



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA EN EL
PROCESAMIENTO DE HARINA DE POECILIA RETICULATA COMO
APROVECHAMIENTO DEL SUBPRODUCTO DE LA PESCA

SEGOVIA CAMPUZANO DAVID JOSELO
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

Comparación del contenido de proteína en el procesamiento de
harina de *Poecilia reticulata* como aprovechamiento del
subproducto de la pesca

SEGOVIA CAMPUZANO DAVID JOSELO
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

Comparación del contenido de proteína en el procesamiento de harina de *Poecilia reticulata* como aprovechamiento del subproducto de la pesca

SEGOVIA CAMPUZANO DAVID JOSELO
INGENIERO ACUÍCULTOR

RENERIA MINUCHE JORGE PATRICIO

MACHALA, 20 DE SEPTIEMBRE DE 2022

MACHALA
2022

TURNITIN-D.J.SEGOVIA CAMPUZANO

INFORME DE ORIGINALIDAD

1 %

INDICE DE SIMILITUD

1 %

FUENTES DE INTERNET

0 %

PUBLICACIONES

0 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	toxonomia9-3.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
2	www.empleo.com.ec Fuente de Internet	<1 %
3	www.rlmm.org Fuente de Internet	<1 %
4	www.telegrafo.com.ec Fuente de Internet	<1 %
5	Raquel Garzón Lloría. "Análisis estructural de los productos derivados de cereales y su aplicación en la optimización de procesos y productos", Universitat Politecnica de Valencia, 2021 Publicación	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

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

El que suscribe, SEGOVIA CAMPUZANO DAVID JOSELO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Comparación del contenido de proteína en el procesamiento de harina de *Poecilia reticulata* como aprovechamiento del subproducto de la pesca, 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.

El autor 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.

El autor 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.

Machala, 20 de septiembre de 2022



SEGOVIA CAMPUZANO DAVID JOSELO
0706998762

AGRADECIMIENTO

Un fraterno agradecimiento a Dios por ser mi guía en mi proceso de formación profesional, y no me alcanzará la vida para agradecer a mi querida madre ya que sin su ayuda esto no hubiera sido posible, también un agradecimiento especial a mi tía Lcda. Norma Campuzano por su gran ayuda en todos estos años de preparación y también a toda mi familia y amigos que me acompañaron en el proceso y también dar las gracias a aquellos que ya no están físicamente con nosotros pero sin duda dejaron una gran enseñanza, salud por ellos.

Agradecimiento especial a cada uno de los docentes que aportaron conocimiento en esta linda profesión y que me indujeron a la investigación y en especial al Dr. Patricio Rentería M., por su gran colaboración basado en su experiencia y también a mis tutores especialistas.

DEDICATORIA

En este logro hay mucho esfuerzo por parte de mi querida madre y esto va por ti, gracias por tu apoyo incondicional y por esos consejos y palabras certeras que me ayudaron en los momentos más difíciles y me supieron guiar de la mejor forma posible y que hicieron que pueda cumplir uno de mis objetivos en ser profesional.

RESUMEN

La industria de la acuicultura en las últimas décadas ha ido en aumento con la producción de especies acuáticas en cautiverio como son los cultivos de camarón blanco *Penaeus vannamei*, que le permiten al país tener gran cantidad de divisas, sobre todo fuentes de empleo a nivel local permitiendo a su vez un gran crecimiento, que con el pasar del tiempo sigue creciendo. En este tipo de cultivo se debe combatir contra diferentes plagas que compiten por alimento, espacio y oxígeno en los estanques de cultivo y desde hace varias décadas se viene aplicando productos plaguicidas como el barbasco, saponina, entre otros, para eliminar peces como la conocida millonaria *Poecilia reticulata* que tiene una gran adaptación en los diferentes ecosistemas de cultivo lo que les permite reproducirse de manera exponencial, ya que esta especie puede almacenar esperma hasta 10 meses, esto le permite poder colonizar nuevos ecosistemas donde pueda encontrar las mínimas condiciones para empezar el proceso de adaptación, esto puede provocar un gran desbalance en el ecosistema de cultivo, incluso llegando a hacer cruces con otras especies de peces y también influye directamente en la desaparición de especies nativas.

Debido a los mencionados argumentos, el presente trabajo persigue “a estas plagas, sacarle provecho” para darle un valor agregado y sobre todo disminuir el impacto ambiental que pueden ocasionar si estos desechos no tienen un buen manejo, de esta manera tratar de sacarle provecho a mencionada materia prima para la obtención de harina de pescado con base en fuente de proteína que podría ser aplicable en las dietas de ciertos organismos terrestres y acuáticos que requieren el consumo de proteínas en sus dietas.

En el experimento se hicieron tres pruebas y encada muestra contenía 7kg de pescado millonaria, utilizando 21 kg de materia prima por cada muestra, estos tuvieron una cocción durante 20 minutos en 4000ml de agua, la primera muestra fue sometida a una temperatura de 50, la segunda fue sometida a 60 y la tercera fue a 70, todos medidos en grados centígrados (°C); cabe mencionar que el tiempo fue registrado una vez que cada prueba alcanzó su respectiva temperatura, seguidamente cada muestra fue enfriada al ambiente por otros 20 minutos para luego ser sometidas a un prensado manual, para separar el exceso de líquido y obtener una torta homogénea con cada una de las muestras, las mismas que fueron puestas en

moldes de aluminio para luego ser introducidas en la estufa por 24 horas a una temperatura de 115°C, cumplido este lapso de tiempo y después de enfriar a temperatura ambiente se procedió a molido y remolido en 400µm hasta obtener la harina de pescado. A la misma que se le realizaron análisis de proteína, humedad, grasa, carbohidratos y ceniza, para determinar su valor nutricional, para de esta manera poder analizar y verificar cuál de las muestras podrán tener los mejores niveles de proteína que son requeridos para obtener una harina de buena calidad según los parámetros requeridos por los entes reguladores del país.

Palabras claves: impacto ambiental, desechos, prensado, molienda, afrecho, análisis.

ABSTRAC

The aquaculture industry in the last decades has been increasing with the production of aquatic species in captivity such as white shrimp *Penaeus vannamei*, which allows the country to have a great amount of foreign currency, especially sources of employment at the local level allowing a great growth, which with the passing of time continues to grow. In this type of culture, it is necessary to fight against different pests that compete for food, space and oxygen in the culture ponds and for several decades pesticides such as barbasco, saponin, among others, have been applied to eliminate fish such as the well-known millionaire *Poecilia reticulata* that has a great adaptation in the different culture ecosystems, which allows them to reproduce exponentially, Since this species can store sperm for up to 10 months, this allows it to colonize new ecosystems where it can find the minimum conditions to begin the process of adaptation, this can cause a great imbalance in the culture ecosystem, even making crosses with other fish species and also directly influences the disappearance of native species.

Due to the aforementioned arguments, the present work pursues to "take advantage of these pests" to give them an added value and above all to diminish the environmental impact that they can cause if these wastes are not well managed, in this way trying to take advantage of this raw material to obtain fishmeal based on a protein source that could be applicable in the diets of certain terrestrial and aquatic organisms that require protein consumption in their diets.

In the experiment three tests were made and each sample contained 7kg of millionaire fish, using 21 kg of raw material for each sample, these were cooked for 20 minutes in 4000ml of water, the first sample was subjected to a temperature of 50, the second was subjected to 60 and the third was at 70, all measured in degrees Celsius (°C); It is worth mentioning that the time was recorded once each test reached its respective temperature, then each sample was cooled to the environment for another 20 minutes and then subjected to a manual pressing, to separate the excess liquid and obtain a homogeneous cake with each of the samples, These were placed in aluminum molds and then placed in the oven for 24 hours at a temperature of 115°C. After this period of time and after cooling to room temperature, they were ground and regrinded at 400µm to obtain fishmeal. Analyses of protein, moisture, fat, carbohydrates and ash

were performed to determine its nutritional value, in order to analyze and verify which of the samples could have the best protein levels required to obtain a good quality fishmeal according to the parameters required by the country's regulatory bodies.

Key words: environmental impact, waste, pressing, milling, bran, analysis.

Contenido

AGRADECIMIENTO	1
DEDICATORIA	2
RESUMEN	3
ABSTRAC	5
1 INTRODUCCIÓN	11
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3 JUSTIFICACIÓN	13
4 OBJETIVOS	14
4.1 Objetivo general	14
5 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15
5.1 Generalidades de la millonaria <i>Poecilia reticulata</i>	15
5.2 Distribución geográfica de la especie	15
5.3 Taxonomía de la especie:	16
Fuente: (Alves & Lane, 2011).	16
6 PROCESOS EN LA ELABORACIÓN DE HARINA DE PESCADO	16
6.1 Materia prima	16
6.2 Recepción	17
6.3 Cocción-prensado	17
7 COMPOSICIÓN QUÍMICA E IMPORTANCIA DE LA HARINA DE PESCADO	18
7.1 Calidad físico química	18
7.2 Proteína	19
7.3 Humedad	20
7.4 Lípidos	20
7.5 Carbohidratos	20
7.6 Cenizas	21
8 MATERIALES Y MÉTODOS	23

8.1	MATERIALES Y EQUIPOS.....	23
8.1.1	Materiales.....	23
9	METODOLOGÍA.....	23
9.1	Ubicación de área experimental.....	23
9.2	Área de acopio de la <i>Poecilia reticulata</i>	23
9.3	Tratamiento a la materia prima.....	24
9.4	Cocción.....	24
9.5	Prensado.....	25
9.6	Secado.....	25
9.7	Molienda.....	25
9.8	Etiquetado e identificación de muestras.....	26
9.9	Análisis Weende a muestras de harina de <i>Poecilia reticulata</i>	26
9.9.1	Proteína.....	26
9.9.2	Humedad.....	26
9.9.3	grasa.....	26
9.9.4	Carbohidrato.....	26
9.9.5	Ceniza.....	27
10	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
10.1	Procesamiento estadístico.....	28
11	RESULTADOS Y DISCUCIONES.....	29
11.1	Proteína (%).....	29
11.2	Humedad.....	30
11.3	Grasa.....	31
11.4	Carbohidratos.....	32
11.5	Ceniza.....	33
12	RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	34
13	CONCLUSIONES.....	35

14	RECOMENDACIONES.....	36
15	BIBLIOGRAFÍA	37
16	ANEXOS	41

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Taxonomía de <i>Poecilia reticulata</i>	16
Tabla 2:	composición aproximada de los distintos tipos de harina de pescados	19
Tabla 3:	test de normalidad de datos	41
Tabla 4:	Test de homogeneidad de varianzas	41
Tabla 5:	ANOVA de un factor	42
Tabla 6:	Múltiples comparaciones	44
Tabla 7:	Resultados del análisis Weende	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Ubicación del lugar donde se recolecto la materia prima	24
Figura 2:	Efecto de la temperatura de cocción en la proteína total (%) de la harina de millonaria.	29
Figura 3:	Efecto de la temperatura de cocción en la humedad total (%) de la harina de millonaria.	30
Figura 4:	Efecto de la temperatura de cocción en la grasa total (%) de la harina de millonaria.	31
Figura 5:	Efecto de la temperatura de cocción en el (%) total de carbohidrato de la harina de millonaria.	32
Figura 6:	Efecto de la temperatura de cocción en el (%) total de ceniza de la harina de millonaria.	33
Figura 7:	Captura de materia prima	45
Figura 8:	Cocción de la materia prima	46
Figura: 9	Obtención de la torta luego del prensado	46

Figura 10: Preparación de los moldes previo al secado. 46

Figura 11: Ingreso de las muestras a la estufa. 47

Figura 12: Enfriamiento de las muestras a temperatura ambiente. 47

Figura 13: Obtención de la harina. 47

Figura 14: Pesaje de las muestras, previo envío al análisis de laboratorio. 48

1 INTRODUCCIÓN

El mundo de la acuicultura se caracteriza por ser una actividad que está dirigida en producir alimentos de origen acuático, con el objetivo de cubrir la demanda de la población mundial con una fuente de proteína de calidad. (FAO, 2020)

La producción de harina de pescado es la forma de aprovechamiento más utilizada para transformar más del 60% de las capturas mundiales de pequeños pelágicos y los desperdicios procedentes de la manufactura de conservas de pescado. La mayor parte de estas harinas son utilizadas para la elaboración de dietas para el engorde de animales como cerdos, aves, peces, animales de compañía y visones (Cabello, et al., 2013).

La harina de pescado se elabora casi exclusivamente de los desperdicios de la elaboración de conservas de sardina (*Sardinella aurita*) y atún (*Tunnus sp*). Ocasionalmente suele aprovecharse otros pequeños pelágicos como rabo amarillo (*Cetengraulis edentulus*) y machuelo (*Opisthonema oglinum*) según (Cabello, et al., 2013) y confirmado por (Barrera, 2021).

La harina de pescado es el producto resultante del cocimiento y desecado del pescado y/o residuos del mismo en buenas condiciones, con la extracción o sin ella de parte de su aceite, molido y tratado con antioxidante permitido por el organismo competente (Cabello, et al., 2013).

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Presencia de “plaga” como lo es el pez millonaria (*P. reticulata*) en los diferentes estanques cultivos de camarón blanco (*P. vannamei*) de alguna manera han afectado al ecosistema con cierto grado de contaminación al final de las pescas, ya que una parte de estos peces son expulsados sin vida a los reservorios y su descomposición es causante de contaminación de las aguas y del ecosistema en general, otra parte es desechada en las plantas de procesamiento del camarón, creando también de esta manera otro foco de contaminación, y esto lo podemos evitar aprovechando y juntando esta materia prima, ya sea desde la granja camaronera y/o empacadoras para la elaboración de harina y aceite de pescado, de esta manera daremos un valor agregado a esos desechos que pueden ser aprovechados como una fuente alternativa de proteínas para el cultivo de especies acuáticas como camarones o peces o para animales terrestres como los cerdos, pollos, etc.

3 JUSTIFICACIÓN

La contaminación con los desechos de las pescas está malogrando la composición química de las aguas con una sobrecarga de materia orgánica que con el pasar del tiempo se podría volver insostenible y es por esto que se debe dar un buen manejo a esos desperdicios de pescas y en el mejor de los casos reutilizarlos y que mejor opción que convertirlos en una fuente alterna de proteína de buena calidad y a bajo costo.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Elaborar de manera artesanal harina de pescado, a partir de *Poecilia reticulata* (millonaria), y determinar mediante análisis Weende su calidad para ser utilizada como insumo alimenticio en la nutrición animal.

5 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1 Generalidades de la millonaria *Poecilia reticulata*

La *P. reticulata*, una especie invasora en las granjas camaroneras, está asociada con una diversidad reducida de especies nativas, cambio de hábitat, apareamiento, competencia, depredación y parasitismo, cambios en la estructura de las redes alimentarias comunitarias, la ocurrencia, los ciclos y, como resultado, el ecosistema. funciones comprometidas. Sin embargo, la mayoría de las especies introducidas en nuevos hábitats no pueden establecer poblaciones estables porque el éxito como intruso depende de pasar por al menos tres etapas. fertilidad) y dispersión (la capacidad de dispersarse en nuevas áreas). (Jiménez, et al., 2020)

Las percepciones negativas de estas especies causan problemas con el crecimiento de los camarones y pérdidas económicas ecológicas debido a los costos de crianza e higiene de los estanques. (Torres, 2013)

Como es el caso de algunas especies del género *Poecilia*, las características biológicas que facilitan la invasión de nuevos hábitats son la fertilidad, el cuidado parental y la formación de un gran cardumen, además, (Anaguano, 2013), menciona que las hembras de *P. reticulata* pueden almacenar esperma hasta por 10 meses, lo que permite a las hembras trasladarse a nuevos lugares, colonizar por su cuenta y encontrar poblaciones estables, como se describió anteriormente. (Jiménez, et al., 2020)

La hibridación entre especies emparentadas de *P. reticulata*, lo que a su vez podría incrementar el riesgo de extinción para las especies locales. Se ha demostrado que los poecílidos provocan la disminución de la población de varios ciprínidos endémicos de América del Norte. Los efectos negativos de algunas especies de *Poecilia* como organismos invasores van desde la competencia por el alimento hasta el acoso sexual por parte de los machos de las hembras de otra especie. (Núñez & Torres, 2021).

5.2 Distribución geográfica de la especie

Es oriunda de las Antillas Holandesas e islas de Venezuela, islas de Barlovento, Trinidad y Santo Thomas de la provincia de Yaracuy, al Occidente del país llanero, en los ríos y arroyos costeros al este de la Guayana Británica. La especie se usa ampliamente como pez de acuario, y las poblaciones salvajes se pueden adaptar a

todas las regiones geográficas del mundo, excepto los desiertos y polos. Se ha introducido en Brasil, Costa Rica, Madagascar, Italia, India, Islas Marshall, África occidental y México. En Ecuador se la encuentra en ríos del Guayas (Laaz & Torres, 2014), en el Santiago de Cayapas (Mawyin, 2017) y en los ríos Atacames, Mompiche y Súa (Jiménez, et al., 2015).

5.3 Taxonomía de la especie:

Tabla 1: Taxonomía de *Poecilia reticulata*

Taxonomía	
Reino	<i>Animalia</i>
Filo	<i>Chordata</i>
Clase	<i>Actinopterygii</i>
Orden	<i>Cyprinodontiformes</i>
Familia	<i>Poeciliidae</i>
Género	<i>Poecilia</i>
Especie	<i>P. reticulata</i>

Fuente: (Alves & Lane, 2011).

6 PROCESOS EN LA ELABORACIÓN DE HARINA DE PESCADO

6.1 Materia prima

La materia prima se cuece regularmente a vapor indirecto para coagular las proteínas y separarlas del agua, el aceite y otras pequeñas sustancias naturales. Luego se prensa para separar las fases sólida y líquida, y finalmente se seca el sólido, que es prácticamente una harina de pescado completamente estable y con bajo contenido de humedad que forma parte de la dieta molida. (Lúquez & Hleap, 2020)

Los líquidos aceitosos y el contenido de agua se separan en el prensado, las partículas en suspensión y el aceite de la parte acuosa se condensa y se introduce en el citado secador para lograr la harina completa o integral con todos los nutrientes hidrosolubles del pescado (Araníbar, 2021).

6.2 Recepción.

El pescado fresco o los desechos de las fábricas siempre se vierten en minas al aire libre de menor nivel, como en todos los negocios, de acuerdo con su capacidad, suelen llamarse piscinas, y consisten en depósitos de cemento fáciles de lavar, con fondos inclinados fáciles de vaciar, en cuyo fondo hay un orificio sin fin para un tornillo, por el que se trasvasará el primer material. Esto es para la siguiente etapa. (Grillo, et al., 2019).

6.3 Cocción-prensado.

Mientras las anteriores operaciones son netamente mecánicas en la cocción se producen acusados cambios bioquímicos que producen olor, que se atenúa al ser maquinas cerradas, la cocción en todos los casos es continua y la operación es la siguiente: la materia prima se introduce en unas cámaras como un tornillo sin fin en su interior, que arrastre el pescado a los residuos hasta una prensa. En el trayecto, la materia prima recibe calor indirecto mediante camisa de vapor o doble cámara en la totalidad de fábricas actuales.

El calentamiento directo de la materia prima al sobrepasar los 60 C, temperatura mínima, para la coagulación de proteínas, sirve para separar el agua del pescado. Sirve para obtener una masa compacta del pescado ya cocido (Bonilla & Hoyos, 2018), mientras que (Valenzuela, Sanhueza, & Barra, 2012) mencionan que la masa obtenida es pasada por una prensa para separar y escurrir el agua en aproximadamente un 80% y de paso obtener el aceite natural de pescado, esto permite tener la proteína coagulada en la torta.

El agua resultante del proceso de prensado constituye el 30-40% del peso del pescado o su residuo, que contiene aceites, sólidos (suspendidos y solubles), proteína solubles y agua. Hay que tener en cuenta que esta agua se calienta al vacío, se descompone con facilidad y puede ser fuente de malos olores. Al secarse, la torta se envía al secadero con un 35-45% de agua, y después del secado no debe contener más del 12% (la humedad máxima comercial) así la harina no se fermentará en el futuro.

Para la molienda, en este proceso, la torta es premolida para obtener un producto que combine bien con los granos requeridos para la masa final de la harina.

La harina seca y molida se mantiene bajo techo, ya que el aceite restante se oxida. Para reducir el riesgo de combustión espontánea en bodega, los antioxidantes mínimos legalmente añadidos, preferiblemente homologados en vigor, desaparecerán posteriormente de los alimentos.

7 COMPOSICIÓN QUÍMICA E IMPORTANCIA DE LA HARINA DE PESCADO

La calidad de la harina se determina principalmente por las proteínas, las grasas y otros factores. Por lo tanto, aproximadamente en su composición fisicoquímica se encuentra en los productos crudos de cada parte, tales como proteína, lípido, humedad, ceniza, y suponiendo que la muestra total de cada parte sea igual y al 100%, la cantidad de carbohidratos; Composición nutritiva al 100% y por tanto no imprescindible. (Cruz, et al., 2000)

7.1 Calidad físico química

Casi toda la harina de pescado producida en el mundo se utiliza como alimento para animales y su calidad está determinada principalmente por proteínas, grasas, humedad, etc. Sin embargo, debido a la demanda del mercado y al desarrollo de harinas de pescado especiales, han surgido nuevos requisitos de calidad en aspectos como la frescura de las materias primas, la digestibilidad de las proteínas, la estabilidad de los aminoácidos esenciales, la ausencia de materias primas nocivas, etc. (Cruz, et al., 2000)

La calidad de las distintas harinas de pescado, varía de acuerdo a tres factores como la materia prima utilizada y su frescura, las condiciones del proceso, principalmente de secado y las condiciones de almacenamiento. Una materia prima lo más fresca posible es fundamental para lograr una harina de pescado de alta calidad, sin embargo, el tratamiento térmico aplicado como la cocción preliminar, concentración del agua de cola y secado, tiene gran influencia en la calidad final del producto. La etapa de secado es la que requiere mayores cuidados, ya que la exposición del producto a sobre secado y en ciertos casos a corrientes generosas de aire, influye directamente en la calidad y cantidad de nutrientes, así como en la ausencia de elementos indeseables. (Cruz, et al., 2000)

La calidad fisico-química de la harina está representada por el contenido bruto de los componentes que forman su composición proximal: humedad, proteínas, lípidos y

cenizas, según mencionan (Proaño & Remache, 2020), que la composición del producto se basa en un 60% a 70% de proteína, entre 5% y 12% de grasa, y un máximo de humedad del 9% permitiendo conservarla y manipularla por largos periodos de tiempo. Se asume que la sumatoria de estos cuatro componentes brutos equivale al 100% de la muestra, debido a que el contenido de carbohidratos es despreciable para efectos de formulación de raciones. Además, la calidad fisico-química incluye otros nutrientes de interés como sales minerales y vitaminas que generalmente no se determinan debido a que sus contenidos son muy estables (Cruz, et al., 2000). El siguiente cuadro muestra la composición proximal de diferentes harinas de pescado, la cual varía principalmente de acuerdo a la materia prima utilizada. Además, influyen como ya se ha visto, las condiciones en que se trabaje en las distintas etapas del proceso y la adición o no de agua de cola.

Tabla 2: composición aproximada de los distintos tipos de harina de pescados

Materia prima	Proteína (%)	Humedad (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Referencia
Arenque	73,4	7,6	8,8	11,1	(Cruz, et al., 2000)
Sardina	60,00	9,39	10,96	14,26	(Benavides, 2019)
Merluza	58,41	8,81	10,63	22,09	(Quijije, Villareal, & Chinga, 2019)

7.2 Proteína

Las harinas de pescado se caracterizan principalmente por su alto contenido proteico, y su valor comercial está determinado esencialmente por los resultados de este análisis de componentes. Su contenido estandar es del 65%, mientras que las harinas de cereales como el trigo, cebada, avena, etc., suelen tener de un 10 al 12% de proteínas y la soja un 45%. (Cruz, et al., 2000)

Según el proceso de producción, los diferentes fabricantes de piensos requieren más o menos proteínas, para el caso del ganado debe ser lo más bajo posible, preferiblemente menos del 20 % de la proteína total y para salmónidos se busca harina con un alto porcentaje de solutos del 25-33%, y para dietas de camarón se busca un contenido de solutos intermedio, en torno al 20%. (Cruz, et al., 2000)

7.3 Humedad

La humedad de las harinas de pescado suele ser del 6 al 10 % y superior al 12 %, puede provocar actividad biológica y enzimática, y el calentamiento puede provocar el deterioro del producto. Sin embargo, la pérdida de la fracción proteica y lipídica es inferior al 6% del contenido de humedad. Por lo tanto, es necesario controlar este parámetro adecuadamente después de cada paso de secado, y un contenido final del 10 % corresponde a una actividad de agua adecuada para obtener reacciones mínimas. (Cruz, et al., 2000)

7.4 Lípidos

Los lípidos en la alimentación animal son importantes desde el punto de vista energético, pero el alto precio de las harinas de pescado no permite su uso como fuente de energía, sino como proteína (Cruz, et al., 2000). Se considera grasa el material obtenido a partir de un polvo con un disolvente natural (normalmente hexano). La cantidad de lípidos en la harina suele estar indicada en el contrato y normalmente no debe exceder el 7-10%, porque se seca fácilmente y estropea todo el alimento. Además, el alto contenido en lípidos entre 12-18%, confiere un olor desagradable a la carne de los animales que la utilizan como alimento. Por ello, por motivos de seguridad y para evitar problemas de oxidación, el contenido mínimo de antioxidantes de la harina en el momento de la entrega suele fijarse en 100 ppm. (Cruz, et al., 2000)

Asimismo, el contenido de antioxidantes de la dieta debe ser lo más bajo posible para evitar posibles problemas relacionados con la nutrición animal, especialmente en los piensos de acuicultura, que suelen contener demasiado (Cruz, et al., 2000). La composición lipídica del aceite de pescado es rica en ácidos grasos poliinsaturados omega 3, especialmente DHA (ácido docosahexaenoico) y EPA (ácido eicosapentaenoico),

7.5 Carbohidratos

Los carbohidratos (almidón y azúcar) son la fuente de energía más barata para producir un alimento balanceado para camarones y peces. Estas sustancias no son necesarias para una buena nutrición, pero se utilizan mucho como adhesivo para unir todos los componentes de la dieta, por lo que se utilizan con menor frecuencia, esto

ayuda a reducir los costos en la producción. Para alimentos comerciales para peces, este tipo de almidón se usa comúnmente para producir alimentos flotantes por extrusión. (Fox & Lawrence, 2008)

7.6 Cenizas

La ceniza forma el componente inorgánico del polvo de harina, que proporciona arena y sales minerales. La arena se obtiene de los intestinos y movimientos de pesca en aguas cercanas a la costa, y las sales minerales corresponden principalmente a la parte ósea de la materia prima, y su contenido en la harina varía según el porcentaje de músculo esquelético en el cuerpo en la materia prima. Los pescados blandos y flacos producen un alto porcentaje de cenizas, lo que explica el bajo contenido proteico de la harina obtenida de estas especies. La harina de pescado blanco, como la merluza, suelen contener un 20 % de ceniza, mientras que las harinas de pescado azul, como las anchoas y los arenques, suelen contener un 15 % y un 10 %, respectivamente (Silva, 2003).

Se conoce como determinación de cenizas al análisis de los residuos inorgánicos que quedan tras la combustión u oxidación completa de la materia orgánica del alimento. El conocimiento básico de las características de varios métodos de análisis de cenizas volantes, así como del equipo para realizarlo, es esencial para garantizar resultados confiables. Hay tres tipos de análisis de cenizas: cenizas secas para la mayoría de las muestras de alimentos; Ceniza húmeda, por oxidación de muestras ricas en grasas como método de preparación de muestras para análisis elemental y análisis simple de cenizas de plasma seco a baja temperatura para preparar muestras durante el transporte para análisis de elementos volátiles. (Bowman & Russell, 2003)

La tecnología que se utilizará en este experimento será la ceniza seca, que consiste en quemar la muestra en el aire y luego incubarla en un horno para eliminar cualquier materia orgánica. La ceniza residual es un residuo inorgánico y la medición en la ceniza total es útil para el análisis de alimentos, ya que se pueden identificar los diversos minerales en la muestra. Algunos de los errores y dificultades asociados a la determinación de ceniza seca son: la pérdida de ceniza debido a la intensidad de la combustión de la llama cuando la muestra se quema al aire y el cambio gradual de sales minerales al calentarse, como la transformación de carbonatos a óxidos (Bowman & Russell, 2003).

Junto con el agua, los minerales son los únicos componentes de los alimentos que el cuerpo no puede oxidar para producir energía; Por otro lado, la materia orgánica contiene nutrientes (proteínas, carbohidratos, lípidos) que pueden quemarse (oxidarse) en el cuerpo para obtener energía y se considera la diferencia de materia seca entre los alimentos y las cenizas. (Bowman & Russell, 2003)

8 MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 MATERIALES Y EQUIPOS

8.1.1 Materiales

- *Poecilia reticulata* (millonaria) 21 kg (Unidad experimental)
- Balanza
- Balanza gramera
- Molino
- Estufa
- Cocina industrial
- Probeta graduada 1000 ml
- Termómetro
- Ollas
- Moldes de aluminio
- Cilindro de gas
- Tela tipo tul 1m
- Agua 12000 ml
- Atrarraya
- Gavetas
- Fundas herméticas
- Hielo

9 METODOLOGÍA

Para la presente investigación se siguió el método experimental donde se llevó a cabo la siguiente metodología:

9.1 Ubicación de área experimental

El ensayo se realizó en la propiedad del Sra. Rosa Campuzano ubicada en la ciudad de Santa Rosa en la provincia de El Oro las coordenadas 3°26'57"S 79°57'30"W.

9.2 Área de acopio de la *Poecilia reticulata*

Se obtuvieron 63 kg de millonaria *Poecilia riticulata* de la camaronera "ServioSA" ubicada en el Km 15 vía Balosa del cantón de Machala de la provincia de El Oro en

las siguientes coordenadas 3°21'05"S 79°57'48"W, los ejemplares fueron capturados mediante la ayuda de una atarraya lanzada en el reservorio de la camaronera antes mencionada. La materia prima fue transportada en un recipiente refrigerado para conservar sus propiedades.

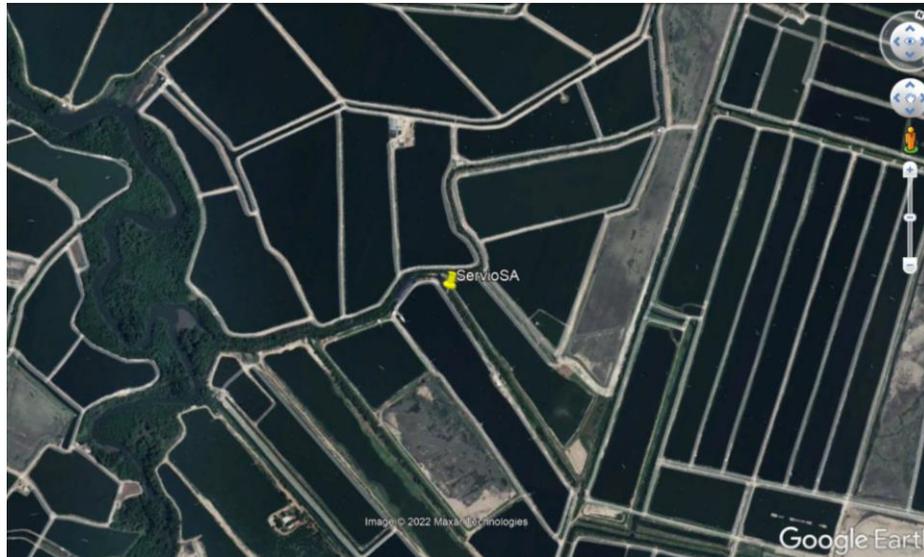


Figura 1: Ubicación del lugar donde se recolecto la materia prima

9.3 Tratamiento a la materia prima

Una vez obtenida la materia prima se procedió a limpiar (palos, hojas de mangle, otras especies de peces y crustáceos, etc.), luego se procedió a enjuagar para limpiar el lodo o barro presente, seguidamente se escurrió para quitar el exceso de líquido para luego pesar en la balanza 7 kg en cada una de las 3 réplicas (21 kg) para cada uno de los procesos en las diferentes temperaturas que se utilizó en la cocción (50, 60, 70°C) luego fueron puestos en una olla de aluminio de capacidad para 50 litros donde se procedió a la cocción.

9.4 Cocción

Colocados los pescados en la olla, se procedió a medir con una probeta la cantidad de 4000 ml de agua para fijar la proteína mediante la cocción, se tomaron distintas temperaturas a las que fueron expuestas 3 muestras diferentes, la primera cocción fue a 50°C una vez alcanzada la temperatura por 20 minutos, la segunda muestra fue a una temperatura de 60°C por el mismo lapso de tiempo y en la tercera muestra el tiempo de cocción fue el mismo que las anteriores, pero a una temperatura de 70°C.

9.5 Prensado

En este proceso se utilizó un metro de tela tipo tull en la cual fue puesta cada una de las muestras para realizar el prensado manualmente, la separación de líquido y aceite dio aproximadamente 15 ml en cada una de las muestras. Luego de este proceso de prensado se obtuvo una torta de la materia prima (aproximadamente 3300g en primera muestra) en la segunda se obtuvo cerca de 3200g y en la tercera se obtuvo alrededor de 3600g para cada una de las réplicas respectivas. las mismas que fueron puestas en moldes de aluminio con la cantidad de 1100g que se obtuvo en el proceso de cocción a 50°C. En el segundo proceso se obtuvo 3200g de torta, las mismas que fueron puestas en los recipientes la cantidad de 1060g que se obtuvo a 60°C, en el tercer proceso a 70°C se obtuvo a 3600g de torta que fueron distribuidas en los moldes de aluminio en cantidades de 1200g.

9.6 Secado

En el secado se utilizaron las estufas de la marca memmert modelo Mchutart Din 40050 IP20, en las cuales se introdujeron las diferentes muestras de las tortas obtenidas y estas fueron expuestas a una temperatura de 110°C por 24 horas, cumplido el tiempo establecido se obtuvo una masa tipo galleta que fue enfriada a temperatura ambiente aproximadamente 28°C y una vez enfriada se procedió a guardar para el siguiente proceso de molienda.

9.7 Molienda

Las diferentes muestras fueron molidas por separado con un molino marca Corona en el cual se realizó dos moliendas para obtener harina en polvo con un tamaño de partícula de 600µm, ya que en la primera molida se obtuvo una cantidad considerable de afrecho y fue necesario un segundo proceso para la obtención final de la harina con un tamaño final de 400µm, pasado por un tamiz número 50, de esta manera se cumple con los requisitos requeridos para la elaboración de harinas para pastas alimenticias, así lo resaltan (Sarria, Hurtado, & Camacho, 2019) en su investigación de granulometría.

9.8 Etiquetado e identificación de muestras

En el etiquetado se utilizó fundas con cierre hermético tipo ziploc, las que fueron identificadas mediante código M-1 para la muestra obtenida a 50°C, M-2 obtenida a 60°C y M-3 a la muestra de 70°C.

9.9 Análisis Weende a muestras de harina de *Poecilia reticulata*

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de análisis de alimentos, aguas y ambiente PROTAL acreditado por la SAE de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), para el respectivo análisis de los parámetros nutricionales de proteína, humedad, grasa, carbohidrato y ceniza se utilizó 200g por cada muestra de la harina requeridos por la institución.

9.9.1 Proteína

El análisis de proteína fue determinado por el método (ME29-PG20-PO02-7.2 FQ) recomendado por la AOAC 21st 984.13, el cual permitió tener los resultados de proteína de las diferentes muestras y según (INEN, 2016) señala que la harina debe cumplir los requisitos del porcentaje de proteína >55% para ser considerada como alimento de buena calidad.

9.9.2 Humedad

Para determinar la humedad se usó el método (ME27-PG20-PO02-7.2 FQ) recomendado por las ISO 6496:1999 el cual permitió tener los resultados de humedad de las diferentes muestras. (Protal, 2022)

9.9.3 grasa

Se determinó el contenido de grasa siguiendo el método (ME30-PG20-PO02-7.2 FQ) recomendado por la AOAC 21st 920.39 el cual permitió tener los resultados de grasa de las diferentes muestras, donde el (INEN, 2016) señala que el porcentaje de grasa no debe ser mayor al 12% para conservar la calidad de la harina.

9.9.4 Carbohidrato

Para obtener el porcentaje de carbohidrato se utilizó el cálculo matemático y estadístico como referencia. (Protal, 2022)

9.9.5 Ceniza

Para determinar la cantidad de ceniza se usó el método (ME21-PG20-PO02-7.2 FQ) recomendado por las ISO 5984:2002 el cual permitió tener los resultados de ceniza de las diferentes muestras, según el (INEN, 2016) menciona que el porcentaje de ceniza en la harina no debe ser mayor al 24% para ser considerada de alta calidad.

10 DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente estudio realizado es de tipo experimental, cuya investigación se llevó a cabo durante 35 días, el cual se dividió en 3 etapas, la primera fue el acopio y selección de la materia prima, en la segunda fase se realizó el procesamiento de la harina y en la final se realizaron los análisis Weende de la harina.

10.1 Procesamiento estadístico

El análisis estadístico de los datos fue realizado, utilizando la prueba paramétrica ANOVA de un factor para muestras independientes, el cual fue implementado en el software estadístico SPSS Statistics versión 25 de prueba para Windows, con un nivel de confiabilidad del 95 % de estimación.

Para aplicar la prueba ANOVA es necesario que se cumplan los supuestos, de normalidad e igualdad de varianzas.

Las observaciones en cada una de las muestras se distribuyeron de forma normal, lo cual se puede apreciar en la tabla 3, (revisar en anexos), utilizando un nivel $\alpha = 0.05$, a través del test de normalidad Shapiro-Wilk (Romero, 2016)

El supuesto de homogeneidad de varianza para las muestras fue contrastado con un nivel $\alpha = 0.05$, utilizando el test del Levene, los resultados se pueden observar en la tabla 4 (revisar en anexos) (Bisquerra, 1957)

Una vez verificados los supuestos de la prueba ANOVA, se programa la matriz de datos en el SPSS Statistics versión 25 de prueba, los resultados fueron estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 95%, los resultados se pueden apreciar en la tabla 5 (revisar en anexos).

Al ser los resultados estadísticamente significativos, es necesario establecer a qué temperaturas las muestras en proteína son diferentes, para lograrlo se utilizó las pruebas post-hoc de Tukey y Bonferroni, los resultados son apreciables en la tabla 6 de múltiples comparaciones.

11 RESULTADOS Y DISCUSIONES

11.1 Proteína (%)

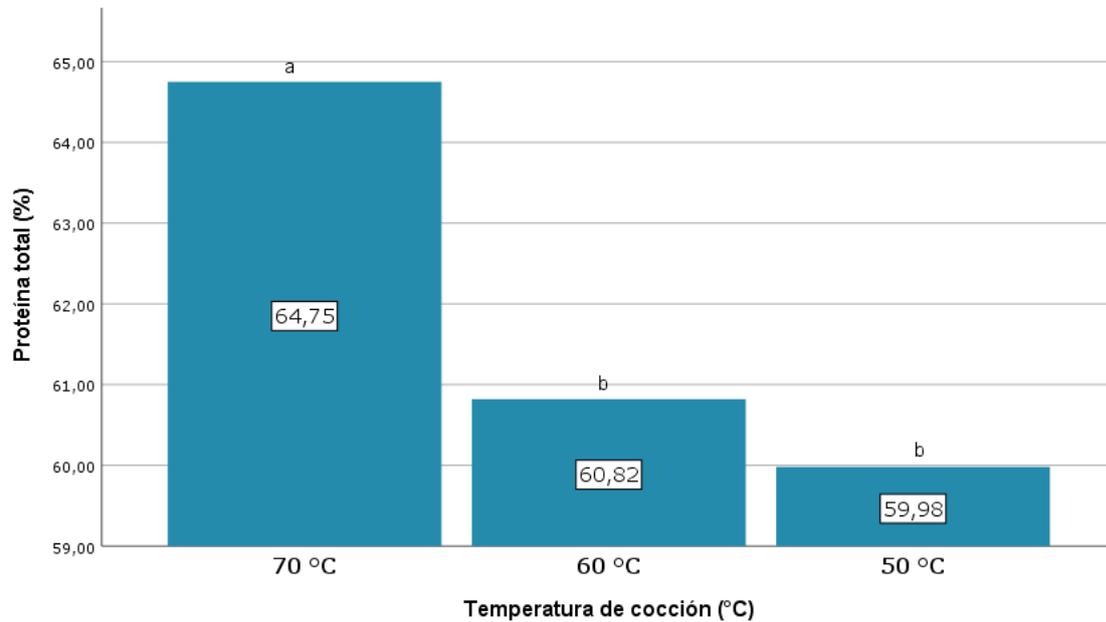


Figura 2: Efecto de la temperatura de cocción en la proteína total (%) de la harina de millonaria.

Según (INEN, 2016), menciona que la harina de pescado debe tener más del 55% de proteína para ser considerada de buena calidad, por lo tanto, los resultados obtenidos en la presente investigación cumplen con los requisitos de proteína necesarios para ser aplicados en la alimentación de especies acuáticas. Por otro lado (Bonilla & Hoyos, 2018) hacen referencia en su trabajo que las proteínas comienzan a coagular a una temperatura mínima de 60°C y se conservan mejor entre 70 a 90°C, de esta manera se cumple con el trabajo realizado, siendo la muestra de mayor temperatura la que mejor conservación de proteínas se obtuvo.

11.2 Humedad

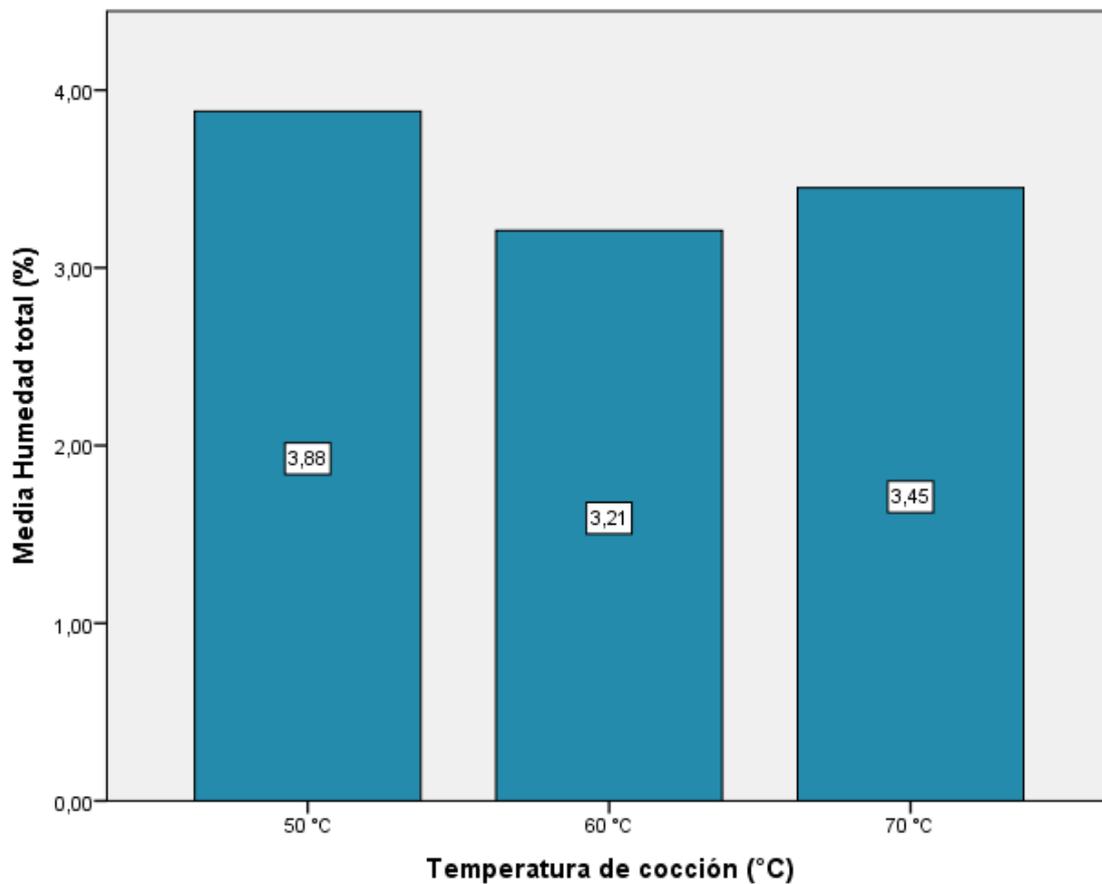


Figura 3: Efecto de la temperatura de cocción en la humedad total (%) de la harina de millonaria.

En investigación realizada por (Zumbado, 2004) sostiene que para el secado es recomendable mantener temperaturas superiores a los 100°C para la obtención de buenos resultados por el método indirecto de volatilización, mismo que se usa para separar el agua de los alimentos. Los presentes resultados fueron obtenidos a una temperatura de 110°C por el lapso de 24 horas.

11.3 Grasa

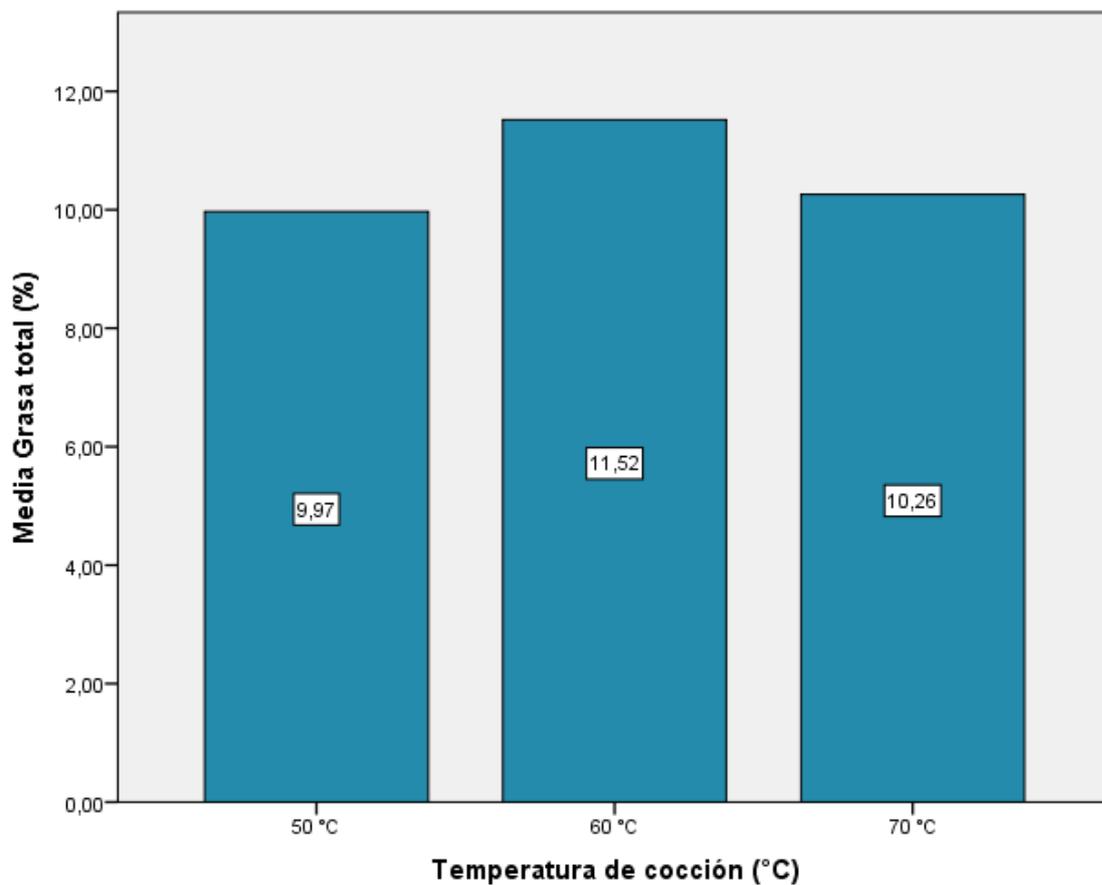


Figura 4: Efecto de la temperatura de cocción en la grasa total (%) de la harina de millonaria.

Para mantener una buena calidad de la harina el (INEN, 2016) menciona que, no se debe tener más del 12% de grasa y según los datos obtenidos en la presente investigación todas las muestras cumplen con lo establecido.

11.4 Carbohidratos

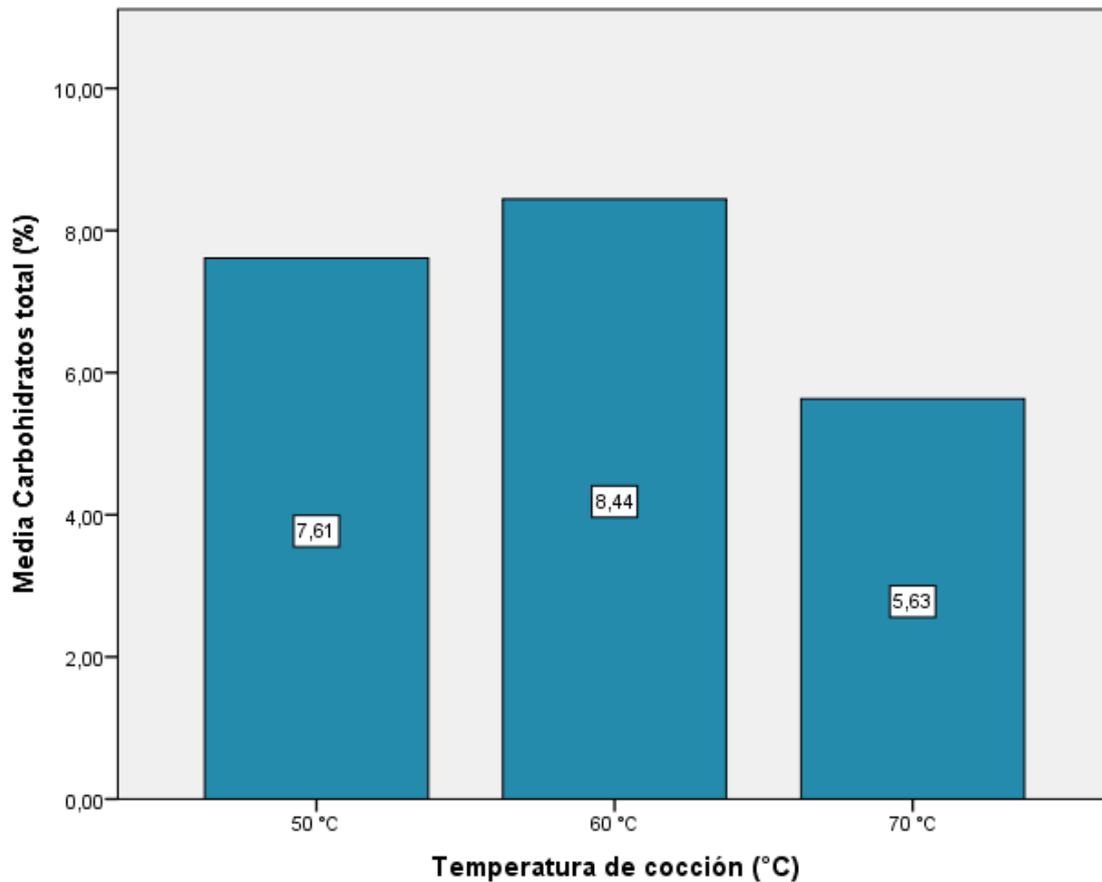


Figura 5: Efecto de la temperatura de cocción en el (%) total de carbohidrato de la harina de millonaria.

Mediante el cálculo matemático y estadístico se llegó a los resultados del contenido de carbohidratos en porcentaje (Protal, 2022). Por lo general el contenido de carbohidratos es utilizado como insumo adherente, principalmente en el paletizado de la porción alimenticia.

11.5 Ceniza

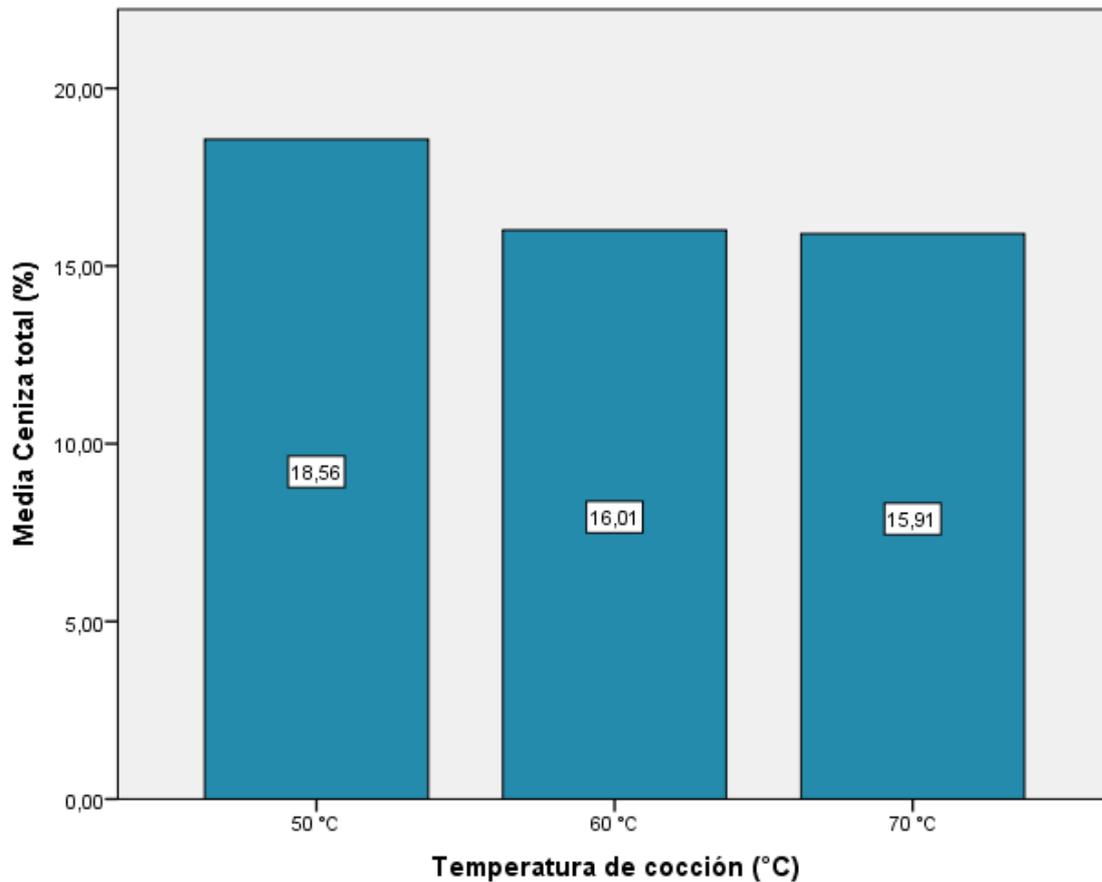


Figura 6: Efecto de la temperatura de cocción en el (%) total de ceniza de la harina de millonaria.

Los datos recolectados en la muestra total de cenizas no superan el 19%, mientras que el (INEN, 2016), señala que la harina no debe ser mayor al 24% para ser considerado un alimento de alta calidad. Se utilizó la técnica de cenizas en seco, esto consiste en incinerar la muestra al aire libre y luego en la mufla donde se eliminó el material orgánico.

12 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El test ANOVA para la comparación de los promedios de proteína a 50, 60 y 70°C fue estadísticamente significativa con un valor de prueba para la prueba f de 0.077, con p-valor de 0.022 inferior al nivel alfa asumido del 5%.

Podemos concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en las muestras de proteína en 50 y 70 °C, mediante los test de comparaciones múltiples utilizadas, para el caso de Tukey las diferencias se establecieron con un p-valor igual a 0.024, inferior al nivel alfa asumido del 5%, este resultado fue posible corroborarlo, mediante el test de Bonferroni, con un p-valor de 0.031.

13 CONCLUSIONES

- Si se puede obtener harina de pescado a partir del aprovechamiento de la millonaria, pero con el inconveniente de que es una especie estacionaria ya que entre los meses de marzo hasta julio existe una presencia más pronunciada, decayendo en los siguientes meses.
- La harina de pescado obtenida a partir de *Poecilia reticulata*, presenta rangos requeridos para ser considerado un sub alimento de buena calidad, teniendo así que: todos los parámetros analizados cumplen con los estándares establecidos por el INEN.
- Vale la pena aprovechar a la *Poecilia* como materia prima para la elaboración de harina, ya que se obtiene una buena cantidad de proteína requerida y que puede ser asimilable en los diferentes organismos de origen animal que requieren consumir proteína en su dieta.

14 RECOMENDACIONES

- Es recomendable que en el proceso de elaboración de la harina se mantengan temperaturas $\geq 60^{\circ}\text{C}$, ya que a esta temperatura se inicia la coagulación de proteínas para su mejor aprovechamiento.
- Se recomienda completar la investigación con el análisis del perfil de aminoácidos presentes en la harina.

15 BIBLIOGRAFÍA

- Alves, H., & Lane, A. (2011). Metacestoides de *Glossocercus auritus* (Cyclophyllidea, Gryporhynchidae) em *Poecilia reticulata* (Pisces, Poeciliidae) no Brasil. *Rev. Bras. Parasitol*, 2(20), 10. doi:<https://doi.org/10.1590/S1984-29612011000200012>
- Anaguano, F. (2013). *Peces de la Laguna Cormorán, Parque Nacional Sangay, Ecuador*. tesis doctoral, Universidad Central del Ecuador, Escuela de Ciencias Biológicas y Ambientales, Quito.
- Araníbar, M. J. (2021). Manual de capacitación: Alimentos Balanceados para Truchas. *Research Gate*, 1(1), 53. doi:<https://www.researchgate.net/publication/356732229>
- Barrera, A. G. (2021). Propuesta de utilización de harina de cabeza de pescado para fortificar alimentos de consumo popular altos en carbohidratos. *ITCA-FEPADE*, 2(1), 39-67. Obtenido de <https://www.itca.edu.sv/wp-content/uploads/2021/11/02.pdf>
- Benavides, A. (2019). *HARINA DE PESCADO DEL PERU*. Lima: San Jorge. Obtenido de http://www.perubroker.com.pe/broker_productos/371/
- Bisquerra, R. (1957). La prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas en el BMDP. *Revista de investigación educativa Sgerencias Metodológicas*, 5(9), 79-85. Obtenido de https://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/186760/Prueba_Levene_Homogeneidad_Varianzas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bonilla, J., & Hoyos, J. (2018). Methods of extraction, refining and concentration of fish oil as a source of omega-3 fatty acids. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(3), 621-644. doi: https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num2_art:684
- Bowman, B., & Russell, R. (2003). Conocimientos actuales sobre nutrición. *International Life Sciences Institute*(592), 7-10. Obtenido de <https://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/3150/Conocimientos%20actuales%20sobre%20nutricion%20octava%20edicion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabello, A., García, A., Figuera, B., Higuera, Y., & Vallenilla, O. (2013). CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE LA HARINA DE PESCADO VENEZOLANA. *SABER*.

- Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 25(4), 414-422. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739464009.pdf>
- Cruz, L., Ricque, D., Nieto, M., & Tapía, M. (2000). *Revisión Sobre Calidad de Harinas y Aceites de Pescado para la Nutrición de Camarón*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. Nuevo León: San Nicolás. Obtenido de https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/20cru2.pdf
- Díaz, A. (1996). En Manual preparado especialmente para Esmital Ltda. En A. Díaz, *Elaboración de harina de pescado de alta calidad* (pág. 126).
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura (SOFIA). (FAO, Ed.) *FAO*, 243. doi:<https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- Fox, J., & Lawrence, A. (2008). Manual de metodologías de digestibilidad in vivo e vitro para ingredientes y dietas para camarón. *CYTED*, 246. Obtenido de https://nutricionacuicola.uanl.mx/public/site/images/admin/manual_metodologias.pdf
- Grillo, J., Gozzer, R., Sueiro, J. C., & Rivero, J. C. (2019). Producción ilegal de harina de pescado en Perú a partir de anchoveta extraída por la flota artesanal y de menor escala. *ResearchGate*, 27. doi:10.13140/RG.2.2.18562.53448/1
- INEN. (2016). *NTE INEN 465, Harina de pescado. Determinación de la proteína bruta*. Quito: NTE INEN 470. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_470-1.pdf
- INEN. (2016). *NTE INEN 466, Harina de pescado. Determinación de la materia grasa*. Servicio Ecuatoriana de Normalización, Quito. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_470-1.pdf
- INEN. (2016). *NTE INEN 467, Harina de pescado. Determinación de las cenizas*. Servicio Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana, Quito. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_470-1.pdf
- Jiménez, P., Aguirre, W., Laaz, E., Navarrete, R., Nugra, F., Rebolledo, E., . . . Valdiviezo, J. (2015). Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador. *researchgate*, 416. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/278027849_Guia_de_peces_para_aguas_continentales_en_la_vertiente_occidental_del_Ecuador

- Jiménez, P., Vásquez, F., Rodríguez, D., & Taphorn, D. (2020). Efectos de la especie invasora *Poecilia gillii* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) sobre *Pseudopoecilia fria* en ríos costeros de la región del Chocó, Ecuador. *Revista de Biología Tropical*, 68(1), 1-7. doi:<http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68i1.36000>
- Laaz, E., & Torres, A. (2014). Lista de Peces continentales de la Cuenca del Río Guayas. *Revista UG*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/305502536>
- Lúquez, L. d., & Hleap, J. I. (2020). Feasibility of the use of fish waste flour in the Ciénaga de Zapatos, for feeding of broilers. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2), 23-34. doi:<https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1202>
- Mawyin, A. (2017). *Diversidad y abundancia ictiofaunística en el río Culebra (Guayas – Ecuador)*. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales. Guayaquil: Edition. John Wiley y Sons. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29734>
- Núñez, H., & Torres, A. (2021). Diversity, abundance and distribution of fishes in Bulubulu river. *Rev. Cient. Cien. Nat. Ambien.*, 1(15), 211-227. doi:10.3923/jfas.2013.617.626
- Proaño, A., & Remache, E. (2020). *Análisis de la exportación de harina de pescado desde Ecuador hacia Colombia, Japón y China periodo 2013-2018*. Sangolquí: GuillerSanta. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/23848/1/T-ESPE-044339.pdf>
- Protal. (2022). *Laboratorio de Análisis de Alimentos*. Guayaquil. Obtenido de <http://www.laboratorioprotal.espol.edu.ec/acreditacion.html>
- Quijije, R., Villareal, D., & Chinga, B. (2019). BROMATOLOGICAL EVALUATION OF THE FISHMEAL PROCESSED IN THE TADEL S.A. FACTORY. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura "YAKU"*, 2(3), 1-10. Obtenido de <file:///C:/Users/davis/Downloads/74-Texto%20del%20art%C3%ADculo-364-1-10-20201006.pdf>
- Romero, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del Trabajo*, 6(3), 114. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5633043>

Sarria, S., Hurtado, D., & Camacho, J. (2019). Granulometry, Functional Properties and Color Properties of Quinoa and Peach Palm Fruit Flour. *Información tecnológica*, 30(5), 1-8. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>

Silva, D. (2003). *Elaboración de harina de pescado*. Buenos Aires. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1834/4068>

Torres, G. (2013). Invasive marine species evaluated within the Gulf of Guayaquil. Case study. Shrimp field, 2011. *Revistas UG*, 2(116), 51-62. doi:<https://doi.org/10.53591/rug.v116i2.680>

Valenzuela, A., Sanhueza, J., & Barra, F. d. (2012). Aceite de pescado: Ayer un residuo industrial, hoy un producto de alto valor nutricional. *revista chilena de nutricion*, 39(2), 201-209. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182012000200009>

Zumbado, H. (2004). Análisis químico de los alimentos: métodos clásicos. *Researchgate*, 433P. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/348560034_Analisis_Quimico_de_los_Alimentos_Metodos_Clasicos/link/6004b45692851c13fe1bd399/download

16 ANEXOS

Tests of Normality						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Proteína total (%)	,177	9	,200	,911	9	,326
Humedad total (%)	,168	9	,200	,894	9	,218
Grasa total (%)	,213	9	,200	,809	9	,026
Carbohidratos total (%)	,211	9	,200	,918	9	,374
Ceniza total (%)	,302	9	,017	,866	9	,111

Tabla 3: test de normalidad de datos

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Proteína total (%)	Based on Mean	2,385	2	6	,173
	Based on Median	,570	2	6	,594
	Based on Median and with adjusted df	,570	2	3,693	,609
	Based on trimmed mean	2,180	2	6	,194
Humedad total (%)	Based on Mean	3,851	2	6	,084
	Based on Median	,418	2	6	,676
	Based on Median and with adjusted df	,418	2	3,570	,687
	Based on trimmed mean	3,271	2	6	,109
Grasa total (%)	Based on Mean	9,021	2	6	,016
	Based on Median	,692	2	6	,536
	Based on Median and with adjusted df	,692	2	2,317	,581
	Based on trimmed mean	7,357	2	6	,024
Carbohidratos total (%)	Based on Mean	,173	2	6	,845
	Based on Median	,025	2	6	,976
	Based on Median and with adjusted df	,025	2	5,846	,976
	Based on trimmed mean	,148	2	6	,866
Ceniza total (%)	Based on Mean	1,901	2	6	,229
	Based on Median	,286	2	6	,761
	Based on Median and with adjusted df	,286	2	4,527	,764
	Based on trimmed mean	1,661	2	6	,267

Tabla 4: Test de homogeneidad de varianzas

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Proteína total (%)	Between Groups	38,903	2	19,452	7,770	,022
	Within Groups	15,021	6	2,504		
	Total	53,924	8			
Humedad total (%)	Between Groups	,691	2	,346	30,148	,001
	Within Groups	,069	6	,011		
	Total	,760	8			
Grasa total (%)	Between Groups	4,074	2	2,037	8,209	,019
	Within Groups	1,489	6	,248		
	Total	5,563	8			
Carbohidratos total (%)	Between Groups	12,505	2	6,253	36,759	,000
	Within Groups	1,021	6	,170		
	Total	13,526	8			
Ceniza total (%)	Between Groups	13,535	2	6,767	26,214	,001
	Within Groups	1,549	6	,258		
	Total	15,084	8			

Tabla 5: ANOVA de un factor

Multiple Comparisons								
Dependent Variable		(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Temperatura de cocción (°C)	Temperatura de cocción (°C)				Lower Bound	Upper Bound
		Proteína total (%)	Tukey HSD	50 °C	60 °C	-,84000	1,29190	,799
70 °C	-4,77000				1,29190	,024	-8,7339	-,8061
60 °C	50 °C			,84000	1,29190	,799	-3,1239	4,8039
	70 °C			-3,93000	1,29190	,052	-7,8939	,0339
70 °C	50 °C			4,77000	1,29190	,024	,8061	8,7339
	60 °C			3,93000	1,29190	,052	-,0339	7,8939
Scheffe	50 °C		60 °C	-,84000	1,29190	,815	-4,9835	3,3035
			70 °C	-4,77000	1,29190	,029	-8,9135	-,6265
	60 °C		50 °C	,84000	1,29190	,815	-3,3035	4,9835
			70 °C	-3,93000	1,29190	,061	-8,0735	,2135
	70 °C		50 °C	4,77000	1,29190	,029	,6265	8,9135
			60 °C	3,93000	1,29190	,061	-,2135	8,0735
Bonferroni	50 °C		60 °C	-,84000	1,29190	1,000	-5,0871	3,4071
			70 °C	-4,77000	1,29190	,031	-9,0171	-,5229
	60 °C		50 °C	,84000	1,29190	1,000	-3,4071	5,0871
			70 °C	-3,93000	1,29190	,068	-8,1771	,3171
	70 °C		50 °C	4,77000	1,29190	,031	,5229	9,0171
			60 °C	3,93000	1,29190	,068	-,3171	8,1771

Humedad total (%)	Tukey HSD	50 °C	60 °C	,67000	,08743	,001	,4017	,9383
			70 °C	,43000	,08743	,006	,1617	,6983
		60 °C	50 °C	-,67000	,08743	,001	-,9383	-,4017
			70 °C	-,24000	,08743	,075	-,5083	,0283
		70 °C	50 °C	-,43000	,08743	,006	-,6983	-,1617
			60 °C	,24000	,08743	,075	-,0283	,5083
	Scheffe	50 °C	60 °C	,67000	,08743	,001	,3896	,9504
			70 °C	,43000	,08743	,008	,1496	,7104
		60 °C	50 °C	-,67000	,08743	,001	-,9504	-,3896
			70 °C	-,24000	,08743	,087	-,5204	,0404
		70 °C	50 °C	-,43000	,08743	,008	-,7104	-,1496
			60 °C	,24000	,08743	,087	-,0404	,5204
	Bonferroni	50 °C	60 °C	,67000	,08743	,001	,3826	,9574
			70 °C	,43000	,08743	,008	,1426	,7174
		60 °C	50 °C	-,67000	,08743	,001	-,9574	-,3826
			70 °C	-,24000	,08743	,101	-,5274	,0474
70 °C		50 °C	-,43000	,08743	,008	-,7174	-,1426	
		60 °C	,24000	,08743	,101	-,5274	,0474	

Grasa total (%)	Tukey HSD	50 °C	60 °C	,24000	,08743	,101	-,0474	,5274	
			70 °C	-,29000	,40675	,765	-,15380	,9580	
		60 °C	50 °C	1,55000	,40675	,021	,3020	2,7980	
			70 °C	1,26000	,40675	,048	,0120	2,5080	
		70 °C	50 °C	,29000	,40675	,765	-,9580	1,5380	
			60 °C	-,126000	,40675	,048	-,25080	-,0120	
		Scheffe	50 °C	60 °C	-,155000	,40675	,025	-,28545	-,2455
				70 °C	-,29000	,40675	,784	-,15945	1,0145
			60 °C	50 °C	1,55000	,40675	,025	,2455	2,8545
				70 °C	1,26000	,40675	,057	-,0445	2,5645
			70 °C	50 °C	,29000	,40675	,784	-,10145	1,5945
				60 °C	-,126000	,40675	,057	-,25645	,0445
	Bonferroni	50 °C	60 °C	-,155000	,40675	,027	-,28872	-,2128	
			70 °C	-,29000	,40675	1,000	-,16272	1,0472	
		60 °C	50 °C	1,55000	,40675	,027	,2128	2,8872	
			70 °C	1,26000	,40675	,064	-,0772	2,5972	
		70 °C	50 °C	,29000	,40675	1,000	-,10472	1,6272	
			60 °C	-,126000	,40675	,064	-,25972	,0772	

Carbohidratos total (%)	Tukey HSD	50 °C	60 °C	-.83000	,33675	,107	-1,8632	,2032	
			70 °C	1,98000	,33675	,003	,9468	3,0132	
		60 °C	50 °C	,83000	,33675	,107	-,2032	1,8632	
			70 °C	2,81000	,33675	,000	1,7768	3,8432	
		70 °C	50 °C	-1,98000	,33675	,003	-3,0132	-,9468	
			60 °C	-2,81000	,33675	,000	-3,8432	-1,7768	
		Scheffe	50 °C	60 °C	-.83000	,33675	,123	-1,9100	,2500
				70 °C	1,98000	,33675	,003	,9000	3,0600
			60 °C	50 °C	,83000	,33675	,123	-,2500	1,9100
				70 °C	2,81000	,33675	,000	1,7300	3,8900
			70 °C	50 °C	-1,98000	,33675	,003	-3,0600	-,9000
				60 °C	-2,81000	,33675	,000	-3,8900	-1,7300
	Bonferroni	50 °C	60 °C	-.83000	,33675	,146	-1,9370	,2770	
			70 °C	1,98000	,33675	,003	,8730	3,0870	
		60 °C	50 °C	,83000	,33675	,146	-,2770	1,9370	
			70 °C	2,81000	,33675	,000	1,7030	3,9170	
		70 °C	50 °C	-1,98000	,33675	,003	-3,0870	-,8730	
			60 °C	-2,81000	,33675	,000	-3,9170	-1,7030	
	Ceniza total (%)	Tukey HSD	50 °C	60 °C	2,55000	,41486	,002	1,2771	3,8229
				70 °C	2,65000	,41486	,002	1,3771	3,9229
			60 °C	50 °C	-2,55000	,41486	,002	-3,8229	-1,2771
				70 °C	,10000	,41486	,969	-1,1729	1,3729
			70 °C	50 °C	-2,65000	,41486	,002	-3,9229	-1,3771
				60 °C	-,10000	,41486	,969	-1,3729	1,1729
Scheffe			50 °C	60 °C	2,55000	,41486	,003	1,2194	3,8806
				70 °C	2,65000	,41486	,002	1,3194	3,9806
			60 °C	50 °C	-2,55000	,41486	,003	-3,8806	-1,2194
				70 °C	,10000	,41486	,972	-1,2306	1,4306
			70 °C	50 °C	-2,65000	,41486	,002	-3,9806	-1,3194
				60 °C	-,10000	,41486	,972	-1,4306	1,2306
Bonferroni	50 °C	60 °C	2,55000	,41486	,003	1,1862	3,9138		
		70 °C	2,65000	,41486	,002	1,2862	4,0138		
	60 °C	50 °C	-2,55000	,41486	,003	-3,9138	-1,1862		
		70 °C	,10000	,41486	1,000	-1,2638	1,4638		
	70 °C	50 °C	-2,65000	,41486	,002	-4,0138	-1,2862		
		60 °C	-,10000	,41486	1,000	-1,4638	1,2638		

Tabla 6: Múltiples comparaciones

Número de muestra	Tiempo de cocción	T°C de cocción	Tiempo de secado	T°C de secado	Total % de proteína	Total % de humedad	Total % de grasa	Total % de carbohidrato	Total % de ceniza				
Muestra #1	20 min	50°C	24 horas	110°C	R1= 60.16	Promedio 3.88	R1= 3.85	Promedio 9.97	R1= 10.02	Promedio 7.61	R1= 7.89	Promedio 18.56	R1= 18.31
					R2= 59.67		R2= 3.88		R2= 9.96		R2= 7.69		R2= 19.08
					R3= 60.11		R3= 3.91		R3= 9.93		R3= 7.25		R3= 18.29
Muestra #2	20 min	60°C	24 horas	110°C	R1= 61.31	Promedio 3.21	R1= 3.18	Promedio 11.52	R1= 12.23	Promedio 8.44	R1= 8.97	Promedio 16.01	R1= 15.83
					R2= 61.12		R2= 3.25		R2= 11.15		R2= 8.24		R2= 16.3
					R3= 60.03		R3= 3.20		R3= 11.18		R3= 8.11		R3= 15.9
Muestra #3	20 min	70°C	24 horas	110°C	R1= 65.06	Promedio 3.45	R1= 3.48	Promedio 10.26	R1= 10.31	Promedio 5.63	R1= 5.18	Promedio 15.91	R1= 16.35
					R2= 64.16		R2= 3.45		R2= 10.27		R2= 5.79		R2= 15.28
					R3= 65.03		R3= 3.42		R3= 10.20		R3= 5.92		R3= 16.1

Tabla 7: Resultados del análisis Weende



Figura 7: Captura de materia prima



Figura 8: Cocción de la materia prima



Figura: 9 Obtención de la torta luego del prensado



Figura 10: Preparación de los moldes previo al secado.



Figura 11: Ingreso de las muestras a la estufa.



Figura 12: Enfriamiento de las muestras a temperatura ambiente.



Figura 13: Obtención de la harina.



Figura 14: Pesaje de las muestras, previo envío al análisis de laboratorio.