

ARTÍCULO ORIGINAL

Características nutricionales comparativas del ensilado biológico de pescado utilizando yogurt natural y suero de queso

Comparative nutritional characteristics of fish biological silage using natural yogurt and cheese

Nayeli Díaz Flores ^{1a}, Paul Francis Martín Muro Lozada  ^{1b}, Carlos Augusto Vara Valverde  ^{2c}, Christiaan Errol Moreno Ríos  ^{2d}, Gino Vladimir Bustillos Aponte  ^{2e}, Berita Davila Ruiz  ^{2f}, Norma Lorena Rivadeneyra Sánchez  ^{2g}, Oscar Andre Maslucan Canayo  ^{2h}, Carlos Andre Amaringo Cortegano  ^{3i*}

¹ Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Ucayali, Perú.

² CITEpesquero Amazónico Pucallpa, Instituto Tecnológico de la Producción, Ministerio de la Producción, Ucayali, Perú

³ Estación Pucallpa del Centro de Investigaciones IVITA, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Ucayali, Perú

^a nay_20demayo_96@hotmail.com, ^bpmurol@unia.edu.pe, ^ccvvara@itp.gob.pe, ^dchristiaanmoreno1@gmail.com,

^egbustillos@itp.gob.pe, ^fberita.davr11@gmail.com, ^glorenarivadeneyra31@gmail.com, ^hmaslucan@gmail.com,

ⁱcamaringoc@unmsm.edu.pe

* Autor de correspondencia

| Recibido: 15/12/22 |

| Arbitrado por pares |

| Aceptado: 2/03/23 |

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo hacer una comparación de las características nutricionales del ensilado biológico de pescado producido con yogurt natural y con suero de queso como fuente de bacterias lácticas. Se realizaron cinco repeticiones por tratamiento. La materia prima se recogió de cinco puestos del mercado de Yarinacocha, Ucayali. Los insumos utilizados (residuo de pescado - valores en 500 g, 80 g cáscara de



papaya, 80 g cáscara de piña, 50 g melaza y diferencialmente 40 g yogurt natural y 100 g suero de queso) fueron molidos separadamente, mezclados y colocados en un balde cerrado herméticamente por 9 días. Durante esos días se procedió a evaluar el valor de pH en los ensilados producidos. Posterior a ese período, una muestra de cada tipo de ensilado fue obtenida para análisis de composición proximal. El pH descendió a valores menores a 4.0 en ambos tipos de ensilado al primer día de fermentación y al tercer día se logró la estabilización de pH del producto. Los valores proximales muestran características nutricionales apropiadas del producto [proteínas totales 10.53%, lípidos totales 12.98%, cenizas 2.25%] como insumo potencial para la elaboración de dietas para animales, sin diferencia entre los tipos de ensilados generados con yogurt natural y suero de queso, excepto en los valores de humedad siendo mayor en ensilado producido con suero de queso (71.80%) que en el producido con yogurt natural (67.60%) como respuesta al aporte de humedad del insumo suero de queso. Ambos ensilados biológicos de pescado producidos utilizando yogurt natural o suero de queso presentan buenas condiciones como insumo para la elaboración de dietas para animales.

Palabras claves: bacterias lácticas; composición proximal; ensilado; pH; residuo de pescado

Abstract

The purpose of this study was to compare the nutritional characteristics of biological fish silage produced done with homemade yogurt and cheese whey as a source of lactic acid bacteria. Five repetitions per treatment were performed. The raw material was collected from 5 market stalls in Yarinacocha, Ucayali. The resources used (fish residue - values in 500 g, 80 g papaya peel, 80 g pineapple peel, 50 g molasses and differentially 40 g homemade yogurt and 100 g cheese whey) were grounded separately, mixed and placed in a hermetically sealed bucket for 9 days. During those days, the pH silage value produced was evaluated. After this period, a sample of each type of silage was obtained for proximal composition analysis. The pH decreased to values lesser than 4.0 in both types of silage on the first day of fermentation and on the third day the pH stabilization of the product was achieved. The proximal values showed appropriate nutritional characteristics of the product [total proteins 10.53%, total lipids 12.98%, ashes 2.25%] as a potential source for the preparation of animal diets, with no difference between the types of silage generated with homemade yogurt and cheese whey, except from the moisture values, being higher in silage produced with cheese whey (71.80%) than in that produced with homemade yogurt (67.60%) as a result of the cheese whey mositure

contribution the moisture contribution of the cheese whey input. Both biological fish silages produced using natural yogurt or cheese whey presented good conditions as a source for the preparation of animal diets.

Keywords: lactic bacteria; proximate composition; silage; pH; fish waste

Introducción

En la naturalización de productos pesqueros de la región amazónica existen importantes volúmenes de excesos de pescado procedente del desembarque diario, totalizando el 33% de lo capturado, constituidos por residuos como vísceras, aletas, cabezas y pescado molido sin valor natural. Estos residuos de pescado no están siendo utilizados adecuadamente y están siendo dispuestos en forma directa sobre las fuentes de agua próximas a los desembarcaderos o centros de naturalización (Martínez, 2003). Se ha observado que los subproductos obtenidos utilizando residuos de pescado como materia prima podrían tener un mayor valor que el producto principal (FAO, 2016).

El ensilado biológico es un producto de fácil elaboración y una opción menos costosa que reemplaza el uso de aceite y harina de pescado, por sus buenas cualidades nutricionales (Viglezzi, 2012), pudiendo incluir total o parcialmente a dichos insumos en dietas para aves, peces, ganado vacuno, porcinos, ovino, y otros animales (Padilla, 1996). Procesado como ensilado de pescado, se aprovechan los residuos de la industria pesquera, logrando un incremento del ensilado como insumo para piensos en la industria agropecuaria, acuícola y pesquera (Berenz, 1997). Asimismo, el uso del ensilado minimizaría costos en la formulación de piensos y por consiguiente los costos de producción de peces (Balsinde *et al.* 2003; Vidotti *et al.* 2003)

El ensilado biológico de pescado es un producto semi-líquido y pastoso que, para este experimento, se obtuvo tras mezclar los residuos del procesamiento primario del pescado (fuente animal), una fuente de carbohidratos y un cultivo microbiano rico en ácido láctico a partir del género *Lactobacillus*. Esta mezcla permitirá a las bacterias lácticas fermentar la fuente de carbohidratos y producir ácido láctico reduciendo el pH a niveles cercanos a cuatro, inhibiendo el crecimiento y actividad de microorganismos relacionados a la putrefacción del ensilado y favoreciendo la actividad de las enzimas proteolíticas de la materia prima o la fuente animal utilizada (descartes de pescado) (Tatterson, 1982).

El presente estudio tuvo como objetivo hacer una comparación de las características nutricionales del ensilado biológico de pescado producido con yogurt natural y con suero de queso como fuentes de bacterias lácticas.

Material y métodos

El estudio se realizó en el Laboratorio de Ictiología y de Bioquímica de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA) ubicado en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

Los análisis de composición proximal fueron realizados en los Laboratorios del Instituto Tecnológico de la Producción - CITEpesquero Callao para el caso de determinación de contenido proximal de lípidos y proteínas totales. Los demás análisis contemplados fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.

Elaboración del ensilado biológico de pescado

Se empleó como materia prima residuos de pescado descartando huesos grandes y sin carne, así como residuos descompuestos, recolectados en cinco puntos de venta de pescado del mercado del distrito de Yarinacocha. Los residuos contenidos en bolsas ziploc, se colocaron dentro de un cooler con hielo, y trasladados a las instalaciones del Laboratorio de Ictiología y Bioquímica de la UNIA. Además, se emplearon cáscaras de piña y papaya como fuente de enzimas proteolíticas bromelina y papaína respectivamente, para promover la hidrólisis de proteínas presentes en la materia prima; melaza como fuente de carbohidratos para dar condiciones fermentativas con la ayuda de bacterias lácticas. Finalmente, se usaron como insumos diferenciales el yogurt natural y el suero de queso como fuente de bacterias lácticas. Todos los insumos fueron obtenidos en el mercado del distrito de Yarinacocha.

El material fue molido por separado (en un molino industrial de tornillo) y los insumos se depositaron en un balde por tipo de ensilado y por punto de obtención del residuo de pescado (cinco puntos de comercio), mezclándolos, para luego proceder a cerrarlos herméticamente. Al finalizar, se obtuvieron cinco baldes de ensilado biológico de pescado usando yogurt natural y cinco baldes de ensilado biológico de pescado usando suero de queso.

La proporción de insumos utilizados por tipo de ensilado preparado se encuentra descrita en la Tabla 1.

Tabla 1

Insumos utilizados para la elaboración de ensilado biológico de pescado utilizando yogurt natural y suero de queso como insumos diferenciales

Con yogurt natural	Con suero de queso
Para una relación de 500 g de pescado	Para una relación de 500 g de pescado
- 80 g de cáscara de piña verde	- 80 g de cáscara de piña verde
- 80 g de cáscara de papaya verde	- 80 g de cáscara de papaya verde
- 50 g de melaza	- 50 g de melaza
- 40 g de yogurt natural	- 100 g de suero de queso

A las 12 horas de haber elaborado los ensilados, se destaparon suavemente los baldes a fin de dejar escapar el gas producido por los procesos fermentativos. Diariamente, desde el día 1 al día 9, se midió el pH de los ensilados en preparación, de cada uno de los baldes, para evaluar el comportamiento de este parámetro, utilizándose un potenciómetro Meter 913.

Análisis nutricional

Cinco muestras de cada tipo de ensilado (una muestra de cada balde) fueron analizadas en cuanto a su composición proximal considerando humedad, proteínas totales y cenizas según lo descrito en AOAC (2005).

Análisis de los datos

Se aplicó el análisis estadístico descriptivo: (Media, Desviación estándar, Coeficiente de variación y la Mediana) y la prueba de significancia de Kolmogorov Smirnov para determinar diferencias significativas entre los resultados esperados de proteínas totales, lípidos, humedad, para los análisis de ceniza, se adicionó una prueba de Ryan-Joiner (similar a Shapiro-Wilk) y prueba F ($p < 0.05$).

Resultados y discusiones

El ensilado biológico se vale de la fermentación acido-láctica a través del aporte bacteriano suministrado en su elaboración por los insumos utilizados (Tatterson, 1982). Este estudio optó por caracterizar comparativamente el valor nutricional de ensilado biológico de pescado usando yogurt natural y suero de queso como insumos aportantes de bacterias lácticas.

Por referencias externas, se conoce que el contenido de bacterias lácticas en el suero de queso es mucho menor que en el yogurt, motivo por el cual se optó por emplear mayor cantidad de suero de queso para la investigación.

En ambos tipos de ensilados el pH descendió a valores menores a 4 (Tabla 2), debido a la producción de ácido láctico como parte del proceso de fermentación anaeróbica generada. La reducción de pH contribuye también en la activación de enzimas presentes en la mezcla como aporte de insumos como la papaya (enzima papaína) que fomentan la hidrólisis de proteínas presentes en la mezcla y la generación de péptidos bioactivos con características funcionales. Asimismo, la reducción de pH inhibe y descarta la presencia de coliformes totales o de bacterias patógenas (Tatterson, 1982).

Tabla 2

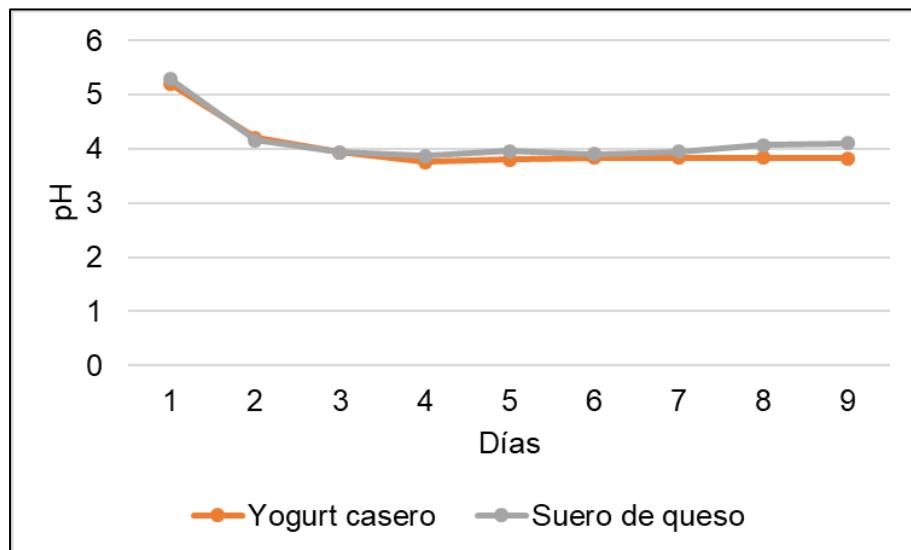
Valores de pH obtenidos en ensilado biológico de pescado (EBP) utilizando yogurt natural y suero de queso

Nro. Día	Temperatura ambiente (°C)	pH Yogurt natural	pH Suero de queso		p Valor
Día 1	29	5.20 ± 0.06	5.29	± 0.08	>0.05
Día 2	28	4.21 ± 0.04	4.16	± 0.02	>0.05
Día 3	29	3.94 ± 0.04	3.93	± 0.08	>0.05
Día 4	30	3.76 ± 0.05	3.87	± 0.09	>0.05
Día 5	31	3.81 ± 0.10	3.96	± 0.13	>0.05
Día 6	31	3.83 ± 0.10	3.90	± 0.15	>0.05
Día 7	31	3.83 ± 0.11	3.95	± 0.12	>0.05
Día 8	31	3.84 ± 0.19	4.08	± 0.12	>0.05
Día 9	31	3.82 ± 0.23	4.10	± 0.12	>0.05

En la Figura 1 se observa que la disminución de pH sucede dentro de los tres primeros días, alcanzando valores menores de 4 al primer día en ambos tipos de ensilado.

Figura 1

Variación de los valores de pH durante 9 días de fermentación del ensilado biológico de pescado (EBP) utilizando yogurt natural y suero de queso



Humedad

La humedad del ensilado producido con suero de queso es mayor con respecto al contenido de humedad del ensilado producido con yogurt natural (Tabla 3), diferencia explicada porque el suero de queso es líquido agregándole mayor humedad al preparado. La significativa diferencia en el contenido de humedad entre el ensilado con suero de queso (71.80%) y el producido con yogurt natural (67.60%) ($p < 0.05$) resalta la influencia directa de los insumos utilizados. Este hallazgo confirma la naturaleza líquida del suero de queso y su contribución a una mayor humedad en el producto final. Esta variación puede ser crucial en la estabilidad y vida útil del ensilado, siendo importante considerarla al formular dietas animales (Toledo y Lanes, 2007).

Ceniza

En relación al contenido de ceniza tanto en el ensilado con yogurt como con suero de queso presentan similares valores (Tabla 3), no se observaron diferencias significativas en el contenido de ceniza entre ambos ensilados ($p > 0.05$). Estos resultados indican que la adición de suero de queso o yogurt natural no afectó la cantidad de minerales inorgánicos en el producto final. La estabilidad en el contenido de ceniza sugiere que ambos insumos son igualmente efectivos en la preservación de los componentes

minerales presentes en la materia prima y coinciden con los resultados de Martínez (2003) quien realizó ensilados con varias especies amazónicas.

Proteínas Totales

Diversos autores han caracterizado el ensilado de pescado para usarlo como insumos en la formulación de dietas para animales, tales como cuyes (Mattos *et al.*, 2003), rumiantes. Estas caracterizaciones muestran valores proteicos similares (entre 10-20%) a los obtenidos en el presente estudio (Tabla 3). Los valores de proteínas totales muestran una ligera diferencia entre los ensilados con yogurt natural (10.72%) y suero de queso (10.34%), pero esta variación no es estadísticamente significativa ($p > 0.05$). La proximidad en los niveles proteicos sugiere que ambas fuentes de bacterias lácticas contribuyen de manera similar a la preservación de las proteínas presentes en los residuos de pescado (Balsinde *et al.*, 2003).

Lípidos Totales

Con respecto a los lípidos totales, El análisis de lípidos totales reveló que el contenido en el ensilado con yogurt natural (13.66%) es ligeramente superior al del suero de queso (12.30%), aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa ($p > 0.05$). La influencia de las vísceras de pescado en la composición de lípidos puede explicar esta variación. La proximidad en los valores sugiere que ambos insumos son eficientes en la preservación de los lípidos de la materia prima (Tabla 3). Este contenido es influenciado por las vísceras del pescado (Martínez, 2003). El contenido de lípidos en el ensilado depende del contenido de la materia prima utilizada (Spanopoulos-Hernandez *et al.*, 2010).

Tabla 3

Composición proximal (% en base húmeda) de ensilado biológico de pescado utilizando yogurt natural y suero de queso

Parámetros	Yogurt natural	Suero de queso	p Valor
Humedad	67.60±1.51a	71.80±1.92b	<0.05
Ceniza	2.28±0.04	2.22±0.04	>0.05
Proteínas totales	10.72±0.56	10.34±0.30	>0.05
Lípidos totales	13.66±2.99	12.30±1.57	>0.05

Las pruebas de Kolmogorov Smirnov detectaron distribución normal para los parámetros humedad, proteínas totales y lípidos totales ($p > 0.05$). Para verificar la distribución del parámetro ceniza, se utilizó la prueba Ryan-Joiner. Las pruebas F aplicadas (p Valor) indican que no hay diferencia entre las varianzas analizadas.

Conclusiones

El seguimiento del pH, temperatura, así como las características nutricionales determinan la viabilidad del uso del yogurt natural y del suero de queso como fuentes de bacterias lácticas y no presentan diferencias nutricionales significativas para la preparación de ensilados biológicos.

El pH descendió a valores menores a 4.0 en ambos tipos de ensilado biológico al primer día de fermentación, y al tercer día se logró la estabilización del pH del producto.

Los valores proximales muestran características nutricionales apropiadas (proteínas totales, grasas, cenizas) del producto como insumo potencial para la elaboración de dietas para animales, sin diferencia entre los tipos de ensilados generados con yogurt natural y suero de queso.

El uso de suero de queso utilizado, es adecuada para la preparación del ensilado biológico de residuos de pescado.

Contribución de autoría

Nayeli Díaz F., Paul F. M. Muro L., Carlos A. Vara V. diseñaron el delineamiento experimental y ejecutaron las evaluaciones. Nayeli Díaz F., Paul F. M. Muro L., Carlos A. Vara V., Christiaan E. Moreno R., Norma L. Rivadeneyra S., Berita Davila R., Oscar A. Maslucan C. realizaron búsquedas bibliográficas y aportaron revisiones críticas en el análisis de datos, lo que enriqueció la discusión de los resultados. Carlos A. Amaringo C., diseñó el primer borrador y la versión final del manuscrito.

Conflictos de interés

Los autores declaran no existir conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official methods of analysis of the AOAC International*. 18th ed. USA: AOAC.
- Balsinde, R. et al. (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. La Habana: Centro de Investigaciones Pesqueras (CIVA). p. 303-309
- Berenz, Z. (1997). *XIII Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros*. Callao (Perú): Instituto Tecnológico Pesquero del Perú.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *El estado mundial de la pesca y acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y nutrición para todos*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- Martinez, P. R. (2003). *Producción de un ensilado biológico a partir de vísceras de pescado de las especies Prochilodus mariae (coporo), Pseudoplatystoma fasciatum (bagre rayado) y Phractocephalus hemiliopterus (cajaro)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional De Colombia Sede Arauca]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20113>
- Mattos, J. et al. (2003). Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) e Instituto Tecnológico Pesquero (ITP). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 14(2): 89-96.
- Oetterer, M. (2009). Producción de ensilaje a partir de biomasa residual de peces. *Araraquara Alimentación y Nutrición*, 5 (1): 119-134.
- Padilla, P. P. (1996). Nota científica técnica del ensilado biológico de residuos de pescado para ración animal. *Folia Amazónica*, 8(2)-1996 IIAP.
- Spanopoulos-Hernández, M. et al. (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*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- Tatterson, I. N. (1982). Fish silage – preparation, properties and uses. *Animal Feed Science and Technology*, 7: 153-159.
- Toledo, P. J. & Llanes, I. J. (2006). Estudio comparativo de los residuos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica. Centro de Preparación Acuicultura Mampostón Carretera Central Km. 41, Morales, San José de las Lajas. 32700 Habana (Cuba). *Revista AquaTIC*, 25: 28-33.

Vidotti, R. et al. (2003). Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Anim Feed Sci Tech.* 105: 199-204

Viglezzi, V. et al. (2012). *Elaboración de ensilado químico a partir de desechos de Carpa común (Cyprinus carpio) utilizando ácido fórmico y sulfúrico, con su posterior evaluación física y química, microbiológica y sensorial.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires].