



# Efecto de dietas con ensilado de residuos industriales pesqueros en el crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)

*Effect of diets containing fishery industrial waste silage on the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)*

<sup>1a\*</sup> Calixto Quispe-Pilco

<sup>2b</sup> Juan Mamani-Ochochoque

## COMUNICACIÓN CORTA

<sup>1</sup> Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.

<sup>2</sup> Fundación Titicaca Perú. Puno, Perú.

### Correspondencia:

\*[cquispe@unjbg.edu.pe](mailto:cquispe@unjbg.edu.pe)

<sup>a</sup> ORCID: 0000-0003-0940-2594

<sup>b</sup> ORCID: 0000-0001-8037-8377

**Palabras clave:** *Acuicultura, Alimento alternativo, Crecimiento, Sustitución de harina de pescado.*

**Keywords:** *Aquaculture, Alternative feed, growth, fishmeal replacement.*

### Información adicional

**Presentado:** 13/06/2024

**Aprobado:** 20/08/2024

## RESUMEN

El estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto de las dietas formuladas con ensilado de residuos industriales pesqueros en la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Se planteó la hipótesis de que el ensilado, elaborado mediante la fermentación de residuos industriales pesqueros utilizando bacterias lácticas, melaza, azúcar y sorbato de potasio, podría sustituir parcialmente la harina de pescado en las dietas de trucha sin afectar negativamente los parámetros productivos. Para la investigación, se seleccionaron truchas en la etapa de engorde y se diseñó un experimento con tres dietas diferentes: una dieta test con 0% de ensilado y dos dietas experimentales con 20% y 30% de ensilado, respectivamente. Durante un período de 72 días, se monitorearon parámetros como ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad. Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de peso entre los tratamientos, con pesos promedio finales de  $210,7 \pm 50$  gramos para la dieta test,  $188,7 \pm 51$  gramos para la dieta con 20% de ensilado y  $206,1 \pm 46$  gramos para la dieta con 30% de ensilado. En cuanto a la conversión alimenticia, los valores fueron similares entre los tratamientos, con ratios de 1,75 para la dieta test, 2,16 para la dieta con 20% de ensilado y 1,78 para la dieta con 30% de ensilado. La mortalidad también fue comparable entre los diferentes grupos. Se concluye que el ensilado de residuos pesqueros puede reemplazar parcialmente la harina de pescado en las dietas de trucha, obteniéndose resultados productivos similares.

## ABSTRACT

The study was conducted to evaluate the effect of diets formulated with silage made from industrial fishery waste on the production of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The hypothesis proposed was that the silage, made by fermenting industrial fishery waste using lactic acid bacteria, molasses, sugar, and potassium sorbate, could partially replace fish meal in trout diets without negatively affecting production parameters. For the research, fattening stage trout were selected, and an experiment was designed with three different diets: a control diet with 0% silage, and two experimental diets with 20% and 30% silage, respectively. Over a period of 72 days, parameters such as weight gain, feed conversion, and mortality were monitored. The results showed no statistically significant differences in weight gain between the treatments, with final average weights of  $210.7 \pm 50$  grams for the control diet,  $188.7 \pm 51$  grams for the diet with 20% silage, and  $206.1 \pm 46$  grams for the diet with 30% silage. In terms of feed conversion, the values were similar between treatments, with ratios of 1.75 for the control diet, 2.16 for the diet with 20% silage, and 1.78 for the diet with 30% silage. Mortality was also comparable among the different groups. It is concluded that silage from fishery waste can partially replace fish meal in trout diets, achieving similar productive results.

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Tacna alberga ocho establecimientos industriales pesqueros que generan residuos sólidos orgánicos derivados del procesamiento de productos marinos como la pota (*Dosidicus gigas*) y el perico (*Coryphaena hippurus*). Estos residuos, que actualmente no son aprovechados de manera óptima debido a la capacidad limitada de una única planta artesanal de reaprovechamiento, terminan en botaderos informales, causando impactos ambientales negativos como la proliferación de moscas, roedores y malos olores. Ante esta problemática, la presente investigación se orienta hacia el aprovechamiento de los residuos industriales pesqueros para producir ensilado biológico. Este ensilado se utiliza en la formulación de una dieta para truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en su etapa de engorde, con el objetivo de reducir los costos de producción (Gómez, 2018), dado el alto costo de los alimentos balanceados tradicionales elaborados con harina de pescado. Considerando el valor nutritivo del ensilado por Churacutipa (2016), se busca incorporarlo como un insumo en la alimentación de truchas. Esta investigación no solo pretende ofrecer una solución económica y ambientalmente sostenible para el manejo de residuos pesqueros en Tacna, sino también contribuir a la mejora de la producción acuícola local.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Acuicultura II Pichones de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, utilizando seis estanques de fibrocemento de 0,7 m<sup>3</sup>. Se realizó la limpieza de los estanques y el llenado con agua de la red pública, desgasificándola con un soplador de 1 HP, que también se usó para el suministro de aire. Se utilizaron truchas provenientes de la Laguna Aricota las que fueron trasladadas en un tanque de 1 m<sup>3</sup> con aireación continua. Se distribuyeron 180 truchas con una densidad poblacional de 30 truchas/tanque. Los especímenes fueron seleccionados con longitudes de 20,4 a 21 cm y pesos promedio de 105,5 a 117,5 g.

Para la elaboración de las dietas experimentales, se elaboró ensilado con residuos industriales pesqueros recolectados de una planta del parque industrial de Tacna, 5 kg de residuos de pota y 3 kg de residuos de perico, se agregó melaza (10%), bacterias lácticas (3%), sacarosa (1%) y sorbato de potasio (0,1%). Para la formulación de la dieta se utilizó el software AEZO- FD II®. Los pellets se obtuvieron mediante compresión con una pelletizadora artesanal de 4 mm de criba.

Para conocer la composición química proximal de cada dieta las muestras fueron analizadas en CERPER - Laboratorio de ensayo acreditado por el organismo de acreditación INACAL.

El diseño experimental estuvo conformado por tres tratamientos y una réplica de dietas T-test con 0% de ensilado, dieta T-20% de ensilado y T-30% de ensilado. La evaluación biológica se realizó en 72 días, cada 15 días se inventarió los peces y se midió su talla y peso.

Los parámetros productivos han sido determinados como se detalla a continuación:

La ganancia de peso se determinó según (Villa, 2021).

$$GTP = PF - PI$$

Donde:

GTP: ganancia total de peso en gramos

PI: peso al inicio trabajo de campo

PF: peso al final trabajo de campo

La conversión alimenticia es la cantidad de alimento que un animal debe consumir para aumentar un 1 kilogramo de peso durante el trabajo de campo.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$CA = CTA / GTP$$

Donde:

CA: conversión alimenticia

CTA: consumo total de alimento

GTP: ganancia total de peso

La mortalidad se determinó con:

$$M = PF - PI$$

Donde:

M: mortalidad

PF: población al final

PI: población al inicio

Se utilizaron diversos instrumentos y equipos, incluyendo balanzas para medición de peso, colorímetros para medir NH<sub>4</sub>, ictiómetro para medición de longitud y un multiparámetro para análisis de calidad del agua.

Las unidades experimentales se distribuyeron al azar y se evaluaron los cambios en talla y peso de los peces cada 15 días, realizando un análisis de varianza. Se utilizó el software IBM SPSS Statistics 24 para determinar las diferencias entre los tratamientos.

Principios éticos: Se llevó a cabo todo el proceso de cuidado y mantenimiento de las condiciones experimentales para garantizar la supervivencia de los organismos (Berlinghieri *et al.*, 2021).

## RESULTADOS

### Formulación de dietas

En la Tabla 1 se muestra la formulación de la dieta realizada con el software AEZO- FD II®

**Tabla 1**

*Composición de la dieta a base de ensilado de residuos industriales pesqueros*

Insumos	Unidades	Composición de la dieta		
		0% ensilado	20% ensilado	30% ensilado
Harina de pescado	%	60	40	30
Torta de soya	%	27	27	27
Harina de trigo	%	12	12	12
Aceite de soya	%	1	1	1
Ensilado	%	0	20	30
Metionina	%	0,1	0,1	0,1
Premix	%	0,05	0,05	0,05
Lisina	%	0,15	0,15	0,15

**Contenido nutricional de las dietas**

**Tabla 2**

*Análisis químico proximal de las dietas formuladas con ensilado de residuos industriales pesqueros*

Ensayos	Unidades	Resultados		
		0% ensilado	20% ensilado	30% ensilado
Carbohidratos totales	%	32,54	27,59	26,68
Cenizas	g/100 g	13,100	11,20	11,1
Energía total	kcal/100 g	359,16	362,05	368,94
Fibra cruda	g/100 g	4,80	2,68	2,55
Grasa	g/100 g	8,28	7,97	9,9
Proteína (Nx6,25)	g/100 g	38,62	44,99	43,28
Humedad	g/100 g	7,46	8,25	9,04

*Nota.* Análisis realizado en laboratorio de ensayo (CERPER, 2023)

El estudio comparó los efectos de dietas con diferentes niveles de ensilado de residuos pesqueros en el crecimiento y la conversión alimenticia de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) obteniéndose los resultados:

**Ganancia de peso**

En la Tabla 3 se registraron los pesos promedios durante el período experimental. Las unidades experimentales alimentadas con las dietas T-30% y T-test alcanzaron ganancias de peso de  $206,1 \pm 46$  g y  $210,7 \pm 50$  g, respectivamente; mientras que la dieta T-20% resultó en una ganancia promedio de  $188,7 \pm 51$  g. Al comparar estos valores, se observará una ganancia de peso muy similar entre las dietas con ensilado, particularmente, con una inclusión del 30%.

**Tabla 3**

*Peso promedio de trucha (Oncorhynchus mykiss) obtenido con las dietas a base de ensilado de residuos de industriales pesqueros*

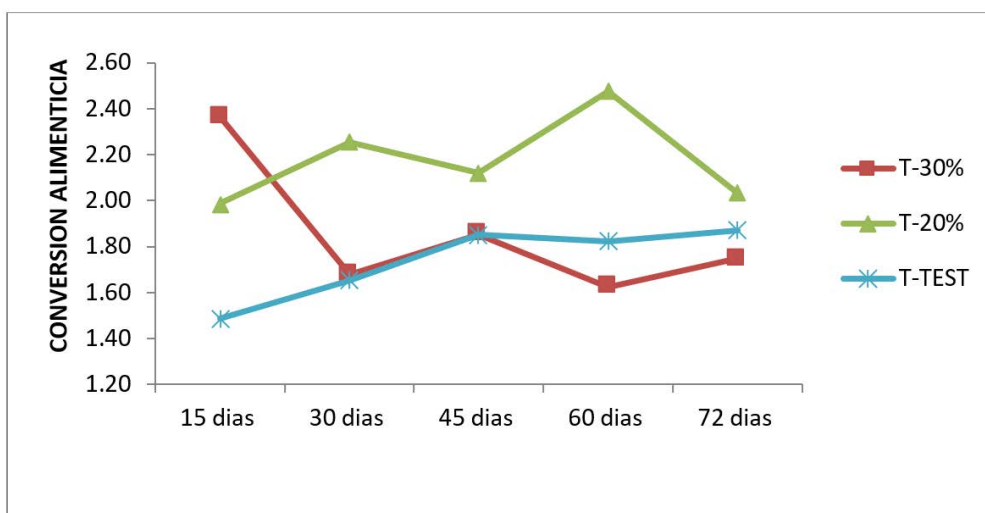
Tratamiento	Peso inicial	15 días	30 días	45 días	60 días	72 días
T-30%	113,2	122,3	140,4	158,1	179,4	206,1
T-20%	107,8	118,8	133,2	148,8	162,8	188,7
T-test	113,4	128,0	148,0	166,8	185,8	210,7

**Conversión alimentaria**

La conversión alimenticia se procesa cada quince días y los resultados se presentan en la Figura 1. En la primera quincena, la dieta testigo mostró una mejor conversión de alimento a carne de trucha en comparación con las dietas con ensilado. Sin embargo, las truchas se adaptaron rápidamente a las dietas con ensilado, logrando una conversión alimenticia muy similar a la dieta sin ensilado a lo largo del tiempo.

**Figura 1**

*Conversión alimenticia quincenal de trucha (Oncorhynchus mykiss) en etapa de engorde*



El análisis de varianza (Tabla 4) indicó que no hay diferencias significativas entre las dietas en cuanto a la conversión alimenticia, ya que los valores de F fueron menores que los valores críticos.

**Tabla 4**

*Análisis de varianza para el índice de conversión alimenticia trucha (Oncorhynchus mykiss) obtenida en la investigación*

F.V.	G.L.	SC	CM	FC	Ft 0,05
Entre trat.	2	0,21	0,10	8,5	9,55
Dentro trat.	3	0,04	0,01	*	
Total	5	0,24			

## DISCUSIÓN

La ganancia de peso en los tres tratamientos de la investigación ha sido muy similar, lo que permite evidenciar la factibilidad de reemplazar parcialmente la harina de pescado con el 30% de ensilado en las formulaciones balanceadas para la alimentación de la trucha. Esto concuerda con la investigación de Villa (2021), donde el ensilado reemplazó eficazmente como fuente de proteína animal a la harina de pescado.

Asimismo, al no haber diferencias significativas entre los tratamientos utilizando el ensilado, los costos de producción disminuyen sustancialmente. Lo indicado también es concordante con el estudio de Perea-Román *et al.* (2017), quienes indican que el uso de ensilado genera menor gasto en el costo de alimentación.

El ensilado es muy fácil de elaborar, no necesita tecnología costosa y es apta para la formulación de dietas orientadas a la alimentación de las truchas, así como permite lograr un adecuado crecimiento en peso y talla (Yucra, 2021).

En el estudio realizado por Perea *et al.* (2011) sobre la digestibilidad en dietas para tilapia con 30%, 20% y 10% de ensilado no afectó la digestibilidad; por lo tanto, no hubo diferencias significativas, al igual que la presente investigación para la trucha también no existe diferencias significativas en los parámetros productivos como es la ganancia de peso.

Güllü *et al.* (2014) en sus investigaciones manifiestan que el remplazo de harina de pescado con ensilado tiene un potencial de reemplazar un 20%; sin embargo, con la investigación realizada se puede evidenciar que sí se puede reemplazar hasta un 30%. No obstante, Guzel *et al.* (2011) concluyen que sí se puede reemplazar hasta un 50%, lo que podría verificarse en otra investigación.

También, Fraga-Castro y Jaime-Ceballos (2011) concluyeron que el ensilado no afecta el crecimiento y la supervivencia en juveniles de *Litopenaeus schmitti*, por lo que se puede presumir que en los organismos acuáticos es factible utilizar ensilado en la alimentación y con ello se puede reducir el costo en el alimento.

Yucra (2021) utilizó ensilado de vísceras de trucha y estableció que se puede reemplazar hasta un 27,9% con resultados similares a dieta comercial, acorde a los resultados obtenidos con nuestra investigación, incrementándose su remplazo hasta el 30%, ya que la composición nutricional del ensilado es muy buena, de esta manera se estaría contribuyendo a la economía circular y con ello se reduce el impacto al medio ambiente, brindando alternativas viables para el desarrollo de la acuicultura local.

Los resultados de eficiencia en la conversión de alimento al finalizar los ensayos son comparables a los valores teóricos, como se evidencia al contrastarlos con los hallazgos de Mendoza (2004), quien sugiere que para truchas adultas en etapa de cosecha debería ser de 2,5. En nuestro estudio, encontramos un valor de T-test=1,75, T20%=2,16 y T30%=1,78, los cuales difieren notablemente de los resultados obtenidos por (Yapuchura *et al.*, 2018) en sus investigaciones con trucha arcoíris en fase de crecimiento, donde reportaron un índice de conversión alimenticia de 1,13 a 1,46. Es importante resaltar que nuestro estudio se enfocó en truchas adultas y los resultados obtenidos son similares a la que reporta Nuñez y Somoza (2010), quienes trabajaron con truchas arcoíris en crecimiento y encontraron un índice de conversión alimenticia entre 1,4 y 2.

## CONCLUSIONES

Se concluye que el ensilado biológico ha remplazado en un 30 % a la harina de pescado, logrando resultados positivos en los parámetros productivos como ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad muy similares a la dieta convencional en la alimentación de la trucha en sistemas de cultivo en ambientes confinados.

Se ha demostrado que los residuos orgánicos industriales pesqueros son ricos en nutrientes que son útiles en la alimentación de la trucha y que su aplicación en la acuicultura comercial contribuirá en la reducción de impactos ambientales negativos por la inadecuada disposición de los residuos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna, Perú, por la oportunidad de desarrollar esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berlinghieri, F., Panizzon, P., Penry, W.I. L., & Brown, C. (2021). Laterality and fish welfare - A review. *Applied Animal Behaviour Science*, 236 <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105239>
- CERPER. (2023). Laboratorio de ensayo acreditado por el organismo de acreditación INACAL.
- Churacutipa, M. M. (2016). *Obtención de un ensilado biológico a partir de residuos de trucha (Oncorhynchus mykiss)*. Tesis Universidad Nacional del Altiplano. Puno -Perú
- Fraga-Castro, I. E., & Jaime-Ceballos, B. (2011). Efecto de ensilados de pescado e hígado de tiburón en el crecimiento de *Litopenaeus schmitti*, en sustitución de la harina y el aceite de pescado. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 12(11), 1-15. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63622049005.pdf>
- Gomez, F. F. G. (2018). *Efecto de la inclusión en dieta de ensilado químico y biológico de pescado sobre el crecimiento de pollos cobb*. Tesis Universidad Nacional de Moquegua.
- Güllü, K., Acar, Ü., Tezel, R., & Yozukmaz, A. (2014). Replacement of Fish Meal with Fish Processing by-Product Silage in Diets for the Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(6), 1697-1703
- Guzel, S., Yazlak, H., Gullu, K., & Ozturk, E. (2011). The effect of feed made from fish processing waste silage on the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *African Journal of Biotechnology*, 10(25), Article 25. <https://doi.org/10.4314/ajb.v10i25>
- Mendoza, R. J. (2004). *Manual de cultivo de trucha arco iris en jaulas flotantes*. FONDEPES.
- Núñez, P., & Somoza, G. (2010). *Buenas practicas acuicolas - Guia de Buenas Prácticas de producción acuicola para trucha arco iris*. Recuperado de <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-del-litoral/derecho-agrario/buenas-practicas-acuicolas/78190107>
- Perea, C., Garcés, Y. J., & Hoyos, J. L. (2011). Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp*). *Bioteología en el Sector Agropecuario y*



*Agroindustrial*, 9(1), 60-68.

Perea-Román, C., Garcés-Caicedo, Y. J., Muñoz-Arboleda, L. S., Hoyos-Concha, J. L., & Gómez-Peñaranda, J. A. (2017). Valoración económica del uso de ensilaje de residuos piscícolas en la alimentación de *oreochromis* spp. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(1), 43-51

Villa, R. R. (2021). Alimentación de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) mediante ensilado químico de vísceras de trucha en la fase de ceba. *Revista EIA*, 18(35), 54-63. <https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1468>

Yapuchura, C. R., Mamani, S. E., Pari, D., & Flores, E. (2018). Curvas de crecimiento y eficiencia en la alimentación de truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en el costo de producción. *Comuni@cción*, 9(1), 68-77.

Yucra, M. A. Q. (2021). *Efecto de la alimentación de truchas comerciales Oncorhynchus mykiss walb con dietas de ensilados biológicos producidos a partir de vísceras de trucha*. Tesis de maestría. Universidad Nacional del Altiplano.