

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



**Sustitución de harina de pescado por harina de *Lupinus mutabilis*
“tarwi” en dietas sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de
*Oreochromis niloticus***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO ACUICULTOR**

Autores:

Bach. Manrique Mendocilla, Jerson Melecio

Bach. Palacios Calderon, Maryuri Mirella

Asesor:

Dr. Saldaña Rojas, Guillermo Belisario

ORCID:0000-0003-4877-1165

Nuevo Chimbote – Perú

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



UNS

**UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA**

**Sustitución de harina de pescado por harina de *Lupinus mutabilis*
“tarwi” en dietas sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de
*Oreochromis niloticus***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO ACUICULTOR**

Autores:

Bach. Manrique Mendocilla, Jerson Melecio

Bach. Palacios Calderon, Maryuri Mirella

REVISADO Y APROBADO POR EL ASESOR

Dr. Saldaña Rojas, Guillermo Belisario

DNI:18114311

ORCID:0000-0003-4877-1165

Nuevo Chimbote – Perú

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Sustitución de harina de pescado por harina de *Lupinus mutabilis*
“tarwi” en dietas sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de
*Oreochromis niloticus***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO ACUICULTOR**

Autores:

Bach. Manrique Mendocilla, Jerson Melecio

Bach. Palacios Calderon, Maryuri Mirella

Jurado Evaluador



Dr. Campoverde Vigo, Luis Angel

DNI:33264012

ORCID:0009-0001-4461-4456

Presidente



Dr. Saldaña Rojas, Guillermo Belisario

DNI:18114311

ORCID:0000-0003-4877-1165

Integrante



Mg. Carhuapoma Garay, Juan

DNI:33264920

ORCID:0000-0002-2708-8140

Secretario

ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en el
Laboratorio de Biología Acuática, siendo las 11:00 horas del
día 02 de Julio 2026, dando cumplimiento a la Resolución N°
150-2026-JNI se reunió el Jurado Evaluador presidido por Luis
Compuera V. G. teniendo como miembros a Juan Carlos Poma
García (secretario) (a), y Guillermo Salazar Poma (Integrante),
para la sustentación de tesis a fin de optar el título de Biólogo Acuático
realizado por el (la), (los) tesista (as) Enrique Hendoella Jason Melero
quien (es) sustentó (aron) la tesis intitulada:
Sustitución de harina de pescado por harina de lupinus
mutables "tarwi" en dietas sobre el crecimiento y supervivencia
de alevines de *Oreochromis niloticus*.

Terminada la sustentación, el (la), (los) tesista (as)s respondió (ieron) a las preguntas formuladas
por los miembros del jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y
sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como
BUENO asignándole un calificativo de 12 (12 puntos) puntos, según
artículo 112° del Reglamento General de Grados y Títulos vigente (Resolución N° 337-2024-CU.-
R-UNS).

Siendo las 12:40 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando
los miembros del Jurado en señal de conformidad

Nombre: Luis Compuera V. G.
Presidente

Nombre: Juan Carlos Poma García
Secretario

Nombre: Guillermo Salazar Poma
Integrante

Distribución: Integrantes J.E (), tesistas () y archivo (02).



ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en el
Laboratorio de Biología Acuática, siendo las 11:00 horas del
día 02 de Julio 2026, dando cumplimiento a la Resolución N°
150-2026-UNS, se reunió el Jurado Evaluador presidido por Luis
Campoverde Vico, teniendo como miembros a Juan Cochuyoma
García (secretario) (a), y Guillermo Saldana Rojas (Integrante),
para la sustentación de tesis a fin de optar el título de Biólogo Acuícultor
realizado por el, (la), (los) tesista (as) Palacios Calderon Maryam Hivella

....., quien (es) sustentó (aron) la tesis intitulada:
Sustitución de harina de pescado por harina de lupinas
mutables "terrup" en dietas sobre el crecimiento y supervivencia
de alevines de Oreochromis niloticus

Terminada la sustentación, el (la), (los) tesista (as)s respondió (ieron) a las preguntas formuladas
por los miembros del jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y
sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como
BUENO, asignándole un calificativo de 18 (23 puntos) puntos, según
artículo 112° del Reglamento General de Grados y Títulos vigente (Resolución N° 337-2024-CU.-
R-UNS).

Siendo las 12:40 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando
los miembros del Jurado en señal de conformidad

.....
Nombre: Luis Campoverde Vico
Presidente

.....
Nombre: Juan Cochuyoma García
Secretario

.....
Nombre: Guillermo Saldana Rojas
Integrante

Distribución: Integrantes J.E (), tesis () y archivo (02).





Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Juan Miguel Carhuapoma Garay
Título del ejercicio: informe final mendocilla
Título de la entrega: informe final mendocilla
Nombre del archivo: TESIS_FINAL_2026.docx
Tamaño del archivo: 6.97M
Total páginas: 54
Total de palabras: 11,018
Total de caracteres: 60,747
Fecha de entrega: 08-jul-2026 07:13a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2995128624



Sustitución de harina de pescado por harina de *Lupinus mutabilis* "tarwi" en dietas sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus*

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%
INDICE DE SIMILITUD

22%
FUENTES DE INTERNET

9%
PUBLICACIONES

9%
TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1 repositorio.uns.edu.pe
Fuente de Internet

2 dspace.unitru.edu.pe
Fuente de Internet

3 1library.co
Fuente de Internet

4 repositorio.unac.edu.pe
Fuente de Internet

5 Submitted to Universidad Nacional del Santa
Trabajo del estudiante

6 www.canolacouncil.org
Fuente de Internet

7 eprints.uanl.mx
Fuente de Internet

8 Submitted to Universidad Nacional de Tumbes
Trabajo del estudiante

9 Diogo Filipe, Rui Magalhães, Helena Fernandes, José Manuel Salgado, Isabel Belo, Aires Oliva-Teles, Helena Peres. "Growth, oxidative stress, and intermediary metabolism of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles fed diets including solid-state fermented distiller's dried grains with solubles", *Animal Feed Science and Technology*, 2025
Publicación

10 Submitted to Instituto Tecnológico de Costa Rica
Trabajo del estudiante

11 Submitted to University Of Tasmania
Trabajo del estudiante

12 Teresa Garde Cerdán, Sara Rodríguez Mozaz, Carmen Ancín Azpilicueta. "Volatile composition of aged wine in used barrels of French oak and of American oak", *Food Research International*, 2002
Publicación

DEDICATORIA

A DIOS, quien nos cuida, protege y guía por el buen camino, además nos proporciona la sabiduría necesaria para lograr cada uno de las metas trazadas a lo largo de nuestra vida. Así mismo por darme la fuerza y voluntad necesaria para no rendirme en cada obstáculo que se presentó en la ejecución de este proyecto.

A mis padres Melecio Manrique, Berene Mendocilla y mis hermanas Anyela y Diana por el acompañamiento y el respaldo incondicional que me brindaron durante todo este proceso, así como por la motivación constante que me impulsó a alcanzar esta meta.

Jerson Melecio Manrique Mendocilla

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres Luis Wong y Nancy Calderón por haberme forjado como persona, muchos de mis logros se los debo a ustedes gracias por inculcarme buenos valores en lo largo de mi vida. A mis hermanos Francisco, Patricia y Liam Wong por estar siempre acompañándome y dándome apoyo moral en esta etapa universitaria.

A Andy Torres, mi compañero de vida quien siempre me motiva a ser mejor persona y lograr todas mis metas, a mi hijo, por ser mi mayor motivación el motor que me impulsó a seguir adelante. Todo este esfuerzo es por ti y para ti. Así como también a mis suegros Juan Mauro Torres y Rita Lopez por apoyarme incondicionalmente.

Maryuri Mirella Palacios Calderón

AGRADECIMIENTO

A nuestros queridos docentes, de la Escuela Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, por todos los conocimientos y experiencias compartidas, por los consejos brindados para mejorar día a día como persona y como profesional.

A nuestro querido asesor el Dr. Guillermo Saldaña Rojas, por brindarnos sus conocimientos, su tiempo y apoyo en cada obstáculo que se presentó a lo largo de la elaboración de nuestra tesis.

A todos nuestros compañeros y a todas aquellas personas que, con su apoyo y colaboración, contribuyeron de manera significativa al desarrollo y la sustentación de este proyecto de investigación.

Jerson Melecio Manrique Mendocilla

Maryuri Mirella Palacios Calderón

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	18
II. MARCO TEÓRICO.....	21
III. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1. MATERIALES.....	24
3.1.1 Población.....	24
3.1.2 Muestra.....	24
3.1.3 Unidad de análisis.....	24
3.2. METODOS.....	24
3.2.1 Tipo de estudio.....	24
3.2.2 Diseño de investigación.....	24
3.2.3 Cuadro de operacionalización de variables.....	25
3.2.4 Procedimiento.....	25
3.2.5 Técnica e instrumentos para la recolección de datos	32
3.2.6 Supervivencia.....	32
3.2.7 Costos de dietas	32
3.2.8 Calidad del agua.....	32
3.2.9 Análisis estadístico	32
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. CARACTERÍSTICA DE HARINA DE <i>L. MUTABILIS</i>	33
4.2. INDICE DE CRECIMIENTO.....	33
4.2.1 Velocidad de crecimiento en peso y talla de alevines de <i>O. niloticus</i>	34
4.2.2 Tasa de crecimiento en peso y talla de alevines de <i>O. niloticus</i>	34
4.3. INDICE DE RENDIMIENTO	35
4.3.1 Factor de conversión alimenticio y eficiencia del alimento en alevines de <i>O. niloticus</i>	35
4.4. SUPERVIVENCIA Y MORTALIDAD DE ALEVINES DE <i>O. NILOTICUS</i>	36
4.5. COSTOS DE PRODUCCION DE DIETAS.....	36
4.6. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL AGUA	37
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

ANEXOS.....	52
-------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista en planta del sistema del cultivo	26
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de <i>L. mutabilis</i>	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición porcentual por insumos de las dietas experimentales y el control.....	27
Tabla 2. Composición proximal de la harina de <i>L. mutabilis</i>	33
Tabla 3. Crecimiento en peso y talla de alevines de <i>O.</i> alimentados con diferentes dietas con diferentes dietas complementadas con harina de <i>L. mutabilis</i>	33
Tabla 4. Velocidad de crecimiento en peso y talla promedios de alevines de <i>O.niloticus</i> alimentadas con dietas en tres concentraciones de harina de <i>L. mutabilis</i>	34
Tabla 5. Tasa de crecimiento en peso y talla promedios de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con dietas en tres concentraciones de harina de <i>L. mutabilis</i>	35
Tabla 6. Factor de conversión y eficiencia del alimento en alevines de <i>O.niloticus</i>	35
Tabla 7. Supervivencia y mortalidad de alevinos de <i>O.niloticus</i>	36
Tabla 8. Costo de producción de dietas	36
Tabla 9. Parámetros físico-químicos del agua de cultivo de alevines de <i>O.niloticus</i>	37

INDICE DE ANEXO

Anexo 1. Ubicación del lugar de la experimentación.....	52
Anexo 2. Distribución de los tratamientos.....	52
Anexo 3. Transporte y aclimatación de los alevines de <i>O.niloticus</i>	53
Anexo 4. Unidades experimentales.....	53
Anexo 5. Flujograma de la preparación de la harina de tarwi.....	54
Anexo 6. Elaboración de las dietas.....	55
Anexo 7. Composición de la proteína de la harina de tarwi.....	56

RESUMEN

Se evalúa el efecto de la sustitución de la harina de pescado por la harina de *L. mutabilis* en dietas sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *O. niloticus*. Se elaboraron cuatro dietas que contenían 0, 25, 50 y 75% de harina de tarwi. La muestra consistió en 216 alevines de *O. niloticus* de 45 días de edad, $0,73 \pm 0,10$ g de peso y $3,39 \pm 0,10$ cm de talla. Se emplearon acuarios de 80 L de capacidad útil, distribuidos completamente al azar. Los organismos fueron alimentados tres veces al día (7:00, 12:00 y 17:00 h) durante tres meses. La evaluación biométrica (peso y talla) se realizó el día cero (siembra) y luego cada 15 días. Los resultados demostraron que no existió diferencias significativas ($p > 0,05$) en el crecimiento en talla, crecimiento en peso y supervivencia en todos los tratamientos evaluados. La evaluación de costos evidenció que la inclusión de harina de tarwi en las dietas experimentales redujo los costos de formulación hasta en un 12.5 % respecto a la dieta control. En conclusión, la sustitución de la harina de pescado por la harina de *L. mutabilis* en dietas de alevines de *O. niloticus* no influyó sobre el crecimiento y la supervivencia, pero sí su viabilidad como fuente proteica alternativa.

Palabras clave: *Lupinus mutabilis*, *Oreochromis niloticus*, dietas

ABSTRACT

The effect of replacing fishmeal with *L. mutabilis* meal is evaluated. Four diets were prepared containing 0, 25, 50, and 75 % tarwi meal. The sample consisted of 216 *O. niloticus* fingerlings, 45 days old, with a weight of $0,73 \pm 0,10$ g and a length of $3,39 \pm 0,10$ cm. Aquariums with a usable capacity of 80 L were used, in a completely randomized design. The organisms were fed three times a day (7:00, 12:00 and 17:00 h) for three months. Biometric evaluations (weight and length) were carried out on day zero (stocking) and every 15 days thereafter. The results showed no significant differences ($p > 0.05$). in length growth, weight growth, or survival among the treatments evaluated. The cost analysis revealed that including tarwi meal in the experimental diets reduced formulation costs by up to 12.5% compared to the control diet. In conclusion, replacing fishmeal with *L. mutabilis* meal in diets for *O. niloticus* fingerlings did not affect growth or survival, but its viability as an alternative protein source.

Key words: *Lupinus mutabilis*, *Oreochromis niloticus*, diets

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad económica que genera fuentes de empleo y alimentación para el consumo humano a nivel global. Según estudios realizados, la tilapia es la especie más cultivada después de la carpa (FAO, 2022). Según la FAO (2024), la producción mundial de animales acuáticos alcanzó un récord histórico de 185 millones de toneladas en 2022, lo que representa un incremento del 4% respecto a 2020; debido a que la producción acuícola mundial registro una disminución aproximada de 1,3% por las restricciones impuestas por la pandemia, las cuales afectaron la disponibilidad de insumos, la logística, el comercio internacional y la comercialización de productos acuáticos FAO (2022). Este hito marca la primera vez que la acuicultura superó a la pesca de captura, la cual contribuyó con 91 millones de toneladas, representando el 49% del total.

La tilapia ha incrementado su presencia comercial en países desarrollados, con mayor demanda en Estados Unidos y en menor proporción dentro de la Unión Europea. Aproximadamente el 95% de la exportación mundial de tilapia (223 600 T) proviene de China e Indonesia (FAO, 2018). Mientras que en Perú la cosecha nacional de tilapia en 2025 fue de 2 358 TM, lo que representó una disminución del 16,0 % respecto al mismo período de 2024.

El aceite y la harina de pescado se emplean como ingredientes en la elaboración de dietas balanceadas destinadas a la alimentación animal, incluyendo especies acuícolas, aves, rumiantes, porcinos y otros animales domésticos (Zaldívar J. 2002). Existe una creciente demanda, así como una subida en los precios (Mejia, J. y Mendoza, N.2017). Sin embargo, durante el 2026 la pesquería de anchoveta enfrentó restricciones debido a las condiciones biológicas y oceanográficas. IMARPE recomendó priorizar la protección de los ejemplares juveniles y el monitoreo continuo del stock. PRODUCE estableció un Límite Máximo Total de Captura Permisible de 1 914 049 TM; sin embargo, durante el desarrollo de la temporada se suspendieron temporalmente las actividades extractivas en diversas zonas debido a la elevada incidencia de juveniles. Así mismo FAO (2026) indicó que durante el primer semestre de 2026 la oferta mundial de harina y aceite de pescado disminuirá debido a la reducción de la cuota de pesca asignada al centro-norte del Perú, lo que limitará la disponibilidad de estos productos.

Debido a la alta demanda del mercado nacional como internacional por la producción de tilapia y los altos costos de la harina de pescado principal insumo en la preparación de los alimentos para peces, se busca obtener un alimento balanceado a un menor costo para la industria acuícola, a base de insumos vegetales para ello se apuesta por *L. mutabilis* que es una leguminosa de origen americano con alto contenido de proteína, vitaminas y minerales.

Tarwi es una leguminosa de la familia *Fabacea*, perteneciente al género *Lupinus*, originaria de la región mediterránea (*Lupinus albus*) y de los Andes de Bolivia, Ecuador y Perú (*Lupinus mutabilis*). También se le conoce como lupino, altramuza, tauri o chocho (MIDAGRI,2023). El chocho, como se le conoce en Perú, es una legumbre rica en proteínas, carbohidratos y fibra. De 2015 a 2020 las cifras de producción fueron positivas y alcanzaron los mayores niveles de producción en 2018 con 16.432 t y en 2019 con 16.087 t. De acuerdo con estadísticas del MIDAGRI (2021), el cultivo se desarrolla principalmente en las provincias de La Libertad, Cusco, Apurímac, Puno y Huánuco, las cuales en conjunto aportan cerca del 85% de la producción total del país.

Este proyecto tuvo como propósito evaluar alternativas al uso de la harina de pescado, insumo esencial en la alimentación de *O. niloticus* pero cuyo alto costo limita su uso. Ante ello, se consideró el empleo de harinas vegetales como opción de reemplazo. Entre estas, se seleccionó la harina de *L. mutabilis* debido a su alto contenido proteico y por presentar una alternativa económica como ingrediente para dietas acuícolas, planteándose su evaluación para determinar su efecto sobre el crecimiento y la supervivencia de *O. niloticus*.

Problema de la investigación

¿Cuál es el efecto de la sustitución en niveles crecientes de la harina de pescado por la harina de *L. mutabilis* en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *O. niloticus*?

Objetivo general

- Evaluar el efecto de la sustitución de la harina de pescado por la harina de *L. mutabilis* en dietas sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *O. niloticus*

Objetivos específicos

- Cuantificar el efecto de la harina de *L. mutabilis* sobre el crecimiento de alevines de *O. niloticus*.
- Determinar el efecto de la harina de *L. mutabilis* sobre la supervivencia de alevines de *O. niloticus*.
- Estimar los costos del uso de harina de *L. mutabilis* como sustituto de la harina de pescado en relación a distintos remplazos de la harina de pescado en dieta de alevinos de *O. niloticus*.

Hipótesis

Si se emplean dietas con 0%, 25%, 50% y 75% de sustitución de la harina de pescado por harina de *L. mutabilis*, se logra mayor crecimiento en peso, talla y supervivencia de alevines de *O. niloticus* con la dieta con 50%.

II. MARCO TEÓRICO

La tilapia es un teleósteo de origen africano perteneciente al orden Perciformes y a la familia Cichlidae. Se distribuye ampliamente en las regiones tropicales del mundo, entornos que ofrecen las condiciones idóneas para su crecimiento y reproducción (Méndez, et al., 2018). Asimismo, es una especie adecuada para la acuicultura por su adaptación ambiental, reproducción sencilla y facilidad de cultivo (El-Sayed, 2016).

El cultivo de tilapia puede llevarse a cabo en rangos de temperatura entre 20 y 30 °C; sin embargo, si la temperatura desciende por debajo de los 15 °C o supera los 40 °C, su desarrollo se ve afectado e incluso podría provocar la muerte FAO (2022). Por otra parte, el pH también constituye un factor determinante en la supervivencia de la tilapia, siendo óptimo cuando se mantiene entre valores de 7 y 8. No obstante, niveles iguales o inferiores a 5 crean un entorno desfavorable que puede afectar negativamente INAPESCA (2018).

Los alevines de *O. niloticus* presentan requerimientos nutricionales similares a los adultos en cuanto al tipo de nutrientes necesarios, sin embargo, la cantidad que requieren de cada uno, especialmente de proteína, es mayor durante las etapas tempranas de desarrollo. (Torres-Novoa et al., 2012). Igualmente, Aguilar et al., (2010) indica que al emplear niveles de proteína bruta de 43,1% en alevinaje y 36,4% en etapa de crecimiento de *O. niloticus* se obtiene un incremento significativo de la longitud total promedio, lo cual, evidencia la importancia de este macronutriente en las fases iniciales del cultivo.

La alimentación en los cultivos de tilapia es bastante diversa, debido a la capacidad de esta especie para consumir una amplia gama de insumos, lo que permite alcanzar rendimientos anuales superiores a las 5 Tn/h (FAO, 2022). Por otra parte, la harina de pescado se emplea en la alimentación animal por ser una extraordinaria fuente de energía y proteínas de alto valor biológico conteniendo entre 60% y 72% (Chonta, 2022).

La adopción de fuentes proteicas alternativas ha cobrado relevancia en la acuicultura debido a la necesidad de disminuir los costos de producción. Toyos (2016) señala que reemplazar parcialmente la harina de pescado por harinas provenientes de subproductos marinos o de ingredientes vegetales constituye una estrategia económicamente ventajosa, ya

que las proteínas de origen vegetal suelen tener menor costo que las de origen animal. En línea con este enfoque, la formulación de dietas busca reducir el uso de productos derivados de peces, sin afectar la calidad nutricional de las raciones. Por ello, se investiga la elaboración de alimentos balanceados que permitan limitar o sustituir las harinas y aceites marinos, manteniendo adecuados niveles nutricionales (Luchini, 2011).

Llacho K et al., (2016) menciona que, en el Perú, la alimentación es principalmente a base de origen vegetal, particularmente las leguminosas, han adquirido mayor presencia en la fabricación de alimentos balanceados, ya que no causan mortalidad y presentan buena palatabilidad en alevines de *O. niloticus*

Los avances en la investigación también han permitido evaluar el uso otros ingredientes, incluyendo plantas, semillas, aceites y subproductos agroindustriales (Musita et al., 2015). Por ejemplo, la inclusión del 12% de harina de *Lenna sp* en las dietas de alevines de *O.mossambicus x O. niloticus* permite obtener índices de crecimiento de 1.50 g a 10.52 g y alcanzar supervivencias de hasta 98.6% (Gonzáles et al., 2013). De forma similar, Ochieng et al. (2017), lograron incluir la harina de semilla de girasol hasta en un 25% en dietas de juveniles de *O. niloticus*.

La harina de *Lupinus* se emplea en dietas para peces en diversos porcentajes de inclusión; (Yones 2010) nos menciona que con un 50% de harina *L. albus* descascarada se obtuvo mayor ganancia en peso (47,5 g respecto al control 45,8g) en *O. niloticus x O. mossambicus*; mientras tanto (Srour, 2007, p. 86), señala que con 30% de harina de *L. angustifolius* cocido para *O. niloticus* se obtiene mejores resultados en crecimiento (57,36g) respecto a *L. angustifolius* crudo (57.11g); (Chien & Chiu, 2003; Katersky & Carter, 2009) indican que con 33% y 45% de harina de *L. angustifolius* descascarada se obtuvo mayor crecimiento para *O. niloticus x O. aureus* y *Lates calcifer* respectivamente; y con 30% - 40 % de harina de *L. albus*, *L. angustifolius* y *L. luteus* se obtiene mayor ganancia (93,2g) para *Oncorhynchus mykiss* (Acar et al., 2018).

Por otro lado, porcentajes óptimos de inclusión de harina de *lupinus angustifolius* (30%-50%) tienen efectos positivos en el crecimiento de *O. niloticus* x *O. aureus*, ya que se logra alta ganancia en peso (62,5%) y baja tasa de conversión alimenticia (1,28), esto se debe a su concentración de aminoácidos esenciales y bajo contenido de polisacáridos no almidonados (Chien & Chiu, 2003). En *O. mykiss* y *Salmo salar* la inclusión de harina de *L. angustifolius* y *L. luteus* aumenta el crecimiento (5,2% – 5,5 % día⁻¹) y hace más eficiente el uso de energía digerible, debido a que la proteína de *Lupinus* mejora el metabolismo de los lípidos (Salini *et al.*, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1 Población

Alevines de tilapia *O. niloticus* provenientes de la empresa FISH & AQUACULTURE E.I.R.L. Departamento de San Martín, provincia de Moyobamba, distrito de Moyobamba (6°01'52.5"S - 76°57'47.4"W).

3.1.2. Muestra

216 alevines de *O. niloticus* de 0.63 ± 1.09 g de peso con 2.50 ± 0.23 cm de longitud total, seleccionados aleatoriamente de un total de 500 alevines.

3.1.3 Unidad de análisis

18 alevines criados en cada acuario de 80 L de capacidad útil.

3.2. METODOS

3.2.1. Tipo de investigación

Por su propósito: aplicada

Por su naturaleza: explicativa (experimental)

3.2.2. Diseño De Investigación

La investigación tuvo un diseño experimental de estímulo creciente, con cuatro tratamientos por triplicado, de la siguiente manera:

TC: Alevines alimentados con 0% de harina de *L. mutabilis* (control)

T1: Alevines alimentados con 25% de harina de *L. mutabilis*

T2: Alevines alimentados con 50% de harina de *L. mutabilis*

T3: Alevines alimentados con 75% de harina de *L. mutabilis*

3.2.3. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	
		Dimensiones	Indicadores
V. Independiente Harina de <i>L. mutabilis</i> .	Proceso de molienda del grano de <i>L. mutabilis</i> hasta obtener la granulometría ideal.	Harina de <i>L. mutabilis</i> a diferentes concentraciones.	T1= 0 % de harina de <i>L. mutabilis</i> T2= 25% de harina de <i>L. mutabilis</i> T3= 50% de harina de <i>L. mutabilis</i> T3= 75% de harina de <i>L. mutabilis</i>
V. Dependiente Crecimiento	Aumento gradual de longitud (cm) y peso (g) de un organismo.	Crecimiento en longitud (cm) y en peso (g).	Longitud total (cm) y peso total (g) Crecimiento absoluto (CA) = $X_2 - X_1$ Tasa de crecimiento absoluto (TCA) = $CA/t_2 - t_1$ Supervivencia (%) $= \frac{\text{Número final de peces}}{\text{Número inicial de peces}} \times 100$
Supervivencia	Capacidad de un organismo para sobrevivir en un entorno.	Porcentaje de supervivencia	

3.2.4 Procedimiento

Transporte

Para el traslado de los alevines se utilizaron tres bolsas de polietileno de 4 × 4 pulgadas, las cuales se colocaron en baldes con una capacidad de 20 L. Cada bolsa se llenó con agua hasta un tercio de su capacidad, mientras que los dos tercios restantes se completaron con aire. En estas condiciones se envasaron los 500 alevines previamente capturados de los estanques de cultivo.

El transporte se realizó desde la empresa FISH & AQUACULTURE E.I.R.L., ubicada en el distrito de Moyobamba, hasta la ciudad de Trujillo. Desde allí, los peces fueron recogidos y trasladados al Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la EAP de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, en Nuevo Chimbote. El traslado tuvo una duración aproximada de 24 horas.

Aclimatación y desinfección

Los alevines de *O. niloticus* fueron aclimatados dentro de las mismas bolsas de polietileno utilizadas para su transporte, colocándolas durante 30 minutos en un tanque circular de 250 L con agua a 28 °C. Posteriormente, se preparó una solución de verde de malaquita con formol al 40%, la cual se añadió al tanque en una concentración de 1 gota por litro para la desinfección.

Los peces fueron alimentados a voluntad con alimento comercial a partir del segundo día de aclimatación. Durante los dos primeros días se efectuaron recambios de agua equivalentes al 10% del volumen total, además de la remoción de restos de alimento y desechos sólidos. Con la finalidad de favorecer el vaciamiento del tracto, los alevines permanecieron en ayuno durante el tercer día del periodo de acondicionamiento.

Selección y siembra

Se seleccionaron alevines de tamaños uniformes y sin presencia de laceraciones cutáneas de 0.63 ± 1.09 g de peso con 2.50 ± 0.23 cm de longitud total. A partir de un lote inicial de 500 individuos, los alevines fueron escogidos y distribuidos de manera aleatoria en los doce acuarios experimentales con una capacidad útil de 80 L cada uno. La siembra se realizó a una densidad de 18 alevines por acuario.

Sistema de cultivo

Se utilizaron 12 acuarios de vidrio (60 x 40 x 50 cm) con capacidad útil de 80 L. Antes del experimento, los acuarios fueron lavados con una solución de cloro una vez finalizado el proceso de limpieza, los materiales se dejaron secar a temperatura ambiente. Luego, cada acuario fue acondicionado con un filtro de esponja marca SOBO. El sistema de aireación fue impulsado por una electrobomba de 0.5 HP y consistió en una tubería instalada en todo el laboratorio, a la cual se conectaron los acuarios mediante mangueras plásticas con piedras difusoras y llaves de paso. La temperatura del agua se mantuvo estable a 28 °C, mediante termostatos de 100 W marca SOBO.

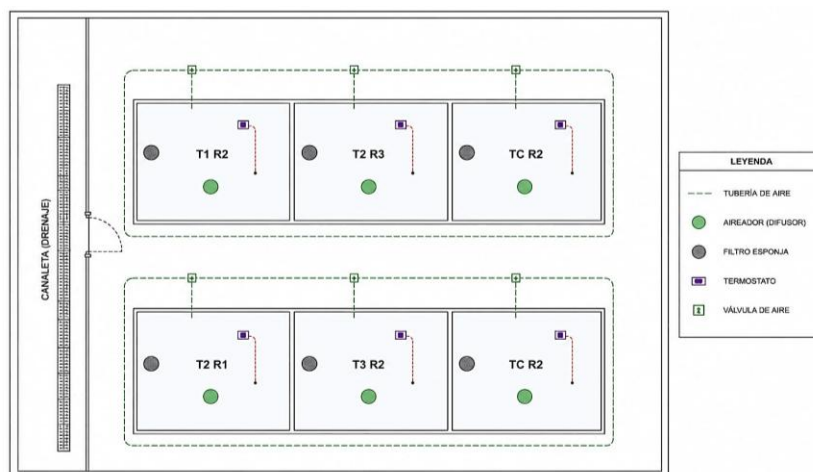


Figura 1. Vista en planta del sistema del cultivo.

Dieta

Para la elaboración del alimento, se diseñaron cuatro dietas experimentales. La dieta control se formuló con un contenido de 40 % de proteína bruta y no incluyó harina de *L. mutabilis*. En cambio, las tres dietas restantes incorporaron niveles de sustitución del 25 %, 50 % y 75 %, respectivamente.

Los insumos para la elaboración de estas dietas fueron adquiridos en el mercado La Perla (Chimbote, Perú). Para la elaboración de las dietas, las harinas fueron trituradas a finas partículas, en un molino manual marca CORONA, para luego ser tamizadas con un tamiz de (250 μ m). La mezcla de los insumos (tabla 1) se realizó en una bandeja de plástico de 5 L, la extrusión fue de 1.0 mm y se dejó secar a temperatura ambiente durante 24 h.

Tabla 1. Composición porcentual por insumos de las dietas experimentales y el control.

Insumos	Inclusión de harina de <i>L. mutabilis</i>			
	TC (0%)	T1(25%)	T2(50%)	T3(75%)
Harina de pescado	37	27,75	18,5	9,25
Harina de <i>L.mutabilis</i>	0	9,25	18,5	27.75
Harina de soya	27,5	27,5	27,5	27,5
Harina de maíz	16	16	16	16
Afrecho de trigo	9	9	9	9
Polvillo de arroz	6	6	6	6
Aceite de soya	3,5	3,5	3,5	3,5
Premix	1	1	1	1
Total	100	100	100	100

TC: Tratamiento control; T1: 25%; T2: 50%; T3: 75%

El contenido de proteína, grasa, humedad y ceniza de la harina de *L. mutabilis* fue determinado en el Laboratorio Certificado COLECBI S.A.C., ubicado en Nuevo Chimbote. La cuantificación de la proteína se realizó mediante la determinación del nitrógeno total de las muestras utilizando el método de Kjeldahl, conforme a la norma UNE-EN ISO 5983-2:2006 (Parte 2), aplicando el factor de conversión 6,25. El contenido de grasa se estableció mediante el método gravimétrico de extracción Soxhlet, de acuerdo con la norma UNE 64021:1970. Por su parte, la humedad fue determinada siguiendo lo establecido en la N.T.P. 205.037:1975 (revisada en 2011), mientras que el contenido de cenizas se evaluó conforme a la metodología descrita en la N.T.P. 205.038:1975 (revisada en 2011) para harinas.

Obtención de la harina de *L. Mutabilis*

La obtención de la harina de *L. mutabilis* fue según la metodología de Mamani (2009). La descripción del proceso se describe a continuación:

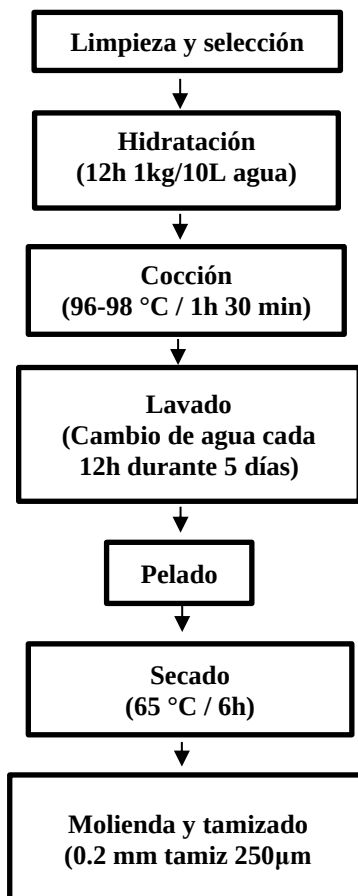


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de *L. Mutabilis*

Limpieza y selección

Los granos de *L. mutabilis* fueron seleccionados manualmente, para separar aquellos granos que presenten algún daño y aquellas materias extrañas ajenas al grano.

Hidratación del grano

Los granos de *L. mutabilis* seleccionados fueron hidratados, sumergiéndolos en agua (1 kg/10 L) durante 12 h a temperatura ambiente, esto servirá para el ablandamiento de los granos y para prepararlos para la cocción

Cocción del grano

Los granos de *L. mutabilis* hidratados fueron cocinados, por un lapso de 1 h y 30 min a una temperatura promedio de 96 °C a 98 °C, con el fin de reducir la mayor cantidad de alcaloides en el agua y facilitar el pelado del grano.

Lavado del grano

Los granos cocidos de *L. mutabilis* fueron sometidos a un lavado continuo con el fin de eliminar los alcaloides residuales. Para ello, se realizaron recambios de agua cada 12 horas durante cinco días, proceso mediante el cual los compuestos se fueron removiendo de forma gradual hasta que el agua se volvió completamente incolora y dejó de presentar sabor amargo.

Pelado del grano

Los granos de *L. mutabilis* lavados pasaron a un pelado manual, el cual se dio fraccionando el grano con el fin de facilitar las etapas de secado y molienda

Secado del grano

Según Mamani (2009) para elaborar harina, los granos deben presentar una humedad menor al 15 %, ya que, un mayor porcentaje dificulta el proceso de molienda, reduce el rendimiento harinero y afecta la granulometría de la harina (anexo 6). Debido a esto, los granos pelados de *L. mutabilis* utilizados en este experimento fueron sometidos a un proceso de secado durante 6 horas aproximadamente, a una temperatura de 65 °C en una estufa THERMO.

Molienda y tamizado del grano

Los granos de *L. mutabilis* secos fueron molidos en una maquina manual CORONA hasta ser reducidos a partículas de 0.2 mm de diámetro. Posteriormente, la molienda se pasó por un tamiz de 250 µm para finalmente obtener la harina (anexo 6).

Preparación de las dietas

Las dietas fueron elaboradas tomando como referencia las recomendaciones metodológicas de Nicovita (2022)

Tamizado

Las harinas pasaron a través de un tamiz metálico de 250 μm . Para garantizar una granulometría uniforme de las partículas y facilitar la elaboración de los pellets **(anexo 7)**.

Pesado

Los insumos se pesaron de acuerdo a la proporción indicada en las dietas (tabla 1) con ayuda de una mini balanza digital gramera ($300\text{ g} \pm 0.01\text{ g}$) **(anexo 7)**.

Mezclado

Los insumos previamente pesados se agregaron de mayor a menor a una bandeja de plástico de capacidad de 5 L, donde se realizó la mezcla. Luego se agregó aproximadamente 200 ml de agua caliente y se amasó de forma continua por 20 minutos, hasta obtener una masa de consistencia plástica **(anexo 7)**.

Peletizado

Los pellets se realizaron con ayuda de una jeringa descartable de 10 ml, con diámetro de salida de 1.0 mm **(anexo 7)**.

Secado y almacenado

El secado se realizó a temperatura ambiente sobre sacos de polipropileno, durante un periodo de 2 días. Luego se envasaron los pellets en tapers de plástico rotulados y se almacenó en un ambiente fresco y seco con la finalidad de prevenir el moho **(anexo 7)**.

Alimentación de alevines

La alimentación de los alevines de *O. niloticus* se realizó tres veces al día (8:00 am, 12:00 pm y 5:00 pm). Suministrando una ración equivalente al 8% del peso.

Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La fase experimental se desarrolló durante un periodo de 90 días. Los muestreos se realizaron en todos los alevines de los acuarios quincenalmente, previamente anestesiados con una solución de eugenol para evitar el estrés, se registró el peso total (g) con una mini balanza digital gramera (300g±0.01g) y la longitud total (cm) con un vernier digital (± 1 mm). Los cálculos fueron obtenidos con las siguientes formulas.

Índices de crecimiento

Velocidad de crecimiento en peso (VCP) (Martínez, 1987)

$$VCP = \frac{\text{Aumento de peso del pez (g)}}{\text{número de días}}$$

Velocidad de crecimiento en talla (VCT) (Martínez, 1987)

$$VCT = \frac{\text{Aumento de talla del pez (cm)}}{\text{número de días}}$$

Tasa de crecimiento en peso (TCP) (De La Higuera, 1987)

$$\%TCP = \frac{\text{Ln (Peso final)} - \text{Ln (Peso inicial)}}{\text{número de días}} * 100$$

Tasa de crecimiento en talla (TCT) (De La Higuera, 1987)

$$\%TCT = \frac{\text{Ln (peso final)} - \text{Ln (Peso inicial)}}{\text{número de días}} * 100$$

Índices de rendimiento

Factor de conversión del alimento (FCA) (Martínez,1987)

$$FCA = \frac{\text{Alimento suministrado (g)}}{\text{Aumento de peso del pez (g)}}$$

Eficiencia del alimento (EA) (Martínez, 1987)

$$EA = \frac{\text{Aumento de peso del pez (g)}}{\text{Alimento suministrado (g)}} \times 100$$

3.2.5 Supervivencia

La supervivencia (S), expresada en porcentaje, fue calculada a partir de la proporción de peces al final del experimento con respecto al número inicial de peces utilizados en el estudio.

$$S (\%) = \frac{\text{Número de peces finales}}{\text{Número de peces inicial}} * 100$$

3.2.6 Costo de dietas

Los insumos necesarios para elaborar las dietas experimentales fueron adquiridos en el mercado La Perla, Chimbote, donde se registraron sus valores de costo unitarios. El costo final de cada dieta se estableció considerando el precio y la cantidad utilizada de cada insumo en su formulación.

3.2.8 Calidad del agua

El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos se efectuó a intervalos de quince días. Para ello, se empleó un oxímetro digital ($\pm 0,01$ mg/L) para la medición del oxígeno disuelto, un termómetro digital ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$) para registrar la temperatura y un pHmetro ($\pm 0,01$ unidades) para determinar el pH. y test colorimétrico de amoníaco para acuarios de agua dulce marca Nutrafin (± 0.05 mg/L). La limpieza de los acuarios se realizó diariamente mediante sifoneo y además se realizó un recambio del 10% del volumen total de agua de cada acuario.

3.2.9 Análisis estadístico

La distribución normal de los datos fue evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente, se analizó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos mediante un ANOVA simple de una vía ($\alpha = 0.05$). El procesamiento y análisis estadístico de los datos se llevó a cabo con el software SPSS, versión 20 para Windows.

IV. RESULTADOS

4.1. Características organolépticas y composición proximal de la harina de *L. mutabilis*.

La harina de *L. mutabilis* presentó un color ligeramente amarillento, con un sabor ligeramente amargo y con olor a legumbre tostada. La composición proximal de harina de *L. mutabilis* fue un destacable 53,27% de proteína, 32,35% de grasa, 6,3% de humedad y 2% de ceniza (tabla 2).

Tabla 2. Composición proximal de la harina de *L. mutabilis*.

	Proteína	Grasa	Humedad	Ceniza
Harina de <i>L. mutabilis</i>	53,27	32,35	6,2	2

FUENTE: Análisis de COLECBI S.A.C.

4.2. Efecto de dietas en el crecimiento en peso y talla de alevines de *Oreochromis niloticus*.

Los resultados obtenidos revelan que no se presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos experimentales y el tratamiento control, en relación con el peso y la talla promedio de los alevines de *O. niloticus* durante el periodo de experimentación. Esto sugiere que la sustitución parcial de harina de pescado por harina de *L. mutabilis* puede ser incluida en dietas acuícolas sin generar efectos negativos significativos sobre el desempeño productivo de los alevines (tabla 3).

Tabla 03. Crecimiento en peso y talla de alevines de *O. niloticus* alimentados con diferentes dietas complementadas con harina de *L. mutabilis* “Tarwi”.

Tratamientos	Variables	Días de cultivo						
		0	15	30	45	60	75	90
TC	Peso(g)	0,74 ^a ±0,10	1,58 ^a ±0,30	1,61 ^a ±0,50	2,60 ^a ±0,24	3,97 ^a ±1,24	6,60 ^a ±2,31	10,42 ^a ±3,33
	Talla(cm)	3,39 ^a ±0,12	4,09 ^a ±0,32	4,59 ^a ±0,45	5,26 ^a ±0,25	6,09 ^a ±0,55	7,36 ^a ±0,67	8,24 ^a ±0,68
T1	Peso(g)	0,73 ^a ±0,10	1,32 ^a ±0,47	1,48 ^a ±0,35	2,20 ^a ±0,12	3,58 ^a ±0,57	6,22 ^a ±1,48	8,53 ^a ±1,68
	Talla(cm)	3,41 ^a ±0,10	3,95 ^a ±0,23	4,41 ^a ±0,34	5,00 ^a ±0,06	5,92 ^a ±0,27	6,69 ^a ±0,66	7,70 ^a ±0,45
T2	Peso(g)	0,73 ^a ±0,10	1,33 ^a ±0,25	1,59 ^a ±0,43	2,30 ^b ±0,10	3,61 ^a ±0,99	6,39 ^a ±2,24	9,20 ^a ±0,37
	Talla(cm)	3,47 ^a ±0,10	4,18 ^a ±0,26	4,60 ^a ±0,37	5,10 ^a ±0,09	5,98 ^a ±0,48	6,78 ^a ±0,69	7,89 ^a ±0,80
T3	Peso(g)	0,73 ^a ±0,10	1,30 ^a ±0,41	1,46 ^a ±0,32	2,12 ^a ±0,15	3,02 ^a ±0,45	6,28 ^a ±2,23	8,59 ^a ±1,19
	Talla(cm)	3,34 ^a ±0,23	4,05 ^a ±0,30	4,30 ^a ±0,35	5,13 ^a ±0,25	5,75 ^a ±0,39	6,51 ^a ±0,65	7,60 ^a ±0,37

Valores con letras iguales en los superíndices indican que no existen diferencias significativas

TC: Con harina de pescado; T1: 25% enriquecido con harina de tarwi; T2: 50% enriquecido con harina de tarwi; T3: 75% enriquecido con harina de tarwi.

4.2.1. Velocidad de crecimiento en peso y talla de alevines de *Oreochromis niloticus*

Los resultados obtenidos evidencian que no se presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) en la velocidad de crecimiento en peso (VCP) y talla (VCT) de los alevines de *O. niloticus* entre los tratamientos y el control. Los tratamientos con 25,50 y 75% de inclusión de harina de *L. mutabilis* presentaron una velocidad de crecimiento similar a la del control durante el periodo experimental, lo que indica que la sustitución parcial de harina de pescado no afectó significativamente la velocidad de crecimiento de los alevines (tabla 4).

Tabla 04. Velocidad de crecimiento en peso y en talla de alevines de *Oreochromis niloticus*, alimentadas con dietas en tres concentraciones de harina de tarwi.

Tratamientos	Variables	Días de cultivo					
		15	30	45	60	75	90
TC	VCP(g.d ⁻¹)	0,039 ^a ±0,003	0,030 ^a ±0,002	0,040 ^a ±0,004	0,050 ^a ±0,003	0,080 ^a ±0,006	0,110 ^a ±0,014
	VCT(cm.d ⁻¹)	0,050 ^a ±0,001	0,040 ^a ±0,006	0,040 ^a ±0,002	0,050 ^a ±0,003	0,050 ^a ±0,002	0,050 ^a ±0,002
T1	VCP(g.d ⁻¹)	0,040 ^a ± 0,001	0,030 ^a ± 0,001	0,030 ^a ± 0,001	0,050 ^a ± 0,008	0,070 ^a ± 0,007	0,090 ^a ± 0,004
	VCT(cm.d ⁻¹)	0,040 ^a ± 0,001	0,040 ^a ± 0,002	0,060 ^a ± 0,002	0,040 ^a ± 0,002	0,040 ^a ± 0,002	0,050 ^a ± 0,002
T2	VCP(g.d ⁻¹)	0,040 ^a ± 0,001	0,030 ^a ± 0,003	0,030 ^a ± 0,002	0,040 ^a ± 0,004	0,070 ^a ± 0,002	0,100 ^a ± 0,010
	VCT(cm.d ⁻¹)	0,050 ^a ± 0,001	0,040 ^a ± 0,004	0,030 ^a ± 0,003	0,040 ^a ± 0,004	0,050 ^a ± 0,002	0,050 ^a ± 0,004
T3	VCP(g.d ⁻¹)	0,030 ^a ±0,002	0,040 ^a ±0,003	0,040 ^a ±0,004	0,050 ^a ±0,002	0,050 ^a ±0,003	0,090 ^a ±0,004
	VCT(cm.d ⁻¹)	0,050 ^a ±0,001	0,060 ^a ±0,001	0,060 ^a ±0,001	0,050 ^a ±0,001	0,070 ^a ±0,002	0,040 ^a ±0,003

Valores con letras iguales en los superíndices indican que no existen diferencias significativas.

VCP: velocidad de crecimiento en peso; VCT: velocidad de crecimiento en talla.

TC: Con harina de pescado; T1: 25% enriquecido con harina de tarwi; T2: 50% enriquecido con harina de tarwi; T3: 75% enriquecido con harina de tarwi.

4.2.2. Tasa de crecimiento en peso y talla de alevines de *Oreochromis niloticus*

Los resultados obtenidos en el estudio experimental evidenciaron que no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) en la tasa de crecimiento en peso (TCP) y talla (TCT) de los alevines de *O. niloticus* entre los tratamientos evaluados y el tratamiento control. Esto indica que la inclusión de harina de *L. mutabilis* proporcionó un aporte nutricional suficiente para mantener un crecimiento adecuado en los organismos evaluados (tabla 5).

Tabla 05. Tasa de crecimiento en peso y talla de alevines de *Oreochromis niloticus*, alimentados con dietas en tres concentraciones de harina de tarwi.

Tratamientos	Variables	Días de cultivo					
		15	30	45	60	75	90
TC	TCP (%g/días)	3,26 ^a ±0,61	2,69 ^a ±0,15	2,74 ^a ±0,25	2,83 ^a ±0,16	2,96 ^a ±0,09	2,95 ^a ±0,09
	TCT (%cm/días)	1,25 ^a ±0,08	1,01 ^a ±0,03	0,95 ^a ±0,09	0,98 ^a ±0,10	1,03 ^a ±0,11	0,99 ^a ±0,06
T1	TCP (%g/días)	3,95 ^a ±0,03	2,31 ^a ±0,33	2,45 ^a ±0,13	2,65 ^a ±0,09	2,86 ^a ±0,08	2,73 ^a ±0,11
	TCT (%cm/días)	1,15 ^a ±0,01	0,85 ^a ±0,14	0,85 ^a ±0,09	0,91 ^a ±0,06	0,79 ^a ±0,04	0,93 ^a ±0,04
T2	TCP (%g/días)	3,96 ^a ±0,01	2,77 ^a ±0,11	2,32 ^a ±0,13	2,40 ^a ±0,18	2,81 ^a ±0,06	2,85 ^a ±0,09
	TCT (%cm/días)	1,42 ^a ±0,21	1,01 ^a ±0,13	0,83 ^a ±0,06	0,87 ^a ±0,02	0,90 ^a ±0,04	0,91 ^a ±0,04
T3	TCP (%g/días)	3,23 ^a ±0,01	2,34 ^a ±0,10	2,27 ^a ±0,28	2,41 ^a ±0,15	2,97 ^a ±0,06	2,93 ^a ±0,09
	TCT (%cm/días)	1,25 ^a ±0,08	1,06 ^a ±0,04	0,99 ^a ±0,09	0,92 ^a ±0,09	0,86 ^a ±0,04	0,99 ^a ±0,06

Valores con letras iguales en los superíndices indican que no existen diferencias significativas.

TCP: Tasa de crecimiento en peso; TCT: Tasa de crecimiento.

TC: Con harina de pescado; T1: 25% enriquecido con harina de tarwi; T2: 50% enriquecido con harina de harina de tarwi; T3: 75% enriquecido con harina de tarwi.

4.3.1 Factor de conversión del alimento y eficiencia del alimento en alevines de *O. niloticus*.

Los resultados obtenidos evidenciaron que no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) en el factor de conversión (FCA) y eficiencia (EA) del alimento de los alevines de *O. niloticus* entre los tratamientos y el control. Se observó una tendencia de mejora del FCA y EA hacia el final del período experimental.

Tabla 06. Factor de conversión del alimento y eficiencia del alimento de alevines de *Oreochromis niloticus*, alimentados con dietas en tres concentraciones de harina de tarwi.

Tratamientos	Variables	Días de cultivo					
		15	30	45	60	75	90
TC	FCA(Unid)	2,45 ^a ±0,5	3,25 ^a ±0,6	2,79 ^a ±0,5	2,45 ^a ±0,20	1,94 ^a ±0,10	1,81 ^a ±0,01
	EA (%)	40,89 ^a ±0,46	30,76 ^a ±0,63	35,85 ^a ±5,37	40,78 ^a ±3,32	51,60 ^a ±1,75	55,18 ^a ±0,20
T1	FCA(Unid)	1,91 ^a ±0,07	4,16 ^a ±0,73	3,37 ^a ±0,14	2,69 ^a ±0,21	1,97 ^a ±0,13	2,10 ^a ±0,26
	EA (%)	52,44 ^a ±0,29	24,02 ^a ±5,29	29,65 ^a ±1,09	37,19 ^a ±2,01	50,77 ^a ±0,78	47,65 ^a ±6,38
T2	FCA(Unid)	1,88 ^a ±0,06	3,32 ^a ±0,04	3,92 ^a ±0,53	3,31 ^a ±0,75	2,01 ^a ±0,05	2,42 ^a ±0,02
	EA (%)	53,33 ^a ±1,29	30,13 ^a ±0,46	25,53 ^a ±3,58	30,24 ^a ±6,04	49,71 ^a ±0,82	54,99 ^a ±1,01
T3	FCA(Unid)	1,80 ^a ±0,5	3,22 ^a ±0,5	3,19 ^a ±0,26	2,66 ^a ±0,2	2,0 ^a ±0,79	2,12 ^a ±0,19
	EA (%)	50,34 ^a ±0,31	29,15 ^a ±0,5	24,5 ^a ±1,01	37,5 ^a ±2,0	43,63 ^a ±0,79	47,30 ^a ±0,2

Valores con letras iguales en los superíndices indican que no existen diferencias significativas.

FCA: Factor de Conversión del Alimento; EA: Eficiencia del Alimento.

TC: Con harina de pescado; T1: 25% enriquecido con harina de tarwi; T2: 50% enriquecido con harina de harina de tarwi; T3: 75% enriquecido con harina de tarwi.

4.4 Supervivencia de alevines de *O. niloticus*

El análisis comparativo revela una homogeneidad estadística entre todos los tratamientos. Tanto el grupo control como los tratamientos con inclusión de 25% y 50% de harina de tarwi (T1 y T2) alcanzaron una supervivencia idéntica del 94.44%, mientras que el tratamiento de mayor sustitución (T3) reportó un 92.77%, demostrando que la dieta experimental no induce mortalidad significativa.

Tabla 7. Supervivencia y mortalidad de alevines de *O. niloticus*, registrado durante los 90 días de cultivo.

Tratamientos	Cantidad Inicial	Cantidad Final	Mortalidad (%)	Supervivencia (%)
Tc	18	17	5.56 ^a	94.44 ^a
T1	18	17	5.56 ^a	94.44 ^a
T2	18	17	5.56 ^a	94.44 ^a
T3	18	16.7	7.23 ^a	92.77 ^a

Valores con letras iguales en los superíndices indican que no existen diferencias significativas.

TC: Con harina de pescado; T1: 25% enriquecido con harina de tarwi; T2: 50% enriquecido con harina de harina de tarwi; T3: 75% enriquecido con harina de tarwi.

4.5 Costos de producción de dietas con harina de *L. mutabilis* y dieta control.

La Tabla 8 presenta los costos de cada insumo para la elaboración de las dietas experimentales. El análisis revela que el costo total por kilogramo de alimento disminuye a medida que se incrementa la inclusión de *L. mutabilis*. Específicamente, el costo más alto se registró en la dieta control (TC) con S/. 4.80/kg, mientras que la Dieta T3 con la mayor sustitución de *L. mutabilis*, resultó ser la más económica con un costo de S/. 4.20/kg.

Tabla 8. Costo de dietas con harina de *L. mutabilis* para alevines *O. niloticus*.

Insumos	Precio por kg	Costo para 1 kg de alimento (S/.)			
	(S/.)	TC	T1	T2	T3
Harina de pescado	7.5	2.70	2.00	1.30	0.70
<i>L. mutabilis</i>	5	0.00	0.50	0.90	1.20
Harina de soya	3.5	0.90	0.90	0.90	0.90
Harina de maíz	1.7	0.30	0.30	0.30	0.30
Afrecho de trigo	1.6	0.10	0.10	0.10	0.10
Polvillo de arroz	1.5	0.10	0.10	0.10	0.10
Aceite de pescado	5	0.20	0.20	0.20	0.20
Premix	28	0.30	0.30	0.30	0.30
Costo de preparación		0.20	0.30	0.30	0.30
Total (S/.)		4.80	4.70	4.50	4.20

TC: Con harina de pescado; T1: 25% enriquecido con harina de tarwi; T2: 50% enriquecido con harina de harina de tarwi; T3: 75% enriquecido con harina de tarwi.

4.6 Parámetros de calidad del agua

Los parámetros de calidad del agua se mantuvieron dentro del rango de valores adecuados para la crianza de *O. niloticus*. Según el análisis estadístico no se observaron diferencias significativas entre ningún tratamiento para los parámetros de temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH y amoníaco.

Tabla 9. Parámetros de calidad del agua de cultivo de alevines de *Oreochromis niloticus*, alimentados con dietas en tres concentraciones de harina de tarwi.

Tratamientos	Parámetros Físico-Químicos			
	T°Agua°C	OD (mg/L)	pH	NH3(mg·l ⁻¹)
Tc	26,0 ^a ± 1,00	6,60 ^a ± 0,05	6,9 ^a ± 0,05	0,01 ^a ± 0,45
T1	25,5 ^a ± 0,50	6,48 ^a ± 0,06	7,10 ^a ± 0,06	0,022 ^a ± 0,49
T2	27,0 ^a ± 1,80	6,56 ^a ± 0,06	6,8 ^a ± 0,06	0,01 ^a ± 0,5
T3	26,8 ^a ± 1,70	6,40 ^a ± 0,05	7,02 ^a ± 0,05	0,01 ^a ± 0,5

Valores con letras iguales en los superíndices indican que no existen diferencias significativas.

Tc: con harina de pescado; T1: 25% enriquecido con harina de Tarwi; T2: 50% enriquecido con harina de harina de tarwi;

T3: 75% enriquecido con harina de tarwi.

V. DISCUSIÓN

El reemplazo de harina de pescado por harina de *Lupinus* en la dieta de las tilapias, con niveles de 0%, 25%, 50% y 75%, los resultados encontrados son consistentes con la literatura previa, como los trabajos de Castillo & Isidro (2024) y Bransden et al. (2015), quienes utilizaron diferentes especies de *Lupinus* (con un 40% de inclusión) y tampoco hallaron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) sobre los parámetros productivos. Específicamente, la sustitución parcial de harina de pescado por harina de *Lupinus* no evidenció diferencias significativas en el crecimiento de las tilapias alimentadas con las dietas de 25%, 50% y 75%.

Esta ausencia de diferencias significativas se mantuvo en todos los parámetros evaluados, esto indica que la harina de *L. mutabilis* proporcione un aporte nutricional adecuado para satisfacer los requerimientos proteicos y energéticos de los alevines de *O. niloticus*. En el presente estudio, la harina de *L. mutabilis* presentó 53,27 % de proteína (COLECBI S. A), lo cual evidencia su alto valor nutricional y su potencial como fuente proteica alternativa en dietas acuícolas. Así mismo, Díaz et al. (2021), concluyo que representa una alternativa nutricional viable debido a su adecuado aporte proteico y su potencial para reemplazar parcialmente la harina de pescado.

Maas et al. (2020), indica que las tilapias son notables por su habilidad para procesar carbohidratos, incluso polisacáridos que no son almidones, alcanzando una digestibilidad media del 24.3 %. Además, Fisseha et al. (2024) al evaluar la inclusión de harina de lupino (*Lupinus spp.*) en dietas para tilapia juvenil, encontraron que niveles moderados de inclusión permiten mantener una adecuada digestibilidad de nutrientes sin afectar el rendimiento productivo. El estudio indico que la digestibilidad mejoro cuando el lupino se procesó térmicamente o combinado con otras fuentes proteicas, reduciendo el impacto de factores antinutricionales. La efectividad en la digestión varía según la fibra en su dieta, frecuencia alimentaria y tamaño del pez. Los hallazgos de la presente investigación permiten indicar que los alevines toleran niveles de inclusión de harina de *Lupinus* de hasta un 75% en sustitución de la proteína animal, manteniendo indicadores de crecimiento y supervivencia estadísticamente similares al grupo control. Estos resultados coinciden con investigaciones previas, como las de Srouf (2007) y Viola et al. (2008), citados por Olvera & Olvera (2014),

donde se reporta que con tilapia ha sido posible reemplazar parcialmente entre un 30 % y un 45 % la harina de pescado por harina de *L. angustifolius*, sin encontrarse diferencias significativas ($p > 0.05$).

Abraham et al. (2022) evaluaron la incorporación de harina de lupino (*Lupinus spp.*) como una fuente alternativa de proteínas en la dieta de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y hallaron que un 50 % sustitución de la harina de pescado por harina de lupino, particularmente utilizando semillas descascaradas y tratadas, no tuvo un impacto adverso en el crecimiento, la eficiencia alimentaria ni la salud intestinal. Además, señalaron que el tipo de semilla (*albus*, *luteus*, *mutabilis*) y el método de procesamiento (extrusión, remojo) son aspectos fundamentales para el éxito nutricional del lupino.

En este sentido Cortés-Avendaño et al. (2020) evaluaron el contenido de alcaloides quinolizidínicos en *Lupinus mutabilis* antes y después del desamargado acuoso. Los autores determinaron que los alcaloides presentes en los granos sin procesar actúan como factores antinutricionales que pueden afectar la aceptabilidad del alimento. También demostraron que el proceso de lavado redujo estos compuestos hasta niveles seguros, permitiendo obtener una harina apta para su incorporación en formulaciones alimenticias. Asimismo, Cabrera (2023) estudió el contenido de alcaloides en 49 ecotipos de tarwi antes y después del desamargado. Determinaron que el chocho amargo presento aproximadamente 3,3% de alcaloides quinolizidínicos, responsables de su toxicidad y sabor amargo. Además, comprobaron que el desamargado reduce los alcaloides residuales hasta el límite seguro de 0,02%.

En otras especies de peces, Acar et al. (2018) señalaron que la incorporación de harina de *Lupinus albus* en las dietas de truchas juveniles (*Oncorhynchus mykiss*) puede reemplazar hasta un 30 % de la harina de pescado sin comprometer el crecimiento o los indicadores sanguíneos. Su investigación reveló que los niveles de sustitución del 15 % y 30 % mostraron un rendimiento similar al grupo de control (0 %), sin diferencias significativas ($p > 0,05$) en la tasa de crecimiento específico ni en la velocidad de crecimiento, resultados que apoyan la viabilidad de inclusión parcial de lupino extruido en dietas acuícolas

Trabajos posteriores como el de Davies et al. (2025) quienes analizaron la incorporación del 30 % de harina de *Lupinus albus* en las dietas de *O. mykiss* y agregaron un suplemento de fermentación en estado sólido (SSF) al 0.5%. Los hallazgos indicaron una

mejor eficiencia en el uso de nutrientes, sobre todo en la asimilación de minerales y su almacenamiento en los tejidos, comparable a las dietas que contenían harina de pescado. Por otro lado, Rodríguez et al. (2020) descubrieron que reemplazar el 15% de la harina de pescado con harina de *Lupinus albus* fermentada con *L. plantarum* en las dietas para alevines de salmón atlántico produjo un aumento en el peso final, índice de conversión alimenticia, tasa de crecimiento específica, digestibilidad de proteínas y parámetros inmunológicos, de tal manera

La inclusión de *Lupinus* spp. como ingrediente alternativo a la harina de pescado ha cobrado relevancia en nutrición acuícola, no solo para especies de agua dulce, sino también en modelos marinos. Investigaciones desarrolladas en organismos como la lubina europea (*Dicentrarchus labrax*; Hoerterer et al., 2016), salmón (Salini et al., 2014), dorada y goldfish (Omnes et al., 2014), así como en camarones (Molina et al., 2013), han puesto de manifiesto el alto valor nutricional del género *lupinus*, evidenciando que su aporte no se limita a proteínas, sino que también suministra cantidades importantes de carbohidratos. Un aspecto particularmente destacable es que los niveles de carbohidratos presentes en *lupinus* rondan el 27,9%, lo que convierte a esta materia prima en una fuente energética de importancia para la formulación de dietas.

Soliman et al. (2016) observaron mejoras al sustituir parcialmente (25%) la harina de pescado con concentrado de *lupinus*. En el trabajo experimental se observó que la inclusión de harina de *L. mutabilis* en las dietas mantuvo un crecimiento similar al tratamiento control.

La ausencia total de insumos animales puede frenar el crecimiento o reducir la masa corporal en peces, consecuencia de la limitación en aminoácidos esenciales típica de las proteínas vegetales (Alvarado et al., 2022). Szczepanski et al. (2022) Señalan que, a pesar de que el lupino *Lupinus* spp. posee una gran cantidad de proteínas (25-45%), tiene escasos niveles de aminoácidos esenciales como la metionina (<0.3%) y lisina (<1.80%). Por este motivo, causan una ineficiencia en la conversión alimenticia (Mohammed et al. 2020). Además, las dietas que incluyen harinas vegetales ricas en fibra (como la harina de lupino y de soja) disminuyen la digestibilidad del nitrógeno y la energía. Esto sugiere que los peces carecen de enzimas internas para descomponer polisacáridos no amiláceos, como la celulosa (Tran-Ngoc et al. 2019).

En relación con el VCP, nuestros registros (0,110 a 0,030 g/día según el tratamiento) son consistentes con estudios previos en tilapia, como los de Mariluz (2017) y Barreto-Curiel et al. (2015), quienes reportaron 0,88 y 0,93 g/día respectivamente; Asimismo Erazo et al. (2021), encontraron mejores resultados en VCP (0.22 g/día) en la dieta control en *O. niloticus*. Tendencia similar a la observada por Glencross y Hawkins (2011) en truchas alimentadas con *Lupinus luteus*. Adicionalmente, el factor de condición en esta investigación (rango 1,18 - 2,75) no mostró diferencias significativas entre tratamientos y coincidió con los valores de Mariluz (2017), validando la composición proteica y lipídica de los alimentos experimentales.

Al evaluar el desempeño mediante el Factor de Conversión Alimenticia (FCA) se registró (4.16 a 1.80 und según el tratamiento), se observó homogeneidad estadística entre los tratamientos ($p > 0,05$); Mientras que Erazo et al. (2021) y Fisseha et al. (2024), Encontraron mejores resultados en FCA (1.43 und) y (2.30 und) respectivamente en la dieta control en *O. niloticus*. Sin embargo, Rivero et al. (2018), reportaron que la inclusión de 35 % de *L. mutabilis* en la dieta permitió obtener un mejor FCA (1.59 und) en *O. niloticus*. Este comportamiento se alinea con lo reportado por Tsegay et al. (2024) en alevines de *O. niloticus*, quienes confirmaron la viabilidad de sustituir harina de pescado por fuentes vegetales (*Lupinus albus* y *Lathyrus sativus*) hasta en un 50% sin alterar la eficiencia productiva.

Fisiológicamente, el éxito en el aprovechamiento de dietas vegetales por la tilapia se atribuye a sus características digestivas. Según Payne et al. (2021), esta especie es capaz de generar un ambiente estomacal altamente ácido ($\text{pH} \leq 2$), condición necesaria para la lisis celular y la correcta absorción de nutrientes de origen vegetal.

La tasa de supervivencia registrada para los alevines de *O. niloticus* fue elevada, alcanzando el 94.44% en los grupos TC, T1, T2 y 92.77% en el T3. Estos valores sugieren que las dietas experimentales no ejercieron un impacto adverso sobre la viabilidad de los peces. Dicho resultado concuerda con Erazo et al. (2021) quienes registraron porcentajes de supervivencia de 97,78 %, 100 %, 100 % y 93,3 % en las diferentes dietas evaluadas. que contenían hasta 30% de harina de *L. mutabilis*; de igual modo, Castillo e Isidro (2024) reportaron una supervivencia del 100% en todos sus tratamientos (con 0%, 25%, 50% y 75% de ensilado biológico elaborado a partir de harina de *L. mutabilis*).

Los resultados muestran que el uso de harina de *L.mutabilis* redujo los costos de formulación en 12,5% en comparación con la dieta control, el alimento comercial presenta un costo aproximado entre S/ 5,20 y S/ 6,80 por kg (Purina). Estos resultados evidencian que la inclusión de harina de *L. mutabilis* puede contribuir a la disminución de costos de alimentación, ya que en la dieta control la principal fuente proteica utilizada fue la harina de pescado. Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), el precio internacional de la harina de pescado en marzo de 2026 alcanzó los \$ 1,992 por tonelada, equivalente a aproximadamente S/ 7,50 por kg. Mientras las dietas con harina de *L. mutabilis* S/ 4,70 por kg. Asimismo, Ragasa et al. (2022) señalan que los costos de la formulación de piensos representan entre el 60% y 80% del costo total en la acuicultura. Además, Porto y Rodríguez (2023) destacan que el uso de fuentes proteicas alternativas permite reducir la dependencia de la harina de pescado y mejorar la sostenibilidad económica de las formulaciones acuícolas.

Los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua se mantuvieron en un rango ideal para la especie. Estos indicadores no ejercieron una influencia negativa ni en el crecimiento ni en la supervivencia de los alevines a lo largo de los 90 días de la investigación, un hallazgo similar con lo reportado por Rivas et al. (2012).

La información generada en esta investigación establece una base técnica sólida para la formulación y elaboración de dietas destinadas al cultivo de tilapia en su fase de alevín. Estos resultados son directamente aplicables a escala piloto y comercial, no solo en la región de estudio, sino también en el desarrollo de la acuicultura nacional y de otras especies.

La importancia de este hallazgo radica en su capacidad para impulsar la acuicultura peruana hacia modelos más social y ambientalmente sostenibles a largo plazo. De esta manera, el estudio contribuye a la seguridad alimentaria y promueve el desarrollo de nuevas tecnologías de cultivo que, además, generan importantes aportes de divisas para el Perú.

La investigación aporta una alternativa para el aprovechamiento del *Lupinus mutabilis*, un cultivo de origen andino, promoviendo el uso de materias primas nacionales en la elaboración de alimentos balanceados para peces. Esto puede contribuir al fortalecimiento de la producción acuícola, a la reducción de la dependencia de insumos importados o de alto costo y al impulso de cadenas productivas que benefician tanto a los agricultores como a los acuícultores.

VI. CONCLUSIONES

- El crecimiento final (en peso y talla) de los alevines de *O. niloticus* no fue afectado significativamente ($p>0.05$) por la sustitución parcial de la harina de pescado por harina de tarwi, al comparar las dietas de 25%, 50% y 75% con respecto al grupo control.
- La velocidad de crecimiento (en peso y talla) de los alevines se mantuvo estadísticamente similar ($p>0.05$) en todos los tratamientos evaluados (0%, 25% y 75% de sustitución de harina de tarwi)
- La tasa de supervivencia de los alevines de *O. niloticus* no presentó diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos.
- La inclusión de harina de tarwi en las dietas permitió reducir los costos de formulación en un 12,5 % en los tratamientos T1 a T3 respecto al tratamiento control TC, evidenciando su viabilidad como fuente proteica alternativa en dietas para *O. niloticus*.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar el experimento a mayor escala para evaluar el crecimiento y supervivencia de *O. niloticus* cultivada en estanques al aire libre.
- Suplementar las dietas con lisina y metionina debido a que la harina de tarwi contiene baja cantidad de estos aminoácidos esenciales.
- Analizar el efecto de la sustitución parcial de la harina de tarwi sobre los parámetros inmunológicos y digestivos de otras especies acuícolas.
- Realizar un análisis para identificar y cuantificar los principales antinutrientes presentes en la harina de tarwi y evaluar tratamientos físicos, químicos o biológicos que reduzcan dichos compuestos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, F., Parrini, M., Struti, L., & Sujak, A. (2022). Lupin (*Lupinus spp.*) as a promising alternative protein source in aquaculture feeds: Nutritional and functional perspectives. *Aquaculture Reports*, 26, 101281.
- Aguilar, F, Afanador-Téllez, G, & Muñoz-Ramírez, A. 2010. Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* Var. Chitralada) en un ciclo comercial de producción. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 57(2), 104-118.
- Alvarado Claudett¹ Karen Liliana, Jostin Joasyn Joutex Orben¹, Grace Carola Tacuri Cevallos, Antonio Ramón Torres Noboa, Geovanna Parra-Ríofrio.2022. Eficiencia de la harina *Lens culinaris* en el crecimiento de tilapia. *AquaTechnica* 4(1): 40-52.
- Análisis de mercado-tarwi. 2021. Sierra y selva exportadora. MIDAGRI. Perú
- Barreto-Curiel, F., Durazo, E., Viana, M. 2015. Crecimiento, excreción de amonio y consumo de oxígeno de la tilapia híbrida roja (*Oreochromis mossambicus* × *Oreochromis aureus*) cultivada en agua de mar y en agua dulce. *Ciencias Marinas*, 41(3): 247–254
- Bransden, C. 2015. Effects of dietary protein source on growth, immune function, blood chemistry and disease resistance of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr, en *Animal Science*. Vol. 73: 105 a 113.
- Bryson Cabrera, A. C. (2023). Alcaloides totales en 49 ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis*) (amargos y desamargados) explorados por métodos cuantitativos (GC-FID) y cualitativos (FT-IR) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Castillo, C. & Isidro, M. 2024. Efecto de harina de ensilado biológico de *Lupinus mutabilis* en reemplazo de la harina de pescado en dietas para crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus*. Universidad Nacional del Santa. Ancash-Perú.
- Chien, Y. H. & Y. H. Chiu. 2003. Replacement of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) meal by lupin (*Lupinus angustifolius*) seed meal in diet for juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) reared indoors. *Aquaculture Research*, 34: 1261-1268.
- Chonta, R. 2022. Elaboración de harina de pescado. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Pisco-Peru
- Chu, J. 2016. Pesca industrial: harina y aceite de pescado en el Perú. Trabajo de investigación de Máster en Dirección de Empresas. Universidad de Piura. Programa de Alta Dirección. Piura, Perú
- Chu-Koo, F., W. Alcántara., F. 2007. De la selva su acuicultura. Sobre los avances en acuicultura en la Amazonía peruana y las oportunidades de inversión. *Perú Económico*, 30(1) pp., 11-12.
- Cortés-Avendaño, P., Tarvainen, M., Suomela, J. P., Glorio-Paulet, P., Yang, B., & Repo-Carrasco-Valencia, R. (2020). Profile and content of residual alkaloids in ten

ecotypes of *Lupinus mutabilis* Sweet after aqueous debittering process. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(2), 184–191. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00799-y>

- Davies, S. J., Brown, L., Martínez, R., & Singh, P. (2025). Enhanced mineral digestibility and tissue retention in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed lupin meal with a solid-state fermentation dietary supplement. *Annals of Animal Science*. <https://doi.org/10.2478/aoas-2025-0056>.
- De La Higuera, M.; Garzon, A.; Hidalgo, M.; Peragon, J.; Cardenete, G. Y Lupianez, J. 2008. Influence of temperature and dietary protein supplementation either with free or coated lysine on the fractional protein-turnover rates in the white muscle of carp, en *Fish Physiology and Biochemistry*. Vol.18: 85 a 95.
- De La Higuera, M. 1987. Diseño y métodos experimentales de evaluación de dietas. En: Espinosa de los M. J. y U. Labarta (eds.). *Nutrición en Acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura*. Madrid, España, pp., 291-317.
- De la Higuera, M.; M. Garcia-Gallego; A. Sanz; G. Cardenete; M.D. Suárez & F. J. Moyano. 1988. Evaluation of lupin seed meal as an alternative protein source in feeding of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 71: 37-50.
- Díaz, D., Romero, C., Figueroa, M., Barco, A., & Mora, E. (2021). Incorporación de harina de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en dieta para tilapia roja (*Oreochromis* sp.). *Revista Investigación Pecuaria*, 8(1), 10–10.
- El-Sayed, A. 2016. Tilapia culture. CAB Int. Oxfordshire, UK. Online: <https://acortar.link/zinHtL>.
- Erazo D, Romero C, Figueroa M, Barco A, Mora E. 2021. Incorporación de harina de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en dieta para tilapia roja (*Oreochromis* sp). *Revista Investigación Pecuaria*, 8(1), 10-10.
- FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*.
- FAO. 2024. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción. Roma. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2026). *GLOBEFISH quarterly fishmeal and fish oil analysis: February 2026*. FAO.
- Farhangi, M. And Carter, C.G. 2001. Growth, physiological and immunological responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to different dietary inclusion levels of dehulled lupin (*Lupinus angustifolius*), en *Aquaculture*. Vol.132: 329 a 340.
- Fisseha, T., Geremew, A., & Fetahi, T. (2024). Partial replacement of fish meal by a mixture of lupin (*Lupinus albus* L.) and grass pea (*Lathyrus sativus* L.) meal in the diets of

- Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fingerlings in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture Studies*, 24(6), AQUAST1991.
- González, S. R., Romero, C., Valdiviá, N.O., Ponce, P., J. 2013. Lenteja de agua, una opción en dietas para tilapia roja. *Revista AquaTIC*, n° 38, pp. 85-93.
- Glencross, B.; N. Rutherford & W. Hawkins. 2011. A comparasion of the growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) when fed soybean, narrow-leaf or yellow lupin meals in extruded diets. *Aquaculture Nutrition*, 17: 317-325.
- Aquaculture Nutrition*, 13: 462–470.
- Hoerterer, C. , Zeytin, S. , Weiss, M. and Slater, M. J. 2016: Lupine meal as primary protein source in diets for european sea bass (*Dicentrarchus labrax*) , *Aquaculture Europe* 16, Edinburgh, Scotland
- INAPESCA (2018). Acuicultura tilapia.
- Instituto del Mar del Perú. (2026). Situación del stock Norte-Centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) al 23 de marzo y perspectivas de explotación para la primera temporada de pesca de 2026. Informe correspondiente al Oficio N.º 0507-2026-IMARPE/PE.
- Katersky R. S. & C. G. Carter. 2009. Growth and protein synthesis of barramundi, *Lates calcarifer*, fed lupin as a partial protein replacement. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 152: 513–517.
- LuchiniL. 2011. Acuicultura y nutrición: formulas y raciones formuladas para especies de clima subtropical y templado: pacú, randia, amur, tilapia y langosta de pinzas rojas. Congreso CAENA, 2011).
- Lugert, V.; G. Thaller; J. Tetens; C. Schulz & J. Krieter. 2014. A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture*, 6: 1–13.
- Llacho K., Hincho R., Rodriguez J y Barreto F. 2016. Aceptabilidad y valor nutricional de una barra nutritiva a base de harina de tarwi, kiwicha expandida y harina de trigo. *Cultura Viva Amazonica*.1(1).
- Llanes, J., A. Bórquez, J. Toledo & J.M. Lazo de la Vega. 2010. Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). *Zootec. Trop.*, 28(4): 499-505.
- Llancabure, Rodrigo Alexi. 2011. Determinación de las necesidades proteicas del róbalo (*Eleginops maclovinus*). Tesis para Optar al Título de Ingeniero en Acuicultura. Puerto Montt. Universidad austral de Chile.
- Maas, R. M., Verdegem, M. C. J., Wiegertjes, G. F., & Schrama, J. W. (2020). Carbohydrate utilisation by tilapia: a meta-analytical approach. *Reviews in Aquaculture*, 12(3), 1851–1866. <https://doi.org/10.1111/raq.12413>

- Mariluz, A.2017. Evaluacion de los parametros productivos y de calidad de agua en el cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* en sistemas de recirculacion cerrada en laboratorio.
- Mamani Choque C.2009. Obtención de harina de Tarwi. Tesis. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Mejia, J. & Mendoza, N.2017. Determinación de los parámetros del proceso de obtención de un concentrado proteico para consumo humano a partir de harina de pescado. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Del Santa.
- Méndez Martínez, Y., Pérez Tamames, Y., Torres Navarrete, Y., & Reyes Pérez, J. J. 2018. Estado del arte del cultivo de tilapia roja en la mayor de las Antillas.
- Ministerio de la Producción. (2026). Resolución Ministerial N.º 000085-2026-PRODUCE. Autoriza el inicio de la Primera Temporada de Pesca 2026 del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) y anchoveta blanca (*Anchoa nasus*) en la zona Norte-Centro del Perú.
- Midagri. 2021. Análisis de mercado del tarwi. Perú.
- Midagri. 2023. Producción y comercio del tarhui. Perú.
- Mohammed, F. A., Yousif, R. A., Hilal, F. M., Adam, R. A., & Ahmed, T. K. (2020). Effect of dietary methionine levels on growth, feed conversion and protein retention efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. Nusantara Bioscience, 12, 21–27.
- Montoya, M. 2014. Digestibilidad de garbanzo, maiz alta calidad proteica y frijol quebrado en tilapia *Oreochromis niloticus*. Tesis para obtener el grado de Maestria en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Michoacán. Instituto Politécnico Nacional.
- Molina-Poveda, C., Lucas, M., & Jover, M. 2013. Evaluation of the potential of Andean lupin meal (*Lupinus mutabilis* Sweet) as an alternative to fish meal in juvenile *Litopenaeus vannamei* diets. Aquaculture, 410-411.
- Musco, N.; M. I. Cutrignelli; S. Calabrò; R. Tudisco; F. Infascelli; R. Grazioli; V. Lo Presti; F. Gresta & B. Chiofalo. 2017. Comparison of nutritional and antinutritional traits among different species (*Lupinus albus* L., *Lupinus luteus* L., *Lupinus angustifolius* L.) and varieties of lupin seeds. J Anim Physiol Anim Nutr, 101: 1227-1241.
- Musita, A., Owiti, D., Balirwa, J., & Otieno, A. 2015. Peanut-based diets and growth performance of pond- cultured Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus* L.) at Busoga University farm, Eastern Uganda. International Journal Of Fisheries And Aquatic Studies, 2(6), 306-312.
- NCR. 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Washington, DC: The National Academies Press.

- Nicovita. 2022. Manual de Crianza de Tilapia Nicovita Lima, Perú. 49 p. <https://www.digepesca.sag.gob.hn/2022/09/09/manual-de-crianza-de-tilapia-nicovita.pdf> (Consultado 4 de Sep., 2024).
- NTP, 2016. Harinas. Determinación de cenizas.
- Ochieng, E., Kembenya, E., Githukia, C., Aera, C., Munguti, J. y Nyamweya, C. 2017. Substitution of fish meal with sunflower seed meal in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in earthen ponds. Journal Of Applied Aquaculture.
- Omnes, M.-H., Silva, F., Moriceau, J., Aguirre, P., Kaushik, S., & Gatesoupe, F.-J. 2014. Influence of lupin and rapeseed meals on the integrity of digestive tract and organs in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) juveniles. Aquaculture Nutrition, 21(2), 223–233.
- Olvera, M. Y Olivera L. 2014. Potencialidad del Uso de las Leguminosas como Fuente Proteica. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. (CINVESTAV), Mérida, Yucatán, México.
- Paredes, P. 2014. Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. Diseño y Tecnología, 17 (2).
- Payne, C.J.; Turnbull, J.F.; MacKenzie, S.; Crumlish, M. 2021. Investigating the Effect of an Oxytetracycline Treatment on the Gut Microbiome and Antimicrobial Resistance Gene Dynamics in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Antibiotics.
- Porto, F., P. L., & Rodríguez, F. A. (2023). Fuentes proteicas alternas como sustituto parcial a la harina de pescado en las formulaciones nutricionales del cultivo de camarón (*Penaeus vannamei*). Orinoquia, 27(2), e-767
- Ministerio de la Producción. (2025). Ficha del recurso Tilapia – Diciembre 2025. Dirección General de Políticas y Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura.
- Ragasa, C., Osei-Mensah, O., & Amewu, S. (2022). Costos de la formulación de alimentos balanceados en la acuicultura: un análisis en cultivos de tilapia en Ghana. Revista de Acuicultura y Economía, 15(3), 45-60.
- Rivas Vega, M. López Pereira, J. Mirandam Baeza, A. y Sandoval Muy, M. 2012. Sustitución parcial de harina de sardina con moringa oleífera en alimentos balanceados para juveniles de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. (2): 3-10.
- Rivero C, Núñez L, Mestanza J. 2018. Sustitución parcial de harina de pescado por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en dietas alimenticias para tilapia nilótica "*Oreochromis niloticus*" (Linnaeus, 1758) y su influencia sobre los índices productivos. Universidad Nacional del Callao. Lima - Perú.
- Rodríguez, E.; Uriel, Gonzales, K., & Shene, C. (2020). Replacement of fish meal by solid-state fermented lupin (*Lupinus albus*) meal with Lactobacillus plantarum 299v: Effect on growth and immune status of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*).

- Salini, M. J. & L. R. Adams. 2014. Growth performance, nutrient utilisation and digestibility by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed Tasmanian grown white (*Lupinus albus*) and narrow-leaved (*L. angustifolius*) lupins. *Aquaculture*, 426–427: 296–303.
- Serrano, E. 2011. Biological responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after dietary intake of lupin seeds and quinolizidine alkaloids. PhD Thesis. Department of Animal and Aquacultural Sciences. Norwegian University of Life Sciences, Norway. 62p.
- Soliman, A.; Hasan, H.; Mohamed, A. Y Komy, A. 2016. Partial and complete replacement of fish meal protein by lupin meal protein and lupin protein concentrate in diets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).
- Srour, T. M. 2007. Effect of dietary lupin (*Lupinus angustifolius*) whole seed meal protein on the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in tanks. *Egyptian J. Anim. Prod.*, 44(1): 83-96.
- Suca, G. R. & C. A. Suca. 2015. Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.* 18(2): 55-71.
- Sujak A.; A. Kotlarz & W. Strobel. 2006. Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds. *Food Chemistry*, 98(4): 711-719.
- Szczepanski, A., Adamek Urbanska, D., Kasprzak, R., Szudrowicz, H., Sliwinski, J., Kamaszewski, M. 2022. Lupin (*Lupinus spp.*) as a promising alternative protein source in aquaculture feeds: Nutritional and functional perspectives. *Aquaculture Reports*, 26, 101281
- Toledo, J., Iglesias, J & Menéndez, C. 2014. Sustitución de la harina de pescado por harina de subproductos de aves en la alimentación de alevines de tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. vol. 31, NO. 1, pp. 22-24.
- Torres-Novoa, D.M., Hurtado-Nery, V. L. 2012. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Orinoquia – Universidad de los Llanos.
- Toyes Vargas, E. A. 2016. Aprovechamiento de subproductos marinos para la alimentación de camarón de cultivo y gallinas ponedoras.
- Tran-Ngoc, K., Haidar, M., Roem, A., Sendão, J., Verreth, J., & Schrama, J. 2019. Effects of feed ingredients on nutrient digestibility, nitrogen/energy balance and morphological changes in the intestine of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, 50(5), 1350–1363.
- Yones, A.M. 2010. Effect of lupin kernel meal as plant protein source in diets of red hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*), on growth performance and nutrients utilization. *African J Biol Sci*, 6(1):1-16.
- Viola, S.; Arieli, Y. Y Zohar, G. 2008. Animal protein free for hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) in intensive culture, en *Aquaculture*. Vol. 75: 115 a 125.

Zaldívar, J.2002. Las harinas y aceites de pescado en la alimentación acuícola.

Zhoug, Q. C., B. P. Tan, K. S. Mai and and. J. Liu. 2004. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture* 241: 441-451.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del lugar de la experimentación



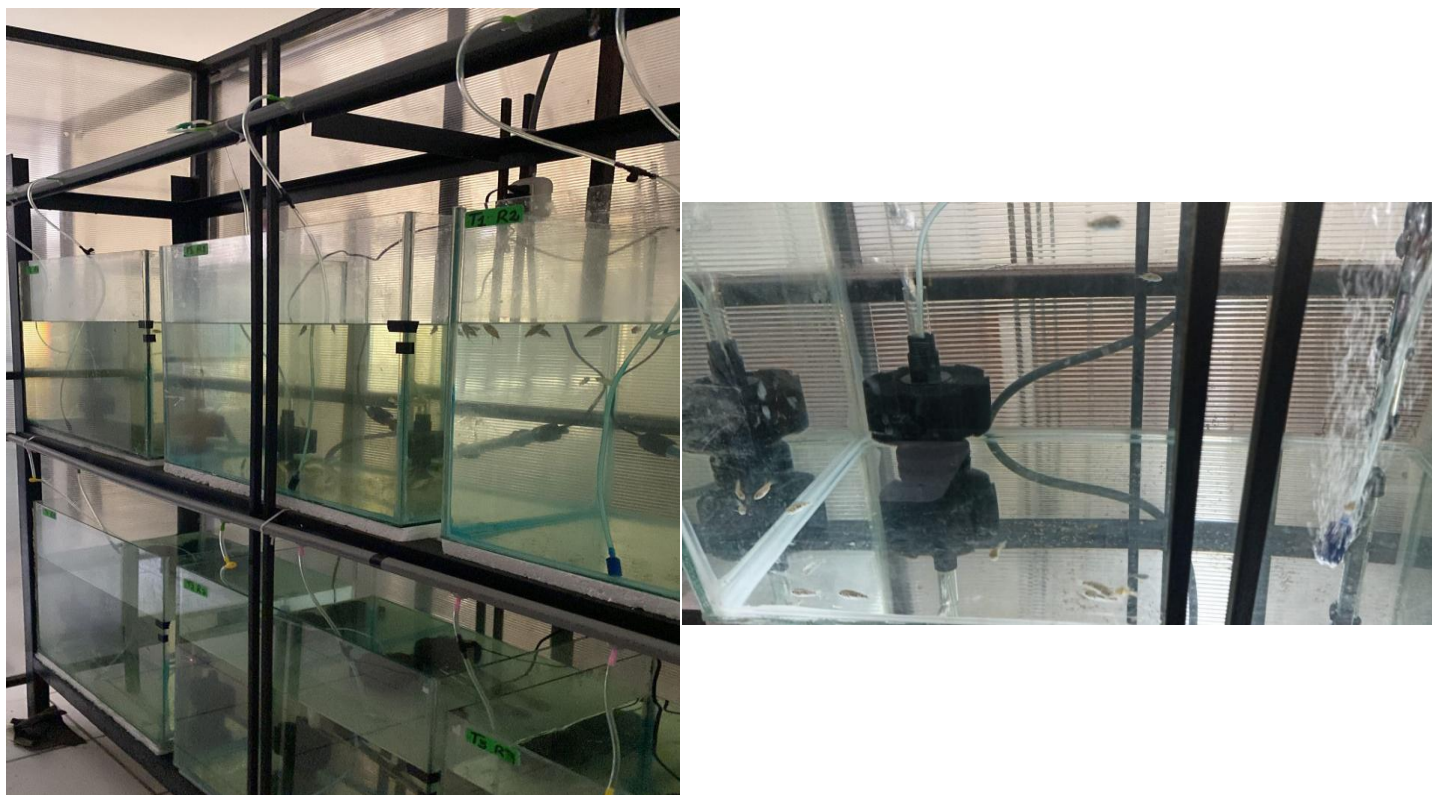
Anexo 2. Distribución de los tratamientos utilizados en el experimento.

ESTANTE N° 01	T1 R2	T2 R3	TC R2
	T3 R3	T2R2	T1 R1
ESTANTE N° 02	T2 R1	T3 R2	TC R2
	T3 R3	T2 R2	T1 R1

Anexo 3. Transporte y aclimatación de los alevines de *O. niloticus*.



Anexo 4. Unidades experimentales.



Anexo 5. Flujograma de la preparación de la harina de tarwi



Anexo 6. Flujograma de la elaboración de dietas.



Anexo 7. composición de proteína de la harina de tarwi



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20230710-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: JERSON MANRIQUE MENDOCILLA.
DIRECCION	: AA.HH. Dos de Mayo Pasaje Vargas Mz. 21 Lote 9A Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO	: HARINA DE TARWI.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA
METODO DE MUESTREO	: NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra.
PRESENTACION DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno transparente cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCION	: 2023-07-10
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2023-07-10
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2023-07-11
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI	: SS 230710-2

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	M - 1
Proteínas (%) Factor 6,25	53,27
Grasa (%)	32,35

METODOLOGIA EMPLEADA

Proteínas : UNE-BRITSO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : UNE 64021 1970

NOTA :

- ☐ Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()
- ☐ El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- ☐ COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- ☐ Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- ☐ Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- ☐ No afecta al proceso de Determinación por su perecibilidad y/o muestra única.
- ☐ El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- ☐ Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Julio 12 del 2023.

LC-MP -HRIE
Rev. 09
Fecha 2023-01-09

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME


JERSON MANRIQUE MENDOCILLA
GERENTE DE LABORATORIOS
COLECBI S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com