 40 tilapias rojas que estaban en la etapa de engorde, el cual fueron cosechadas y clasificadas para poder ubicarles en cada uno de los cuadrantes del estanque de prueba, que fue construido para la evaluación de la variable ganancia de peso.

### **3.4 Hipótesis**

#### **3.4.1 Hipótesis Nula o Negativa**

El rendimiento de peso de las tilapias alimentadas con balanceado a partir de harina de papa china es menor a la que presenta con el balanceado comercial.

#### **3.4.2 Hipótesis alternativa o Positiva**

El rendimiento de peso de las tilapias alimentadas con balanceado a partir de harina de papa china es mayor a la que presenta con el balanceado comercial.

### 3.5 Método de análisis

#### 3.5.1 Materiales, equipos y reactivos

**Tabla 10**

*Listado de materiales, equipos y reactivos*

<b>Equipos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Materia primas</b>
Mezcladora <b>Marca:</b> S/M <b>Serie:</b> 04-02-185-42093	Olla de aluminio	Agua destilada 6.9 pH	Maíz
Molino de carne <b>Marca:</b> S/M <b>Serie:</b> 04-02-802-29249	Baldes de aluminio	Fosfato bicalcio	Polvillo
Horno industrial <b>Marca:</b> S/M <b>Serie:</b> 04-02-114-44120	Cuchillo	Carbonato de calcio	Soya
Termómetro digital	Espátula de acero inoxidable	Metionina	Harina de pescado
Balanza analítica <b>Marca:</b> Met Ma Toledo <b>Serie:</b> B342902096	Varillas de agitación	Lisina	Harina de papa china
Salladora al vacío <b>Marca:</b> UA CMASTER <b>Serie:</b> 1282018050046	Fundas zipi-zape	Antioxidante	Salvado de trigo
Sellador de fundas <b>Marca:</b> S/M <b>Serie:</b> 04-02-216-00004	Fundas al vacío	Sal	Aceite de palma
	Sacos de polipropileno.		Mezcla de Vitaminas Mezcla de Minerales

### 3.5.2 Formulación para la elaboración del balanceado

En la Tabla 11, se muestra los tres tratamientos realizados para este estudio, en el que se incluyen las diferentes formulaciones de cada uno de los ingredientes cumpliendo con los requerimientos para las tilapias; se pudo calcular mediante la hoja de cálculo Excel propuesto por la FAO.

**Tabla 11**

*Formulación de los tratamientos para la elaboración del balanceado*

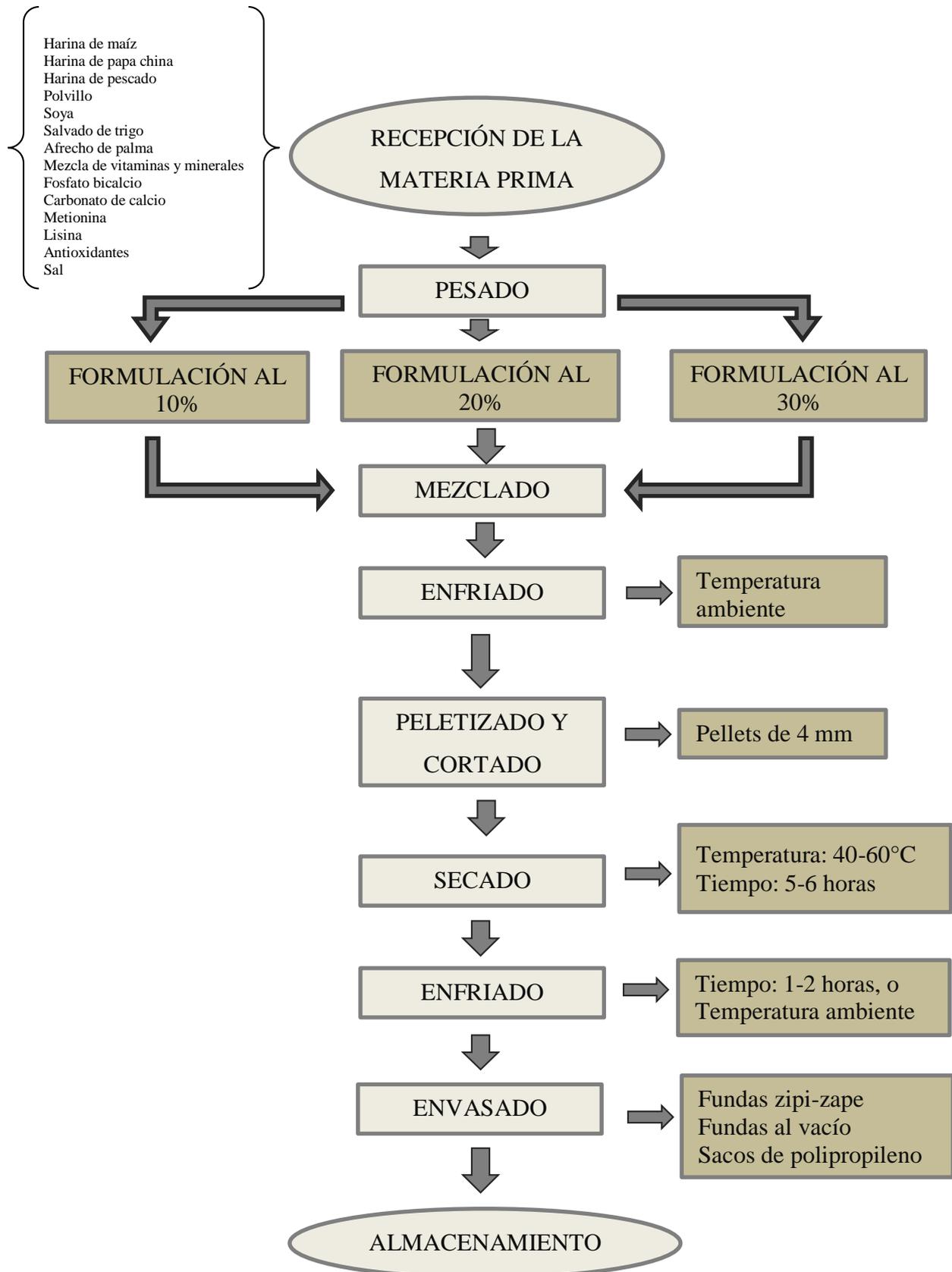
<b>Ingredientes</b>	<b>T<sub>1</sub> (10%)</b>	<b>T<sub>2</sub> (20%)</b>	<b>T<sub>3</sub> (30%)</b>
	<b>Gramos</b>	<b>Gramos</b>	<b>Gramos</b>
Harina de maíz	4420	4287	2565
Polvillo	1498	733	750
Soya	864	1203	1283
Harina de pescado	4495	4400	4425
Harina de papa china	1498	2933	4500
Salvado de trigo	1498	733	750
Aceite de palma	300	293	300
Mezcla de Vitaminas	105	103	105
Mezcla de Minerales	105	103	105
Fosfato bicalcio	45	44	45
Carbonato de calcio	45	44	45
Metionina	45	44	45
Lisina	45	44	45
Antioxidante	7	7	8
Sal	30	30	30
Agua (mL)	4500	4500	4500
<b>Total elaborado</b>	<b>19500</b>	<b>19500</b>	<b>19500</b>

### 3.5.3 Procedimiento para la elaboración del balanceado a partir de papa china

En la ilustración 1, se muestra un diagrama de flujo para la elaboración de las tres formulaciones del alimento balanceado, variando únicamente los ingredientes en estudio dependiendo la formulación correspondiente.

## Ilustración 1

Diagrama de flujo para la elaboración del alimento balanceado



### **3.5.4 Descripción del proceso para la elaboración del alimento balanceado.**

#### **Recepción de la materia prima**

Se recibe la harina de papa china, harina de maíz, polvillo, soya, harina de pescado, salvado de trigo, aceite de palma y demás insumos necesarios para las formulaciones.

#### **Pesado**

Se pesó toda la materia prima como harina de papa china, harina de maíz, polvillo, soya, harina de pescado, salvado de trigo, aceite de palma e insumos como carbonato de calcio, pre mezcla de minerales y vitaminas, fosfato bicalcio, metionina, lisina, antioxidante, agua y sal, de acuerdo a las formulaciones en estudio de 10, 20 y 30%.

#### **Mezclado**

Es el proceso que se realizó para distribuir uniformemente los ingredientes de manera que cada parte del alimento mezclado contenga las materias primas en igual proporción a la fórmula elaborada. Primero se mezclan los ingredientes de mayor cantidad (harina de maíz, harina de papa china, harina de pescado); y por último se añaden los de menor cantidad (polvillo, salvado de trigo, soya, aceite de palma, carbonato de calcio, pre mezcla de minerales y vitaminas, fosfato bicalcio, metionina, lisina, antioxidante y la sal. El mezclado se realiza en una mezcladora serie 04-02-185-4209, donde se integró agua caliente a una temperatura de 60 °C hasta obtener una mezcla compacta.

#### **Enfriamiento**

Al tener el mezclado homogéneo del balanceado se lo ubica en baldes de aluminio para dejar enfriar a temperatura ambiente y luego se procede a obtener la forma deseada.

#### **Peletizado y Cortado**

Terminado el proceso de enfriado se peletizó en un molino de carne serie 04-02-802-29249, de manera inmediata se cortó de forma manual obteniendo los pellets deseados (4mm) para el suministro de la tilapia roja.

#### **Secado**

El objetivo de esta etapa fue reducir la humedad del producto hasta alcanzar un 11%, lo que permitió almacenar por un lapso de 30 días tiempo que duro el estudio. El secado se lo realizó a una temperatura de 40 - 50°C en un horno industrial de bandejas por un lapso de 5 a 6 horas.

#### **Enfriamiento**

Al obtener el secado deseado del balanceado se retiró las bandejas y se dejó enfriar por un lapso de 1 a 2 horas o hasta que el producto final llegue a temperatura ambiente.

## Envasado

El alimento balanceado se lo empacó en fundas herméticas plásticas zipi-zape y fundas al vacío de 400 g aproximadamente con el fin de alargar la vida útil del balanceado, y, también en sacos de polipropileno.

## Almacenamiento

Se almacenó el producto terminado a temperatura ambiente, libre de sustancias húmedas que pudieran afectar al producto en un lugar seguro e inocuo.

### 3.5.5 Análisis fisicoquímico de la harina de papa china

En la tabla 12, se detalla los métodos de ensayo aplicados al análisis fisicoquímico realizado a la harina de papa china para verificar la calidad de la materia prima a utilizar.

**Tabla 12**

*Requisitos fisicoquímicos para la harina de papa china*

Requisitos	Unidad	Método de ensayo
Humedad	%	INEN 518
Proteína cruda	%	INEN 519
Fibra cruda	%	INEN 522
Grasa cruda	%	INEN 523
Cenizas	%	INEN 520

**Nota:** INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización); % (Porcentaje).

### 3.5.6 Análisis fisicoquímico del alimento balanceado

En la tabla 13, se encuentra detallado los métodos de ensayo que se llevaron a cabo en el estudio para realizar los análisis fisicoquímicos.

**Tabla 13**

*Requisitos fisicoquímicos del alimento balanceado*

Requisitos	Unidad	Método de ensayo
Humedad	%	INEN 540
Proteína cruda	%	INEN 543
Fibra cruda	%	INEN 542

Grasa cruda	%	INEN 541
Cenizas	%	INEN 544

**Nota:** INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización); % (Porcentaje).

### 3.5.7 Análisis microbiológico del alimento balanceado

Para la determinación del análisis microbiológico del alimento balanceado se tomó como referencia la Norma Técnica Ecuatoriana preestablecida para la especie de aves de producción zootécnica NTE INEN 1829:2014 y la FICHA TECNICA PT: DREF:3.2.2-1, debido a que no existe una norma específica para la especie de tilapia o peces en general, por tal razón se realizó los siguientes métodos de ensayo, como se lo puede visualizar en la tabla 14.

**Tabla 14**

*Requisitos microbiológicos del alimento balanceado*

Requisitos	Unidad	Método de ensayo
<i>Enterobacteriaceae</i>	UFC/g*	INEN 1529-13
<i>Salmonella</i>	UFC /g*	INEN 1529-15
Mohos y lavaduras	UFC /g*	INEN 1529-10

**Nota:** Se evaluó *salmonella* a pesar de no sobrepasar los límites permitidos de *Enterobacteriaceae*; UFC (Unidades Formadora de Colonia); INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización).

### 3.5.8 Análisis de costos

Para el análisis beneficio/costo, se consideró los valores correspondientes a ingresos y egresos de cada uno de los tratamientos con la finalidad de evaluar la rentabilidad económica del alimento balanceado.

## 3.6 Procesamiento de datos

Para llevar a cabo el procesamiento de datos se utilizó programas de cómputo hoja de cálculo Excel y el software estadístico SPSS para Windows, mediante la técnica estadística de análisis de varianza ANOVA para comparar la varianza entre las medias de los tratamientos con un nivel de significancia del 0.05. Además, se aplicó una prueba de Tukey para comparar las medias individuales provenientes del análisis de varianza y elegir el mejor tratamiento del estudio.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis fisicoquímicos de la harina de papa china

**Tabla 15**

*Resultados del análisis fisicoquímico de la harina de papa china*

<b>Requisitos</b>	<b>Método de ensayo</b>	<b>Valor</b>
Humedad	INEN 518	11.79 %
Proteína cruda	INEN 519	7.19 %
Fibra cruda	INEN 522	5.13 %
Grasa cruda	INEN 523	3.93 %
Cenizas	INEN 520	3.66 %

**Análisis:** Una vez obtenido el análisis fisicoquímico de la harina de papa china se pudo corroborar que los valores en cada uno de los requisitos están acorde a los métodos de ensayo de las Normas INEN manipuladas, obteniéndose como resultado de humedad presenta un valor de 11.79%, proteína cruda de 7.19%, fibra cruda de 5.13%, grasa cruda de 3.93% y ceniza de 3.66%, siendo aptos para ser utilizados en la elaboración del alimento balanceado.

**Discusión:** Según (Pincay, 2015) en su investigación “Utilización de dos niveles del tubérculo de papa china (*Colocasia esculenta*) en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento y engorde en la provincia de santo domingo” menciona que, la composición química de la harina de la papa china presenta valores de humedad de 13%, proteína cruda de 5.9%, fibra cruda 3.7%, grasa cruda 2.86% y ceniza de 3.10%; por lo que, existe similitud de los resultados para el análisis fisicoquímico en ambos estudios, con ello, asegurando la calidad de la materia prima para transformarlo en alimento balanceado para las especies animales, como lo estipula el autor (Pincay, 2015), que a diferentes niveles de papa china puede ser adecuado para la crianza de las especies terrestres y acuáticas, dependiendo de su nutricio alimentaria.

### 4.2 Análisis fisicoquímicos del alimento balanceado

**Tabla 16**

*Resultado del análisis fisicoquímico del alimento balanceado*

Requisitos	Método de ensayo	Tratamientos			
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Humedad	INEN 540	11 %	4.37 %	4.54 %	10.42 %
Proteína cruda	INEN 543	28 %	25.92 %	25.26 %	23.80 %
Fibra cruda	INEN 542	6 %	3.38 %	3.04 %	3.87 %
Grasa cruda	INEN 541	5 %	4.63 %	3.55 %	4.78 %
Cenizas	INEN 544	11 %	10.70 %	10.48 %	10.62 %

**Nota:** T<sub>0</sub>(control): Balanceado comercial; T<sub>1</sub> balanceado con sustitución al 10% de harina de papa china; T<sub>2</sub> balanceado con sustitución al 20 % de harina de papa china; T<sub>3</sub> balanceado con sustitución al 30% de harina de papa china.

**Análisis:** En la tabla 16, se puede visualizar los resultados del análisis fisicoquímico de cada uno de los tratamientos del alimento balanceado para tilapia roja en la etapa de engorde. Por ello, los resultados de humedad de la (FICHA TECNICA PT: DREF:3.2.2-1) presenta un valor máximo de 11%, siguiendo el método de ensayo de la NTE INEN 540 dentro de los tratamientos evaluados todos cumplen con los dispuesto por la norma; por otro lado, los resultados que presenta la (FICHA TECNICA PT: DREF:3.2.2-1) para el requisito de proteína cruda menciona que debe ser máximo de 28% y siguiendo el método de ensayo se la norma ninguno de los tratamiento de pasa del límite establecido, es decir, que cumplen con lo dispuesto por la norma; dentro del contenido de fibra cruda la (FICHA TECNICA PT: DREF:3.2.2-1) menciona que debe tener un valor máximo de 6% y siguiendo el método de ensayo de la NTE INEN 542 se cumple con tal requisito para todos los tratamientos, de igual manera el requisito de grasa cruda según el método de ensayo de la NTE INEN 541 cumple con lo plasmado mediante la (FICHA TECNICA PT: DREF:3.2.2-1), y finalmente, el requisito de cenizas según los resultados de la (FICHA TECNICA PT: DREF:3.2.2-1) menciona que debe obtener un valor de 11% como máximo en su análisis y mediante los datos obtenidos dentro de los tratamientos en estudio menciona que todos cumple con el requisito mediante el método de ensayo de la NTE INEN 544, de esta forma se evidencia que los parámetros analizados están adecuadas y acorde para el alimento balanceado, con esto se menciona que la calidad del producto es adecuada para ser suministrada a las tilapias.

**Discusión:** (Mendez & Chandi, 2012) indican en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de dos dietas alimenticias en el crecimiento, desarrollo y engorde de tilapia (*Oreochromis SP*), en la comunidad de Yahuarcocha”, que al desarrollar un análisis bromatológico a los dos tratamientos del balanceado (T<sub>1</sub> : Desperdicios de pescado cocido +

harina de pescado) y (T<sub>2</sub> :Desperdicios de pescado cocido + torta de soya.), sus resultados fueron en humedad de 2.45% y 2.62%; de ceniza 33.79% y 27.46%; proteína 34,77% y 35%; fibra 5.66% y 7.78% y finalmente, grasa de 17.20% y 24.33%, por lo que, al comparar con el balanceado comercial los resultados tienen similitud en el respectivo análisis, por lo tanto, los mejores efectos en el incremento de peso fueron para el tratamiento dos (T<sub>2</sub>), de este modo, demostrando que, en ambos estudios las especies de la tilapia pueden ser criadas con diferentes dietas alimenticias, debido a que, la nutrición animal puede varían dependiendo de la etapa en que se encuentre el animal.

### 4.3 Análisis microbiológico del alimento balanceado

**Tabla 17**

*Resultado del análisis microbiológico de los tratamientos*

Requisitos	Método de ensayo	Valor			
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
<i>Enterobacteriaceae</i> UFC/g	NTE INEN 1529-13	<10 <sup>3</sup>	4,33*10 <sup>-1</sup>	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i> UFC/25g	NTE INEN 1529-15	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mohos y lavaduras UFC/g	NTE INEN 1529-10	<10 <sup>2</sup>	1,4*10 <sup>-1</sup>	1,6*10 <sup>-2</sup>	8.3*10 <sup>-2</sup>

T<sub>0</sub>(control): Balanceado comercial; T<sub>1</sub> balanceado con sustitución al 10% de harina de papa china; T<sub>2</sub> balanceado con sustitución al 20 % de harina de papa china; T<sub>3</sub> balanceado con sustitución al 30% de harina de papa china.

**Nota:** Se evaluó *salmonella* a pesar de no sobrepasar los límites permitidos de *Enterobacteriaceae*.

**Análisis:** Como se puede visualizar en la tabla 17, los resultados de *enterobacteriaceae* de la (FICHA TECNICA PT: DREF:3.2.2-1) menciona que debe tener límite de <10<sup>3</sup> UFC/g por lo que en cada uno de los tratamientos cumplen con lo manifestado, mencionando que en el T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> se obtuvo una ausencia de tal requisito a diferencia de T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub>, seguido, el requisito de *salmonella*, lo cual menciona la (FICHA TECNICA PT: DREF:3.2.2-1) que debe tener una ausencia del microorganismo, sin embargo mediante el método de ensayo de la NTE INEN

1529-15, se obtuvo con certeza para todos los tratamientos en estudio, de igual manera, el requisito de mohos y levaduras, se consiguió valores acorde a la (FICHA TECNICA PT: DREF:3.2.2-1) para cada uno de los tratamientos mediante el método de ensayo de la NTE INEN 1529-10, por lo cual se refleja que los requisitos evaluados están adecuados con una buena calidad microbiológica, indicando que el balanceado no transmitirá ninguna enfermedad a las tilapias ni sufrirá alteraciones en el alimento concentrado.

**Discusión:** Según (Chachapoya, 2014) en su trabajo investigativo “Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el cantón Cevallos”; afirma que, en su análisis microbiológico para las diferentes especies animales utilizaron los ensayos de Coliformes totales, *Escherichia coli*, Mohos y levaduras, empleados con un método de ensayo por recuento en placa, donde sus resultados fueron adecuados y semejantes al presente estudio, por ello, el autor demuestra que cada requisito es idóneo para poder ser suministrado a las especies animales con las condiciones requeridas en dicho análisis, en virtud de ello, no transferirá ninguna patología bacteriana a las tilapias alimentadas.

#### **4.4 Contraste de normalidad**

Se efectuó un análisis de normalidad mediante el contraste de kolmogorov-smirnov para la variable (ganancia de peso), con el fin de seleccionar un modelo experimental paramétrico o no paramétrico, los resultados se detallan a continuación.

##### **Hipótesis**

H<sub>0</sub>: Las variables siguen una distribución normal

H<sub>1</sub>: Las variables no siguen una distribución normal

##### **Nivel de significación**

$\alpha = 5 \%$

##### **Cálculo del estadístico**

En la tabla 18, se muestra el análisis de normalidad para la variable relacionada a la ganancia de peso; en el que incluye el valor de probabilidad de los datos gananciales de peso, se realizó este contraste para determinar si los datos tienen un ajuste de distribución normal o no.

#### **Tabla 18**

*Resultado del análisis de normalidad en relación a la ganancia de peso*

<b>Ganancia de peso</b>			
<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor de probabilidad</b>	<b>Decisión</b>
T <sub>0</sub>	g	0,200	Normal
T <sub>1</sub>	g	0,200	Normal
T <sub>2</sub>	g	0,200	Normal
T <sub>3</sub>	g	0,200	Normal

### **Región de rechazo**

Se acepta  $H_0$  debido a que el valor de probabilidad  $p$  es superior al nivel de significancia.

Al tener los resultados que cumplen el principio de probabilidad se considera que la distribución de los datos sigue el supuesto de normalidad, por lo tanto, se deben aplicar pruebas paramétricas.

### **Decisión**

Según la tabla 18, se mostró 4 variables de las cuales cumplen una ley normal, debido a que el valor de probabilidad es superior al nivel de significancia del 0.05; por lo que se aceptó la hipótesis nula.

### **4.5 Análisis de varianza con un factor (ANOVA)**

El modelo estadístico utilizado para la comprobación de las medias de la variable peso fue mediante la prueba estadística ANOVA, debido a que el estadístico debe basarse a una prueba paramétrica, por lo que, la muestra se encuentra dentro de una distribución normal.

El fin de este análisis es verificar las diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados a las tilapias.

### **Tabla 19**

*Resultados del análisis de varianza en la variable de ganancia de peso*

<b>Variable</b>	<b>Fisher (F)</b>	<b>P-valor</b>	<b>Decisión</b>
Ganancia de peso	2,045	,110	No existe diferencia estadística, por ello, se acepta la $H_0$

**Análisis:** La tabla 19, referente al análisis ANOVA descompone la varianza de la variable peso en dos componentes; un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El coeficiente F (Fisher), que es igual a 2,045; es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Debido que, el p-valor es 0,110; mismo que es superior al valor de significancia, por lo cual se determina que no existe diferencia estadística entre las medias de la variable peso, tanto del tratamiento control y las medias de los tratamientos con sustitución de harina de papa china que utiliza el producto, por lo cual se acepta la  $H_0$ , misma que sugiere realizar pruebas de significancia.

**Discusión:** según (Basantes, 2015) es su proyecto titulado “Evaluación del uso de balanceado orgánico vs el alimento industrial sobre la conversión alimenticia de la *oreochromis sp* (tilapia) criada en cultivo intensivo”; utiliza una prueba no paramétrica (T de student) para comprobar si existe evidencia estadística en las ganancias de peso que se observaron en las tilapias alimentadas con los dos tipos de alimento. El análisis demostró que no existe diferencia significativa entre las ganancias de peso con el tipo de alimento industrial comparado con las del alimento orgánico ( $p=0.084$ ). En consecuencia, a pesar de que los dos estudios aplican pruebas diferentes, llegan a un punto donde ambos obtienen un resultado que no existe diferencia significativa demostrando, que se acepta la hipótesis nula que se plantea en cada uno de los proyectos, de este modo, se puede contrastar cada una de las hipótesis mediante un análisis de varianza.

#### 4.6 Prueba de tukey

Al conocer el resultado del análisis de varianza se procede a realizar la prueba de tukey para determinar en cuál tratamiento existe una diferencia estadística entre sus medias, ya que genera un rendimiento distinto en la variable peso.

**Tabla 20**

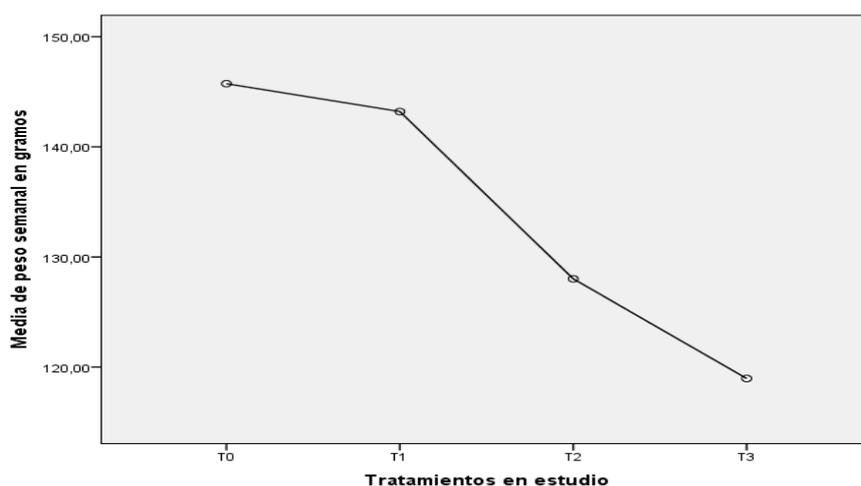
*Resultados de la prueba de tukey en la variable peso de los tratamientos*

	Nombre de los tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
HSD de	T <sub>3</sub>	40	118.9650
Tukey <sup>a</sup>	T <sub>2</sub>	40	128.0150
	T <sub>1</sub>	40	143.1975
	T <sub>0</sub>	40	145.7325

**Análisis:** Al obtener los resultados de la prueba de Tukey, se evidencia que cada uno de los tratamientos en comparación con el tratamiento control no existe una diferencia estadística, donde se menciona que  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  tienen semejanzas entre sus medias; y lo que se determina que todos los tratamientos poseen un rendimiento de variabilidad en el parámetro de peso; deduciendo que  $T_1$  (Tratamiento al 10%) del balanceado elaborado a partir de papa china es el que obtuvo mayor peso de las tilapias representándose con una media de 143.1975 gramos, el cual, es el que se puede comparar con el  $T_0$  que representa al balanceado comercial, ya que este consiguió una media de 145.7325 gramos, obteniéndose un p-valor de 0.148.

#### 4.7 Selección del mejor tratamiento

En el resultado obtenido en la prueba de Tukey, se concluyó que el mejor tratamiento en la sustitución parcial de harina de papa china para la elaboración del balanceado fue el  $T_1$  (Tratamiento al 10% de la harina de papa china), por lo que se obtuvo un mejor rendimiento en la ganancia de peso de las tilapias, además, que se puede visualizar mediante la gráfica 1 que representa las medias que se encuentra a continuación, donde, se deduce que el  $T_1$  (Tratamiento al 10% de la harina de papa china) brindó mejores resultados en la investigación de campo, por lo que, es un producto el cual puede ser una opción dentro del mercado local y nacional en relación al balanceado comercial ( $T_0$ ).



**Gráfica 1** Grafico de las medias para el mejor tratamiento

#### 4.8 Análisis económico

El análisis económico de la presente investigación se realizó con el fin de comparar el costo de producción de cada tratamiento, la rentabilidad obtenida y la relación beneficio-costos, lo cual se elaboró en el siguiente análisis como se observa en la tabla 21.

**Tabla 21**

*Resultados del análisis económico*

<b>Costos fijos</b>					
<b>Concepto</b>	<b>T<sub>0</sub></b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	
Mano de obra	\$ 5,31	\$ 5,31	\$ 5,31	\$ 5,31	\$ 5,31
<b>Total</b>	\$ 5,31	\$ 5,31	\$ 5,31	\$ 5,31	\$ 5,31
<b>Costos variables</b>					
Tilapias rojas	\$ 4,50	\$ 4,50	\$ 4,50	\$ 4,50	\$ 4,50
Malla plástica	\$ 3,30	\$ 3,30	\$ 3,30	\$ 3,30	\$ 3,30
Plástico negro	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 3,00
Tubo plástico	\$ -	\$ 1,35	\$ 1,35	\$ 1,35	\$ 1,35
Malla negra	\$ -	\$ 1,25	\$ 1,25	\$ 1,25	\$ 1,25
Pirola plástica	\$ -	\$ 0,19	\$ 0,19	\$ 0,19	\$ 0,19
Tiras de madera	\$ 0,75	\$ 0,75	\$ 0,75	\$ 0,75	\$ 0,75
Grapas	\$ 0,13	\$ 0,13	\$ 0,13	\$ 0,13	\$ 0,13
Cal	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,50
Fundas zipi-zape	\$ 0,88	\$ 0,88	\$ 0,88	\$ 0,88	\$ 0,88
Fundas al vacío	\$ 2,18	\$ 2,18	\$ 2,18	\$ 2,18	\$ 2,18
Balanza analítica	\$ 3,75	\$ 3,75	\$ 3,75	\$ 3,75	\$ 3,75
Sacos polipropileno	\$ 0,19	\$ 0,19	\$ 0,19	\$ 0,19	\$ 0,19
Balanceado Comercial	\$ 1,79	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Tilapero</b>					
Maíz	\$ -	\$ 0,19	\$ 0,19	\$ 0,19	\$ 0,11
Polvillo	\$ -	\$ 0,05	\$ 0,02	\$ 0,02	\$ 0,02
Soya	\$ -	\$ 0,05	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,07
Harina de pescado	\$ -	\$ 0,38	\$ 0,38	\$ 0,38	\$ 0,38
Harina de papa china	\$ -	\$ 0,18	\$ 0,35	\$ 0,35	\$ 0,54

Salvado de trigo	\$	-	\$	0,07	\$	0,03	\$	0,03
Aceite de palma	\$	-	\$	0,09	\$	0,09	\$	0,09
Mezcla de Vitaminas	\$	-	\$	0,05	\$	0,04	\$	0,05
Mezcla de Minerales	\$	-	\$	0,04	\$	0,04	\$	0,04
Fosfato bicalcio	\$	-	\$	0,01	\$	0,01	\$	0,01
Carbonato de calcio	\$	-	\$	0,00	\$	0,00	\$	0,00
Metionina	\$	-	\$	0,02	\$	0,02	\$	0,02
Lisina	\$	-	\$	0,01	\$	0,01	\$	0,01
Antioxidante	\$	-	\$	0,00	\$	0,00	\$	0,00
Sal	\$	-	\$	0,01	\$	0,01	\$	0,01
<b>Subtotal</b>	\$	20,95	\$	23,09	\$	23,20	\$	23,33
<b>Total</b>	\$	26,26	\$	28,40	\$	28,51	\$	28,64
<b>Ingresos</b>								
libras producidas		12,85		12,63		11,29		10,50
precio/Lb	\$	2,86	\$	3,27	\$	3,68	\$	3,97
<b>Total</b>	\$	38,24	\$	41,35	\$	41,52	\$	41,70
Beneficio neto	\$	11,98	\$	12,95	\$	13,00	\$	13,06
Rentabilidad		31%		31%		31%		31%
Beneficio costo	\$	1,456	\$	1,456	\$	1,456	\$	1,456

**Análisis:** En la presente tabla 21, se detallan los costos de cada uno de los tratamientos, el cual se obtuvo los ingresos, egresos y las ventas al final del estudio. Además, se observa que los costos totales fueron superiores en los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con relación al tratamiento T<sub>0</sub> o control. El mayor beneficio neto se logró con el T<sub>3</sub> con \$ 13,06; seguido de T<sub>2</sub> con \$ 13,00; luego con T<sub>1</sub> con \$ 12,95 y finalmente T<sub>0</sub> con \$ 11,53, obteniéndose una relación de Beneficio-Costo de \$1,46 para todos los tratamientos en estudio, mostrando, poca diferencia decimal en cada uno de los mismos, por ello, se obtuvo por cada unidad monetaria invertida \$ 0.46 centavos de beneficio, por lo que, mediante las libras producidas en la variable peso se posesiona el T<sub>1</sub> como mejor tratamiento a diferencia de T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, el cual, puede ser una opción de producto competitivo en relación al balanceado industrial que se comercializa tradicionalmente.

**Discusión:** Según (Guerrero, 2016) menciona que en su investigación de “Comportamiento productivo en la engorda de tilapia gris alimentadas con dietas a base de (*Colacasia Esculenta*) en el puyo-ecuador”, presenta un mayor porcentaje de rentabilidad en el tratamiento 4, ya que, fue el que produjo más libras de tilapia y como resultado mayores ingresos, además, en el análisis económico obtuvo la relación beneficio/costo de \$ 1,50 deduciendo que por cada dólar invertido se consiguió \$ 0,50 centavos de ganancia. Dado que, la gran diferencia mediante (Guerrero, 2016) fue la aplicación de la hoja de papa china en cada una de las formulaciones y el tamaño de muestra más extenso, deduciendo que, dicho factor hizo que su beneficio/costo incrementara del resultado obtenido en el presente estudio, no por ello, quiere decir que la aplicación de la dieta alimentaria con harina de papa china no tuviera éxito, al contrario, que para ser un producto nuevo tiene resultados factibles en la aplicación de la tilapia roja.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

- Se determinó tres formulaciones óptimas (Tratamiento 1 al 10% de harina de papa china; Tratamiento 2 al 20% de harina de papa china y Tratamiento 3 al 30% de harina de papa china) sustituyendo la principal materia prima que es el maíz; mediante el programa que establece la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), por medio de una planilla para formulación de dietas a mínimo costo para alimentación de tilapias en sistemas de acuicultura de recursos limitados (AREL), lo cual, brinda la posibilidad de desarrollar de manera práctica fórmulas de mínimo costo que atienda las necesidades nutricionales mínimas y máximas para diferentes etapas de la especie Tilapia roja, también se puede conocer el costo por kilogramo de dieta y las cantidades de cada materia prima para la elaboración de la formulación.
- Se deduce que, en el análisis de normalidad para la variable de ganancia de peso, manifiesta que cumple con el principio de probabilidad concluyendo que la distribución de los datos sigue el supuesto de normalidad, por lo tanto, se aplicó pruebas paramétricas. Al seleccionar el modelo experimental paramétrico ANOVA, se pudo obtener que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, además se aplicó una prueba de Tukey para evaluar las hipótesis planteadas, obteniéndose que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, manifestándose que el rendimiento de peso de las tilapias alimentadas con balanceado a partir de harina de

papa china es menor a la que presenta con el balanceado comercial. Sin embargo, mediante un análisis de medias para el T<sub>1</sub> que esta formulado al 10% de harina de papa china en la elaboración del balanceado tuvo mejor rendimiento ganancial del peso, por lo que, se considera como mejor tratamiento con respecto a T<sub>2</sub> (Tratamiento al 20% de harina de papa china) y T<sub>3</sub> (Tratamiento al 30% de harina de papa china).

- Se concluye que en el análisis de beneficio-costos para cada uno de los tratamientos se consideró los valores de ingresos y egresos, de los cuales, los tratamientos T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, resultaron con un valor de \$1.46 USD, mostrando, poca diferencia decimal en cada uno de los mismos, por ello, se dedujo que por cada unidad monetaria invertida se obtiene \$ 0.46 centavos de beneficio, por lo que, por parte de las libras producidas se posesiona el T<sub>1</sub> (Tratamiento al 10% de harina de papa china) como mejor tratamiento en la investigación de campo, el cual, puede ser una opción de producto competitivo en relación a los balanceados industrializados.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar varios estudios de alimento balanceado para las especies acuícolas utilizando alternativas diferentes de materias primas que poseen cada una de las regiones de nuestro país, con la finalidad de poder disminuir la demanda de ingredientes convencionales y tradicionales que ocupan las industrias de balanceados.
- Es necesario realizar investigaciones acerca del tubérculo de la papa china para ser implementados en la alimentación de distintas especies animales, ya que anteriormente dicho producto se brindaba de manera cruda a los animales y hoy en día se puede buscar una forma de industrialización para destacar dentro de la nutrición animal.
- Se recomienda que este tipo de investigaciones de sustituciones parciales de la harina de papa china se lo realice en una empresa de alimentos balanceados, para conocer con veracidad la rentabilidad que se obtendría al utilizar diferentes materias primas no convencionales en cada una de las formulaciones para cada tipo de especie.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABC rural. (30 de Abril de 2014). Obtenido de <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/alimentos-balanceados-1240113.html>
- Agropedia. (2021). Cultivo de Tilapia. Agrotendencia .
- Alicorp. (2020). Manual de Crianza de Tilapia . En Nicovita, la mejor opcion (págs. 35-39). file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf.
- APROBAL. (03 de Mayo de 2022). Aprobalo Ecuador. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=ECBdpcrOtbY>
- Armijos, S. (19 de Mayo de 2022). Vistazo.com. Obtenido de Industria de alimentos balanceados : <https://www.vistazo.com/enfoque/industria-de-alimento-balanceado-mueve-la-economia-de-varios-sectores-NK1792791>
- Avendaño, U. (2018). Instituto pesca. Obtenido de <https://www.institutopesca.gob.ec/acuacultura/>
- Baltazar Guerrero, P. M., & Polomino Ramos, A. R. (Julio de 2004). Manual de cultivo de la tilapia. Centro de Acuicultura Tambo de Mora, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, 34-35. Obtenido de Revista peruana de Biología : [http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual\\_tilapia.pdf](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_tilapia.pdf)
- Baltazar Guerrero, P., & Palomino Ramos, A. (2004). MANUAL DE CULTIVO DE TILAPIA. En A. Palomino Ramos, Gerencia de acuicultura-Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES) (págs. 28-36). Lima-Perú: Edición Exclusiva.
- Basantes, C. (2015). Repositorio.ud.edu.ec. Obtenido de <http://repositorio.ud.edu.ec/bitstream/redug/6944/1/TESIS%20DE%20TILAPIA%20a%20pa.pdf>
- Bioalimentar.com. (07 de Julio de 2017). Obtenido de <https://bioalimentar.com/wp-content/uploads/fichas-tecnicas/biomentos/Ficha-Tecnica-Biomentos-tilaperos.pdf?45dd30&45dd30>
- Bioaquafloc. (03 de Junio de 2018). Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/tilapia/especies-de-tilapia/>
- Bolaños. (Diciembre de 2015). Bibdigital.epn.edu.ec. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/12612/1/CD-6671.pdf>
- Bolaños, M. (2015). Evaluacion del uso de alimentos alternativos en el pre engorde y engorde de Tilapias Rojas . Bibdigital, 26.
- Caicedo, Q., Rodriguez, B., & Valle, R. (2014). Una reseña sobre el uso de tubérculos de papa china Colocasia esculenta conservados en forma de ensilaje para alimentar cerdos. Malaga, España: E-ISSN: 1695-7504.
- Cajilima, T. (2014). Tesis de Grado. Obtenido de "INCORPORACION DE LA HARINA DE PAPA CHINA (Colocasia esculenta) COMO FUENTE DE COMPONENTES BIOACTIVOS EN LA ELABORACION DE UNA BEBIDA LACTEA FUNCIONAL": <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/3830/1/27T0264.pdf>

- Cargua, F. (2014). Dspace.esPOCH. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3756/1/17T1224.pdf>
- Chachapoya, D. (Diciembre de 2014). Repositorio. epn.edu.ec. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CD-5974%20\(11\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CD-5974%20(11).pdf)
- Escobar, j., Gonzalez, J., Herrera, B., Lema, N., Villacis, M. R., Casco, G., & Valarezo, I. (2018). Uea.edu.ec. Obtenido de Huellas del sumaco: [https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2018/07/vol\\_13\\_articulo\\_3.pdf](https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2018/07/vol_13_articulo_3.pdf)
- FAO. (2019). Obtenido de [https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6709s/x6709s10.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s10.htm)
- Guerrero, G. (2016). Repositorio.uta.edu.ec. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23136/1/Tesis%2050%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20406.pdf>
- Leon, X., & Yumbra, M. R. (2010). El agronegocio en el Ecuador. Quito: Don Bosco.
- MAGAP. (2015). Obtenido de [https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/rdc2015/COORDINACIONES%20ZONALES/COORDINACION%20ZONAL%203/MEDIOS%20VERIFICACION/Proyecto%20planta\\_de\\_faenamiento%20final%20respaldo%20hugo%20Avalos%20y%20a%20tpa%20y%20sub%20acua.pdf](https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/rdc2015/COORDINACIONES%20ZONALES/COORDINACION%20ZONAL%203/MEDIOS%20VERIFICACION/Proyecto%20planta_de_faenamiento%20final%20respaldo%20hugo%20Avalos%20y%20a%20tpa%20y%20sub%20acua.pdf)
- Mendez, F., & Chandi, C. (2012). Repositorio.utn.edu. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/792/4/03%20AGP%20114%20TESIS%20COMPLETA%20%2B%20ANEXOS.pdf>
- Mendoza, A. (2014). Tesis de Grado. Obtenido de ELABORACIÓN DE HARINA DE PAPA CHINA (Colocasia Esculenta) Y BANANO (Musa x paradisiaca) COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL PARA LA ALIMENTACION ANIMAL: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/258/1/T-UTEQ-0015.pdf>
- Molinos Champion. (09 de Septiembre de 2021). Obtenido de <https://www.molinoschampion.com/mezclas-vs-balanceados-en-rendimiento-animal/>
- Perez. (2014). Inclusión de la harina de Lemma perpusilla para alimentar alevines Oreochromis mossabicus y Oreochromis niloticus. Redvet, 1-10. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63633881010.pdf>
- Pincay, H. (2015). Repositorio.utc. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2859/1/T-UTC-00383.pdf>
- ProEcuador. (02 de Mayo de 2018). Proecuador. Obtenido de Alimento para animales: <https://www.proecuador.gob.ec/alimentos-para-animales/#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20Encuesta%20Global%20sobre,son%20las%20asociaciones%20m%C3%A1s%20grandes>
- Vega, M. (Enero de 2013). Repositorio.utc.edu.ec. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3476/1/T-UTC-00753.pdf>

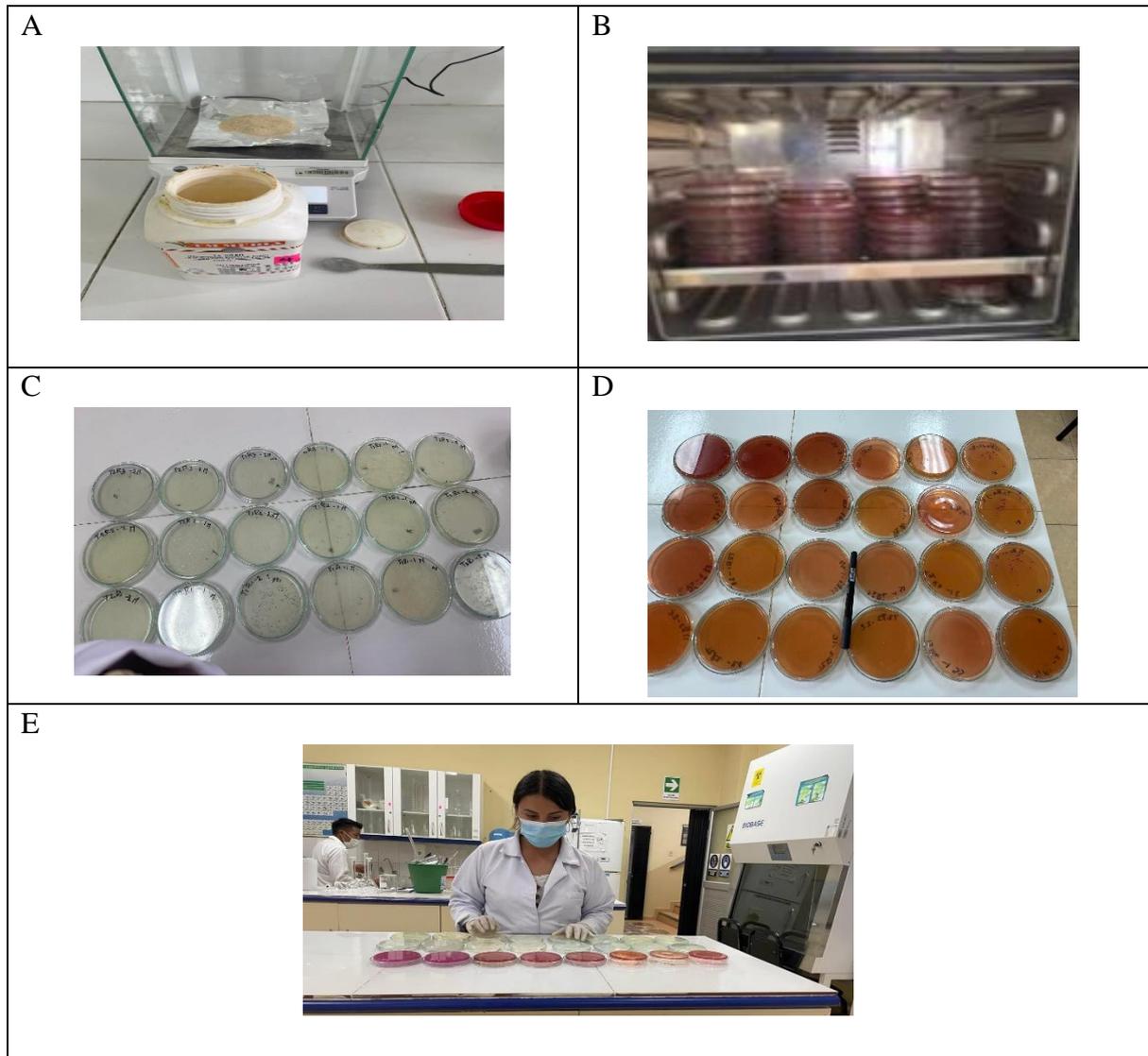
## ANEXOS

### Anexo 1 Análisis físico-químico



**Interpretación:** A: Pesaje de las muestras, B: Secado de las muestras para humedad, ceniza y grasa, C: Pesaje de las muestras luego del secado, D: Muestras en el equipo extractor de fibra, E: Obtención de la fibra, F: Muestras en el equipo soxhlet, G: Volumen ocupado de Ácido Clorhídrico (HCl), H: Titulación del destilado obtenido en el análisis proteico.

## Anexo 2: Análisis microbiológico



**Interpretación:** A: Pesaje de los agares a utilizar, B: Incubación de las placas Petri, C: Placas de los microorganismos de mohos y levaduras, D: Placas de los microorganismos de enterobacteriaceae y salmonella, E: Resultados de los análisis microbiológicos.

### Anexo 3: Elaboración del alimento balanceado



I

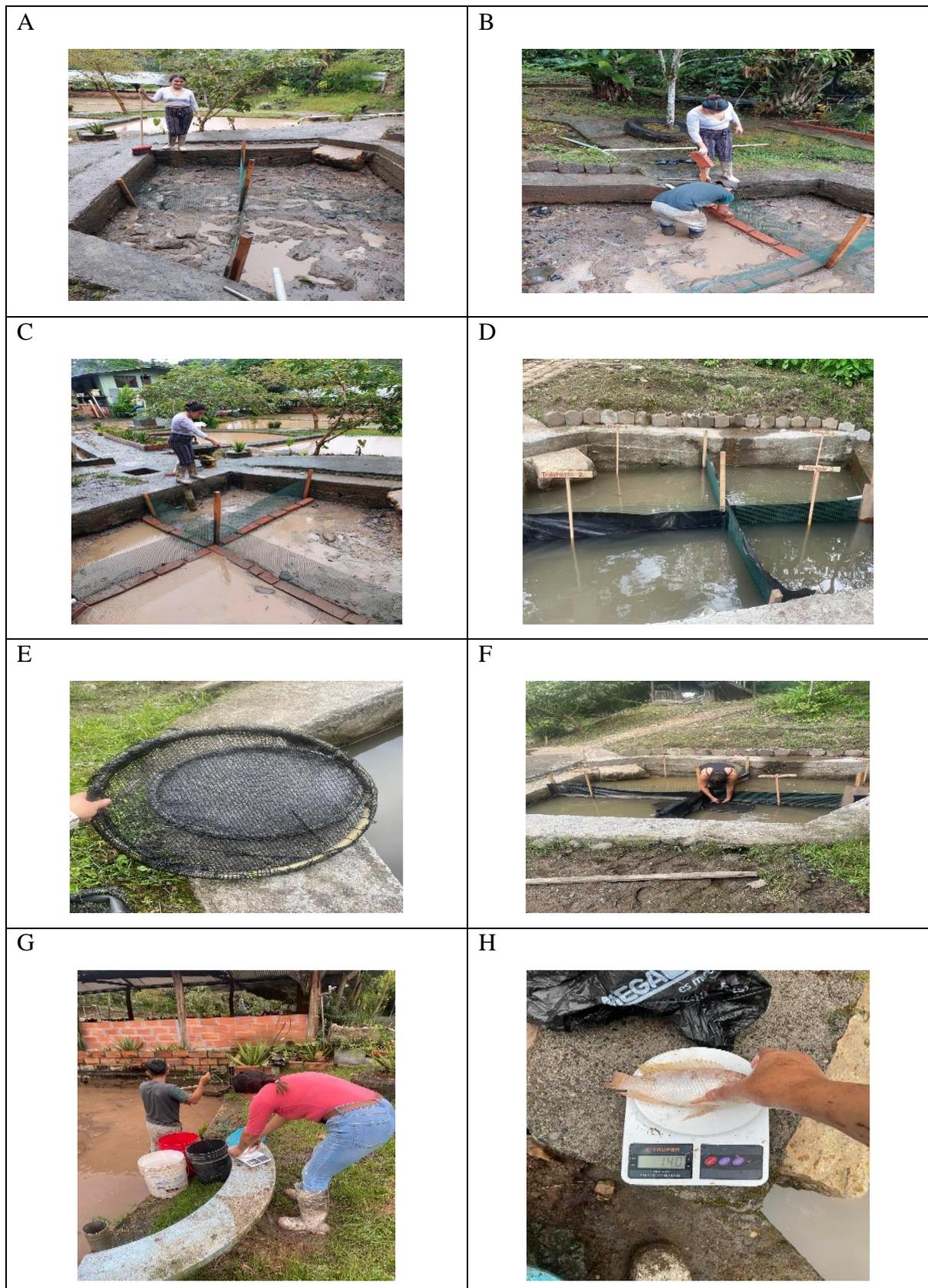


J

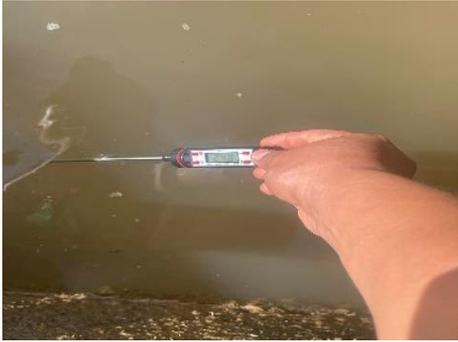


**Interpretación:** A: Pesaje de la materias primas e insumos, B: Calentamiento del agua, C: Mezclado de la formulación, D: Peletizado, E: Cortado del balanceado, F: Secado del balanceado, G: Envasado del balanceado, H: Balanceado envasado en fundas zipi-zape, I: Balanceado envasado en funda al vacío, J: Balanceado envasado en saco de polipropileno.

## Anexo 4: Experimento en campo



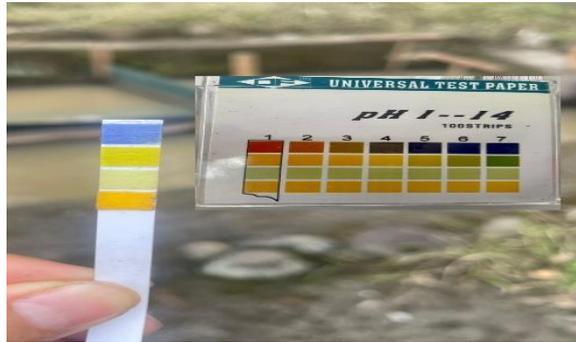
I



J



K



**Interpretación:** A: Limpieza del estanque, B: División de los cuadrantes, C: Desinfección con cal, D: Identificación de cada cuadrante, E: Elaboración de los comederos, F: Ubicación de los comederos en el estanque, G: Cosecha de las tilapias rojas, H: Toma de datos, I: Control de temperatura del agua 24.8 °C, J: Control de pH de agua, K: pH de 6 a 7 del agua.

**Anexo 5:** Tabla de descriptivos del análisis de varianza

<b>Descriptivos</b>								
<b>peso en gramos</b>								
	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación típica</b>	<b>Error típico</b>	<b>Intervalo de confianza para la media al 95%</b>		<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
					<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>		
T <sub>0</sub>	40	145,73	49,701	7,858	129,837	161,627	,00	176,00
T <sub>1</sub>	40	143,19	48,641	7,690	127,641	158,753	,00	170,20
T <sub>2</sub>	40	128,01	59,780	9,452	108,896	147,133	,00	161,60
T <sub>3</sub>	40	118,96	64,946	10,268	98,194	139,735	,00	157,20
Total	160	133,97	56,738	4,485	125,118	142,836	,00	176,00

**Anexo 6:** Costo de materia prima directa

<b>Materias primas e insumos</b>	<b>T<sub>1</sub></b>		<b>T<sub>2</sub></b>		<b>T<sub>3</sub></b>	
	<b>Gramos</b>	<b>\$</b>	<b>Gramos</b>	<b>\$</b>	<b>Gramos</b>	<b>\$</b>
Maíz	398,58	\$ 0,19	386,61	\$ 0,19	231,27	\$ 0,11
Polvillo	135,11	\$ 0,05	66,13	\$ 0,02	67,64	\$ 0,02
Soya	77,92	\$ 0,05	108,45	\$ 0,06	115,70	\$ 0,07
Harina de pescado	405,34	\$ 0,38	396,75	\$ 0,38	399,05	\$ 0,38
Harina de papa china	135,11	\$ 0,18	264,50	\$ 0,35	405,81	\$ 0,54
Salvado de trigo	135,11	\$ 0,07	66,13	\$ 0,03	67,64	\$ 0,03
Aceite de palma	27,02	\$ 0,09	26,45	\$ 0,09	27,05	\$ 0,09
Mezcla de Vitaminas	9,46	\$ 0,05	9,26	\$ 0,04	9,47	\$ 0,05
Mezcla de Minerales	9,46	\$ 0,04	9,26	\$ 0,04	9,47	\$ 0,04
Fosfato bicalcio	4,05	\$ 0,01	3,97	\$ 0,01	4,06	\$ 0,01
Carbonato de calcio	4,05	\$ 0,00	3,97	\$ 0,00	4,06	\$ 0,00
Metionina	4,05	\$ 0,02	3,97	\$ 0,02	4,06	\$ 0,02
Lisina	4,05	\$ 0,01	3,97	\$ 0,01	4,06	\$ 0,01
Antioxidante	0,68	\$ 0,00	0,66	\$ 0,00	0,68	\$ 0,00
Sal	2,70	\$ 0,01	2,71	\$ 0,01	2,71	\$ 0,01

<b>Total</b>	1353	\$	1,14	1353	\$	1,25	1353	\$	1,38
--------------	------	----	------	------	----	------	------	----	------

**Anexo 7: Materia prima indirecta**

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	4 Tratamientos
Tilapias rojas	Animales	40	\$ 0,45	\$ 18,00	\$ 4,50
Malla plástica	Metros	6	\$ 2,20	\$ 13,20	\$ 3,30
Plástico negro	Metros	6	\$ 2,00	\$ 12,00	\$ 3,00
Tube plástico	Metros	3	\$ 1,80	\$ 5,40	\$ 1,35
Malla negra	Metros	4	\$ 1,25	\$ 5,00	\$ 1,25
Pirola plástica	Metros	5	\$ 0,15	\$ 0,75	\$ 0,19
Tiras de madera	Unidad	3	\$ 1,00	\$ 3,00	\$ 0,75
Grapas	Caja	1	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,13
Cal	Libras	1	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 0,50
Fundas zipi-zape	Caja	1	\$ 3,50	\$ 3,50	\$ 0,88
Fundas al vacío	Unidad	30	\$ 0,29	\$ 8,70	\$ 2,18
Balanza analítica	Unidad	1	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 3,75
Sacos polipropileno	Unidad	3	\$ 0,25	\$ 0,75	\$ 0,19
Balanceado Comercial Tilapero	Libras	2,98	\$ 0,60	\$ 1,79	
<b>Total</b>				\$ 89,59	\$ 21,95

**Anexo 8: Mano de obra**

Mano de obra indirecta						
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Costo por tratamiento	
Operario	Jornal	1	\$ 21,25	\$ 21,25	\$ 5,31	

**Anexo 9:** Libras producidas en el experimento de campo

<b>Tratamientos</b>	<b>Libras producidas (Lb)</b>
T <sub>0</sub>	12,85
T <sub>1</sub>	12,63
T <sub>2</sub>	11,29
T <sub>3</sub>	10,50

**Anexo 10:** Precio de venta de la producción

<b>Descripción</b>		<b>T<sub>0</sub></b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>
Costo fijo	CF	\$ 5,31	\$ 5,31	\$ 5,31	\$ 5,31
Costo variable	CV	\$ 20,95	\$ 23,09	\$ 23,20	\$ 23,33
Costo total	CT	\$ 26,26	\$ 28,40	\$ 28,51	\$ 28,64
Libras producidas		12,85	12,63	11,29	10,50
Costo total de libras producidas	CT	\$ 2,04	\$ 2,25	\$ 2,53	\$ 2,73
% Utilidad		30%	30%	30%	30%
Precio venta unitario	PV	\$ 2,66	\$ 2,92	\$ 3,28	\$ 3,55
IVA 12 %		\$ 0,32	\$ 0,35	\$ 0,39	\$ 0,43
Precio venta al publico	PVP	\$ 2,98	\$ 3,27	\$ 3,68	\$ 3,97

**Anexo 11:** Costo de producción

<b>Costo de producción</b>		<b>T<sub>0</sub></b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>
Materia prima	MP	\$ 1,79	\$ 1,14	\$ 1,25	\$ 1,38
Mano de obra	MO	\$ 5,31	\$ 5,31	\$ 5,31	\$ 5,31
Costo indirecto de Fabricación	CIF	\$ 21,95	\$ 21,95	\$ 21,95	\$ 21,95
<b>Total</b>		\$ 29,05	\$ 28,40	\$ 28,51	\$ 28,64



