



CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y QUÍMICAS DE UN ADITIVO ZOOTÉCNICO OBTENIDO EN ECUADOR PARA SU USO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF A ZOOTECHNICAL ADDITIVE OBTAINED IN ECUADOR FOR ITS USE IN ANIMAL FEEDING

J.R. GUERRERO LÓPEZ^{1*}, ELAINE C. VALIÑO CABRERA², BÁRBARA RODRÍGUEZ SÁNCHEZ²,
 YANEISY GARCÍA HERNÁNDEZ², I.R. GONZÁLEZ PUETATE³

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato.
Sector Querochaca, km 1½, vía Cevallos-Quero, Tungurahua, Ecuador

²Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil.
Av. Delta, Guayaquil 090510, Provincia Guayas, Ecuador

*Email: jr.guerrero@uta.edu.ec

Se determinaron las características microbiológicas y químicas de un aditivo zootécnico para su uso en la alimentación animal. El procedimiento de obtención consistió en una fermentación sumergida discontinua, a 18 ± 2 °C durante siete días, mezclada con un material absorbente y secado de forma natural. Se conformaron dos lotes y se calculó por duplicado la concentración de aerobios mesófilos, hongos y levaduras, enterobacterias, coliformes totales, *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Listeria*. Se determinó además, porcentaje de humedad, proteína bruta, cenizas, grasa, fibra cruda, carbohidratos totales, pH y sólidos totales. El aditivo sólido presentó 1.4×10^7 ufc/g de aerobios mesófilos, 10^6 ufc/g de levaduras, ausencia de patógenos, 14.2 % de humedad, 14 % de proteína y fibra bruta, 11.8 % de cenizas, 0.21 % de grasa, pH de 6.72 y 3.0 ° Brix. Los resultados indican que el producto obtenido posee potencialidades para su utilización como aditivo zootécnico.

Palabras clave: bacterias, composición química, fermentación, levaduras

Microbiological and chemical characteristics of a zootechnical additive were determined for its use in animal feeding. The production process consisted of batch submerged fermentation at 18 ± 2 °C for seven days, mixed with an absorbent material, and then dried naturally. Two batches were formed, and the concentrations of mesophilic aerobes, fungi and yeasts, enterobacteria, total coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Listeria* were calculated in duplicate. Humidity percentage, crude protein, ash, fat, crude fiber, total carbohydrates, pH, and total solids were also determined. The solid additive presented 1.4×10^7 cfu/g of mesophilic aerobes, 10^6 cfu/g of yeast, absence of pathogens, 14.2 % of humidity, 14 % of protein and crude fiber, 11.8 % of ash, 0.21 % of fat, pH of 6.72, and 3.0° Brix. Results indicate that the product has potential for its use as a zootechnical additive.

Keywords: bacteria, chemical composition, fermentation, yeasts

En la producción animal se incrementa el interés por el uso de aditivos zootécnicos que produzcan efectos benéficos en la salud de los animales y, a su vez, que constituyan alternativas a los antibióticos promotores del crecimiento (Kholif *et al.* 2024). Estos aditivos influyen en los procesos digestivos y absorbivos de los nutrientes de la dieta, modulan el sistema

inmunológico, mejoran la salud intestinal y del hospedero y, por ende, pueden mejorar los rendimientos productivos (Anee *et al.* 2021). Consecuentemente, el uso de aditivos zootécnicos puede contribuir al incremento de la disponibilidad y calidad de los productos de origen animal, libres de residuos de antibióticos, destinados a la población humana.

Recibido: 01 de marzo de 2025

Aceptado: 21 de junio de 2025

Conflicto de intereses: Se declara que no existe conflicto de intereses entre los autores.

Declaración de contribución de autoría CRediT: J.R. Guerrero López: Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción-borrador original; Elaine C. Valiño Cabrera: Conceptualización, Metodología, Redacción-borrador original; Bárbara Rodríguez Sánchez: Conceptualización, Metodología, Redacción-borrador original; Yaneisy García Hernández: Curación de datos, Análisis formal, Redacción-borrador original; I.R. González Puetate: Investigación, Metodología



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



En Ecuador, algunos trabajos docentes-investigativos abordan el tema de obtención y aplicación de los aditivos para la alimentación animal, así como las ventajas que ofrecen (Flores-Manchano et al. 2016). Sin embargo, la información científica disponible es escasa. El objetivo de esta investigación fue determinar las características microbiológicas y químicas de un nuevo aditivo zootécnico producido en Ecuador para su uso en la alimentación animal.

El estudio se realizó en una Granja Experimental Avícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, situada en el sector Querochaca, Cantón Cevallos, Provincia Tungurahua, República del Ecuador. Las características climatológicas de la localidad son 2 855 m s.n.m. de altitud, 442.4 mm de precipitación media anual y 16 °C de temperatura media.

El procedimiento de obtención del aditivo consistió en: 1) fermentación sumergida discontinua, 2) mezclado del cultivo con un soporte sólido y 3) secado natural por exposición al sol. A continuación se describen estas etapas y el procedimiento para los análisis microbiológicos y químicos de las muestras del aditivo.

Medio de cultivo e inóculo: Se utilizó un medio compuesto por melaza de caña de azúcar (20 %, v/v), suero de leche vacuna sin sal (34 % v/v), harina de maíz (1 % p/v), harina de torta de soya (1 % p/v), urea (1 % p/v), suplemento mineral-vitaminico Pecutrin® (1 % p/v) y agua c.s.p. 100 %. Como inóculo se usó el yogurt natural Toni (2 %, p/v), que contenía la cepa de *Lactobacillus* GG (Industrias Lácteas Toni S.A, Ecuador).

Proceso de fermentación y secado: Se realizaron dos lotes de fermentación discontinua por duplicado en tanques plásticos de 50 L de capacidad. Se incorporaron las materias primas que se pesaron en una balanza técnica MOCCO SF-400D de precisión $\pm 0,01$ unidades. Posteriormente, se añadió el yogurt natural y el agua potable hasta completar el volumen de fermentación correspondiente a 45 L. Se mezclaron los componentes durante 10 min y se incubaron a temperatura ambiente (18 ± 2 °C) por siete días. Transcurrido este tiempo, el cultivo de cada tanque se homogenizó y se tomó una alícuota para conformar una muestra de 1 L, medir su pH y comprobar la concentración microbiana. El cultivo restante se mezcló (40:60, v/p) durante 20 min. con harina de afrecho de trigo y cebada (50:50 p/p) y, por último, se extendió en un plato de asfalto y techado, conformando una cama de aproximadamente 10 cm de altura. El material se volteó cada 3 h hasta lograr el secado. De los extremos y centro del plato de secado, se tomaron muestras del material seco hasta conformar una muestra homogénea de 1 kg, a la que se le realizaron análisis microbiológicos y químicos. El producto restante se envasó en bolsas de polietileno y se almacenó a temperatura ambiente para su conservación.

Análisis microbiológicos y químicos: Las muestras del aditivo se analizaron por duplicado, según los procedimientos

de la AOAC (2019) en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato (Ecuador), con acreditación No. SAE LEN 10-008. A las muestras del aditivo, diluidas previamente de forma seriada y decimal, se les determinó la concentración de aerobios mesófilos, hongos y levaduras, enterobacterias, *Salmonella* y *Listeria* mediante el uso de la técnica de placas Petrifilm 3M. Además, se les determinó coliformes totales y *Escherichia coli* por CompactDry®. El análisis químico incluyó el porcentaje de humedad, proteína bruta, cenizas, grasa, fibra cruda, carbohidratos totales y pH.

A los siete días de fermentación, el cultivo microbiano tuvo concentración de 10^7 y 10^6 UFC/mL de bacterias aerobias mesófilas y levaduras, respectivamente. Además, no contenía microorganismos patógenos y su pH fue de 4.10. Estos resultados se deben a que la población microbiana incrementa su concentración con el proceso fermentativo, al metabolizar los nutrientes provenientes de los sustratos utilizados en la mezcla, y produce ácidos orgánicos, dióxido de carbono y otros metabolitos. Las altas concentraciones de ácidos, a su vez, inciden en la disminución del pH del medio (García et al. 2020), lo que afecta las células de microorganismos como la *Salmonella* y la *Escherichia coli*, sensibles a pH ácidos.

Al mezclar el cultivo con el material absorbente y secarlo al sol, posteriormente se obtuvo un sólido de color café y olor a fermentado, cuya composición microbiológica y química se muestra en las tablas 1 y 2, respectivamente. De forma similar al cultivo, se encontró presencia de bacterias aerobias mesófilas (10^7 UFC/g) y levaduras (10^6 UP/g) en concentraciones adecuadas para su acción como aditivo y garantizar su eficacia, según lo recomendado por la FAO/WHO (2002). Asimismo, se comprobó su adecuada calidad higiénico-sanitaria, al no hallar *Salmonella* ni *Listeria* y concentraciones mínimas e inocuas de enterobacterias y *E. coli*.

La harina de afrecho, mezclada con el cultivo microbiano y seca naturalmente tuvo 14.2 % de humedad. Este valor es inferior al establecido como máximo para los alimentos deshidratados, lo que facilita su manejo y transportación, así como prolonga su tiempo de conservación, al evitar la proliferación de microorganismos contaminantes. Esto último se debe a que la deshidratación reduce el contenido y la actividad del agua que, consecuentemente, ocasiona la disminución o inhibición del crecimiento microbiano y la velocidad de varias reacciones deteriorantes (Toledo 2007). Sin embargo, Bustamante et al. (2021) plantearon que cuando se secan los productos al aire y al sol pudiera continuar la fermentación por un período corto e incidir en el porcentaje de proteína. Se considera que esto depende de las proporciones en que se realicen las mezclas y de la capacidad de absorción del material utilizado.

Tabla 1. Composición microbiológica del aditivo zootécnico obtenido

Indicador/Técnica	Método utilizado	Unidad	Aditivo seco
Aerobios mesófilos, Petrifilm	PE-03-7.2-MB 990.12*	UFC/g	1.4x10 ⁷
Mohos, Petrifilm	PE-02-7.2-MB 997.02*	UP/g	3.1x10 ⁶
Levaduras Petrifilm	PE-02-7.2-MB 997.02*	UP/g	1.0x10 ⁶
Enterobacterias, Petrifilm	PE-04-5.4-MB 2003.01*	UFC/g	<10
Coliformes totales, CompactDry	PE-01-7.2-MB R.I: 110402*	UFC/g	<10
<i>Escherichia coli</i> , CompactDry	PE-01-7.2-MB R.I: 110402*	UFC/g	<10
<i>Salmonella</i> , Petrifilm	PE-08-7.2-MB 2014.01*	En 25 g	No encontrada
<i>Listeria</i> spp. Petrifilm	R.I: 081203* Placas Petrifilm Listeria	En 25 g	No encontrada

*AOAC (2019)

Tabla 2. Composición química del aditivo zootécnico obtenido

Indicador/Técnica	Método utilizado	Unidad	Aditivo seco
Humedad, gravimetría	925.10*	%	14.2
Proteína, Kjendhal	2001.11*	% (Nx6.25)	14.2
Cenizas, gravimetría	923.03*	%	11.8
Grasa (con hidrólisis), gravimetría	2003.06*	%	0.213
Fibra cruda, gravimetría	NTE INEN 522:2013	%	14.3
Carbohidratos totales, cálculo	Cálculo	%	45
pH, potenciometría	981.12*	Unidades de pH	6.72

*AOAC (2019)

Producto de la deshidratación, también ocurre concentración de los nutrientes. Adicionalmente, estos valores pueden aumentar por el aporte de nutrientes del material que se usó como absorbente. En este estudio se utilizó una mezcla de harina de afrecho de trigo y cebada, que influyó fundamentalmente en el porcentaje de proteína y fibra. Las harinas antes mencionadas tienen gran disponibilidad en Ecuador y contienen máximo 23.5 % de proteína, 16 % de fibra, 8 % de cenizas y 14.5 % de humedad (Molinos Miraflores S.A., Ecuador, <https://www.molinos-miraflores.com> y Prodal S. A., Ecuador, <https://www.prodal.com.ec>).

Algunos trabajos docentes-investigativos realizados en Ecuador abordan el tema de la obtención de aditivos zootécnicos. Díaz *et al.* (2014) obtuvieron un preparado microbiano con bacterias lácticas (10⁶ UFC/mL), bacterias aerobias totales (10⁶ UFC/mL) y levaduras (10⁵ UFC/mL), enzimas, ácidos orgánicos y pH de 3.87 mediante una fermentación sumergida con subproductos agroindustriales. Este preparado se aplicó como inóculo en ensilajes de residuos agrícolas de post-cosecha destinados a vacas lecheras, que estimularon la producción láctea e incrementaron la grasa y proteína de la leche en 11 %. Posteriormente, Flores-

Mancheno *et al.* (2016) evaluaron el mismo consorcio microbiano en cerdos en crecimiento ceba y constataron su efecto benéfico en la salud e incremento del rendimiento productivo de los animales. Sin embargo, en la literatura científica disponible no se encontró información de aditivos desarrollados en el país con el procedimiento propuesto en el presente estudio.

Un ejemplo de aditivo, cuyo método de obtención es similar al utilizado en esta investigación, es el Vitafert y sus variantes, cuyos efectos benéficos se demostraron en animales monogástricos y ruminantes (Valiño *et al.* 2024). El Vitafert seco con harina de maíz presentó composición similar a la del producto en estudio, al contener 90 % de materia seca, 14.58 % de proteína bruta, 5.41 de pH, alta concentración de bacterias ácido lácticas (15x10⁷ UFC/g), ausencia de microorganismos patógenos y alto contenido de aminoácidos no esenciales (ácido glutámico, prolina, ácido aspártico, alanina, serina, cistina, tirosina y glicina) y esenciales (leucina, arginina, valina, fenilalanina, lisina y treonina).

Las características químicas y microbiológicas del aditivo muestran que contiene bacterias, levaduras y nutrientes en concentraciones adecuadas, así como buena calidad higiénico-sanitaria. Por tanto, se considera que posee potencialidades

para su utilización como aditivo zootécnico en la producción animal. Se recomienda considerar estas propiedades para futuras investigaciones. Se sugiere, además, que futuros trabajos se dirijan a determinar la respuesta biológica que produce su uso en diferentes categorías y especies de animales.

Referencias

- Anee, I.J., Alam, S., Begum, R.A., Shahjahan, R.Md. & Khandaker, A.M. 2021. The role of probiotics on animal health and nutrition. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 82: 52, ISSN: 2090-990X. <https://doi.org/10.1186/s41936-021-00250-x>.
- AOAC. 2019. Métodos oficiales de análisis de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales: Métodos oficiales de análisis de la AOAC Internacional. 21.ª edición, AOAC, Washington DC.
- Bustamante, D., Savón, L., Elías, A., Caro, Y., Valiño, E.C., Rojas, M., Martín, C. & Mireles, S. 2021. Chemical and microbiological characterization of a technological variant of Vitafert intended for animal production. Technical note. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(2): 61-73, ISSN: 2079-3480. <http://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/940>.
- Díaz, B.L., Elías, A. & Valiño, E. 2014. Consorcios microbianos con actividad ácido-láctica promisorios aislados desde inoculantes bacterianos nativos para ensilajes. *Ciencia y Agricultura*, 11(1): 17-25, ISSN: 2539-0899. <https://doi.org/10.19053/01228420.3484>.
- FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization). 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. April 30 and May 1. London Ontario, Canada. Available at: http://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf. [Consulted: October 25, 2016].
- Flores-Manchano, L.F., García-Hernández, Y., Usca-Méndez, J.E. & Caicedo-Quinche, W.O. 2016. Estudio comparativo de tres aditivos zootécnicos en el comportamiento productivo y sanitario de cerdos en el período post-destete. *Ciencia y Agricultura*, 13(2): 95-105, ISSN: 2539-0899. <https://doi.org/10.19053/01228420.v13.n2.2016.5557>.
- García, Y., Sosa, D., González, L. & Dustet, J.C. 2020. Caracterización química, física y microbiológica de alimentos fermentados para su uso en la producción animal. *Livestock Research for Rural Development*, 32(7): 105, ISSN: 2521-9952. <https://www.lrrd.org/lrrd32/7/Yaneis32105.html>.
- NTE INEN 522. Norma Técnica Ecuatoriana 522:2013 del Instituto Ecuatoriano de Normalización. Harinas de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda. Available at: <https://www.normalizacion.gob.ec>.
- Kholif, A.E., Anele, A. & Anele, U.Y. 2024. Microbial feed additives in ruminant feeding. *AIMS Microbiology*, 10(3): 542-571, ISSN: 2471-1888. <https://doi:10.3934/microbiol.2024026>.
- Toledo, R.T. 2007. Chapter 12. Dehydration. In: *Fundamentals of Food Process Engineering*. Third Edition. Springer Science+Business Media, LLC, New York, p. 431-473.
- Valiño, E., García, Y., Bustamante, D. & Beruvides, A. 2024. Desarrollo y utilización del Vitafert en el sector agropecuario. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 58: e17, ISSN: 2079-3480. <http://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/1153>.