



10th INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

Evaluación de biofertilizante líquido y sólido como residuos energéticos provenientes de la biomasa degradada por biodigestión en la producción de plantines hortícolas en la Facultad de Ciencias Agropecuarias - Córdoba – Argentina

STOBBIA, D.^a, VIERA FERNÁNDEZ B.^a, DUTTO J. ^a, LEDESMA A. ^a

a. *Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias., Córdoba, Argentina.*

* *dstobbia@hotmail.com*

Resumen

El uso de biodigestores es un claro ejemplo de Tecnología Socialmente Apropriada, generando biogás a escala doméstica o comercial además de biofertilizante líquido y sólido. La biodigestión es un proceso natural que corresponde al ciclo anaerobio del carbono, accionado y combinado con diferentes grupos bacterianos en ausencia total de oxígeno, utilizando la materia orgánica para alimentarse y reproducirse. En esta digestión se logra identificar dos tipos de productos como abonos: el bio abono líquido que se denomina “biol” (efluente) y el bio abono sólido llamado biosol (lodo digerido). Estos biofactores promueven el crecimiento de los vegetales y se pueden aplicar tanto al follaje como a la semilla por medio de la imbibición. El objetivo general de este trabajo es evaluar los comportamientos del biofertilizante líquido y sólido, provenientes de biomasa de residuos sólidos urbanos (RSU) sobre la germinación y crecimiento de plantines hortícolas.

Se plantearon 5 tratamientos para el biol, T1: 100% Agua, T2: 75% Agua y 25% Biol, T3: 50% Agua y 50% Biol, T4: 25% Agua y 75% Biol y T5: 100% Biol. Para el biosol los tratamientos fueron, T1: 100% Suelo, T2: 75% Suelo y 25% Biosol, T3: 50% Suelo y 50% Biosol, T4: 25% Suelo y 75% Biosol y T5: 100% Biosol.

Si bien ambos biofertilizantes promueven energéticamente mayor crecimiento de plántulas y mayor porcentaje de germinación, las dosis utilizadas son diferentes según sea sólido o líquido. Los residuos sólidos urbanos dan lugar a una biomasa residual con un importante potencial biológico para mejorar los suelos degradados y la producción hortícola o biointensiva.

Palabras Claves: Biofertilizante; biodigestión, germinación, crecimiento de plántulas, bioproducción.

1. Introducción

La solución para disminuir la biomasa residual domiciliar transformándola en un producto final compatible con el ambiente y con valor en el mercado justifica el desarrollo de procesos biológicos, basados en la descomposición de la materia orgánica por la acción de microorganismos en condiciones adecuadas de humedad, temperatura y aireación (Lombrano, 2009, Sufian y Bala, 2006, Gropelli y Gianpaoli, 2001, Amiguna y von Blottnitz, 2010, Mwirigi et al.,2009, Geng et al., 2010, Stobbia et al 2011 y 2012).

La valorización energética es una de las alternativas más interesantes para el aprovechamiento de los residuos de origen orgánico como restos de cultivos, de forestales, de residuos sólidos urbanos, entre

otros. En forma natural la biomasa se degrada aeróbicamente por acción de bacterias y microorganismos que dependiendo del origen de la materia orgánica actúan de una forma u otra, determinando complejos mecanismos que terminan transformando la estructura original de la biomasa (Stobbia et al., 2009).

El uso de biodigestores es un claro ejemplo de Tecnología Socialmente Apropiada (TSA), generando biogás a escala doméstica o comercial y biofertilizante líquido y sólido.

La biodigestión es un proceso natural que corresponde al ciclo anaerobio del carbono, accionado y combinado con diferentes grupos bacterianos en ausencia total de oxígeno, utilizando la materia orgánica para alimentarse y reproducirse. Las etapas de esta digestión se desarrollan con valores de pH de 6 a 7,5 y temperaturas entre 10 a 37° C rango aceptable para las bacterias mesófilas (Deublein y Steinhäuser, 2008).

La biomasa de residuos sólidos urbanos (RSU) está referida no solo a la presencia de gas sino también a otros productos como el biosol y el biol, es decir biofertilizante sólido y líquido que se originan como lodo digerido y efluente líquido. (Soria Fregoso et al., 1998, Gralick, et al., 2005).

El biol es el efluente líquido que se descarga frecuentemente de un digestor y por medio de filtración y floculación se separa la parte líquida de la sólida. Este biofactor energético promueve el crecimiento de los vegetales y se puede aplicar tanto al follaje como a la semilla por medio de la imbibición. (Stobbia et al., 2013, Elias Castells, 2009, Elias Castells y Borda, 2011, Vargas, 2010)

El biol aumenta el porcentaje de germinación y el crecimiento de los cultivos ya que contiene: materia orgánica, nutrientes esenciales, hormonas de crecimiento, vitaminas y aminoácidos.

El biosol (lodo digerido) similar a un compost es una primitiva forma de biorremediación, donde los residuos de la recolección domiciliar se colocan en biodigestores para ser biodegradados. Los biodigestores pueden ser alimentados con distintos tipos de biomasa y la caracterización de las materias primas resultan de gran utilidad para medir principalmente el contenido de sólidos totales y volátiles. Toda materia orgánica residual que se destine como alimentación para un biodigestor, generalmente está compuesta por una importante cantidad de agua y una fracción de sólidos totales (ST). (García Gil, 2001) (Varnero, 2001; Varnero et al., 2004).

Las mezclas de biomasa deben contener entre un 7 y 9 % de ST y una relación C/N =30 para obtener los mejores resultados en la digestión anaeróbica, dentro del biodigestor. (INTA, 1993)

El objetivo general de este trabajo es evaluar los comportamientos de biofertilizante líquido y sólido, provenientes de biomasa de residuos sólidos urbanos sobre la germinación y crecimiento de plantines.

2. Métodos

Se trabajó con biol y biosol obtenidos de un biodigestor tipo Hindú modificado construido en la Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNC, Argentina, teniendo en cuenta parámetros tales como: volumen de carga (volumen total de material orgánico diluido con el agua necesaria para introducirlo en el biodigestor), tiempo de retención (se calculó dividiendo el volumen útil del biodigestor por el volumen de la carga diaria, expresando el valor en días), volumen de biodigestor (volumen efectivamente útil para la biodigestión, expresado en m³), volumen de gasómetro (capacidad de almacenamiento de biogás en función de una demanda puntual) y velocidad de carga (cantidad de materia orgánica que se introduce por unidad de volumen por día, expresada en kg. de sólidos volátiles por m³ por día). El mismo tiene una capacidad de carga diaria de 7 kg de biomasa.

El material orgánico o biomasa con el que se alimentó el biodigestor son los RSU: frutas, verduras, yerba y restos de comida sin carne, grasas y huesos.

El biol de los RSU, fue obtenido de la pileta de almacenamiento del biodigestor, filtrado y posteriormente diluido en agua en distintas concentraciones. Estas diluciones se utilizaron para poner a germinar semillas de hortalizas, rabanito (*Raphanus sativus* L) siendo las unidades experimentales (UE), cajas de Petri, en las cuales se sembraron 20 semillas con 3 repeticiones para cada tratamiento. Se colocaron 7 días en cámara de germinación, midiendo posteriormente las variables de crecimiento.

Se plantearon 5 tratamientos: T1: 100% Agua, T2: 75% Agua y 25% Biol, T3: 50% Agua y 50% Biol, T4: 25% Agua y 75% Biol y T5: 100% Biol.

El biosol obtenido de la misma biomasa, fue extraído del fondo de la cámara de descarga del biodigestor a un tiempo de 12 meses de iniciado el proceso de biodigestión. Fue secado a temperatura ambiente y se analizó su composición microbiológica en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) – UNC, resultando apto para los cultivos hortícolas. El suelo testigo utilizado para las mezclas fue extraído del Campo Escuela de la FCA-UNC. Este suelo es

Haplustoléntico, franco limoso en superficie y sub suelos con capacidad de uso III e índice de productividad 68.

Se plantearon 5 tratamientos: T1: 100% suelo, T2: 75% Suelo y 25% Biosol, T3: 50% Suelo y 50% Biosol, T4: 25% Suelo y 75% Biosol, T5: 100% Biosol.

Este ensayo se realizó con biosol originado en condiciones controladas por lo que el mismo carece de otros compuestos tóxicos como el caso de los metales pesados que podrían estar presente en los RSU.

Se trabajó con semillas de rabanito, al igual que el ensayo con biol y las UE utilizadas fueron macetas de 150 cm³ en las cuales se sembraron tres semillas en condiciones de capacidad de campo. Se efectuaron tres repeticiones para cada tratamiento y se midió el crecimiento de los plantines, teniendo en cuenta largo de raíces, de parte área y la relación parte área/parte radical.

El Estudio Experimental fue un Diseño Completamente Aleatorizado, con Unidades Experimentales (UE) homogéneas.

Como prueba para comparar los distintos tratamientos se aplicó el Análisis de la Varianza (ANAVA) y Test de Fisher.

3. Resultados

En las figuras 1 y 2 se puede observar que el mayor crecimiento de plantines de rabanito en el biol corresponde al tratamiento de 25% de biol y 75%. de agua. En el tratamiento con biosol el mayor crecimiento corresponde a la proporción de 75% de biosol y 25% de suelo. (Alfa=0,05)

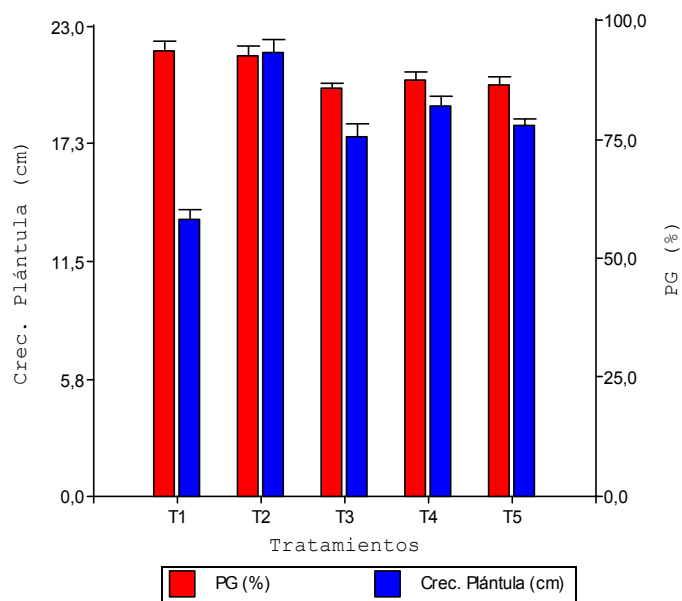


Fig. 1. Poder germinativo y crecimiento de plántulas en T1: 100% Agua, T2: 75% Agua y 25% Biol, T3: 50% Agua y 50% Biol, T4: 25% Agua y 75% Biol y T5: 100% Biol.

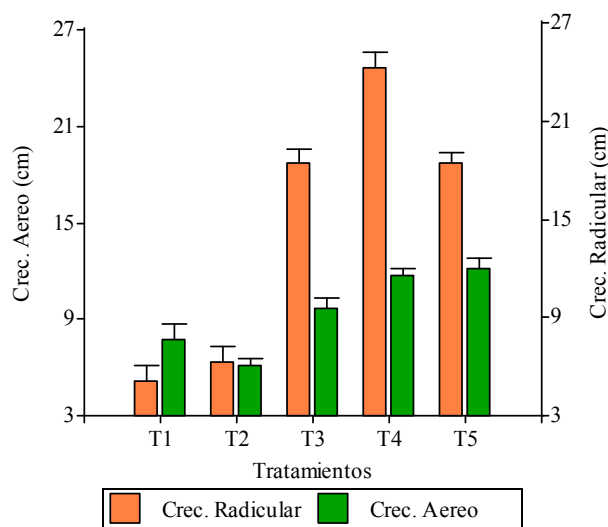


Fig. 2. Crecimiento de plántulas en T1: 100% suelo, T2: 75% Suelo y 25% Biosol, T3: 50% Suelo y 50% Biosol, T4: 25% Suelo y 75% Biosol, T5: 100% Biosol.

El biosol por sus características nutricionales que intervienen en el metabolismo y en el crecimiento de los plantines sería similar desde este punto de vista a los procesos que se realizan a partir de residuos urbanos para la obtención del compost, en donde la biodigestión en este caso es por microorganismos aeróbicos.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten inferir que los bioabonos pueden competir con los fertilizantes químicos en la producción hortícola biointensiva, produciendo un ahorro energético con respecto a otros abonos convencionales en suelos degradados.

El biol al 25% (T2) resulta ser un mejorador del poder germinativo y del crecimiento de plántulas.

Contar con un producto no contaminante que ofrezca nutrientes, sustancias hormonales, proteínas y bacterias biocontroladoras, que permita aumentar el poder germinativo y el crecimiento de las plántulas, constituye una excelente alternativa para la producción biointensiva.

Para el caso del biosol el mayor crecimiento de plantines de rabanito se obtiene en la mezcla correspondiente al tratamiento con 25% Suelo y 75% de Biosol (T4). En general a partir de mezclas al 50% de suelo y biosol se podría utilizar este biofertilizante obteniéndose los mismos resultados o sea mayor crecimiento tanto de parte aérea como radicular.

Por lo tanto es posible concluir que los residuos sólidos urbanos tratados en este experimento, dan lugar a una biomasa residual con un importante potencial para obtener energía y biofertilizantes de alta calidad con posibilidades de mejorar los suelos y la producción hortícola biointensiva.

Las ventajas que tiene el uso de biofertilizantes es que incorporan nutrientes al suelo (N, P, Ca, K, Mg, ácidos húmicos y fúlvicos), estimula la actividad microbiana descomponiendo la materia orgánica, aumenta la estabilidad del suelo y mejora su estructura, favoreciendo la aireación y retención de la humedad. Por otra parte la actividad fitohormonal incide sobre la germinación de la semilla y plántulas en crecimiento, ya que en una primera etapa aumenta la actividad mitótica de los meristemas y en una segunda favorece el desarrollo de las raíces.

Las características señaladas anteriormente son muy importantes para la producción biointensiva de alimentos ya que el aumento de esta producción puede producir cuatro veces más que el promedio de la agricultura química, utilizar hasta cinco veces menos agua, mejorando la estructura y nivel de la materia orgánica del suelo.

Referencias

- Amiguna B. y von Blottnitz H. 2010. "Capacity-cost and location-cost analyses for biogas plants in Africa". Resources, Conservation and Recycling.
- Doublein D.; Steinhäuser A. 2008. "Biogas from waste and renewable resources: An introduction"

Wiley- VCH Verlag GmbH &Co KGaA, Weinheim. 443p.

Elias Castells X. 2009. Reciclaje de residuos industriales, residuos solidos urbanos y fangos de depuradoras 2da edición Ed. Díaz de los Santos España.

Elias Castells X.; Borda S. 2011. Energía, agua, medio ambiente, territorialidad, y sostenibilidad 1era edición Ed. Díaz de los Santos España.

García Gil, J.C. 2001. Efectos Residuales y acumulativos producidos por la aplicación de compost de Residuos urbanos y lodos de depuradoras sobre agro sistemas mediterráneos degradados. Tesis Doctoral. Universidad autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias.

Geng Y., Tsuyoshi F. y Chen X. 2010. "Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki". Journal of Cleaner Production 18, 993 -1000.

Gralick, D.W. and Degra, A.S. 2005. The final disposal of raw material. 3rd ed. Mac Leod, New York, USA.

Groppelli E. y Giampaoli O. 2001. "Ambiente y Tecnología Socialmente Apropiada". Centro de Publicaciones, Secretaria de Extensión, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.1993. "Biogás: Energía y Fertilización – Manual de Producción y Utilización". Dpto de Ingeniería Rural. Castelar.

Lombrano, A. 2009. Cost efficiency in the management of solid urban waste. Resources, Conservation and Recycling 53: 601 – 611.

Mwirigi J., Makenzi P. y Ochola W. 2009. "Socio-economic constraints to adoption and sustainability of biogas technology by farmers in Nakuru Districts", Kenya, Energy for Sustainable Development 13, 106 – 115.

Soria Fregoso, M. de J.; Ferrera-Cerrato, R.; Etchevers Barra, J.; Alcántar González, G.; Trinidad Santos, J.; Borges Gómez, L. and Pereyda Pérez, G. 1998. Produccion de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta liquida de cerdo Rev. Terra 19: 353-362 Valencia ,España.

Stobbia D; B. Viera Fernández y A. Ledesma. 2013. Biomasa de Residuos Sólidos Orgánicos para la producción de Bioenergía (biogás) con transferencia a la Comuna de General Fotheringham, Córdoba, Argentina. Revista Nexo Agropecuario Vol 1 N 2

Stobbia Daniel, Cabanillas Carmen, Eimer Griselda, Carlos Poncio, Viera Fernández Beatriz, Couzo Romualdo, Ledesma Alicia. 2011. "Reducción rápida de residuos sólidos orgánicos por degradación con microorganismos aeróbicos inoculados"II Congreso Internacional de Ambiente y Energías Renovables. Universidad Nacional de Villa María, Córdoba.

Stobbia, D.; B. Viera Fernandez; J.Dutto y Ledesma, A. 2015. Manejo Sustentable del efluente obtenido en proceso de biodigestión utilizado como biofertilizante liquido en la pre-germinación de semillas hortícolas- AA2015 - II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental II Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental CABA Argentina 1-4/12/2015 ISBN 978-987-46096-0-1

Stobbia, D.; G. Eimer, C. Cabanillas y Ledesma, A. 2009. Manejo eco-compatible de residuos biodegradables domiciliarios. Etapa I: Desarrollo de un Biodigestor piloto para obtener biogás y biofertilizante (lombricompuesto). 1º Congreso Internacional de Ambiente y Energías Renovables. Villa María, Córdoba. Edición Digital. ISBN: 978-987-1253-62-3.

Stobbia, D; C. Cabanillas, G. Eimer, C. Poncio, B. Viera Fernández, R. Couzoy A. Ledesma.2012. "Manejo ambiental y tecnológico de residuos sólidos orgánicos domiciliarios como sustrato de biodigestion (biogás) en la comuna de General Fotheringham, Cordoba-Argentina" Argentina y Ambiente 2012. Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental I Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. Mar del Plata.

Sufian M. y Bala B. 2006. "Modelling of electrical energy recovery from urban solid waste system: The case of Dhaka city". Renewable Energy 31, 1573 – 1580.

Vargas, M.F. 2010. Evaluacion de la calidad química y microbiológica del efluente de dos biodigestores a escala en el ITCR para la utilización como bioabono en ensayos de invernadero. Bachiller en Ingeniería en Biotecnología. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Varnero, MT; Faúndez, P; Santibañez, C. 2004. "Evaluación de lodo fresco y compostado como materia prima para la elaboración de sustrato", Actas del Simposio de las Ciencias del Suelo- Residuos orgánicos y su Uso en Sistemas Agroforestales-, 361-365, Temuco- Chile.

Varnero, MT. 2001. "Desarrollo de sustratos: compost y bioabonos: Experiencias Internacionales en la rehabilitación de espacios degradados". Univ. De Chile, Fac. Cs. Forestales. Publicaciones Misceláneas Forestales Núm.3,123 p.21-30.