



Comparación de dos tipos de inóculos en la obtención de ensilado a partir de vísceras de pescado

Comparison of two types of inocules in the production of silage from fish viscera

📧 Llasaca-Calizaya, Elizabeth Norka^{1*}

📧 Delgado-Cabrera, Freddy Walter²

📧 Arbildo-Ortiz, Humberto^{2,3}

📧 Tuesta-Ramos, Felix Johnny^{1,5}

📧 Llasaca-Calizaya, Ehrlich Yam^{4,5}

¹Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú

²Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y Acuicultura, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto, Perú

³LaBPOAA-Laboratório de Biologia e Produção de Organismos Aquáticos Amazônicos, Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, AM, Brasil

⁴Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Moquegua – Filial Ilo, Moquegua Perú

⁵Laboratorio experimental del Semillero de Investigación Científica en Producción Acuicola Sostenible – SICPAS. Instituto de Investigación para el Desarrollo del Perú – IINDEP, Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua Perú

Recibido: 23 May. 2026 | **Aceptado:** 16 Jul. 2026 | **Publicado:** 20 Jul. 2026

Autor de correspondencia*: enllasacac@gmail.com

Cómo citar este artículo: Llasaca-Calizaya, E. N., Delgado-Cabrera, F. W., Arbildo-Ortiz, H., Tuesta-Ramos, F. J., & Llasaca-Calizaya, E. Y. (2026). Comparación de dos tipos de inóculos en la obtención de ensilado a partir de vísceras de pescado. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 6(2), e1721. <https://doi.org/10.51252/raa.v6i2.1721>

RESUMEN

La industria del procesamiento del pescado, para consumo humano directo, es una actividad que genera muchas divisas para el País. Así mismo, produce grandes volúmenes de material orgánico de descarte, lo cual no tiene un tratamiento adecuado, que permita obtener un producto con valor agregado. El presente trabajo evaluó el uso de diferentes inóculos (Lyofast® y Probiotech®) para la obtención de ensilado a base de vísceras de pescado, como una alternativa para fomentar, una economía circular y un concentrado proteico, para diferentes fines, mantenidos a temperatura constante de $30\pm 1^{\circ}\text{C}$. Se aplicó el método estadístico unifactorial (1 factor x 2 tratamientos y 4 repeticiones cada uno, respectivamente). Los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas ($p>0,05$) en cuanto al upH, humedad, proteína y cenizas en ninguno de los ensilados producidos. Estos resultados demuestran, que es posible utilizar Probiotech®, para la elaboración de ensilados de residuos de pescado, con valores aceptables, para ser considerado en diversos usos; a pesar que está elaborado, para el mantenimiento y remediación de la calidad del agua en cultivo de peces. Por lo cual, es posible usar Probiotech®, como otro inóculo potencial para procesos microbiológicos, que fomenten la economía circular.

Palabras clave: Análisis proximal; concentrado proteico; desechos orgánicos; ensilado biológico; valor agregado

ABSTRACT

The fish processing industry, for direct human consumption, is an activity that generates significant foreign exchange for the country. It also produces large volumes of waste organic material, which lacks adequate treatment to obtain a value-added product. This study evaluated the use of different inoculants (Lyofast® and Probiotech®) for obtaining fish viscera-based silage as an alternative to promote a circular economy and a protein concentrate for various purposes, maintained at a constant temperature of $30\pm 1^{\circ}\text{C}$. A one-factor statistical method was applied (1 factor x 2 treatments and 4 replicates each). The results showed no significant differences ($p>0.05$) in terms of upH, moisture, protein, and ash content in any of the silages produced. These results demonstrate that it is possible to use Probiotech® for producing fish waste silage with acceptable values for various applications. Although it is formulated for the maintenance and remediation of water quality in fish farming, Probiotech® can also be used as another potential inoculum for microbiological processes that promote a circular economy.

Keywords: proximate analysis; protein concentrate; organic waste; biological silage; added value



1. INTRODUCCIÓN

Los residuos provenientes del sector pesquero, cada vez ganan más atención a nivel mundial por el aumento en la demanda de productos marinos (Erasmus et al., 2021). Ahuja et al. (2020), señala que los residuos pesqueros dependen del tipo de proceso y especie empleada, y que el residuo fluctúa entre el 30% y 70% del pescado procesado (Toppe & Olsen, 2024). Al no tener un adecuado manejo el residuo generado, éste contribuye a problemas ambientales (Alfio et al., 2021; Coronado Guerrero & Márquez Sandoval, 2025), por su alto contenido de humedad que facilita su descomposición (Shaw et al., 2022). Estos residuos pueden ser valorizados bajo el método del ensilado biológico, convirtiéndose en una alternativa viable desde el punto de vista ambiental y económico (Fernández Herrero, 2021).

En la actualidad, los esfuerzos conducentes a un adecuado manejo, de los residuos orgánicos provenientes, de la comercialización de pescado de los mercados de Tacna, son escasos y estos son descartados sin ningún fin. Estos residuos contienen proteína y pueden ser convertidos, en ensilado e incorporarlo dentro de la dieta animal, fomentando una economía circular. Diferentes autores han empleado diversos microorganismos-bacterias ácido-lácticas para la elaboración del ensilado biológico (Arevalo Aguirre et al., 2023; Díaz Flores et al., 2023). Sin embargo, es necesario investigar nuevas fuentes alternativas de probióticos, para el aprovechamiento adecuado de estos residuos orgánicos.

En el estudio realizado por Lima et al. 2020, evaluaron el valor nutricional de los ensilados ácidos y biológicos obtenido de residuos de peces Pintado y Pirapitinga. Los cuales fueron preparados con 6 % yogur natural y 10 % de azúcar comercial para el ensilado biológico y 10 % ácido acético para el ensilado ácido a temperatura ambiente por 45 días. Reportando valores de upH, más bajos para el ensilado ácido, con un valor promedio de 3,96 upH y 3,71 upH, para *Pseudoplatystoma fasciatum* “pintado” y *Piaractus brachipomus* “pirapitinga”, respectivamente. Ellos, hallaron diferencias significativas, entre los ensilados en proteína bruta, resaltando el ensilado biológico de pintado (42,13 %) y pirapitinga (42,92 %), en base seca.

Por su parte, Ochoa Mogollón et al. (2025), evidenciaron que una dieta basada en ensilado biológico, de cabezas de *Litopenaeus vannamei*, cambia de manera favorable la flora bacteriana y mejora, la salud intestinal de las gallinas ponedoras, y lo consideran como un suplemento funcional. El ensilado biológico, que obtuvieron presentó upH estables, por debajo de 4,6 estabilizándose, al quinto día de fermentación, teniendo un porcentaje de proteína de 23%, en base seca.

Así también, Zapata-Guerra et al. (2025), señalan que el uso de ensilados biológicos a base de desechos del procesamiento de *Penaeus vannamei* “camaron blanco del Pacífico”, en la dieta para pollos de engorde, demostraron mejoras significativas, en relación a ganancia de peso, eficacia alimenticia y salud intestinal. El ensilado, fue fermentado con bacterias nativas, del tracto gastro intestinal, de los pollos presentando valores de 34,39% para proteína y 16,89 %, para cenizas en base seca.

Además, Ramírez-Ramírez José et al. (2020), formularon seis tratamientos para producir ensilado biológico a base de residuos de pescado, rastrojo de maíz, melaza y cáscara de piña (CP) en cantidades de 15, 30 y 45% a temperatura de incubación de 30°C. A los 7 días los tratamientos con CP al 15 % y 30% y *Lactobacillus* B2, obtuvieron mayor acidificación. Con 15% de CP, la proteína cruda presentó valores entre 26,5 % a 31%. En los tratamientos con 30% y 45% de CP, presentaron mayor concentración de lípidos 9,85%. Concluyeron que el ensilado es una opción viable, para la alimentación de rumiantes.

En el estudio realizado por Gaviria Gaviria et al. (2021), evaluaron el impacto ambiental del ensilado químico seco, elaborado a base de vísceras de *Oreochromis spp.* “tilapia roja”, demostrando que este proceso, aminora las emisiones de CO₂ en un 30% aproximadamente, en comparación con los residuos de vísceras frescas, en botaderos con reducida profundidad. A su vez, reportaron la composición bromatológica, del ensilado químico húmedo y ensilado químico seco, cuyos valores fueron de 81,27 ± 0,09

% y $10,20 \pm 0,10\%$ para humedad, $6,85 \pm 0,04\%$ y $48,89 \pm 0,51\%$ para proteína, $2,69 \pm 0,01\%$ y $8,85 \pm 0,02\%$ para cenizas, respectivamente. Durante la etapa de almacenamiento, de 8 días el pH alcanzó valores igual o inferior a 4.

Así también, Abun et al. (2025), evaluaron las bondades de los residuos de pescado pangasius, fermentado por acción microbiana y su capacidad como suplemento alimenticio para aves de corral. Documentaron que con una dosis de inóculo (PaRmYl, integrado por *P. aeruginosa*, *R. microsporus* y *Y. lipolytica*), al 10 %; obtuvieron 37,27 % de proteína bruta al cuarto día de fermentación, a temperatura ambiente ($35\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $40\text{ }^{\circ}\text{C}$). A su vez, reportaron que el ensilado biológico, es una fuente de nutriente sostenible y rentable, mejorando la digestibilidad y la retención de nutrientes, en pollos de engorde.

Por otra parte, Caicedo Cadavid & Velásquez Vélez (2024) reportaron que, al sustituir el alimento concentrado por ensilado a base de residuos de *Oreochromis sp.* "tilapia", hasta un 25%, este no tiene un efecto en los parámetros productivos en los conejos; representando una opción sencilla de elaborar y económica, que asegura una adecuada ganancia de peso y rendimiento. La composición nutricional del ensilado, de residuos de tilapia presentó valores de 3% de humedad, 18,3% de proteína cruda y 4,19% de cenizas, en base seca.

Dentro de este contexto, la presente investigación comparó dos tipos de inóculos en la obtención del ensilado a base de vísceras de pescado, con la finalidad aprovechar dichos residuos y brindar, nuevas opciones de inóculos viables, como alternativa y enfoque de economía circular, en la elaboración de ensilado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación fue aplicada, de nivel explicativo y diseño experimental. La población de estudio estuvo conformada, por vísceras de pescado producto de la comercialización de recursos hidrobiológicos, en el mercado mayorista Terminal Pesquero Grau, mercado que cuenta con mayor afluencia comercial, en el Distrito de Tacna. La muestra estuvo conformada por 5 kg., de vísceras de pescado de la comercialización del día y fue, recolectada mediante selección aleatorio simple, de los diferentes puestos de venta de recursos hidrobiológicos.

2.1. Ensilado a partir de vísceras de pescado

El proceso inicia con la recolección de la materia prima (vísceras de pescado), las cuales fueron obtenidas, del mercado mayorista Terminal Pesquero Grau de la ciudad de Tacna, en estado fresco y trasladados, a los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, para ser sometido a cocción a 98°C por 30 minutos, con el fin de reducir la carga microbiana y detener, la acción enzimática. seguidamente se dejó enfriar a temperatura ambiente, para luego someterlo al proceso de molienda, para lo cual se empleó un molino de carne de acero inoxidable, con una criba de 3 - 5 mm., logrando obtener una pasta homogénea, la misma que es distribuida en envases transparentes de PVC, de capacidad de 0,5 l conformando ocho unidades experimentales, con un peso de 300 g., cada uno. Posteriormente se procedió a homogenizar con diferentes inóculos, para los tratamientos, los cuales estuvieron conformados: T1= vísceras de pescado 300 g., melaza 15% y Lyofast® en 5%, para T2 = vísceras de pescado 300 g, melaza 15% y combinación de Lyofast® con Probiotech® al 2,5% cada uno; con cuatro repeticiones para cada tratamiento, habiéndose incubado a una temperatura de $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ (Figura 1), hasta alcanzar valores menores a 4,5 upH.

Antes de la distribución de la pasta de ensilado, las tapas de los envases de cada muestra experimental se acondicionaron instalando mangueras transparentes de pvc (grado médico) que permitió evacuar los gases producto de la fermentación hacia un recipiente independiente con agua destilada evitando cualquier posibilidad de contaminación de las muestras (Figura 1).



Figura 1. Temperatura de incubación a 30 ± 1 °C y envases acondicionados

En la Figura 1 se observa, la temperatura de incubación de las muestras experimentales a 30 ± 1 °C, y el sistema de evacuación instalado en cada recipiente para la liberación de los gases producto de la fermentación hacia un depósito independiente.

El proceso para la elaboración del ensilado, se basó en lo descrito en la ficha técnica del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (n.d.), modificado con respecto al tiempo y temperatura en la cocción de 98°C durante 30 minutos, en envases de 0,5 l, de capacidad, de material PVC transparente. Los insumos empleados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Insumos en la elaboración del ensilado biológico

Unidades Experimentales	Pasta – vísceras de pescado	Melaza	Inóculo	
			Lyofast ®	Probiotech ®
4	300 g	15 %	5%	-----
4	300 g	15 %	2,5%	2,5%

Nota: cantidades de insumo (g/%), adaptado según lo recomendado por Vidotti et al. (2003).

Se emplearon dos tipos de inóculos y previo a su uso se consideró las especificaciones técnicas del producto. Se activó el inóculo Lyofast®, en un litro de leche pasteurizada, mientras que el inóculo Probiotech® se activó utilizando, melaza desinfectada con peróxido de hidrógeno (40 ml. L-1.) y estuvo en reposo por 24 horas, para luego mezclarlo con el Probiotech®, dejándolo en reposo, las siguientes 24 horas para su posterior uso (Figura 2).



Figura 2. Activación de los inóculos a) Lyofast® b) Probiotech®

En la figura 2 se observa, los insumos empleados para la activación de los inóculos Lyofast® y Probiotech®.

Al inicio (Figura 3) y termino del ensilado, se realizó el análisis proximal de proteína, humedad y cenizas para determinar diferencias significativas para ambos tratamientos. Así como, el upH (Figura 4).

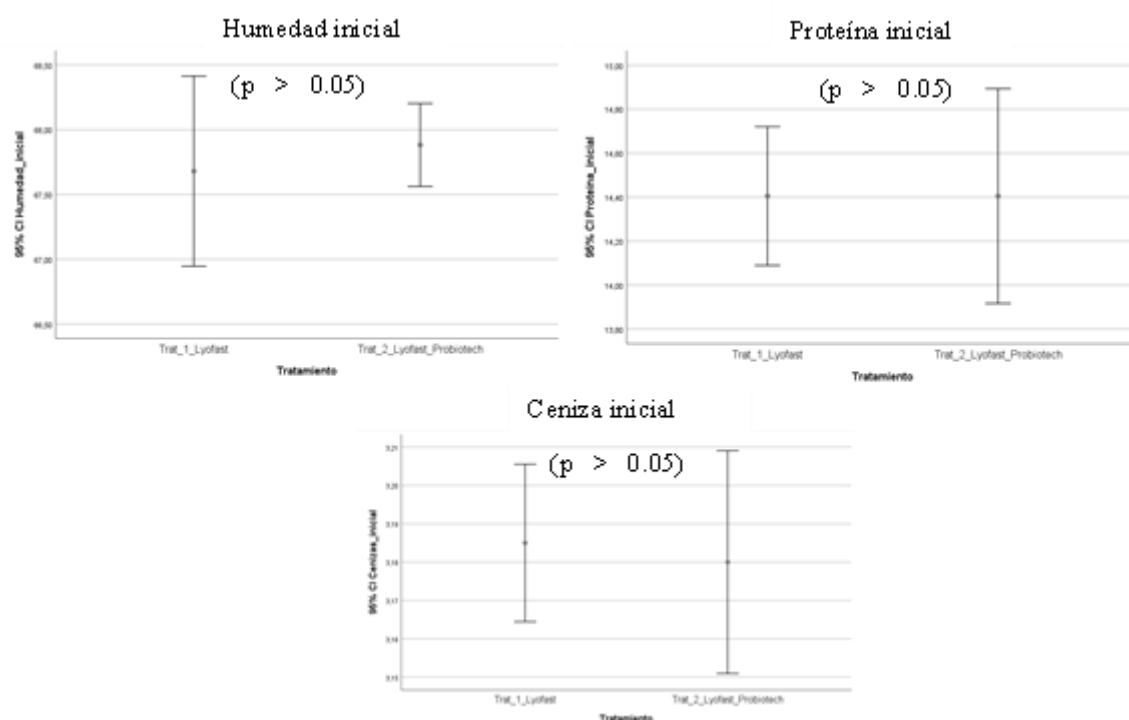


Figura 3. Composición proximal inicial de Humedad, proteína y cenizas entre los tratamientos (T1 y T2)

En la Figura 3 se aprecia que ambos tratamientos (T1 y T2), no presentan diferencias significativas, lo cual indica que iniciaron bajo las mismas condiciones ($p > 0,05$).

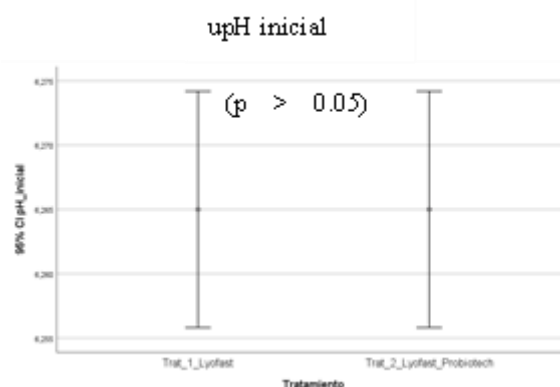


Figura 4. Comportamiento del upH entre los tratamientos T1 y T2

En la Figura 4 se observa que el upH entre los tratamientos T1 y T2 no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) siendo este estable al inicio del proceso del ensilado a base de vísceras de pescado.

El pH se registró diariamente (Tabla 2) durante un periodo de siete días Toppe & Olsen, (2024), para lo cual se empleó un medidor de pH digital Multifunction, el cual fue sumergido de manera directa (Figura 5) en ambos tratamientos (T1 y T2) replicando este procedimiento en cada una de las muestras. En la Figura 6 se observa la disminución del upH en el tiempo para los tratamientos T1 y T2.

Tabla 2. Registro de upH de los ensilados a base de vísceras de pescado

Inóculo	Código/ Réplica	upH-Días							
		0	1	2	3	4	5	6	7
LYOFAST (T1)	T1R1	6,27	5,89	5,42	4,63	4,50	4,29	4,18	4,10
	T1R2	6,27	5,88	5,40	4,59	4,51	4,30	4,22	4,12
	T1R3	6,26	5,90	5,46	4,65	4,54	4,31	4,17	4,10

	T1R4	6,26	5,87	5,52	4,63	4,52	4,32	4,20	4,11
PROBIOTECH + LYOFAST (T2)	T2R1	6,27	5,93	5,50	4,60	4,56	4,37	4,26	4,14
	T2R2	6,27	5,91	5,55	4,64	4,53	4,26	4,17	4,11
	T2R3	6,26	5,88	5,49	4,66	4,50	4,30	4,19	4,10
	T2R4	6,26	5,92	5,69	4,68	4,55	4,40	4,23	4,15

Nota: Registro diario de upH



Figura 5. medición de upH

En la Figura 5 se observa el descenso del upH durante el proceso de fermentación de los tratamientos T1 y T2 de un upH inicial de 6,26 hasta alcanzar valores de upH <4,5

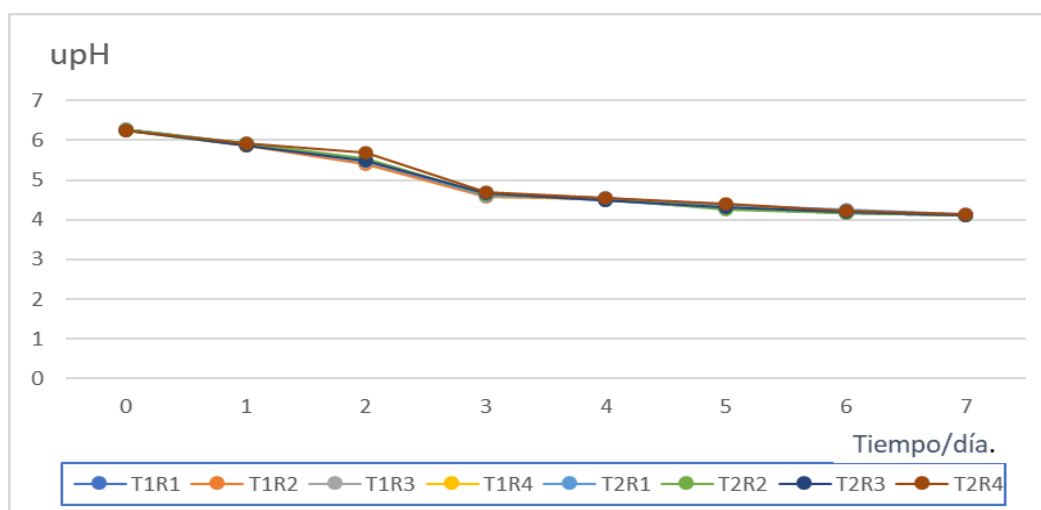


Figura 6. Descenso del pH durante el proceso de fermentación

En la Figura 6, se observa que el comportamiento del pH en el tiempo es similar para ambos tratamientos T1 (R1, R2, R3, R4) y T2 (R1, R2, R3, R4) llegando a valores de upH <4,5 simultáneamente.

Se comparó los valores de upH, obtenidos en los días quinto, sexto y séptimo, ya que a partir del quinto día se registraron upH inferiores a 4,5 con el fin de determinar diferencias significativas.

La evaluación de la composición proximal (humedad, proteína y cenizas) se realizó siguiendo los métodos oficiales estandarizados de AOAC International. El contenido de humedad se estableció por secado en estufa hasta peso constante (AOAC 934.01), el de cenizas por incineración en mufla (AOAC 938.08), la proteína cruda por el método Kjeldahl (AOAC 976.05), consultados en la colección Official Methods of Analysis of AOAC International (AOAC International, n.d.).

2.2. Análisis estadístico

Para el procesamiento de datos, se realizó la exploración de datos, con las pruebas de normalidad y de homocedasticidad, aplicándose luego el método estadístico, T de student para muestras independientes, con un nivel de confianza de 95% para los valores de humedad, proteína y cenizas y para el upH se aplicó el método U de Mann-Whitney. Los análisis fueron realizados con el programa para análisis estadístico de datos - SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del quinto día ambos tratamientos (T1 y T2) presentaron valores similares de upH < a 4,5 y a los siete días presentaron upH más estables (Tabla 3), con un promedio de $4,11 \pm 0,01$ y $4,13 \pm 0,02$, para el T1 y T2 respectivamente (Tabla 4).

Tabla 3. Valores de upH < 4,5 de los días 5,6 y 7

Inóculo	Código/Réplica	upH-Días							
		0		5		6		7	
LYOFAST (T1)	T1R1	6,27	$\pm 0,01$	4,29	$\pm 0,01$	4,18	$\pm 0,02$	4,10	$\pm 0,01$
	T1R2	6,27		4,30		4,22		4,12	
	T1R3	6,26		4,31		4,17		4,10	
	T1R4	6,26		4,32		4,20		4,11	
PROBIOTECH + LYOFAST (T2)	T2R1	6,27	$\pm 0,01$	4,37	$\pm 0,06$	4,26	$\pm 0,04$	4,14	$\pm 0,02$
	T2R2	6,27		4,26		4,17		4,11	
	T2R3	6,26		4,30		4,19		4,10	
	T2R4	6,26		4,40		4,23		4,15	

Nota: Valores de upH < 4,5 con desviación estándar.

Tabla 4. Valores promedio de upH de los días 5,6 y 7

Inóculo	upH / Días									
	Código/Replica	0		5		6		7		
LYOFAST (T1)	T1R1, T1R2, T1R3 T1R4	6,27	$\pm 0,01$	4,31	$\pm 0,01$	4,19	$\pm 0,02$	4,11	$\pm 0,01$	
PROBIOTECH + LYOFAST (T2)	T2R1, T2R2, T2R3 T2R4	6,27	$\pm 0,01$	4,33	$\pm 0,06$	4,21	$\pm 0,04$	4,13	$\pm 0,02$	

Nota: upH promedio con desviación estándar.

Los resultados demostraron, que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$) entre ambos tratamientos (T1 y T2) de los días 5, 6 y 7 (Figura 7).

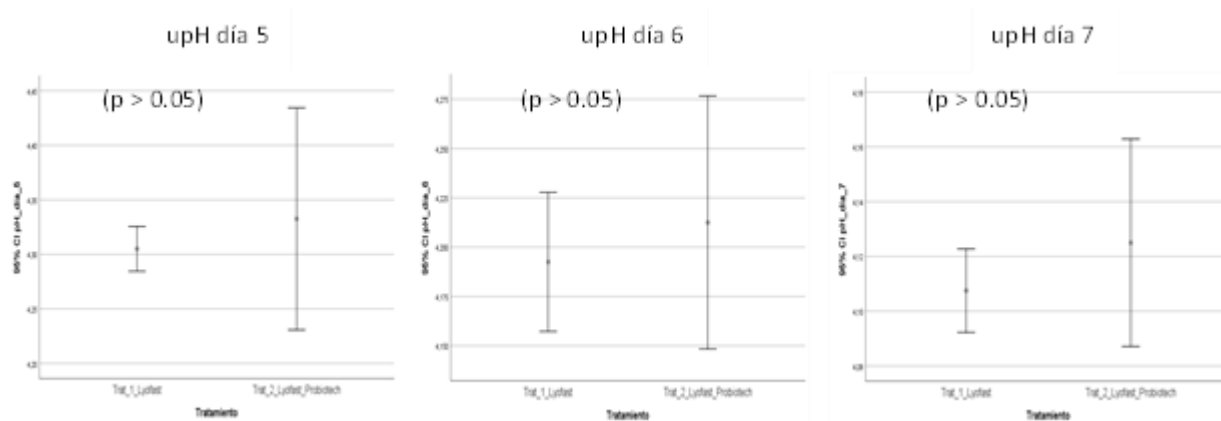


Figura 7. upH/días 5,6 y 7 en los tratamientos T1 y T2

En la Figura 7 el análisis estadístico demuestra que no existe diferencia significativa para ambos tratamientos (en los días 5, 6 y 7). Lo que nos indicaría que ambos inóculos, han ejercido control, de manera homogénea y el proceso de acidificación no se ha visto afectado por la combinación entre ellos, pudiéndose considerar, que los valores upH son equivalentes al final del proceso del ensilado, a base de vísceras de pescado. Estos valores son similares con lo reportado por Peña García et al., (2020) y Gaviria Gaviria et al., (2021), quienes obtuvieron valores de upH < 4,5 al quinto y octavo día de elaboración de ensilado. Aunque, Lima et al., (2020), obtuvieron valores promedio ligeramente menores a lo reportado en este estudio, esto podría estar relacionado por el tiempo de almacenamiento (45 días) y las condiciones de elaboración (temperatura ambiente), empleado por dichos autores.

Los resultados demostraron que el contenido de humedad, proteína y cenizas no presentaron diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los ensilados elaborados con el inóculo Lyofast® (T1) y la combinación del mismo con Probiotech® (T2) (Figura 8), reportando valores promedios similares entre ambos ensilados elaborados a base de vísceras de pescado en su composición proximal (Tabla 5)

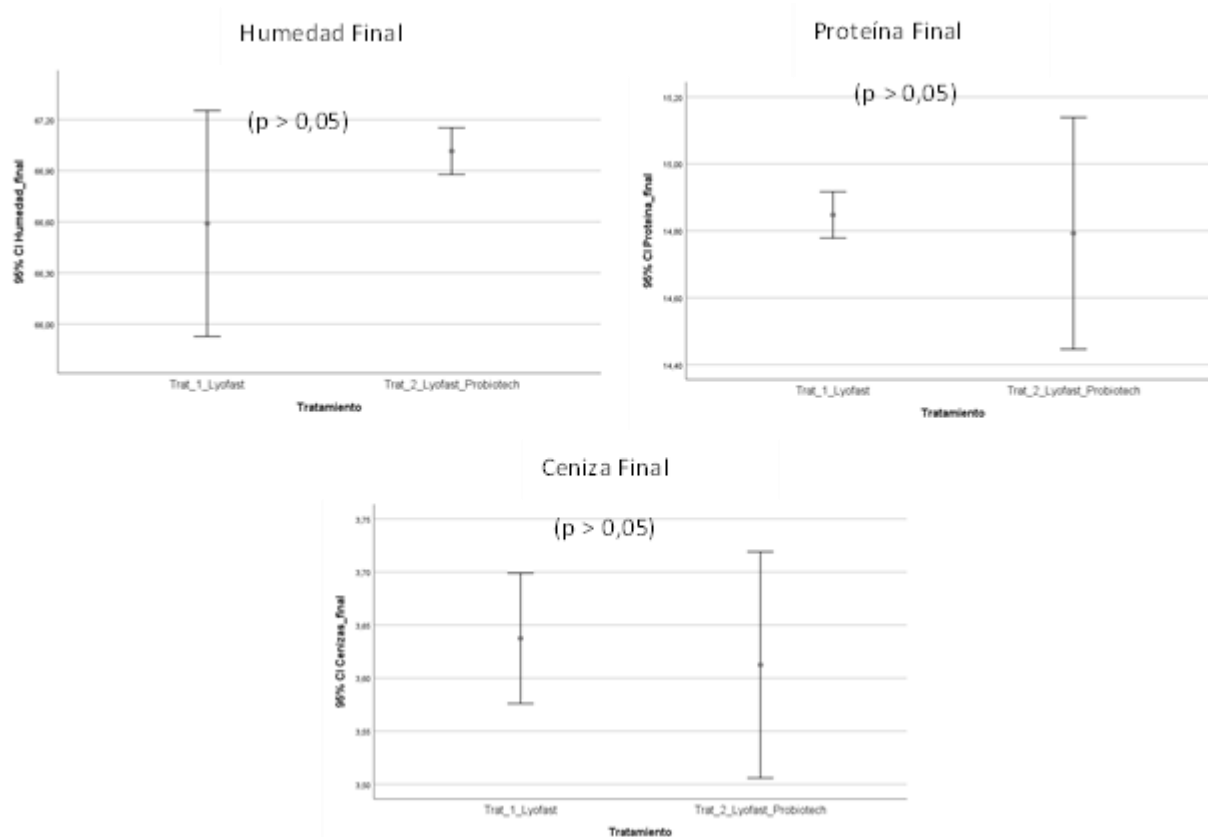


Figura 8. Comparacion final de la composición proximal (humedad, proteína y cenizas), entre los tratamientos T1 y T2

En la Figura 8 se observa que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tratamientos T1 y T2, por lo que se considera que los valores de humedad, proteína y cenizas son similares, al final del proceso del ensilado obtenido a base de vísceras de pescado.

Tabla 5. Valores promedios porcentuales de humedad, proteína y cenizas de los tratamientos T1 y T2.

T° C	Tratamiento/ Inóculo	Humedad Final %	Proteína Final %	Ceniza Final %
30±1	LYOFAST (T1)	66,59 ± 0,42	14,85 ± 0,04	3,64 ± 0,04
	PROBIOTECH + LYOFAST (T2)	67,02 ± 0,09	14,79 ± 0,00	3,61 ± 0,07

Nota: Valores similares entre los tratamientos T1 y T2.

Los resultados demostraron que los valores promedios de la composición proximal (humedad, proteína y cenizas) del tratamiento T1, presentaron leves diferencias de valores, respecto a humedad y cenizas sobre el tratamiento T2; así también, el tratamiento T2 presentó poca diferencia de los valores, sobre el tratamiento T1 respecto a humedad. Sin embargo, no presentaron diferencias significativas, manteniéndose los valores estables (humedad, proteína y cenizas) entre los tratamientos T1 y T2. Los valores de humedad obtenidos en este estudio son similares con lo reportado por Khajuria et al. (2026), quienes observaron una humedad final de 65,43 % en uno de sus tratamientos de ensilado biológico de pescado. Así también, Yucra Quispe (2022) reportó valores cercanos de humedad en ensilado biológico elaborado a partir de vísceras de trucha, lo que muestra que este parámetro puede mantenerse en rangos similares sin importar la especie utilizada, y Díaz Flores et al. (2023), quienes señalaron 67,60 % para el ensilado obtenido con yogurt, pero difiere con el ensilado formulado con suero de queso como inóculo (71,80%), lo que le daría mayor humedad al producto. Así también, difiere con otros autores como Gaviria Gaviria et al. (2021), quienes reportaron valores mayores ($81,27 \pm 0,09$ %) en ensilado químico húmedo, en comparación con el presente estudio. Esta diferencia se podría atribuir al tipo de acidificación (químico) y al contenido de humedad inicial de la materia prima empleada (vísceras de tilapia). Además, Caicedo Cadavid & Velásquez Vélez (2024) documenta 3% de humedad, menor a lo reportado en este estudio, ello se debería a que los autores expresaron el resultado en base seca. Así mismo, los valores de proteína obtenidos en el presente estudio difieren con lo reportado por Abun et al. (2025), Caicedo Cadavid & Velásquez Vélez (2024), Lima et al. (2020), Ochoa Mogollón et al. (2025), Ramírez-Ramírez José et al. (2020), Salazar-Sánchez et al. (2023), Zapata-Guerra et al. (2025) y Gaviria Gaviria et al. (2021), este último en ensilado químico seco. Del mismo modo, los valores de cenizas obtenidos en este estudio fueron diferentes con lo reportado por Zapata-Guerra et al. (2025) y Caicedo Cadavid & Velásquez Vélez (2024). Estas diferencias entre los valores de proteína y cenizas se deberían por la forma en que los autores presentan los resultados (base seca). Por otra parte, el contenido de proteína y ceniza obtenido en este estudio, fue superior al ensilado químico húmedo ($6,85 \pm 0,04$ % y $2,69 \pm 0,01$ %) reportado por Gaviria Gaviria et al. (2021), esta diferencia, se debería a un menor contenido de humedad y tipo de ensilado (biológico/químico).

CONCLUSIONES

Los valores de upH así como las características nutricionales y análisis proximal (humedad, proteína y cenizas) no presentan diferencias significativas, en la obtención del ensilado biológico producido con Lyofast® y la combinación del mismo con Probiotech®, reportando valores adecuados, para ser considerado en la formulación de ensilado, para el uso en dietas para la acuicultura. Se recomienda determinar el perfil de aminoácidos del ensilado, con la finalidad de complementar la evaluación de la calidad proteica.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por las facilidades brindadas en la elaboración del presente trabajo.

FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron ningún patrocinio para llevar a cabo este estudio-artículo.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

1. Conceptualización: (Elizabeth Norka Llasaca-Calizaya, Fredy Walter Delgado- Cabrera)
2. Curación de datos: (Felix Johnny Tuesta-Ramos)
3. Análisis formal: (Elizabeth Norka Llasaca-Calizaya)
4. Investigación: (Elizabeth Norka Llasaca-Calizaya)
5. Metodología: (Ehrlich Yam Llasaca-Calizaya)
6. Administración del proyecto: (Elizabeth Norka Llasaca-Calizaya)
7. Recursos: (Fredy Walter Delgado-Cabrera, Felix Johnny Tuesta-Ramos)
8. Software: (SPSS)
9. Supervisión: (Fredy Walter Delgado-Cabrera)
10. Validación: (Humberto Arbildo-Ortiz)
11. Visualización: (Humberto Arbildo-Ortiz)
12. Redacción - borrador original: (Elizabeth Norka Llasaca-Calizaya)
13. Redacción - revisión y edición: (Ehrlich Yam Llasaca-Calizaya).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abun, A., Rusmana, D., Haetami, K., & Widjastuti, T. (2025). Evaluation of the nutritional value of fermented pangasius fish waste and its potential as a poultry feed supplement. *Veterinary World*, 18(2), 355–366. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.355-366>
- Ahuja, I., Dauksas, E., Remme, J. F., Richardsen, R., & Løes, A. K. (2020). Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming – With status in Norway: A review. *Waste Management*, 115, 95–112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025>
- Alfio, V. G., Manzo, C., & Micillo, R. (2021). From fishwaste to value: An overview of the sustainable recovery of omega-3 for food supplements. *Molecules*, 26(4). <https://doi.org/10.3390/molecules26041002>
- AOAC International. (n.d.). *Official Methods of Analysis of AOAC Internacional (OMA)*. AOAC International. Retrieved <https://academic.oup.com/officialmethodsofanalysis-aoac>
- Arevalo Aguirre, Y. J., Querevalú Ortiz, J., Ochoa Mogollón, G. M., & Sánchez Suárez, H. (2023). Influencia de cepas bacterianas y condiciones de incubación en la viabilidad y calidad de ensilados biológicos para su uso en la producción animal. *Manglar*, 20(3), 221–231. <https://doi.org/10.57188/manglar.2023.025>
- Caicedo Cadavid, S., & Velásquez Vélez, R. A. (2024). Effect of tilapia (*Oreochromis* sp) waste silage on the productive performance of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 35(5). <https://doi.org/10.15381/rivep.v35i5.29253>
- Coronado Guerrero, R. G., & Márquez Sandoval, C. A. (2025). Revaluation of aquaculture waste and by-products under a circular economy approach: systematic literature review. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2025.1.1.505>
- Díaz Flores, N., Muro Lozada, P. F. M., Vara Valverde, C. A., Moreno Ríos, C. E., Bustillos Aponte, G. V., Davila Ruiz, B., Rivadeneyra Sánchez, N. L., Maslucan Canayo, O. A., & Amaringo Cortegano, C. A. (2023). Características nutricionales comparativas del ensilado biológico de pescado utilizando yogurt natural y suero de queso. *Revista de Innovación y Transferencia Productiva -RITP*, 4(1). <https://doi.org/10.54353/ritp.v4i1.e001>
- Erasmus, V. N., Kadhila, T., Gabriel, N. N., Thyberg, K. L., Ilungu, S., & Machado, T. (2021). Assessment and

- quantification of Namibian seafood waste production. *Ocean and Coastal Management*, 199. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105402>
- Fernández Herrero, A. (2021). Ensilados químicos y biológicos. Una alternativa de aprovechamiento integral y sustentable de los residuos pesqueros en la Argentina. *Marine and Fishery Sciences*, 34(2), 235–262. <https://doi.org/10.47193/mafis.3422021010603>
- Gaviria Gaviria, Y. S., Camaño Echavarría, J. A., & Zapata Montoya, J. E. (2021). Evaluation of the environmental impact of dry chemical silage obtained from the viscera of red tilapia (*Oreochromis* spp.) using ecological footprint methodology. *Heliyon*, 7(6), e07337. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07337>
- Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. (n.d.). *Investigación y desarrollo de productos pesqueros - Fichas Técnicas*. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP). Retrieved <https://es.scribd.com/document/476409141/FICHAS-TECNICAS-pdf>
- Khajuria, S., Kumar, S., Natt, S. K., Uniyal, S., Surasani, V. K. R., & Singh, A. (2026). Biological valorization of Pangas fish processing waste into nutrient-rich fish silage using molasses-assisted *Lactobacillus plantarum*: fermentation dynamics, nutritional quality, and economic feasibility. *Frontiers in Aquaculture*, 5. <https://doi.org/10.3389/faqac.2026.1813678>
- Lima, J. L., Gomes, F. A., Barreto, L. V., Rosa, B. L., Souza, L. P., Ferreira, J. B., & Freitas, H. J. (2020). Silagem ácida e biológica de resíduos de peixes produzidos na Amazônia ocidental – Acre. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 36677–36693. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-271>
- Ochoa Mogollón, G., Ordinola-Zapata, A., Sanchez-Ochoa, G., Vieyra-Peña, E., Palacios-Pinto, G., & Sánchez-Suárez, H. (2025). Effect of biological silage from *Litopenaeus vannamei* heads on the gut microbial composition and health of laying hens. *Revista Científica de La Facultad de Veterinaria*, 35(1), 1–7. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e35549>
- Peña García, P., Querevalú Ortiz, J., Ochoa Mogollón, G., & Sánchez Suárez, H. (2020). Ensilado biológico de residuos de langostino fermentado con bacterias ácido-lácticas: Uso como biofertilizante en cultivo de pasto y como alimento para cerdos de traspasto. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 459–471. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.04.01>
- Ramírez-Ramírez José, Loya-Olguín José, Ulloa José, Rosas-Ulloa Petra, Gutiérrez-Leyva Ranferi, & Silva-Carrillo Yessica. (2020). Aprovechamiento de desechos de pescado y cáscara de piña para producir ensilado biológico. *Abanico Veterinario*, 10, 1–12. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.29>
- Salazar-Sánchez, M. del R., Hernández-Martínez, I. Y., Cuello-Marín, R. R., Martínez Quintero, I. K., & Vilardy-Naranjo, J. (2023). Obtención de ensilaje biológico a partir de fermentación láctica de residuos pesqueros. *Revista de La Facultad de Ciencias Básicas*, 21(2).
- Shaw, C., Knopf, K., & Kloas, W. (2022). Fish Feeds in Aquaponics and Beyond: A Novel Concept to Evaluate Protein Sources in Diets for Circular Multitrophic Food Production Systems. *Sustainability (Switzerland)*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/su14074064>
- Toppe, J., & Olsen, R. L. (2024). Fish silage production by fermentation - A manual on how microbial fermentation can turn fish waste into a valuable feed ingredient or fertilizer. In *Fish silage production by fermentation*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0799en>
- Vidotti, R. M., Macedo Viegas, E. M., & Carneiro, D. J. (2003). Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Animal Feed Science and Technology*, 105, 199–204. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00056-7](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00056-7)
- Yucra Quispe, M. A. (2022). Alimentación de truchas *Oncorhynchus mykiss* con dietas de ensilado

biológico de vísceras de truchas. *Revista de Investigaciones*, 11(2), 94–107.
<https://doi.org/10.26788/ri.v11i2.3131>

Zapata-Guerra, J., Ochoa Mogollón, G., Ordinola-Zapata, A., Querevalu-Ortiz, J., Sanchez-Ochoa, G., & Sánchez-Suárez, H. (2025). Utilization of biological silage from shrimp processing waste as a sustainable practice in productive performance of broiler chickens. *Revista Científica de La Facultad de Veterinaria*, 35(1), 1–7. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e361762>