

Digestores anaeróbicos para la producción de gas y biol

Ph.D. Carlos Orlando Hernández Suárez

Doctor en Ciencias técnicas,
Ingeniero Hidráulico, Profesor Investigador de la UAGRM.

Ing. Carmen Ofelia Maida Vargas

Diplomada en Tratamiento de aguas residuales
Ingeniera Industrial, Profesora Titular de la UAGRM.

RESUMEN

En el trabajo se presentan los aspectos a tener en cuenta sobre el uso y aplicación de los digestores anaeróbicos, que se emplean tanto para el tratamiento de desechos orgánicos, como excretas de animales y de humanos, restos de cosechas y de procesos agroindustriales, como para la producción y aprovechamiento energético de los gases y lodos producidos en el interior del mismo.

Adicionalmente se exponen los resultados obtenidos durante la experimentación realizada a través de la construcción de un biodigestor a pequeña escala y en condiciones reales de funcionamiento.

1. ANTECEDENTES

La creciente producción de desechos sólidos y líquidos, que se obtienen como resultado de las distintas actividades que realizan las poblaciones humanas para satisfacer sus necesidades básicas de supervivencia y confort, ha originado que constantemente el medio ambiente se vea contaminado por el inadecuado tratamiento y disposición final de dichos desechos.

Los métodos tradicionales que se han venido utilizando para el tratamiento de efluentes contaminados no han logrado una eficiencia óptima, en la disminución de los

índices de contaminación de las aguas servidas a fin de que no sean agresivas a los cuerpos receptores.

Es por ello que la biodigestión de desechos orgánicos, como excretas de animales y de humanos, restos de cosechas y de procesos agroindustriales, se presenta como una alternativa factible de realizar en el campo, tanto por los costos que requiere, como por el saneamiento ambiental logrado y la producción de energía que se origina.

2. DEFINICIÓN DE BIODIGESTOR

Un biodigestor es un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformarlo en BIOGÁS y fertilizante conocido como BIOL.

El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, calefacción o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere electricidad.

El fertilizante, llamado biol, inicialmente se consideró un producto secundario, pero actualmente se está tratando con la misma importancia, que el biogás, ya que provee a las familias de un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas.

Con el biodigestor se resuelven los problemas de contaminación de las porquerizas, a la par que permite la producción de BIOGAS y BIOL.

3. DEFINICIÓN DE BIOGAS

El biogás es aquel que se produce por medio de la fermentación, y la acción de las bacterias sobre restos de vegetales, estiércol de animales y humanos, en recipientes sin oxígeno.

El biogás está conformado por un 55% a un 70% de metano, lo que le da gran poder para la cocción de alimentos; un 25% a un 45% de dióxido de carbono; y otras cantidades pequeñas de nitrógeno, oxígeno, sulfuro de hidrógeno y monóxido de carbono.

4. USOS QUE SE LE PUEDE DAR AL BIOGAS OBTENIDO EN UN BIODIGESTOR

El biogás producido en un biodigestor se puede emplear:

- Como combustible limpio, que sustituye la leña, bosta seca o gas de garrafa, para cocinar.
- Para la iluminación con lámparas de gas comerciales.
- En la calefacción de chiqueros.
- En la desinfección de chiqueros.
- Para la incineración de animales muertos.
- Para mover motores eléctricos o refrigeradores a gas.
- Como fuente de energía limpia y renovable para desarrollar cualquier actividad doméstica o productiva.

5. DEFINICIÓN DE BIOL

El BIOL es un abono orgánico líquido (ver figura 1), que se obtiene como resultado de la descomposición de los residuos animales, humanos y vegetales, dentro del biodigestor, en ausencia de oxígeno disuelto. Es un excelente abono foliar que contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes.

Entre las características a destacar en el BIOL es que no tiene mal olor, es ligeramente alcalino, su pH varía entre 6,9 a 7,5, lo que permite regar en algunos casos directamente a los cultivos, sin tratamiento previo. En la tabla 1 se presenta la composición química del bioabono.

COMPONENTES DEL BIOABONO	PORCENTAJE
NITRÓGENO	3,0 %
FÓSFORO	1,5 %
POTÁSIO	1,0 %
MATERIA ORGÁNICA	85 %

Tabla 1. Composición química del bioabono (BIOL)

6. USOS QUE SE LE PUEDE DAR AL BIOL

El biol puede ser utilizado:

- En la preparación del terreno para la siembra. En estos casos se recomienda el uso del fertilizante recién salido del biodigestor para regar cada surco.
- Mejorar la condición germinativa de las semillas, introduciéndola en una mezcla de 1 a 1 de fertilizante BIOL con agua por un tiempo de 4 o 5 horas, el día antes de la siembra.
- Fumigar las plantas (uso como fertilizante foliar) con una mezcla de una parte de fertilizante BIOL y 20 de agua, cuando la planta está crecimiento.
- Para fumigar tras una helada, así como cuando ya comienza el fruto a aparecer, pero nunca durante la floración, ya que podría llegar a quemar la planta.
- Para abonar las plantas y cultivos en general, ya que los elementos que contiene este fertilizante son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio y cantidades menores de cobre, cinc, manganeso, y otros elementos que requieren dichas plantas para su desarrollo.
- Proveer hortalizas y cultivos completamente libres de agroquímicos.
- Para abonar tanto cultivos perennes como en árboles forrajeros que sirven de alimento para el ganado.
- Para el abono de cultivos anuales de alto valor en el mercado, como es el caso de las hortalizas (zanahoria, chayote, rábano, lechuga, cebolla y ajo, entre otros), por su alto valor nutritivo para las plantas.

- h. Para fertilizar plantas acuáticas y ornamentales, y también encuentra aplicación para el cultivo de peces, pues se fertilizan los estanques para producir algas y fitoplancton que consumen estos.

7. VENTAJAS DEL BIOL SOBRE EL RESTO DE LOS FERTILIZANTES

Entre las ventajas que tiene el biol sobre el resto de los fertilizantes se pueden mencionar:

- Es uno de los productos orgánicos más fáciles de fabricar y de menor costo económico.
- No es tóxico para humanos, plantas, ni animales a la hora de su aplicación.
- Puede usarse en todo tipo de cultivo sin restricción, y también en el suelo para mejorar las deficiencias nutricionales.
- Provee y agrega al suelo un sin número de agentes vivos beneficiosos para la descomposición de materia orgánica.
- El efluente del biodigestor cumple una función fitosanitaria, ya que actúa como repelente contra insectos y plagas de los cultivos.

8. TIPO DE BIODIGESTOR QUE SE RECOMIENDA UTILIZAR

Existen diferentes tipos de biodigestores pero de acuerdo a los resultados obtenidos, el bajo costo su instalación y mantenimiento se propone el **BIODIGESTOR TIPO SALCHICHA**.

Se define como biodigestor tipo salchicha a aquel en el cual la cámara de digestión es alargada, lo que permite que la degradación de los residuos a ser tratados, transcurra a medida que estos transitan a lo largo del digestor. El mismo se construye a partir de mangas de polietileno tubular, y se caracterizan por su bajo costo, fácil instalación y mantenimiento, así como por requerir sólo de materiales locales para su construcción (ver figura 1).

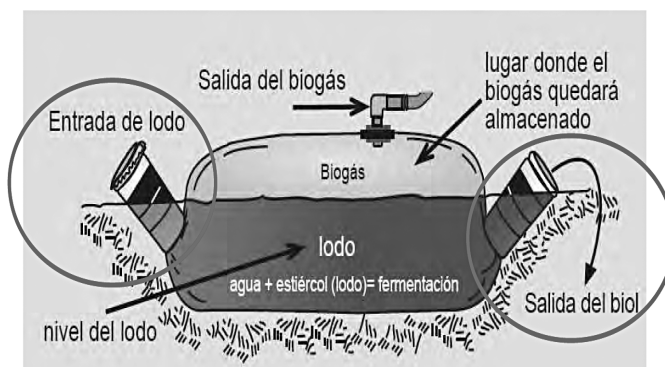


Figura 1. Biodigestor tipo salchicha

9. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR A PEQUEÑA ESCALA PARA LAS CONDICIONES DE SANTA CRUZ

Para el desarrollo de esta etapa de la investigación, se empleó como materia prima para alimentar el biodigestor el rumen que se extrae del estómago de la res una vez que esta es sacrificada, por ser este un problema latente en los mataderos, ya que son grandes las cantidades de rumen que se generan diariamente y no encuentran qué hacer con este desecho.

Entre los resultados más relevantes obtenidos durante la experimentación realizada con el rumen de la res se pudo obtener que:

- Los primeros días de funcionamiento del biodigestor, se observó una separación muy marcada del material que se encuentra dentro del biodigestor, una parte se precipitó hacia el fondo del mismo y otra (la mayor cantidad) se suspendió hacia la superficie del líquido (ver figura 2).



Figura 2. Comportamiento inicial del biodigestor

- En la medida que pasaban los días el material que era digerido y que se localizaba en la superficie se precipita hacia el fondo del biodigestor. Este es un proceso relativamente lento (ver figura 3).



Figura 3. Comportamiento del biodigestor al cabo de varios días

- A los 10 días de la puesta en funcionamiento del biodigestor, ya se pudo observar la presencia de burbujas de gas en el interior del mismo y los indicios de su acumulación en la bolsa utilizada para su depósito (ver figura 4).

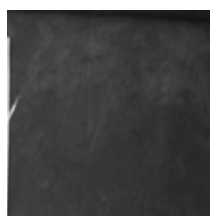
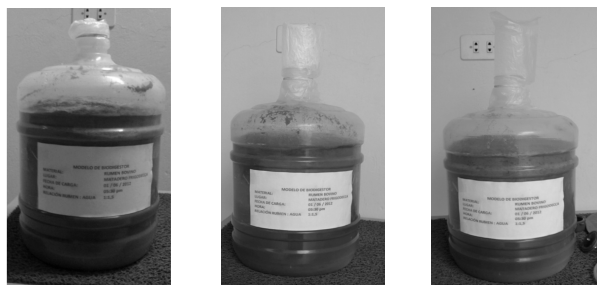


Figura 4. Presencia de burbujas de gas en el interior del biodigestor

- A los 25 días de la puesta en funcionamiento del biodigestor, ya se pudo observar que la bolsa colocada para el almacenamiento del gas que se generaba en el interior del biodigestor estaba a plena capacidad (ver figura 5).



A los 15 días

A los 20 días

A los 25 días

Figura 5. Evolución de la acumulación de gas producido en el biodigestor en la bolsa

- Adicionalmente al gas almacenado, se pudo obtener como un subproducto del proceso descrito el BIOL (ver figura 6).



Figura 6. Biol recolectado al final del estudio

Es importante aclarar que para la carga realizada del biodigestor, en total 8 (litros) de mezcla agua: rumen, se obtuvo al final del estudio 4,8 (litros) de BIOL, lo que representa una producción de BIOL del 60 % del volumen incorporado al biodigestor. Esta diferencia entre el volumen incorporado y el biol obtenido se debe a que una parte de la materia orgánica contenida en el afluente se transforma en gas.

10. RESULTADOS OBTENIDOS COMO CONSECUENCIA DE LA UTILIZACIÓN DEL BIOL

Con el propósito de verificar la eficiencia del biol sobre el desarrollo de las plantas, se realizó un estudio comparativo entre plantas de igual especie que fueron sembradas en recipientes diferenciados, de manera que unas plantas sólo eran regadas con agua y las otras eran regadas con agua y fertilizadas con BIOL, siendo los resultados más relevantes obtenidos del estudio, los siguientes:

- Los cultivos regados con BIOL, son más verdes y vigorosos que los regados con agua solamente (ver figura 7), donde las plantas del recipiente verde eran regadas y fertilizadas con biol, mientras que las del recipiente azul sólo eran regadas con agua).



Locoto regado con BIOL



Locoto regado con AGUA

Figura 7. Plantas de locoto al cabo de los 15 días

2. Los cultivos regados con BIOL son más resistentes a la sequía.

11. CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones generales

1. La digestión anaeróbica es conocida desde la antigüedad (en 1984 Luis Pasteur ya hablaba de ella), no obstante a partir de la crisis energética es que se entendió su uso para producir gas, sin embargo últimamente se está utilizando para el tratamiento de excretas domésticas, animal y agropecuarias, con excelentes resultados.
2. A pesar de la importancia de esta tecnología, en el mejoramiento de las condiciones sanitarias de la población, la preservación del medio ambiente y la producción de gas, en nuestro país muy poco se conoce de ella y menos aún se utiliza en beneficio del medio ambiente y de los sectores productivos de la región.
3. Las condiciones climáticas tropicales, favorecen grandemente para la implementación de esta tecnología, debido a que a mayor temperatura, mayor velocidad en la degradación de la materia orgánica y menor el tamaño de las estructuras que requiere el sistema.
4. El gas metano obtenido en el proceso de fermentación es de alto poder calórico, por lo cual es de gran utilidad para satisfacer los requerimientos de energía a nivel doméstico y a nivel de la unidad de producción.

5. Las familias campesinas se podrían beneficiar con esta tecnología tanto, por la producción de gas, como por la obtención de fertilizantes, para uso agrícola.
6. Para la construcción de los biodigestores se debe utilizar polietileno tubular de 200 a 300 micrones de color negro. A pesar de que su construcción es muy simple es conveniente tomar precauciones, para evitar daños por la fuga o sobre presión de los gases producidos.
7. El digestor continuo es el que se recomienda desde el punto de vista del saneamiento, ya que su largo recorrido, permite que el efluente salga bien degradado.
8. El tiempo de retención hidráulico y el volumen de carga diario, determinan el tamaño de la cámara de fermentación.
9. El estudio comparativo del riego de plantas con BIOL y agua, permitió concluir que:
 - a. Los cultivos regados con BIOL, son más verdes y vigorosos que los regados con agua solamente.
 - b. Las plantas regadas con BIOL son más resistentes a la sequía.

11.2. Recomendaciones

1. Es preferible colocar las plantas en zonas cercanas a fuentes de materias orgánicas, ya que así se logran eficiencia en la operación del sistema.
2. Se recomienda la difusión técnica de la biodigestión anaeróbica, para que sea conocida y comprendida por toda la población, en especial la rural.
3. Se hace necesario realizar investigaciones orientadas al proceso y producción de biogás, a partir de diferentes substratos y para las condiciones específicas de Santa Cruz.
4. Se recomienda establecer plantas pilotos de experimentación sobre la digestión anaeróbica, para poder generar conocimientos sobre la fermentación metano génica.

5. Se recomienda evaluar el funcionamiento del sistema de tratamiento y producción de gas mediante la digestión anaeróbica para diversas condiciones, esto permitirá avanzar en el conocimiento apropiado de esta tecnología.
6. Se hace necesario realizar estudios más exhaustivos referentes al diseño de los biodigestores, especialmente para zonas rurales apartadas de los centros urbanos.

BIBLIOGRAFÍA

PNUD, Manual de biodigestores, San José, Costa Rica

Botero Rand Preston T R ,1987 Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Manuscrito ineditado: CIPAV, Cali, Colombia.

Lylian Rodríguez and T R Preston, 'Biodigester installation manual'. University of Tropical Agriculture Foundation, Vietnam.

Francisco X. Aguilar, 2001. 'How to install a polyethylene biogas plant'.

VACVINA 1998 Hybrid Technology Biodigester with Automatic Scum Control (HTASC). Center for Rural Communities. Hanoi, Vietnam.

San Thy, 2001-2003. 'Management and utilization of biodigestores in integrated farming systems

T R Preston and Lylian Rodríguez, 2002, 'Low-cost biodigesters as the epicenter of ecological farming systems'. University of Tropical Agriculture Foundation, Cambodia.

Marti Herrero J 2007: Experiencia de transferencia tecnológica de biodigestores familiares en Bolivia. *Livestock Research for Rural Development. Volume 19, Article #192*.

David Kuria Njoroge, 2002, 'Evolution of biogas technology in South Sudan; current and future challenges'. UNICEF/OLS, South Sudan

Bui Xuan An, 2002. "Biogas technology in developing countries: Vietnam case study". Vietnam.

Duong Nguyen Khang and Le Minh Tuan, 2002, 'Transferring the low cost plastic' Vietnam.