

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y CIENCIAS DEL  
MAR**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PESQUERA**



**Evaluación fisicoquímica y nutricional de residuos de pescado  
biofermentados con inóculos nativo y comercial**

**TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniera Industrial Pesquera

**Br. Janet Lucia Aponte Sarango**

TUMBES, PERÚ  
2023

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y CIENCIAS DEL  
MAR

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PESQUERA



## Evaluación fisicoquímica y nutricional de residuos de pescado biofermentados con inóculos nativo y comercial

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dra. Vieyra Peña, Enedia Graciela

(Presidente)

Dr. Moran Avila, Braulio

(Secretario)

Dr. Amaya Ayala, Martín

(Vocal)

TUMBES, PERÚ  
2023

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y CIENCIAS DEL  
MAR

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PESQUERA



## Evaluación fisicoquímica y nutricional de residuos de pescado biofermentados con inóculos nativo y comercial

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma:

Br. Aponte Sarango, Janet Lucia

(Ejecutor)

Mg. Carrasco Casariego, Jorge Humberto

(Asesor)

TUMBES, PERÚ  
2023



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las nueve horas y dos minutos del día trece de abril del dos mil veintitrés, en la modalidad virtual, a través de la plataforma Google meet cuyo link es <https://meet.google.com/gzz-osau-ofd>, se reunió el Jurado Calificador de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes, designado por Resolución N° 149-2022/UNTUMBES-FIPCM-CF, Dra. Eneida Graciela Vieyra Peña, (Presidente), Dr. Braulio Moran Ávila, (Secretario) y Dr. Martín Amaya Ayala, (Vocal), recorociendo en la misma resolución además, al Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariego como asesor, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: "Evaluación fisicoquímica y nutricional de residuos de pescado biofermentados con un inóculo nativo y comercial", para optar el Título Profesional de INGENIERO INDUSTRIAL PESQUERO, presentado por la:

**Br. Janet Lucia Aponte Sarango**

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte de la sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara a la Bachiller **Janet Lucia Aponte Sarango**, APROBADA, con calificativo MUY BUENO.

Se hace conocer a la sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el Jurado le indica.

En consecuencia, queda APTA para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Industrial Pesquero, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las DIEZ horas y DIEZ minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, en forma virtual, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 13 de abril del 2023.

Dra. Eneida Graciela Vieyra Peña  
DNI N° 00217076  
Código ORCID 0000-0001-6541-7075  
Presidente

Dr. Braulio Moran Ávila  
DNI N° 00217176  
Código ORCID 0000-0002-2663-8470  
Secretario

Dr. Martín Amaya Ayala  
DNI N° 00320810  
Código ORCID 0000-0001-8870-2020  
Vocal

cc.

- Jurados (03)
- Asesor: Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariego ( DNI: 00241031 y Código ORCID 0000-0001-8584-2028)
- Interesada
- Archivo (Decanato)

OAMN/Decano  
Bertha R.

Los Ceibos S/N. Puerto Pizarro. Tumbes – Perú

# Evaluación fisicoquímica y nutricional de residuos de pescado biofermentados con inóculos nativo y comercial

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.untumbes.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.uns.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>alicia.concytec.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>infolactea.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de Tumbes</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.colibri.udelar.edu.uy</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>www.researchgate.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado salud y guiarme en este proceso de obtener uno de los  
anhelos más deseados.

A mis queridos padres Tulio Aponte (Q.E.P.D) y Janet Sarango por darme fuerzas  
cada día para continuar en cada uno de mis objetivos, gracias por siempre  
inculcarme en mi el deseo de superación, por su trabajo y sacrificio a diario;  
gracias por siempre confiar en mí. A mis hermanos Kusy y Kevin, piezas  
fundamentales en mi vida, por su cariño, apoyo, confianza y ánimos; gracias por  
estar conmigo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por su fortaleza y su bendición para continuar en cada una de mis metas; por protegerme y guiarme en cada uno de los obstáculos.

A mi familia porque siempre me acompañan en cada uno de mis logros.

Mi gratitud a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar que con sus conocimientos aportaron a mi formación profesional, en especial a mi asesor Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariego por su paciencia y su dirección que me permitieron alcanzar los objetivos de este informe de tesis, y a BIOTECOOP por darme la oportunidad de pertenecer como tesista en el subproyecto: Aprovechamiento eco-sostenible de los desechos de pesca artesanal mediante la producción de alimentos funcionales e inclusión en balanceados para animales menores e insumos agrícolas orgánicos.

# ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	16
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	18
2.1. Antecedentes .....	18
2.2. Bases teórico-científicas .....	24
2.2.1. Biofermentado de pescado .....	24
2.2.2. Calidad nutritiva .....	24
2.2.3. Fuente de carbohidratos: melaza de caña .....	25
2.2.4. Inóculo o cultivo iniciador .....	25
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	28
3.1. Descripción de los inóculos de bacterias nativas y comerciales .....	28
3.1.1. Reactivación de cultivo bacteriano.....	29
• Procedimiento para masificar a 10 ml. ....	29
• Procedimiento para masificar a 50 ml. ....	29
• Procedimiento para masificar a 1000ml. ....	30
3.1.2. Recolección de los residuos de pescado .....	31
3.1.3. Proceso de elaboración de biofermentado biológico de residuos de pescado. ....	31
3.1.4. Materia prima. ....	32
3.1.5. Lavado y desinfección.....	32
3.1.6. Molienda - trituración.....	33
3.1.7. Pesado.....	33
3.1.8. Mezclado.....	34
3.1.9. Fermentación .....	35
3.2. Métodos técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	36
3.2.1. Parámetros fisicoquímicos: .....	36
3.2.2. Parámetros nutricionales.....	36
3.3. Procesamiento y análisis de datos .....	37
3.3.1. Evaluación estadística.....	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
V. CONCLUSIONES .....	48



VI. RECOMENDACIONES .....	49
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
ANEXOS .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Proporciones de los ingredientes utilizados para la elaboración del biofermentado de residuos de pescado según cada tratamiento.....	32
Tabla 2.	pH promedio del biofermentado de residuos de pescado con 5% y 10% inóculo bacteriano de acuerdo al día de biofermentación.....	36
Tabla 3.	Temperatura promedio del biofermentado de residuos de pescado elaborado con 5 y 10% inóculo bacteriano de acuerdo al día de biofermentación .....	40
Tabla 4.	Composición proximal del biofermentado de residuos de pescado con cepas bacterianas nativas y comerciales. Los valores de proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno se encuentran en base a 100% materia seca.....	43
Tabla 5.	Perfil de aminoácidos del biofermentado de residuos de pescado con cepas bacterianas nativa y comercial .....	44
Tabla 6.	Análisis de varianza del pH por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente .....	52
Tabla 7.	Prueba de Tukey al pH por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente .....	53
Tabla 8.	Análisis de varianza del pH por efecto de la dosis de inóculo nativo <i>Lactobacillus plantarum</i> , cepa CE 14.23 (BSIA 26) (5% y 10%) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente .....	54
Tabla 9.	Análisis de varianza del pH por efecto de la dosis de inóculo nativo <i>Lactobacillus plantarum</i> , cepa 3786 (BSIA 30) (5% y 10%) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente .....	55
Tabla 10.	Análisis de varianza del pH por efecto de la dosis de inóculo comercial <i>Pediococcus acidilactici</i> , ATTC 8042 (5% y 10%) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente .....	56
Tabla 11.	Análisis de varianza del pH por efecto de la dosis de inóculo	

	comercial <i>Lactobacillus plantarum</i> , ATCC 8014 (5% y 10%) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.....	57
Tabla 12.	Análisis de varianza del pH en el biofermentado de residuos de pescado sin inóculo de bacterias (controles 1 y 2) en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.....	58
Tabla 13.	Análisis de varianza del pH por efecto del origen de la cepa (Nativa y comercial) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.....	59
Tabla 14.	Prueba de Tukey al pH por efecto del origen de la cepa (nativa y comercial) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.....	60
Tabla 15.	Análisis de varianza de la acidez por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en el día 6.....	61
Tabla 16.	Prueba de Tukey a la acidez por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en el día 6 .....	61
Tabla 17.	Análisis de varianza de la temperatura por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente .....	62
Tabla 18.	Prueba de Tukey a la temperatura por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cepas masificadas a 10 ml .....	27
Figura 2. Cepas masificadas a 50 ml .....	28
Figura 3. Procedimiento de dilución a 1000ml.....	28
Figura 4. Flujograma de la preparación del biofermentado de residuos de pescado.....	29
Figura 5. Recolección de residuos de pescado.....	30
Figura 6. Lavado y desinfección de los residuos de pescado.....	30
Figura 7. Molienda y trituración de los residuos de pescado .....	31
Figura 8. Mezclador eléctrico y resultado de homogenización .....	32
Figura 9. Fermentadores con biofermentado con inóculo nativo y comercial .....	33
Figura 10. Variación de pH durante la biofermentación de los residuos de pescado con 5% inóculo bacteriano .....	38
Figura 11. Variación de pH durante la biofermentación de los residuos de pescado con 10% inóculo bacteriano .....	39
Figura 12. Acidez promedio del biofermentado de residuos de pescado elaborado con 5 y 10% inóculo bacteriano a los 6 días.....	39
Figura 13. Variación de la temperatura durante la biofermentación de los residuos de pescado con 5% inóculo bacteriano.....	41
Figura 14. Variación de la temperatura durante la biofermentación de los residuos de pescado con 10% inóculo bacteriano.....	41
Figura 15. Informe de resultados de análisis de composición proximal de biofermentados con las cepas bacterianas: <i>L. plantarum</i> cepa CE 14.23 (BSIA 26) y <i>P. acidilactici</i> ATTC 8042 (corresponden a los códigos 103 y 107, respectivamente) .....	64
Figura 16. Informe de resultados de análisis de composición proximal de biofermentados con las cepas bacterianas: <i>L. plantarum</i> ATTC 8014 y <i>L. plantarum</i> , cepa 3786 (BSIA 30) (Corresponde a los códigos 110 y 111, respectivamente) .....	65
Figura 17. Informe de resultados de análisis de perfil de aminoácidos de biofermentados con cepa bacteriana nativa .....	66

Figura 18. Informe de resultados de análisis de perfil de aminoácidos de biofermentados con cepa bacteriana comercial ..... 68

## Evaluación fisicoquímica y nutricional de residuos de pescado biofermentados con inóculos nativo y comercial

Br. Janet Lucia Aponte Sarango <sup>1</sup>  
Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariego <sup>2</sup>

### RESUMEN

En esta investigación se determina la calidad fisicoquímica y nutricional de residuos de pescado biofermentados con cepas nativas y comerciales bajo condiciones previas: sin cocción de residuos, incubación al medio ambiente y a una escala mayor que la de laboratorio. Para esto se utilizaron cepas nativas aisladas y seleccionadas de residuos de pescado de la región Tumbes: *Lactobacillus plantarum*, cepa CE 14.23 (BSIA 26) y *Lactobacillus plantarum*, cepa 3786 (BSIA 30); y cepas comerciales correspondientes a la ATTC de alto poder hidrolítico: *Pediococcus acidilactici* ATTC 8042 y *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014. Los residuos de pescado, lavados y desinfectados fueron molidos y mezclados con 10% de melaza y dosis de inóculos 5 y 10% de cada cepa. El pH de los residuos de pescado biofermentados con cepas nativas y comerciales, alcanzaron valores entre 4,39 a 4,59; lo que aseguró su estabilidad; en tanto que, en los controles, de 4,58 a 4,77. La dosis de 5 y 10% de inóculo en cada cepa tuvo el mismo efecto sobre el pH. El origen de la cepa (nativa y comercial) en el biofermentado tuvo similar efecto en el pH y la acidez. La temperatura osciló entre 28 a 31 °C y fue apropiada para el biofermentado; permitiendo el ahorro de energía que representaría la incubación artificial. Los niveles de proteína (30 a 33%), extracto etéreo (10 y 21%) y cenizas (12 y 14%) de los biofermentados fueron relativamente bajos; dependiendo de los residuos (frescura, tipo de residuo y especie). Los biofermentados presentaron 20 aminoácidos; dentro ellos los 10 aminoácidos esenciales.

**Palabras clave:** Ensilado, hidrolizado, biofermentación, cepa ácido láctica.

---

<sup>1</sup> Bachiller de la Escuela de Ingeniería Industrial Pesquera de la Universidad Nacional de Tumbes

<sup>2</sup> Profesor Ordinario de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar, Universidad Nacional de Tumbes

Tesis presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial Pesquero

Universidad Nacional de Tumbes

Facultad de Ingeniería de Pesca y Ciencias del Mar

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial Pesquera

e-mail: [apontesarango.18.1999@gmail.com](mailto:apontesarango.18.1999@gmail.com)

## Physicochemical and nutritional evaluation of biofermented fish residues with native and commercial inocula

Br. Janet Lucia Aponte Sarango <sup>1</sup>  
Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariego <sup>2</sup>

### ABSTRACT

In this research, the physicochemical and nutritional quality of biofermented fish residues with native and commercial strains is determined under previous conditions: without cooking residues, incubation in the environment and on a scale larger than that of the laboratory. For this, native strains isolated and selected from fish waste from the Tumbes region were used: *Lactobacillus plantarum*, strain CE 14.23 (BSIA 26) and *Lactobacillus plantarum*, strain 3786 (BSIA 30); and commercial strains corresponding to the ATCC with high hydrolytic power: *Pediococcus acidilactici* ATCC 8042 and *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014. The washed and disinfected fish residues were ground and mixed with 10% molasses and inoculum doses of 5 and 10% of each strain. The pH of biofermented fish residues with native and commercial strains reached values between 4.39 and 4.59; which ensured its stability; while, in the controls, from 4.58 to 4.77. The dose of 5 and 10% of inoculum in each strain had the same effect on the pH. The origin of the strain (native and commercial) in the biofermentation had a similar effect on pH and acidity. The temperature ranged from 28 to 31 °C and was appropriate for biofermentation; allowing energy savings that artificial incubation would represent. The levels of protein (30 to 33%), ethereal extract (10 and 21%) and ash (12 and 14%) of the biofermented products were relatively low; depending on the residues (freshness, type of residue and species). The biofermented ones presented 20 amino acids; within them the 10 essential amino acids.

**Keywords:** Silage, hydrolyzate, biofermentation, lactic acid strain.

<sup>1</sup> Bachiller of the School of Industrial Fisheries Engineering of the National University of Tumbes

<sup>2</sup> Professor of the Fisheries Engineering and Marine Sciences Faculty of the National University of Tumbes

Thesis presented to obtain the professional title of Industrial Fisheries Engineer

National University of Tumbes

Fisheries Engineering and Marine Sciences Faculty

Industrial Fisheries Engineering School

Los Ceibos S/N Street, Puerto Pizarro, Tumbes, Peru

e-mail: [apontesarango.18.1999@gmail.com](mailto:apontesarango.18.1999@gmail.com)

## I. INTRODUCCIÓN

En la región Tumbes, como en cualquier otra parte del Perú y del mundo donde se desarrollan actividades pesqueras, se generan residuos. Éstos son generalmente descartados o utilizados para ser procesados como harina de pescado (Matak et al., 2015); frecuentemente de mala calidad. Una mejor alternativa para el aprovechamiento de estos residuos es el biofermentado. Este producto tiene un valor nutricional similar al de la harina de pescado.

El ensilado de pescado entero, o de partes de él, se puede elaborar por los métodos químico, enzimático y biológico (biofermentación); en el primero se utilizan ácidos orgánicos e inorgánicos, en el segundo enzima y en el tercero, bacterias ácido-lácticas; en estos dos últimos, se da un proceso de fermentación de azúcares que son agregados y tiene como resultado la formación de ácido láctico que reduce el pH para obtener la estabilidad del producto final (Aurrekoetxea, 2001).

Se han realizado estudios sobre la elaboración de ensilado; sobre todo por biofermentación; por cuanto ofrece ventajas al momento de su uso y de valor nutricional respecto al ensilado químico. Estos estudios se han basado en sus componentes tales como el tipo de residuos, fuente de carbohidratos e inóculo de microorganismos ácido- lácticos (cultivo iniciador).

Sin embargo, estas investigaciones han sido realizadas a escala de laboratorio donde las condiciones de éxito de la elaboración de un ensilado son relativamente altas. A escala mayor a la de laboratorio, la producción de biofermentados requiere de una mayor efectividad de sus componentes; principalmente del tipo de bacteria ácido-láctica que constituye el inóculo; más aún, si se trata de conservar residuos crudos con la finalidad ahorrar el gasto que genera la cocción previa de la materia prima.

Investigaciones a nivel de laboratorio, han determinado que ciertas cepas de bacterias ácido-lácticas son muy eficientes en el proceso de biofermentación. Tal es así que ya se comercializan productos elaborados y cepas puras de bacterias ácido-lácticas para estos fines. No obstante, también hay un grupo de cepas de bacterias nativas aisladas de los mismos residuos pesqueros con una alta capacidad biofermentativa. Se considera que, este último grupo



por ser propio del tipo de residuo podría tener ciertas ventajas en el proceso de biofermentación respecto al primer grupo de bacterias ácido-lácticas (comerciales).

En tal sentido, bajo estas nuevas condiciones (residuos crudos y escala mayor que a la de laboratorio) es importante determinar la calidad fisicoquímica y nutricional de los biofermentados de residuos de pescado elaborados con inóculo nativo y comercial; así como también, determinar con cuál de estos inóculos se logra una la mejor calidad fisicoquímica y nutricional.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

Fernández et al. (2013) evaluaron el ensilado biológico (EB) de *Engraulis anchoíta* entera congelada en buen estado. Utilizaron dos formulaciones: EBI con una relación de 10% de miel: 10% de yogur y, EBII con 15% de miel: 10% de yogur. Analizaron histamina, nitrógeno básico volátil total y sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico como parámetros de calidad. Los resultados que obtuvieron muestran un buen comportamiento con el pH que empezó con 7 y a partir del día 10 se estabilizó en 4,5, buenos parámetros de calidad y composición porcentual similar. La composición proteica (en base seca), varió de 51,44 a 49,41% con 10% de miel y de 57,17 a 56,73% con 15% de miel; el nivel de grasa varió de 19,35 a 21,35% con 10% de miel y de 15,43 a 16,54% con 15% de miel.

Fernández et al. (2015) probaron hez de malta como fuente de hidratos de carbono en reemplazo de azúcar, en la elaboración de ensilado biológico de anchoíta entera congelada en buen estado. Experimentaron dos formulaciones: EBC (20% de hez de malta y 10% de yogur) y EBA (10% de azúcar refinada y 10% de yogur). Evaluaron pH, NBVT, TBARS y composición proximal; además, color, consistencia y olor del ensilado. Con los resultados obtenidos demostraron que sí se puede reemplazar el azúcar por la hez de malta como fuente de hidrato de carbono. Ambas formulaciones alcanzaron un pH estable de 4,5 a los 8 días.

Baldovino et al. (2011) prepararon cuatro ensilados con residuos de pescado entero utilizando bacterias del yogurt. Las variantes fueron, ensayo A con un 3% de inóculo, ensayo B con un 5% y ensayos C y D con un 3% de inóculo y 10 % de agua. Los ensayos A, B y C se incubaron en estufa a 43°C por 48 horas, el ensayo D se dejó a temperatura ambiente. Se obtuvo la hidrólisis completa de los ensayos llevados a estufa por 48 horas, lográndose un pH de 4,5. En el ensayo D no se observó hidrólisis, desechándose la muestra. Se alcanzaron valores de pH en un rango 4,07.

Albrecht y Torpoco (2007) obtuvieron ensilados mediante procesos de fermentación y proteólisis, utilizando *koji*, melaza y residuos crudos de diferentes especies de pescado. En la primera etapa se encontró que la proporción óptima de residuo/melaza/*koji* fue de 9/1/1. Trabajaron con residuos de diversas especies en forma entera y en residuos. Encontraron una fermentación estable en la mayor parte de mezclas que fueron almacenadas por 60 días. Los procesos de fermentación y proteólisis en las mezclas preparadas e incubadas a 37 °C tuvieron un mayor grado de fermentación y proteólisis, durante los tres primeros días, si se comparan con sus pares mantenidas a temperatura ambiente. Los resultados indicaron también que el grado de fermentación y de hidrólisis son dependientes de la especie y sus características particulares. Las especies de carne roja tuvieron mayor fermentación que las de carne blanca y especies como el falso volador tuvieron una menor estabilidad durante su almacenamiento por sus características físicas que no permitieron una buena molienda.

Albrecht y Salas (2013) prepararon ensilajes de residuos de anchoveta crudos y molidos; luego fueron mezclados con melaza y *koji* en proporción 10:1,5:1,0, respectivamente. Las mezclas fueron incubadas a temperatura ambiente y a 40 °C por 96 horas, y luego almacenadas al ambiente; ambos ensilados presentaron fermentación e hidrólisis, alcanzando estabilidad por un mes. En las pruebas de escalamiento, los residuos fueron molidos en la criba de 8 mm y evaluados durante tres meses. El ensilado incubado a 40 °C fermentó e hidrolizó con mayor rapidez, presentando un menor contenido de histamina (426 mg/kg), mientras que en el mismo periodo las muestras al ambiente presentaron valores de 708 mg/kg.

Hernández et al. (2010) evaluaron ensilado de desechos del ahumado de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis* sp.), fermentados con un inóculo comercial de *Lactobacillus casei* cepa Shirota más melaza de caña de azúcar. A los 6 días de fermentación el ensilado presentó características físicas y químicas aceptables. Las proporciones de melaza que produjeron la acidificación

más alta fueron 15% y 20% en ambos ensilados y no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). Los coliformes totales, mohos, levaduras y *Salmonella* sp. no estuvieron presentes porque fueron inhibidos por el proceso de ensilaje; obteniéndose un producto con características adecuadas para su utilización como suplemento en alimentos para organismos acuáticos.

Agudelo et al. (2010) realizaron comparaciones del comportamiento cinético de dos inóculos de Bacterias Ácido-Lácticas (BAL) desarrollados a partir de *Lactobacillus plantarum* A6 y de yogurt comercial. Incubaron a 35 °C durante 48 horas y se repicaron tras 24 horas de fermentación en medio líquido para su posible aplicación en la fermentación de residuos pesqueros. Para cada cepa se midió la biomasa mediante conteo en placa según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5034 de 2002, el consumo de azúcares totales por el método de antrona y la producción de ácido láctico por titulación bajo la NTC 4978 de 2001, durante el tiempo de incubación. *Lactobacillus plantarum* A6 presentó mejores rendimientos que las BAL del yogurt; en tanto que la velocidad máxima de crecimiento y el tiempo de duplicación fueron similares.

Kumar et al. (2011) evaluaron la fermentación con bacterias nativas del ácido láctico (LAB) para determinar su efectividad en la recuperación simultánea de lípidos y proteínas de los desechos viscerales de peces de agua dulce (FVW). Se emplearon cinco LAB diferentes aislados de los desechos del procesamiento de pescado en un proceso de fermentación que involucró 10% (p/p) de glucosa, 2% (p/p) de NaCl y 10% (v/p) de LAB. Los cultivos evaluados incluyeron cuatro aislados nativos (*Pediococcus acidilactici* NCIM5368, *Enterococcus faecalis* NCIM5367, *Pediococcus acidilactici* FM37 y *Pediococcus acidilactici* MW2) de FVW con *E. faecium* NCIM5335 como cultivo de referencia. La fermentación con LAB nativa resultó en la recuperación mayor al 90% de aceite presente en el material en contraposición a la no recuperación en el caso de vísceras crudas (no fermentadas) y resultó en más del 50% del grado de hidrólisis de proteínas. El perfil de ácidos grasos de los lípidos no se vio afectado por el proceso de

fermentación. El licor de fermentación, rico en proteína hidrolizada, exhibió propiedades antioxidantes y antagonistas contra varios patógenos bacterianos.

Los resultados demuestran claramente la utilidad de la fermentación usando aislados nativos para la recuperación simultánea de lípidos y proteínas de los desechos del procesamiento de pescado. También afirma el valor de la fermentación como método ecológico y ayuda a minimizar los problemas de eliminación / contaminación asociados con estos desechos sólidos.

Fernández et al. (2017) utilizó dos inóculos al 5% para la fermentación láctica de residuos de corvina (*Micropogonias furnieri*): yogur (*L. bulgaricus* y *S. thermophilus*) bacterias para ensilaje A y el inoculante comercial Silotrap (*L. plantarum*) para ensilaje B; además sacarosa al 10% y ácido sórbico al 0,25%. Se mantuvieron durante 15 días a 29 °C. El ensilaje B se estabilizó en 4,4 a los 8 días mientras que el ensilaje A llegó a 4,55 a los 13 días. La composición nutricional de los ensilajes A y B, respectivamente (base seca) fue: proteína, 42,28 y 41,28%; extracto etéreo, 15,39 y 15,05% y cenizas, 16,08 y 16,89%, respectivamente. En cuanto a la oxidación de lípidos (TBARS), el valor alcanzó 13,69 y 13,12 mg de malonaldehído (MDA) / kg; los valores de nitrógeno básico volátil total (NBVT) fueron 104,813 mg N / 100 g y 102,701 mg N / 100 g (A y B, respectivamente). El contenido de Omega 3 fue: EPA (3,54 y 3,00%) y DHA (5,77 y 4,80%) para los ensilajes A y B, respectivamente. En ambos ensilajes las proteínas mayores a 50 kDa, prácticamente desaparecieron y el grado de hidrólisis (% GH) alcanzó, en A 10,76% y en B 12,83%. Los ensilados obtenidos tienen un comportamiento similar en cuanto a calidad nutricional, grado de hidrólisis y tamaño de péptidos. Se observó que el uso del inoculante Silotrap aumenta la acidez y la velocidad con la que se alcanza con el inoculante "yogur". Estos resultados incentivan el estudio del uso de inóculos comerciales utilizados en agricultura, para la preparación de ensilados biológicos a partir de desechos de pescado.

Sajib et al. (2020) investigaron el efecto de la temperatura, el tiempo y la agitación en los cambios en proteína en el grado de hidrólisis (DH), aminoácidos libres (FAA), oxidación de lípidos y nitrógeno básico volátil total (TVB-N) durante el ensilaje de coproductos de flotación de arenque (*Clupea harengus*). Los resultados mostraron que la temperatura y el tiempo, y en algunos casos el efecto de interacción entre estos dos factores influyó significativamente en todas las respuestas estudiadas. El aumento de la temperatura y el tiempo de ensilaje desde 17 a 37 °C y 3 a 7 días, respectivamente, aumentaron el contenido de DH, FAA y TVB-N de 44,41 a 77,28%, 25,31 a 51,04 mg/g y 4,73 a 26,25 mg/100 g, respectivamente. El marcador de oxidación de lípidos, las sustancias reactivas del ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), no aumentaron con el tiempo a temperaturas superiores 22 °C, mientras que el 2-pentifurano aumentó hasta 37 °C. Basado en los parámetros del proceso y las respuestas investigados en este estudio, y considerando los requerimientos energéticos, se sugirió realizar ensilaje a temperatura ambiente (es decir, alrededor de 20 °C) con agitación continua a 10 rpm durante 1 a 3 días; la medida exacta está determinada por el DH deseado.

Özyurt et al. (2015) evaluaron el ensilado del pescado de descarte (ponyfish de Klunzinger) por fermentación. Utilizaron para la acidificación ácido fórmico al 3%(FA); ácido fórmico al 1,5% y ácido sulfúrico al 1,5% (FASA) y fermentación *Lactobacillus plantarum* (LP) y *Streptococcus thermophilus* (ST). Las propiedades químicas, microbiológicas y nutricionales de los ensilajes de pescado conservados de forma diferente se estimaron durante un período de almacenamiento de 60 días a temperatura ambiente. En comparación con la materia prima, se observó un ligero aumento de ácidos grasos saturados y una ligera disminución de ácidos grasos poliinsaturados en todos los ensilajes. Al final del período de almacenamiento, las bacterias aeróbicas recuentos después de aplicar los métodos FA, FASA, LP y ST ascendieron a 2,35; 2,39; 5,77 y 5,43 log UFC/g, respectivamente. El análisis de ácido tiobarbitúrico reveló que la acidificación de los ensilajes acelera la oxidación de lípidos. Se encontraron nueve aminas biogénicas en pescado crudo y en diferentes

ensilajes. La concentración inicial de histamina en pescado crudo fue de 0,17 mg / 100 g y en todos los ensilajes se mantuvo en niveles bajos durante el período de almacenamiento. Se encontró el contenido inicial de tiramina en 1,56 mg/100 g en pescado crudo y aumentó significativamente en todos los ensilajes. El aumento del contenido de tiramina en ensilajes fermentados fue considerablemente más alto que en ensilajes acidificados (23-48 mg/100g y 5-10 mg/100g, respectivamente). Se puede concluir que el ensilaje de pescado fermentado o ácido debe considerarse como potencial componente alimenticio para animales por su alto valor nutricional y calidad microbiológica y química apropiada.

Shabani et al. (2018) evaluaron los efectos de reemplazar el ensilaje de desechos de pescado (FWS) para harina de soja en dietas sobre el rendimiento del crecimiento y la calidad de la carne en pollos de engorde. Los desechos de pez (FW) se fermentaron con melaza 15% p/p, *Lactobacillus plantarum*  $10^8$  UFC/ml y  $10^6$  esporas de *Aspergillus oryzae* durante 15 días. Se utilizó un total de pollos de engorde Cobb 500 machos de 240 días de edad en un experimento de 42 días en el que las aves se asignaron al azar a uno de los 5 tratamientos dietéticos (que contenían 0, 30, 60, 90 y 120 g kg<sup>-1</sup> FWS) en un diseño completamente aleatorizado. Los resultados indicaron que el proceso de fermentación redujo significativamente el pH y el extracto etéreo, mientras que aumentó el contenido de proteína cruda y el recuento de bacterias del ácido láctico en FW. El uso de FWS mejoró significativamente el aumento de peso diario y la tasa de conversión alimenticia de los pollos de engorde. La cantidad de las sustancias reductoras del ácido tiobarbitúrico y el contenido de lípidos en la dieta de pollos alimentados con carne que contenía FWS fue significativamente más bajo que el grupo alimentado con la dieta de control. En conclusión, el proceso de fermentación microbiana es eficaz para mejorar la nutrición valores de FW. Además, la alimentación con FWS hasta 120 g kg<sup>-1</sup> mejora el rendimiento y la calidad de la carne de las aves y se puede utilizar como fuente de proteína adecuada en la dieta de los pollos de engorde.

Libonatti et al. (2018) evaluaron la encapsulación de *Weissella paramesenteroides*, aislada a partir del pan de polen, como herramienta tecnológica para su uso en la elaboración de ensilado biológico de pescado. Se comparó el descenso de pH para los ensilados utilizando la bacteria encapsulada y no encapsulada. *W. paramesenteroides* mostró un buen desempeño en el desarrollo de ensilado biológico de pescado. El método de encapsulación con alginato mostró una eficacia del 85% y puede ser utilizado para su aplicación tecnológica.

## **2.2. Bases teórico-científicas**

### **2.2.1. Biofermentado de pescado**

Los residuos de pescado biofermentados es un tipo de ensilado que utilizan bacterias o enzimas con melaza de caña en su proceso de elaboración. Balsinde et al. (2003) definen al ensilado de pescado como: “Alimento proteico, de alta humedad y de fácil preservación puede definirse como un producto líquido pastoso obtenido a partir de la acción de las enzimas sobre el pescado entero, partes o residuos y es comúnmente usado como componente de raciones alimenticias para animales” (pág. 303).

El ensilado es un producto alimenticio considerado como una mejor manera de conservar los desperdicios agrícolas y animales. Tiene como ventaja ser un ingrediente barato en la alimentación de animales de crianza; a la vez que se aprovechan los residuos para evitar la contaminación ambiental (Barriga-Sanchez et al., 2019, Toppe, 2018).

### **2.2.2. Calidad nutritiva**

Sin duda alguna, el valor nutricional del ensilado de residuos pesqueros se ha venido demostrando en muchas investigaciones; no solamente en la alimentación de animales terrestres si no también en animales acuáticos de cultivo; mejor aún el ensilado obtenido por fermentación que el ensilado por la adición de ácidos. Su valor nutricional en seco es similar a la de la leche en polvo o de la harina de pescado (Raa, 1982).



La composición proximal del ensilado depende del contenido nutricional de la materia prima utilizada; ensilados preparados a base de pescado entero presentan valores ligeramente mayores al ensilado de residuos de pescado. En base a ensilado seco (10% de humedad), el contenido de proteína se encuentra alrededor 55%, las grasas y las cenizas, alrededor del 20%, respectivamente (Fernández, 2017).

### **2.2.3. Fuente de carbohidratos: melaza de caña**

Los alimentos de origen vegetal son una gran fuente de carbohidratos. Para la elaboración de biofermentados se requiere de carbohidratos solubles; el biofermentado de residuos pesqueros, se han venido utilizando como fuente de carbohidratos, entre otros, la harina de malta, maíz, avena, arroz, azúcar y melaza (Raa et al, 1982). Este último es el producto final de la producción de la sacarosa proveniente de la caña de azúcar, también se le conoce como miel de caña. Posee una apariencia relativamente parecida a la miel, es un fluido espeso y viscoso de color oscuro casi negro.

La melaza está constituida por 16% de agua, 3% de proteína, 60 a 63% de sacarosa, 0,4% de grasa y 9% de cenizas (Tellez, 2004); posee un pH de 5,0 a 6,1% y presentan ácidos orgánicos, siendo el más abundante el ácido aconítico (6% del peso de sólidos en la melaza); también se encuentran el ácido málico, cítrico y el fórmico (Castro, 1993).

### **2.2.4. Inóculo o cultivo iniciador**

El inóculo es aquel producto biológico que introduce microorganismos con funciones fisiológicas que favorecen el crecimiento y desarrollo de otro organismo superior.

#### **a. Inóculo nativo**

En la elaboración de biofermetado biológico se utilizan algunos tipos de bacterias u otros microorganismos que produce principalmente ácido láctico. Estos microorganismos son previamente preparados en

forma de inóculo para ser utilizados en el proceso de fermentación en la producción de biofermentados. Cuando estos microorganismos, principalmente bacterias ácido-lácticas, provienen de la misma materia prima que va a hacer transformada en ensilado, se dice que son bacterias nativas.

Kumar et al. (2011) evaluaron bacterias acidolácticas (*Enterococcus faecalis* NCIM5367, *Pediococcus acidilactici* NCIM5368, *Pediococcus acidilactici* FM37 y *Pediococcus acidilactici* MW2) para fermentar residuos de pescado que presenten utilidad en la fermentación y conservación del valor nutricional de los residuos de pescado.

También, López (2016) logró aislar y caracterizar 13 cepas de bacterias nativas de un fermentado natural de descartes (residuos) blandos de *Argopecten purpuratus*. Determinó que las mejores cepas fueron: *Lactobacillus plantarum* (E3) y *Lactobacillus brevis* (2A1) por su poder de acidificación (pH < 4,0), actividad proteasa y ausencia de genes de producción de aminos biogénicos.

Por otro lado, Valle y Natareno (2020) caracterizaron cepas de bacterias ácido-lácticas aisladas durante la fermentación de desechos de *Litopenaeus vannamei*, usando suero lácteo y azúcar morena como sustrato. Las cepas fueron bacterias anaerobias facultativas fisiológicamente uniformes, cocobacilos, de pared Gram-positiva, oxidasa negativa, sin motilidad y catalasa negativa. Estas cepas fueron: *Lactobacillus brevis* 3 y *Lactobacillus Buchneri*, con un porcentaje de identificación mayor que el 97%. Ambas cepas mostraron durante el proceso fermentativo experimental, formación de ácido láctico, una disminución del pH y un aumento del porcentaje de acidez.

#### **b. Inóculo comercial**

Se entiende como inóculo comercial a aquel inóculo que contiene microorganismos que han sido seleccionados de todos aquellos que tienen la capacidad para producir ácido láctico de manera eficaz y

eficiente en cualquier sustrato y medio a preservar. Aunque no se ha encontrado un inóculo comercial exclusivo para el ensilado biológico de residuos pesqueros, sí hay los que se han probado en estos pero que tienen fines similares.

Existen muy pocos trabajos relacionados al uso de inóculos comerciales; sin embargo, estos pocos han demostrado la efectividad de estos inóculos. Así, Fernández et al. (2017) probó el inoculante comercial Silotrap (inóculo elaborado para ensilado de forraje), constituido por *L. plantarum*, frente a las bacterias clásicas del yogur (*L. bulgaricus* y *S. thermophilus*) en la preparación de ensilado de residuos de pescado.

Así como se suelen utilizar cepas comerciales de yogur, también se ha probado una cepa probiótica *Lactobacillus casei* Shirota demostrándose su capacidad de acidificación e inhibición de microorganismos patógenos (Hernández et al., 2010). Esta cepa es comúnmente utilizada en productos comerciales con fines probióticos en humanos.

### III. MATERIAL Y MÉTODOS

La biofermentación de los residuos y la toma de algunos parámetros se realizaron en las instalaciones de la cooperativa BIOTECOOP en el centro poblado Cerro Blanco, provincia y región Tumbes. Los análisis nutricionales se realizaron en laboratorios particulares.

Para este experimento se utilizaron aproximadamente 300 kg de residuos frescos de pescado consistentes en vísceras, cabezas, esqueletos, pieles y aletas. Estos residuos procedieron del desembarcadero pesquero artesanal de Puerto Pizarro.

#### 3.1. Descripción de los inóculos de bacterias nativas y comerciales

Para este trabajo se utilizaron dos cepas nativas y dos comerciales cuyos nombres se mencionan más adelante. Las primeras fueron aisladas de residuos de pescado procedentes de la Villa Puerto Pizarro y Caleta Grau de la región Tumbes, luego de un proceso de fermentación a temperatura ambiente con melaza de caña de azúcar. Se seleccionaron dos cepas de bacterias nativas de las que tuvieron mejores actividades proteolíticas. Estos procesos de aislamiento y selección fueron realizados dentro del subproyecto: Aprovechamiento eco-sostenible de los desechos de pesca artesanal mediante la producción de alimentos funcionales e inclusión en balanceados para animales menores e insumos agrícolas orgánicos (Contrato N° 439- 2020-PNIPA-SUBPROYECTOS).

Las cepas comerciales correspondieron a la ATCC (American Type Culture Collection); organización que recolecta, almacena y distribuye microorganismos de referencia estándar, líneas celulares y otros materiales para investigación y se ubica en el sitio web <https://www.atcc.org/>. Estas cepas seleccionadas corresponden a bacterias ácido-lácticas con gran poder hidrolítico.

### 3.1.1. Reactivación de cultivo bacteriano

#### ➤ Procedimiento para masificar a 10 ml.

A partir de cultivos puros de cepas bacterianas (*Lactobacillus plantarum*, cepa CE 14.23 BSIA 26, *Lactobacillus plantarum*, cepa 3786 BSIA 30, *Pediococcus acidilactici*, ATTC 8042 y *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014) reactivadas inicialmente a 1 ml, se transfirieron 0,5 ml de cada cepa a un nuevo tubo de 10 ml provisto de 9,5 ml de caldo MRS suplementado con 0,3% de NaCl (figura 1). Se mezclaron mediante pipeteo, se sellaron y luego se colocaron en un *shaker* a 200 rpm a temperatura ambiente por 24 horas. Paralelamente, se preparó un tubo control de 10 ml conteniendo sólo 9,5 ml de medio MRS con 0,3% de NaCl.

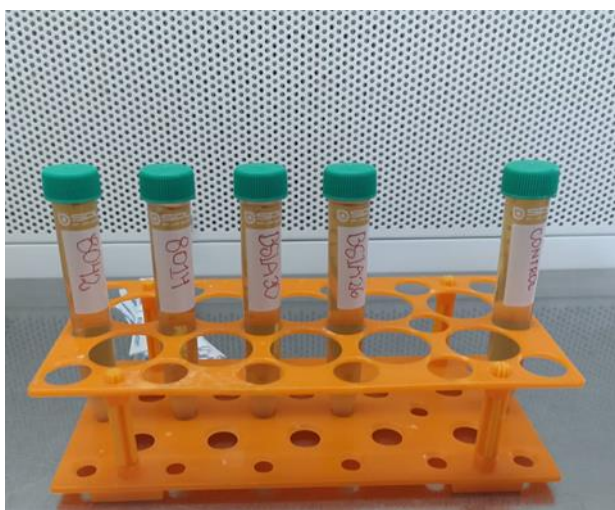


Figura 1. Cepas masificadas a 10 ml.

#### ➤ Procedimiento para masificar a 50 ml.

De los 10 ml preparados anteriormente, se tomaron 2,5 ml de cada cepa bacteriana y se transfirieron a un nuevo tubo cónico de 50 ml, provisto de 47,5 ml del medio de cultivo MRS suplementado con 0,3% de NaCl. Se mezclaron mediante pipeteo, se sellaron y luego se colocaron en un *shaker* a 200 rpm a temperatura ambiente por 24 horas. Por cada cepa se prepararon 4 tubos cónicos de 50 ml (figura 2). También se preparó un control sólo con medio MRS y NaCl.



Figura 2. Cepas masificadas a 50 ml.

➤ **Procedimiento para masificar a 1000ml.**

Los 50 ml preparados anteriormente de cada cepa bacteriana y se transfirieron a un frasco tapa rosca de 1000 ml, provisto de 950 ml del medio de cultivo MRS suplementado con 0,3% de NaCl. Se mezclaron mediante pipeteo, se sellaron y luego se colocaron en un *shaker* a 200 rpm a temperatura ambiente por 24 horas (figura 3)



Figura 3. Cepas masificadas a 1000 ml.

### 3.1.2. Recolección de los residuos de pescado

Los residuos de pescado fueron colectados del desembarcadero de pesca artesanal en Puerto Pizarro de la región Tumbes y se almacenaron a 28° C por 2 horas hasta su procedimiento en el Centro de Experimentación de BIOTECOOP. Los residuos presentaron características organolépticas aceptables para su procesamiento.

### 3.1.3. Proceso de elaboración de biofermentado biológico de residuos de pescado.

El proceso de la biofermentación de residuos de pescado siguió el siguiente flujograma (figura 4).

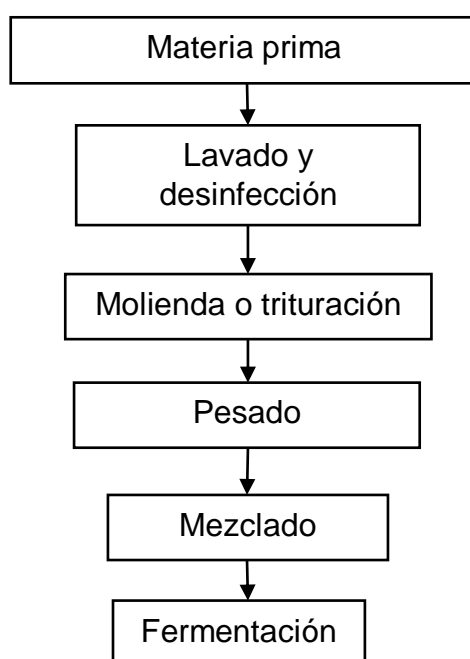


Figura 4. Flujograma del proceso de elaboración de biofermentado de residuos de pescado.

### 3.1.4. Materia prima.

Se utilizaron aproximadamente 300 kg de residuos de pescado, compuestos principalmente de cabezas, esqueleto, piel y aletas. Estos residuos procedieron de actividades de fileteado de pescado. Se tomaron los residuos en buen estado de frescura, como se observa en la figura 5.



Figura 5. Residuos de pescado recolectados en el desembarcadero de Puerto Pizarro para la elaboración de biofermentado.

### 3.1.5. Lavado y desinfección

Los residuos de pescados fueron lavados con agua corriente para eliminar cualquier sustancia extraña que esté adheridas a ellos y luego se agregó una solución clorada a una concentración 50 ppm en una proporción 1 litro de esta solución por kilogramo de residuos, para reducir la carga bacteriana (figura 6).



Figura 6. Lavado y desinfección de los residuos de pescado.



### 3.1.6. Molienda - trituración

Una vez desinfectados los residuos de pescado, se pasaron a moler en un molino, cuya criba fue de 3 a 5 mm de diámetro para obtener una pasta homogénea (figura 7).



Figura 7. Molienda o trituración de los residuos de pescado

### 3.1.7. Pesado.

Las proporciones de sustrato (melaza), inóculo (BAL nativas o comerciales) y residuos de pescado son determinantes para obtener biofermentado con un nivel de pH y acidez suficiente para su estabilidad. Para ello las cantidades de los componentes de biofermentado fueron pesadas de acuerdo a la tabla 1. Las cantidades de estos componentes para la elaboración de biofermentado se hicieron según los tratamientos que se experimentaron. La cantidad total de producto en cada fermentador fue de 15 kg. Cada tratamiento tuvo dos repeticiones.

Tabla 1. Proporciones de los ingredientes utilizados para la elaboración del biofermentado de residuos de pescado según cada tratamiento.

Tratamiento	Origen de la cepa	Cepa	Residuo de pescado (%)	Melaza (%)	Inóculo (%)
Control 1	-----	-----	85	10	0
Control 2			80	10	0
T1	Nativa	<i>Lactobacillus plantarum</i> , cepa CE 14.23 (BSIA 26)	85	10	5
T2		80	10	10	
T3		<i>Lactobacillus plantarum</i> , cepa 3786 (BSIA 30)	85	10	5
T4		80	10	10	
T5	Comercial	<i>Pediococcus acidilactici</i> , ATTC 8042	85	10	5
T6		80	10	10	
T7		<i>Lactobacillus plantarum</i> , ATCC 8014	85	10	5
T8		80	10	10	

### 3.1.8. Mezclado

Una vez pesado cada uno de los componentes para el ensilado biológico (pasta de residuos de pescado, melaza de caña e inóculo nativo o comercial), se incorporaron a los biofermentadores. El mezclado se realizó con un mezclador eléctrico hasta obtener una mezcla homogénea (figura 8).



Figura 8. Mezclador eléctrico y el resultado de la homogenización.

### 3.1.9. Fermentación

La fermentación se realizó a temperatura ambiente que varió en un rango de 20° a 25° C y durante este tiempo se registró por la tarde, la temperatura de los residuos biofermentados. Asimismo, se midieron otros parámetros de calidad fisicoquímica y nutricionales.



Figura 9. Fermentadores utilizados en el proceso de biofermentación de los residuos de pescado con inóculos nativos y comerciales.

## 3.2. Métodos técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.2.1. Parámetros fisicoquímicos:

**pH:** Se midió con un pH-metro marca Hanna, modelo HI98199.

**Acidez:** Se determinó por neutralización mediante solución valorada de hidróxido de sodio.

**Temperatura:** Se midió mediante un termómetro de mercurio.

### 3.2.2. Parámetros nutricionales

Los parámetros nutricionales fueron determinados en un laboratorio particular, para lo cuales se utilizaron los métodos que se indican a continuación.

**Proteína total:** Por el método Kjeldahl.

**Grasa:** Por el método Soxhlet.

**Extracto libre de nitrógeno:** Por diferencia.

**Fibra cruda:** Por método químico

**Cenizas:** Por incineración directa y gravimetría.

**Humedad y materia seca:** Por desecación en estufa de aire y gravimetría.

**Perfil de aminoácidos:** Por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Para los aminoácidos Alanina, Arginina, Ácido aspártico, Ácido glutámico, Glicina, Histidina, Hidroxiprolina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Ornitina, Fenilalanina, Prolina, Serina, Treonina, Tirosina y Valina se utilizó el método por hidrólisis ácida (ISO 13903:2005 y UE 152/2009); para Cisteína + cistina y Metionina, por método oxidativo (ISO 13903:2005 y UE 152/2009) y para Triptófano por el método UE 152/2009.

### **3.3. Procesamiento y análisis de datos**

#### **3.3.1. Evaluación estadística**

Estadísticamente se compararon ocho tratamientos con dos testigos, en cuanto a pH y acidez del biofermentado de residuos de pescado. Para esto, se aplicó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey; ambas a un nivel de significancia del 5%. Los resultados obtenidos fueron organizados en tablas y figuras para una mejor interpretación. Se utilizaron los programas computacionales SPSS y Microsoft Excel para el procesamiento de los datos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Parámetros físico-químicos.

#### 4.1.1. pH durante la biofermentación de los residuos de pescado.

El pH del biofermentado de residuos de pescado en el día 6 de los tratamientos experimentales, variaron de 4,39 a 4,59 y en los controles de 4,58 a 4,77; aunque en el día 0 se notó una diferencia favorable en los biofermentados donde se utilizó la cepa nativa *L. plantarum* cepa 3786 y la cepa comercial *P. acidilactici* ATTC 8042; ambas en dosis de inóculo de 5% y 10%, frente a las otras cepas. El control, dentro de los 6 primeros días no logró valores por debajo de 4,5 (tabla 2); siendo más altos que en los tratamientos experimentales.

Tabla 2. pH promedio del biofermentado de residuos de pescado con 5% y 10% inóculo bacteriano de acuerdo al día de biofermentación.

Origen de la cepa	Cepa	Dosis de inóculo (%)	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Nativa	<i>Lactobacillus plantarum</i> , cepa CE 14.23 (BSIA 26)	5	6,47	4,42	4,41	4,47	4,51	4,53	4,55
		10	6,27	4,31	4,31	4,36	4,44	4,45	4,46
	<i>Lactobacillus plantarum</i> , cepa 3786 (BSIA 30)	5	5,75	4,32	4,30	4,30	4,40	4,39	4,39
		10	5,70	4,44	4,62	4,51	4,54	4,54	4,59
Comercial	<i>Pediococcus acidilactici</i> , ATTC 8042	5	5,70	4,33	4,32	4,32	4,39	4,38	4,41
		10	5,73	4,37	4,43	4,38	4,40	4,49	4,47
	<i>Lactobacillus plantarum</i> , ATCC 8014	5	6,35	4,72	4,64	4,55	4,52	4,46	4,46
		10	6,63	4,67	4,58	4,58	4,61	4,55	4,56
Control		0	6,65	4,72	4,65	4,59	4,73	4,73	4,77
		0	6,52	4,70	4,68	4,53	4,59	4,58	4,58

Es determinante que los residuos de pescado biofermentados alcancen este valor de pH en el menor tiempo posible para lograr la estabilidad; así, por ejemplo, Fernández et al. (2013), Fernández et al. (2015) y Baldovino et al. (2011), afirman haber alcanzado la estabilidad del ensilado biológico a pH de 4,5 o por debajo de éste. El pH en donde se utilizaron las cepas se logró a partir del segundo día. Valores superiores a 4,5 no aseguran la estabilidad de los residuos, como es el caso de los controles; siendo necesario el uso de bacterias ácido-lácticas o de otros microorganismos de acción fermentativa como los que se encuentran en productos como el *koji* (Albrecht y Torpoco, 2007 y Albrecht y Salas, 2013).

Los análisis estadísticos (tablas 6 y 7) mostraron claras diferencias ( $p < 0,05$ ) en el pH de los biofermentados con las cepas antes mencionadas y los demás tratamientos en el día 0; en el resto de los días, las diferencias entre los tratamientos no son claras; pues en unos días sí y en otros no. Sin embargo, se puede apreciar mejores pH para las cepas antes indicadas en el resto de los días.

Las comparaciones de pH de los biofermentados por efecto de la dosis de inóculo en cada cepa por separado (tablas 8, 9, 10 y 11), no presentaron diferencias ( $p > 0,05$ ); salvo en algunos días aislados; es decir, en días anterior o posterior a éstos no hubo diferencia significativa. Tampoco se encontró diferencias significativas entre el control 1 (85% de residuos más 10% de melaza) y control 2 (80% de residuos más 10% de melaza) (tabla 12).

Al parecer, la dosis de inóculo no tiene efectos diferenciales en los resultados; pues éstos han sido mejores hasta en niveles del 3% y 5% (Baldovino et al., 2011 y Fernández et al., 2017); aunque esto también dependerá de la carga de bacterias ácido lácticas en el inóculo.

Por efecto del origen de la cepa (nativa y comercial) en el biofermentado de residuos de pescado, el pH no presentó una

clara diferencia significativa (tablas 13 y 14); sin embargo, los mejores valores de pH se obtuvieron donde se utilizaron cepas bacterianas frente a los controles.

Los resultados de este trabajo han demostrado efectos muy similares entre cepas bacterianas nativas y comerciales; pues ambas han sido seleccionadas por su efectividad en la fermentación acidoláctica. Cepas de la especie *Lactobacillus plantarum* han demostrado esta capacidad tanto en este trabajo como en los de Agudelo et al. (2010) y Fernández et al. (2017); así como también, cepas de *Pediococcus acidilactici* utilizadas por Kumar et al. (2011).

El pH del biofermentado de residuos de pescado descendió notablemente alrededor de 4,5 en todos los tratamientos al cumplirse el primer día desde su elaboración; luego de este día se mantuvieron muy cerca de este valor; algunos ligeramente por encima y otros por debajo hasta el día 6 en ambas dosis de inóculo (figuras 10 y 11). Un ligero ascenso se puede notar en los controles; pues, luego del día 3, donde presentó el más bajo valor de pH, empezó a subir; más notoriamente en el control 1 donde la proporción residuos/melaza es mayor.

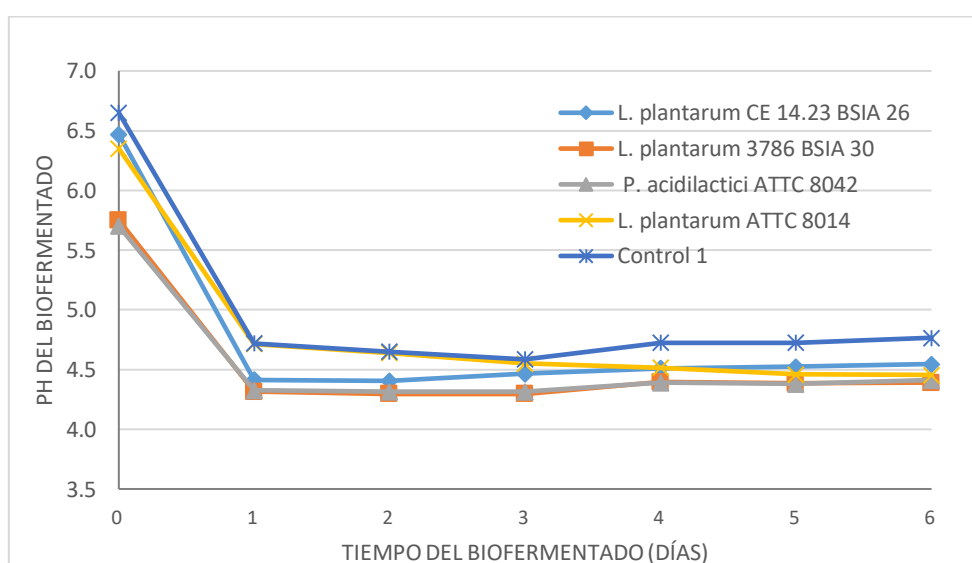


Figura 10. Variación de pH durante la biofermentación de los residuos de pescado con 5% inóculo bacteriano.



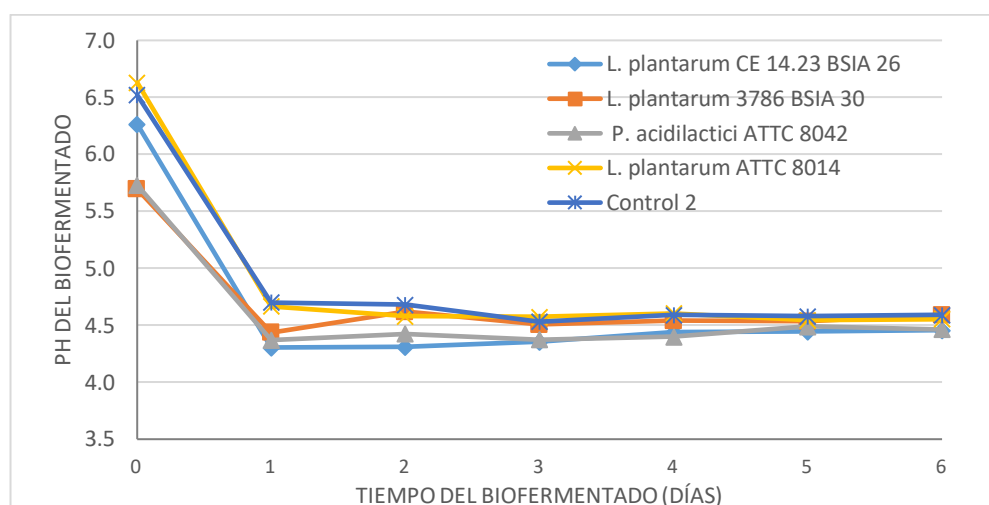


Figura 11. Variación de pH durante la biofermentación de los residuos de pescado con 10% inóculo bacteriano.

#### 4.1.2. Acidez del biofermentado de residuos de pescado.

Los valores de acidez del biofermentado de residuos de pescado en todos los tratamientos estuvieron alrededor del 3,5%; valores por debajo de éste se encontraron en los biofermentados con dosis de 5% de inóculo y en los controles (figura 14). Los análisis estadísticos determinaron que sólo hubo diferencia significativa entre los biofermentados *L. plantarum* 3786 y *P. acidilactici* 8042, ambas al 5% de inóculo (tablas 15 y 16).

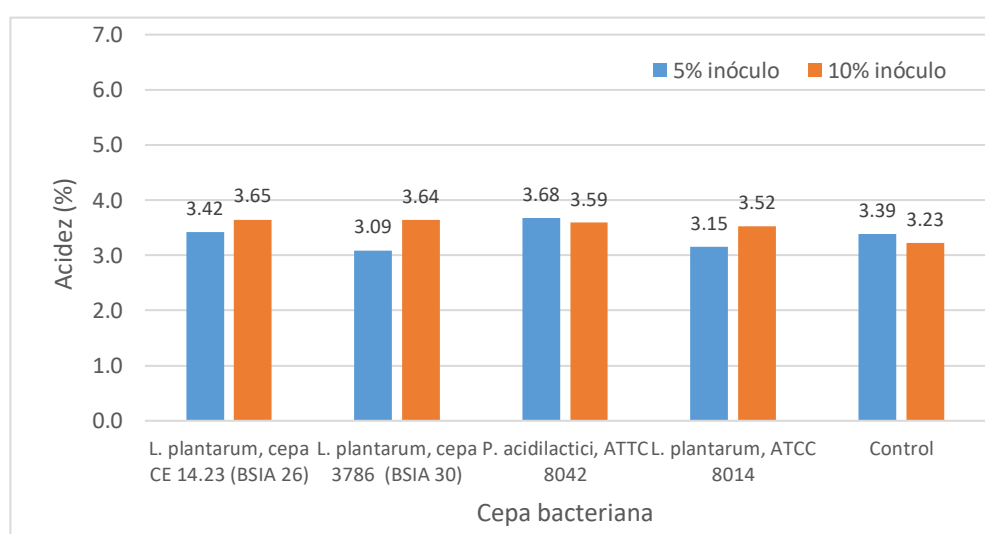


Figura 12. Acidez promedio del biofermentado de residuos de pescado elaborado con 5 y 10% inóculo bacteriano a los 6 días.

Estos valores de acidez fueron muy similares a los obtenidos por Valle y Natareno (2020); quienes en promedio reportan niveles ligeramente por encima de 3 %. Asimismo, los valores de este parámetro aumentan durante los primeros días y luego se estabiliza como lo menciona Fernandez et al. (2017).

#### 4.1.3. Temperatura durante la biofermentación de los residuos de pescado.

La temperatura del biofermentado se mantuvo en el rango de 28 a 31 °C (tabla 3). Los análisis estadísticos determinaron que hubo diferencia significativa en los días 0, 1, 4 y 5 (tablas 17 y 18).

Tabla 3. Temperatura promedio del biofermentado de residuos de pescado elaborado con 5 y 10% inóculo bacteriano de acuerdo al día de biofermentación.

Origen de la cepa	Cepa	Dosis de inóculo	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	
Nativa	<i>Lactobacillus plantarum</i> , cepa CE 14.23 (BSIA 26)	5	26,70	29,50	28,55	30,72	31,17	30,08	29,54	
		10	26,30	28,00	30,00	28,90	30,30	30,32	29,01	
	<i>Lactobacillus plantarum</i> , cepa 3786 (BSIA 30)	5	30,00	30,00	29,50	30,25	29,39	29,73	29,35	
		10	30,35	31,00	28,95	29,20	29,30	28,53	30,35	
	Comercial	<i>Pediococcus acidilactici</i> , ATCC 8042	5	29,85	30,26	28,47	29,45	29,66	29,05	29,28
			10	27,45	30,00	28,50	30,35	28,65	30,08	28,65
<i>Lactobacillus plantarum</i> , ATCC 8014		5	26,10	29,84	30,01	28,35	29,95	29,73	29,91	
		10	28,55	29,00	28,50	29,30	28,75	28,65	28,65	
Control		0	29,55	30,17	30,20	27,95	28,94	27,17	28,73	
		0	29,30	28,00	30,55	29,50	29,30	28,53	29,30	

La temperatura de los biofermentados de residuos de pescado presentó, por lo general, ligeras variaciones en un mismo tratamiento; pero una tendencia a mantenerse en el rango de 28 a 31 °C (figuras 12 y 13).

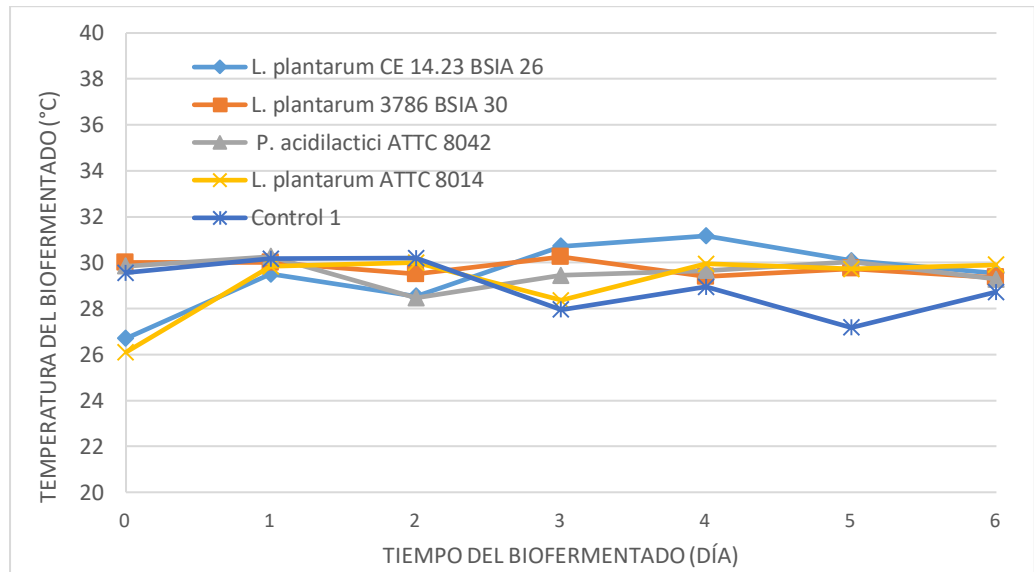


Figura 13. Variación de la temperatura durante la biofermentación de los residuos de pescado con 5% inóculo bacteriano.

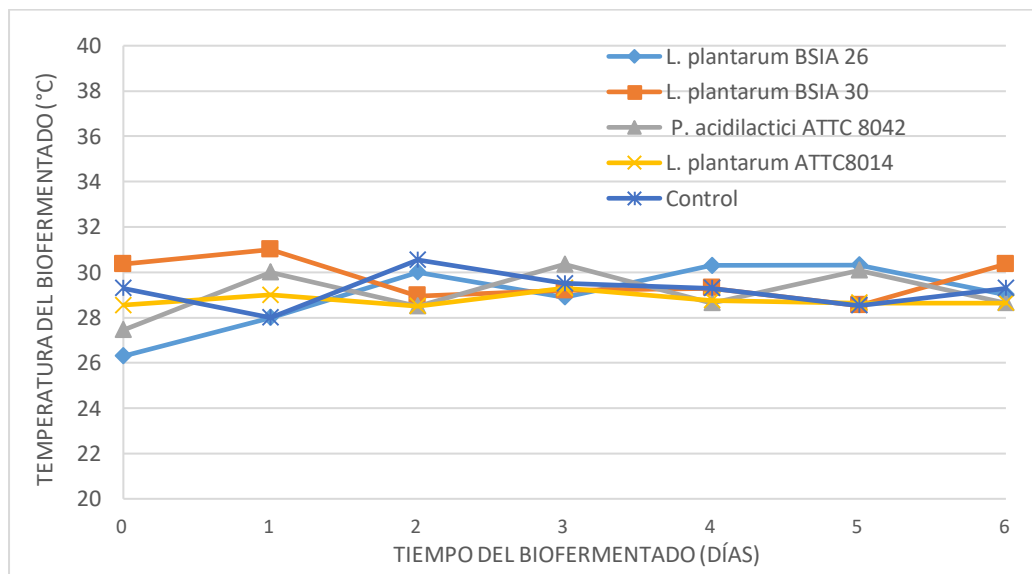


Figura 14. Variación de la temperatura durante la biofermentación de los residuos de pescado con 10% inóculo bacteriano.

Está demostrado que temperaturas relativamente altas en los residuos durante la incubación, mejoran el proceso de fermentación; llegando más rápido a la estabilidad. La temperatura en la cual se ha desarrollado el biofermentado en esta investigación tuvo valores entre 28 a 31 °C; rango que está por

encima de la temperatura ambiente normal (20 a 25 °C) y por debajo del rango de temperatura para los procesos de incubación (35 a 40 °C) que se han realizado en algunas investigaciones tales como la de Albrecht y Torpoco (2007), Albrecht y Salas (2013) y Sajib et al. (2020). Con los resultados favorables obtenidos en esta investigación, los procesos de biofermentación a la temperatura ambiente en nuestra región, son apropiados. De esta manera, se logra un producto más barato por el ahorro de energía que representaría la incubación artificial.

#### **4.2. Valor nutricional.**

El mayor porcentaje de humedad se observa en los biofermentados de residuos de pescado con cepas nativas; valores que se encuentran entre 72 y 74%; en tanto que, en las cepas comerciales, cerca de los límites del rango 68 a 71%. El nivel de proteína fue ligeramente mayor en los biofermentados con cepas nativas; llegando a valores alrededor de 32,5%; en tanto que, con las cepas comerciales, alrededor de 31,5%. El porcentaje de extracto etéreo fue muy variable en los biofermentados de todas las cepas; oscilando entre 10 y 21%. El porcentaje de cenizas fue mayor en aproximadamente 1% en biofermentados con cepas comerciales que con cepas nativas; encontrándose los valores entre 12 y 14%. La fibra cruda tuvo porcentajes por debajo del 1%; excepto en el biofermentado con la cepa comercial *L. plantarum* ATTC 8014 que tuvo un valor de 2,76%. El porcentaje del extracto libre de nitrógeno fue muy variable; oscilando entre 33 y 42% (tabla 4, figuras 14 y 15).

Tabla 4. Composición proximal de los biofermentados de residuos de pescado con cepas bacterianas nativas y comerciales. Los valores de proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno se encuentran en base a 100% materia seca.

Componente nutricional	Cepa nativa <i>Lactobacillus plantarum</i> , cepa CE 14.23 (BSIA 26)	Cepa nativa <i>Lactobacillus plantarum</i> , cepa 3786 (BSIA 30)	Cepa comercial <i>Pediococcus acidilactici</i> , ATTC 8042	Cepa comercial <i>Lactobacillus plantarum</i> , ATCC 8014
Humedad	72,16	73,93	71,09	67,90
Materia seca	27,84	26,07	28,91	32,10
Proteína cruda	32,66	32,30	30,72	31,19
Extracto etéreo	20,78	16,52	17,88	10,70
Cenizas	12,55	12,22	13,77	13,71
Fibra cruda	0,08	0,97	0,09	2,76
Extracto libre de nitrógeno	33,93	37,99	37,55	41,64

El valor nutricional del biofermentado depende de la composición de los residuos y de los otros ingredientes que se utilizan para su elaboración, y no de la cepa. Tal es así, que los niveles de proteína (30 a 33%), extracto etéreo (10 y 21%) y cenizas (12 y 14%) son bajos respecto a los obtenidos por Fernández et al. (2017) en la fermentación láctica de residuos de corvina en dos muestras en base seca (proteína, 42,28 y 41,28%; extracto etéreo, 15,39 y 15,05% y cenizas, 16,08 y 16,89%, respectivamente). Así también, se han logrado valores mayores de proteína cuando se trata de pescado entero; pues el músculo o pulpa incrementan este nutriente; como lo reporta Fernández et al. (2013), en el ensilado biológico de *Engraulis anchoita* entera congelada, la composición proteica (en base seca), varió de 51,44 a 49,41% y de 57,17 a 56,73% en dos muestras.

En la composición aminoacídica de los residuos de pescado biofermentados con ambos tipos de cepa (nativa y comercial), presentaron 20 aminoácido; dentro ellos los 10 aminoácidos esenciales (tabla 6). Los valores de cada uno de ellos en los dos biofermentados

variaron entre uno y otro tipo de cepa; sin embargo, si un determinado aminoácido presenta un nivel alto en un biofermentado, también lo es en el otro; lo mismo se presenta si el nivel es bajo o medio. Por ejemplo, los valores de metionina, triptófano, hidroxiprolina, ornitina y cisteína + cistina fueron bajos en ambos tipos de cepa (tabla 5 y figuras 16 y 17).

Tabla 5. Perfil de aminoácidos de los biofermentados de residuos de pescado con cepas bacterianas nativa y comercial.

Aminoácido	Cepas nativas ( <i>L. plantarum</i> , cepa CE 14.23 y <i>L. plantarum</i> , cepa 3786) (g/100 g de materia seca)	Cepas nativas ( <i>L. plantarum</i> , cepa CE 14.23 y <i>L. plantarum</i> , cepa 3786) (g/100 g de proteína)	Cepas comerciales ( <i>P. acidilactici</i> , ATTC 8042 y <i>L. plantarum</i> , ATCC 8014) (g/100 g de materia seca)	Cepas comerciales ( <i>P. acidilactici</i> , ATTC 8042 y <i>L. plantarum</i> , ATCC 8014) (g/100 g de proteína)
Arginina	1,64	4,33	1,51	4,89
Fenilalanina	2,69	7,11	1,62	5,25
Valina	2,66	7,03	2,17	7,03
Treonina	1,68	4,44	2,42	7,84
Histidina	1,58	4,18	1,20	3,89
Lisina	2,65	7,00	1,98	6,41
Isoleucina	2,01	5,31	1,14	3,69
Leucina	2,44	6,45	2,16	7,00
Metionina	0,582	1,54	0,488	1,58
Triptófano	0,624	1,65	0,495	1,60
Alanina	2,01	5,31	2,42	7,84
Ácido aspártico	3,81	10,07	1,89	6,12
Ácido glutámico	3,95	10,44	2,11	6,83
Glicina	1,76	4,65	1,34	4,34
Hidroxiprolina	0,22	0,58	<0,2	<0,65
Ornitina	<0,05	<0,13	<0,05	<0,16
Prolina	2,02	5,34	2,44	7,90
Serina	2,01	5,31	2,37	7,68
Tirosina	3,10	8,19	2,65	8,58
Cisteína + cistina	0,351	0,93	0,225	0,73

A mayores niveles de proteína en los residuos de pescado, mayores serán los niveles de aminoácidos en el biofermentado. Sin embargo, la composición aminoacídica del biofermentado depende de la calidad proteica de sus ingredientes; principalmente de los residuos; pues es el ingrediente de mayor proporción. Así se tiene que, a mayor masa de proteína en los residuos, mayor masa de aminoácidos. Sin embargo, la proporción (o porcentaje) de cada aminoácido en base a un 100 g (o

100%) de proteína, son similares a las presentadas por Fernández et al. (2016) y Bringas-Alvarado et al. (2018); así como también han encontrado bajos niveles para los aminoácidos triptófano e histidina respecto a los otros aminoácidos; considerándose al triptófano como el aminoácido limitante.

## V. CONCLUSIONES

1. El pH de los residuos de pescado biofermentados con cepas nativas y comerciales, alcanzaron valores entre 4,39 a 4,59; lo que aseguró su estabilidad; en tanto que, en los controles, de 4,58 a 4,77.
2. La dosis de 5 y 10% de inóculo en cada cepa tuvo el mismo efecto sobre el pH de los residuos de pescado biofermentados.
3. El origen de la cepa (nativa y comercial) en el biofermentado de residuos de pescado no presentó un efecto diferencial claro sobre el pH y la acidez; obteniéndose los mejores valores donde se utilizaron cepas bacterianas frente a los controles.
4. La temperatura de los residuos biofermentados durante la incubación al medio ambiente, tuvo valores que oscilaron entre 28 a 31 °C; siendo apropiados; permitiendo el ahorro de energía que representaría la incubación artificial.
5. Los niveles de proteína (30 a 33%), extracto etéreo (10 y 21%) y cenizas (12 y 14%) de los biofermentados fueron relativamente bajos; valores que dependen principalmente de la calidad de los residuos utilizados.
6. La composición aminoacídica de los residuos de pescado biofermentados, tanto con cepa nativa como comercial, presentaron 20 aminoácido; dentro ellos los 10 aminoácidos esenciales.



## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Investigar el efecto antioxidante de las cepas de bacterias ácido lácticas nativas en las grasas de los residuos de pescado biofermentados.
2. Determinar el grado de hidrólisis que generan el uso de cepas de bacterias ácido lácticas nativas en los residuos de pescado biofermentados.
3. Producir comercialmente las cepas nativas estudiadas en este trabajo para utilizarlas en la producción de residuos biofermentados en los diferentes desembarcaderos pesqueros artesanales del Perú.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, C., Ortega, R., y Hoyos, J. L. (2010). Determination of Kinetic parameters of two lactic inoculums: *Lactobacillus plantarum* A6 and lactic acid bacterias of yogurt. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(2), 08-16.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612010000200002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000200002)
- Albrecht, M. y Torpoco, M. (2007). Obtención de residuos crudos de pescado fermentados y proteolisados (ensilados) mediante el uso de "koji". *Revista Bol. invest, Inst.Tecnol. Pesq. Perú*. 8: 9-15. 2007 – 2008.
- Albrecht, M. y Salas, A., (2013). Escalamiento en la preparación de ensilaje de residuos crudos de pescado mediante la adición de koji y melaza. *Revista Bol. invest. Inst. tecnol. Prod. Perú*. Vol. (11) 11 – 15.
- Aurrekoetxea, G. (2001). Aprovechamiento de recursos pesqueros infrautilizados para la obtención de alimentos mejorados de peces de acuicultura. *Revista AquaTIC* N° 13. <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=105>
- Baldovino, M., Lujambio S. y Balzani L., (2011). *Hidrolizados proteicos de pescado obtenidos por métodos biológicos* [Tesis de doctor, Universidad de la República]. Repositorio universitario [FV-29279.pdf](http://repositorio.ufrgs.br/handle/10168/10168)
- Balsinde, M., Fraga, I. y Galindo, J. (2003). Inclusión de ensilado de pescado como alternativa en la elaboración de alimento extruido para el camarón de cultivo (*Litopenaeus schmitti*). *II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura*. p. 303-309. <http://hdl.handle.net/1834/2078>
- Barriga -Sanchez, M., Churacutipa, M. y Salas, A. (2019). Elaboración de ensilado biológico a partir de residuos crudos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Revista Ecología Aplicada*, 18(1).  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162019000100004](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162019000100004)

Bello, R. (1994). Experiencia con ensilado de pescado en Venezuela. En: *Taller Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería*. FAO. La Habana, Cuba.

<http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/APH134/cap1.htm>

Berenz, Z. (1994). Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos. En: *Taller tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería*. FAO. La Habana. Cuba.

Castro, M. (1993). *Estudio de la melaza de caña como sustrato de la fermentación Acetobutílica* [Tesis Pregrado Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia]. Bogotá, Colombia.

Cortez, A. (2019). *Ganancia de peso de lechones lactantes de cerdas alimentadas con dietas a base de ensilado de sapo* [Título de agrónomo, Universidad Autónoma de Guerrero]. Repositorio: [TESIS G PESO.pdf](#)

Fernandez, F. (2018). *Efecto de la inclusión en dieta de ensilado químico y biológico de pescado sobre el crecimiento de pollos Cobb* [Título de colegiatura, Universidad Nacional de Moquegua, Perú]. Repositorio universitario [T095\\_44970095\\_T.pdf](#)

Fernández, A., Fernández, A., Salomone A. y Vittone M. (2017). Use of comercial inoculant for the production off ish silage. Preliminary study. *Revista Electrónica de Veterinaria* 18(9).  
[https://www.researchgate.net/publication/322616762\\_Use\\_of\\_commercial\\_inoculant\\_for\\_the\\_production\\_of\\_fish\\_silage\\_Preliminary\\_study/citations](https://www.researchgate.net/publication/322616762_Use_of_commercial_inoculant_for_the_production_of_fish_silage_Preliminary_study/citations)

Fernández, A., Fernández, A. y Manca, E. (2015). Ensayo preliminar de obtención de ensilado biológico de anchoita (*Engraulis Anchoita*), utilizando hez de malta de cebada (*Hordeum Vulgare* L.) como fuente de hidratos de carbono. *Revista REDVET*, Vol. 16, N° 3.

Fernández, A., Tabera A., Agüera, D., Manca, E. (2013). Obtención, caracterización microbiológica y fisicoquímica de ensilado biológico de

anchoíta (*Engraulis anchoita*). *Revista REDVET*, 14(2) [Caracterización del ensilado de anchoita.pdf](#)

Hernández, M., Palafox, Quintero, G., Inzunza J, Conteraras, M., Gonzales, C. y Shirai, K. (2010). Producción de ensilados biológicos a partir de desechos de pescados, del ahumado de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis* sp.), para la alimentación de especies acuícolas. *Revista Rev. Mex. Ing. Quím.* 9(2): 167-178.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-27382010000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382010000200005)

Kumar, A., Jini R., Swapna H., Sachindra N., Bhaskar N. y Baskaran Y. (2011). Aplicación de bacterias del ácido láctico nativas (LAB) para la recuperación fermentativa de lípidos y proteínas de los desechos del procesamiento de pescado: bioactividades de los productos de fermentación. *Revista de Tecnología de Productos Alimentos Acuáticos* 20, 2011-01.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10498850.2010.528174>

Libonatti, C., Agüeria, D., García, C., and Basualdo, M. (2019). Weissella paramesenteroides encapsulation and its application in the use of fish waste. *Revista Argentina de Microbiología* 51 (1): 81-53.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0325754118300300?token=7E8D6B6F4B3E6100F2772BB212E40A4D1CB101F961D619AE20602139370C169FE665F7EB88C97D6AB04CCF6D496610C5&originRegion=us-east-1&originCreation=20220525170415>

Lopez, L. (2016). *Valorización biotecnológica de descartes blandos del procesamiento de concha de abanico mediante el uso de lactobacillus nativos caracterizados molecularmente* [Tesis de magister, Universidad Nacional de Tumbes, Perú].

Matak, K., Tahergorabi, R., & Jaczynski, J. (2015). A review: Protein isolates recovered by isoelectric solubilization / precipitation processing from muscle food by-products as a component of nutraceutical foods. *Food Res Int*, 77 (4), 697 - 703. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.048>

- Özyurt, G., Gokdogan S., Simsek A., Yuvka I., Erguven M. y Kuley E. (2015). Fatty acid composition and biogenic amines in acidified and fermented fish silage: a comparison study. *Archives of animal nutrition*.  
[10.1080/1745039X.2015.1117696.pdf](https://doi.org/10.1080/1745039X.2015.1117696)
- Raa, J., Gildberg, A. & Olley, J. (1982). Fish silage: A review. *Food Science and Nutrition*, Vol 16: 383-419.  
<https://doi.org/10.1080/10408398209527341>
- Shabani, A., Boldaji, F., Dastar, B., Ghoorchi, T. and Zerehdaran, S. (2018). Preparation of fish waste silage and its effect on the growth performance and meat quality of broiler chickens. *J Sci Food Agric* 98: 4097–4103.  
[https://www.researchgate.net/profile/Behrouz-Dastar-2/publication/322868857\\_Preparation\\_of\\_fish\\_waste\\_silage\\_and\\_its\\_effect\\_on\\_the\\_growth\\_performance\\_and\\_meat\\_quality\\_of\\_broiler\\_chickens/links/5f15e727299bf1e548c68cb4/Preparation-of-fish-waste-silage-and-its-effect-on-the-growth-performance-and-meat-quality-of-broiler-chickens.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Behrouz-Dastar-2/publication/322868857_Preparation_of_fish_waste_silage_and_its_effect_on_the_growth_performance_and_meat_quality_of_broiler_chickens/links/5f15e727299bf1e548c68cb4/Preparation-of-fish-waste-silage-and-its-effect-on-the-growth-performance-and-meat-quality-of-broiler-chickens.pdf)
- Sajib, M., Albers E., Langeland M. y Ingrid Undeland (2020). Understanding the effect of temperature and time on protein degree of hydrolysis and lipid oxidation during ensilaging of herring (*Clupea harengus*) flleting co-products. *Revista Scientific Reports*,10:9590.  
[41598\\_2020\\_Article\\_66152.pdf](https://doi.org/10.1038/s41598-020-66152-4)
- Tacon, A. G. (1989). *Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados*. FAO: Manual de capacitación. Proyecto Aquila II, Documento de campo N° 4. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB492S/AB492S00.htm>
- Tellez, D. (2004). *Caracterización de las melazas empleadas en el proceso fermentativo de la destilería San Martín- Industria de Licores del Valle*. [Tesis pregrado Universidad del Valle, Colombia].
- Toppe, J., Olsen, R.L., Peñarubia, O.R. & James, D.G. (2018). *Producción y utilización del ensilado de pescado. Manual sobre cómo convertir los*

*desperdicios del pescado en ganancias y en un ingrediente valioso de la ración o como fertilizante. Rome, FAO. 28 pp.*

Valle, A. y Natareno, S. (2020). *Curva cinética de crecimiento de microorganismos ácido-lácticos aislados durante la fermentación de caparazón de camarón* [Trabajo monográfico para título, Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua].

## ANEXOS

Tabla 6. Análisis de varianza del pH por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH biofermentad o, día 0	Entre grupos	3,024	9	,336	26,605	,000
	Dentro de grupos	,126	10	,013		
	Total	3,150	19			
pH biofermentad o, día 1	Entre grupos	,586	9	,065	12,531	,000
	Dentro de grupos	,052	10	,005		
	Total	,638	19			
pH biofermentad o, día 2	Entre grupos	,443	9	,049	10,305	,001
	Dentro de grupos	,048	10	,005		
	Total	,491	19			
pH biofermentad o, día 3	Entre grupos	,220	9	,024	3,229	,041
	Dentro de grupos	,076	10	,008		
	Total	,296	19			
pH biofermentad o, día 4	Entre grupos	,214	9	,024	4,822	,011
	Dentro de grupos	,049	10	,005		
	Total	,264	19			
pH biofermentad o, día 5	Entre grupos	,186	9	,021	3,186	,043
	Dentro de grupos	,065	10	,006		
	Total	,250	19			
pH biofermentad o, día 6	Entre grupos	,222	9	,025	4,375	,015
	Dentro de grupos	,056	10	,006		
	Total	,278	19			

Tabla 7. Prueba de Tukey al pH por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

pH biofermentado, día 0				
Cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	5,6950		
Pediococcus acidilactici ATTC, 5%	2	5,7000		
Pediococcus acidilactici ATTC, 10%	2	5,7300		
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	5,7500		
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2		6,2650	
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2		6,3500	
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2		6,4700	
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2		6,5200	
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2		6,6300	
Control, 10%	2		6,6500	
Control, 5%	2		6,5500	
Sig.		1,000		,107

pH biofermentado, día 1				
Cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	4,3050		
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	4,3150		
Pediococcus acidilactici ATTC, 5%	2	4,3250		
Pediococcus acidilactici ATTC, 10%	2	4,3700		
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	4,4150	4,4150	
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	4,4350	4,4350	4,4350
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2		4,6650	4,6650
Control, 10%	2		4,7000	4,7000
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2			4,7150
Control, 5%	2			4,7200
Sig.		,722	,050	,050

pH biofermentado, día 2					
Cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	4,2950			
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	4,3100	4,3100		
Pediococcus acidilactici ATTC, 5%	2	4,3150	4,3150		
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	4,4050	4,4050	4,4050	
Pediococcus acidilactici ATTC, 10%	2	4,4250	4,4250	4,4250	4,4250
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2		4,5800	4,5800	4,5800
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2			4,6200	4,6200
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2			4,6400	4,6400
Control, 5%	2			4,6500	4,6500
Control, 10%	2			4,6800	4,6800
Sig.		,682	,054	,091	,074

pH biofermentado, día 3		
Cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	4,2950
Pediococcus acidilactici ATTC, 5%	2	4,3150
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	4,3550
Pediococcus acidilactici ATTC, 10%	2	4,3750
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	4,4650
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	4,5050
Control, 10%	2	4,5300
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	4,5500
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	4,5750
Control, 5%	2	4,5850
Sig.		,122

pH biofermentado, día 4			
Cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Pediococcus acidilactici ATTC, 5%	2	4,3900	
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	4,3950	
Pediococcus acidilactici ATTC, 10%	2	4,4000	
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	4,4400	
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	4,5100	4,5100
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	4,5150	4,5150
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	4,5400	4,5400
Control, 10%	2	4,5900	4,5900
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	4,6050	4,6050
Control, 5%	2		4,7250
Sig.		,178	,178

pH biofermentado, día 5			
Cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Pediococcus acidilactici ATTC, 5%	2	4,3800	
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	4,3850	
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	4,4450	4,4450
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	4,4600	4,4600
Pediococcus acidilactici ATTC, 10%	2	4,4900	4,4900
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	4,5250	4,5250
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	4,5350	4,5350
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	4,5450	4,5450
Control, 10%	2	4,5800	4,5800
Control, 5%	2		4,7250
Sig.		,371	,099

pH biofermentado, día 6			
Cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	4,3900	
Pediococcus acidilactici ATTC, 5%	2	4,4100	
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	4,4550	
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	4,4550	
Pediococcus acidilactici ATTC, 10%	2	4,4650	
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	4,5450	4,5450
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	4,5550	4,5550
Control, 10%	2	4,5800	4,5800
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	4,5900	4,5900
Control, 5%	2		4,7650
Sig.		,299	,212

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2.000.



Tabla 8. Análisis de varianza del pH por efecto de la dosis de inóculo nativo *Lactobacillus plantarum*, cepa CE 14.23 (BSIA 26) (5% y 10%) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

		Suma de		Media		
		cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
pH biofermentado	Entre grupos	,042	1	,042	2,197	,276
<i>Lactobacillus plantarum</i> CE	Dentro de grupos	,038	2	,019		
14.23, día 0	Total	,080	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,012	1	,012	1,095	,405
<i>Lactobacillus plantarum</i> CE	Dentro de grupos	,022	2	,011		
14.23, día 1	Total	,034	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,009	1	,009	,989	,425
<i>Lactobacillus plantarum</i> CE	Dentro de grupos	,018	2	,009		
14.23, día 2	Total	,027	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,012	1	,012	1,039	,415
<i>Lactobacillus plantarum</i> CE	Dentro de grupos	,023	2	,012		
14.23, día 3	Total	,035	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,005	1	,005	,450	,572
<i>Lactobacillus plantarum</i> CE	Dentro de grupos	,022	2	,011		
14.23, día 4	Total	,027	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,006	1	,006	,340	,619
<i>Lactobacillus plantarum</i> CE	Dentro de grupos	,038	2	,019		
14.23, día 5	Total	,044	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,008	1	,008	,720	,486
<i>Lactobacillus plantarum</i> CE	Dentro de grupos	,022	2	,011		
14.23, día 6	Total	,031	3			

Tabla 9. Análisis de varianza del pH por efecto de la dosis de inóculo nativo *Lactobacillus plantarum*, cepa 3786 (BSIA 30) (5% y 10%) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH biofermentado	Entre grupos	,003	1	,003	,669	,499
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,009	2	,005		
3786, día 0	Total	,012	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,014	1	,014	1,557	,338
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,019	2	,009		
3786, día 1	Total	,033	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,106	1	,106	11,704	,076
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,018	2	,009		
3786, día 2	Total	,124	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,044	1	,044	2,200	,276
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,040	2	,020		
3786, día 3	Total	,084	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,021	1	,021	2,162	,279
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,019	2	,010		
3786, día 4	Total	,040	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,023	1	,023	2,486	,256
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,018	2	,009		
3786, día 5	Total	,041	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,040	1	,040	3,200	,216
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,025	2	,012		
3786, día 6	Total	,065	3			

Tabla 10. Análisis de varianza del pH por efecto de la dosis de inóculo comercial *Pediococcus acidilactici*, ATTC 8042 (5% y 10%) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH biofermentado	Entre grupos	,001	1	,001	,050	,844
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Dentro de grupos	,036	2	,018		
ATTC 8042, día 0	Total	,037	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,002	1	,002	,802	,465
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Dentro de grupos	,005	2	,003		
ATTC 8042, día 1	Total	,007	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,012	1	,012	242,000	,004
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Dentro de grupos	,000	2	,000		
ATTC 8042, día 2	Total	,012	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,004	1	,004	5,538	,143
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Dentro de grupos	,001	2	,001		
ATTC 8042, día 3	Total	,005	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,000	1	,000	,034	,870
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Dentro de grupos	,006	2	,003		
ATTC 8042, día 4	Total	,006	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,012	1	,012	9,308	,093
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Dentro de grupos	,003	2	,001		
ATTC 8042, día 5	Total	,015	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,003	1	,003	121,000	,008
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Dentro de grupos	,000	2	,000		
ATTC 8042, día 6	Total	,003	3			

Tabla 11. Análisis de varianza del pH por efecto de la dosis de inóculo comercial *Lactobacillus plantarum*, ATCC 8014 (5% y 10%) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH biofermentado	Entre grupos	,002	1	,002	,820	,461
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,006	2	,003		
ATCC 8014, día 1	Total	,009	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,078	1	,078	6,272	,129
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,025	2	,013		
ATCC 8014, día 0	Total	,103	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,004	1	,004	,973	,428
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,007	2	,004		
ATCC 8014, día 2	Total	,011	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,001	1	,001	1,000	,423
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,001	2	,001		
ATCC 8014, día 3	Total	,002	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,008	1	,008	162,000	,006
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,000	2	,000		
ATCC 8014, día 4	Total	,008	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,007	1	,007	2,979	,226
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,005	2	,002		
ATCC 8014, día 5	Total	,012	3			
pH biofermentado	Entre grupos	,010	1	,010	4,444	,170
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Dentro de grupos	,004	2	,002		
ATCC 8014, día 6	Total	,014	3			

Tabla 12. Análisis de varianza del pH en el biofermentado de residuos de pescado sin inóculo de bacterias (controles 1 y 2) en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH biofermentado sin inóculo, día 0	Entre grupos	,017	1	,017	1,899	,302
	Dentro de grupos	,018	2	,009		
	Total	,035	3			
pH biofermentado sin inóculo, día 1	Entre grupos	,000	1	,000	4,000	,184
	Dentro de grupos	,000	2	,000		
	Total	,001	3			
pH biofermentado sin inóculo, día 2	Entre grupos	,001	1	,001	,450	,571
	Dentro de grupos	,004	2	,002		
	Total	,005	3			
pH biofermentado sin inóculo, día 3	Entre grupos	,003	1	,003	,614	,515
	Dentro de grupos	,010	2	,005		
	Total	,013	3			
pH biofermentado sin inóculo, día 4	Entre grupos	,018	1	,018	16,200	,057
	Dentro de grupos	,002	2	,001		
	Total	,020	3			
pH biofermentado sin inóculo, día 5	Entre grupos	,021	1	,021	29,000	,033
	Dentro de grupos	,001	2	,001		
	Total	,022	3			
pH biofermentado sin inóculo, día 6	Entre grupos	,034	1	,034	16,106	,057
	Dentro de grupos	,004	2	,002		
	Total	,038	3			

Tabla 13. Análisis de varianza del pH por efecto del origen de la cepa (Nativa y comercial) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH biofermentado, día 0	Entre grupos	,931	4	,233	1,574	,232
	Dentro de grupos	2,219	15	,148		
	Total	3,150	19			
pH biofermentado, día 1	Entre grupos	,319	4	,080	3,763	,026
	Dentro de grupos	,318	15	,021		
	Total	,638	19			
pH biofermentado, día 2	Entre grupos	,205	4	,051	2,677	,073
	Dentro de grupos	,287	15	,019		
	Total	,491	19			
pH biofermentado, día 3	Entre grupos	,071	4	,018	1,175	,361
	Dentro de grupos	,225	15	,015		
	Total	,296	19			
pH biofermentado, día 4	Entre grupos	,115	4	,029	2,911	,058
	Dentro de grupos	,148	15	,010		
	Total	,264	19			
pH biofermentado, día 5	Entre grupos	,127	4	,032	3,888	,023
	Dentro de grupos	,123	15	,008		
	Total	,250	19			
pH biofermentado, día 6	Entre grupos	,135	4	,034	3,545	,032
	Dentro de grupos	,143	15	,010		
	Total	,278	19			

Tabla 14. Prueba de Tukey al pH por efecto del origen de la cepa (nativa y comercial) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

pH biofermentado, día 0			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Tipo de cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
Cepas nativas al 10% inóculo	4	5,9800	
Cepas comerciales al 5% inóculo	4	6,0250	
Cepas nativas al 5% inóculo	4	6,1100	
Cepas comerciales al 10% inóculo	4	6,1800	
Control	4	6,5850	
Sig.		,223	

pH biofermentado, día 1			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Tipo de cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Cepas nativas al 5% inóculo	4	4,3650	
Cepas nativas al 10% inóculo	4	4,3700	
Cepas comerciales al 10% inóculo	4	4,5175	4,5175
Cepas comerciales al 5% inóculo	4	4,5200	4,5200
Control	4		4,7100
Sig.		,575	,374

pH biofermentado, día 2			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Tipo de cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Cepas nativas al 5% inóculo	4	4,3500	
Cepas nativas al 10% inóculo	4	4,4650	4,4650
Cepas comerciales al 5% inóculo	4	4,4775	4,4775
Cepas comerciales al 10% inóculo	4	4,5025	4,5025
Control	4		4,6650
Sig.		,542	,292

pH biofermentado, día 3			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Tipo de cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
Cepas nativas al 5% inóculo	4	4,3800	
Cepas nativas al 10% inóculo	4	4,4300	
Cepas comerciales al 5% inóculo	4	4,4325	
Cepas comerciales al 10% inóculo	4	4,4750	
Control	4	4,5575	
Sig.		,292	

pH biofermentado, día 4			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Tipo de cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
Cepas nativas al 5% inóculo	4	4,4525	
Cepas comerciales al 5% inóculo	4	4,4525	
Cepas nativas al 10% inóculo	4	4,4900	
Cepas comerciales al 10% inóculo	4	4,5025	
Control	4	4,6575	
Sig.		,069	

pH biofermentado, día 5			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Tipo de cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Cepas comerciales al 5% inóculo	4	4,4200	
Cepas nativas al 5% inóculo	4	4,4550	4,4550
Cepas nativas al 10% inóculo	4	4,4900	4,4900
Cepas comerciales al 10% inóculo	4	4,5175	4,5175
Control	4		4,6525
Sig.		,564	,050

pH biofermentado, día 6			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Tipo de cepa de bacteria acidoláctica	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Cepas comerciales al 5% inóculo	4	4,4325	
Cepas nativas al 5% inóculo	4	4,4675	4,4675
Cepas comerciales al 10% inóculo	4	4,5100	4,5100
Cepas nativas al 10% inóculo	4	4,5225	4,5225
Control	4		4,6725
Sig.		,693	,062

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Tabla 15. Análisis de varianza de la acidez por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en el día 6.

**ANOVA**

Acidez del biofermentado, día 6

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,856	9	,095	4,574	,013
Dentro de grupos	,208	10	,021		
Total	1,063	19			

Tabla 16. Prueba de Tukey a la acidez por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en el día 6.

**Acidez del biofermentado, día 6**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Cepa de bacteria acidoláctica y dosis de inóculo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	3,0900	
Lactobacillus plantarum ATCC 8014, 5%	2	3,1500	3,1500
Control 2	2	3,2250	3,2250
Control 1	2	3,3850	3,3850
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	3,4200	3,4200
Lactobacillus plantarum ATCC 8014, 10%	2	3,5250	3,5250
Pediococcus acidilactici ATTC 8042, 10%	2	3,5900	3,5900
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	3,6400	3,6400
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	3,6450	3,6450
Pediococcus acidilactici ATTC 8042, 5%	2		3,6850
Sig.		,058	,071

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.



Tabla 17. Análisis de varianza de la temperatura por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura día 0	Entre grupos	48,220	9	5,358	9,043	,001
	Dentro de grupos	5,925	10	,593		
	Total	54,146	19			
Temperatura día 1	Entre grupos	17,180	9	1,909	6,743	,003
	Dentro de grupos	2,831	10	,283		
	Total	20,011	19			
Temperatura día 2	Entre grupos	12,105	9	1,345	3,586	,030
	Dentro de grupos	3,750	10	,375		
	Total	15,855	19			
Temperatura día 3	Entre grupos	13,747	9	1,527	2,173	,121
	Dentro de grupos	7,029	10	,703		
	Total	20,776	19			
Temperatura día 4	Entre grupos	10,621	9	1,180	5,429	,007
	Dentro de grupos	2,174	10	,217		
	Total	12,795	19			
Temperatura día 5	Entre grupos	18,667	9	2,074	4,772	,011
	Dentro de grupos	4,347	10	,435		
	Total	23,014	19			
Temperatura día 6	Entre grupos	5,583	9	,620	3,166	,043
	Dentro de grupos	1,959	10	,196		
	Total	7,541	19			

Tabla 18. Prueba de Tukey a la temperatura por efecto de la cepa y dosis de inóculo (Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, control 1 y control 2) en el biofermentado de residuos de pescado en los días 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente.

**Temperatura día 0**

Cepa y dosis de inóculo	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	26,1000			
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	26,3000	26,3000		
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	26,7000	26,7000	26,7000	
Pediococcus acidilactici ATCC, 10%	2	27,4500	27,4500	27,4500	27,4500
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	28,5500	28,5500	28,5500	28,5500
Control, 10%	2		29,3000	29,3000	29,3000
Control, 5%	2			29,5500	29,5500
Pediococcus acidilactici ATCC, 5%	2				29,8500
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2				30,0000
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2				30,3500
Sig.		.150	.055	.072	.066

**Temperatura día 1**

Cepa y dosis de inóculo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Control, 10%	2	27,9950	
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	28,0000	
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	29,0000	29,0000
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	29,5000	29,5000
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	29,8350	29,8350
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	30,0000	30,0000
Pediococcus acidilactici ATCC, 10%	2	30,0000	30,0000
Control, 5%	2		30,1650
Pediococcus acidilactici ATCC, 5%	2		30,2600
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2		31,0000
Sig.		.066	.067

**Temperatura día 2**

Cepa y dosis de inóculo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Pediococcus acidilactici ATCC, 5%	2	28,4650
Pediococcus acidilactici ATCC, 10%	2	28,5000
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	28,5000
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	28,5450
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	28,9500
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	29,5000
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	30,0000
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	30,0050
Control, 5%	2	30,2000
Control, 10%	2	30,5450
Sig.		.112

**Temperatura día 3**

Cepa y dosis de inóculo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Control, 5%	2	27,9500
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	28,3500
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	28,9000
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	29,1950
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	29,3000
Pediococcus acidilactici ATCC, 5%	2	29,4500
Control, 10%	2	29,5000
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	30,2500
Pediococcus acidilactici ATCC, 10%	2	30,3500
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	30,7150
Sig.		.128

**Temperatura día 4**

Cepa y dosis de inóculo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Pediococcus acidilactici ATCC, 10%	2	28,6500	
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	28,7500	
Control, 5%	2	28,9000	
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	29,3000	
Control, 10%	2	29,3000	
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	29,3900	29,3900
Pediococcus acidilactici ATCC, 5%	2	29,6600	29,6600
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	29,9450	29,9450
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	30,3000	30,3000
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2		31,1650
Sig.		.091	.062

**Temperatura día 5**

Cepa y dosis de inóculo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Control, 5%	2	27,1700	
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	28,5250	28,5250
Control, 10%	2	28,5250	28,5250
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	28,6500	28,6500
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	29,7250	29,7250
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	29,7300	29,7300
Pediococcus acidilactici ATCC, 5%	2		30,0500
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2		30,0800
Pediococcus acidilactici ATCC, 10%	2		30,0800
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2		30,3150
Sig.		.056	.281

**Temperatura día 6**

Cepa y dosis de inóculo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Pediococcus acidilactici ATCC, 10%	2	28,6500
Lactobacillus plantarum ATCC, 10%	2	28,6500
Control, 5%	2	28,7250
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 10%	2	29,0050
Pediococcus acidilactici ATCC, 5%	2	29,2800
Control, 10%	2	29,3000
Lactobacillus plantarum 3786, 5%	2	29,3450
Lactobacillus plantarum CE 14.23, 5%	2	29,5400
Lactobacillus plantarum ATCC, 5%	2	29,9100
Lactobacillus plantarum 3786, 10%	2	30,3500
Sig.		.059

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.

Sr(es.)  
Subproyecto N° PNIPA-PES-SIADE-PP-000284  
COOPERATIVA DE TRABAJADORES BIOTECOOP  
Tumbes

**LNAA /103-104-105-106-107/2022**

Resultados obtenidos de muestras remitidas por el solicitante

**Características Físico-químicas**

Todos los resultados en base seca:

Parámetros Nutricionales	Muestra	BSI 26-21/04/22 TUI	Cont PC F 30 LT 25/02/2022	Cont Hid P.C. 29/01/22	Cont Hid P.C. N°1 BALDE SOL/29/01/22	8042 21/04/22 TLU-2
		Código	103	104	105	106
Materia Seca Total (MST)**	(%)	27.84	29.85	24.25	30.55	28.91
Proteína Cruda (PC)	(%MS)	32.66	28.98	23.59	19.52	30.72
Extracto Etéreo (EE)	(%MS)	20.78	3.84	2.75	3.06	17.88
Cenizas (CZS)	(%MS)	12.55	18.63	15.60	14.86	13.77
Fibra Cruda (FC)	(%MS)	0.08	0.83	1.02	1.05	0.09
Extracto Libre de Nitrogeno	(%MS)	33.93	47.72	57.04	61.51	37.55
Grados Brix	%	22	25	25	27	22
Acidez titulable	(%MS)	3.40	3.96	4.13	4.31	3.31
pH		4.29	4.02	3.62	3.60	4.24



JORGE L. ZEVALLOS PAREDES MVZ, M.Sc.  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNISTA  
C.M.V.P. 50224

Arequipa, 26 de mayo del 2022

\*\* Materia seca total obtenida en estufa a 105 °C x 3h

MS, PC, EE, CZS según AOAC, (1990)

FC por ANKOM (2005)

Grados brix por refractometría

Acidez titulable según AOAC (1996)

pH por potenciometría

LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL - UCSM E.P. MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Teléfono: 054-382038 Anexo 1186 Celular: 959670257

[lnaavet@ucsm.edu.pe](mailto:lnaavet@ucsm.edu.pe)

Figura 15. Informe de resultados de análisis de composición proximal de biofermentados con las cepas bacterianas: *L. plantarum* cepa CE 14.23 (BSIA 26) y *P. acidilactici* ATTC 8042 (corresponden a los códigos 103 y 107, respectivamente).

Sr(es.)

Subproyecto N° PNIPA-PES-SIADE-PP-000284  
COOPERATIVA DE TRABAJADORES BIOTECOOP  
Tumbes

LNAA /108/109/110/111/112/2022

Resultados obtenidos de muestras remitidas por el solicitante

**Características Físico-químicas**

Todos los resultados en base seca:

Parámetros Nutricionales	Muestra	Cont Hidrol Raquiz (HR 80KG)	Cont Hidr (PC FERMENTADOR 200LT-05/04/2022)	8014 21-04-22 TLU -1	BSIA 30 21-04-22 TLU- 22	HARINA MNS
	Código	108	109	110	111	112
Materia Seca Total (MST)**	(%)	7.67	16.25	32.10	26.07	96.14
Proteína Cruda (PC)	(%MS)	8.55	33.80	31.19	32.30	41.05
Extracto Etéreo (EE)	(%MS)	1.29	0.12	10.70	16.52	13.52
Cenizas (CZS)	(%MS)	26.18	18.47	13.71	12.22	31.79
Fibra Cruda (FC)	(%MS)	17.17	0.05	2.76	0.97	8.85
Extracto Libre de Nitrogeno	(%MS)	46.80	47.56	41.64	37.99	4.79
Grados Brix	%	5	19	27	20	0
Acidez titulable	(%MS)	1.03	1.57	3.22	2.55	0.50
pH		4.35	4.75	4.20	4.02	7.75

  
JORGE L. ZORABÁN / FERRERES J.Y.Z. M.Sc.  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
C.M.V.H. 3024

Arequipa, 26 de mayo del 2022

\*\* Materia seca total obtenida en estufa a 105 °C x 3h

MS, PC, EE, CZS según AOAC, (1990)

FC por ANKOM (2005)

Grados brix por refractometría

Acidez titulable según AOAC (1996)

pH por potenciometría

LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL - UCSM E.P. MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Teléfono: 054-382038 Anexo 1186 Celular: 959670257

[lnaavet@ucsm.edu.pe](mailto:lnaavet@ucsm.edu.pe)

Figura 16. Informe de resultados de análisis de composición proximal de biofermentados con las cepas bacterianas: *L. plantarum* ATTC 8014 y *L. plantarum*, cepa 3786 (BSIA 30) (Corresponde a los códigos 110 y 111, respectivamente).



Alameda del Rocío 268 , Urb. La Alborada  
 Surco, Lima 33 – Perú  
 Entel: 940 250 034  
 vvera@innovacua.com.pe  
 ASESORÍA, PROYECTOS, EQUIPOS E INSUMOS  
 ACUÍCOLAS

MUESTRA : MUESTRA LÍQUIDA 1

TIPO DE MUESTRA : BIOL (\*)

The results in the report apply to the investigated sample as received.

Component	Result	Unit	Method
<u>Amino acids (acid hydrolysis)</u>			
Alanine	2.01	g/100 g	ISO 13903:2005
Arginine	1.64	g/100 g	EU 152/2009
Aspartic acid	3.81	g/100 g	
Glutamic acid	3.95	g/100 g	
Glycine	1.76	g/100 g	
Histidine	1.58	g/100 g	
Hydroxyproline	0.22	g/100 g	
Isoleucine	2.01	g/100 g	
Leucine	2.44	g/100 g	
Lysine	2.65	g/100 g	
Ornithine	<0.05	g/100 g	
Phenylalanine	2.69	g/100 g	
Proline	2.02	g/100 g	
Serine	2.01	g/100 g	
Threonine	1.68	g/100 g	
Tyrosine	3.10	g/100 g	
Valine	2.66	g/100 g	
<u>Cystine, methionine (oxidative)</u>			
Cystein +Cystine	0.351	g/100 g	ISO 13903:2005
Methionine	0.582	g/100 g	EU 152/2009
Tryptophan (Total)	0.624	g/100 g	EU 152/2009

\* Información provista por el cliente

Figura 17. Informe de resultados de análisis de perfil de aminoácidos de biofermentados con cepa bacteriana nativa.



Alameda del Rocío 268 , Urb. La Alborada  
 Surco, Lima 33 – Perú  
 Entel: 940 250 034  
 vvera@innovacua.com.pe  
 ASESORÍA, PROYECTOS, EQUIPOS E INSUMOS  
 ACUÍCOLAS

MUESTRA : MUESTRA LÍQUIDA 2

TIPO DE MUESTRA : BIOL (\*)

The results in the report apply to the investigated sample as received.

Component	Result	Unit	Method
<u>Amino acids (acid hydrolysis)</u>			ISO 13903:2005
Alanine	2.42	g/100 g	EU 152/2009
Arginine	1.51	g/100 g	
Aspartic acid	1.89	g/100 g	
Glutamic acid	2.11	g/100 g	
Glycine	1.34	g/100 g	
Histidine	1.20	g/100 g	
Hydroxyproline	<0.2	g/100 g	
Isoleucine	1.14	g/100 g	
Leucine	2.16	g/100 g	
Lysine	1.98	g/100 g	
Ornithine	<0.05	g/100 g	
Phenylalanine	1.62	g/100 g	
Proline	2.44	g/100 g	
Serine	2.37	g/100 g	
Threonine	2.42	g/100 g	
Tyrosine	2.65	g/100 g	
Valine	2.17	g/100 g	
<u>Cystine, methionine (oxidative)</u>			ISO 13903:2005
Cystein +Cystine	0.225	g/100 g	EU 152/2009
Methionine	0.488	g/100 g	
Tryptophan (Total)	0.495	g/100 g	EU 152/2009

\* Información provista por el cliente

Figura 18. Informe de resultados de análisis de perfil de aminoácidos de biofermentados con cepa bacteriana comercial.