

Ensilado biológico de desechos avícolas: Una alternativa proteica en la alimentación en pequeños rumiantes

Biological ensiling of poultry waste: A protein alternative in small ruminant diets

José de Jesús Pérez-Bautista¹ , Héctor Aarón Lee-Rangel¹ , Gregorio Álvarez-Fuentes¹ ,
Ricardo Martínez-Martínez^{2*} 

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Carretera San Luis - Matehuala Km. 14.5, Ejido Palma de la Cruz, CP. 78321 Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México.

²Universidad de Guadalajara, Centro Universitario la Costa Sur. Departamento de Producción Agrícola. Av. Independencia Nacional 151, Centro, CP. 48900. Autlán de Navarro, Jalisco, México.

*Autor de correspondencia: ricardo.mmartinez@academicos.udg.mx

Nota científica

Recibida: 27 de marzo 2024

Aceptada: 11 de septiembre 2025

RESUMEN. El estudio tuvo como objetivo producir ensilados biológicos a partir de vísceras de pollo para ofrecer una alternativa proteica viable en la alimentación de pequeños rumiantes, promoviendo la valorización de desechos avícolas y una alimentación sostenible. Se preparó una mezcla con 83.7% pasta de vísceras, 15% melaza, 1% inóculo bacteriano y 0.3% propionato de calcio, incubada en condiciones anaeróbicas para favorecer bacterias ácido lácticas. Se analizaron muestras a los días 1, 30, 60 y 90, evaluando microorganismos y parámetros microbiológicos que cumplieron con las normas oficiales mexicanas. El ensilado mantuvo un pH promedio de 4.2 y temperatura de 17.5°C durante 90 días, con un contenido nutricional de 49.9% proteína cruda a los 30 días y niveles adecuados de grasa, fibra y ceniza. No presentó deterioro, demostrando ser una fuente nutritiva y segura para pequeños rumiantes.

Palabras clave: Complemento alimenticio, desechos orgánicos, proteína animal.

ABSTRACT. The study aimed to produce biological silages from chicken viscera to offer a viable protein alternative for feeding small ruminants, promoting the valorization of poultry waste and sustainable feeding. A mixture was prepared with 83.7% viscera paste, 15% molasses, 1% bacterial inoculum, and 0.3% calcium propionate, incubated under anaerobic conditions to favor lactic acid bacteria. Samples were analyzed on days 1, 30, 60, and 90, evaluating microorganisms and microbiological parameters that complied with Mexican official standards. The silage maintained an average pH of 4.2 and a temperature of 17.5°C over 90 days, with a nutritional content of 49.9% crude protein at 30 days and adequate levels of fat, fiber, and ash. No deterioration was observed, demonstrating that it is a nutritious and safe source for small ruminants.

Keywords: Food supplement, organic waste, animal protein.

Como citar: Pérez-Bautista J de J, Lee-Rangel HA, Álvarez-Fuentes G, Martínez-Martínez R (2025) Ensilado biológico de desechos avícolas: Una alternativa proteica en la alimentación en pequeños rumiantes. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 12(3): e4107. DOI: 10.19136/era.a12n3.4107.

INTRODUCCIÓN

En México, la generación de desechos de la producción avícola de engorda se estima en 752 millones de toneladas de desperdicio (vísceras), lo que representa 20% de la canal de la parvada nacional, que consiste en 3.76 millones de cabezas de aves (UNA 2023). Este tipo de desechos terminan en el ecosistema contaminando suelos y fuentes de agua. Esta situación, plantea la necesidad de reutilizar los desechos de origen animal en la dieta en pequeños rumiantes (ovinos y cabras principalmente) como lo plantea la NOM-060-ZOO-1999 (Martínez *et al.* 2015).

En este sentido, el ensilado biológico es una técnica donde se aprovechan los residuos orgánicos, especialmente forrajes verdes o desechos industriales de origen animal (como vísceras), que consiste en una fermentación controlada con bacterias ácido-lácticas sobre los carbohidratos presentes (Fabgenro y Bello-Olusoji 1997). Este proceso produce ácido láctico, lo que reduce el pH y estabiliza el material, evitando la putrefacción y preservando sus cualidades nutritivas. El resultado es un producto semilíquido y pastoso, de fácil elaboración y bajo costo, que se utiliza principalmente como complemento en la dieta de pequeños rumiantes, contribuyendo a la formulación de raciones alimenticias eficientes y económicas (Castillo *et al.* 2019).

Una alternativa para aprovechar las vísceras debido a su contenido nutritivo es su utilización en la alimentación animal, especialmente orientada a la engorda de especies menores como los pequeños rumiantes en sistemas productivos pecuarios, considerando el elevado costo de inversión en fuentes proteicas (Núñez-Torres 2017). Los desechos avícolas, como las vísceras, incorporados en la dieta de estos rumiantes contribuyen al cumplimiento de los requerimientos nutricionales (Ashayerizadeh *et al.* 2017). Asimismo, avances recientes han demostrado que los desechos industriales de origen animal, específicamente las vísceras, sometidos a procesos de fermentación e incluidos en la alimentación animal, aportan proteínas, ácidos grasos y aminoácidos esenciales, lo que se ha traducido en un aumento significativo del peso corporal en los animales (Perea *et al.* 2017, Limeneh *et al.* 2022). Así como también Li y Cho (2025) encontraron beneficios económicos al utilizar desechos de aves en dietas. Lo anterior, contribuye a un desarrollo sustentable mediante el uso de los desechos aplicando la reducción, reutilizar y reciclar (Alibekov *et al.* 2024). Por lo cual el objetivo de este estudio fue producir ensilados biológicos a partir de vísceras de pollo como una alternativa proteica viable para su inclusión en la alimentación de pequeños rumiantes, contribuyendo así a la valorización de desechos avícolas y al desarrollo de una alimentación animal eficiente y sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de bromatología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), México. El 12 de abril del 2020 al 02 de junio del 2021 en las coordenadas geográficas de 22009' latitud norte, 100058' longitud oeste, a 1 860 msnm, la zona presenta una temperatura media anual de 26°C y una precipitación media anual de 341 msm. El clima predominante es cálido subhúmedo (INEGI 2021).

Los insumos que se utilizaron para la elaboración de los ensilados biológicos fueron: Visceras de pollo, melaza de caña, bacterias ácido lácticas y propionato de calcio. Visceras (hígado, corazón, riñón y pulmón) de pollo: se realizó 837.5 g de pasta de las vísceras de pollo crudas, recolectadas en el mercado Hidalgo ubicado en el centro del municipio de Soledad del Estado de San Luis Potosí. Los residuos se sometieron a cocción durante 15 min a 95°C en olla con agua 1 litro, cocidas en parrilla eléctrica. Posteriormente, se dejó 20 min a temperatura ambiente, una vez frío se mezcla con los demás ingredientes y se molió en un molino manual hasta obtener una pasta semilíquida de las vísceras.

Se utilizaron 150 g melaza de melaza de caña como fuente de hidratos de carbono para contribuir en la fermentación a beneficio de los microorganismos fermentadores inoculados en el ensilado biológico. De las bacterias ácidas lácticos (BAL): se incluyó 10 g de yogurt natural comercial como puesta de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* como inóculo microbiano. También se adicionaron 2.5 g PC como conservador alimenticio en acción antimicrobiana y antifúngica para evitar el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias aeróbicas que dañen al ensilado biológico durante su almacenamiento y en la melaza en función como antioxidativo.

Preparación del ensilado biológico

Se elaboró el ensilado (por séxtuple), con 83.7% de pasta de vísceras, 15% de melaza, 1% de inóculo bacteriano y 0.3% de propionato cálcico. Los ingredientes para la elaboración del ensilado se mezclaron a temperatura ambiente de 25°C en frascos de vidrio de 225 mL aproximadamente. Finalmente, se procedió a generar las condiciones anaeróbicas en los frascos de vidrio se mantuvo en incubación a baño maría (Daihan) con un sistema de rotación y controlador automático de temperatura durante 72 h a 35°C para incrementar el desarrollo de BAL. Al término del tiempo de incubación las muestras se colocaron sobre una mesa de acero inoxidable y se analizaron los 1, 30, 60 y 90 días.

Determinación de variables microbiológicas, organolépticas, fisicoquímicas y bromatológicas

La evaluación del ensilado se realizó en el laboratorio de bromatología de la UASLP, según la frecuencia indicada (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros de análisis sensorial.

Color	Aroma	Textura
1. ámbar oscuro	1. agradable	1. pastosa
2. ámbar claro	2. ligeramente alcohólico	2. blanda
3. amarillento	3. desagradable	3. semilíquida
	4. putrefacto	

Se analizó a 1, 30, 60 y 90 días el perfil microbiológico del ensilado de vísceras de pollo mediante el recuento de coliformes totales (CT), mesófilos aerobios (MA), Hongos y levaduras (HL), y Salmonella (SAL) al final del experimento considerando criterios aceptables descrito en la NOM 20 a < 100X UFC/ml. Para la determinación CT y MA se realizó el método descrito en la Norma Oficial

Mexicana (NOM-113-SSA1-1994, NOM-092-SSA1-1994) (SSA 1995da) y la cuenta de HL y SAL a través del método de la Norma Oficial Mexicana (NOM-111-SSA1-1994) (SSA 1995c). Finalmente, para preparar los reactivos y diluciones se realizaron las técnicas de análisis microbiológico descrito por la Norma Oficial Mexicana (NOM-110-SSA1-1994) (SSA 1995b). Se evaluaron las características organolépticas de cada tratamiento de ensilado biológico: Color, aroma y textura en forma directa.

Se determinó la temperatura y pH con un potenciómetro marca OHAUS y acidez mediante el método de determinación de acidez titulable para cárnicos asumiendo como ácido láctico de la muestra empleando los protocolos del laboratorio de bromatología con base a las normas AOAC (1990). Los análisis de colecta de muestras del ensilado biológico en el laboratorio se realizaron en tiempos de 1, 30, 60 y 90 días de cada tipo de análisis que fueron microbiológicos, organolépticos, fisicoquímicos y bromatológicos.

Para determinar la composición bromatológica del ensilado se realizó un secado a 55°C de acuerdo con la AOAC (1990), por 48 h. Posteriormente, la muestra se colocó en un desecador por 20 min, acabado el tiempo se pesó en una báscula analítica marca OHAUS para su evaluación en base seca. Se determinó el contenido de materia seca, proteína, grasa, fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), ceniza y extracto libre de nitrógeno, siguiendo los métodos de la AOAC (1990). También se determinó el costo de elaboración del ensilado biológico (Garcés *et al.* 2015).

Análisis estadístico

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk a los datos, además de un ANOVA bajo un diseño experimental completamente al azar con comparación de medias repetidas en el tiempo en las seis réplicas, cada recipiente de vidrio con 225 mL de ensilado biológico se consideró como una unidad experimental. Las variables organolépticas se analizaron mediante un análisis sensorial con escala de 1 a 5 (Tabla 2) y los análisis microbiológicos, bromatológicos, y fisicoquímicos se sometieron a un análisis de varianza, las diferencias entre medias se determinaron mediante una prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de confianza del 95% ($p \leq 0.05$), los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico INFOSTAT (InfoStat 2020).

Análisis de costos

El análisis de costos se realizó por medio de la comparación de los costos asociados a la producción de ensilado biológico en relación con otros productos disponibles en el mercado, como la pasta de soya y la harina de pescado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del ensilado de pollo presentó variaciones en los contenidos de proteína, extracto etéreo y cenizas a lo largo de los periodos de almacenamiento. En promedio, la humedad fue del 67.1% y la materia seca del 32.5%. En los ensilados biológicos, el contenido de materia seca aumentó de 29.0 a 35.9% al final del periodo evaluado, mientras que la humedad osciló entre 61.2 y 71.0%. El contenido de grasa varió entre 12.92 y 18.62%, y las cenizas entre 1.19 y 5.68%. La

proteína inició con un 52.5% y se estabilizó en 47.4% al concluir el almacenamiento. Estos valores son superiores a los reportados al adicionar vísceras de pollo seco en dietas para bagre, donde se obtuvo un 34.83% proteína (Gupta *et al.* 2013). No obstante, son inferiores a los obtenidos con la inclusión de vísceras de ave frescas sin otros ingredientes, que alcanzaron 60.67% de proteína (Bhaskar *et al.* 2015), y a los de harina de vísceras de pollo reportado por Cumpa y Hereña (2009), con 66.94% de proteína. Estos autores destacan que el aprovechamiento de desechos avícolas como sustituto en dietas de especies menores (peces y codornices) favorece mayores ganancias de peso en comparación con aquellos alimentados con harina de pescado.

Tabla 2. Valores promedio de la composición química proximal y parámetros microbiológicos del ensilado de pollo evaluado durante los 1, 30, 60 y 90 días de almacenamiento.

Variables	Días			
	1	30	60	90
Materia seca (%)	29.0 ± 0.5	33.3 ± 1.8	32.1 ± 1.9	35.9 ± 1.9
Humedad (%)	71.0 ± 2.1	65.5 ± 1.6	67.9 ± 1.8	64.1 ± 1.5
Proteínas (%)	52.5 ± 76.5	49.9 ± 74.4	47.7 ± 62.5	47.4 ± 1.7
Extracto etéreo (%)	18.62 ± 0.1	16.42 ± 0.3	17.1 ± 0.0	18.26 ± 0.1
Cenizas (%)	5.68 ± 0.0	5.07 ± 0.0	1.31 ± 0.1	1.19 ± 0.5
Coliformes totales UFC (1x10 ²) ml		7.2	1.2	1.3
Mesófilos aerobios UFC (1x10 ²) ml		8.5	1.1	1.1
Hongos y levaduras UFC (1x10 ²) ml		6.4	6.6	7.4
<i>Salmonella sp</i> g		Ausencia	Ausencia	Ausencia

El ensilado biológico elaborado a partir de vísceras de pollo presentó un comportamiento variable en los diferentes recuentos microbianos durante el almacenamiento. En el caso de los coliformes totales, se observó un incremento significativo, alcanzando 7.2×10^2 UFC/mL a los 30 días, lo cual se atribuye a que el propionato de calcio, pese a sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas, aún no había ejercido un efecto inhibitorio sobre los microorganismos. No obstante, al final del periodo de almacenamiento, la población de coliformes disminuyó. Por otro lado, los mesófilos aerobios registraron un conteo inicial elevado que fue disminuyendo de manera progresiva durante el almacenamiento. En cuanto a hongos y levaduras, también se observó una disminución, ya que inicio con valores altos y con el tiempo disminuyeron. No se detectó la presencia de *Salmonella sp.* en ninguno de tiempos de evaluación. En investigaciones en pequeños rumiantes (ovinos) con la inclusión de residuos de aves al sacrificio (vísceras) se reporta que incluir residuos de matadero de aves de corral por harina de soja incremento la ganancia de peso sin efectos negativos sobre la ingesta de la dieta ni la fermentación ruminal (Sajadi *et al.* 2024). De manera similar, Pérez-Bautista *et al.* (2024) evaluaron la sustitución de pasta de soya por ensilado de

vísceras de pollo en la dieta en corderas primíparas de la raza Rambouillet, obteniendo incrementos en el peso corporal y recuentos microbiológicos dentro de los parámetros aceptables establecidos (WHO 2007).

Durante el almacenamiento, los microorganismos evaluados presentaron bajos recuentos de coliformes totales, mesófilos aerobios, hongos y levaduras, con valores en el orden de 1×10^2 por mL, lo que cumple con los parámetros microbiológicos aceptables para el consumo animal. Diversos estudios señalan que este tipo de harina derivado de subproductos avícolas contiene elevados niveles de proteína y nutrientes esenciales, favoreciendo la nutrición de rumiantes. Asimismo, su utilización contribuye a la sostenibilidad en la producción pecuaria al promover el aprovechamiento de desechos orgánicos (Rojas *et al.* 2013).

Las propiedades organolépticas, no mostraron diferencias significativas, en general el ensilado mostró características satisfactorias, destacando un color ámbar uniforme y aromas agradables durante todo el almacenamiento. De igual forma, la textura del EBVP presentó resultados favorables (Tabla 2).

En lo referente a la textura, se observó un comportamiento semilíquido durante todo el periodo de almacenamiento (Tabla 3). El pH inicial fue de 3.96 en ambos tratamientos, registrándose un incremento hasta 4.40 en el ensilado de pollo a los 30 días, alcanzando un pH 4.90 a los 60 días de almacenamiento. Posteriormente, al final del periodo (90 días), el pH disminuyó a 4.0. Estos resultados reflejan un nivel de acidez adecuado en el ensilado biológico, lo que contribuye a la estabilidad del producto y la ausencia de patógenos.

Tabla 3. Características organolépticas del ensilado de pollo durante 1, 30, 60 y 90 días de almacenamiento.

Parámetro	Tiempo (días)			
	1	30	60	90
Color	Ac	Ac	Ac	Ac
Aroma	A	A	A	A
Textura	S	S	S	S

Ac = ámbar claro, Ao = ámbar oscuro, A = amarillento. Aroma: A = agradable, LA = ligeramente alcohólico, D = desagradable, P = putrefacto. Textura: P = pastosa, B = blanda, S = semilíquida.

Las propiedades fisicoquímicas del ensilado biológico de pollo (EBVP), en relación con el pH se mantuvieron en rangos bajos durante todo el periodo de evaluación, fluctuando entre 4.0 y 5.2, y estabilizándose en 4.0 a los 90 días. Estos valores reflejan una fermentación adecuada que contribuye a inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables. Los valores máximos de temperatura se registraron al inicio del proceso de elaboración del ensilado; sin embargo, durante el almacenamiento la temperatura promedio se estabilizó en aproximadamente 15.5 °C a los 90 días. En cuanto a la acidez, el valor mínimo se observó al inicio del proceso, mientras que a lo largo del almacenamiento se presentaron variaciones con valores de 6.21, 6.30 y 8.38 en los días 40, 60 y 90, respectivamente (Figura 1).

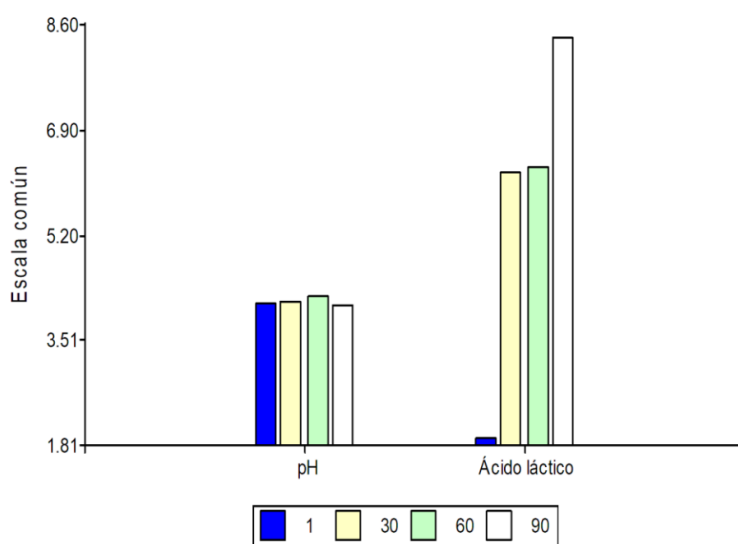


Figura 1. Comportamiento del pH y % acidez del ensilado biológico de pollo durante 1, 30, 60 y 90 días de almacenamiento.

La comparación de los costos asociados al ensilado biológico frente a otros productos disponibles en el mercado se presenta en la Tabla 4. Este análisis permite valorar la viabilidad económica del ensilado biológico en relación con alternativas existentes, considerando aspectos como la inversión inicial, el costo de los insumos y procesos, así como el costo final por unidad producida. En términos generales, el ensilado biológico sobresale por su menor costo comparativo respecto a fuentes proteicas tradicionales, gracias a su proceso de fermentación controlada que aprovecha residuos orgánicos y carbohidratos, generando un producto estable, nutritivo y con costos de producción relativamente bajos. En este sentido, Cabrera-Núñez *et al.* (2018) reportaron que la inclusión de un 30% de harina de ave en la dieta de novillonas estabuladas permitió una mayor ganancia diaria de peso (1.15 kg/día) y un mejor rendimiento en canal caliente (52.03%). Estos resultados evidencian que la harina de ave constituye una fuente proteica efectiva y económica para incrementar la productividad en sistemas intensivos de engorda de rumiantes. El análisis realizado en muestra que el uso de vísceras de pollo como complemento en la dieta de pequeños rumiantes representa una alternativa viable, especialmente durante las temporadas de estiaje, cuando se presenta escasez de forraje.

El ensilado biológico de pollo a base de residuos de vísceras, presentó una fermentación estable, con alta concentración proteica y bajo riesgo microbiológico, evidenciado por la baja presencia de patógenos. Esto sugiere que el producto mantiene características microbiológicas seguras, así como propiedades organolépticas, fisicoquímicas y nutritivas adecuadas. Por lo tanto, se recomienda considerar estas características para su posible inclusión como complemento en la alimentación de pequeños rumiantes (ovinos) en futuras investigaciones.

Tabla 4. Comparación de los costos del ensilado biológico en la elaboración con otros productos existentes en el mercado.

Ingredientes	Costo Unitario (kg/\$)	Ensilado biológico Cantidad (g)	Costo Unitario (\$)
Vísceras	13	837.5	10.88
Melaza	15	150	2.25
Inóculo bacteriano	20	10	0.20
Propionato cálcico	120	2.5	0.30
Subtotal			13.63
Aglutinante (maíz molido)	11	80	0.88
Total			14.51

Comparativo de costos de ingredientes vs ensilado biológico		
Producto	Precio \$	Proteína
Ensilado biológico de pollo	14.51	49.37
Pasta de soya	16.00	46.00
*Harina de pescado	30.00	47.00

*La harina de pescado entre sus valores de proteína dependerá la especie de pez y dependiendo el proceso industrial empleado.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Alibekov RS, Alibekova ZI, Bakhtybekova AR, Taip FS, Urazbayeva KA and Kobzhasarova ZI (2024) Review of the slaughter wastes and the meat by-products recycling opportunities. *Frontiers Sustainable Food Systems* 8: 1410640. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1410640>
- Ahmad RR, Rahman M, Al-Mamun M, Shaifu IK (2021) Short time preservation of poultry viscera meal and its potentiality as a source of protein in broiler diet. *International Journal of Poultry Science* 20(2): 67-75. <https://doi.org/10.3923/ijps.2021.67.75>
- Ashayerizadeh O, Dastar B, Samadi F, Khomeiri M, Yamchi A, Zerehdaran S (2017) Study on the chemical and microbial composition and probiotic characteristics of dominant lactic acid bacteria in fermented poultry slaughterhouse waste. *Waste Management* 65: 178–185. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.04.017>
- AOAC (1990) *Methods of Analysis* 15th Ed. Association of official analytical chemists, Washington, D.C. Methods 932.06, 925.09, 985.29, 923.03. Association of official analytical chemists. Arlington, VA, USA. <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>. Fecha de consulta: 19 de junio del 2020.

- Bhaskar P, Saroj-Kumar PS, Kumar RA (2015) Growth performance study of Koi fish, *Anabas testudineus* (Bloch) by utilization of poultry viscera, as a potential fish feed ingredient, replacing fishmeal. *International Journal Recycling Organic Waste in Agriculture* 4: 31–37. <https://doi.org/10.1007/s40093-014-0082-y>
- Cabrera-Nuñez A, Daniel RL, Martínez SC, Alarcón PS, Rojas RR, Velázquez GS (2018) Aprovechamiento de subproductos avícolas como fuente proteica en la elaboración de dietas para rumiantes. *Abanico Veterinario* 8(2): 59-67. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.82.5>
- Castillo GWE, Sánchez SHA, Ochoa MGM (2019) Evaluación del ensilado de residuos de pescado y de cabeza de langostino fermentado con *Lactobacillus fermentus* aislado de cerdo. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú* 30(4): 1456-1469. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17165>
- SSA (1995a) Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994.- Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. *Diario Oficial. México*. 12 de diciembre de 1995.
- SSA (1995b) Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994.- Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. *Diario Oficial. México*. 16 de octubre de 1995.
- SSA (1995c) Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994.- Bienes y Servicios. Método para la cuenta de Hongos y Levaduras en alimentos. *Diario Oficial. México*. 13 de septiembre de 1995.
- SSA (1995d) Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA2-1994.- Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes método para la cuenta de micro-organismos coliformes totales en placa. *Diario Oficial. México*. 25 de agosto de 1995.
- Cumpa GM, Hereña MR (2009) Evaluación de la harina de vísceras de pollo en reemplazo de la harina de pescado en el engorde de machos de codorniz japonesa. *Anales Científicos* 70: 17-20.
- Fabgenro OA, Bello-Olusoji OA (1997) Preparation, nutrient composition and digestibility of fermented shrimp head silage. *Food Chemistry* 60(4): 489- 493.
- Garcés Y, Perea C, Valencia N, Hoyos J, Gómez J (2015) Nutritional effect of the chemical silage of fish by-products in broiler (*Gallus domesticus*) feeding. *Cuban Journal of Agricultural Science* 49(4): 503–508.
- Gupta P, Gupta A, Gupta M (2013) Effect of fish and chicken viscera incorporated diets on growth, feed utilization and body composition of Asian catfish, *clarias batrachus* fry. *Animal Nutrition and Feed Technology* 13: 195-203.
- INEGI (2021) Aspectos geográficos del estado de San Luis Potosí. Instituto Navional de Estadística Geografía e Informática. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_24.pdf. Fecha de consulta: 15 de febrero 2025.
- InfoStat (2020) InfoStat, versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <https://www.infostat.com.ar/>. Fecha de consulta: 15 de noviembre 2022.
- Limeneh DY, Tesfaye T, Ayele M, Husien NM, Ferede E, Haile A, Mengie W, Abuhay A, Gelebo GG, Gibril M, Kong F (2022) A comprehensive review on utilization of slaughterhouse by-product: Current status and prospect. *Sustainability* 14(11): 6469. <https://doi.org/10.3390/su14116469>
- Li R, Cho SH (2025) Fish meal replacement by chicken by-product meal in diet: Impacts on growth and feed availability of juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*), and economical analysis. *Animals* 15(1): 80. <https://doi.org/10.3390/ani15010080>
- Martínez SPF, Domínguez VIA, Bórquez JL, González-Ronquillo M (2015) The effect of feeding fresh swine manure, poultry waste, urea, molasses and bakery by-products ensiled for lambs. *International Journal Recycle Organic Waste Agriculture* 4: 273–278. <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0106-2>
- Núñez-Torres OP (2017) Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *Journal of the Selva Andina Animal Science* 4(2): 93-94.
- Perea RC, Hoyos CJL, Garcés CYJ, Muñoz ALS, Gómez PJA (2017) Evaluación de procesos para obtener ensilaje de residuos piscícolas para alimentación animal. *Revista Ciencia en Desarrollo* 8(2): 29-50.

- Pérez-Bautista JdJ, Alvarez-Fuentes G, Garcia-Lopez JC, Martinez-Martinez R, Roque-Jimenez JA, Ghavipanje N, Vargas-Bello-Pérez E, Lee-Rangel HA (2024) Biotransforming of poultry and swine slaughterhouse waste as an alternative protein source for ruminant feeding. *Nitrogen* 5: 518–528. <https://doi.org/10.3390/nitrogen5020034>
- Rojas OJ, Liu Y, Stein HH (2013) Phosphorus digestibility and concentration of digestible and metabolizable energy in corn, corn coproducts, and bakery meal fed to growing pigs. *Journal Animal Science* 91(11): 5326-5335
- Sajadi S, Toghdory A, Ghoorchi T, Asadi M (2024) The effect of replacing soybean meal with poultry slaughter residue powder on feed intake and rumen parameters of dalagh dairy ewes. *Research on Animal Production* 15(43): 1-11 <https://doi.org/10.61186/rap.15.43.1>
- UNA (2023) Resumen nacional (producción, precio, valor, animales sacrificados y peso. Unión Nacional de Avicultores. <https://una.org.mx>. Fecha de consulta: 30 abril 2025.
- WHO (2007) World Health Organization. Manual on the five keys to food safety, Department of Food Safety, Zoonoses and Foodborne Diseases. <https://www.paho.org/en/news/21-12-2015-pahowho-recommends-five-keys-safer-food-healthy-holiday-season>. Fecha de consulta: 19 de junio del 2025.