

Título: Producción de biol y determinación de sus características físico-químicas.

Autores: Maricela Pérez Méndez*, Esteban Peña Peña*, Salvador Amado Lago Hechemendía*, Yamilé Batista Yero*, Amauris Hechavarría Hernández**

*Universidad de Las Tunas, Cuba

**Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, Cuba

Resumen

Se realizó una investigación con el propósito de elaborar diferentes tipos de biol y evaluarle diferentes parámetros físico-químicos para su empleo en la producción de hortalizas como bioestimulante líquido foliar. La elaboración se realizó a partir de la combinación de proporciones de tres tipos de estiércol (bovino, cunícula y ovino) con restos de Árbol del Neem y raquis de plátano. Se le realizaron a los bioles diferentes determinaciones físico-químico como pH, conductividad y los principales macro y micronutrientes para las plantas. Se observó que los bioles elaborados, no presentan uniformidad en cuanto a pH, conductividad y contenido de macro y micronutrientes en función de la materia prima que se empleó. Se destacan los bioles O1, O2, O3 y C1 fueron los que presentaron mayores contenidos de potasio y de amonio, así como los V1, C3, O2, O3 con mayor contenido de P_{total} .

Palabras clave: Biol, agricultura sostenible, bioestimulantes.

1-Introducción

La producción de hortalizas se ve afectada por diversos factores climáticos, enfermedades y plagas, por lo que la agricultura cubana no ha podido garantizar y asegurar la oferta de un producto de alta calidad de forma estable (Casanova, 2007).

Para lograr mejoras en las rendimientos se recurre en muchas ocasiones a los agroquímicos y pesticidas. Por lo que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2002) destacó que el uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura, y en especial las hortalizas, provoca efectos indeseados tanto en los humanos, así como en el suelo.

Sin embargo, han surgido técnicas agrícolas amigables con el ambiente, entre las que se encuentran la utilización de biofertilizantes, que contienen microorganismos benéficos para mejorar el crecimiento vegetal, además de suministrar nutrientes y mantener la calidad del suelo, sin afectar los rendimientos (Esitken, *et al.*, 2009).

La utilización de biofertilizantes y estimulantes es una práctica en progreso y aceptada por los productores; para este fin se emplean numerosos microorganismos solubilizadores de nutrientes, hongos antagonistas del suelo con efecto bioestimulante y hormonas vegetales que, en pequeñas cantidades, logran efectos significativos (Noda, *et al.*, 2016).

Varias instituciones científicas han trabajado en la obtención de diferentes sustancias estimuladoras, entre los que se destacan: Enerplant, Ecomic, Fosforina, Humus, Biol, entre otros.

FAO, (2013) recomendó la elaboración por los propios agricultores de biopreparados con propiedades bioestimulantes y biocidas con la utilización de insumos sencillos y procedimientos caseros. Estos pueden ser usados en programas de manejo integrado de plagas (MIP) en complemento con otras prácticas culturales, pues las plantas son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades cuando entre otras cosas no tienen una nutrición en forma equilibrada, por lo que se recomienda observar prácticas de manejo integrado del cultivo.

Uno de estos productos es el biol, el cual es una alternativa natural, capaz de promover y estimular el desarrollo de las plantas y sobre todo mejora y activa el poder germinativo de las semillas (Huayta, 2006 citado por Montesinos, 2013). Este puede ser diseñado y enriquecido en dependencia de las necesidades nutricionales y fisiológicas que requiera el cultivo. Puede ser elaborado sin mucha dificultad a través de un proceso de fermentación anaerobia con una válvula de escape de gases el cual puede ser almacenado para su utilización como biocombustible. Para ello se tiene en cuenta la disponibilidad de la materia prima a utilizar, algunas de las más importantes son el estiércol de animales, restos de alimentos, de cosechas, de podas, entre otras; a las que se les añade otros componentes tales como: agua, melaza, leche y leguminosas (Callizaya, 2015), y pueden añadirse además otros componentes de origen natural que actúen como repelentes contra plagas.

2-Materiales y Métodos

2.1-Proceso de fabricación de los bioles.

La elaboración del biol se desarrolló acorde con las indicaciones tomadas de IPES/FAO, (2010). Se elaboraron 9 tipos de biol a partir del empleo de diferentes fuentes y combinaciones de materias primas. La elaboración del biol comenzó el día 16 de mayo de 2016 y culminó con la filtración del producto el 16 de septiembre del 2016.

Los materiales, materias primas e instrumental empleados fueron:

Materias primas:

- Estiércol (vacuno, cunícula u ovino según la variante).
- Restos de ramas de especies vegetales.
- Agua destilada o agua de lluvia.
 - Leche.
 - Azúcar crudo.

Materiales y herramientas:

- Envases plásticos de 5 L de capacidad.
- Mangueras plásticas transparente.
- Jarra plástica graduada de 5 L.

- Balanza técnica digital marca Sartorius con capacidad máxima de 2200 g y precisión de 0,01 g.
- Espátula.
- Embudo.
- Envases plásticos desechables con capacidad de 1 L.
- Papel de parafina.
- Agua destilada o agua de lluvia.

La composición de los tipos de biol elaborados y su codificación se observan en la tabla 1:

Tabla 1. Elaboración del biol

Tipo de biol	Composición de materia orgánica		
V1	Estiércol vacuno (100 %)	R.A.N. (0 %)	R.H.P. (0 %)
V2	Estiércol vacuno (50 %)	R.A.N. (50 %)	R.H.P. (0 %)
V3	Estiércol vacuno (80 %)	R.A.N. (0 %)	R.H.P. (20 %)
C1	Estiércol cunícula (100 %)	R.A.N. (0 %)	R.H.P. (0 %)
C2	Estiércol cunícula (50 %)	R.A.N. (50 %)	R.H.P. (0 %)
C3	Estiércol cunícula (80 %)	R.A.N. (0 %)	R.H.P. (20 %)
O1	Estiércol ovino (100 %)	R.A.N. (0 %)	R.H.P. (0 %)
O2	Estiércol ovino (50 %)	R.A.N. (50 %)	R.H.P. (0 %)
O3	Estiércol ovino (80 %)	R.A.N. (0 %)	R.H.P. (20 %)
R.A.N.: Ramas de Árbol del Neem (<i>Azadirachta indica</i> ; <i>A. Juss</i>).			
R.H.P.: Raquis de hojas de plátano (<i>Musa sp.</i>)			

Las materias primas utilizadas fueron traídas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas, el mismo día en que se montaron los ensayos para garantizar su frescura.

2.2- Caracterización físico-química de los bioles que se elaboraron.

Se caracterizó químicamente el biol según las metodologías relacionadas en el Manual de Métodos Estándar para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales. 22a. edición (American Public Health Association: APHA-AWWA-WEF, 2012). Se realizaron las siguientes determinaciones:

- Conductividad eléctrica por conductimetría.
- pH por potenciometría.
- K⁺ y Na⁺ por fotometría de llama.
- P_{total} por espectrofotometría UV-Vis.
- Sólidos totales por gravimetría.
- Ca²⁺ y Mg²⁺ por complejometría.
- NH₄⁺ por electro selectivo a amonio.

3-Resultados y discusión

Según se observa en la tabla 4 el pH osciló desde 3,36 observado en O3 (elaborado con estiércol ovino al 80 % y adición de 20 % de restos de raquis de hoja de plátano), hasta 7,96 medido en la variante V3 (elaborado con estiércol bovino al 80 % y adición de 20 % de restos de raquis de hoja de plátano).

De acuerdo a los criterios dados por la Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes (Aefa), (2017) acerca del comportamiento de este indicador en los suelos, para el caso de los bioles elaborados el análisis arrojó que O1 tuvo un pH neutro y el de V3 se clasifica como básico. Sin embargo, según la propia fuente cuando el pH en el suelo es inferior a 4,5 se dice que es extremadamente ácido y las condiciones del suelo son muy desfavorables; valores en este rango se observaron en las variantes, V1, V2 y O3.

Si el valor oscila entre 4,5 y 5 el suelo es muy fuertemente ácido y existe una posible toxicidad por efecto del aluminio. En este rango se encontró C2.

En el rango de 5,1 a 5,5 estuvieron C1 y O2; mientras C3 estuvo entre 5,6 y 6. Para estos casos Aefa, (2017) indicó que de 5,1 a 5,5 el suelo es fuertemente ácido y suele ir acompañado de deficiencia de Ca, K, Mg, N, P, S, Mo, así como exceso de Cu, Fe, Mn, Zn, Co y la actividad bacteriana en el suelo es escasa. La fuente indica además que de 5,6 a 6 es medianamente ácido y es un suelo adecuado para la mayoría de los cultivos.

Lo anterior es el criterio aplicable al pH observado en el suelo, lo cual no significa que la aplicación del producto a la planta y con ello al suelo genere los mismos resultados que los descritos por la fuente. Arteaga, Garcés, Novo, Guridi, Pino, Acosta, Pasos y Besú, (2007) al evaluar el efecto sobre el suelo del bioestimulante Liplant producido a partir de estiércol bovino reportaron de

acuerdo a sus resultados que este producto, en su uso continuado a largo plazo (dos años), no provocó cambios en la concentración de microorganismos del suelo estudiados, ni en su actividad biológica en ninguna de las dosis aplicadas, así como en las condiciones del medio donde estas se desarrollan, las cuales pueden ingresar pequeñas fracciones de sustancias húmicas y nutrientes beneficiosas para la actividad metabólica de los microorganismos del suelo, provocando una influencia positiva al medio en su uso continuado.

Tabla 2 Características físico-químico de los bioles.

Biol	pH	CE (dS. cm ⁻¹)	Na ⁺ (mg. L ⁻¹)	K ⁺ (mg. L ⁻¹)	NH ₄ ⁺ (mg. L ⁻¹)	P _{total} (mg. L ⁻¹)	Mg ²⁺ (mg. L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg. L ⁻¹)	ST (mg. L ⁻¹)
V1	3,36	0,06	25,5	232,5	0,03	159,81	336	400	12556
V2	3,37	0,06	25	245	0,24	68,49	240	400	13118
V3	3,41	0,05	31,5	737,5	0,4	22,83	168	200	8950
C1	5,70	0,25	76,5	2555	698,3	94,6	-	1200	22564
C2	7,10	0,14	34,5	1850	401,9	32,6	378	270	8852
C3	5,39	0,10	27	1302,5	333	140,24	264	960	14144
O1	7,96	0,17	55	2662,5	455,7	22,83	486	140	9684
O2	5,27	0,20	49	2450	401,9	189,16	-	800	20158
O3	4,86	0,12	36,5	2025	68,96	156,55	528	600	12804

Aparcana y Jensen, (2008) en un estudio sobre el valor fertilizante de cuatro tipos de biol producidos a partir de estiércol de vaca reportaron valores de pH de 7,96; 8,1 y de 6,7 a 7,9. Como se observa los medidos en el presente trabajo se encuentran por debajo de estos en la mayor parte de los casos, excepto en V3 que coincide con uno de los tipos de biol al igual que para los reportados por Guanopatín, (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.

De acuerdo al valor del pH obtenido en algunos de los tipos de bioles elaborados, se infiere que las condiciones para la fabricación del biol según recomendaciones

dadas por Ipes / FAO (2010) deben ser monitoreadas, pues aun cuando se mantuvo el producto en condiciones anaeróbicas durante cuatro meses, el pH extremadamente ácido observado indica que el proceso aún no había concluido. Respecto al contenido de iones, algunos de ellos macronutrientes muy importantes para la nutrición vegetal se observó que la mayor riqueza en contenido de potasio (K^+) se midió en las variantes O1, C1, O2 y O3 que en todos los casos presentaron valores superiores a 2000 mg. L^{-1} sobre todo en los tres primeros en que fue muy alto.

Respecto a la conductividad eléctrica de los productos esta fue baja en todas las variantes y osciló desde $0,05 \text{ dS.cm}^{-1}$ en V3 hasta $0,25 \text{ dS.cm}^{-1}$ observado en C1.

Con un contenido de este ion entre 1000 y 2000 mg. L^{-1} estuvieron C2 y C3 con 1850 y $1302,5 \text{ mg. L}^{-1}$ respectivamente mientras los demás productos alcanzaron valores muy bajos por debajo de este rango; es notable que en los que menor contenido de K^+ se midió fue en aquellos elaborados a partir del estiércol bovino puro o con adición de restos vegetales.

En todos los casos estuvieron muy por encima de los reportados por Aparcana y Jensen, (2008) que estuvieron en un rango de $0,29$ a $4,2 \text{ mg.Kg}^{-1}$ (unidad equivalente a la empleada en el presente trabajo).

De la Rosa (2012) encontró valores altos del ion K^+ para ocho tipos de biol fabricados con estiércol, pero sus resultados fueron reportados en base a materia seca.

Similar tendencia a la descrita para el ion K^+ fue la observada para el NH_4^+ con los valores más altos en los productos C1, O1, O2 y C2, mientras los menores los alcanzaron los elaborados con estiércol bovino y sus combinaciones.

Los valores del ion NH_4^+ más altos están muy por encima de los reportados para productos similares elaborados con estiércol bovino reportados por Aparcana y Jensen, (2008) que variaron de $1,08$ a $1,27 \text{ mg. Kg}^{-1}$ solo parecidos a los medidos en este trabajo para productos de origen similar (estiércol bovino).

El NH_4^+ es un precursor del nitrógeno, pues según White (1987) y Marschner (1998) citados por Rodríguez y Flórez, (2004) este macronutriente se absorbe

por las raíces de las plantas, preferentemente, en forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+)

De acuerdo al criterio de Rodríguez y Flórez, (2004) el potasio es vital para la fotosíntesis y síntesis de proteína, se asocia con más de 60 funciones enzimáticas, aumenta la resistencia a enfermedades, disminuye el efecto de vuelco y mejora la resistencia a sequía de la planta, mientras el nitrógeno tiene funciones en la formación de clorofila, aminoácidos, proteínas y vitaminas, es esencial para lograr altos rendimientos y frecuentemente se encuentra deficiente y limitante en los sistemas de producción. Por estas razones el resultado obtenido para ambos iones es importante pues indica que en los casos en que sus valores sean altos el producto tiene la capacidad de aportarle a la planta dos macronutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de la planta.

Respecto a los demás iones (fósforo total, Mg^{2+} y Ca^{2+}) las variantes mencionadas anteriormente, aunque no tuvieron los más altos contenidos en todos los casos tampoco estuvieron entre los más bajos. Si en todos los casos los productos elaborados con estiércol bovino alcanzaron bajos valores sobre todo cuando se preparó el producto a base de la combinación de estiércol puro de vaca y restos vegetales de Neem o de raquis de plátano. Esto debe ser tomado como indicación para futuras investigaciones relacionadas con el tema. Aparcana y Jansen, (2008) afirman que el biol presenta en lo común, una baja presencia de materia seca (sólidos totales) que van entre 1 – 5%. En relación al fósforo, calcio, potasio, magnesio etc. contenidos en el biol las variaciones de las cantidades entre el material entrante y el saliente son bajas. Como en nitrógeno, también para el fósforo aumenta la disponibilidad del mismo. Para el calcio, potasio y magnesio los cambios son mínimos. Respecto a la variación del contenido de azufre, este se reduce dado que parte del mismo se elimina con el biogás.

Chinguercela, (2000) citado por Guanopatín, (2012) manifiesta que “es una investigación que apuesta por el futuro, con un equipo de técnicos expertos en agricultura orgánica presenta una alternativa para garantizar la calidad y purezas de las cosechas: el fitoestimulante biol. Este preparado que aplicado al suelo no solo mejora la estructura sino, que por las hormonas y precursores hormonales

que contienen provocan un mayor desarrollo de las plantas y hace más efectiva la acción de los microorganismos allí existentes”.

Aparcana y Jensen, (2008) afirma que gracias al proceso bioquímico de las bacterias se forman las hormonas vegetales de crecimiento (por ejemplo, Adeninas, Purinas, Auxinas, Giberelinas y Citoquininas).

4-Conclusiones

- Los bioles elaborados a partir de estiércol cúnicula y ovino presentaron valores de pH menos ácidos que los de estiércol vacuno, lo cual los hace más adecuados para la aplicación foliar a hortalizas. Sin embargo, los bioles de estiércol son los que presentan menor valor de conductividad eléctrica.
- En cuanto al contenido de macronutrientes los bioles que se elaboraron a partir de estiércol ovino y C1 fueron los que presentaron los contenidos de potasio y de amonio más altos y los bioles V1, C3, O2, O3 fueron los que presentaron mayor contenido de P_{total} .
- En cuanto al contenido de micronutrientes (Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) no se observó mucha diferencia por el empleo de una materia orgánica u otra.

5-Bibliografía

1. Aefa (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes). 2017. <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/clasificacion-del-ph> [Consulta 16/06/2017].
2. Aparcana, S.; Jansen, A. 2008. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “fermentación anaeróbica” para producción de biogás. German ProfEC. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwirgpmh_sLUAhWHVYKUHUoZCWcQFgghMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.german-profec.com%2Fcms%2Fupload%2FReports%2FEstudio%2520sobre%2520el%2520Valor%2520Fertilizante%2520de%2520los%2520Productos%2520del%2520Proceso%2520Fermentacion%2520Anaerobica%25

[20para%2520Produccion%2520de%2520Biogas_ntz.pdf&usg=AFQjCN GtzBZrWgCx8OObbIJFiJpvuZAzJQ](#) [Consulta 16/06/2017].

3. Apha-Awwa-WEF 2012 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th Edition. 9-66 a 9-72, métodos 9221 B y C.
4. Arteaga, M.; N. Garcés, R. Novo, F. Guridi, J. Pino, M. Acosta, M. Pasos y D. Besú. 2007. Influencia de la aplicación foliar del bioestimulante Liplant sobre algunos indicadores biológicos del suelo. Revista Protección Veg. Vol. 22 No. 2 (2007): 110-117. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522007000200007 [Consulta 16/06/2017].
5. Callizaya, S. 2015. Efecto de la aplicación de biol sobre el comportamiento productivo del Pepino (*Cucumis sativus*, L.) bajo condiciones de carpa solar. Tesina de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, 58 pp. Disponible en <http://bibliotecadigital.umsa.bo:8080/rddu/bitstream/123456789/5720/1/TS-2075.pdf> [Consulta 16/06/2017].
6. Casanova, A. 2007. Manual para la producción protegida de hortalizas.
7. De la Rosa, J. 2012. Análisis físico y químico de fertilizante orgánico (biol) producido por biodigestores a partir de estiércol de ganado. Memoria de Residencia Profesional Ingeniería en Agronomía. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, 42 pp. Disponible en <https://www.scribd.com/document/272243144/Analisis-Fisico-y-Quimico-de-Fertilizante-Organico-Biol-Jonatan-de-La-Rosa-Mendez> [Consulta 16/06/2017].
8. Esitken A., E. Yildiz, S. Ercisli, F. Donmez, M. Turan y A. Gunes 2009. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. ELSEVIER. Scientia Horticulturae 124: 62–66. www.elsevier.com/locate/scihorti. [Consulta 16/06/2017].

9. FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso: una guía de bolsillo para los oficiales de extensión. 86 pp. <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf> [Consulta 16/06/2017].
10. FAO. 2013. Agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe. http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/CMVALC/la_habana.html [Consulta 16/06/2017].
11. Guanopatín, M. 2012. Aplicación de biol en el cultivo establecido de Alfalfa (*Medicago sativa*, L.). Tesis Lic. Agr. Cevallos. Universidad Técnica de Ambato Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. 93p. Disponible en edi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf [Consulta 16/06/2017].
12. Ipes / FAO. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana Primera Edición, noviembre de 2010. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf> [Consulta 16/06/2017].
13. Noda, Y. y Martín, G. 2016. Resultados preliminares de la poda y de la aplicación de FitoMas-E en el rendimiento de *Jatropha curcas* y de cultivos asociados. Pastos y Forrajes, 39(4), 246-251.
14. Montesinos, D. 2013. Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto. Tesis previa a la obtención del título de Magister en Agroecología y Ambiente. UNIVERSIDAD DE CUENCA, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE. 59 pp. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4706/1/TESIS.pdf> [Consulta 16/06/2017].
15. Rodríguez, M. y V. Flórez. 2004. Elementos esenciales y beneficiosos. 12 pp. Disponible en <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3133/F13.pdf?sequence=1> [Consulta 16/06/2017].