

ARTÍCULO ORIGINAL

# ALIMENTACIÓN DE TRUCHAS *Oncorhynchus mykiss* CON DIETAS DE ENSILADOS BIOLÓGICOS DE VÍSCERAS DE TRUCHAS

## FEEDING OF TROUT *Oncorhynchus mykiss* ON BIOLOGICAL TROUT VISCER DIETS

Miguel Angel Yucra Quispe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Altiplano, Puno Av. Floral 1153

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de la inclusión de ensilado biológico de vísceras de truchas en dietas para trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, etapa engorde, sobre los parámetros productivos: Longitud Estándar Individual (LSI), Peso Vivo Individual (PVI), Ganancia de Peso Individual (GPI), Índice de Conversión Alimenticia (ICA); El estudio se realizó en jaulas de Aquaservis, instaladas en el Lago Titicaca bahía de Puno y tuvo una duración de 41 días, inicio 11 de enero al 22 de febrero del año 2020; Se aplicó la prueba t-student de comparación de dos muestras: T1 truchas alimentadas con alimento comercial y T2 con alimento con ensilado biológico. El contenido químico proximal del ensilado, reporto Proteína cruda 12,6 %, Humedad 67,20 %, Lípidos 26,66 % Cenizas 1,70 %. Los piensos se procesaron en planta APEJAFLO utilizando Software AEZO; el análisis químico proximal de la dieta determino; Proteína (Fc= 6,25), 26,56 %, Humedad, 8,32 %, Grasa 1,9 %, Cenizas 9,4 %, Carbohidratos 41,82 %, Energía 398,62 %, Fibra cruda 2,01 %. Los resultados respecto a la probabilidad en LSI, PVI, GPI y ICA 0,96, 0,99, 0,87 y 0,98, respectivamente, que no existe diferencia significativa en todos los parámetros evaluados. Concluyendo que el ensilado biológico de vísceras de trucha, sustituyendo hasta el 27,9 %, en dietas para piensos de truchas engorde provocan efectos productivos positivos en LSI, PVI, GPI, ICA similares a la dieta comercial.

**Palabras clave:** Adultos, comerciales, ensilado, *Oncorhynchus mykiss*, vísceras.

### ABSTRACT

The effect of the inclusion of biological trout viscera silage in diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, fattening stage, on productive parameters was evaluated: Standard Individual Length (LSI), Individual Live Weight (PVI), Individual Weight Gain (GPI), Feed Conversion Index (FCI); The study was conducted in Aquaservis cages, installed in Lake Titicaca bay of Puno and had a duration of 41 days, start 11 January to 22 February 2020; The t-student test of comparison of two samples was applied: T1 trout fed with commercial feed and T2 with feed with biological silage. The proximal chemical content of the silage, reported Crude protein 12.6 %, Moisture 67.20 %, Lipids 26.66 % Ash 1.70 %. The feed was processed in APEJAFLO plant using AEZO software; the proximate chemical analysis of the diet determined; Protein (Fc= 6.25), 26.56 %, Moisture, 8.32 %, Fat 1.9 %, Ash 9.4 %, Carbohydrate 41.82 %, Energy 398.62 %, Crude fibre 2.01%. The results regarding the probability in LSI, PVI, GPI and ICA 0.96, 0.99, 0.87 and 0.98, respectively, that there is no significant difference in all the parameters evaluated. It is concluded that the biological ensiling of trout viscera, replacing up to 27.9 %, in feed diets for fattening trout causes positive productive effects in LSI, PVI, GPI, ICA similar to the commercial diet.

**Keywords:** Adults, commercial, silage, *Oncorhynchus mykiss*, viscera.

\*Auto de correspondencia: [ma\\_yucraquis@hotmail.com](mailto:ma_yucraquis@hotmail.com)  
ORCID 0000-0002-2625-4741

## INTRODUCCIÓN

La alimentación representa el mayor costo operativo en una explotación intensiva de engorde de peces (Huguenin 1978), costos de producción asociados a la alimentación y relacionados a una pobre eficiencia en la conversión alimentaria y que resulta además en una importante descarga de nutrientes al medio acuático (Coelo 2002), especialmente en la alimentación de truchas comerciales requiere la inclusión de proteínas de origen animal entre el 40 % al 50 % siendo la harina de pescado el principal aportante, que tiene limitantes de uso en cuanto a su costo, y que puede ser reemplazada por sub productos de pesca como el ensilaje de pescado (Torres & Avendaño 2015), las vísceras de pescado de agua dulce constituyen entre el 5 y 11 % del peso corporal; siendo su composición química promedio de 76,6 % agua, 20,4 % proteína, y 3 % minerales (Sztern & Pravia 2001).

El procesamiento de pescado genera entre 50 a 60 % de residuos, que consisten en cabezas, espinazos, aletas, pieles y vísceras, residuos altamente perecibles (Calderón *et al.* 2017), en restos viscerales de truchas en el análisis químico proximal del ensilado biológico (huesos, cabeza colas), señalo el siguiente contenido proteína cruda 12,60 %; humedad 67,20 %; grasa cruda 17,90 %; y contenido de cenizas 2.4 % (Churacutipa 2016), mientras que Mattos *et al.* (2003) señalan que la composición nutritiva del ensilado de pescado, contiene proteínas 20,6 %, fibra 0,0 %, extracto etéreo 5,1 %, extracto libre de nitrógeno 1.8 %, cenizas 5,9 % y materia seca 33,4 % (Shearer *et al.* 1984).

La alimentación de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) durante 32 semanas propicia mejores valores de crecimiento y conversión alimenticia con dietas en que la harina de pescado reemplazando el licuado o ensilaje de pescado (Güllü *et al.* 2014), la sustitución de harina de pescado por ensilado de vísceras de trucha en la elaboración de alimento extruido para pejerrey en la etapa juvenil indica que aportando 50 % de ensilado de vísceras de trucha incrementó valores en el contenido de proteína en 0,86 %, grasa 0,11 % y humedad en 0,16 %; incremento de peso en 0,94 % y tamaño en 0,50 % del pejerrey (Churata 2017), la tilapia roja etapa de engorde indican que al incluir 20 % de ensilaje

químico de vísceras de trucha en dietas se logra mayor retribución económica por kilogramo de carne de pescado no encontraron resultados diferenciales en los parámetros de digestibilidad y zootécnicos, observando que, a mayor inclusión de ensilaje de pescado, se genera mayor talla, peso y conversión alimenticia (Perea *et al.* 2019).

La sustitución de la harina de pescado por el ensilado biológico de vísceras de pescado en juveniles de gamitana no mostró diferencia significativa en el crecimiento y producción para el cultivo (Padilla *et al.* 2019), la sustitución de harina de pescado por el ensilado biológico de vísceras de pescado en raciones para alevinos de banda negra, *Myelus schomburgkii* (Serrasalmidae) criados en corrales en el desarrollo del crecimiento han permitido reemplazarla hasta en un 20 % sin efectos adversos sobre el desarrollo del crecimiento (Pinto & Paredes 2013), sin embargo, la harina de plumas hidrolizada es un buen sustituto de la harina de pescado en la alimentación de trucha arcoíris en un nivel de 20 % (Ramos 2018), asimismo, el alimento húmedo a base de ensilado de pescado, como sustituto de la harina de pescado en la alimentación de peces formularon dos dietas húmedas con 25 % de proteína bruta, comparadas con un control (Alimento Comercial de Tilapia, 30 % proteína), con buenos resultados (Llanes *et al.* 2006).

El proceso de dietas con la formulación más adecuada para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en su etapa de adulto es 41 % de harina de pescado, 25,5 % de soya, 15,5 % de afrecho de trigo, 14,48 % de maíz y 3 % de aceite de soya, que permite obtener un buen desarrollo del pescado con un ICA de 1.16 (Echevarria 2014). El Software AEZO es un programa dietas para peces según cumplimiento de requerimientos nutricionales de los peces (AEZO 2009).

El objetivo fue evaluar los índices biométricos de crecimiento de truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss* alimentados con dietas formuladas por el Software AEZO utilizando ensilado biológico producido a partir de vísceras de truchas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de Estudio

La zona de estudio del efecto comparativo sobre los factores productivos en truchas comerciales, se realizó en el criadero de truchas del Consorcio Trucha Andina Aquaservis, se utilizaron dos jaulas flotantes de 5 m de lado por 5 m de lado, instaladas en el Lago Titicaca Bahía de Puno, zona próxima ubicada a 12 Km de la ciudad de Puno, trayecto carretera Puno - Desaguadero, lugar Sallihua Callejon sector ichu, distrito, provincia, y departamento de Puno; conforme sus coordenadas geográficas referidas en DATUM WGS 84 15°51'25.7722" S, 69°56'30.5742"O.

### Descripción de Métodos

a) Periodo de estudio o frecuencia de muestreo.

El proceso de fermentación anaeróbica del ensilado biológico de vísceras de truchas duro 30 días desde el 03 de diciembre del año 2019 hasta el 03 de enero del año 2020, logrando una pasta hidrolítica biológica; producto del proceso técnico de las operaciones de recepción, molienda, control pH, temperatura, homogenización, envasado y almacenamiento, así como la eliminación de material adulterante o indeseado que acompañe la materia prima, bajo registró de temperatura promedio 25 °C en ambiente, con un pH promedio de 4,5.

b) Materiales y equipos utilizados

El proceso de ensilado biológico de vísceras de truchas se formuló con los siguientes insumos vísceras de trucha 70 %, maíz molido 20 %, papaya licuada 2,5 %, melaza 7,5 %.

El análisis químico proximal del ensilado biológico siguió la metodología en cuatro parámetros:

*Análisis de humedad:* Una muestra del ensilado biológico de vísceras de truchas se hizo secar en estufa, donde el agua evapora quedando la materia seca como residuo. La diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra corresponde a la cantidad de agua contenida en la muestra (AOAC 1995).

*Determinación de proteínas:* El principio básico del método consiste en la conversión del nitrógeno total del alimento en sulfato de

amonio, por ebullición en ácido sulfúrico concentrado, después es destilado a amoniaco. convirtiendo este resultado a un valor total de proteína cruda, mediante una multiplicación por el factor empírico 6,25, método microKjeldahl

*Análisis de cenizas:* Una muestra del ensilado finamente molida se incinero en una mufla a una alta temperatura, para oxidar todos los materiales orgánicos (proteínas, carbohidratos, grasas y vitaminas), el material inorgánico que no se destruye a esta temperatura constituye las cenizas (minerales) (AOAC 1995). Método: Combustión total del alimento en mufla.

*Análisis de grasas:* Se realizó por el método Soxhlet; se tomó una muestra de ensilado biológico finamente molido lavado con solvente a reflujo en el extractor Soxhlet. El solvente cicla y extrae los compuestos lípidos (grasas, aceites, ceras, pigmentos y otros

La composición química proximal del ensilado biológico de vísceras de truchas fue analizada y certificada en el laboratorio de Bioquímica Nutricional de la Escuela Profesional de Nutrición Humana de la UNA-Puno; en fecha 03 de enero del año 2020.

El procesamiento de dietas de alimento balanceado extruido tipo pellet se realizó en la planta artesanal de elaboración de piensos para truchas ubicada en la Comunidad Campesina Chucasuyo Kajje a 5 km de la ciudad de Juli carretera binacional Puno- Desaguadero perteneciente a la Asociación de Pesqueros Artesanales en Jaulas Flotantes del Lago Titicaca – APEJAFLO.

La composición química proximal del alimento balanceado para truchas con ensilado biológico de vísceras de truchas fue analizada y certificada en el laboratorio de la Empresa BHIOS LABORATORIOS de la Ciudad de Arequipa; en fecha 10 de marzo del año 2021.

### *Formulación de la Dieta para Truchas Comerciales*

Para cumplir el objetivo del estudio; se formuló dieta con apoyo del software AEZO en el programa se ingresó el requerimiento nutricional de energía, proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, fibra, etc. Para la etapa de comercial engorde de acuerdo a las referencias bibliográficas y estudios anteriores, y teniendo en cuenta la norma técnica peruana NTP

209,255-2009, así el software optimizo y proporcione una formulación (Tabla 1).

**Tabla 1.** Insumos para Formular Pienso Extruido para Truchas Fase comercial utilizando como complemento el Ensilado Biológico de Vísceras de Trucha como Insumo Sustitutorio de Harina y Aceite de Pescado

N/O	Insumo	Contenido %
1	Harina de pescado	31,0
2	Ensilado de Vísceras de trucha	12,0
3	Maíz molido	20,0
4	Trigo molido	18,0
5	Soya molida	19,0
	Total	100,0

Fuente: Programa (AEZO, 2009).

Para el análisis del efecto productivo se midió cuatro parámetros:

#### *Determinación del Longitud Estándar Individual.*

Mide la longitud en centímetros (cm) de la trucha, desde la nariz hasta la bifurcación de la aleta caudal, se realizó la medición con un ictiómetro de 50 cm.

#### *El Peso Vivo Individual.*

Mide el peso individual de cada trucha en gramos (gr), se pesaron los peces en forma individual en una balanza de reloj con capacidad de 20 Kg, registrándose los pesos de cada individuo, a fin de determinar su biometría.

#### *Determinación de la Ganancia de Peso Vivo Individual.*

Mide la ganancia en peso en un tiempo determinado; se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$GPI = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

#### *Determinación del Índice de Conversión Alimenticia Peso Vivo Individual*

Se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$ICA = \frac{(\text{Alimento consumido Kg})}{\text{Peso vivo corporal (Kg)}}$$

#### c) Variables analizadas

Variable independiente: ensilado biológico producido a partir de vísceras de truchas

Variable dependiente: índices biométricos de crecimiento

#### d) Prueba estadística aplicada

Para evaluar el efecto sobre los Índices biométricos de crecimiento de las truchas en su etapa comercial se utilizó un diseño netamente aleatorio aplicando la prueba t-student de comparación de dos muestras con límite de confianza de  $\alpha=0,05$ . El mismo consistió en dividir aleatoriamente dos grupos experimentales homogéneos de 300 truchas cada una, provenientes de un lote de 45,000 individuos; a cada grupo se le asignó en forma aleatoria una jaula con las mismas características de infraestructura 5m\*5m\*3.5 (75m<sup>3</sup>), igual manejo productivo, temperatura, espacio y aplicación de ración de alimento

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición proximal del ensilado de vísceras de truchas cuenta con un contenido en proteína cruda un 12,60 %, humedad 67,20 %, lípidos crudos 26,66 %, ceniza 1,70 % y 0 % de carbohidratos (Tabla 2)

**Tabla 2.** Composición Proximal del Ensilado Biológico de Visceras de Trucha (*Oncorhynchus mykiss*) del Estudio

N/O	Parámetro	Contenido %
1	Proteína cruda	12,60
2	Humedad	67,20
3	Lípidos crudos	26,66
4	Ceniza	1,70
5	Carbohidratos	0,0

La composición proximal del ensilado biológico de vísceras de truchas guardan relación con lo manifestado por (Sztern & Pravia 2001); que las vísceras de pescado de agua dulce constituyen entre el 5 y 11 % del peso corporal. Su composición química promedio es 76,6 % agua, 20,4 % proteína, y 3 % minerales. Resultado igualmente relacionado con la composición química proximal de ensilado biológico de restos de trucha (Churacutipa 2016); reportando una diferencia significativa en el aporte de lípidos en ensilado

de vísceras de trucha que alcanza 26,66 %; mientras que el ensilado de residuos de trucha contiene 17,90 % de lípidos y el aporte en cenizas corresponde a solo 1,7 en ensilado de vísceras de trucha y 2,4 % en cenizas, de ensilado de residuos de truchas, por la presencia de estructuras óseas

La calidad física del ensilado de las vísceras de truchas fue analizada según su olor, color y consistencias, calificadas de bueno, regular e inaceptable (Tabla 3).

**Tabla 3.** Evaluación Física de la Calidad del Ensilado de Visceras de Truchas del estudio

Atributo	Bueno	Regular	Inaceptable
<b>Olor</b>	Acido suave	Picante penetrante	Pútrido rechazable
<b>Color</b>	Amarronado o grisáceo claro	Amarronado o grisáceo claro oscuro	Gris oscuro negruzco
<b>Consistencia</b>	Liquido	Liquido pastoso o licuado	Pastoso

Las características físicas sensoriales alcanzadas luego de 30 días de fermentación anaeróbica, permiten catalogar al ensilado biológico de vísceras de truchas como un producto biodegradable que tiene un color claro por el color natural de las vísceras de esta especie, recibiendo el calificativo de bueno, el olor acido suave agradable olor a papaína, sin ningún indicio de proceso de descomposición lo cual coincide con los resultados de (Churacutipa 2016), que encontró similares

características sensoriales, utilizando la clasificación de (Bertullo *et al.* 1972).

El proceso de fermentación del ensilado de vísceras de trucha tiene un olor a pescado, moderado a frutas fermentados en mayor calificación de 5, Olor a pescado intenso, ausencia de deterioro y a melaza en valor de 3 y Olor a pescado a pescado descompuesto con valor 1 (Tabla 4).

**Tabla 4.** Evaluación física de Olor en el Proceso de Fermentación del Ensilado de Visceras de Trucha del Estudio

Descripción	Calificación
Olor a pescado, moderado a frutas fermentadas	5
Olor moderado a pescado y leve a fermentado o frutas	4
Olor a pescado intenso, ausencia de deterioro y a melaza	3
Inicios de olor de pescado en descomposición, azufrado, muy rancio	2
Olor a pescado a pescado descompuesto	1

Composición Química Proximal de la dieta formulada para truchas comercial procesado con ensilado biológico de trucha cuenta con

26,56 % de proteína, 13,90 % de grasa, carbohidratos 41,81 % y 398,62 % de energía (Tabla 5).

**Tabla 5.** Composición Química Proximal de la dieta formulada para truchas comercial procesado con ensilado biológico de trucha.

N/O	Parámetros	Contenido %
1	Proteína (F=6,25)	26,56
2	Humedad	8,32
3	Grasa	13,90
4	Cenizas	9,4
5	Fibra cruda	2,01
6	Carbohidratos	41,82
7	Energía	398,62

El análisis proximal registrado de la dieta procesada se compara significativamente con el contenido nutricional de (AQUATECH 2019), cuyo contenido proximal de nutrientes en alimento balanceado en la etapa de engorde contiene 40 % versus 26,66 del estudio en proteínas, en grasas 14 %, versus el 13,9 % del estudio, cenizas 12 %, versus el 9,4 %, y humedad 10 %, versus 8,32 % del estudio;

guardando relación significativa con el cuadro de análisis del estudio.

#### **Longitud Estándar Individual.**

El experimento demuestra que en los tratamientos del estudio T1 versus el T 2, con igual frecuencia de alimentación y condiciones ecológicas similares; no se encontró diferencias significativas en LSI (Tabla 6).

**Tabla 6.** Evaluación Estadística Prueba T de LSI. (Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)

	LSI T1	LSI T2
Media	33,6714286	33,6285714
Varianza	3,25904762	3,29904762
Observaciones	7	7
Varianza agrupada	3,27904762	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	0,04427753	
P(T<=t) una cola	0,48270573	
Valor critico de t (una cola)	2,30272168	
P(T<=t) dos colas	0,96541145>0,05	
Valor critico de t (dos colas)	2,68099799	

El estudio concuerda con (Chirinos & Castro 2008), quienes manifiestan que el crecimiento en longitud de los peces describe normalmente una curva de tipo exponencial, de un crecimiento rápido al principio, cuando el pez es joven y más lento a medida que aumenta la edad; permite comparar además con los resultados de (Miguel 2008), quien manifiesta tener un mejor promedio de incremento de longitud en truchas juveniles  $7,00 \pm 0,68$  cm.

La temperatura que influye sobre la tasa de crecimiento debido a que *Oncorhynchus mykiss* es una especie poiquiloterma para fines de producción piscícola la temperatura adecuada es de 15 °C. Situación que en el estudio presento condiciones favorables al límite 18,9 °C de temperatura y 6,32 mg/O<sub>2</sub> disuelto, conciliando con (Rosales 2016), que trabajo con 6,35 mg de O disuelto obtuvo mejor resultados para la fase de engorde.

El estudio reemplazo harina de pescado en un 27,9 %, no concuerdan con (Kenan et al. 2014) que propone que dietas de ensilaje de pescado como reemplazo de la harina de pescado, en el desarrollo del crecimiento, composición de ácidos grasos y valores séricos de *Oncorhynchus mykiss*, han permitido

reemplazarla hasta en un 20 % sin efectos adversos sobre el desarrollo del crecimiento.

El experimento concuerda con Romero (2021), que no encontró diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos evaluados de las truchas alimentadas con alimentos procesados. Lo que permite aseverar que el nivel de proteína reemplazando ensilado biológico de vísceras de truchas hasta el 27,9 % no afecto el incremento de la longitud.

La harina de plumas hidrolizada es un buen sustituto de la harina de pescado en la alimentación de trucha arcoíris, y con un nivel de 20 % (Ramos & Rodríguez 2019), los animales lograron un mejor crecimiento en talla, acotando que el proceso de obtención de plumas hidrolizadas es más complejo que el proceso de obtención de ensilado biológico de vísceras de truchas

### Peso Vivo Individual

Los resultados indican que no existen diferencias estadísticas con respecto al incremento de peso en los dos tratamientos T1 y T2 (Tabla 7).

**Tabla 7.** Evaluación Estadística Prueba T de PVI (Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)

	PVI T1	PVI T2
Media	470,115714	470,492245
Varianza	8249,05193	8377,69681
Observaciones	7	7
Varianza agrupada	8313,37437	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-0,00772584	
P(T<=t) una cola	0,49698134	
Valor critico de t (una cola)	1,78228756	
P(T<=t) dos colas	0,99396269	>0,05
Valor critico de t (dos colas)	2,17881283	

El factor más importante que afecta al crecimiento de los peces la temperatura del agua. A mayor temperatura del agua corresponde una mayor tasa metabólica que implica una mayor ingestión del alimento, y los peces utilizan más eficientemente el alimento; que implica mejores tasas de conversión del (Calderer 2001), Los valores de los factores de conversión difieren con la naturaleza de la dieta, la especie, el tamaño del pez, la temperatura y otras variables, durante el estudio se tuvo una temperatura de 18,3°C factor que se encuentra en el límite tolerable (Chanamé 2012), el crecimiento es influenciado principalmente por la temperatura y en menor medida por la frecuencia alimenticia y la ración de alimento y de especial medida los requerimientos de los niveles de oxígeno no solo dependen de las especies, sino del tamaño de los peces y de su actividad (Pepe *et al.* 2012), los requerimientos de oxígeno por unidad de peso (de los peces) disminuye de manera significativa con el incremento del peso individual (Tomalá *et al.* 2014).

El peso de las truchas conforme aumenta el porcentaje inclusivo baja la grasa procesada de manera casera, siendo los mejores resultados con 30 % de sustitución de harina de pescado por harina de sangre de bovino alcanzando cierta concordancia con la presente investigación ya que obtuvimos similar biomasa

con el 27,9 % de sustitución con ensilado de pescado (Quimbiamba 2008), la certeza que el proceso de obtención de harina de sangre de bovinos es más complejo y demanda de otros equipos.

La dieta inicio para trucha arco iris para sustituir totalmente la harina de pescado por harina de lombriz (Bastardo *et al.* 2008), es un incremento de biomasa favorable para la dieta control no siendo factible la sustitución de harina de pescado por harina de lombriz.

La harina de la Universidad Estatal de Ohio (OSU) (una mezcla de harina de sangre, harina de carne y huesos, subproductos avícolas y harina de plumas), como reemplazo parcial o total de la harina de pescado (Yanil *et al.* 2003), el reemplazo total de la harina de pescado provocó una reducción significativa en el crecimiento ( $p < 0,05$ ) solo al nivel de proteína del 47 % y no al 36 %, como refiere Gomes *et al.* (1995) los valores de Relación de eficiencia proteica (PER) entre 2,23 y 2,33 para truchas que fueron alimentadas con dietas donde la proteína de origen animal, fue gradualmente reemplazada por proteína vegetal (harina soya y gluten maíz), mostrando un valor más bajo (2,15) para aquellas en que la proteína de origen animal fue sustituida en un 66 % y cuando el 100 % de la proteína de origen animal fue reemplazada por la de origen vegetal el valor de PER fue de 2,18.



Según prueba de Duncan a los alimentos balanceados; Ewos primer lugar, Nicovita Segundo lugar y Naltech. Tercer lugar, Purina Cuarto y Tomasino, con lo cual podemos aceverar que los resultados obtenidos con el alimento procesado con ensilado biológico de vísceras de truchas se encuentran en el promedio aceptable luego de comprobar la aceptación promedio de alimento testigo (Yapuchura *et al.*, 2018).

### Ganancia de Peso Vivo Individual.

**Tabla 8.** Evaluación Estadística Prueba T de GPI. (Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)

	GPI t1	GPI t2
Media	37,3585714	35,7442857
Varianza	347,724614	311,109029
Observaciones	7	7
Varianza agrupada	329,416821	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	0,16639549	
P(T<=t) una cola	0,43530825	
Valor critico de t (una cola)	1,78228756	
P(T<=t) dos colas	0,87061649	>0,05
Valor critico de t (dos colas)	2,17881283	

El crecimiento de los peces está determinado fundamentalmente por la cantidad de alimento ingerido (energía y nutrientes) y por la temperatura del agua, en cuanto a la cantidad de alimento, proporcionado; manifestado la eficiencia alimentaria (Castro & Chirinos 2008), se confirma que un patrón de ganancia de peso con forma sigmoidea, con un peso asintótico en la etapa adulta, concordando con este tipo de crecimiento (Dumas *et al.* 2010).

Los Resultados de ganancia de peso en truchas comerciales; sustituyendo en un 27,9 % la harina de pescado difieren del trabajo realizado por Keramat *et al.* (2014), quienes sustituyeron harina de pescado por sub productos avícolas siendo así que con el 66 % y 100 % de sustitución, obtuvieron pesos más bajos en comparación a la dieta testigo; caso similar se presenta al sustituir la harina de pescado en un 40 % se obtiene el peso promedio más bajo.

El resultado alcanzado en el presente trabajo fue con el 27,9 % de sustitución, de la harina de pescado por ensilado biológico de vísceras de truchas, el experimento determino que el mayor

En los resultados podemos establecer que en cuanto a incremento de peso promedio individual de los peces en la fase comercial el promedio obtenido es similar en los dos tratamientos, con similar frecuencia de alimentación promedio que fue obtenido en 41 días tiempo en el que duro el experimento y que no existen diferencias estadísticas con respecto al incremento de peso promedio individual y peso promedio obtenido (Tabla 8).

incremento de peso fue donde la proporción era 19,30 % de ensilado de pescado por harina de pescado trabajo experimental con juveniles de gamitana (Padilla 2000).

Los aceites incluidos en los alimentos para truchas desarrollan su máximo efecto cuando están en proporción hasta un 24 %. Como óptimo se puede considerar por lo regular una proporción de grasa en el alimento concentrado del 15 – 20 % (Noel 2003), el porcentaje proporcionado con el ensilado biológico de vísceras de truchas llego al 26,66%, que relaciona positivamente con el alimento comercial; trabajo que concuerda igualmente con (Perea & Garcés 2011) que determino la digestibilidad aparente y parámetros zootécnicos en tilapia roja de engorde, sin tener resultados diferenciales en los parámetros de digestibilidad, pero si en los parámetros zootécnicos, observando que, a mayor inclusión de ensilaje de pescado, se genera mayor talla, peso y conversión alimenticia.

Romero (2010) indica que las Truchas alimentadas con dietas formuladas en base al

uso total y parcial de harina de calamar gigante tuvieron un mejor rendimiento en la performance productivo al ser comparados con aquellos alimentados con dietas formuladas en base a solo harina de pescado y la inclusión de Harina de calamar gigante en sustitución total de la harina de pescado tuvo un mejor rendimiento económico expresado en un menor costo de alimento por kilogramo de ganancia de peso ganado de trucha, así como la tasa eficiencia proteica acumulada ( $p < 0,05$ ), expresado en la ganancia de peso por proteína cruda consumida, concordando con la importancia de incluir el ensilado biológico de vísceras de trucha en las formulaciones para alimentos para peces por el costo beneficio.

### Índice de Conversión Alimenticia

Los resultados en los dos tratamientos demuestran un buen crecimiento respecto a la Relación longitud Peso; evaluando truchas con longitud de 315 mm señala un peso de 392,4; respecto al registrado en el estudio se inició con una longitud de 315 mm (31,15 cm) y 346,6 gr, de peso y que al aplicar dicha tabla luego del cultivo 41 días el promedio al que llegó en longitud las truchas se sitúa entre 360 mm (36,0 cm) y 365 mm (36,5 cm), que teóricamente deberían contar con un peso de 595,91 gr – 622,19 gr. Al ubicar las truchas obtenidas en el estudio en ambos tratamientos llegaron a 596 g, que se encuentra en el promedio señalado por la tabla de relación longitud Peso (Tabla 9).

**Tabla 9.** Evaluación Estadística Prueba T de ICA (prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)

	ICA T1	ICA T2
Media	2,13857143	2,15428571
Varianza	2,18954762	1,9805619
Observaciones	7	7
Varianza agrupada	2,08505476	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-0,02035963	
P(T<=t) una cola	0,49204555	
Valor critico de t (una cola)	1,78228756	
P(T<=t) dos colas	0,9840911	>0,05
Valor critico de t (dos colas)	2,17881283	

El ICA, para el caso del T2 correspondiente a la dieta formulada cumpliendo el proceso de extrusión mantuvo similar nivel de conversión con T1 debido a que es una dieta extruida con iguales bondades nutricionales tal como lo informan diversos autores (Hilton *et al.* 1981; Gabaudan *et al.* 1986; Kerana 1990; Pfeffer *et al.* 1991; Hardy 1992).

La trucha arco iris mostro un ICA de 1,3 en truchas en crecimiento, para el caso del presente estudio son truchas adultas y por encima (Saavedra 2019), las truchas arco iris en el cual mostro un ICA 1,61 en etapa de crecimiento a 15°C (Gomes *et al.* 1995). La tasa de crecimiento especifica en la alimentación convencional para truchas adultas fue de 1,66 sin embargo en la alimentación ad libitum fue

de 2,06, que se acerca al resultado obtenido en el presente estudio 2,15 (Gomez 2017), ensilado de subproductos del procesamiento de pescado tiene el potencial de reemplazar la harina de pescado hasta en un 20 % en las dietas de trucha arco iris sin efectos adversos sobre el rendimiento del crecimiento, la composición de ácidos grasos y las variables bioquímicas del suero; difiriendo con los resultados dentro estando los resultados reemplazando hasta el 27,9 % (Kenan *et al.* 2014).

### CONCLUSIONES

Es posible recuperar proteínas lípidos y cenizas de los restos de vísceras de truchas aplicando las Buenas Prácticas de Procesamiento de Manufactura que permite contar con un

subproducto pesquero ensilado biológico de vísceras de trucha, producto biodegradable de alto valor nutritivo y de bajo costo, cuyo contenido químico proximal contiene proteína cruda 12,6 %, Humedad 67,20 %, Lípidos 26,66 % Cenizas 1,70 %.

Piensos alimenticios para truchas comerciales formulados con el Programa AEZO, sustituyendo la harina de pescado por ensilado biológico de vísceras de truchas hasta el 27,9 %, con un contenido proximal de Proteína MIN 39 %, Humedad 12 %, Lípidos 16 % MIN, Cenizas 12 %. Provocan efectos productivos zootécnicos similares a los generados en la dieta comercial, en truchas comerciales adultas respecto a la LSI Longitud Estándar Individual. PVI Peso Vivo Individual, GPI Ganancia de Peso Individual, ICA Índice de Conversión Alimenticia.

Aplicando la técnica del procesamiento del ensilado biológico de los restos viscerales de trucha se contribuye a la mitigación del medio ambiente del Lago Titicaca, incorporando este subproducto en la económica circular sostenible.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela de Posgrado, Alcurnia del saber del

Altiplano Peruano, a los mentores docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas, especialmente al Ph. Dr. Sabino Atencio Limachi por su invalorable apoyo personal y profesional, los excelentes profesionales provenientes de la EPG de Ecología Mención en Acuicultura, quienes confiaron y fortalecieron mis ideales dentro de esta actividad productiva. A la Asociación de Pesqueros Artesanales en Jaulas Flotantes del Lago Titicaca - APEJAFLO, por brindar sus instalaciones Planta de Proceso de Alimento Balanceado para truchas, al Consorcio Trucha Andina Aquaservis, por compartir sus instalaciones piscícolas en jaulas en el Lago Titicaca, para el logro de este trabajo, los miembros del Honorable Jurado de Tesis Dr. Marcelino Jorge Aranibar Aranibar, Ph. Dr. Sabino Atencio Limachi, M. Sc. Ing. Pesquero Félix Rodolfo Meza Romualdo; por sus sabias observaciones y por el apoyo brindado para la ejecución y termino de este trabajo de investigación y al Asesor del Presente Trabajo M. Sc. Ing. Pesquero Edwin Orna Rivas por su continuo apoyo profesional.

## CONFLICTO DE INTERÉS

MAYQ: no tiene ni cuenta conflicto de intereses de ninguna índole.

## REFERENCIAS

- AEZO A. 2009. Sistema de formulación de dietas AEZO FD. Santiago Chile: Biblioteca Veterinaria <https://bibliotecamvz.forumotion.com/t/136-aezo-agrosis>.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, Analíticos en Nutrición Animal. Editorial Acribia. New York: 16th Edition. AOAC International, USA Bateman, J.
- AQUATECH. 2019. Catalogo de truchas. Lima: <http://aquatech.pe/wp-content/uploads/2018/01/catalogo-trucha.pdf>.
- Bastardo H., Medina A., Bianchi G. 2008. Utilización de proteína no convencional en dietas para iniciador de trucha arcoiris. Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Venezuela)
- Bertullo V., Alvarez C., Corengia C., Gigares H. 1972. Harina de pescado versus bio-proteo-catenolizado (B.P.C.) de pescado en alimentación de cerdos. *Revista del Instituto de Investigaciones Pesqueras*. 2(2) 201-217
- Calderer A. 2001. Influencia de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento y consumo de oxígeno de la dorada (*Sparus aurata* L.). Barcelona - España: Repositorio Universitat de Barcelona.
- Calderón V., Churacutipa M., Salas A., Barriga M., Aranibar M. 2017. Inclusión de Ensilado de Residuos de Trucha en el Alimento de Cerdo y su Efecto en el Rendimiento Productivo y Sabor de la Carne. *Rev Inv Vet Perú*. 28(2): 265-274.
- Castro M., Chirinos H. 2008. Manual de formulación de raciones balanceada para animales. Peru: Primera edición CONCYTEC. Perú. Pág. 230.
- Chirinos D., Castro J. 2008. Manual de formulación de raciones balanceada para animales. Peru: Primera edición CONCYTEC. Perú. Pág. 230.
- Churacutipa M. 2016. Obtención de un ensilado biológico a partir de residuos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*). Puno: Tesis para optar al título profesional de: Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno
- Churata, P. 2017. Inclusión del ensilado de vísceras de trucha en la elaboración de alimento extruido para pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). Puno: Repositorio UNA PUNO Tesis.
- Dumas J., France D., Dominique B. 2010. Modelling growth and body composition in fish nutrition. *Aquaculture Research Volume 41, Issue 2*, 161-181.
- Echevarria M. 2014. Determinación de la Formulación más adecuada de dieta para truchas Arco iris *Oncorhynchus mykiss* en sus diferentes etapas de desarrollo. Trujillo: Repositorio Universidad Nacional de Trujillo.
- Gomes E., Remab P., Sadasivam J. 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. *ELSEVIER ACUACULTURE*, 177-186.
- Gomez M. 2017. Crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Jul. Puno Peru: Repositorio Universidad Nacional del Altiplano.
- Güllü K., Acar U., Tezel R., Yozukmaz K. 2014. Replacement of Fish Meal with Fish Processing by-Product Silage in Diets for the Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Pakistan J. Zool.*, vol. 46(6), pp. 1697-1703.
- Huguenin J. 1978. A review of the technology and economics of marine fish cage systems. *Aquacult.*
- Kenan. 2014. Replacement of Fish Meal with Fish Processing by-Product Silage in Diets for the Rainbow Trout,

- Oncorhynchus mykiss. Pakistan J. Zool.
- Keramat A., Shahsavari M., Hedayatyfard M. 2014. Full replacement of fishmeal by poultry by - product meal in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1972) diet. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 1069-1081.
- Llanes J., Toledo J., Lazo J. 2006. Producción de alimento húmedo a partir de ensilados de pescado. *Revista AquaTIC*, 25
- Mattos J., Chauca L., San Martín F., Carcelén F., Arbaiza T. 2003. Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 2-6.
- Miguel V. 2008. Tesis Influencia de la alimentación suplementaria en el crecimiento de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) de estadio juvenil de la laguna Mismycocha en las comunidades Msme. Huancayo: Repositorio Universidad Nacional del Centro.
- Noel W. 2003. Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos . Universidad Jorge Basadre Groghmann Tacna.
- NTP. 2009. ACUICULTURA: Trucha Alimento balanceado Requisitos y definiciones. Lima Peru: ICS - Clasificación Internacional de Normas Técnicas.
- Pacheco Y., Sánchez M. 2015. Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de partes blandas de Argopecten purpuratus como sustituto de la harina de pescado, en la digestibilidad aparente de la proteína en alevines de Colossoma macropomum “gamitana. *Respositorio Universidad Santa Chimbote*.
- Padilla. 2000. Sustitución de harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitana, *Colossoma macropomun. Folia amazónica*. 1.
- Padilla P., Alcantara F., Garcia J. 2019. Sustitución de la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de GAMITANA, *Colossoma macropomum. iiap Folia Amazonica*, 1-14
- Pepe R., Silva A., Araya M., Cornejo L. 2012. Influencia del aumento de la temperatura, frecuencia de alimentación y ración de alimento, en la optimización de la técnica base de cultivo de juveniles de turbot (*Psetta maxima Linneaus*). *Scielo International Journal of Morphology*, 902-907.
- Perea C., Garcés Y. 2011. Evaluation of fish waste biological silage in red. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, Vol 9(1),60-68  
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v9n1/v9n1a08.pdf>
- Perea C., Garces Y., Muñoz L., Hoyos J., Gomez J. 2019. Valoración económica del uso de ensilaje de residuos piscícolas en la alimentación de *Oreochromis spp*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(1).  
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v16n1/1692-3561-bsaa-16-01-00043.pdf>
- Pinto K., Paredes N. 2013. Sustitucion de la Harina de Pescado por el Ensilado Biologico de Visceras de Pescado en raciones para alevinso de de banda negra criados en corrales. Iquitos: Repositorio Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Quimbiamba E. 2008. Crecimiento y Eficiencia Alimentaria de Truchas Arco iris en etapa de crecimiento con sustitucion parcial de alimento balaceado por sangre de bovino. Quito-Ecuador: Repositorio Universidad Salesiana.
- Ramos A. 2018. Efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de plumas hidrolizada en la ración balanceada para “trucha arcoiris” *Oncorhynchus mykiss* en fase juvenil criadas en estanques rústicos.

- Lanchepampa-Morropón-Piura.  
Repositorio Institucional Universidad  
Pedro Ruiz Gallo.
- Ramos A., Rodríguez A. 2019. Efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de plumas hidrolizada en la ración balanceada para “trucha arcoíris” *Oncorhynchus mykiss* en fase juvenil criadas en estanques rústicos. Lambayeque: Repositorio Univesidad Pedro Ruiz Gallo.
- Romero L. 2021. Evaluación de dos alimentos extruidos en la etapa de segundo alevinaje de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en Pachacayo - Junín. Lima: Repositorio Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Ronald W. Hardy K., Shearer D. 1984. Las propiedades nutricionales del ensilaje de pescado co-secado en la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) dietas secas. *Elsevier Aquaculture*, 35-44.
- Rosales E. 2016. Evaluación de índices productivos en truchas sometidas a cuatro frecuencias de alimentación en la piscigranja la cabaña acotabamba. Huancayo: Repositorio Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Saavedra I. 2019. Performance productiva y relaciones morfométricas de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) cabeza de acero y arco iris en etapa de engorde en raceways. Lima Peru: Repositorio Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sztern D. 1996. Manual para la elaboración de compost – Bases conceptuales y procedimientos. *Organización panamericana de la salud OPS-Uruguay*.
- Sztern D., Pravia M.A. 2001. Manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos. *Organización panamericana de la Salud San Jose Uruguay*, 56.
- Tomalá D., Chavarría J., Escobar. 2014. Evaluación de la tasa de consumo de oxígeno de *Colossoma macropomum* en relación al peso corporal y temperatura del agua. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 971-979. <https://www.scielo.cl/pdf/lajar/v42n5/art04.pdf>
- Torres M, Avendaño L. 2015. Aprovechamiento del ensilaje biológico generado de subproductos de la Acuicultura. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 2-5.
- Yanil T., Dabrowski K., Bai S. 2003. Replacing fish meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 8.
- Yapuchura C., Mamani C., Pari D., Flores E. 2018. Curvas de crecimiento y eficiencia en la alimentación de truchas arcoiris (*Oncorhynchus Mikyss*) en el costo de producción. *Comuni@cción*. 9(1).