



BIOESTIMULADORES

ARTÍCULO ORIGINAL

Caracterización de la composición química del BIOL obtenido en la Isla de la Juventud

Characterization of the chemical composition of the BIOL obtained on the Isla de la Juventud

Ing. Iván Luis Sánchez-Llevat, MSc. Reinaldo Ravelo-Ortega, MSc. Martha Moreno-Núñez,
MSc. Bárbara Vivian Covas-Constantin
Universidad Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa”, Nueva Gerona, Isla de la Juventud, Cuba.

RESUMEN. La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Isla de la Juventud en el año 2021. Se elaboró un abono foliar orgánico líquido BIOL, resultado de la biodigestión anaeróbica del estiércol y residuos de cosechas. A través de la fermentación anaerobia en tres tratamientos a los 30, 45 y 60 días y tres repeticiones. Con el objetivo de caracterizar la composición físico química y calidad del Biol obtenido; a partir de los análisis realizados por el laboratorio UCELAB del Instituto de Ciencia Animal (ICA). Los datos se procesaron con el programa Infostat 2012 y para valorar las diferencias significativas entre los tratamientos, se utilizó la prueba de Fischer y el test de rangos múltiples de Duncan para $p < 0,05$ en la comparación de medias. Como resultado del análisis la composición físico-química del Biol presenta valores de materia seca (MS en %) 0,30- 0,31, pH 6,75- 7, manganeso (Mn en ppm) 41,19- 41,76, calcio (Ca en ppm) 4098,84- 4101,08, magnesio (Mg en ppm) 4505,84- 4507,45, potasio (K₂O en ppm) 9125,10- 9125,95, sodio (Na en ppm) 10348,46- 10351,54 y zinc (Zn en ppm) 169,13- 172,17. Al comparar estos resultados con algunos patrones de calidad se determinó que el Biol obtenido se encuentra en los rangos adecuados y no existen diferencias significativas en cuanto a su composición entre los tratamientos. Se concluye que el Biol obtenido posee la calidad necesaria para ser utilizado en la agricultura y se escoge como tiempo de fermentación óptimo 30 días.

Palabras clave: fermentación anaerobia, tiempo de obtención, calidad, agricultura.

ABSTRACT. The research was carried out in the Plant Health Laboratory of the Isla de la Juventud in 2021. A BIOL liquid organic foliar fertilizer was prepared, the result of anaerobic biodigestion of manure and crop residues. Through anaerobic fermentation in three treatments at 30, 45 and 60 days and three repetitions. In order to characterize the physical chemical composition and quality of the Biol obtained; from the analyzes carried out by the UCELAB laboratory of the Institute of Animal Science (ICA). The data were processed with the Infostat 2012 program and to assess the significant differences between the treatments, the Fischer test and Duncan's multiple range test were used for $p < 0.05$ in the comparison of means. As a result of the analysis, the physical-chemical composition of Biol presents values of dry matter (DM in %) 0.30-0.31, pH 6.75-7, manganese (Mn in ppm) 41.19-41.76, calcium (Ca in ppm) 4098.84- 4101.08, magnesium (Mg in ppm) 4505.84- 4507.45, potassium (K₂O in ppm) 9125.10- 9125.95, sodium (Na in ppm) 10348, 46- 10351.54 and zinc (Zn in ppm) 169.13- 172.17. When comparing these results with some quality standards, it was determined that the Biol obtained is in the appropriate ranges and there are no significant differences in terms of its composition between the treatments. It is concluded that the Biol obtained has the necessary quality to be used in agriculture and 30 days is chosen as the optimal fermentation time.

Keywords: Anaerobic Fermentation, Production Time, Quality, Agriculture.

INTRODUCCIÓN

Los suelos agrícolas presentan efectos nocivos que afectan fertilizantes, lo que ha favorecido la presencia de suelos con su estructura y composición debido al uso indiscriminado de alta salinidad y agotamiento de sus recursos minerales. Esto

¹ Autor para correspondencia: Iván Luis Sánchez-Llevat, e-mail: ilsanchez@uij.edu.cu ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0003-3243-4455>

Recibido: 17/10/2022.

Aprobado: 01/09/2023.

ocasiona una alta dependencia a los fertilizantes sintéticos por parte de los agricultores, debido a lo cual generalmente se puede observar que la degradación de los mismos ha aumentado de manera considerable, generando una amenaza a los suelos agrícolas de todo el mundo (Bednář & Šarapatka, 2018).

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. En la actualidad, la estructura del suelo es el factor principal que condiciona la productividad de los suelos agrícolas; someter el terreno a un intenso laboreo y compresión mecánica tiende a deteriorar la estructura. Los abonos orgánicos (estiércoles, compostas y residuos de cosecha) se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (López-Mtz *et al.*, 2018).

Uno de los retos que enfrenta la agricultura cubana es detener los procesos que degradan los suelos, que permita hacia lugares productivos, en el orden medio ambiental con la contaminación de las aguas, la extinción de las especies, el incremento de áreas desérticas y otros, sino además en el orden económico, ya que son necesarias inversiones cada vez mayores para mantener los niveles de producción (Pla-Sentís, 2002; Riverol & Alvarado-Capó, 2015).

El uso reiterado e indiscriminado de estas prácticas han provocado que un 60 % de los suelos cubanos tengan contenidos de materia orgánica de bajo a muy bajo (Rodríguez, 2016).

Por lo anterior y en correspondencia con las dificultades económicas que ha enfrentado el país, se han tenido que buscar alternativas para frenar este fenómeno, mantener los rendimientos de los cultivos, mejorar la calidad de los suelos y compensar además la falta de fertilizantes minerales. Entre estas alternativas se encuentran, la aplicación de medidas temporales y permanentes antierosivas, utilización de diferentes portadores de materia orgánica en los suelos, la búsqueda de una mayor eficiencia en el aprovechamiento de estos portadores, el empleo de los abonos verdes y el uso de los biofertilizantes (Fuentes & Martínez, 2015).

Silva (2012), difunde que el abono orgánico es un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales u otra fuente orgánica y natural. En cambio, los abonos inorgánicos están fabricados por medios industriales. Los abonos orgánicos garantizan un mejor desarrollo de la vida pues su uso en los cultivos no contamina como si se emplearan abonos inorgánicos. Por otro lado, hay siete tipos de abonos orgánicos como: estiércol, guano (estiércol de aves y murciélagos, gallinaza (estiércol de gallinas), BIOL (el líquido que se obtiene al producir biogás), dolomita (mineral, se encuentra en minas), compost y el humus (descomposición de lombrices). Estos tipos de abonos son muy fáciles de hallar pues no tienen ningún costo. Se ahorraría y se garantizará una mejor vida para futuras generaciones.

La importancia fundamental de su necesidad en las tierras obedece a que los abonos orgánicos son fuente de vida bac-

teriana del suelo sin la cual no se puede dar nutrición de las plantas. El suelo no puede hacer el alimento para las plantas solo, ya que este se encuentra acabado por la implementación de abonos inorgánicos los cuales en vez de ayudar lo que hacen es deteriorar día tras día el suelo. En cambio, el abono orgánico es totalmente sano y natural, por eso son fuente de vida para las plantas ya que cuentan con millones de microorganismos que transforman a los minerales en elementos comestibles para las plantas (Silva, 2012).

Para Cervantes (2016), la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. Con estos abonos, se aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales se deben aportar posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos. Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales; como el BIOL obtenido en esta investigación.

Luque (2015), manifiesta las ventajas BIOL: es un abono orgánico que no contamina el suelo, agua, aire ni los productos obtenidos de las plantas. Aumenta la fertilidad natural del suelo. Es un complemento nutricional para las plantas. Es de bajo costo, se produce en la misma parcela, en su elaboración se emplean los recursos locales. Mejora y logra incrementar la producción de los cultivos. Actúa como revitalizador de las plantas que han sufrido estrés, ya sea por plagas, enfermedades, sequías, heladas, granizadas o interrupción de los procesos normales de la planta, mediante una oportuna, sostenida y adecuada aplicación. Mejora la calidad de los productos dándoles una buena presentación en el mercado.

La introducción del BIOL y su aplicación como biofertilizante y bioestimulante en la agricultura en la Isla de la Juventud proporcionaría grandes beneficios debido a las ventajas que el mismo posee y ayudaría a reducir la aplicación de fertilizantes minerales a los suelos. Con el objetivo de caracterizar la composición físico química y calidad del Biol obtenido; a partir de los análisis realizados por el laboratorio UCCELAB del Instituto de Ciencia Animal (ICA, de recursos locales en tres momentos en la Isla de la Juventud.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Isla de la Juventud, en el período comprendido entre los meses de mayo- agosto de 2021. El espacio utilizado para la confección de los BIOLES fue de 12 m², lugar donde se realizó el proceso fermentativo del BIOL a temperatura ambiente promedio de 29 °C.

En el montaje del ensayo experimental se utilizó lo siguiente:

1. Para el biodigestor (Figura 1): Pomos de suero de cristal de 500 mL. Manguera de caucho color negro de 5 mm de diámetro Beakers de capacidad 500 mL como trampa de aire. Libreta de campo.



FIGURA 1. Montaje del experimento.

2. Para la elaboración: Balanza digital de 300 g de capacidad, 0,01 g de precisión. Balanza analógica de 25 kg de

capacidad, 1 g de precisión. Mezclador.

3. Para lectura de datos: pH metro CRISON. Termómetros de alcohol. Beakers de 250 mL. Guantes. Cubre bocas.

4. Materia prima. BIOL (Por cada 500 mL de capacidad del recipiente): Estiércol de bovino 28 g, hojas de Acacia mangium 31,5 g, suero de leche 12,5 mL. Agua para completar hasta 500 mL.

Las materias primas para la confección de los de biopreparados por digestión anaerobia se recolectaron en tres áreas: Combinado lácteo de Santa Fe, Universidad Jesús Montané Oropesa y en la granja agropecuaria 14 de junio (Figura 2). Los experimentos se desarrollaron en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Isla de la Juventud (MINAG). Este está ubicado en la ciudad de Nueva Gerona en 21°52'08,4" de latitud norte y 82°48'29,2" longitud oeste a 17 metros sobre el nivel del mar en la Isla de la Juventud (Figura 2).

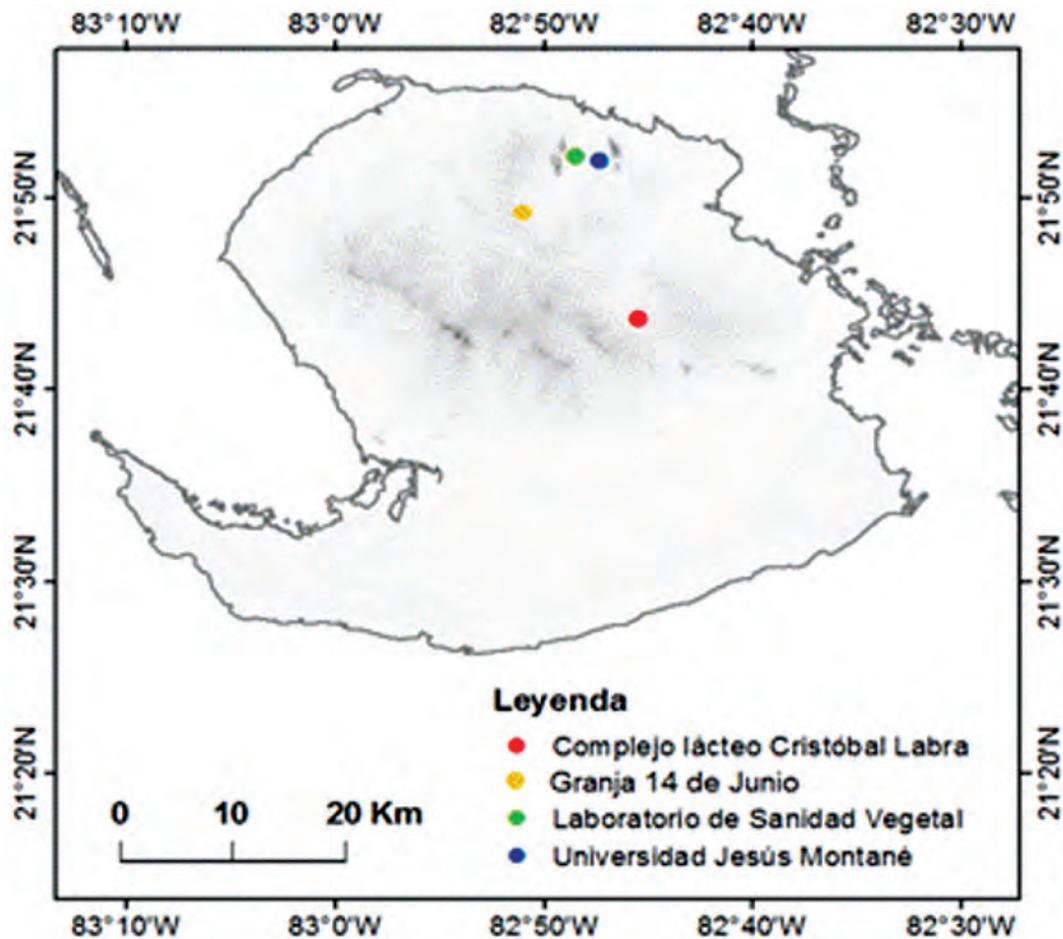


FIGURA 2. Localización de las áreas de estudio.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental Completamente Aleatorizado (DCA) con un BIOL (bovino-acacia) en tres períodos de fermentación (30, 45 y 60 días) y tres repeticiones. Los datos obtenidos se procesaron con el programa Infostat según Di Rienzo et al. (2012), donde se le hizo la prueba F de Fischer determinando si existen diferencias significativas entre los tratamientos y se le hizo el test de rangos múltiples de Duncan con $p < 0.05$ para la comparación de medias. Los factores en estudio se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. Factor en estudio.

Factor A	Tiempo de fermentación (días)
A1	30
A2	45
A3	60

Número de tratamientos: 3
 Número de repeticiones: 3
 Unidad experimental: 9

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención del “Biol”

Como resultado de la biodigestión anaeróbica de la mezcla de desechos orgánicos locales; de 28 g estiércol de bovino, 31,25 g hojas de Acacia mangium, 12,5 ml suero de leche; completado a un volumen de 500 mL con agua, se logró un abono orgánico “BIOL” de calidad; validado por su caracterización físico- químico.

Se realizó un análisis químico de las 9 unidades experimentales a los 30, 45 y 60 días en donde se detalla el contenido de los elementos contenidos en el BIOL descritos en la Tabla 2 y se compararon con los indicadores de calidad relacionados en la Tabla 3 para determinar la pertinencia del uso del BIOL como biofertilizante.

TABLA 2. Métodos de análisis de los indicadores físico químicos del BIOL

Análisis	Método
Macronutrientes primarios (ppm)	
Óxido de potasio (K ₂ O)	Espectrometría de absorción atómica (Walsh, 1955)
Macronutrientes secundarios (ppm)	
Calcio (CaO)	Espectrometría de absorción atómica (Walsh, 1955)
Magnesio (MgO)	
Micronutrientes disponibles (ppm)	
Sodio (Na)	Espectrometría de absorción atómica (Walsh, 1955)
Zinc (Zn)	
Manganeso (Mn)	
pH (rango asegurado)	pH metro digital PHSJ-3F
Materia seca (%)	Gravimetría SM 2540 (Rice & Bridgewater, 2012).

TABLA 3. Indicadores de calidad

Indicador	Valores	Fuente
pH	5,5- 7,0	(Brinton, 2000)
Potasio (K ₂ O)	>1300 mg/L	
Calcio (CaO)	>1800 mg/L	(Suárez-Segura, 2009)

Materia seca

El análisis de laboratorio del “Biol” obtenido en los tres tratamientos, como puede apreciarse en la Figura 3 presentan valores de materia seca entre el 0,30 y 0,31 %; con valores inferiores al 1 %; valor fuera del rango según lo planteado por Aparcana-Robles & Jansen (2008), quienes afirman que el BIOL presenta en lo común, una baja presencia de materia seca (sólidos totales) entre 1 – 5%.

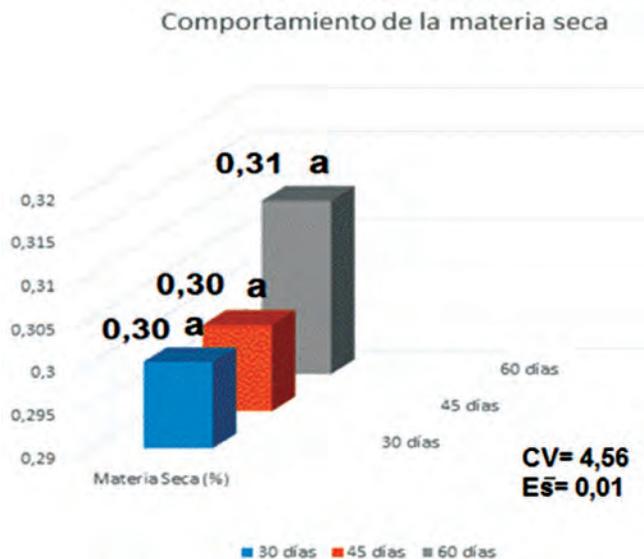


FIGURA 3. Comportamiento de la materia seca a los 30, 45 y 60 días.

pH

Los valores de pH obtenidos no muestran diferencias significativas a los 30, 45 y 60 días de obtención del BIOL comportándose en todos los casos muy cerca de la neutralidad como se muestra en la Figura 4.

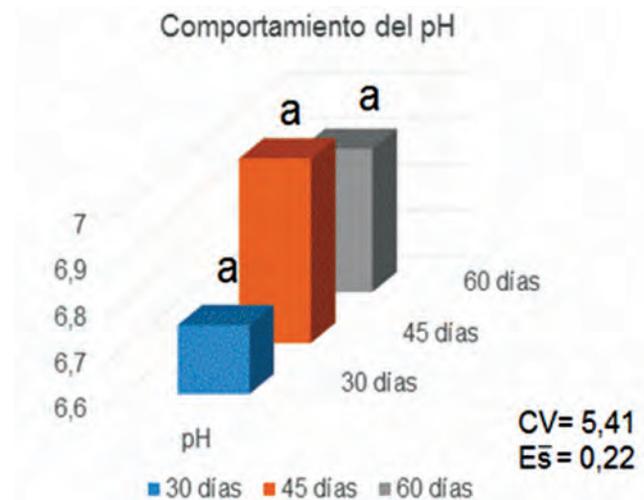


FIGURA 4. Comportamiento del pH a los 30, 45 y 60 días.

Aparcana-Robles & Jansen (2008), en un estudio sobre el valor fertilizante de cuatro tipos de BIOL producidos a partir de estiércol vacuno reportaron valores de pH de 7,96; 8,1 y de 6,7 a 7,9. Como se observa los valores de pH medidos en el

presente trabajo se encuentran cerca de la neutralidad (6,75- 7) bastante similares a estos valores, ligeramente superiores a los reportados por Guanopatín-Chicaiza (2012), la que encontró valores de pH de 5,8 y 6,5 en dos tipos de BIOL.

De la Rosa (2012), reportó para tres tipos de BIOLES un pH medianamente básico y para otras cinco muestras de productos un pH neutro, lo cual es similar a los valores obtenidos en este trabajo.

Al comparar los valores de pH obtenidos en esta investigación con el patrón de calidad según Brinton (2000), se muestra que el BIOL obtenido en la Isla de la Juventud posee la calidad necesaria para ser empleado como biofertilizante ya que se encuentra en el rango permisible para ello, que es entre 5,5 y 7; y el BIOL analizado en la presente investigación tiene un rango de pH de (6,75- 7) como se observa en la Figura 5.

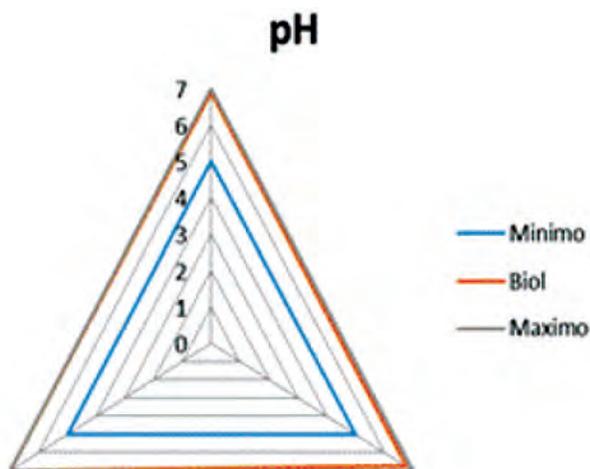


FIGURA 5. Comparación del pH del BIOL elaborado con el patrón de calidad.

Manganeso (Mn)

El contenido de manganeso (Figura 6) en las muestras analizadas se comportó entre los 41,19 y 41,76 ppm, muy superior a lo obtenido por Clavijo-Pari et al. (2018) con 1,20 ppm de manganeso; también a Fernández & Seghezzi (2015) con 19,34 ppm y similar a Guanopatín-Chicaiza (2012), quien obtuvo un valor de 89,0 ppm. No existieron diferencias significativas a los 30, 45 y 60 días en cuanto al contenido de este elemento en el BIOL analizado.

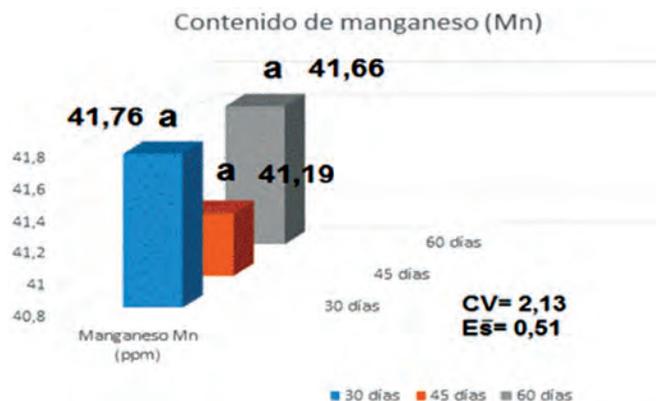


FIGURA 6. Contenido de manganeso (Mn) a los 30, 45 y 60 días.

Calcio (Ca)

El contenido de calcio (Figura 7) en las muestras analizadas se comportó entre los 4 000 y 4 100 ppm muy superior a lo obtenido por Potsch et al. (2004) con 1 050 ppm; Haraldsen et al. (2011) con 310 y 730 ppm en dos tipos de BIOLES; e ITINTEC-Perú (1980), con 2 100 ppm pero inferior a lo reportado por Sanes et al. (2015) con 5 030 ppm; No existieron diferencias significativas a los 30, 45 y 60 días en cuanto al contenido de este elemento en el BIOL analizado.



FIGURA 7. Contenido de calcio (Ca) a los 30, 45 y 60 días.

Magnesio (Mg)

El contenido de magnesio (Figura 8) en las muestras analizadas se comportó entre los 4 505 y 4 507 ppm muy superior a lo obtenido por Potsch et al. (2004), con 3 800 ppm; Haraldsen et al. (2011), con 520 ppm y Sanes et al. (2015), con 520 ppm. No existieron diferencias significativas a los 30, 45 y 60 días en cuanto al contenido de este elemento en el BIOL analizado.

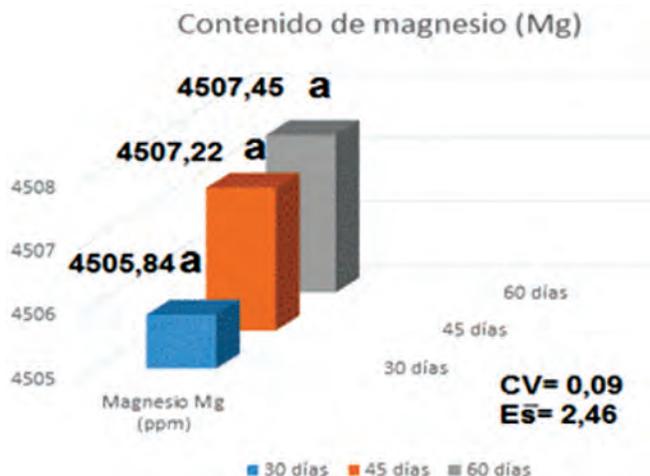


FIGURA 8. Contenido de magnesio (Mg) a los 30, 45 y 60 días.

Potasio (K₂O)

Los valores de potasio (Figura 9) obtenidos en el BIOL en la presente investigación fueron muy superiores a 2 000 ppm según Pérez-Pérez et al. (2016), llegando a alcanzar los 9 000 ppm.

Al comparar los valores de K₂O obtenidos en esta investigación con el patrón de calidad según Suárez-Segura (2009), se muestra que el BIOL obtenido en la Isla de la Juventud posee la calidad necesaria para ser empleado como biofertilizante ya que se encuentra en el rango permisible para ello que es superior a los 1 300 ppm; y el BIOL analizado en la presente investigación se encuentra por encima de los 9 000 ppm como lo muestra la Figura 10.

Estos resultados determinan un valor práctico considerable por la respuesta que puede obtenerse en cultivos de importancia económica que emplean el potasio para su normal funcionamiento en cantidades superiores al nitrógeno y el fosforo como el tomate, el pimiento, la col, lechuga etc.

No existieron diferencias significativas a los 30, 45 y 60 días en cuanto al contenido de este elemento en el BIOL analizado.

Contenido de potasio (K₂O)



FIGURA 9. Contenido de potasio (K₂O) a los 30, 45 y 60 días.

Comparación del potasio (K₂O) contra patrón



FIGURA 10. Comparación del contenido de potasio (K₂O) del BIOL elaborado con el patrón de calidad.

Sodio (Na)

El contenido de sodio (Figura 11) en las muestras analizadas se comportó entre los 10 350 y 10 351 ppm, muy superior a lo obtenido por Potsch *et al.* (2004), con 4 040 ppm y Haraldsen *et al.* (2011), con 9 600 ppm. No existieron diferencias significativas a los 30, 45 y 60 días en cuanto al contenido de este elemento en el BIOL analizado.

Contenido de sodio (Na)

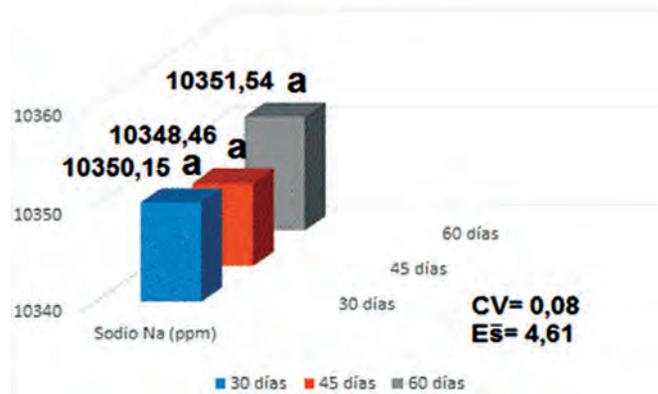


FIGURA 11. Contenido de sodio (Na) a los 30, 45 y 60 días.

Zinc (Zn)

El contenido de zinc (Figura 12) en las muestras analizadas se comportó entre los 169 y 172 ppm, ligeramente superior a lo obtenido por Haraldsen *et al.* (2011), con 158 y 115 ppm en dos bioles y similar a Kim *et al.* (2010) quienes obtuvieron valores de 172 ppm y muy por debajo de los valores obtenidos por Sahu *et al.* (2017), y Aranganathan & Rajasree (2016), con 525 y 566 ppm respectivamente. No existieron diferencias significativas a los 30, 45 y 60 días en cuanto al contenido de este elemento en el BIOL analizado.

Contenido de zinc (Zn)

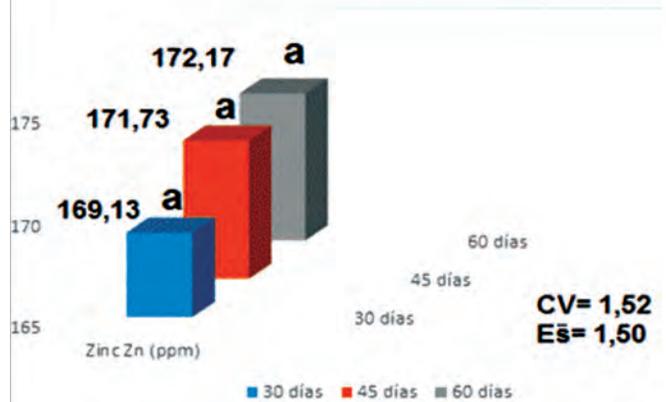


FIGURA 12. Contenido de zinc (Zn) a los 30, 45 y 60 días.

Selección del tiempo óptimo de fermentación en la elaboración del BIOL

Como puede apreciarse en el análisis de cada uno de los elementos estudiados en los tres tratamientos; no existen diferencias significativas entre los mismos. Lo que nos permiten escoger como tiempo óptimo de fermentación en el proceso estudiado de 30 días de fermentación; suficiente para la producción de BIOL; como menor tiempo posible de obtención del producto y con la calidad requerida.

CONCLUSIONES

- La caracterización físico químico del “Biol” obtenido muestran que en cuanto a su composición cada uno de los elementos se encuentra en los rangos adecuados y no existen diferencias significativas entre los tratamientos.
- Se escoge como tiempo óptimo de fermentación 30 días; como menor tiempo posible de obtención del producto y con la calidad requerida.
- Se demostró que el “BIOL” logrado a partir de la biodigestión anaeróbica de desechos orgánicos locales posee la calidad necesaria para ser empleado como biofertilizante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparcana-Robles, S., & Jansen, A. (2008). *Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “Fermentación anaeróbica” para producción de biogás* (German Prof EC GmbH, Lima, Perú, BM-4-00-1108, Vol. 1239).
- Aranganathan, L., & Rajasree, S. (2016). Bioconversion of marine trash fish (MTF) to organic liquid fertilizer for effective solid waste management and its efficacy on Tomato growth. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 27(1), 93-103, ISSN: 1477-7835, Publisher: Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2015-007>
- Bednář, M., & Šarapatka, B. (2018). Relationships between physical–geographical factors and soil degradation on agricultural land. *Environmental research*, 164, 660-668, ISSN: 0013-9351, Publisher: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.03.042>
- Brinton, W. (2000). *Compost Quality Standards & Guidelines—Final Report by Woods end Research Laboratory*. New York State Association of Recyclers, New York, USA.
- Cervantes, M. (2016). *Abonos orgánicos*. Infoagro. http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm
- Clavijo-Pari, E. J., Ruiz-Huanca, P., Pérez-Limache, C., Acevedo-Darias, M., & TiconaGuanto, O. (2018). Desarrollo vegetativo de la espina de mar (*Hippophae rhamnoides* L.), bajo la aplicación de niveles de biol bovino en el municipio de Viacha. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(2), 43-49, ISSN: 2409-1618, Publisher: Universidad Mayor de San Andrés.
- De la Rosa, J. (2012). *Análisis físico y químico de fertilizante orgánico (biol) producido por biodigestores a partir de estiércol de ganado* [Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, Xocoyucan, Tlax., MX]. <https://es.scribd.com/document/272243144/Analisis-Fisico-y-Quimico-de-Fertilizante-Organico-Biol-Jonatan-de-La-Rosa-Mendez>.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. (2012). *InfoStat. Version 2012,[Windows], Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Fernández, P., & Seghezze, L. (2015). *Diseño de Reactores* (pp. 23-47). Universidad Nacional de Salta. Buenos Aires, Argentina.
- Fuentes, S., & Martínez, R. (2015). *Indicaciones prácticas para la conservación, mejoramiento y fertilización de suelos*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.
- Guanopatín-Chicaiza, M. R. (2012). *Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (Medicago sativa)* [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Haraldsen, T. K., Andersen, U., Krogstad, T., & Sørheim, R. (2011). Liquid digestate from anaerobic treatment of source-separated household waste as fertilizer to barley. *Waste Management & Research*, 29(12), 1271-1276, ISSN: 0734-242X, Publisher: Sage Publications Sage UK: London, England. <https://doi.org/10.1177/0734242X11411975>
- ITINTEC-Perú. (1980). *Producción de biol a partir de estiércol de vacuno utilizando la digestión anaeróbica mediante el uso de biodigestores* [Informe Técnico]. Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y Normas Técnicas, Lima, Perú.
- Kim, J. K., Kong, I. S., & Lee, H. H. (2010). Identification and characterization of microorganisms from earthworm viscera for the conversion of fish wastes into liquid fertilizer. *Bioresource technology*, 101(14), 5131-5136, ISSN: 0960-8524, Publisher: Elsevier.
- López-Mtz, J. D., Díaz-Estrada, A., Martínez-Rubin, E., & Valdez-Cepeda, R. D. (2018). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra latinoamericana*, 19(4), 293-299, ISSN: 2395-8030, Publisher: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, AC.
- Luque, A. (2015). *¿Que es Biol?* Paperblog. <http://es.paperblog.com/que-esbiol-1537914>
- Pérez-Pérez, T., Pereda-Reyes, I., Oliva-Merencio, D., & Zaiat, M. (2016). Anaerobic digestion technologies for the treatment of pig wastes. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 50(3), 343-354, ISSN: 0864-0408, Publisher: Instituto de Ciencia Animal.
- Pla-Sentís, I. (2002). *Evaluación de impactos ambientales derivados de la degradación de suelos y su relación con Cambios Climáticos* [Shagardosky, T. 1998. Proyecto Territorial “Extensión y fomento del cultivo del garbanzo bajo las condiciones de Santi Spiritus” Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Santi Spiritus. INIFAT]. VI Escuela Latinoamericana de Física de Suelos (VI ELAFIS). Universidad de La Habana.
- Potsch, E., Pfundtner, E., Resch, R., & Much, P. (2004). Stoffliche Zusammensetzung und Ausbringung Eigenschaften von Gärrückständen aus Biogasanlagen (Composición y características de uso de los restos fermentados de las plantas de biogás). *Alpenlandisches Expertenforum*, 18, 19.
- Rice, E. W., & Bridgewater, L. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (American Public Health Association, Vol. 10). American Public Health Association Washington, DC.
- Riverol, M., & Alvarado-Capó, Y. (2015). *Alternativas para reducir la degradación de los suelos en Cuba y el enfrentamiento al cambio climático* (Sembrando en tierra viva. Manual de agroecología, La Habana, Cuba). Sembrando en tierra viva. Manual de agroecología La Habana, Cuba.
- Rodríguez, D. (2016). *Avances del Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos*. Instituto de Suelos, La Habana, Cuba.
- Sahu, B., Sahu, U., Tripathy, U., Barik, N., Agnibesh, A., Paikaray, A., Mohapatra, S., Senapati, S., & Sundaray, J. (2017). Fusion of sugar in-

Sánchez-Llevat et al.: Caracterización de la composición química del BIOL obtenido en la Isla de la Juventud

dustry and fish processing industry waste products in developing high value organic fertilizer and feed supplement. *International Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 2(4), 6-18.

Sanes, F. S. M., Strassburger, A. S., Araújo, F. B., & Medeiros, C. A. B. (2015). Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(3), 1241-1251, ISSN: 1676-546X, Publisher: Universidade Estadual de Londrina. <https://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1241>

Silva, L. (2012). La importancia de los abonos orgánicos. *La importancia de los abonos orgánicos*. <http://laimportanciadelosabonosorganicos.blogspot.com>

Suárez-Segura, D. (2009). *Caracterización de un compuesto orgánico producido en forma artesanal por pequeños agricultores en el departamento del Magdalena*. [Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias con Énfasis en Suelos, UNAL]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3270>

Walsh, A. (1955). The application of atomic absorption spectra to chemical analysis. *Spectrochimica Acta*, 7, 108-117, ISSN: 0371-1951, Publisher: Elsevier.

Iván Luis Sánchez-Llevat, Ing., Profesor asistente, Universidad Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa”, Carretera aeropuerto km 3½, Nueva Gerona, Isla de la Juventud, Cuba, e-mail: ilsanchez@uij.edu.cu ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0003-3243-4455>

Reinaldo Ravelo-Ortega, MSc., Profesor Auxiliar, Universidad Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa”, Carretera aeropuerto km 3½, Nueva Gerona, Isla de la Juventud, Cuba, e-mail: rravelo@uij.edu.cu ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-6651-5555>

Martha Moreno-Nuñez, MSc., Profesora asistente, Universidad Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa”, Carretera aeropuerto km 3½, Nueva Gerona, Isla de la Juventud, Cuba, mmoreno@uij.edu.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1774-4113>

Bárbara Vivian Covas-Constantin, MSc., Profesora asistente, Universidad Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa”, Carretera aeropuerto km 3½, Nueva Gerona, Isla de la Juventud, Cuba e-mail: bvcovas@uij.edu.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9204-2018>

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: I. L. Sánchez. Curación de datos: I. L. Sánchez, R. Ravelo. Análisis formal: I. L. Sánchez, R. Ravelo, M. Moreno, B. Covas. Investigación: I. L. Sánchez, R. Ravelo, M. Moreno, B. Covas. Metodología: I. L. Sánchez, R. Ravelo, M. Moreno, B. Covas. Supervisión: I. L. Sánchez. Validación: I. L. Sánchez, R. Ravelo. Redacción–borrador original: I. L. Sánchez. Redacción–revisión y edición: I. L. Sánchez, R. Ravelo, M. Moreno, B. Covas.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.



Programa de Asociación de País
Fortalecimiento de Capacidades para la Coordinación de Información y los sistemas de Monitoreo/ MST en Áreas con problemas de manejo de los Recursos Hídricos **CPP - OP15**



El “Programa de asociación de País” (CPP OP-15) en “Apoyo a la implementación del Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía de la República de Cuba”, recoge los fundamentos que propician el Manejo Sostenible de Tierras (MST). Para ello, propone fortalecer la coordinación entre las entidades nacionales, ofrece las alternativas para prevenir la degradación de tierras, así como recuperar y rehabilitar las funciones, resiliencia y productividad de los ecosistemas e incrementar la seguridad alimentaria.

Sus acciones se centran en la eliminación de las barreras que se oponen al logro del MST, mediante la aplicación de modelos que mejoren la integración entre los actores a todos los niveles, mediante acciones en el terreno, en el contexto de las políticas, el planeamiento, las regulaciones y en la toma de conciencia ciudadana en el manejo de los recursos naturales sobre bases científicamente argumentadas. En particular, el Proyecto 2 tiene como objetivo fortalecer la coordinación de la información y los sistemas de Monitoreo en la gestión de los recursos hídricos en función del MST”.

Todos por nuestra tierra

