Ciencia & Desarrollo, (2024) Vol. 23, Num. 2, pp. 27-35
ISSN-e 2304-8891
DOI: http://doi.org/10.33326/26176033.2024.2.2393
© Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Unidad Editorial Universitaria. Tacna, Perú.

Elaboración de biol a base de estiércol de cuy y residuos de pescado

Production of biol based on guinea pig manure and fish waste

Miryam Milagros Vera Alcázar[1], Florencia Beatriz Herrera Córdova[2], Juana Alejandrina Rojas Benites[3], Norman Tomás Delgado Cabrera[4] y Efren Eugenio Chaparro Montoya[5*]

ARTÍCULO ORIGINAL

[1]*Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú*
ORCID: *0000-0003-1127-5870*

[2] *Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua, Perú*
ORCID: *0000-0002-7584-9549*

[3] *Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua, Perú*
ORCID: *0000-0002-2847-0536*

[4] *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú*
ORCID: *0000-0002-2890-3661*

[5] *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann;*
ORCID: *0000-0003-4230-4929*

Correspondencia:
**Autor para correspondencia: echaparrom@unjbg.edu.pe*

RESUMEN

Los residuos orgánicos constituyen una materia prima esencial en la elaboración de abonos orgánicos capaz de sustituir a los fertilizantes químicos nitrogenados. El objetivo de la presente investigación fue elaborar biol a base de estiércol de cuy y residuos de pescado. Para ello, se elaboró compost con presencia de microorganismos eficientes monitoreando periódicamente parámetros como el pH y la conductividad eléctrica. Se aplicó un tratamiento con tres repeticiones. Determinando que el biol con presencia de microorganismos benéficos tuvo un pH de 4,77 y una conductividad eléctrica de 28,1 mS/cm; nitrógeno total de 2,03 %; potasio de 0,73 % y fósforo 0,14 %. En conclusión, la producción del biol es una alternativa sostenible de aprovechar los residuos orgánicos, principalmente, el estiércol de cuy y residuos de pescado con buena disponibilidad de nutrientes.

***Palabras clave*:** Estiércol de cuy, residuos de pescado, residuos orgánicos, microorganismos benéficos, compost.

ABSTRACT

Organic waste constitutes an essential raw material for the production of organic fertilizers that can replace chemical nitrogen fertilizers. The objective of this research was to produce slurry from guinea pig manure and fish waste. To this end, compost containing efficient microorganisms was created by periodically monitoring parameters such as temperature, pH, and electrical conductivity. A treatment with three replicates was applied. The slurry containing beneficial microorganisms was determined to have a pH of 4.77 and an electrical conductivity of 28.1 mS/cm; total nitrogen of 2.03%; potassium of 0.73%; and phosphorus of 0.14%. In conclusion, slurry production is a sustainable alternative for utilizing organic waste, primarily guinea pig manure and fish waste, with good nutrient availability.

Keywords: Guinea pig manure, fish waste, organic waste, beneficial microorganisms, compost.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación de los residuos sólidos orgánicos por su mal manejo viene ocasionando impactos ambientales negativos en el ambiente (Quispe, 2018), una alternativa para su aprovechamiento es usarlos en la elaboración de biofertilizantes.

Los biofertilizantes son capaces de sustituir a los fertilizantes químicos, el suelo necesita componentes como el fósforo, el nitrógeno, el hierro y el potasio que son algunos compuestos necesarios para el crecimiento y desarrollo vegetal (Restrepo-Correa et al., 2017). El biol es un producto líquido, obtenido por fermentación anaeróbica de residuos orgánicos locales, que mejora la salud del ambiente donde se cultivan alimentos, lo cual es un área emergente en la agronomía (López-Rubio et al., 2025).

Según Castro-Cárdenas et al. (2025), la sostenibilidad de la producción agrícola y la conservación de los ecosistemas tropicales enfrentan desafíos significativos debido a procesos como el cambio climático y la degradación del suelo. Sin embargo, en la actualidad, la fertilización química viene afectando el suelo, alterando los ecosistemas edáficos (Reyes & Cortes, 2017).

De acuerdo a Tanya & Leiva (2019) concuerdan en utilizar los microorganismos benéficos para el mejoramiento de suelos, siendo una alternativa eficiente y sostenible en la producción de alimentos. En China, los biofertilizantes desempeñan un papel muy importante en una agricultura sostenible (Pei et al., 2025).

Diversos investigadores menciona que el uso a gran escala de los biofertilizantes en cualquier sistema de producción agrícola traería grandes beneficios sin ejercer un impacto perjudicial sobre el ambiente (Grageda-Cabrera et al., 2018); asimismo, –Gil et al. (2023) indican que el biol es un abono orgánico de consistencia líquida que se produce en un biodigestor a partir de la fermentación del estiércol de animales y de residuos vegetales, este producto se emplea actualmente como un abono foliar, el cual promueve el desarrollo y crecimiento saludable de diversos cultivos. La adopción de principios de economía circular es esencial para preservar los recursos naturales contribuyendo a un desarrollo armónico con nuestro ambiente (Fouguira et al., 2025).

Existe una creciente demanda mundial de alimentos por el crecimiento poblacional, lo cual viene generando problemas ambientales como la destrucción de biomas y la contaminación de ecosistemas —(Gaylarde & Fonseca, 2025). La gran mayoría de los alimentos provienen del campo (Bautista-Robles et al., 2020), estos extraen los macro y micronutrientes del suelo y son llevados a los mercados y luego a los hogares para su consumo, sin embargo, estos alimentos al ser aprovechados una gran parte son residuos los cuales van a parar a los botaderos, esta es una oportunidad para aprovechar dichos residuos en la elaboración de bioles y como tal regresarlos al campo agrícola para el mejoramiento de suelo y producción de alimentos haciendo un ciclo sostenible su uso, por consiguiente, el estudio plantea aprovechar el estiércol de cuy el cual es rico en nitrógeno, el residuo de pescado que también es rico en los macro y micronutrientes, el residuo plátano que es rico en potasio y demás minerales, la leche como fuente de lactosa que necesitan los microorganismos benéficos y la melaza como alimento de dichos microorganismos, de tal manera que se tenga una composición química definida al conocer sus componentes fisicoquímicos y contribuya a que los nutrientes regresen al campo agrícola para la producción orgánica y así contribuir a un desarrollo sostenible.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ejecución

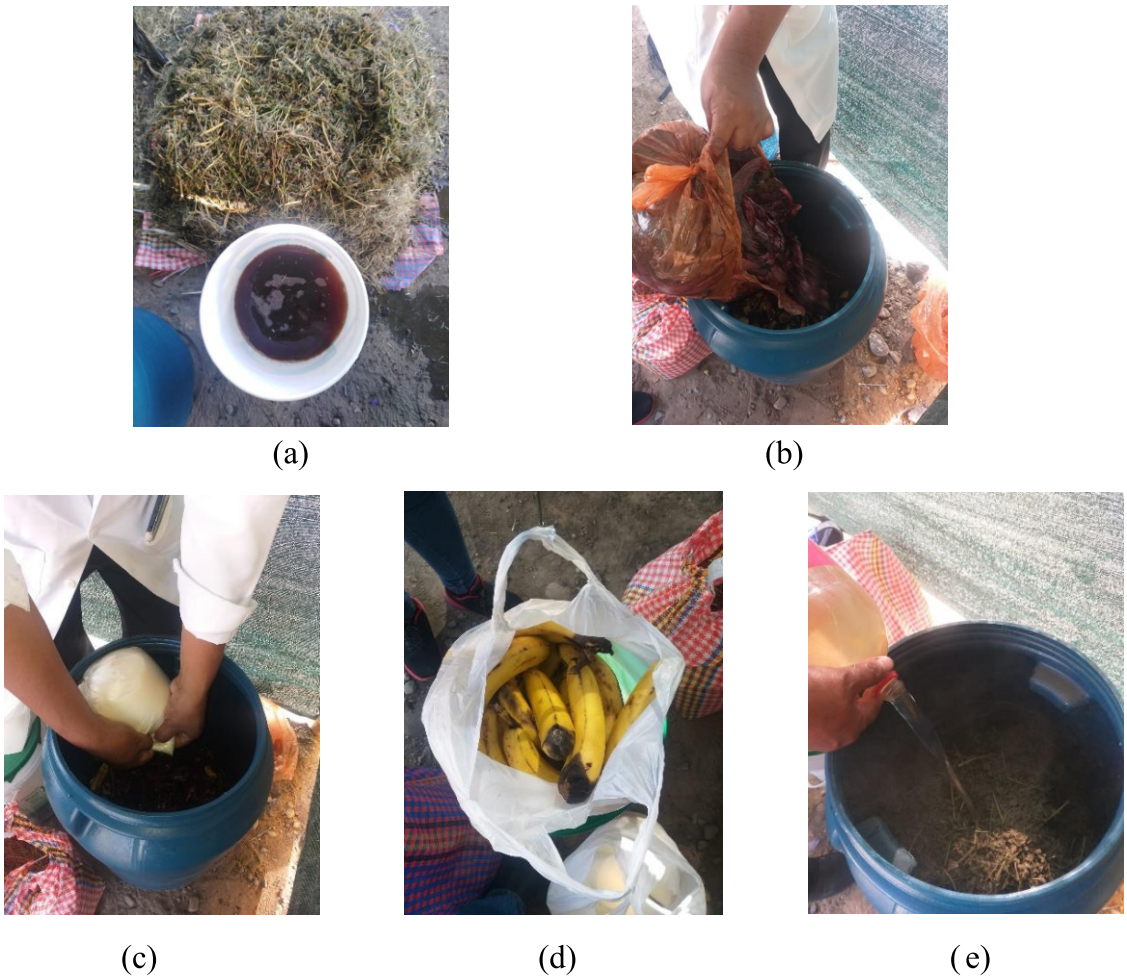
La presente investigación se llevó a cabo en la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

2.2 Elaboración de biol a partir de estiércol de cuy y residuos de pescado con adición de microorganismos benéficos

Para obtener el biol, se destinó un área de 16 m², donde se elaboró biol en dos depósitos de 80 L c/u, en cada depósito se adicionó 5 litros de microorganismos benéficos, estiércol de cuy seco 7 kg; vísceras de pescado 11 kg; leche malograda 5 L; plátano malogrado con su cáscara 3,6 kg; y se enrasó con agua sin cloro a 70 L (Figura 1).

El proceso de fermentación anaeróbico en la elaboración del biol fue de 60 días en condiciones ambientales de acuerdo a Lucano-López & Alegre-Orihuela (2023).

Figura 1
Microorganismos benéficos, estiércol de cuy y residuos de pescado, plátano, leche y agua de río



Nota: Microorganismos benéficos y estiércol de cuy seco 7 kg (a); vísceras de pescado (b); leche malograda (c); plátano malogrado con su cáscara (d) y adición de agua sin cloro (e).

En la Figura 2 se muestra los depósitos de la obtención de biol del estiércol de cuy, residuos de pescado, plátano y leche.

Figura 2
Depósitos de la obtención de biol del estiércol de cuy, residuos de pescado, otros

2.3 Análisis fisicoquímico

Luego de la adición de los residuos y la melaza se homogenizó, y según metodología directa con un multiparámetro se determinó a lectura directa el pH inicial y la conductividad eléctrica. Asimismo, durante la elaboración se midió el pH y la conductividad eléctrica.

Los demás análisis fueron determinados en el laboratorio de Analytical Laboratory E.I.R.L (ALAB) de la ciudad de Arequipa, Perú.

La determinación del contenido total de nitrógeno por combustión se realizó según el principio de Dumas, ISO 16634-2: 2016 (Validated - Modified). Los metales totales se determinaron según la Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos / Determinación de metales y oligoelementos en agua y residuos mediante espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente, EPA Method 3050 B rev.2, 1996 / EPA METHOD 200.7, Rev. 4, (Validated - Modified).

2.4 Análisis estadístico

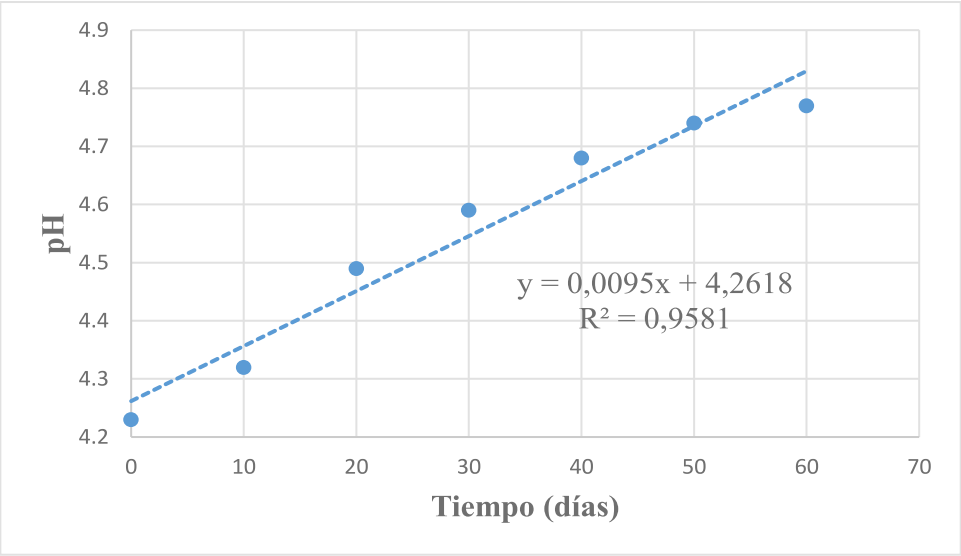
Durante la elaboración del biol se analizó con una regresión lineal simple (Carrasquilla-Batista et al., 2016).

3. RESULTADOS

En la Figura 3 se presenta el tiempo y pH durante la elaboración de biol a base de estiércol de cuy, residuos de pescado, plátano y leche con la adición de microorganismos benéficos, el tiempo tuvo una relación directamente proporcional con el tiempo.

Figura 3

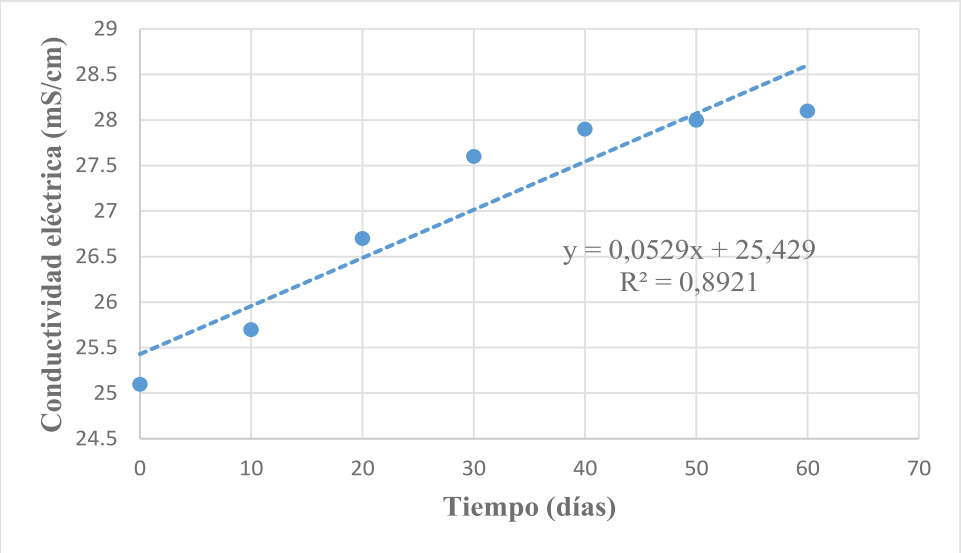
Tiempo y pH durante la elaboración de biol a base de estiércol de cuy, residuos de pescado, plátano y leche con la adición de microorganismos benéficos



El tiempo y conductividad eléctrica durante la elaboración de biol a base de estiércol de cuy, residuos de pescado, plátano y leche con la adición de microorganismos benéficos (Figura 4), el tiempo de elaboración del biol tuvo una relación directamente proporcional con respecto a la conductividad eléctrica.

Figura 4

Tiempo y conductividad eléctrica durante la elaboración de biol a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos con la adición de microorganismos benéficos



De 70 L se obtuvo 50 L de biol. En la Tabla 1 se presenta el análisis fisicoquímico del biol elaborado a base de estiércol de cuy y residuos orgánicos, el biol tuvo un contenido de nitrógeno de 2,03 %; el contenido de macro y micronutrientes fue enriquecido por los componentes de los residuos orgánicos.

Tabla 1
Análisis fisicoquímico del biol elaborado a base de estiércol de cuy, residuos de pescado, plátano y leche con adición de microorganismos benéficos

Análisis fisicoquímico	Unidad	Resultado
Nitrógeno total	%	2,03
pH	-	4,77
Conductividad eléctrica	mS/cm	28,1
Metales totales		
Azufre	%	0,05
Boro	ppm	14,5
Calcio	%	0,20
Cobre	ppm	<6,0
Fósforo	% P2O5	0,14
Hierro	ppm	401
Magnesio	%	0,07
Manganeso	ppm	20
Potasio	% K2O	0,73
Sodio	ppm	949,00
Zinc	ppm	18,31

4. DISCUSIÓN

Durante la fermentación anaeróbica del biol elaborado a base de estiércol de cuy, residuos de pescado, plátano y leche con adición de microorganismos benéficos el pH, y la conductividad eléctrica aumentaron, el pH luego de los dos meses de fermentación fue de 4,77 resultado superior a lo reportado por Lucano-López & Alegre-Orihuela (2023) quienes encontraron en un biol elaborado a base de residuos de cosecha de cacao, estiércol vacuno, otros residuos un pH de 4,40.

La conductividad eléctrica del biol obtenido en la presente investigación fue de 28,1 mS/cm; resultado superior a lo señalado por Jara-Samaniego et al. (2021) quienes encontraron en bioles elaborados de residuos orgánicos con adición de microorganismos benéficos valores de conductividad eléctrica entre 2740 a 2840

µS/cm, asimismo, Lucano-López & Alegre-Orihuela (2023) encontraron 11,80 mS/cm de conductividad eléctrica en un biol elaborado a partir de residuos de cacao; Chávez-Merino et al. (2024) al utilizar residuos de pescado obtuvo un biol con 25 mS/cm; estas diferencias se deben por la presencia de residuos de pescado, el residuo de pescado en la elaboración de biol eleva la conductividad eléctrica.

El contenido de nitrógeno en el biol elaborado fue de 2,03 %; este resultado fue superior a lo que reportaron Jara-Samaniego et al. (2021) quienes encontraron en un biol elaborado de residuos orgánicos valores entre 0,26 a 0,31 % de nitrógeno total; del mismo modo Lucano-López & Alegre-Orihuela (2023) indican que hallaron 0,218 % de nitrógeno en un biol elaborado de residuos orgánicos.

El biol elaborado en la presente investigación tuvo un contenido de azufre de 0,05 % resultado inferior a lo expuesto por Gil et al. (2022) quienes reportaron el 0,36 mg/L de sulfuros. El boro encontrado fue de14,5 ppm inferior a lo publicado en la investigación de Quiñones et al. (2025), ellos obtuvieron de 32,55 a 34,16 mg/L de boro. En relación a los resultados del contenido de calcio fue de 0,20 ppm, resultado inferior al encontrado por Chávez-Merino et al. (2024) quienes obtuvieron de 181,4 a 477 mg/L de calcio; En cuanto a lo mencionado por Lucano-López & Alegre-Orihuela (2023) reportaron 592 ppm y Legua et al. (2023) determinaron 17,19 ppm de calcio en una muestra de biol obtenido de residuos orgánicos. El biol tuvo presencia de cobre <0,6 ppm, este resultado fue superior a lo encontrado por Gil et al. (2022) quienes proporcionan un resultado de 0,080 mg/L y Legua et al. (2023) 0,005 ppm de cobre. El contenido de fósforo fue de 0,14 % N2PO5 resultado superior a lo encontrado por Gil et al. (2022) quienes reportaron un valor de 17,78 mg/L de fósforo; sin embargo, los valores de fósforo fueron inferiores a lo encontrado por Chávez-Merino et al. (2024), ellos publicaron en bioles valores entre 153,87 a 337 mg/L de fósforo; asimismo, Lucano-López & Alegre-Orihuela (2023) reportaron 249,61 ppm; Jara-Samaniego et al. (2021) hallaron 0,125 a 0,451 % de fósforo. El contenido de Hierro fue de 401 ppm resultado superior a lo mostrado por Jara-Samaniego et al. (2021), ellos evidenciaron valores en el biol entre 0,0121 a 0,0187 % y Legua et al. (2023) determinaron 0,055 ppm de hierro. El magnesio en el biol fue de 0,07 % resultado inferior a lo que encontraron Chávez-Merino et al. (2024) sus valores fueron de 58 a 326 mg/L de magnesio; del mismo modo, Lucano-López & Alegre-Orihuela (2023) señalaron 338 ppm de magnesio en una muestra de biol a base de residuos de cosecha de cacao. En el biol, la concentracion de manganeso fue de 20 ppm; este resultado fue superior a lo evidenciado por Gil et al. (2022) en el biol con 0,3 mg/L de manganeso; sin embargo, Legua et al. (2023) encontraron 0,11 ppm de manganeso. En la investigacion el biol tuvo un porcentaje de Potasio de 0,73 % K2O y fue inferior al de los investigadores como Gil et al. (2022) donde reportaron 117,7 mg/L de potasio y Chávez-Merino et al. (2024) con 982 a 1250 mg/L de potasio; del mismo modo Lucano-López & Alegre-Orihuela (2023) revelaron 1578 ppm de potasio en una muestra de biol. La concentracion de sodio fue de 949 ppm resultado superior a lo encontrado por Chávez-Merino et al. (2024), ellos hallaron en una muestra de biol valores entre 170 a 300 mg/L de sodio y Lucano-López & Alegre-Orihuela (2023) reportaron 300 ppm de sodio en una muestra de biol. La cantidad de zinc en el biol de la presente investigación fue de 18,31 ppm resultado superior a lo adquirido por Gil et al. (2022) quienes determinaron en el biol 0,140 mg/L y Legua et al. (2023) obtuvieron un valor de 0,58 ppm de zinc en una muestra de biol.

CONCLUSIÓN

La utilización de residuos orgánicos como el estiércol de cuy, vísceras de pescado, residuos de plátano y leche con la adición de microorganismos benéficos permitió obtener biol de buena calidad nutritiva dándole un valor agregado a los residuos sólidos y líquidos contribuyendo a un desarrollo sostenible.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann por el uso de laboratorio de Análisis de Aguas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bautista-Robles, V., Ken, C. A., & Keita, H. (2020). El papel de la agricultura en la seguridad alimentaria de las comunidades rurales de Quintana Roo: un ciclo autosostenido. In *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* (Vol. 30, Issue 56). https://doi.org/10.24836/es.v30i56.987

Carrasquilla-Batista, A., Chacón-Rodríguez, A., Núñez-Montero, K., Gómez-Espinoza, O., Valverde-Cerdas, J., & Guerrero-Barrantes, M. (2016). Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. *Revista Tecnología En Marcha*, *29*(8), 33. https://doi.org/10.18845/tm.v29i8.2983

Castro-Cárdenas, A., Ciriaco-Poma, J., & Dávalos-Prado, J. Z. (2025). *Effects of Biofertilizers on Soil Quality and Vegetative Development of Mahogany (Swietenia macrophylla) and Yaca (Artocarpus heterophyllus) in the Central Peruvian Jungle*. *9*(2), 55. https://doi.org/10.3390/soilsystems9020055

Chávez-Merino, I. P., Gutiérrez-Collao, J. E., Saldaña-Chafloque, C. F., Palomino-Santos, E. R., Chavarría-Márquez, E. Y., & Pantoja-Medina, B. (2024). *Empleo de biol con desechos de pescado en el cultivo de Lactuca sativa en Huancavelica*. *11*(2), 30–36. https://doi.org/10.53287/iddb9973jm14n

Fouguira, S., Ammar, E., Haji, M. E., & Benhra, J. (2025). *Internet of Things and Predictive Artificial Intelligence for SmartComposting Process in the Context of Circular Economy †*. *97*(1), 16. https://doi.org/10.3390/engproc2025097016

Gaylarde, C. C., & Fonseca, E. M. (2025). *Biofertilization and Bioremediation — How Can Microbiological Technology Assist the Ecological Crisis in Developing Countries ?* *5*(2), 18. https://doi.org/10.3390/micro5020018

Gil, L. A., Leiva, F. A., Lezama, M. K., Bardales, C. B., & León, C. A. (2023). Biofertilizante "biol": caracterización física, química y microbiológica. *Revista Alfa*, *7*(20), 336–345. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219

Gil, Luis Arturo, Leiva, F. A., Cabos, J. D., Jara, E., Bardales, C., & León, C. (2022). Influencia de las concentraciones del "biol" en el crecimiento y desarrollo de Medicago sativa (Fabaceae)"alfalfa." *Arnaldoa*, *29*(1), 149–162. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992022000100149

Grageda-Cabrera, O. A., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J. J., & Vera-Núñez, J. A. (2018). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *3*(6), 1261–1274. https://doi.org/10.29312/remexca.v3i6.1376

Jara-Samaniego, L. J., Gallegos-Núñez, J. M., & Cruz-Torres, M. A. (2021). Elaboración y caracterización de bioles de residuos orgánicos. *InterSedes*, *22*(45), 189–203. https://doi.org/10.15517/isucr.v22i45.46013

Legua, J. A., Campos, Á. H., Vélez, D. J., & Cruz, D. D. (2023). Efectos del biol (efluente industrial modificado) sobre el rendimiento del cultivo vainita (Phaseolus vulgaris L.). *Revista Alfa*, *7*(19), 45–57. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.196

López-Rubio, J. F., Cebrián-Tarancón, C., Alonso, G. L., & Salinas, M. R. (2025). *Preparation and Characterization of Liquid Fertilizers Produced by Anaerobic Fermentation*. *15*(11), 1225. https://doi.org/10.3390/agriculture15111225

Lucano-López, D., & Alegre-Orihuela, J. (2023). Eficiencia de un biol elaborado a partir de residuos de cosecha en la producción del cacao (Theobroma cacao l.), Clon TSH 565 en una plantación orgánica agroforestal. *Folia Amazonica*, *32*(1), 1–12. https://doi.org/10.24841/fa.v32i1.680

Pei, B., Liu, T., Xue, Z., Cao, J., Zhang, Y., Yu, M., Liu, E., Xing, J., Wang, F., Ren, X., & Zhang, Z. (2025). Effects of Biofertilizer on Yield and Quality of Crops and Properties of Soil Under Field Conditions in China: A Meta-Analysis. *Agriculture (Switzerland)*, *15*(10), 1–20. https://doi.org/10.3390/agriculture15101066

Quiñones, H., Carrión-Carrera, G., & Juscamaita, J. (2025). *Elaboración del bioproducto "ALPA-BIOL" en condiciones alto andinas*. *23*(2), 165–177.

Restrepo-Correa, S. P., Pineda-Meneses, E. C., & Ríos-Osorio, L. A. (2017). Mecanismos de acción de hongos y bacterias empleados como biofertilizantes en suelos agrícolas: Una revisión sistemática. *Corpoica Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, *18*(2), 335–351. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:635

Reyes, G. E., & Cortes, J. D. (2017). *Intensidad en el uso de fertilizantes en América Latina y el Caribe (2006-2012)*. *29*(1), 45–52. http://ve.scielo.org/pdf/ba/v29n1/art05.pdf

Tanya, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, *46*(2), 93–103. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&nrm=iso&tlng=es