

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**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***

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

Tesistas:

Bach. Castillo Rodríguez, Claudia Verónica

Bach. Isidro Uceda, Michael Jonathan

Asesor:

Dr. Saldaña Rojas, Guillermo Belisario

ORCID: 0000-0003-4877-1165

Nuevo Chimbote – Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**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***

Autores

Bach. Claudia Verónica Castillo Rodríguez

Bach. Michael Jonathan Isidro Uceda

REVISADO Y APROBADO POR EL ASESOR

Dr. Guillermo Belisario Saldaña Rojas

DNI: 18114311

ORCID: 0000-0003-4877-1165

Nuevo Chimbote – Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**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***

Sustentado por

Bach. Castillo Rodríguez Claudia Verónica

Bach. Isidro Uceda Michael Jonathan

Jurado Evaluador

Dr. Walter Reyes Avalos
DNI: 17878579
ORCID: 0000-0002-4277-9521
Presidente

Dr. Guillermo Saldaña Rojas
DNI: 18114311
ORCID: 0000-0003-4877-1165
Integrante

Msc. Mirian Velásquez Guarniz
DNI: 32948162
ORCID: 0000-0002-1789-9740
Integrante

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 12:00 horas del día 20-12-2023....., dando cumplimiento a la Resolución N° 343-2023-UNS-5 se reunió el Jurado Evaluador presidido por Walter Reyes Avalos....., teniendo como miembros a Miriam Velásquez Guamiz..... (secretario) (a), y Guillermo Saldaña Rojas..... (Integrante), para la sustentación de tesis a fin de optar el título de Bióloga Acuicultor..... realizado por el, (la), (los) tesista (as) Michael Jonathan Isidro Uceda..... y Claudia Veronica Castillo Rodriguez....., quien (es) sustentó (aron) la tesis intitulada: "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"

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 DIECISIETE (17)..... puntos, según artículo 111° del Reglamento General de Grados y Títulos vigente (Resolución N° 580-2022-CU.-R-UNS)

Siendo las 13:30 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad

Nombre: Walter Reyes Avalos
Presidente

Nombre: Miriam Velásquez Guamiz
Secretario

Nombre: Guillermo Saldaña Rojas
Integrante

Distribución: Integrantes J.E (), tesistas () 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: Claudia Veronica Castillo Rodríguez
Título del ejercicio: TESIS 2
Título de la entrega: Efecto de harina de ensilado biológico de *Lupinus mutabilis* ...
Nombre del archivo: *Lupinus_mutabilis-_2023.docx*
Tamaño del archivo: 10.31M
Total páginas: 77
Total de palabras: 9,589
Total de caracteres: 49,241
Fecha de entrega: 19-ene.-2024 08:59a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2272679725

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



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*

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO
ACUICULTOR

Testistas:

Bach. Claudia Verónica Castillo Rodríguez
Bach. Michael Jonathan Isidro Uceda

Asesor:

Dr. Guillermo Belisario Saldaña Rojas
ORCID: 0000-0003-4877-1165

Nuevo Chimbote - Perú
2023

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*

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	11%	3%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	1%
3	cicese.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	1%
4	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios, quien me ha permitido llegar hasta este momento, porque cada día que despertamos es una bendición de él.

A mi padre Oriel Castillo Bedón, que sé que desde el cielo me guía e ilumina mi camino,

A mi madre Mary Verónica Rodríguez Cubas, que con su amor y ejemplo me ha dado mucha fortaleza para seguir adelante y ha logrado en mí una persona de bien dándome su apoyo incondicional.

A mis hermanos Cristian y Edinson, quienes son mi ejemplo por seguir y quienes me alientan a dar lo mejor de mí.

A mis sobrinos Romina y Enzo, quienes son el mejor regalo que mis hermanos han podido darme.

Claudia Verónica Castillo Rodríguez

DEDICATORIA

De todo corazón dedico esta tesis a Dios, porque sin él no lo habría logrado; por sus bendiciones diarias a lo largo de mi vida y por haberme guiado por el camino del bien.

A mis padres Elizabeth Uceda Julián y Richard Moreno Acosta, pues siempre tuve por parte de ellos su apoyo incondicional y por haberme formado como persona que soy en la actualidad.

Michael Isidro Uceda

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a los profesores, personas de gran sabiduría de la Escuela Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, quienes se han esforzado por ayudarnos a llegar al punto en que nos encontramos.

En segundo lugar, de manera especial a nuestro asesor Dr. Guillermo Saldaña Rojas, por su confianza, conocimiento científico, que desde el principio creyó en el proyecto y se dio el tiempo para guiarnos durante la elaboración de nuestra tesis; y con sus enseñanzas hemos logrado elevar nuestros conocimientos, ya que nos inspiró a amar a la Biología, así mismo, nos ha inculcado buenos valores para lograr una vida profesional exitosa.

Y a todas las personas que de alguna u otra manera nos apoyaron en la realización, presentación y sustentación de nuestro Trabajo de Tesis.

A todos, nuestra infinita gratitud

INDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	5
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
	3.1. MATERIALES.....	8
	3.1.1. Población.....	8
	3.1.2. Muestra.....	8
	3.1.3. Unidad de análisis.....	8
	3.2. METODOS.....	8
	3.2.1. Tipo de estudio.....	8
	3.2.2. Diseño De Investigación.....	8
	3.2.3. Operacionalización de variables.....	9
	3.2.4. Procedimiento.....	9
IV.	RESULTADOS.....	17
	4.1. Composición proximal de las dietas empleadas.....	17
	4.2. Índices de crecimiento.....	17
	Peso promedio de los alevines.....	17
	Ganancia de peso promedio de los alevines.....	18
	Longitud total promedio de los alevines.....	19
	Ganancia de longitud total promedio de los alevines.....	19
	Incremento de Biomasa.....	20
	Velocidad de Crecimiento en Peso.....	20
	4.3. Índices de Rendimiento.....	21
	Factor de Conversión Alimenticia.....	21
	Eficiencia alimenticia.....	22
	4.4. Supervivencia de alevines.....	22
	4.5. Valoración de costos de las dietas.....	22
V.	DISCUSION.....	24
VI.	CONCLUSIONES.....	31
VII.	RECOMENDACIONES.....	32

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	43

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Flujograma para la elaboración de la harina de <i>L. mutabilis</i>	11
Figura 2. Proceso de activación de <i>Lactobacillus</i> sp.	12
Figura 3. Incremento de Biomasa (g) de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con tres concentraciones de <i>L. mutabilis</i> durante el periodo experimental.	20

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición porcentual de la alimentación experimental de <i>L. mutabilis</i>	11
Tabla 2. Composición proximal de las dietas control y experimentales con harina del ensilado de <i>L. mutabilis</i>	17
Tabla 3. Peso promedio (g) de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con tres concentraciones de <i>L. mutabilis</i>	18
Tabla 4. Ganancia de peso promedio (g) de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con tres concentraciones de <i>L. mutabilis</i>	18
Tabla 5. Longitud total promedio (cm) de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con tres concentraciones de <i>L. mutabilis</i>	19
Tabla 6. Ganancia de longitud total promedio (cm) de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con tres concentraciones de <i>L. mutabilis</i>	19
Tabla 7. Velocidad de crecimiento en peso (g/día-1) de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con tres concentraciones de <i>L. mutabilis</i>	21
Tabla 8. Factor de conversión alimenticia (k) de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con tres concentraciones de <i>L. mutabilis</i> durante el periodo experimental.	21
Tabla 9. Eficiencia alimenticia (%) de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con tres concentraciones de <i>L. mutabilis</i> durante el periodo experimental.	22
Tabla 10. Costo de las dietas por Kg. de alimento.	23
Tabla 11. Registro de los parámetros fisicoquímicos del agua durante el periodo experimental.	23

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el 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*. Se utilizaron 12 acuarios de 80 L equipados con filtros, aireación y termostatos. Se emplearon 120 alevines con peso y longitud total promedio de 0.32 ± 0.10 g y 2.48 ± 0.31 cm, respectivamente. Se formularon cuatro dietas, el control sin la concentración del ensilado y tres dietas con el 25, 50 y 75 % de ensilado biológico de *L. mutabilis* como reemplazo parcial de la harina de pescado como fuente proteica; cada dieta fue experimentada con tres repeticiones. La tasa de alimentación inicial fue del 10 %, disminuyendo mensualmente en 2 %, con una frecuencia de dos veces por día. Cada 15 días se determinó el peso y longitud total promedio de 8 alevines por acuario. Se obtuvo mejores resultados en el tratamiento control (0% de harina del ensilado de *L. mutabilis*) en peso ($72,38 \pm 0.97$ g) y longitud promedio ($14,89 \pm 0,57$ cm) así como ganancia de peso ($71,99 \pm 6.8$ g), ganancia de longitud ($12,34 \pm 1.28$ cm), velocidad de crecimiento ($1,02 \pm 0.41$ g/día), conversión alimenticia promedio ($1,38 \pm 0.93$ und), eficiencia alimenticia total (101.26 ± 60.7 %), supervivencia del 100% en los cuatro tratamientos, pero con una mayor valoración en el costo de su dieta (\$/4,80). Se concluye que la dieta control con 0% de harina del ensilado de *L. mutabilis* en el alimento, promueve un mayor crecimiento, respecto a la dieta con 25% de harina del ensilado biológico de *L. mutabilis*, dieta con 50% de harina del ensilado biológico de *L. mutabilis* y dieta con 75% de harina del ensilado biológico de *L. mutabilis*. Sin embargo, la dieta con 75% de harina del ensilado biológico de *L. mutabilis* fue la mejor dieta experimental para el reemplazo de la harina de pescado en esta investigación; por lo cual la convierte a la harina de ensilado de *L. mutabilis* en una atractiva alternativa para el reemplazo parcial de la harina de pescado en alimentación de alevines de *O. niloticus*.

Palabras clave: *Lactobacillus sp.*, fuente proteica, alimento, probióticos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of *Lupinus mutabilis* biological silage meal in replacement of fish meal in diets for growth and survival of *Oreochromis niloticus* fry. Twelve 80 L aquariums equipped with filters, aeration and thermostats were used. 120 fries were used with an average weight and total length of 0.32 ± 0.10 g and 2.48 ± 0.31 cm, respectively. Four diets were formulated, the control without the silage concentration and three diets with 25, 50 and 75% of *L. mutabilis* biological silage as a partial replacement for fish meal as a protein source; Each diet was experimented with three repetitions. The initial feeding rate was 10%, decreasing monthly by 2%, with a frequency of twice a day. Every 15 days the average weight and total length of 8 fry per aquarium were determined. Better results were obtained in the control treatment (0% *L. mutabilis* silage flour) in weight (72.38 ± 0.97 g) and average length (14.89 ± 0.57 cm) as well as weight gain (71.99 ± 6.8 g), length gain (12.34 ± 1.28 cm), growth speed (1.02 ± 0.41 g/day), average feed conversion (1.38 ± 0.93 unit), total feed efficiency ($101.26 \pm 60.7\%$), 100% survival in the four treatments, but with an assessment of the cost of your diet (S/4.80). It is concluded that the control diet with 0% flour from the *L. mutabilis* silage in the feed promotes greater growth, compared to the diet with 25% flour from the biological silage of *L. mutabilis*, diet with 50% flour from the *L. mutabilis* biological silage and diet with 75% flour from *L. mutabilis* biological silage. However, the diet with 75% *L. mutabilis* biological silage meal was the best experimental diet for fish meal replacement in this research; which makes *L. mutabilis* silage meal an attractive alternative for the partial replacement of fish meal in feeding *O. niloticus* fry.

Key words: *Lactobacillus sp.*, protein source, food, probiotics.

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el sistema de producción de alimentos acuáticos de más rápido crecimiento en el mundo, por esto la acuicultura se posiciona como el principal arte de producción en este campo y tiene como objetivo ayudar a satisfacer las demandas futuras de alimentos. Así mismo su desarrollo debe abordarse de manera sostenible, eficiente y competitiva. A nivel nacional, ha logrado en los últimos años un nivel de crecimiento, si bien ha sido rápido, está basado en pocas especies y zonas productivas (Moreno *et al.*, 2018; Berger, 2020; FAO, 2022).

La producción mundial de acuicultura cautiva creció a una tasa anual promedio del 5,3% entre 2001 y 2018, mientras que el crecimiento fue solo del 4% en 2017 y del 3,2% en 2018; así también la participación de la acuicultura en la producción pesquera alcanzó el 46,0% en 2018, en comparación con el 25,7% en 2000 y el 29,7% en el resto del mundo (FAO, 2020). En el 2018, la producción acuícola total fue de 82,1 millones de t de animales acuáticos, 32,4 millones de t de algas y 26 000 t de conchas marinas; así mismo en el 2020, la producción alcanzó un récord de 214 millones de t, incluidos 178 millones de t de animales acuáticos y 36 millones de t de algas (FAO, 2020; FAO, 2022).

La tilapia *Oreochromis niloticus* es el segundo grupo de peces más cultivado en el mundo, en 2020, fue de un volumen de 4.4 a 6.5 millones de t; dentro de este crecimiento, *O. niloticus* ha atraído interés en la acuicultura por su facilidad de cultivo en regiones tropicales y subtropicales, capacidad para tolerar cambios ambientales, diversas salinidades, tasa de crecimiento superior a otras especies y alta capacidad para aceptar diferentes tipos de dieta. Por ello, se considera la alternativa más rentable para la producción de proteína sana y barata, por excelente calidad de carne y buena aceptación en el mercado, además su creciente demanda la convierten en una especie interesante para la acuicultura (FAO, 2016; FAO, 2018; Mapfumo, 2019; Kord *et al.*, 2021).

Oreochromis niloticus prefiere aguas someras y se desarrollan en zonas de 20 a 35°C, sin embargo, presenta mortalidad a ≤ 12 °C y a > 42 °C (INAPESCA, 2018; FAO, 2022). Otro factor es el pH, con un intervalo óptimo entre 7 y 8; si este valor se encuentra ≤ 5 , esto afecta en la supervivencia (INAPESCA, 2018). Así mismo, esta especie cuenta con branquioespinas lo que facilita la filtración (fitoplancton, perifiton, plantas acuáticas,

pequeños invertebrados, fauna béntica, desechos y capas bacterianas relacionados a los detritus), especie omnívora (Tesfahun, 2018; Rackocy 2021; Nasrin *et al.*, 2021).

Tacon (2020), indica que el 53,1% de la producción piscícola total está conformada principalmente por diferentes peces de agua dulce 19,5%, tilapia 11%, salmónidos 6,5% y peces costeros 2,8%. Para el cultivo de tilapia se requiere un suministro de alimento con proteína de calidad; para alevines con 30-56%, juveniles 30-40% y adultos con 28-30%; así mismo dependiendo del cultivo extensivo, semi intensivo o intensivo se suministra el alimento entre el 1,2% y el 3% de la biomasa distribuida en 2 o 4 dosis al día. Por lo tanto *O. niloticus* se alimenta por una amplia variedad de insumos y alcanza tasas de rendimientos anuales mayores a 5 t/ha (FAO, 2018; Badillo-Zapata *et al.*, 2018; Ganoza *et al.*, 2021).

La nutrición es muy importante para el mantenimiento, crecimiento, salud y reproducción de los peces; por eso en la dieta balanceada de la tilapia no sólo se agrega proteínas, sino que también se adicionan vitaminas y minerales, que son importantes para el crecimiento y la salud (Gasco *et al.*, 2018; Noriega *et al.*, 2020). Por ende los costos en la alimentación representan del 25 al 60% de los costos totales, esto debido al alto contenido proteico que es la harina de pescado; la dieta utilizada en la producción de *O. niloticus*, es del 50% por lo tanto, el manejo dietético determina el rendimiento, rentabilidad e impacto del sistema de cultivo (Gasco *et al.*, 2018; AQUA, 2018; Nicovita, 2022).

En la acuicultura, las dietas se han basado en la harina de pescado como fuente de proteína por su perfil de aminoácidos esenciales, fuente de ácidos grasos esenciales, excelente palatabilidad y alta digestibilidad, esta suele ser costosa y de difícil acceso para los productores con recursos económicos limitados; lo que hace que la harina de pescado sea el insumo más caro en la alimentación comercial de peces; por ello, es necesario determinar la fuente de proteica que las sustituirá. (AQUA 2018; FAO, 2020).

La harina de pescado es el insumo que encarece las dietas, por eso se ha tratado de reemplazar por otra variedad de proteínas de origen animal (plumas, sangre y viseras de pollo), grasas de aves, cerdo, res; así mismo harinas de origen vegetal (tarwi, soya, canola, maíz, trigo), aunque se debe considerar la adición de suplementos o complementos con ácidos grasos esenciales por el déficit de estos en las dietas de remplazo; así también tener

en cuenta la escasez de algunos aminoácidos, para ellos se debe elegir una dieta que pueda suplir todas las necesidades nutricionales de *O. niloticus* (FAO, 2020; FAO, 2022).

La composición de las dietas comerciales de tilapia varía dependiendo del país de origen, los ingredientes más comunes son: harina de pescado, harina de soja, salvado de arroz, subproductos del arroz, mezclas de vitaminas y minerales; otras preparaciones incluyen harina de carne, maní, salvado de trigo, maíz o arroz, aceite vegetal o de pescado y fosfato cálcico, la proporción de la mezcla depende del fabricante, además a la dieta también se le puede complementar con diversos ensilados y estos se presentan en forma de alimentos secos, húmedos, hundibles y flotantes (FAO,2020; FAO, 2022).

El tarwi *Lupinus mutabilis* es una leguminosa, que se cultiva en los Andes desde 1500 msnm en Perú, Colombia, Ecuador, Venezuela, Bolivia, Chile y Argentina (Castañeda, 2018); es un alimento de origen vegetal que se caracteriza por una temporada corta de crecimiento, rendimiento anual significativo, bajo costo, alto contenido proteico y energético, lo cual la convierte en una alternativa atractiva para el reemplazo parcial o total de la harina de pescado en la preparación de dietas para peces (Tapia, 2015).

El tarwi es un insumo de suma importancia ya que es considerada una alternativa como fuente proteica puesto que el cultivo de esta leguminosa está en aumento en nuestro país (INS, 2017; FAO, 2022) y así poder reemplazar a la harina de pescado en la elaboración de dietas para alevines de *O. niloticus*. lo cual se espera que los resultados de la presente investigación permitan obtener información acerca del crecimiento y sobrevivencia de esta especie con dietas formuladas con harina de ensilado biológico de *L. mutabilis* (FAO, 2018; FAO, 2020).

Diversos trabajos han determinado el nivel de harina de *L. mutabilis* en la dieta de *O. niloticus*, pero no se han realizado trabajos con ensilado biológico de *L. mutabilis* en la alimentación de alevines de este organismo. Por lo tanto, con este experimento se pretende aumentar la digestibilidad del tarwi por medio de la utilización del ensilado biológico (*Lactobacillus* sp.), para permitir el uso de la proteína de la dieta exclusivamente para crecimiento (peso y talla) y obtener mayor porcentaje en supervivencia. Dada la importancia del tema y no existiendo trabajos de investigación se planteó el siguiente problema de investigación ¿cuál es el efecto de harina de ensilado

biológico de *Lupinus mutabilis* en reemplazo de la harina de pescado en dietas en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus*?

Se plantea la siguiente hipótesis: si, se emplean dietas con 25 %, 50 % y 75 % de harina del ensilado biológico de *L. mutabilis*, se logra mayor crecimiento y supervivencia en alevines de *O. niloticus* con las dietas conteniendo entre 50 y 75 % de ensilado.

El objetivo general del presente trabajo fue evaluar el 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*. Los objetivos específicos fueron:

Cuantificar el efecto de harina de ensilado biológico de *Lupinus mutabilis* en reemplazo de la harina de pescado en dietas para crecimiento de alevines de *Oreochromis niloticus*.

Cuantificar el efecto de harina de ensilado biológico de *Lupinus mutabilis* en reemplazo de la harina de pescado en dietas para supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus*.

Valorar los costos de las dietas empleando harina de ensilado biológico de *L. mutabilis* en reemplazo de la harina de pescado en dietas en el crecimiento y supervivencia de alevines de *O. niloticus*.

II. MARCO TEÓRICO

La harina de tarwi o lupino, fuente de origen vegetal, es investigada en los últimos años por su alto contenido de proteínas, minerales, vitaminas, saponinas y la carencia de factores anti nutricionales que presentan otras harinas como la soja (Castañeda, 2018). Existen cuatro especies potenciales cultivadas en el mundo: *Lupinus albus*, *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus* y *Lupinus mutabilis*, pero en el Perú existe una gran producción de *L. mutabilis*, cultivada en toda la región altoandina con un 41% en la sierra central (Ancash, Huánuco y Junín), la sierra sur con 39 % y la sierra norte con un 20% (MINAGRI, 2018). Esta leguminosa sobresale por su alto valor nutricional rico en proteínas que varía de 41 – 51% y en aceite de 14 – 24% (Peralta & Villacrés, 2015; INS, 2017; Gulisano *et al.*, 2019).

El tarwi presenta principales componentes químicos como grasa de 12 a 22 g, carbohidrato de 23 a 28 g, fibra de 7 a 18 g, humedad de 7 a 12 g, cenizas de 1 a 6 g, calcio 0,37 g, hierro 61 mg/l, zinc 92 mg/l, además de 458 – 490 kcal, entre otros; todo esto lo sitúa en una posición ventajosa con respecto a otras leguminosas como la soja (Peralta & Villacrés, 2015; Gutiérrez *et al.*, 2016; INS, 2017). Sin embargo, el tarwi contiene niveles de alcaloides de 130 a 150 mg/Kg solubles en agua, los alcaloides son disuasivos alimentarios por su sabor amargo y/o tóxicos (Ayala, 2014), pero, estos se eliminan mediante un proceso de desamargado de varios pasos que incluye hervir y luego remojar en agua corriente durante varios días (Musco *et al.*, 2017) mejorando la composición original del alimento; ya que el proceso de eliminación del amargor inactiva muchas enzimas y elimina algunos compuestos solubles en agua, como algunos minerales y oligosacáridos, modificando el valor nutricional del tarwi (Córdova, 2020; Villacrés *et al.*, 2020).

Por eso, el contenido de algunos aminoácidos esenciales como: la treonina, valina, metionina, isoleucina, tirosina, histidina, triptófano y lisina crecen en grandes cantidades en el grano hidratado y desamargado, aunque es bajo en metionina, se puede mezclar con otros insumos de niveles altos en metionina y lisina, sin perder la calidad nutritiva (Musco *et al.*, 2017; Villacrés *et al.*, 2020). Otros métodos de procesamiento pueden cambiar aún más varias características químicas y de digestibilidad (Córdova., 2020), así como convertir al tarwi en harina; este resultado se obtiene de la molienda del grano del chocho, previamente desamargado y deshidratado en el horno, para obtener una harina de color

marrón con buenas propiedades organolépticas (Villamagua, 2013). Por ello esta harina es rica en proteínas, con una pequeña proporción de albúminas y con una mayor de globulinas >80% (Lupins.org, 2019) así también en grasas, en su mayoría ácidos grasos mono y poliinsaturados, destacándose el oleico 40,4% y linoleico 37,1% y sus carbohidratos son principalmente oligosacáridos y polisacáridos (Carvajal-Larenas *et al.*, 2016; Gulisano *et al.*, 2019; FAO, 2019).

El tarwi presenta entre 41 y 51 % de proteína (Peralta & Villacrés, 2015) mientras que con una hidrólisis enzimática alcanza 78,96 % de proteína, superior al que posee la harina de *L. mutabilis* con 49,6 % de proteína (INS, 2017). Así mismo esta leguminosa presenta 75 % de solubilización proteica en pH alcalino, inhibiéndose casi toda la tripsina, mientras que a un pH ácido existe una inhibición del 77 % de la misma; por otro lado *L. mutabilis* tiene digestibilidad superior al de otras fuentes proteicas, pero deficiente en aminoácidos azufrados como metionina, lisina y cistina (elementos inhibidores del crecimiento); por eso cuando estos aminoácidos son utilizados en concentraciones altas deben ser compensados con otros insumos de una forma adecuada en la dieta (Arias, 2013; Gutiérrez *et al.*, 2016).

Uno de los ensilados, es el biológico, elaborado por la hidrólisis enzimática de origen bacteriano mediante la adición de una fuente de carbono (melaza) entre 10 y 15% y organismos microbianos (*Streptococcus* y *Lactobacillus*) entre 3 y 10 % de yogurt comercial (Cipriano *et al.*, 2015; Caicedo *et al.*, 2018). Las características organolépticas de este ensilado se deben a un color pardo oscuro, consistencia semilíquida o viscosa, olor ligeramente ácido y buena estabilidad en el tiempo debido al pH ácido (Maia & De Oliveira, 2013; Hernández *et al.*, 2015). El ensilado biológico de pescado es fuente de proteína parcialmente hidrolizada, que expuesto al sol durante 48 h a unos 35 °C alcanza una humedad de 22,20 % con una tasa de rendimiento de 50 %; además mejora la digestibilidad en las dietas, entre 79 y 81 g/100 g e influye en el crecimiento de los animales, por eso es una alternativa tecnológica viable desde el punto de vista económico y ambiental (Ozyurt *et al.*, 2017; Ramírez-Ramírez *et al.*, 2018; Castillo *et al.*, 2019).

Con respecto al nivel de inclusión de *L. mutabilis* a la dieta, Rivero *et al.* (2018), registraron que al 35 % se obtuvo mayor ganancia de peso con 152,5 g y longitud estándar con 5,4 cm en *O. niloticus*, sin embargo, observaron que la harina de pescado puede ser reemplazada hasta en un 45 %; así mismo Diaz *et al.* (2019), encontraron mayor

incremento de peso con 11,1 g e incremento de talla con 5,91 cm a un 10 % en alevines de *O. niloticus*. Por otro lado, en especies de la misma base alimenticia al de *O. niloticus* (omnívoros); Villacorta & Arista (2013), adicionaron *L. mutabilis* en la dieta para *Piaractus brachypomus*, al 27, 29, 31 y 33 %, en la cual con 31% se presentó el óptimo crecimiento con 252, 6 g. Por su parte, Armas (2016) usó para *Colossoma macropomum*, niveles al 0, 50, 60 y 70 %, en el que la dieta control con 0% de *L. mutabilis* obtuvo el mejor crecimiento en peso y talla (41,51 g y 12, 91 cm, respectivamente). Así también, Maza & Paredes (2013), determinaron el coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) de la harina de *L. mutabilis* que fue de 67,79 % con una inclusión del 40 % con el mejor crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis sp.*

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Población

Los alevines de tilapia *O. niloticus* procedieron del Centro Poblado Cascajal (8°57'0" S -78°34'0" W) cerca del río Cascajal a 57 msnm (departamento de Ancash, provincia del Santa, distrito de Chimbote).

3.1.2. Muestra

Fue de 120 alevines de tilapia *O. niloticus* de 0.32 ± 0.10 g de peso con 2.48 ± 0.31 cm de longitud total, elegidos al azar de un lote de 200 alevines.

3.1.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis fue constituida por alevines.

3.2. METODOS

3.2.1. Tipo de estudio

Por su propósito: aplicada

Por su naturaleza: explicativa

3.2.2. Diseño De Investigación

El diseño experimental fue de estímulo creciente, con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, siendo los siguientes:

Tc: Alevines alimentados con 0 % de ensilado biológico de *L. mutabilis* (control)

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

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

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

3.2.3. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	
		Dimensiones	Indicadores
<u>V. Independiente</u>			
Dieta con ensilado biológico <i>L. mutabilis</i>	El ensilado es un proceso de fermentación de materia orgánica con bacterias lácticas que disminuye el pH del medio.	Concentraciones de ensilado biológico de <i>L. mutabilis</i>	Tc: 0 % de ensilado biológico (control) T1: 25 % de ensilado biológico T2: 50 % de ensilado biológico T3: 75 % de ensilado biológico
<u>V. Dependiente</u>			
Crecimiento	El crecimiento es el incremento en longitud y peso por asimilación de nutrientes y energía.	Crecimiento en longitud y peso	GP = peso final – peso inicial GL = longitud final – longitud inicial IBP = peso final promedio – peso inicial promedio $VCP (g. día^{-1}) = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{días de experimento}}$ FCA (und) = $\frac{\text{alimento gastado}}{\text{peso final} - \text{peso inicial}}$ EA (%) = $\frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{alimento gastado}} \times 100$
Supervivencia	Es el número de organismos vivos después de someterse a un estímulo	Porcentaje de supervivencia	$S (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ peces finales}}{N^{\circ} \text{ peces iniciales}}$

GP: Ganancia en peso; GL: Ganancia en longitud; IBP: Incremento de Biomasa promedio; VCP: Velocidad de Crecimiento en Peso; FCA: Factor de conversión alimenticia; EA: Eficiencia Alimenticia; S: Supervivencia

3.2.4. Procedimiento

Transporte

Se utilizaron dos bolsas de polietileno con medidas de 4x4, las cuales fueron colocadas en baldes de 20 L, llenando 1/3 de su capacidad con agua del estanque donde se colocaron los 120 alevines capturados de los estanques de cultivo. Los otros 2/3 restantes se llenaron con aire obtenido manualmente con un inflador. Una vez llenada de agua y aire se tapó y se realizó el etiquetado correspondiente. La densidad del transporte fue de 14 alevines/litro en dos baldes desde del Centro Poblado Cascajal hasta el laboratorio, y el tiempo fue de 2 h por carretera.

Identificación y aclimatación

Los alevines de la especie *O. niloticus* ya en el laboratorio, se reconocieron según Alcántar (2022). Luego, estos alevines fueron aclimatados en las mismas bolsas de polietileno de transporte durante 30 min en acuarios de vidrio (0.60 m x 0.40 m x 0.45 m) con agua a 28 °C.

Selección y siembra

Después que pasó la aclimatación, se seleccionó los alevines de tamaños uniformes con las aletas pectorales, dorsales y caudales completas, sin golpes ni signos de laceraciones y con una coloración normal. Los alevines fueron asignados al azar en cada acuario del sistema de cultivo, a la densidad de 8 alevines por acuario de 80 L (Maza & Paredes ,2013; Reyes, 2018; Coreas *et al.*, 2021).

Sistema de cultivo

Se empleó 12 recipientes de vidrio (0.45 m de alto, 0.60 m de largo y 0.40 m de ancho) con un volumen de 80 L de capacidad y un área de 0.24 m², cada recipiente presentaba un filtro (físico-químico-biológico) sumergido de 3L con un flujo de agua de 1.5 L/min, Así también, cada recipiente o acuario contaba con dos difusores de aire para la oxigenación y circulación del agua. El aire que abasteció al sistema de cultivo vino de un blower de 0,5 HP.

Dieta

Con el software ALITE se formularon cuatro dietas, usando 40 % de proteína bruta para la dieta control, la cual se preparó sin la adición (0%) del ensilado de *L. mutabilis* y las tres dietas experimentales se elaboró con 25 %, 50 % y 75 % del ensilado. El alimento balanceado de esta investigación fue elaborado según el software de Pezzato (1996), empleando los siguientes insumos (Tabla 1).

A las cuatro dietas elaboradas se les realizó un análisis proximal para determinar el porcentaje exacto de la composición nutricional de las dietas suministradas (tabla 2). Para el contenido de proteína se determinó la composición del nitrógeno total de las muestras, mediante la técnica de Kjeldhal (UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 dic.2006); grasas, por gravimetría, por la técnica de extracción de Soxhlet (UNE 64021, 1970), humedad (UNE 64015, 1971) y cenizas UNE 64015, 1971; se analizaron según metodologías de análisis químico de la Normalización española UNE, utilizadas por el laboratorio acreditado COLECBI S.A.C ubicado en Nuevo Chimbote (Anexo 15,16,17 y 18).

Tabla 1. Composición porcentual de la alimentación experimental de *L. mutabilis*.

Ingredientes	Inclusión de harina del ensilado de <i>L. mutabilis</i>			
	0%	25%	50%	75%
<i>L. mutabilis</i>	0	13.38	26.75	40.12
Harina de pescado	53.50	40.12	26.75	13.38
Harina de maíz	15.00	15.00	15.00	15.00
Harina de trigo	12.00	12.00	12.00	12.00
Polvillo de arroz	11.00	11.00	11.00	11.00
Pasta de algodón	5.00	5.00	5.00	5.00
Aceite de soya	3.00	3.00	3.00	3.00
*Premix	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

* (vitaminas/minerales)

Preparación de la harina de *Lupinus mutabilis*

Se seleccionó el tarwi que se iba a utilizar, luego fue sumergido en agua (1 kg/6 L) durante 12 h al aire libre (T° ambiente). Transcurrido el tiempo, se eliminó esta agua, que era de color amarillento y de aspecto viscoso, con un fuerte olor a chocho. Después el tarwi fue desamargado mediante cocción (a temperatura de ebullición a 2 h) luego lavado en agua, intercambiando cada 6 h durante 7 días. Posteriormente el tarwi remojado fue escurrido y secado en una estufa a 90 °C durante 2.5 h. Finalmente, ya secado pasó al molino y así se obtuvo la harina de *L. mutabilis* (Repo & Carrasco, 1998; Castañeda *et al.*, 2009 & Gutiérrez *et al.*, 2016).



Figura 1. Flujograma para la elaboración de la harina de *L. mutabilis* (Repo & Carrasco, 1998).

Activación de la bacteria

Se utilizó *Lactobacillus* sp. brindados por el Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la E.A.P. Biología en Acuicultura de la UNS, los mismos que fueron activados cada 15 días con melaza diluida y papaya bien verde licuada (papaína), según la técnica utilizada por Saldaña & Fukushima (2010).

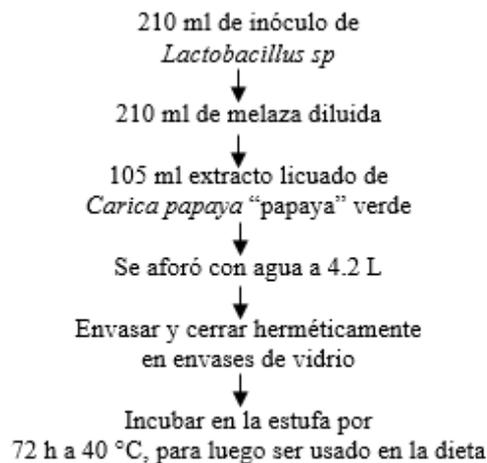


Figura 2. Proceso de activación de *Lactobacillus* sp. (Saldaña & Fukushima, 2010).

Preparación del ensilado de *Lupinus mutabilis*

El ensilado biológico se preparó en el Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la E.A.P. Biología en Acuicultura de la UNS y se ejecutó de la siguiente forma:

Se pesó 2 kg de harina de *L. mutabilis* previamente procesada y fue adquirida del Mercado Ecológico La Perla de Chimbote; seguidamente se homogenizó toda la harina antes de que se agregara la melaza y el inóculo. Este inóculo estuvo constituido por 200 ml de microorganismos *Lactobacillus* sp. proveniente del Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la UNS, los que se mezclaron con 100 ml de melaza de caña de azúcar de 73,6° Bx, suministrado de Agroindustrias San Jacinto SAC, se mezcló por 10 min.

Luego el homogenizado fue vertido en frascos estériles de vidrio (200 ml) con tapa rosca y se cubrieron con papel de aluminio. Después se llevó a la estufa a incubar a 40 °C por 48 h, obteniéndose ensilado en estado semilíquido. En esta parte se registró el pH (alrededor de 4,0) al inicio, 24 y 48 h con un pH-metro digital Oakton con sensibilidad de

0,01. El ácido obtenido ayudó la actividad de las enzimas e impidió el desarrollo de las bacterias putrefactas y patógenas (Sánchez *et al.*, 2023).

Al término de las 48 h de incubación, el ensilado húmedo se secó en fuentes forradas con papel de aluminio en capas muy delgadas (<1 cm) en la estufa a 70 °C por 48 h. A continuación, se procedió a moler el ensilado de *L. mutabilis* totalmente seco en un molino manual para conseguir así la harina. Posteriormente se realizó un análisis proximal de proteínas en el laboratorio COLECBI S.A.C. dando un valor de 42,9 % de proteína bruta. Finalmente se almacenó la harina en un lugar fresco y seco, hasta su utilización como componente en la elaboración de los piensos.

Procedimiento para la preparación de las dietas

Se tuvo en cuenta los procedimientos descritos por Maza & Paredes (2013) y Nicovita (2022).

Tamizado

Los insumos pasaron por un tamiz metálico de 250 µm de abertura de malla. La cuál aseguró una mayor uniformidad de las partículas para la preparación de los pellets.

Formulación de la dieta

Los insumos fueron distribuidos en las proporciones de peso (g) o volumen (ml) según lo requerido para cada una de las dietas experimentales; cuyos valores fueron previamente calculados con el programa ALITE.

Mezclado y homogenizado

Los insumos fueron esparcidos de acuerdo con su proporción siendo de mayor a menor, obteniéndose una buena homogenización. El premix se mezcló previamente en un recipiente juntamente con el polvillo de arroz y homogenizados manualmente, los que posteriormente se mezclaron con los demás insumos. Finalmente, se agregó aproximadamente 250 ml de agua caliente a los insumos homogenizados y se amasó constantemente por un periodo de 30 min.

Peletizada, secado y almacenamiento

Los pellets para los alevines de tilapia fueron formados con una jeringa sin aguja de 10 ml con diámetro de 1,0 mm. Seguidamente fueron secados a temperatura ambiente en

papel aluminio y envasados en bolsas herméticas de polietileno en un ambiente fresco u seco, para prevenir la proliferación de mohos, hasta ser empleadas.

Alimentación de alevines

El experimento tuvo una duración de 70 días, en el primer mes, la tasa de alimentación fue del 10 % de la biomasa, 8% en los siguientes 20 días y 6 % en los últimos 20 días. Así mismo tuvo una frecuencia de alimentación de dos veces al día, suministradas entre las 9:00 y 16:00 h y la forma de alimentar a los peces fue con el método de voleo. Después de la última comida del día, aproximadamente una hora después, cada acuario fue sifoneado con la finalidad de descartar del sistema los residuos de alimento y desechos sólidos de excreción. Además, cada dos días se hizo recambio de agua del 20 % de cada acuario para garantizar que el proceso del aseo sea completo.

Crecimiento

Se realizó muestreos cada 15 días de todos los alevines sembrados en los cuatro tratamientos (experimentales y control). El peso total de los alevines estuvo determinado por una balanza digital gramera portátil 500 ± 0.1 g calibración automática plata. La longitud total (punta de la cabeza hasta el final de la aleta caudal) fue medido con una regla calibrada de ± 1 mm con los alevines posicionados ventralmente. Todos los cálculos se realizaron según las siguientes formulas:

Índices de crecimiento

Ganancia de peso y longitud: La ganancia de peso (GP) y longitud (GL) fueron calculados a través de la fórmula:

$$GP = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

$$GL = \text{longitud final} - \text{longitud inicial}$$

Incremento de Biomasa Promedio (IBP): Se determinó al final de la investigación, mediante:

$$IBP = \text{peso final promedio} - \text{peso inicial promedio}$$

Velocidad de Crecimiento en Peso (VCP): Se obtuvo con los valores obtenidos en los registros biométricos. Se expresa los gramos diarios que ganan los alevines.

$$\text{VCP (g. día}^{-1}\text{)} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{días de experimento}}$$

Índices de rendimiento

Factor de Conversión Alimenticia (FCA): Expresa los gramos de alimento consumido, por los gramos de peso corporal ganado.

$$\text{FCA (und)} = \frac{\text{alimento gastado}}{\text{peso final} - \text{peso inicial}}$$

Eficiencia alimenticia (EA): Es expresado como el porcentaje de la cantidad de alimento que ha sido convertido en crecimiento ponderal de cada pez.

$$\text{EA (\%)} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{alimento gastado}} \times 100$$

Supervivencia

Expresada en porcentaje del número de peces iniciales y los peces que llegaron al finalizar la experiencia, así mismo fue determinada frecuentemente observando a través de los acuarios a los alevines de *O. niloticus* y se manifestó en cada muestreo.

$$\text{S (\%)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ peces finales}}{\text{N}^{\circ} \text{ peces iniciales}} \times 100$$

Valoración de costos de las dietas

Los precios de los insumos utilizados se adquirieron del mercado local y la valoración económica de cada tratamiento se estimó según la proporción que tiene en la dieta. Así mismo, en la preparación de la harina de ensilado de *L. mutabilis* se consideraron insumos como el chocho, melaza, materiales y equipos. Con respecto a los tratamientos de la dieta (control y experimentales) se tuvieron en cuenta los costos de harina de chocho, pescado, harina de maíz, harina de trigo, polvillo de arroz, pasta de algodón, aceite de soya y premix.

Calidad del agua

Se registró quincenalmente la temperatura, el oxígeno disuelto mediante un Medidor De Oxígeno Disuelto - Hi9146 / Hanna, pH con un Universal Test Paper; además amonio total, nitritos y nitratos a través de la prueba colorimétricos Nutrafin ($\pm 0.05 \text{ mg L}^{-1}$).

Diseño y análisis estadístico

Los valores obtenidos fueron mostrados mediante tablas estadísticas de entrada simple con resultados absolutos y relativos; así mismo con sus correspondientes gráficos. Para los valores de crecimiento en longitud, peso y supervivencia, se empleó el análisis de varianza (ANOVA) después se aplicó la prueba de Tukey para la comparación entre todos los tratamientos, todo esto fue con un nivel de significancia para todos los casos con 0,05. Todas las pruebas estadísticas usaron el programa estadístico SPSS versión 23 para Windows con prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.

IV. RESULTADOS

4.1. Composición proximal de las dietas empleadas

Los resultados obtenidos del análisis proximal de todas las dietas (tabla 2; anexos 15,16,17 y 18) muestran una relación directamente proporcional de acuerdo con el incremento de las concentraciones del ensilado biológico de harina de *L. mutabilis* en el alimento, excepto la dieta con 0% del ensilado, que obtuvo datos diferentes en grasas, humedad y cenizas. La concentración de proteína mostró una relación descendente en las dietas experimentales con respecto a la dieta control con 0% del ensilado; ya que esta, fue a base de harina de pescado (anexo 15) con 40 % de proteína; a diferencia de las dietas con 25, 50 y 75 % del ensilado de *L. mutabilis* (anexo 16) donde se obtuvo 37, 34 y 31 % de proteína, respectivamente.

Tabla 2. Composición proximal de las dietas control y experimentales con harina del ensilado de *L. mutabilis*.

Composición	Harina de ensilado de <i>L. mutabilis</i>			
	0%	25%	50%	75%
Proteínas (%)	40.00	37.00	34.00	31.00
Grasas (%)	8.22	5.54	11.06	16.55
Humedad (%)	5.20	3.05	6.09	9.10
Cenizas (%)	4.45	3.42	7.42	10.53

4.2. Índices de crecimiento

Peso promedio de los alevines

A los 15 días del experimento hubo diferencias significativas entre las dietas con 25, 50 y 75% del ensilado *L. mutabilis* con respecto a la dieta control con 0 % del ensilado y a partir de los 30 días hasta el final de la investigación, se observó diferencias significativas entre las dietas (control y experimentales), en el cual la dieta control con 0 % del ensilado, obtuvo los mejores resultados en peso promedio de alevines de *O. niloticus* en esta investigación (72.38 ± 0.9 g).

Tabla 3. Peso promedio (g) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de ensilado de harina de *L. mutabilis*.

Ensilado de harina de <i>L. mutabilis</i>	Tiempo (días)					
	0	15	30	45	60	70
0%	0.33 ^a ± 0.11	8.18 ^a ± 0.63	22.14 ^a ± 0.49	37.82 ^a ± 0.76	62.91 ^a ± 0.58	72.38 ^a ± 0.97
25%	0.32 ^a ± 0.09	3.35 ^b ± 0.58	14.33 ^b ± 1.42	27.32 ^b ± 0.61	54.00 ^b ± 0.74	61.64 ^b ± 0.94
50%	0.33 ^a ± 0.11	4.71 ^c ± 0.51	16.11 ^c ± 0.37	30.68 ^c ± 0.93	56.92 ^c ± 0.58	64.38 ^c ± 0.80
75%	0.31 ^a ± 0.09	6.86 ^d ± 0.42	18.67 ^d ± 0.73	34.47 ^d ± 0.51	59.38 ^d ± 0.77	67.46 ^d ± 0.63

Datos presentados como medias ± desviaciones estándar. Las letras diferentes en los súper índices en una misma columna indican que hay diferencias significativas ($p < 0.05$).

Ganancia de peso promedio de los alevines

Se observa que, a partir de los 15 días, las dietas experimentales difieren significativamente con la dieta control, notándose que hasta al cuarto muestreo las dietas con 0, 25, 50 y 70 % de ensilado biológico de harina de *L. mutabilis* obtuvieron ganancias de peso en una relación ascendente, sin embargo, para el último muestreo se observó bajos valores en ganancia de peso, lo que refleja un crecimiento lento en la parte final del experimento, sin embargo, la dieta control con 0 % del ensilado, obtuvo la mayor ganancia de peso final ($71,99 \pm 6.8$ g).

Tabla 4. Ganancia de peso promedio (g) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis*.

Ensilado de harina de <i>L. mutabilis</i>	Tiempo (días)					G. P
	15	30	45	60	70	Final (g)
0%	7.79 ^a ±0.68	13.96 ^a ±0.70	15.68 ^a ±1.00	25.09 ^a ±1.10	9.47 ^a ±1.25	71.99 ^a ±6.78
25%	3.03 ^b ±0.57	10.98 ^b ±1.41	12.98 ^b ±1.51	26.68 ^b ±0.96	7.64 ^b ±1.14	61.31 ^b ±8.90
50%	4.38 ^c ±0.51	11.4 ^c ±0.50	14.57 ^c ±0.97	26.24 ^b ±0.92	7.47 ^c ±0.99	64.06 ^c ±8.44
75%	6.55 ^d ±0.43	11.81 ^d ±0.97	15.82 ^a ±0.86	24.91 ^a ±0.94	8.08 ^d ±0.88	67.17 ^d ±7.35

Datos presentados como medias ± desviaciones estándar. Las letras diferentes en los súper índices en una misma columna indican que hay diferencias significativas ($p < 0.05$).

Longitud total promedio de los alevines

Los resultados obtenidos revelan que a partir de los 15 días hubo diferencias significativas entre las dietas experimentales con respecto a la dieta control con 0% del ensilado. Existió crecimiento ascendente de acuerdo a la cantidad de inclusión del ensilado de *L. mutabilis* a la dieta, por ende, la dieta con 75 % del ensilado de *L. mutabilis*, obtuvo los mejores resultados en cada muestreo a comparación de las dietas con 25 y 50 %, sin embargo, la dieta control con 0% del ensilado, siempre fue superior en todos los muestreos.

Tabla 5. Longitud total promedio (cm) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis*.

Ensilado de harina de <i>L. mutabilis</i>	Tiempo (días)					
	0	15	30	45	60	70
0%	2.46 ^a ± 0.43	7.03 ^a ± 0.27	9.91 ^a ± 0.22	11.64 ^a ± 0.54	13.74 ^a ± 0.22	14.89 ^a ± 0.57
25%	2.52 ^a ± 0.22	6.18 ^b ± 0.21	9.12 ^b ± 0.13	10.20 ^b ± 0.30	13.15 ^b ± 0.22	14.04 ^b ± 0.40
50%	2.43 ^a ± 0.26	6.46 ^c ± 0.23	9.60 ^c ± 0.15	10.68 ^c ± 0.25	13.50 ^c ± 0.11	14.34 ^b ± 0.42
75%	2.52 ^a ± 0.33	6.83 ^d ± 0.28	9.66 ^c ± 0.15	11.46 ^a ± 0.27	13.71 ^a ± 0.12	15.00 ^a ± 0.29

Datos presentados como medias ± desviaciones estándar. Las letras diferentes en los súper índices en una misma columna indican que hay diferencias significativas ($p < 0.05$).

Ganancia de longitud total promedio de los alevines

A los 15 días, las dietas con 25, 50 y 75 % de ensilado biológico de harina de *L. mutabilis* difieren significativamente entre sí hasta el día 45, sin embargo, para el final de la investigación no se encontraron diferencias significativas, así mismo, la dieta con 75% del ensilado de *L. mutabilis* obtuvo la mayor ganancia de longitud total final (12.50cm ± 1.16 cm) del experimento.

Tabla 6. Ganancia de longitud total promedio (cm) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis*.

Ensilado de harina de <i>L. mutabilis</i>	Tiempo (días)					G. L Final (cm)
	15	30	45	60	70	
0%	4.47 ^a ±0.43	2.88 ^a ±0.33	1.74 ^a ±0.50	2.10 ^a ±0.59	1.15 ^a ±0.51	12.34 ^a ±1.28
25%	3.70 ^b ±0.33	2.94 ^a ±0.21	1.08 ^b ±0.34	2.95 ^a ±0.36	0.89 ^a ±0.47	11.56 ^b ±1.24
50%	4.04 ^c ±0.24	3.14 ^b ±0.27	1.08 ^c ±0.31	2.81 ^a ±0.28	0.85 ^a ±0.40	11.92 ^b ±1.37
75%	4.30 ^a ±0.47	2.84 ^a ±0.34	1.80 ^a ±0.31	2.27 ^a ±0.30	1.29 ^a ±0.31	12.50 ^a ±1.16

Datos presentados como medias ± desviaciones estándar. Las letras diferentes en los súper índices en una misma columna indican que hay diferencias significativas ($p < 0.05$).

Incremento de Biomasa

Los alevines de *O. niloticus* alimentados con dietas con 0, 25, 50, y 75 % de ensilado de *L. mutabilis* se muestra en la Fig. 3, ya que se observa que existió diferencias significativas entre los tratamientos, donde la dieta control con 0% del ensilado, obtuvo mayor incremento de biomasa durante todo el experimento (579.03 ± 0.97 g), sin embargo, entre las dietas experimentales, la dieta con 75% de ensilado de *L. mutabilis* fue el mejor (539.67 ± 0.63 g).

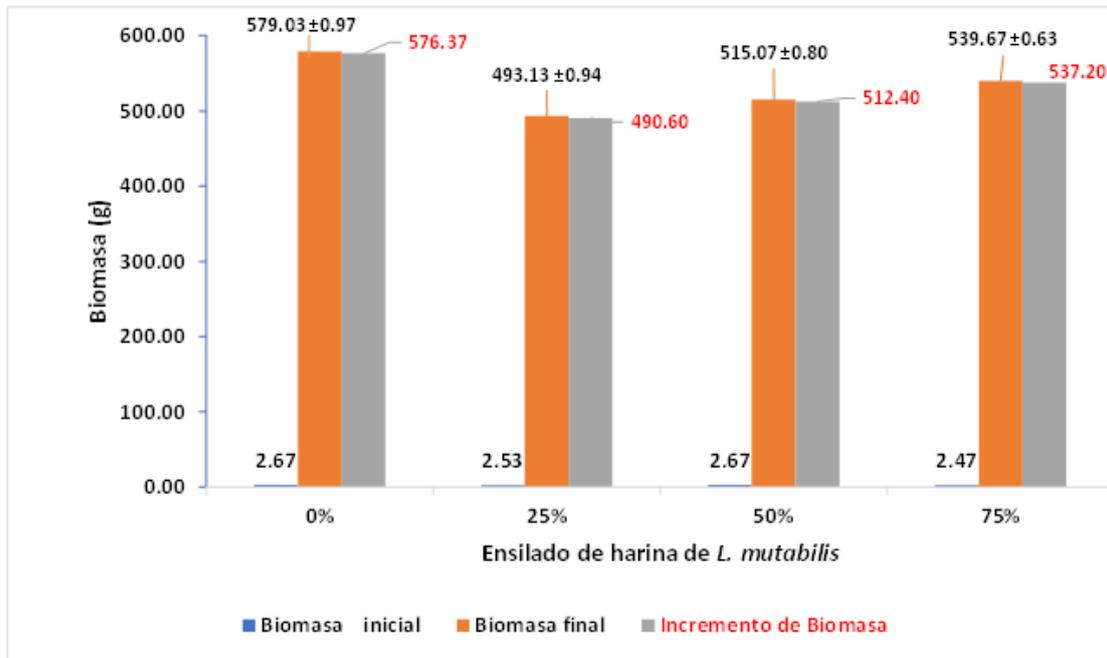


Figura 3. Incremento de Biomasa (g) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis* durante el periodo experimental.

Velocidad de Crecimiento en Peso

Las dietas con 0, 25, 50 y 75 % de ensilado de *L. mutabilis* difieren significativamente entre sí desde el primer muestreo (15 días) hasta el final de la investigación (70 días); así mismo, se obtuvo valores de un comportamiento ascendente en la velocidad de crecimiento promedio en las cuatro dietas hasta al cuarto muestreo, ya que el último presentó resultados decrecientes, donde la dieta control con 0% de ensilado, fue superior a las dietas experimentales en todos los muestreos, con una velocidad de crecimiento promedio total de (1.02 ± 0.41 g/día).

Tabla 7. Velocidad de crecimiento en peso (g/día) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis*.

Ensilado de harina de <i>L. mutabilis</i>	Tiempo (días)					V.C.P Total (g/día)
	15	30	45	60	70	
0%	0.52 ^a ±0.01	0.93 ^a ±0.02	1.04 ^a ±0.02	1.67 ^a ±0.02	0.95 ^a ±0.02	1.02 ^a ±0.41
25%	0.19 ^b ±0.02	0.73 ^b ±0.10	0.86 ^b ±0.11	1.77 ^b ±0.05	0.76 ^b ±0.05	0.86 ^b ±0.57
50%	0.31 ^c ±0.04	0.77 ^c ±0.02	0.97 ^a ±0.01	1.75 ^c ±0.01	0.75 ^c ±0.02	0.91 ^c ±0.53
75%	0.44 ^d ±0.03	0.79 ^a ±0.04	1.07 ^a ±0.04	1.65 ^a ±0.02	0.81 ^d ±0.01	0.81 ^d ±0.45

Datos presentados como medias ± desviaciones estándar. Las letras diferentes en los súper índices en una misma columna indican que hay diferencias significativas ($p < 0.05$).

4.3. Índices de Rendimiento

Factor de Conversión Alimenticia

Existió diferencias significativas entre las dietas con 0, 25, 50 y 75 % de ensilado de *L. mutabilis* a partir de los 15 días; notándose que se obtuvo mayores valores de conversión alimenticia en los primeros días. El factor de conversión alimenticia total de las dietas con 0, 25, 50 y 75 % de ensilado de *L. mutabilis* también presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre sí, en el cual, la dieta control con 0 % del ensilado obtuvo la mayor conversión promedio (1.38 ± 0.93 k). Es decir, los alevines alimentados con la dieta con 0% del ensilado aprovecharon más el alimento suministrado, con respecto a los demás tratamientos.

Tabla 8. Factor de conversión alimenticia (K) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis* durante el periodo experimental.

Ensilado de harina de <i>L. mutabilis</i>	Tiempo (días)					F.C.A. Total
	15	30	45	60	70	
0%	0.48 ^a ±0.01	0.96 ^a ±0.02	1.53 ^a ±0.02	1.04 ^a ±0.01	2.90 ^a ±0.05	1.38 ^a ±0.93
25%	1.25 ^b ±0.07	1.24 ^b ±0.16	1.88 ^b ±0.25	0.99 ^b ±0.02	3.61 ^b ±0.23	1.79 ^b ±1.07
50%	0.85 ^c ±0.03	1.18 ^a ±0.01	1.64 ^a ±0.02	1.00 ^c ±0.01	3.68 ^c ±0.02	1.67 ^c ±1.16
75%	0.57 ^a ±0.03	1.14 ^a ±0.06	1.52 ^a ±0.03	1.05 ^a ±0.01	3.40 ^d ±0.05	1.53 ^a ±1.10

Datos presentados como medias ± desviaciones estándar. Las letras diferentes en los súper índices en una misma columna indican que hay diferencias significativas ($p < 0.05$).

Eficiencia alimenticia

Se obtuvo diferencias significativas desde los 15 días hasta el final del periodo experimental. Así mismo se observa que hasta el día 60 se obtuvieron eficiencias altas (>50%), por lo cual se manifestó una ligera disminución en la eficiencia en el último muestreo de la investigación (fig.8); aun así, la dieta control con 0% del ensilado consiguió mayor eficiencia alimenticia total (101, 26 ± 60.7 %).

Tabla 9. Eficiencia alimenticia (%) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis* durante el periodo experimental.

Ensilado de harina de <i>L. mutabilis</i>	Tiempo (días)					E.A. Total
	15	30	45	60	70	
0%	207.9 ^a ±2.65	103.2 ^a ±1.60	65.30 ^a ±0.89	95.50 ^a ±1.10	34.40 ^a ±0.56	101.26 ^a ±60.70
25%	79.90 ^b ±4.62	81.30 ^b ±11.1	53.90 ^b ±6.58	101.6 ^b ±2.60	27.70 ^b ±1.85	68.88 ^b ±27.00
50%	117.3 ^c ±4.62	84.70 ^c ±0.87	60.80 ^c ±0.45	100.1 ^c ±0.61	27.20 ^c ±0.23	78.02 ^c ±32.64
75%	175.1 ^d ±8.60	87.4 ^a ±5.10	66.00 ^a ±1.21	94.8 ^a ±0.40	29.40 ^d ±0.35	90.54 ^d ±49.81

Datos presentados como medias ± desviaciones estándar. Las letras diferentes en los súper índices en una misma columna indican que hay diferencias significativas (p <0.05).

4.4. Supervivencia de alevines

En cuanto a la tasa de supervivencia de los alevines, no existió diferencia significativa (p>0,05) ya que las dietas con 0, 25, 50 y 75 % de ensilado biológico de harina de *L. mutabilis* presentaron 100% de supervivencia.

4.5. Valoración de costos de las dietas

En la tabla 10 se observa el gasto económico realizada en las dietas con 0, 25, 50 y 75 % de ensilado biológico de harina de *L. mutabilis*, donde se muestra que producir un Kg de alimento, con los insumos formulados, tiene un costo de S/. 4.80 para la dieta con 0% de ensilado biológico de harina de *L. mutabilis*, lo que indica que a medida que aumenta el porcentaje de inclusión del ensilado de *L. mutabilis* a la dieta, disminuye el gasto económico, donde el menor costo es S/ 4.10 con la dieta del 75 % del ensilado.

Tabla 10. Costo de la dieta por Kg. de alimento.

Ingredientes	Porcentaje	Costo S/. Por kg	Costo S/. kg. 0%	Costo S/. kg. 25%	Costo S/. kg. 50%	Costo S/. kg. 75%
<i>L. mutabilis</i>	0	5.00	0	0.70	1.40	2.10
Harina de pescado	53.50	7.00	3.80	2.80	1.90	1.00
Harina de maíz	15.00	2.00	0.30	0.30	0.30	0.30
Harina de trigo	12.00	2.50	0.30	0.30	0.30	0.30
Polvillo de arroz	11.00	1.80	0.20	0.20	0.20	0.20
Pasta de algodón	5.00	2.00	0.10	0.10	0.10	0.10
Aceite de soya	3.00	4.50	0.10	0.10	0.10	0.10
Premix	0.50	3.00	0.02	0.02	0.02	0.02
Total	100		4.80	4.50	4.30	4.10

4.6. Parámetros físico – químicos del agua

Se registró valores de temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/l), pH, amoníaco (mg/l), amonio (mg/l) y nitratos (mg/l) en los intervalos óptimos para *O. niloticus*, los cuales se muestran en la Tabla 11 (Mariluz, 2015; Cáceres *et al.*, 2023).

Tabla 11. Registro de los parámetros físico – químicos del agua durante el periodo experimental.

Tratamientos	T (°C)	OD (mg/l)	pH	NH3 (mg/l)	NH4 (mg/l)	NO3 (mg/l)
T0	26.37 ± 1.19	5.63 ± 0.43	6.75 ± 0.45	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00
T1	26.84 ± 0.33	5.58 ± 0.40	6.67 ± 0.49	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00
T2	26.22 ± 1.21	5.78 ± 0.24	6.62 ± 0.51	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00
T3	26.94 ± 0.25	5.71 ± 0.49	6.67 ± 0.49	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00
*Rangos Óptimos	24 - 28	3 - 10	6.5 - 9.0	0 - 0.05	0 - 0.1	0 - 0.1

*Rangos óptimos obtenidos de los autores Mariluz, (2015) y FAO, (2022a).

V. DISCUSION

El efecto beneficioso del ensilado biológico de *L. mutabilis* como ingrediente en la dieta de alevines de *O. niloticus*, es observado a partir de los 15 días de iniciado el experimento en crecimiento de peso y longitud, donde los tratamientos con 25, 50 y 75% de ensilado biológico de harina de *L. mutabilis* obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$), sin embargo, sus resultados fueron inferiores al tratamiento con 0 % de este ensilado, con crecimiento en peso y longitud promedio 72.38 ± 0.97 g y 14.89 ± 0.57 cm, respectivamente, esto indica que los alevines de *O. niloticus* asimilaron mejor la dieta con proteína de origen animal, harina de pescado, comparada con la proteína de origen vegetal, *L. mutabilis*. De acuerdo con Gutiérrez *et al.* (2011), *O. niloticus* presenta una digestibilidad alta (>71%) en proteínas y lípidos de origen animal comparadas con las de origen vegetal; además la harina de pescado posee contenido proteico (65%) y una composición ideal de aminoácidos esenciales altamente digestibles (FAO, 2020); por ende relacionado con el ensilado de *L. mutabilis* que solo presenta 42,90 % de proteína (COLECBI S.A), la tilapia utiliza eficientemente la harina de pescado al de la harina *L. mutabilis* (25, 50 y 75% de inclusión), sin embargo la dieta con el 75 % del ensilado en el alimento, obtuvo el mayor peso y longitud ($p < 0.05$) entre los tratamientos experimentales.

Los resultados de esta investigación indican que ensilar la harina de *L. mutabilis* y utilizarlo como insumo en las dietas con 25, 50 y 75% de inclusión, mejora la absorción y utilización de los componentes nutricionales por alevines de *O. niloticus*, esto significaría que los probióticos (*Lactobacillus* sp) del ensilado, aumentaron el crecimiento y el apetito de los alevines, así mismo redujeron problemas por enfermedades. De acuerdo con Valipour *et al.* (2019), los probióticos poseen la capacidad de producir enzimas, generar compuestos antimicrobianos, funcionar como agentes de control de enfermedades y mejorar la calidad del agua.; así también aceleran y mejoran el tránsito gastrointestinal, incrementando la absorción de minerales, vitaminas (Ángel, 2013); por ello, el crecimiento y el metabolismo están íntimamente ligados a la capacidad digestiva del organismo. (Kralik *et al.*, 2018).

En esta investigación, existió un crecimiento favorable de acuerdo con la inclusión del ensilado en las dietas experimentales, aun así, no se logró superar al control (harina de pescado) con 0% del ensilado, porque no fue una sustitución al 100% si no hasta el 75

% con ensilado de *L. mutabilis* en reemplazo de la harina de pescado como fuente proteica. Debido a que el *Lactobacillus* sp. es utilizado en la alimentación de *O. niloticus*, para la generación de enzimas hidrolíticas que favorecen la digestión y absorción del alimento. Entre estas enzimas se encuentran las proteasas, amilasas y glicosidasas, las cuales descomponen compuestos más complejos en nutrientes más simples. para su rápida absorción por el organismo (Valipour *et al.*, 2019). De la misma manera, también tiene un efecto positivo en la flora intestinal al mejorar la capacidad digestiva de otros componentes. (Hill *et al.*, 2014) y a balancear el microbiota intestinal, disminuye la tasa de mortalidad y funciona como complemento nutricional (Elbashir *et al.*, 2018).

En los resultados obtenidos en esta investigación, probable que los probióticos del ensilado de *L. mutabilis* de la dieta hayan contribuido con el incremento de los pliegues intestinales de *O. niloticus* y por consiguiente una absorción eficiente de nutrientes, como sugiere CTAQUA (2018). Pessione, 2012, demostró que el uso de bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* sp) en el alimento modifican la histomorfometría (aumento de pliegues) del intestino del pez; a mayor cantidad de pliegues intestinales significa mayor actividad de enzimas digestivas (Vargas, 2011) y mayor absorción, unas 5-6 veces más (Herrería, 2013); por ello, son responsables de la absorción y utilización eficiente de nutrientes e inmunoprotección contra patógenos (Neto *et al.*, 2018). Además, las bacterias del ensilado de *L. mutabilis*, podrían haber actuado en la asimilación de los nutrientes, ya que el intestino de la tilapia es largo (1.2 a 4.7 veces la longitud del cuerpo), delgado y muy plegado; en el cual ocurre la digestión, ya que es una especie omnívora (CTAQUA, 2018). Igualmente, el sistema digestivo de *O. niloticus* se divide en tres secciones: el intestino anterior, medio y posterior, en el intestino anterior, se llevan a cabo procesos enzimáticos, microbianos y de absorción. (Guerra, 2011).

Pérez *et al.* (2011), utilizaron *Lactobacillus rhamnosus*, en el alimento para tilapias por 30 días, se observaron mejoras en la estructura interna del intestino, así como un fortalecimiento del sistema inmunológico de la mucosa intestinal, además, se notó un aumento en la longitud de los pliegues intestinales y un cambio en la composición de las células inmunes intestinales, particularmente un incremento en la cantidad de linfocitos intraepiteliales, granulocitos acidófilos y células caliciformes. De acuerdo con todo lo expuesto, en nuestra investigación la concentración de proteína del ensilado de *L. mutabilis* en dietas con 0, 25, 50 y 75% fueron de 40, 37, 34, y 31% respectivamente, donde se observa que, a mayor porcentaje de inclusión del ensilado en la dieta, disminuye

el contenido proteico, sin embargo; con 75% del ensilado en la dieta, se obtuvo los mejores resultados ($p < 0.05$) en crecimiento, en comparación con 25 y 50 % del ensilado, ya que las bacterias ácido-lácticas del ensilado de *L. mutabilis* de la dieta, hayan modificado e incrementado los pliegues intestinales de *O. niloticus* y por conclusión, a mayor % del ensilado en el alimento, mayor absorción de nutrientes e incremento de pliegues intestinales del pez.

La dieta con 0% de ensilado biológico de harina de *L. mutabilis*, obtuvo los mejores resultados ($p < 0.05$) en crecimiento de peso y longitud en esta investigación, a comparación de las dietas experimentales con 25, 50 y 75% del ensilado; esto se debería a que, en la composición proximal, la dieta control presenta el valor más alto de proteína con 40 %. Así mismo, Pantoja *et al.* (2020), obtuvieron 49.04% de proteína. De acuerdo con Nicovita (2022), los alevines de tilapia de 0.5 g necesitan entre 40 – 45 % proteína en la dieta para el mejor crecimiento. Por lo tanto, es muy probable que la dieta control, la harina de pescado, presente los diez aminoácidos esenciales como la arginina, histidina, isoleucina, lisina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Guiscafré, 2019), fundamentales para el eficiente crecimiento de la tilapia (FAO, 2022a).

Los lípidos son la principal fuente de energía, siendo hasta 2.25 veces más energéticos que las proteínas, y su cantidad está relacionada directamente con el nivel de proteína en la alimentación., por esta razón, es posible que la dieta control haya obtenido los mejores resultados ($p < 0.05$), ya que con 40 % de proteína presenta 8.22% de grasa. Así que, para 40% de proteína se necesita de 6 a 8% de grasa (Guiscafré, 2019). De acuerdo con Sutili *et al.* (2018), La relación entre proteínas y grasas es fundamental en toda dieta, ya que un exceso de grasas en los alimentos contamina el agua y una falta de ellas afecta negativamente el crecimiento. Así mismo, se recomienda utilizar para tilapias ácidos grasos esenciales con niveles de 0.5 a 1% de omega 3 y un 1% de omega 6, grasas polinsaturadas (Awaad & Awaad, 2017); aceites esenciales secundarios, como el timol, carvacrol, eugenol, cinamaldehído, y los flavonoides (Sutili *et al.*, 2018). Por lo indicado anteriormente, en la presente investigación, la dieta con 0% de ensilado de harina de *L. mutabilis* presenta ácidos grasos altamente insaturados, del grupo omega-3, como el EPA y el DHA (5 y 6 dobles enlaces) (Ascona, 2021) ya que contiene 100% de harina de pescado como fuente proteica en el alimento.

En esta investigación, es probable que los minerales y vitaminas esenciales del grupo B estén presentes en la dieta con 0% de ensilado de harina de *L. mutabilis* y 100% de harina de pescado y hayan contribuido en la mejor utilización de nutrientes (Ascona, 2021) la cual, obtuvo los mejores resultados ($p < 0.05$) en crecimiento de peso y talla a comparación de dietas con 25, 50 y 75 % del ensilado de harina de *L. mutabilis*. Es así que Keong & Romano (2014), han demostrado que el aporte de minerales como el Cromo, Zinc, Cobre y Hierro, así como las vitaminas B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), B5 (ácido pantoténico), B6 (piridoxina) y B7 (biotina) en la dieta son fundamentales para que la tilapia pueda crecer de manera óptima y aprovechar al máximo los nutrientes, cuando están deficientes, causan una baja tasa de crecimiento (FAO, 2022a).

Erazo *et al.* (2021), incorporaron *L. mutabilis sweet* en dietas para de *Oreochromis* sp. con inclusiones de 0,10, 20 y 30 %; donde la dieta control, el alimento comercial, presentó el mayor crecimiento. Así mismo Rivero *et al.* (2018), utilizaron 0, 35 y 45 % de *L. mutabilis*, en la cual con 35% de *L. mutabilis* se obtuvo el mejor crecimiento. Por otro lado, en especies de la misma base alimenticia al de *O. niloticus* (omnívoros); Villacorta & Arista (2013), adicionaron *L. mutabilis* en la dieta para *P. brachypomus*, al 27, 29, 31 y 33 %, en la cual con 31% se presentó el óptimo crecimiento. Por su parte, Armas (2016) usó para *C. macropomum*, niveles al 0, 50, 60 y 70 %, en el que la dieta con 0% de *L. mutabilis* obtuvo el mejor crecimiento. Debido a ello, los resultados de la presente investigación indican que a mayor % de inclusión de *L. mutabilis* existe un crecimiento favorable en peso y longitud, sin embargo, en algunos casos los valores no superan a la dieta control, por ser un reemplazo parcial más no, total. Esta tendencia de ir aumentado el porcentaje a las dietas se debe al desarrollo de nuevas variedades de semillas ricas en aminoácidos azufrados y un menor contenido de alcaloides (Córdova, 2020). A raíz de estos estudios, se planteó y formuló dietas con 0, 25, 50 y 75% de inclusión de harina del ensilado de *L. mutabilis* en la investigación.

Los resultados obtenidos indican que la dieta con 0 % del ensilado de harina de *L. mutabilis* obtuvo mejor ($p < 0.05$) ganancia de peso y longitud (71.99 g y 12.34 cm, respectivamente) a comparación de las dietas con 25, 50 y 75% de ensilado biológico de *L. mutabilis*; debido a que esta dieta presenta exclusivamente harina de pescado como fuente proteica; a pesar de ello, la dieta con 75 % del ensilado fue la mejor en peso y longitud (67.17 g y 12.5 cm, respectivamente) con respecto a las dietas con 25 y 50 % de ensilado, presentándose al ensilado de *L. mutabilis* como una excelente alternativa para

un reemplazo parcial de la harina de pescado. De igual manera, Erazo *et al.* (2021), encontraron mayor ganancia de peso y talla (11.1 g y 5.91 cm, respectivamente) en *O. niloticus*, con 0 % de *L. mutabilis*; así mismo, Rivero *et al.* (2018), con una dieta al 35% de *L. mutabilis* obtuvo resultados en peso y longitud de 152.47 g y 5.4 cm, respectivamente; por otro lado, Armas (2016), registró mayor ganancia de peso y longitud (41.51 g y 12.91 cm, respectivamente) en *C. macropomum* con 0 % de *L. mutabilis*; así también, Villacorta & Arista (2013), encontraron el mayor incremento en peso (252.6 g) con 31 % de *L. mutabilis* en dieta para *P. brachypomus*. Los valores registrados en estas investigaciones, indican que el incremento de peso varía en relación a un número de factores como, la especie, etapa de producción, densidad de siembra, calidad de los insumos, alimentación, grado de actividad y temperatura del agua. (Aguilar, 2010).

Los datos obtenidos en las variables de incremento de biomasa, VCP, FCA y EA no fueron de mejor beneficio con dietas al 25, 50 y 75 % de ensilado a comparación de la dieta con 0% de ensilado biológico de *L. mutabilis* que obtuvo los mejores resultados ($p < 0.05$) con valores de 579.04 g, 1.02 g/día, 1.38 und, 101.26 %, respectivamente; a pesar de esto, la dieta con 75 % de ensilado obtuvo valores de 539.68 g, 0.81 g/día, 1.53 und, 90.54 %, respectivamente, en la cual fue mejor entre las dietas con 25 y 50% de ensilado biológico de *L. mutabilis*, esto indica que hasta 75 % de inclusión del ensilado, *O. niloticus* presenta mayor velocidad de crecimiento y aprovecha mejor el alimento suministrado, pero sin superar los resultados de la dieta con 0% de ensilado biológico de *L. mutabilis*. De igual manera, Erazo *et al.* (2021), encontraron el mejor incremento de biomasa, VCP y FCA (506.4 g, 0.22 g/día y 1.43 und, respectivamente) con la dieta control para *O. niloticus*; así también Rivero *et al.* (2018), indicaron que a 35% de *L. mutabilis* se obtuvo mejor FCA con 1.59 und en *O. niloticus*. De acuerdo con lo anterior, esto significaría que existen factores que afectan a estos índices de crecimiento, como los requerimientos proteicos, la tasa de alimentación, entre otros; por eso para la tilapia la VCP está entre 1,7 y 4,6 g/pez/día y FCA oscila entre 1,6 a 1,9 und, en la etapa de alevinaje (Martinez & Mendoza, 2015).

El mejor resultado en EA ($p < 0.05$), lo obtuvo el tratamiento con 0% del ensilado biológico de harina de *L. mutabilis* con 101 %, sin embargo, con 75% del ensilado, presentó la mejor ($p < 0.05$) EA con 91 %, con respecto a las dietas con 25 y 50 %; encontrándose dentro del rango (1 a 100%), para una buena eficiencia del alimento, ya que las más efectivas son superiores al 50%, por eso, en esta investigación se obtuvo

resultados favorables al 50 % en todas las dietas. Por consiguiente, es probable que esta eficiencia se deba por la adición de enzimas exógenas en la harina de *L. mutabilis*, ya que aumenta la solubilización de sus proteínas; así también la calidad proteica de los insumos, factor principal que afecta el rendimiento y la digestibilidad (Arias ,2013).

La supervivencia de los alevines de *O. niloticus* en esta investigación fue del 100 % en todas los tratamientos 0, 25, 50 y 75 % del ensilado biológico de harina de *L. mutabilis*, lo cual indica que no hubo un efecto negativo que pudiera afectar la salud de los alevinos ya que no presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) con la dieta control; sin embargo, Erazo *et al.* (2021), encontraron supervivencia de 97.78, 100, 100, y 93.3% para las dietas con 0, 10, 20 y 30% respectivamente de harina de *L. mutabilis* en la dieta. Por eso, es muy probable que la supervivencia al 100 % en todas las dietas de este estudio, se deba a la adición de *Lactobacillus* sp. al ensilado, lo cual permitió un mejor aprovechamiento y digestibilidad de los nutrientes del alimento (Neto *et al.*, 2018) e incrementa la respuesta inmune, por ende, disminuye la tasa de mortalidad y funciona como complemento nutricional (Elbashir *et al.*, 2018).

Por otro lado, los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua no influyeron en el crecimiento de los alevines de *O. niloticus* en condiciones de laboratorio durante los 70 días del periodo de la investigación, ya que encontraron dentro del rango establecido por los autores (Mariluz, 2015; Cáceres *et al.*, 2023) para especies tropicales.

Los resultados obtenidos en esta investigación, el uso del ensilado de *L. mutabilis* es importante ya que disminuye la composición porcentual de la harina de pescado en las dietas, lo cual a su vez se ve reflejado en una disminución en la valoración de costos; ya que en la dieta control, el principal insumo proteico es la harina de pescado que de acuerdo al Banco Central de Reserva del Perú para abril del 2023, tiene un valor de \$ 1755.34 por tonelada, lo que equivale a S/ 7.00 el kilo, así mismo, las dietas con ensilado de *L. mutabilis* S/ 4.50 por kilo en el mercado. Según AQUA (2018), los costos en la elaboración de alimentos balanceados representan del 25 al 60 % del costo total del alimento, esto debido al alto contenido proteico, que es la harina de pescado, insumo que encarece las dietas. De acuerdo con lo anterior, esto significaría una disminución en lo económico para la elaboración del alimento de *O. niloticus*, ya que el ensilado de harían de *L. mutabilis*, es una fuente de origen vegetal y una alternativa eficiente y económica para reducir la dependencia del uso de la harina de pescado (Hernández, 2014).

El análisis realizado al ensilado biológico de harina de *L. mutabilis* en esta investigación, demuestra que este insumo de origen vegetal tiene muchas ventajas que lo convierte en una atractiva alternativa para reemplazar a la principal fuente proteica, la harina de pescado, en alimentación de *O. niloticus*. También, este insumo presenta buena aceptación, aprovechamiento y digestibilidad, gracias a la adición de enzimas exógenas (probióticos) en el ensilado biológico (Neto *et al.*, 2018). Sin embargo, los resultados obtenidos en este experimento obligan a plantear estudios complementarios con la finalidad de determinar el crecimiento en talla y peso, con una inclusión del 100% del ensilado de *L. mutabilis* para tener el objetivo de encontrar mejores resultados respecto a la dieta con 0% de ensilado de harina de *L. mutabilis* con diferencias significativas.

VI. CONCLUSIONES

- Los resultados de la investigación evidencian el mejor ($p < 0.05$) crecimiento en peso y longitud con la dieta control con 0 % del ensilado de *L. mutabilis* (71.99 g y 12.34 cm, respectivamente) a comparación de las dietas experimentales con 25, 50 y 75 % de ensilado de *L. mutabilis*, sin embargo, la dieta con 75 % del ensilado de *L. mutabilis*, fue la mejor ($p < 0.05$) en peso y longitud (67.17 g y 12.5 cm, respectivamente) entre las dietas experimentales (25 y 50 % del ensilado), presentándose este porcentaje de ensilado de *L. mutabilis* como una excelente alternativa para un reemplazo parcial de la harina de pescado.
- La supervivencia de los alevines no tuvieron diferencias significativas en los tratamientos con 0%, 25%, 50% y 75% de ensilado de *L. mutabilis*.
- La dieta con 75 % de ensilado de *L. mutabilis* fue la que obtuvo la menor cotización económica con S/ 4.10 por kg a comparación de las dietas con 0%, 25% y 50 % de ensilado de *L. mutabilis*.

VII. RECOMENDACIONES

- Establecer el reemplazo total de la harina de pescado por el ensilado de *L. mutabilis* para poder estandarizar la dosis exacta en la dieta para los alevines de *O. niloticus*, lo cual no se pudo realizar en la presente investigación por falta de unidades experimentales.
- Realizar estudios de digestibilidad de la materia seca, proteínas, grasas y carbohidratos y el tiempo de evacuación gástrica de la harina del ensilado de *L. mutabilis* en peces de potencial acuícola, como la tilapia, para determinar el grado de asimilación de los nutrientes, establecer la frecuencia y cantidad de alimento a emplear en un sistema de cultivo.
- Realizar un estudio completo del perfil de aminoácidos esenciales y de ácidos grasos totales de la harina del ensilado de *L. mutabilis* para identificar la presencia/ausencia de aminoácidos o ácidos grasos esenciales.
- Realizar estudios que identifiquen la presencia de factores anti nutricionales (alcaloides, taninos, inhibidores de las proteasas) de la harina del ensilado de *L. mutabilis*.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar F. 2010. Modelos matemáticos no lineales como herramienta para evaluar el crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus Chitralada*) alimentadas con dietas peletizadas o extruidas. Trabajo de grado Magister en Producción Animal. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2010. 135 p.
- Alcántar J. 2022. Producción de machos YY de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (L). Una revisión de la tecnología. UNPA-PIFI, Oaxaca. México. 29 p.
- Ángel M. 2013. Uso de probióticos en la nutrición de Monogástricos como alternativa para mejorar un sistema de producción: Colombia, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. P. 6,15-16,19, 31-33.
- AQUA. 2018. La importancia de la nutrición. [actualizado 2021; consultado el 7 de jun. de 2021]. <https://www.aqua.cl/editorial/la-importancia-la-nutricion/>.
- Arias A. 2013. Evaluación in vitro del efecto de carbohidrasas sobre la bioaccesibilidad de las proteínas de altramuz (*Lupinus sp.*). Tesis para Maestría. Universidad de Almería. España. 34 p.
- Armas A. 2016. Influencia de la harina de tarwi, *Lupinus mutabilis* (*Fabaceae*), en el crecimiento de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (*Serrasalmidae*) criados en ambientes controlados. Tesis de Biólogo. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía, Perú. 62 p.
- Ascona N. 2021. Control del proceso de la planta de harina de pescado Tecnológica de Alimentos (TASA) Callao Norte. Tesis de Ingeniero Pesquero. Pisco: Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Perú. 80 p.
- Awad E, Awaad A. 2017. Role of medicinal plants in growth performance and immune status in fish. *Fish & Shellfish Immunology*, 67, 40-54.
- Ayala G. 2014. Aporte de los cultivos andinos a la nutrición humana. *Raíces Andinas*.7-9. 106.

- Badillo D, Zaragoza J, Vega F, López M, Herrera S, Cueto L, Guerrero R. 2018. Requerimiento de proteína y lípidos para el crecimiento de juveniles del pez nativo *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844). *Ecosistemas y recursos Agropecuarios*, 5(14), 345-351.
- Berger C. 2020. La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú. *South Sustainability*, 1(1).
- Cáceres M, Navarro A, Torrez J. 2023. Evaluación de la calidad del agua en cultivos tradicionales de tilapias *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis* spp. del departamento de León, junio-agosto 2022. (Doctoral dissertation).
- Caicedo W, Rodríguez R, Lezcano P, Vargas JC, Uvidia H, Samaniego E. 2018. Rectal digestibility of nutrients in growing pigs, fed with taro silage. Technical note. *Cuban J Agr Sci* 51: 337-341.
- Carvajal F, Linnemann A, Nout M, Koziol M, Van Boekel M. 2016. *Lupinus mutabilis*: composition, uses, toxicology, and debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), 1454-1487.
- Castañeda B, Manrique R, Gamarra F, Muñoz, A., Ramos F. 2009. Formulación y elaboración preliminar de un yogurt mediante sustitución parcial con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*). *Medicina naturista*, 3(1), 2-9.
- Castañeda B. 2018. Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis sweet*. *Scientific Electronic Library Online*.210-211p.
- Castillo, GWE, Sánchez, SHA, Ochoa, MGM. 2019. Evaluación del ensilado de residuos de pescado y de cabeza de langostino fermentado con *Lactobacillus fermentus* aislado de cerdo. *Revista de investigaciones Veterinarias del Perú*. 30(4):1456-1469. ISSN: 1609-9117.
- Cipriano M, Abrego NP, Cruz B, Rojas S, Olivares J, Ávila B, Salem ZM, Camacho LM. 2015. Elaboration and characterization of biological devil fish silage (*Plecostomus* spp.) with *Lactobacillus* spp. and molasses as an additive, in the lower basin of the Balsas River in the state of Guerrero, Mexico. *Life Sci J*. 12 (25): 68-74.

- Córdova J. 2020. Componentes de valor funcional y proteico antes y después de la extrusión y secado en Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) desamargado. Tesis de Doctor. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 94 p.
- Coreas A, Gutiérrez J, Rodríguez E, Flores J. 2021. Evaluación de diferentes densidades de siembra de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques artesanales de agua dulce en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador. *Revista Agrociencia*, 5(21), 16–23.
- CTAQUA. 2018. Informe de vigilancia tecnológica alimentación optimizada para tilapia nilótica *Oreochromis niloticus* de Senegal. Centro Tecnológico de la Acuicultura. 1-48.
- Díaz-Resendiz G, Ortiz-Lazareno C, Covantes-Rosales E, Trujillo-Lepe M, Toledo-Ibarra A, Ventura-Ramón H, Girón-Pérez I. 2019. Effect of diazinon, an organophosphate pesticide, on signal transduction and death induction in mononuclear cells of Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology*, 89, 12-17.
- Elbashir S, Parveen S, Schwarz J, Rippen T, Jahncke M, De Paola A. 2018. Seafood pathogens and information on antimicrobial resistance: A review. *Food Microbiology*, 70, 85–93.
- 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. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp.
- FAO. 2018. Organización de las naciones unidas para la pesca y la alimentación, Papel de la FAO en la Acuicultura, tomado de <http://www.fao.org/aquaculture/es/> el día 14/11/2018
- FAO. 2019. Valor nutritivo y patrones de consumo. Obtenido de FAO: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/cap04.htm
- FAO. 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. 243 pp. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>

- FAO. 2022. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma. 288 pp. <https://www.fao.org/3/cc0461es/online/sofia/2022/aquaculture-production.html>
- Ganoza F, Prieto C, Álvarez J, Álvarez O, Gonzales L. 2021. Guía para obtención de alevines de tilapia en ambiente controlado (*Oreochromis niloticus* tilapia gris y *Oreochromis* sp. tilapia roja). Inf Inst Mar Perú, 48(1), 80-89.
- Gasco L, Gai F, Maricchiolo G, Genovese G, Ragonese S, Bottari T. 2018. Supplementation of vitamins, minerals, enzymes and antioxidants in fish feeds. In enzymes and antioxidants in fish feeds. p. 63-103.
- Guerra G. 2011. Efecto de la adición de un probiótico (*Bacillus subtilis*) en la alimentación de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), durante la fase juvenil, en la Aldea Madre Vieja, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala. Tesis Lic. Guatemala, GT. Universidad de San Carlos de Guatemala. 44 p (en línea). Consultado el 16 Agosto 2016. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1228.pdf
- Guiscafré J. 2019. Dieta enriquecida con *nannochloropsis limnetica* para juveniles de tilapia (*Oreochromis niloticus*) Tesis de Maestría en Ingeniería de Biosistemas. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro, Mexico. 63 p.
- Gulisano A, Alves S, Martins J, Trindade L. 2019. Genetics and breeding of *Lupinus mutabilis*: An emerging protein crop. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1385.
- Gutiérrez A, Infantes M, Pascual G, Zamora J. 2016. Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Agroindustrial Science*, 145-149.
- Gutierrez E, Yossa P, Vásquez T. 2011. Digestibilidad aparente de materia seca, proteína y energía de harina de vísceras de pollo, quinuas y harina de pescado en tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*. 15 (2): 169.179.
- Hernández M. 2014. Efecto de la sustitución en dieta de harina de pescado con harina de productos de origen animal, en juveniles de corvina golfina *Cynoscion othonopterus*. Tesis de Maestro de Ciencias. Baja California: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Mexico. 50 p.

- Hernández YG, Sosa D, Boucourt R, Scull I. 2015. Caracterización química de un alimento ensilado para cerdos. Nota técnica. Cuban J Agr Sci 49: 91-92.
- Herrería E. 2013. Intestino delgado y patologías asociadas a la malabsorción intestinal. Universidad de Cantabria, España. 31 p. <http://hdl.handle.net/10902/2198>
- Hill, C, F. Guarner, G. Reid, G.R. Gibson, D.J. Merenstein, B. Pot, M. Morelli, R.B. Canani, H.J. Flint, S. Salminen, P.C. Calder, and M.E. Sanders. 2014. The international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol. 1:506-514. doi:10.1038/nrgastro.2014.66
- INAPESCA. 2018. Instituto Nacional de Pesca. Acuicultura comercial, Rana toro. México. Pp. 9. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-rana-toro>
- INS. 2017. Instituto Nacional de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima, Perú: Ministerio de Salud. 62 p.
- Jo 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. Laqua18.
- Keong W, Romano N. 2014. Revisión sobre nutrición de la tilapia Parte 3: Vitaminas y minerales (Aqua Cultura (ed.); 104th ed.). Laboratorio de Nutrición de Peces, Universiti Sains Malaysia. 28-29 p.
- Kord Mi, Srour Tm, Omar Ea, Farag Aa, Nour Aam, Khalil Hs. 2021. The immunostimulatory effects of commercial feed additives on growth performance, non-specific immune response, antioxidants assay, and intestinal morphometry of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Front Physiol. 12(627499):1-12.
- Kralik P, Babak V, Dziedzinska R. 2018. The impact of the antimicrobial compounds produced by lactic acid Bacteria on the growth performance of *Mycobacterium aviumsub* sp. paratuberculosis. Frontiers in Microbiology, 9, 638.
- Lupins.org. 2019. (18 de agosto de 2019). Lupins.org. Obtenido de Feed & Food: <http://www.lupins.org/feed/#grain>

- Maia W, De Oliveira R. 2013. Propiedades funcionais da obtencao da silagem acida y biológica de residuos de pescado. Uma revisado. Rev Bras Mig Sanid Anim.7 (2): 126-156.
- Mapfumo B. 2019. Tilapia trade global and regional trends. FAO/ASTF GCP/RAF/510/MUL: Enhancing capacity/risk reduction of emerging Tilapia Lake Virus (TiLV) to African tilapia aquaculture. 28 p.
- Mariluz A. 2015. Evaluación de los parámetros productivos y de calidad de agua en el cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* en sistemas de recirculación cerrada en laboratorio. Callao: Universidad Nacional del Callao, Perú. 62 p.
- Martinez V, Mendoza W. 2015. Comportamiento del crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*, utilizando alimento comercial: para tilapia al 28 % vs para camarón al 30 %. Trabajo de grado: Ingeniero Acuicola. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 135 p.
- Maza, Q, M & Paredes, M, G. 2013. Digestibilidad aparente de proteínas y lípidos en dietas formuladas con diferentes concentraciones de harina de *Lupinus mutabilis* “Tarwi” en alevines, juveniles y adultos de *Oreochromis* sp, Tilapia roja. Tesis para título. Universidad Nacional del Santa. Chimbote-Perú. 56 pp.
- MINAGRI. 2018. Ministerio de Agricultura y Riego. Anuario estadístico de producción agrícola. Lima, Perú: Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP). 371 p.
- Moreno P, Reategui J, Pastor J, Pio A. 2018. Planeamiento estratégico para la industria peruana de acuicultura. Tesis para obtener el grado de Magíster en Administración Estratégica de Empresas. Pontificia Universidad Católica del Perú Escuela de Posgrado. 24 pp.
- Musco N, Cutrignelli M, Calabrò S, Tudisco R, Infascelli F, Grazioli R, Lo Presti V, Gresta F, Chiofalo B. 2017. Comparison of nutritional and antinutritional traits among different species (*Lupinus albus* L; *Lupinus luteus* L; *Lupinus angustifolius* L.) and varieties of lupin seeds. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 101: 1227–1241.

- Nasrin S, Rahman M. y col. 2021. Effect of feeding frequency on the growth of GIFT (*Oreochromis niloticus*). En: International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 9.2, 98-107. <https://acortar.link/v7ruUM>.
- Neto R, Reis P, Vasconcelos C, Guimarães M, Santos L. 2018. Morfología comparativa do trato digestório de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em sistema semi-intensivo vs da pesca artesanal. *Jornal Interdisciplinar de Biociências*, 3(2), 50 19–24.
- Nicovita. 2022. Manual de Crianza de Tilapia Nicovita Lima, Perú. 49 p. <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf> (Consultado 2 de feb., 2022).
- Noriega Salazar A, Rivas Salazar D, Silva Acuña R, Hurtado E. 2020. Crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapia roja con dietas suplementadas de vitaminas C y E. *Revista Ciencia: Universidad Estatal de Milagro*. Septiembre-Diciembre; 13(34): p. 16-27.
- Ozyurt G, Boga M, UÇar Y, Boga EK, Polat, A. 2017. Chemical, bioactive properties and in vitro digestibility of spray-dried fish silages: Comparison of two discard fish (*Equulites klunzingeri* and *Carassius gibelio*) silages. *Aquaculture nutrition*. 1-8: 1365-2095.
- Pantoja L, Prieto G, Vargas E. 2020. Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) para su industrialización. *Tayacaja*, 3(1).
- Peralta E, Villacrés E. 2015. 100 recetas prácticas usando quinua, chocho y amaranto. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. 421p.
- Pérez T, Balcázar L, Merrifield, L, Carnevali O, Gioacchini G, de Blas I, Ruiz-Zarzuela I. 2011. Expression of immune-related genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) induced by probiotic bacteria during *Lactococcus garvieae* infection. *Fish & shellfish immunology*, 31(2), 196-201.
- Pessione E. 2012. Lactic acid bacteria contribution to gut microbiota complexity: lights and shadows. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 2, 86.

- Pezzato A. 1996. Balanceamiento de raciones para peces de agua caliente. Software ALITE, Brazil.
- Rackocy, J. 2021. Programa de información de especies acuáticas: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Roma: FAO.
- Ramírez JC, Gutiérrez R, Ulloa JA, Rosas P, Torres G, Bautista PU. 2018. Utilization of fish and mango wastes on biological silage production. *Current Research in Agricultural Sciences*. 5(1):6-14: 2312-6418.
- Repo, Carrasco, R. 1998. Introducción a la ciencia y tecnología de cereales y de granos andinos. Lima, Perú. Ediagraria.
- Reyes D. 2018. Densidades idóneas para sistemas de policultivo de especies comerciales Tilapia Roja (*Oreochromis spp.*) y Carpa Roja (*Ciprynus carpio*) en sistemas de confinamiento artesanal en lagos artificiales en Santiago de Cali (Valle del Cauca, Colombia). *Idesia (Arica)*, 36(1), 73-82.
- 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.
- Saldaña, G. & M. Fukushima. 2010. Efecto de dietas con diferentes concentraciones de *Lactobacillus* sp., enriquecido con proteína hidrolizada, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus*. *Rev. Tilapia y Camarones*. Año 3. N° 9. Salinas, Ecuador.
- Sánchez S, Hernández-Martínez Y, Cuello-Marín R, Quintero M, Vilarity-Naranjo J. 2023. Obtención de ensilaje biológico a partir de fermentación láctica de residuos pesqueros. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 21(2), 13-17.
- Sutili J, Gatlin M, Heinzmann M, Baldisserotto B. 2018. Plant essential oils as fish diet additives: benefits on fish health and stability in feed. *Reviews in Aquaculture*. doi: 10.1111/raq.12197.

- Tacon A. 2020. Trends in global aquaculture and aquafeed production: 2000– 2017. Rev Fish Sci Aquac. 2020; 28(1):43-56. <https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1649634>
- Tapia E. 2015. El tarwi, lupino Andino tarwi, tauri o chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) FIP1ra Edición Áncash-Perú. 108 p.
- Tesfahun A. 2018. Temesgen M. Food and feeding habits of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) in Ethiopian water bodies: A review. Int J Fish Aquat Stud. 6(1):43-47. <http://www.fisheriesjournal.com/archives/2018/vol6issue1/PartA/5-6-54-506.pdf>
- UNE 64015:1971. Piensos compuestos y primeras materias. Determinación de humedad y materias volátiles. Método de desecación por el calor.
- UNE 64019:1971. Piensos compuestos y primeras materias. Determinación cuantitativa de las cenizas.
- UNE 64021:1970. Piensos compuestos y primeras materias. Determinación cuantitativa de grasa bruta o extracto etéreo.
- UNE-EN ISO 5983-2:2006. Alimentos para animales. Determinación del contenido en nitrógeno y cálculo del contenido de proteína bruta. Parte 2: Método de digestión de bloque/destilación al vapor. (ISO 5983-2:2005)
- Valipour A, Nedaei S, Noori A, Khanipour A, Hoseinifar H. 2019. Dietary *Lactobacillus plantarum* affected on some immune parameters, air-exposure stress response, intestinal microbiota, digestive enzyme activity and performance of narrow clawed crayfish (*Astacus leptodactylus, Eschscholtz*). Aquaculture, 504, 121–130.
- Vargas J. 2011. Observación morfológica del aparato digestivo y hábitos alimenticios en peces. Nutrición y alimentación de organismos acuáticos, Folleto de componente curricular. Departamento de acuicultura e industrias pesqueras, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 14pp.
- Villacorta M, Arista L. 2013. Influencia de la harina de tarwi *Lupinus mutabili* (*Fabaceae*) en el crecimiento y composición corporal de alevinos de paco *Piaractus brachypomus* (*pisces: serrasalmidae*) criados en corrales. Tesis Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Perú. 131 p.

Villacrés C. 2020. Estudio del impacto del proceso de desamargado y fermentación sólida sobre la composición nutricional del grano de lupino y su aplicación en panificación. Programa de doctorado en Ciencias de la Alimentación. Universidad de Valencia. 205 p.

Villamagua L. 2013. Elaboración de una mezcla alimenticia a base de chocho y maíz, que contribuya a mejorar el estado nutricional de los niños menores de 5 años de los Barrios San Vicente, La Loma, Sagrado Corazón, Cochaloma, San Pedro, de la comunidad de Cangahua. Tesis de pregrado. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Quito. 108 p.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del lugar de la experimentación



Anexo 2. Unidades experimentales (alevines de *O. niloticus*).



Anexo 3. Distribución de los tratamientos utilizados en el experimento.

ESTANTE 1	TCR1	T1R1	T2R3
	T2R1	T3R2	T1R2
ESTANTE 2	T3R3	TCR2	T2R2
	TCR3	T1R3	T3R1

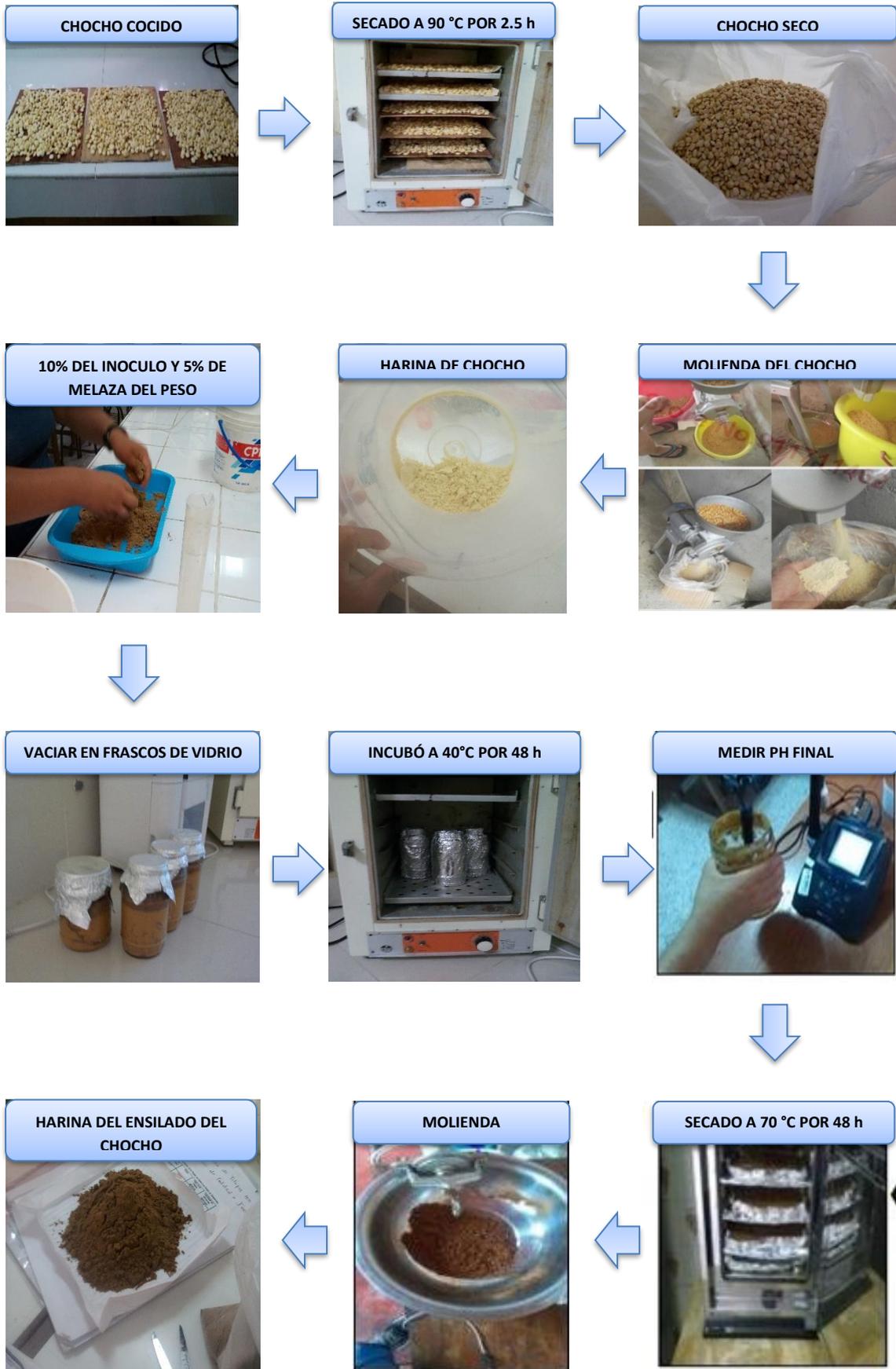
Anexo 4. Siembra de alevines en los acuarios experimentales.



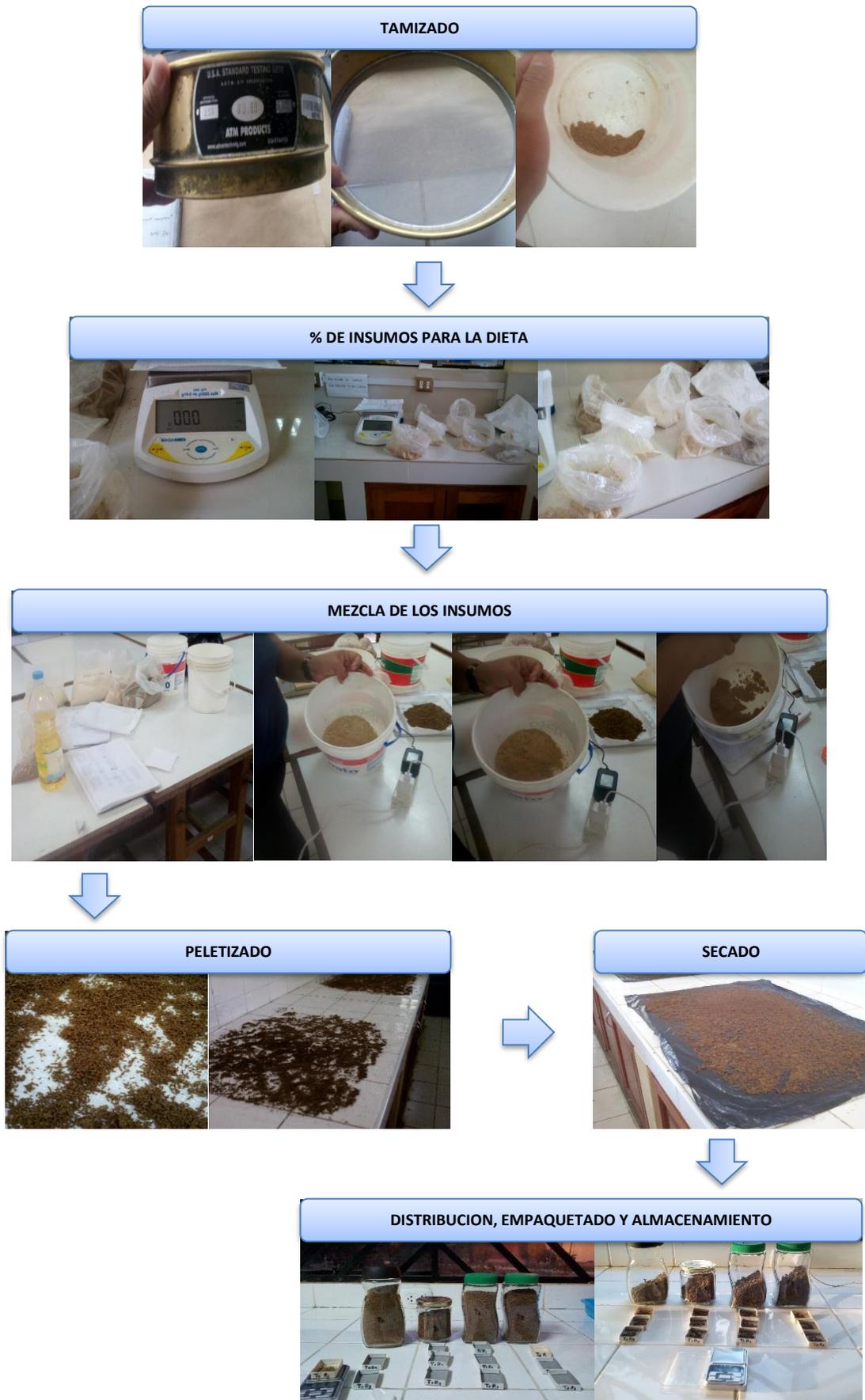
Anexo 5. Activación de bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus sp.*).



Anexo 6. Flujograma de la preparación de harina de ensilado biológico del tarwi.



Anexo 7. Flujo de elaboración de dietas.



Anexo 8. Llegada y aclimatación de los alevines en los acuarios.



Anexo 8. Muestreo (talla) de alevines de *O. niloticus* a los 0 días.



Anexo 9. Muestreo (peso y talla) de alevines de *O. niloticus* a los 15 días.



Anexo 10. Muestreo (peso) de alevines de *O. niloticus* a los 30 días.



Anexo 11. Muestreo (talla) de alevines de *O. niloticus* a los 45 días.



Anexo 12. Muestreo (talla y peso) de alevines de *O. niloticus* a los 60 días.



Anexo 13. Biometría a los 70 días, al final del experimento.



Anexo 14. Instrumentos y equipos utilizados en la investigación.

TAMIZ DE 250 μm



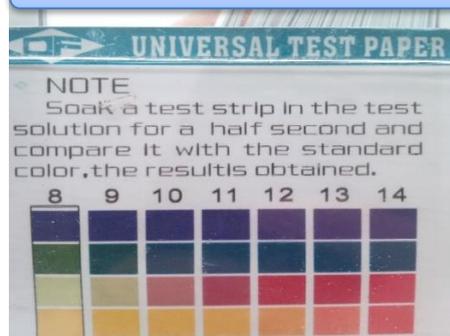
MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO - HI9146 / HANNA



TEST DE NITRATOS



PH METRO



Anexo 15. Composición de proteína de la harina de pescado.



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° 20180205-003

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **MICHAEL ISIDRO UCEDA**
 DIRECCIÓN : Av. Buenos Aires AA.HH Divino Jesús Mz:B Lt:10- Nuevo Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : **HARINA DE PESCADO.**
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA.
 MÉTODO 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 x 400g
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2018-02-05
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2018-02-05
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2018-02-05
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : **SS 180205-3**

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	M-1
Proteínas (%) Factor 6,25	65,00

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas: UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006 .

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
Proporcionadas por el Solicitante (X) **Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()**
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- 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 afecto al proceso de Dirimencia 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, Febrero 06 del 2018.
 GVR/jms

LC-MP -HRIE
 Rev. 05
 Fecha 2017-07-01

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

FIN DEL INFORME

(Firma)
A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 C. R. P. 128
COLECBI S.A.C.

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES 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

Anexo 16. Composición de proteína del ensilado de la harina de *L. mutabilis*.



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° 20180205-002

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **MICHAEL ISIDRO UCEDA**
 DIRECCIÓN : Av. Buenos Aires AA.HH Divino Jesús Mz.B Lt:10- Nuevo Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : **ENSILADO DE HARINA DE CHOCHO.**
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA.
 MÉTODO 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 x 400g
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2018-02-05
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2018-02-05
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2018-02-05
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : **SS 180205-2**

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	M-1
Proteínas (%) Factor 6,25	42,90

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas: UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006 .

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- 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 afecto al proceso de Dirimencia 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 negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 06 del 2018.
 GVR/jms

LC-MP -HRIE
 Rev. 05
 Fecha 2017-07-01

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

FIN DEL INFORME

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 BIOLÓGICO MICROBIOLÓGICO
 L. B. P. 128
COLECBI S.A.C.

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES 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

Anexo 17. Composición proximal de los tratamientos 1 y 2.



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° 20180214-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: MICHAEL ISIDRO UCEDA
DIRECCIÓN	: Av. Buenos Aires AA.HH Divino Jesús Mz.B Lt.10- Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO	: ABAJO INDICADOS.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA.
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 02 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: Bolsa de polietileno transparente cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2018-02-14
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2018-02-14
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2018-02-14
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 180214-5

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA	
	L. MUTABILIS (CHOCHO), HARINA DE PESCADO, HARINA DE MAÍZ, HARINA DE TRIGO, POLVILLO DE ARROZ, PASTA DE ALGODÓN, ACEITE DE SOYA. TRATAMIENTO 1	L. MUTABILIS (CHOCHO), HARINA DE PESCADO, HARINA DE MAÍZ, HARINA DE TRIGO, POLVILLO DE ARROZ, PASTA DE ALGODÓN, ACEITE DE SOYA. TRATAMIENTO 2
Grasa (%)	5,54	11,06
Humedad (%)	3,05	6,09
Cenizas (%)	3,42	7,42

METODOLOGÍA EMPLEADA

Grasa: UNE 64021 1970.
Humedad: UNE 64015 1971
Cenizas: UNE 64019 1971

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- 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 afecto al proceso de Dirimencia por su perechibilidad 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 negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 15 del 2018.
GVR/jms

LC-MP -HRIE
Rev. 05
Fecha 2017-07-01

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorio
DIRECCIÓN NACIONAL DGGD
CALLE 118
COLECBI S.A.C.

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

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES 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

Anexo 18. Composición proximal del tratamiento 3 y el control.



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° 20180213-003

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: MICHAEL ISIDRO UCEDA
DIRECCIÓN	: Av. Buenos Aires AA.HH Divino Jesús MzB Lt10- Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO	: ABAJO INDICADOS.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA.
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 02 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: Bolsa de polietileno transparente cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2018-02-13
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2018-02-13
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2018-02-13
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 180213-3

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA	
	L. MUTABILIS (CHOCHO), HARINA DE PESCADO, HARINA DE MAÍZ, HARINA DE TRIGO, POLVILLO DE ARROZ, PASTA DE ALGODÓN, ACEITE DE SOYA. TRATAMIENTO 3	HARINA DE PESCADO, HARINA DE MAÍZ, HARINA DE TRIGO, POLVILLO DE ARROZ, PASTA DE ALGODÓN, ACEITE DE SOYA. CONTROL
Grasa (%)	16,55	8,22
Humedad (%)	9,1	5,2
Cenizas (%)	10,53	4,45

METODOLOGÍA EMPLEADA

Grasa: UNE 64021 1970.

Humedad: UNE 64015 1971

Cenizas: UNE 64019 1971

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- 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 afecto al proceso de Dirimencia 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, Febrero 14 del 2018.

GVR/jms

LC-MP -HRIE
Rev. 05
Fecha 2017-07-01

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorio
BIOLOGO MICROBIOLOGO
L.R.P. 118
COLECBI S.A.C.

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

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES 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

Anexo 19. Talla (cm) de los especímenes de *O. niloticus* al inicio del experimento.

Nº	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	2.0	2.0	3.0	2.5	2.8	2.5	2.0	2.4	2.6	2.5	3.0	2.5
2	2.0	2.0	3.0	2.3	2.5	2.4	2.0	2.8	2.7	2.4	3.0	2.8
3	3.5	2.0	3.0	2.5	2.5	2.4	2.5	2.0	2.7	2.4	2.8	2.8
4	2.8	2.0	2.8	2.4	2.8	2.5	2.5	2.2	2.8	2.5	2.5	2.1
5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8	2.5	2.4	2.3	2.5	2.5	2.5	2.0
6	2.0	2.5	2.8	2.4	2.5	2.4	2.4	2.2	2.5	2.8	2.5	2.0
7	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.3	2.5	2.2	2.4	3.0	2.5	2.0
8	2.0	2.8	2.4	3.0	3.0	2.0	2.3	3.0	2.3	3.0	2.4	2.0

Anexo 20. Talla (cm) de los especímenes de *O. niloticus* a los 15 días del experimento.

Nº	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	6.9	7.1	7.2	5.9	5.9	6.4	6.1	6.8	6.5	6.5	6.3	6.5
2	7.1	7.2	7.5	6.2	6.3	6.3	6.0	6.5	6.6	6.8	7.2	7.1
3	7.2	7.4	6.9	6.1	6.3	6.4	6.3	6.4	6.5	7.0	7.1	6.9
4	6.8	6.5	6.8	5.9	6.2	6.2	6.4	6.4	6.8	7.1	6.9	7.0
5	6.5	6.8	6.7	6.2	5.9	6.1	6.5	6.7	6.3	6.6	6.8	7.1
6	7.3	6.9	7.2	6.3	5.8	6.0	6.4	6.8	6.5	6.5	7.2	6.7
7	6.9	7.1	7.3	5.9	6.4	6.5	6.1	6.5	6.4	6.9	6.5	6.5
8	7.3	7.2	6.9	6.4	6.3	6.4	6.4	6.9	6.3	6.4	7.1	7.1

Anexo 21. Talla (cm) de los especímenes de *O. niloticus* a los 30 días del experimento.

Nº	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	9.8	9.8	10.2	9.1	8.9	9.2	9.6	9.8	9.7	9.9	9.9	9.6
2	9.7	10.2	10.2	9.2	9.0	9.3	9.6	9.5	9.5	9.7	9.6	9.9
3	10.1	10.1	9.6	9.3	9.2	9.3	9.7	9.4	9.4	9.8	9.5	9.5
4	9.8	10.3	9.7	9.3	9.1	9.1	9.8	9.6	9.8	9.7	9.4	9.6
5	10.2	9.7	9.9	8.9	8.9	9.2	9.5	9.4	9.3	9.8	9.8	9.4
6	9.6	9.8	10.1	9.0	9.1	8.9	9.7	9.7	9.6	9.5	9.7	9.6
7	9.7	9.7	10.1	9.1	9.2	9.1	9.6	9.8	9.7	9.7	9.5	9.7
8	9.9	9.7	9.8	9.2	9.1	9.2	9.7	9.4	9.6	9.7	9.7	9.7

Anexo 22. Talla (cm) de los especímenes de *O. niloticus* a los 45 días del experimento.

N°	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	12.5	11.4	11.7	10.4	10.5	10.2	10.3	10.7	10.5	11.2	11.4	11.1
2	11.7	12.2	12.2	9.9	10.6	10.3	10.7	10.6	11.2	11.3	11.3	11.7
3	12.5	11.8	11.2	10.1	10.8	10.2	10.8	10.9	10.3	11.5	11.5	11.6
4	10.9	12.1	10.7	10.2	9.8	9.8	10.4	10.5	10.5	10.9	11.8	11.8
5	11.8	10.8	11.5	10.3	9.9	9.7	10.6	10.7	10.7	11.4	11.6	11.5
6	11.5	11.3	11.8	9.8	10.5	10.4	10.9	10.3	11.2	11.5	11.5	11.4
7	11.8	12.2	10.9	10.2	10.3	10.7	10.6	10.5	10.8	11.7	11.3	11.3
8	10.9	11.8	12.2	10.3	10.1	9.9	11	10.8	10.9	10.9	11.9	11.9

Anexo 23. Talla (cm) de los especímenes de *O. niloticus* a los 60 días del experimento.

N°	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	13.8	14.0	13.7	12.9	13.2	12.8	13.5	13.4	13.4	13.8	13.5	13.8
2	13.8	13.8	13.6	12.8	13.3	12.9	13.6	13.5	13.5	13.7	13.7	13.7
3	13.5	13.8	13.4	13.1	13.4	13.2	13.4	13.6	13.6	13.6	13.7	13.6
4	13.7	13.9	13.5	13.2	13.5	13.3	13.5	13.3	13.4	13.9	13.8	13.5
5	13.9	13.7	13.3	13.3	12.9	13.4	13.3	13.5	13.6	13.6	13.8	13.8
6	13.7	13.5	14.1	13.2	13.2	13.4	13.4	13.6	13.5	13.8	13.5	13.7
7	14.0	13.5	14.0	12.9	13.5	13.2	13.7	13.5	13.4	13.7	13.7	13.7
8	14.1	13.7	13.8	12.8	13.2	13.1	13.4	13.7	13.6	13.8	13.8	13.9

Anexo 24. Talla (cm) de los especímenes de *O. niloticus* a los 70 días del experimento.

N°	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	15.5	14.8	14.7	14.5	13.7	13.2	14.6	13.5	14.1	14.5	14.9	15.2
2	15.4	14.7	14.2	14.3	13.6	14.8	14.2	14.2	14.3	15.1	15.3	15.4
3	15.8	15.2	13.5	14.6	14.1	14.5	14.6	14.9	13.9	14.6	15.2	14.7
4	15.1	15.4	14.7	14.2	14.2	13.9	14.3	13.9	13.9	14.9	14.5	14.8
5	14.8	14.7	13.7	14.1	14.2	14.2	14.7	13.9	14.6	15.3	14.8	14.9
6	14.7	14.6	14.9	14.2	13.7	13.7	14.8	14.4	14.7	15.2	15.4	15.3
7	15.2	15.3	15.2	13.2	13.8	13.9	14.9	14.2	14.9	15.1	14.8	14.9
8	15.3	15.6	14.3	14.2	14.1	14.1	13.5	14.5	14.7	14.9	14.9	15.5

Anexo 25. Peso (g) de los especímenes de *O. niloticus* al inicio del experimento.

N°	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5
2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.5	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3
3	0.7	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.7	0.3	0.4	0.2	0.3
4	0.4	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.4	0.2
5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2
6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3
7	0.3	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3
8	0.4	0.3	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3

Anexo 26. Peso (g) de los especímenes de *O. niloticus* a los 15 días del experimento.

N°	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	8.4	8.5	8.5	2.5	2.9	2.8	3.1	5.3	4.2	6.3	6.5	7.2
2	7.5	7.6	8.4	2.3	2.5	2.9	4.9	5.1	4.9	6.2	7.2	7.3
3	8.5	7.4	9.2	3.6	3.8	3.8	4.9	4.6	4.3	6.1	6.9	6.9
4	8.7	7.9	7.3	3.9	3.8	3.9	3.9	4.2	4.7	6.8	7.3	6.8
5	9.1	8.4	7.1	3.8	3.2	3.7	4.3	4.9	5.1	6.9	7.3	6.8
6	8.7	9.1	8.3	3.5	2.1	3.9	4.8	5.3	5.2	7.1	7.5	7.1
7	7.8	8.5	6.9	2.9	3.9	3.7	4.6	4.9	5.2	6.2	6.7	7.4
8	8.3	7.9	8.3	3.9	3.7	3.4	5.1	4.7	4.8	6.4	6.5	7.3

Anexo 27. Peso (g) de los especímenes de *O. niloticus* a los 30 días del experimento.

N°	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	21.3	22.9	22.8	13.8	12.9	15.8	15.4	16.3	16.4	18.8	18.4	17.2
2	21.9	22.7	22.4	13.9	13.7	15.4	15.8	16.4	16.6	19.3	17.5	17.5
3	21.7	21.7	22.5	13.7	13.8	15.9	15.7	16.3	15.9	19.4	18.9	19.9
4	22.3	21.6	21.8	12.9	13.9	16.8	16.3	15.8	15.7	19.3	18.6	17.8
5	22.4	21.4	21.7	12.6	13.5	16.7	16.4	15.9	16.8	19.5	17.9	18.5
6	21.9	21.9	21.6	13.4	12.8	16.8	16.4	16.4	16.4	18.6	18.5	18.9
7	22.5	22.4	21.9	13.6	13.7	15.9	15.9	16.3	16.3	18.8	19.2	18.4
8	22.8	22.7	22.5	12.9	13.3	16.3	15.5	15.8	15.9	19.4	18.1	19.7

Anexo 28. Peso (g) de los especímenes de *O. niloticus* a los 45 días del experimento.

N°	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	38.3	37.9	37.5	28.3	27.3	26.7	30.2	31.3	29.4	34.6	33.8	34.6
2	38.2	38.4	36.4	27.4	27.4	27.4	30.5	30.5	29.6	35.1	34.5	34.9
3	37.9	38.5	37.9	26.1	26.3	27.5	31.5	31.4	31.9	34.8	33.9	33.8
4	37.8	37.8	38.3	27.8	28.1	26.8	31.2	29.8	29.5	34.6	35.1	33.9
5	36.9	38.8	38.4	27.5	27.5	27.9	31.2	31.4	31.6	35.3	34.6	35.2
6	38.7	36.4	38.1	26.7	27.3	27.4	29.4	30.7	32.3	33.8	33.7	33.8
7	37.7	37.2	36.9	28.2	26.6	27.5	29.5	29.5	31.6	34.7	34.6	34.6
8	38.8	36.4	38.4	26.3	27.8	27.8	31.2	31.4	29.7	33.9	34.5	34.9

Anexo 29. Peso (g) de los especímenes de *O. niloticus* a los 60 días del experimento.

N°	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	62.5	62.5	62.9	53.9	53.1	53.7	56.9	57.3	56.8	59.6	59.3	60.4
2	63.1	63.5	62.7	54.5	53.1	53.8	56.1	57.9	57.2	58.9	58.6	60.2
3	63.4	62.8	63.7	54.7	53.2	53.9	57.3	57.3	57.5	60.1	60.4	58.4
4	62.7	62.7	63.2	53.8	53.9	54.8	57.5	56.3	56.3	60.4	60.1	60.1
5	63.7	63.1	62.6	54.3	52.3	54.9	57.8	56.4	56.4	58.4	59.2	59.3
6	62.1	63.4	62.1	54.9	53.1	54.8	56.9	56.9	57.9	58.4	58.6	59.8
7	62.7	63.2	63.2	54.8	52.9	54.1	56.2	56.7	56.5	59.1	58.1	58.9
8	63.3	63.5	61.2	54.9	54.2	54.4	56.9	55.9	57.1	60.3	59.9	58.5

Anexo 30. Peso (g) de los especímenes de *O. niloticus* a los 70 días del experimento.

N°	TRATAMIENTOS											
	TC			T1			T2			T3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	71.5	73.2	70.1	61.7	62.3	61.3	64.3	65	63.2	67.2	67.3	68
2	72.2	70.5	72.3	62.3	61.4	62.1	65.2	63.8	64.3	68.1	67.2	67.4
3	71.1	72.1	73.2	61.2	63.2	62.3	64.1	64.2	65.1	67.3	66.8	66.7
4	73.2	73.2	71.5	63.2	60.3	62.3	66.3	65.1	65.3	68.4	68	66.9
5	72.7	73.6	72.8	60.3	61.3	60.3	63.8	63.2	63.3	68.1	67.3	67.3
6	72.8	71.4	72.4	61.2	60.2	61.5	64.2	65.1	64.4	67.8	65.9	68.3
7	73.4	73.2	71.8	62.6	60.4	60.7	64.7	64.3	65.2	66.3	67.7	67.4
8	73.5	72.2	73.2	62.4	62.5	62.4	63.1	64.1	63.9	67.9	68.1	67.6

Anexo 31. Valores de los parámetros físico, químicos del agua a los 15 días del mes de octubre del 2019

N°	PARÁMETROS					
	T°	OD	pH	NH3	NH4	NO3
T0R1	24.5	6.26	7.2	0.03	0.03	0,02
T0R2	27.1	4.95	7.3	0.03	0.03	0,02
T0R3	27.2	5.91	7.1	0.03	0.03	0,02
T1R1	26.9	5.21	7.2	0.03	0.03	0,02
T1R2	26.9	5.47	7.4	0.03	0.03	0,02
T1R3	27.2	6.37	7.1	0.03	0.03	0,02
T2R1	26.9	5.95	7	0.03	0.03	0,02
T2R2	24.3	6.08	7.3	0.03	0.03	0,02
T2R3	26.9	5.58	7.3	0.03	0.03	0,02
T3R1	27.1	5.76	7.2	0.03	0.03	0,02
T3R2	27.2	5.38	7.1	0.03	0.03	0,02
T3R3	27.1	6.66	7	0.03	0.03	0,02

Anexo 32. Valores de los parámetros físico, químicos del agua a los 30 días del mes de octubre del 2019

N°	PARÁMETROS					
	T°	OD	pH	NH3	NH4	NO3
T0R1	27.1	6.26	7,2	0.03	0.03	0,02
T0R2	27.2	4.95	6.6	0.03	0.03	0,02
T0R3	26.9	5.91	6.7	0.03	0.03	0,02
T1R1	26.8	5.21	6.6	0.03	0.03	0,02
T1R2	26.8	5.47	6.8	0.03	0.03	0,02
T1R3	26.9	6.37	6.9	0.03	0.03	0,02
T2R1	27.1	5.95	6.8	0.03	0.03	0,02
T2R2	26.9	6.08	6.9	0.03	0.03	0,02
T2R3	27.1	5.58	6.6	0.03	0.03	0,02
T3R1	27.2	5.76	6.9	0.03	0.03	0,02
T3R2	26.8	5.38	6.7	0.03	0.03	0,02
T3R3	26.9	6.66	6.8	0.03	0.03	0,02

Anexo 33. Valores de los parámetros físico, químicos del agua a los 45 días en el mes de noviembre del 2019

PARÁMETROS						
Nº	Tº	OD	pH	NH3	NH4	NO3
T0R1	26.9	5.7	7.2	0.03	0.03	0,02
T0R2	26.8	5.49	7.3	0.03	0.03	0,02
T0R3	26.9	5.45	6.7	0.03	0.03	0,02
T1R1	27.1	5.34	7.3	0.03	0.03	0,02
T1R2	26.8	5.35	7.2	0.03	0.03	0,02
T1R3	26.5	5.69	7.1	0.03	0.03	0,02
T2R1	26.9	5.88	6.9	0.03	0.03	0,02
T2R2	26.7	5.86	7.2	0.03	0.03	0,02
T2R3	26.5	5.59	6.6	0.03	0.03	0,02
T3R1	27	5.25	7.4	0.03	0.03	0,02
T3R2	27	5.48	7.3	0.03	0.03	0,02
T3R3	26.8	5.95	7.4	0.03	0.03	0,02

Anexo 34. Valores de los parámetros físico, químicos del agua a los 70 días en el mes de diciembre del 2019

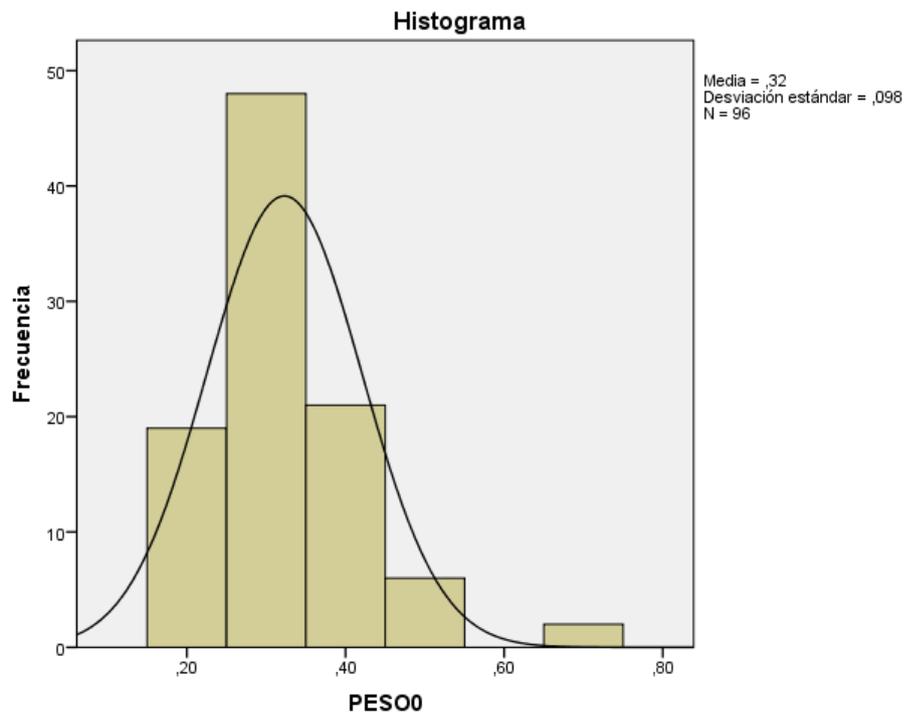
PARÁMETROS						
Nº	Tº	OD	pH	NH3	NH4	NO3
T0R1	27.1	5.75	7.2	0.03	0.03	0,02
T0R2	27.2	5.49	7.3	0.03	0.03	0,02
T0R3	26.9	5.45	7.4	0.03	0.03	0,02
T1R1	26.8	5.34	7.2	0.03	0.03	0,02
T1R2	26.8	5.45	7.3	0.03	0.03	0,02
T1R3	26.9	5.69	6.9	0.03	0.03	0,02
T2R1	27.1	5.30	7.4	0.03	0.03	0,02
T2R2	26.9	5.86	6.8	0.03	0.03	0,02
T2R3	27.1	5.60	6.9	0.03	0.03	0,02
T3R1	27.2	5.25	6.7	0.03	0.03	0,02
T3R2	26.8	5.48	7.3	0.03	0.03	0,02
T3R3	26.9	5.50	7.4	0.03	0.03	0,02

Anexo 35. Prueba de normalidad e histograma del peso (g) de alevines de *O. niloticus* al inicio del experimento.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		PES00
N		96
Parámetros normales ^{a,b}	Media	,3229
	Desviación estándar	,09785
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,291
	Positivo	,291
	Negativo	-,209
Estadístico de prueba		,291
Sig. asintótica (bilateral)		,000 ^c

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.

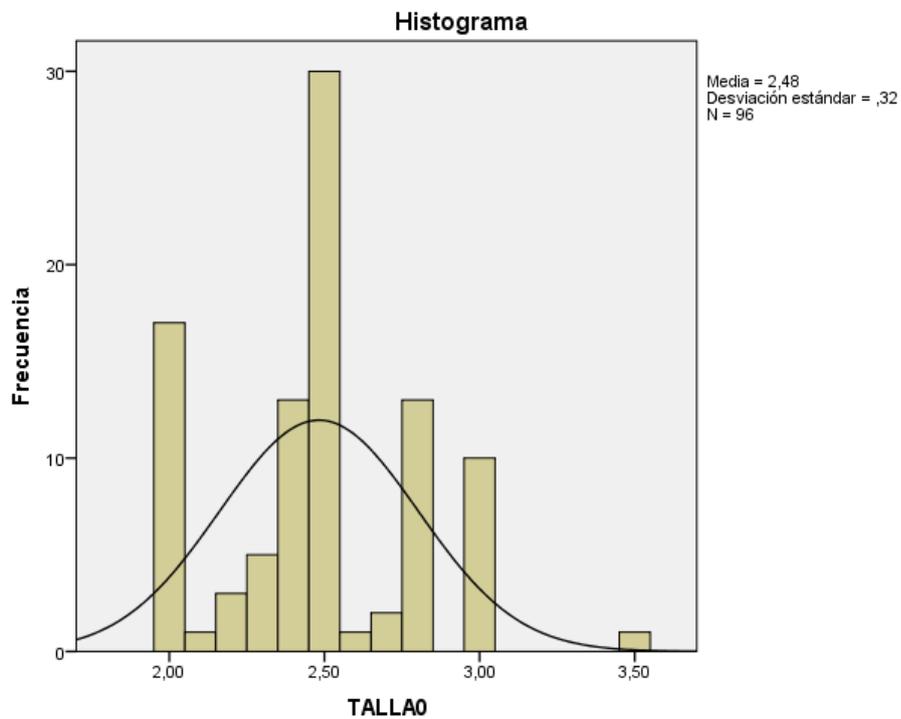


Anexo 36. Prueba de normalidad e histograma de talla (cm) de alevines de *O. niloticus* al inicio del experimento.

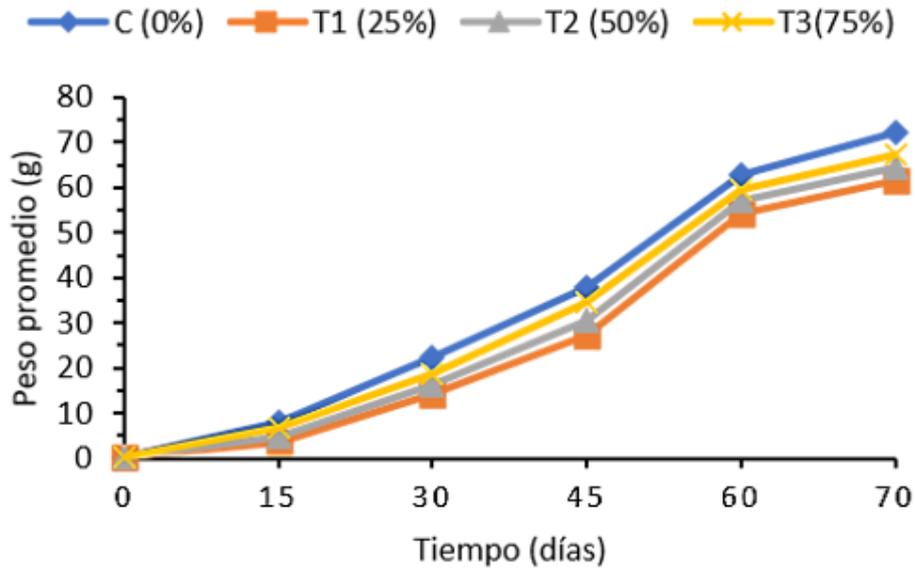
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		TALLA0
N		96
Parámetros normales ^{a,b}	Media	2,4823
	Desviación estándar	,32020
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,197
	Positivo	,197
	Negativo	-,128
Estadístico de prueba		,197
Sig. asintótica (bilateral)		,000 ^c

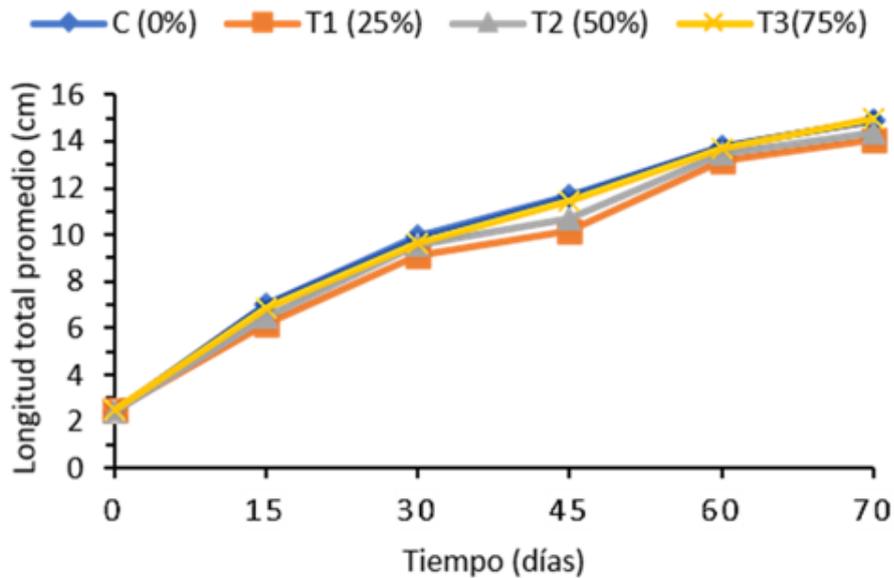
- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.



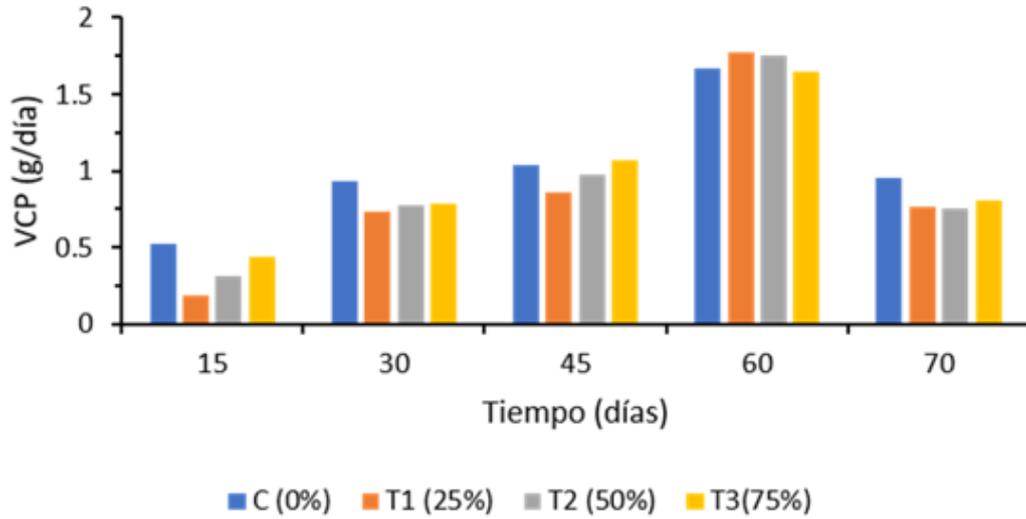
Anexo 37. Pesos promedios (g) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis* durante el periodo experimental.



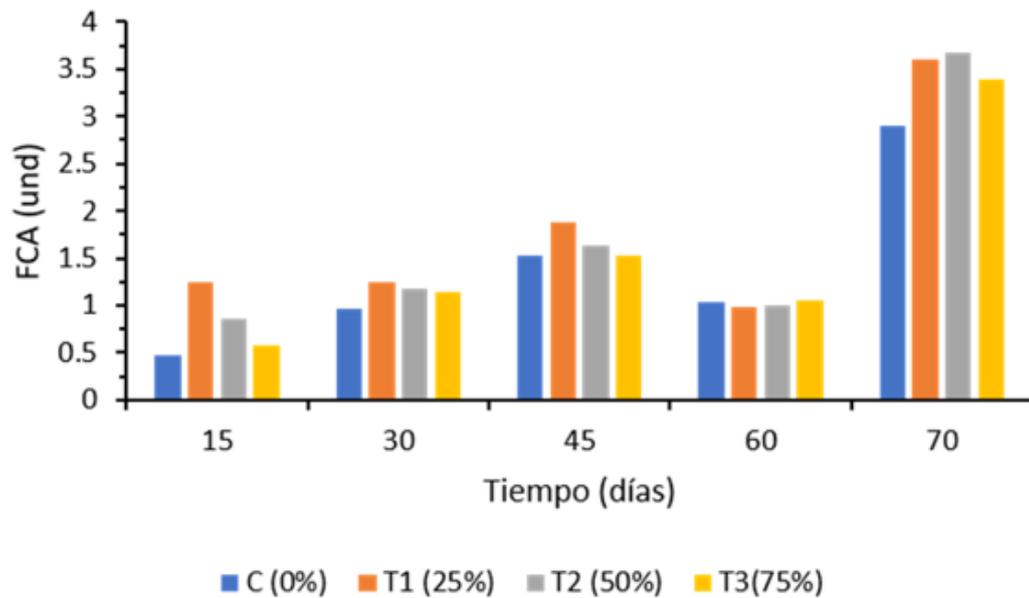
Anexo 38. Longitud total promedio (cm) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis* durante el periodo experimental.



Anexo 39. Velocidad de crecimiento en peso (g/día) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis*.



Anexo 40. Factor de conversión alimenticia (K) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis*.



Anexo 41. Eficiencia alimenticia (%) de alevines de *O. niloticus* alimentados con tres concentraciones de *L. mutabilis* durante el periodo experimental.

