





# Elaboración de Biol con una adecuada concentración de NPK, utilizando diversas fuentes de materia orgánica en biodigestores discontinuos

Preparation of biol with an adequate concentration of NPK, using various sources of organic matter in discontinuous biodigesters

 Osorio-Pagán, Gustavo S.<sup>1</sup>,  Rosales, Boris E.<sup>1</sup>,  Gamarra, Gilberto .<sup>1</sup> y  Llallico, Julio C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

**Resumen:** La investigación se realizó con el objetivo de determinar la adecuada concentración de NPK en el biol, utilizando diversas fuentes de materia orgánica en biodigestores discontinuos, para ello se utilizaron diversas cantidades de materia orgánica de ganado vacuno y conejo, restos de plantas como habas, berros, alfalfa y otros elementos, los cuales se procesaron en biodigestores herméticamente cerrados para su descomposición anaeróbica y la obtención del abono líquido (biol), se evaluaron las diferentes concentraciones de macronutrientes para su utilización en la producción de hortalizas como bioestimulante líquido foliar. Se empleó el diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2x3. Las variables medidas fueron tiempo de descomposición y la concentración de macronutrientes en la muestra. Se observó que los bioles elaborados, no presentan uniformidad en cuanto a pH, conductividad y contenido de macronutrientes en función de la materia prima que se empleó. Los resultados evidencian que las muestras del biol producidos cuentan con cantidades adecuadas de macronutrientes que ayudará a muchos cultivos en su crecimiento y desarrollo.

**Palabras clave:** Palabras claves: biol; agricultura sostenible; bioestimulantes..

**Abstract:** The research was carried out with the objective of determining the adequate concentration of NPK in the biol, using different sources of organic matter in discontinuous biodigesters, for this purpose, different amounts of organic matter from cattle and rabbits, plant remains such as beans, watercress, alfalfa and other elements were used, These were processed in hermetically sealed biodigesters for their anaerobic decomposition and to obtain liquid fertilizer (biol). The different concentrations of macronutrients were evaluated for their use in vegetable production as a foliar liquid biostimulant. A completely randomized design with a 2x3 factorial arrangement was used. The variables measured were decomposition time and macronutrient concentration in the sample. It was observed that the bioles produced did not show uniformity in terms of pH, conductivity and macronutrient content depending on the raw material used. The results show that the biol samples produced have adequate amounts of macronutrients that will help many crops in their growth and development.

**Keywords:** Keywords: biosol; sustainable agriculture; biostimulants..



**Referencia:** Osorio-Pagán, G. S. Rosales, B. E. Gamarra, G. . Llallico, J. C. (2024). Elaboración de Biol con una adecuada concentración de NPK, utilizando diversas fuentes de materia orgánica en biodigestores discontinuos. *Prospectiva Universitaria en Ciencias Agrarias*, 05(02), 16–20. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/pucag/article/view/2213>

Recibido: 14 de octubre de 2024  
Aceptado: 20 de diciembre de 2024  
Publicado: 10 de enero de 2025

Prospectiva Universitaria en Ciencias Agrarias. Vol. 05, núm. 02, julio a diciembre, 2024. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons



CC BY 4.0 DEED  
Attribution 4.0 International  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## 1. Introducción

Actualmente, el uso excesivo de fertilizantes artificiales ha superado al uso tradicional de abonos orgánicos en la agricultura, lo que ha generado graves consecuencias perjudiciales en la salud de las personas, perjudicando al suelo, al aire y la calidad del agua (Medina et al., 2015). Los pesticidas son sustancias complejas de origen químico, muy necesarias en la solución de los problemas que presentan comúnmente los cultivos agrícolas, sin embargo, pueden ocasionar un conjunto de riesgos mayores a sus beneficios si no son utilizados adecuadamente (M. A. Ramírez, 2020). A diferencia de los fertilizantes orgánicos (biol y compost), los fertilizantes artificiales provocan perjuicios en la fertilidad del suelo y la pérdida de una gran cantidad de especies microbianas. Sin embargo, la ventaja de los abonos orgánicos es que ayudan a mejorar el rendimiento de los cultivos y las propiedades fisicoquímicas del suelo (Vásquez & Maraví, 2017).

Queda demostrado que la utilización indiscriminada de estos productos sintéticos no solo conlleva a un alto precio, sino que también contamina el suelo, disminuye la biodiversidad, aumenta el riesgo de salinización, disminuyendo significativamente del suelo todas sus reservas energéticas y contaminando sus aguas subterráneas y superficiales (Dierksmeier, 2007). Los abonos orgánicos son compuestos que se obtienen de la descomposición de la materia orgánica a través del trabajo de grupos específicos de microorganismos que se encuentran presentes en el medio ambiente. Estos microorganismos convierten los desperdicios orgánicos en sustancias más ventajosas para el medio ambiente.

Este proceso de descomposición de desechos orgánicos puede ocurrir con o sin oxígeno, produciendo un compuesto estable el cual va a proporcionar al suelo y a las plantas que ahí se desarrollan (Ramos & Terry, 2014). El bocashi, la vermicomposta, el compost y el biol, son los fertilizantes más utilizados en la agricultura orgánica (Solís-Oba et al., 2021). Los fertilizantes líquidos como los bioles pasan por un proceso de fermentación y que se pueden aplicar tanto al suelo como a nivel foliar (Linares-Gabriel et al., 2016). El biol generalmente se obtiene a través de una descomposición anaeróbica (con ausencia de oxígeno) de estiércol de animales y de desechos vegetales (D. E. Ramírez et al., 2016). El principal producto del proceso de digestión anaeróbica es el biogás, el digestado o digestato viene a ser el subproducto y a cuya parte líquida se le llama biol (Solís-Oba et al., 2021). Debido a su composición microbiológica, el biol puede proporcionar materia orgánica, elementos mayores (macronutrientes),

elementos menores (micronutrientes) y diversos beneficios (Elbasher et al., 2021). Es un producto de la degradación anaeróbica, teniendo como requerimiento materia prima rica en microorganismos fermentadores. Son una alternativa para las excretas vacunas que son consideradas desechos agrícolas, generando una alternativa de abono orgánico para fertilizar sembríos. El Biol se ha convertido en una alternativa para disminuir el uso de agroquímicos que pueden ser perjudiciales para la salud humana. Además de reducir la contaminación al ambiente (Torres, 2016). 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 (Gil et al., 2023), El biol induce el crecimiento y desarrollo de las plantas y protegiendo contra el ataque de plagas y/o enfermedades. Así mismo, mantiene el vigor de las plantas y se acondiciona al medio ambiente en el que se encuentra. Es especialmente útil en cambios bruscos como la granizada y la helada (Gálvez Torres et al., 2019)

El objetivo propuesto en el presente trabajo de investigación fue determinar la adecuada concentración de NPK en el biol, utilizando diversas fuentes de materia orgánica en biodigestores discontinuos.

## 2. Métodos

### 2.1. Procedimiento

La investigación se realizó en las instalaciones del Centro de Investigaciones de Cultivos Agrícolas (CICA), Ubicado en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, región Junín - Perú.

El tipo de investigación fue aplicada con un diseño de investigación experimental, utilizando comparaciones de los análisis en el laboratorio del INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), el nivel de investigación fue aplicativo y explicativo. Los tratamientos utilizados en el estudio se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
*Tratamientos en Estudio*

Tratamientos	Descripción
1	Estiércol vacuno + habas + albahaca
2	Estiércol vacuno + berros + albahaca
3	Estiércol vacuno + alfalfa + albahaca
4	Estiércol conejo + habas + albahaca
5	Estiércol conejo + berros + albahaca
6	Estiércol conejo + alfalfa + albahaca

**Tabla 2**  
*Unidades de Medición en el Estudio*

Ensayo	Unidad
pH	pH
Conductividad eléctrica	mS/m
Materia orgánica	%
Nitrógeno (N)	%
Fósforo disponible (P)	mg/kg
Potasio disponible (K)	mg/kg

### 2.2. Muestra

La población estuvo constituida por bidones o contenedores de capacidad de 60 litros. Como muestra se tomó un litro de biol para los respectivos análisis.

### 2.3. Mediciones

Los materiales que se utilizaron para realizar este trabajo de investigación fueron seis combinaciones o tratamientos en donde se mezclaron estiércol de vaca y conejo combinadas con restos vegetales como las habas, berros y alfalfa, etc., realizado en biodigestores discontinuos.

Para evaluar las diversas variables de la muestra de biol, se utilizaron métodos analíticos de laboratorio de calidad, del instituto Nacional de Innovación Agraria Santa Ana. Para la obtención del biol de cada combinación se adaptaron contenedores sellados herméticamente e impermeables llamados biodigestores discontinuos de capacidad de 60 litros, los restos orgánicos se colocaron en su interior con una proporción de estiércol/agua y tiempos de retención para la degradación sin oxígeno (anaeróbica), lo que produjo gas metano y fertilizantes, reduciendo el potencial contaminante de los excrementos.

Se ingresó como carga única en cada biodigestor (tratamiento), una mezcla constituida por 15 kg de estiércol de vacuno o estiércol de conejo respectivamente, de acuerdo a cada tratamiento, también se le adicionó 1.5 kg de alfalfa, berros y albahaca, además de 1.5 kg melaza, 40 g de levadura, 1.5 litros de leche y chicha de jora, 1 kg ceniza de leña, 1 litro de orina de cuy, agua de lluvia hasta los 55 litros.

Una vez cerrado los reactores se procedió a colocar el tubo del gasómetro a una botella con agua por donde salió el gas y evitará que ingrese oxígeno al reactor. Todo el proceso de digestión anaeróbica tuvo una duración de 100 días, hasta que la concentración de gas metano del biodigestor se redujo drásticamente luego de haber alcanzado sus niveles máximos.

El momento adecuado para la toma de muestras

fue después que el biodigestor no emitiera gas metano y se procedió a recolectar un litro de muestra de biol de cada tratamiento para llevarlo a laboratorio para su análisis de concentración de macronutrientes (NPK). Las unidades de medición se realizaron tomando los siguientes parámetros.

### 3. Resultados

Según la Tabla 3 el pH del biol de los seis tratamientos osciló desde 5.1 hasta 5.8, que son considerados como moderadamente ácido. El pH ejerce una gran influencia en las reacciones de adsorción/desorción y de disolución /precipitación que regulan la disponibilidad de varios nutrientes (fósforo, hierro, cobre, manganeso, cinc, boro y molibdeno) (Rincón et al., 2002). La conductividad eléctrica (mS/m) en los tratamientos 2, 3, 4 y 6 (1089, 1597, 1500 y 1481) es fuertemente salino; mientras que, en los tratamientos 1 y 5 (1638 y 1979) es muy fuertemente salino. Concerniente a la materia orgánica (%) contenido en el biol; se observa que, los tratamientos 2, 3 y 4 con contenidos de 0.4, 0.4 y 0.2 son considerados como muy baja y en los tratamientos 1, 5 y 6 con contenidos de 0.7, 1.1 y 0.9 son considerados como baja.

En el producto biol el contenido de nitrógeno los tratamientos en estudio presentaron promedios muy alto cuyos valores oscilaron desde 0.010 a 0.055 % respectivamente. La presencia de fósforo (mg/kg) en el producto final presentaron índices calificados como alto y estuvieron dentro del rango 199.010 a 434.630 y finalmente el potasio (mg/kg) estuvo presente como alto en los tratamientos 2 y 4 con promedios de 427.07 y 288.15; mientras que en los tratamientos 1, 3, 5 y 6 fueron calificados como muy alto cuyos promedios estuvieron en el rango de 2880.5 y 4108.2.

### 4. Discusión

Visto la tabla 3. En todos los tratamientos el pH es considerado moderadamente ácido. Esto indica que, el estiércol de vacuno y de conejo tienen respuestas similares y por lo tanto, se puede aplicar a muchos cultivos como cereales, leguminosas, frutales, hortalizas y otros. La conductividad eléctrica de los tratamientos 3, 4 y 6 son considerados como fuertemente salino y los tratamientos 1, 2 y 5 como muy fuertemente salino. La conductibilidad eléctrica (CE) es un parámetro que mide la capacidad de una solución para conducir electricidad, lo cual está directamente relacionado con la concentración de iones en la solución. En el contexto de los abonos orgánicos, la CE proporciona información valiosa sobre la calidad y la efectividad del abono

**Tabla 3**  
Mediciones por Tratamiento

Variable	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6
pH	5.100	5.200	5.100	5.700	5.700	5.800
Conductividad eléctrica	1638.000	1089.000	1597.000	1500.000	1979.000	1481.000
Materia orgánica	0.700	0.400	0.400	0.200	1.100	0.900
Nitrógeno (N)	0.035	0.020	0.020	0.010	0.055	0.045
Fósforo disponible (P)	199.010	217.370	211.510	319.180	241.050	434.630
Potasio disponible (K)	4050.070	427.070	3647.170	288.150	4108.200	2880.500

aplicado al suelo. Una CE alta puede indicar una alta concentración de nutrientes, lo que puede ser beneficioso para el crecimiento de las plantas, pero también puede indicar un riesgo de salinidad, que puede ser perjudicial para algunas especies vegetales (Simón et al., 2013). Referente a la materia orgánica los contenidos fueron desde 0.2 a 1.1, en donde los tratamientos 2, 3 y 4 son considerados como muy bajo por tener contenidos >0.5y los tratamientos 1, 5 y 6 son considerados como bajo por presentar contenidos de 0.6 a 1.5. En cuanto al nitrógeno se encontró un rango de 0.010 a 0.055 (100 y 550 mg/l) considerados como muy alto y siendo cinco tratamientos superiores al promedio 0.01955% (195.5 mg/l) encontrados por (Peñañiel y Ticona, 2015). Así mismo, en el contenido de fósforo disponible se encontró valores dentro del rango de 199.01 a 434.63 mg/l, todos los tratamientos presentaron promedios inferiores a 437.7 mg de P/l (Peñañiel y Ticona, 2015). Finalmente, el contenido de potasio en el producto biol tuvo un rango de 288.15 a 4108.20 mg de K/l y fueron superiores al promedio encontrado de 1807.7 mg de K/l obtenidos por (Peñañiel y Ticona, 2015), lo que indica que este valor permite el normal

desarrollo y crecimiento de muchos cultivos.

### 5. Conclusiones

Los valores de pH ligeramente ácidos entre 5.0 y 5.8 ayudan a varios cultivos a desarrollarse de manera óptima. Parte de su crecimiento y desarrollo está condicionado a valores de pH cercanos a 7. Los resultados obtenidos para la conductividad eléctrica que se encuentran dentro del rango 1481.0 y 1979.032 mS/m en los seis tratamientos de biol, y estos compuestos pueden aplicarse a suelos que presenten baja salinidad o a cultivos que son muy tolerantes a esta propiedad. El tratamiento 5 presentó mayor contenido de NPK, con promedios de 0, 055% de nitrógeno, 241.050 mg/kg de fósforo disponible y 4108.200 de potasio disponible. El biol elaborado de estiércol de ganado vacuno y de conejo, fue producido en el Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas El Tambo Huancayo, contiene una cantidad notable de macronutrientes (Tablas 1 al 6), con lo cual servirá para mejorar las propiedades del suelo y de esta manera influir positivamente en el incremento de producción de diversos cultivos agrícolas.

### Referencias

- Dierksmeier, G. (2007). Origen y desarrollo del análisis de residuos de plaguicidas en Cuba. *Fitosanidad*, 11(3). Consultado el 24 de enero de 2025, desde <https://fao-agris-review-search-zwcsjik2pa-uc.a.run.app/search/en/providers/122597/records/64724a192c1d629bc979ce52>
- Elbasher, M. M. A., Shao, Y., Wang, L., Chen, D., & Zhong, H. (2021). Effects of organic amendments on soil properties and growth characteristics of Melon (*Cucumis melo* L.) under saline irrigation. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 14(5), 123-129. Consultado el 24 de enero de 2025, desde <https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/6607>
- 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>

- Linares-Gabriel, A., López-Collado, C. J., Tinoco-Alfaro, C. A., Velasco-Velasco, J., & López-Romero, G. (2016). Application of biol, inorganic fertilizer and superabsorbent polymers in the growth of heliconia (*Heliconia psittacorum* cv. Tropica). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(1), 35-48. <https://doi.org/10.5154/rchsh.2016.02.004>
- Medina, A., Quipuzco, L., & Juscamaita M., J. (2015). Evaluación de La Calidad de Biol de Segunda Generación de Estiércol de Ovino Producido a Través de Biodigestores. *Anales Científicos*, 76(1), 116. <https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.772>
- Ramírez, D. E., Chipana, R., & Echenique Quezadaš, M. A. (2016). Aplicación de Biol y riego por goteo en diferentes cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(1), 30-38. Consultado el 24 de enero de 2025, desde [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2409-16182016000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2409-16182016000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Ramírez, M. A. (2020). EL USO DE PESTICIDAS EN LA AGRICULTURA Y SU DESORDEN AMBIENTAL. *Revista Enfermería la Vanguardia*, 6(2), 40-47. <https://doi.org/10.35563/revan.v6i2.210>
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades de Los Abonos Orgánicos: Importancia Del Bocashi Como Alternativa Nutricional Para Suelos y Plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. Consultado el 24 de enero de 2025, desde [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Solís-Oba, M., Rivera, R. C., Villegas-Luna, A., Cruz-Murillo, A., Solís-Oba, A., Ramos-Castro, J. J., Rodríguez, A. R., Rangel, A. P. J., Ortiz, J. A. P., & Benítez, G. A. (2021). Evaluación de Biol, Bocashi, Composta y Vermicomposta En Las Variables Morfológicas Del Cultivo de Espinaca (*Spinacia Oleracea* L.) / Evaluation of Digestate, Bocashi, Compost and Vermicompost on the Morphological Variables in Spinach Crop (*Spinacia Oleracea* L.) *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3), 3649-3662. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-070>
- Torres, J. F. (2016, junio). *Diseño de un biodigestor para la producción de biol a partir de excretas de ganado vacuno generado en la Finca La Envidia parroquia La Belleza, cantón Francisco de Orellana, Coca*. [Tesis de lic.]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Consultado el 24 de enero de 2025, desde <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6173>  
Accepted: 2017-04-07T16:32:24Z.
- Vásquez, H. V., & Maraví, C. (2017). Efecto de Fertilización Orgánica (Biol y Compost) En El Establecimiento de Morera (*Morus Alba* L.) *Revista de Investigación en Ciencia y Biotecnología Animal*, 1(1). <https://doi.org/10.25127/ricba.20171.173>