

# OBTENCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA

Juan Carlos Lara, Magdy Echeverría G<sup>1</sup>

Proyecto CONESUP – ESPOCH: Balance energético, diagnóstico del potencial de energías alternativas y ahorro energético del cantón Riobamba.  
<sup>1</sup>magdymylen@yahoo.es

## RESUMEN

Dentro del proyecto "Balance energético, diagnóstico del potencial de energías alternativas y ahorro energético del cantón Riobamba", respaldado por el CONESUP, se desarrolló la presente investigación para obtener biogás a partir de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de Riobamba a través de digestión anaerobia.

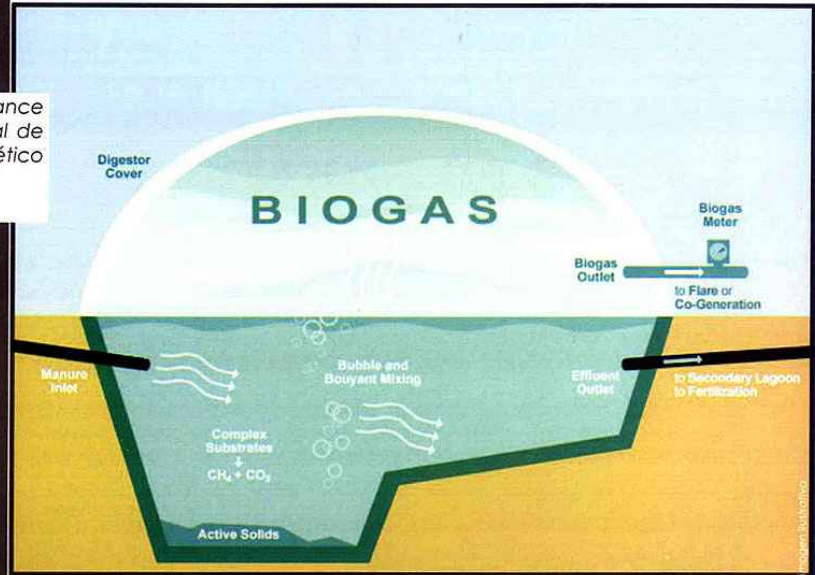
Mediante muestreo aleatorio simple se determinó 70% de materia orgánica y 30% de inorgánica. Las cuatro muestras utilizadas y productos de fermentación fueron sometidos a análisis fisicoquímicos como: pH, humedad, sólidos totales, sólidos volátiles, demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno. Se utilizaron dos mezclas de materia orgánica y agua, 40:60 y 50:50, y se trabajó a dos temperaturas 37°C y 55°C, obteniéndose los siguientes resultados (a partir de 2 kg de residuos): Experimento 1: 3,732 L, Experimento 2: 6,858 L, Experimento 3: 7,288 L y Experimento 4: 10,011 L. Durante el proceso se controlaron: temperatura, agitación y hermeticidad del digestor. La mayor producción es de 5,005 L de biogás por kilogramo de residuos, obtenida en el experimento 4, de valor muy inferior al teórico.

Se recomienda utilizar digestores de mejor tecnología para obtener biogás, que se pueda utilizar como fuente de energía alternativa.

**Palabras clave:** biogás, residuos sólidos orgánicos, digestor

## SUMMARY

Within the Project Diagnostic Energy Balance of the Alternative Energy Potential and Energy Saving of the Riobamba Canton, supported by the CONESUP, the present investigation was developed to obtain biogas from organic solid residues from Riobamba city through an anaerobic digestion



Gráficos 1 y 2: Botadero Municipal de la ciudad de Riobamba

Through a simple at random sampling, it was observed that there is 70% organic matter and 30% inorganic one. The four used samples and fermentation products were subjected to chemical and physical analyses such as , pH, humidity, total solids, volatile solids, chemical demand of oxygen and biochemical demand of oxygen. Two organic matter mixtures and water, 40:60 and 50:50 and two temperatures, 37° C and 55°C. The following results were obtained: (from two kg residues) Experiment 1: 3.732L, Experiment 2: 6.858L, Experiment 3: 7.288L and Experiment 4:10.011L During the process, temperature, agitation and the digester hermeticity were controlled. The highest production is 5.005 L biogas per kg residues, obtained in Experiment 4, being a value very inferior to the theoretical one. It is recommended to use higher technology digesters to obtain a higher biogas quantity so as to be used as an alternative energy.

**Keywords:** biogas, organic solid residues, digester

## INTRODUCCIÓN

Riobamba se encuentra a 2.754 m.s.n.m., cerca de diversos volcanes, como el Chimborazo, el Tungurahua, el Altar y el Carihuayrazo. Según el censo de población del 2001, la ciudad tenía entonces 124.808 habitantes.

El proyecto se encaminó a la búsqueda de una nueva alternativa energética a nivel de la ciudad, ya que la obtención de biogás es una opción válida para dar un buen uso a los residuos sólidos orgánicos que se producen a diario, los cuales, si no son gestionados convenientemente, suponen un grave problema para la salud de las personas y para la conservación del ambiente. En la ciudad de Riobamba se recolectan de 88 a 90 toneladas por día de residuos sólidos, los mismos que se disponen en un botadero de 10 hectáreas a cielo abierto, ubicado a 7 km vía a Cerro Negro.

La fracción orgánica de estos residuos sólidos, sometida a una digestión anaerobia, produce biogás, el cual, por sus diversas utilidades, ofrece una solución real para el futuro, ya que será el paso inicial para la implementación de plantas piloto. El biogás posteriormente se puede utilizar como combustible en calderas, requerimientos domésticos e incluso en motores de combustión interna adaptados. También puede contribuir a la generación de electricidad para la ciudad de Riobamba y para pequeñas comunidades, y reducir la dependencia de las centrales hidroeléctricas.

La investigación, financiada por el CONESUP, puede servir de base para futuros estudios destinados a optimizar el proceso de biodigestión anaerobia, llevarlos a una escala mayor en la producción de biogás y tender a la búsqueda de alternativas para la limpieza del biogás, o utilización de nuevos sustratos y/o mezclas de éstos.

**METODOLOGÍA**

Dentro de los tratamientos y procesos de los residuos sólidos de origen orgánico, está la digestión anaerobia, que permite la obtención de: un gas combustible (biogás), que tiene utilidad energética y aporta en la reducción de la contaminación ambiental; y bioabono, el cual es un fertilizante natural, rico en material orgánico y minerales nutritivos.

La parte experimental, que se llevó a cabo en el Laboratorio del Proyecto de la ESPOCH, tuvo una duración de ocho meses, contemplando: muestreo de la materia orgánica, análisis de físicos y químicos de la misma, proceso de digestión anaerobia, análisis de los productos finales de la digestión, y caracterización del biogás obtenido. Se realizaron cuatro experimentos, variando dos parámetros: la carga de residuos orgánicos y la temperatura del digestor. Para cargar el digestor se utilizaron mezclas de los residuos orgánicos con el agua en dos proporciones, 40:60 (menor) y 50:50 (mayor), y se utilizaron dos temperaturas para el proceso 37°C y 55°C, menor y mayor respectivamente. Además, en todos los experimentos se adicionó rumen líquido para facilitar el proceso de digestión y mejorar la producción de biogás. Las mezclas mencionadas (40:60

y 50:50), se realizaron tomando en cuenta investigaciones de varios países, cuyos resultados revelan que al elevar la proporción de materia orgánica en más de un 50 % la producción de biogás tiende a disminuir, debido a que existe gran cantidad de sólidos que dificultan la degradación de los compuestos orgánicos.



Gráfico 3: Muestreo de los residuos sólidos orgánicos



Gráfico 4: Proceso de digestión anaerobia

**RESULTADOS**

Caracterización de los R.S.U. de Riobamba: Residuos orgánicos: 70%, residuos inorgánicos: 30%

Análisis Físicos y Químicos de la Materia Orgánica Inicial y de Productos de la Digestión Anaerobia.

PARÁMETRO	EXPERIMENTO 1	EXPERIMENTO 2	EXPERIMENTO 3	EXPERIMENTO 4
Humedad (%)	77,83	75,62	79,80	74,03
pH inicial	6,6	6,8	6,7	6,7
pH final	7,0	7,2	7,1	7,2
S. Totales (%)	22,29	24,31	20,44	25,70
Valor inicial				
S. Totales (%)	12,79	11,13	6,91	4,96
Valor final				
S. Volátiles (%)	16,40	18,09	15,76	19,22
Valor inicial				
S. Volátiles (%)	5,58	4,17	3,89	2,70
Valor final				
DQO inicial (mg/L)	98335	102037	90118	135206
DQO final (mg/L)	57690	36902	35924	40110
DBO <sub>5</sub> inicial (mg/L)	71754	70190	61665	94904
DBO <sub>5</sub> final (mg/L)	42631	34029	17458	22577

RELACION CARBONO – NITRÓGENO: C/N = 43,01/1,70C/N = 25,3:1

**GRÁFICOS COMPARATIVOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LA MATERIA ORGÁNICA INICIAL Y LOS PRODUCTOS DE LA DIGESTIÓN ANAEROBICA.**



## PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

	EXPERIMENTO 1	EXPERIMENTO 2	EXPERIMENTO 3	EXPERIMENTO 4
Volumen Biogás (L)	3,732	6,858	7,288	10,011

## PRODUCCIÓN DE BIOGÁS



## CONCLUSIONES:

1. Los residuos sólidos urbanos (RSU) de la ciudad de Riobamba tienen un alto contenido de materia orgánica (70%), que puede ser tratada mediante digestión anaerobia y no constituya un problema para el ambiente y la sociedad.
2. Se determinaron los parámetros óptimos de la digestión en el experimento 4, cuya mezcla proporcional adecuada entre la materia orgánica y el agua es de 50:50, la temperatura óptima es de 55°C que ayuda a acelerar el proceso y la agitación cada 20 minutos a velocidad media, lográndose una mejor producción de gas 10,011 L/2kg; es decir, 5,005 L/kg lo cual representa un valor muy bajo con respecto al valor teórico (140 L/kg). Tiempo de retención (T.R.) 31 días.

## BIBLIOGRAFÍA

1. APHA, AWWA, WPCF, (Comité Editorial Conjunto). *Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Madrid: Díaz de Santos, 1999. pp. 2540, 2550, 4500, 5210, 5220.
2. ARIAS, R. *Difusión de la Tecnología del Biogás en Colombia*. Cali: Corporación Autónoma Regional del Cauca, 1982. pp. 16-24.
3. CARRILLO, L. *Energía de Biomasa*. Jujuy, Argentina, 2004. pp. 19-29. (doc. PDF).
4. ECHEVERRÍA, M. *Tratamiento físico-químico y bacteriológico de los desechos orgánicos a partir del estiércol de especies menores en la producción de Biogás y Bioabono*. Tesis Dr. Química -ESPOCH. 1988. 210p.
5. FUNDACIÓN HÁBITAT. *Biodigestores: Una alternativa a la autosuficiencia energética y de biofertilizantes*. Quindío, Colombia. pp. 7-23.
6. GARCÍA IBARRA P. L. *Tecnologías Energéticas e Impacto Ambiental*. Madrid, España: McGraw Hill/ Interamericana. 2001. pp. 413 - 431.
7. HILBERT, J. *Manual para la Producción de Biogás*. Cautelar, España: Instituto de Ingeniería Rural, 2004. pp. 1-24.
8. MORRISON, T., BOYD, R. *Química Orgánica*. Bogotá: Fondo Educativo Interamericano. 1972. pp. 42-75.

**BIBLIOGRAFÍA INTERNET**

1. *Biodigestores, la otra solución para la basura*  
<http://www.proteger.org.ar/doc605.html>  
2007-04-12
2. *Biogás*  
<http://www.textoscientificos.com/energia/biogas>  
2007-05-04
3. *Digestión Anaerobia*  
[http://www.eco-gel.com/digestion\\_anaerobia.htm](http://www.eco-gel.com/digestion_anaerobia.htm)  
2007-05-17
4. *El Sector Alemán del Biogás. Deutsche EnergieAgentur.*  
<http://www.renewables-made-in-germany.com/es/biogás/>  
2007-05-26
5. *En la ruta del biogás. PEÑA, Jaime.*  
<http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>  
2007-06-07
6. *Fermentación Anaeróbica*  
<http://www.textoscientificos.com/energia/fermentación>  
2007-06-11
7. *La Biomasa*  
<http://medioambiente.geoscopio.com/medioambiente/temas/>  
2007-07-10
8. *Los Residuos Urbanos y el Biogás*  
[http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/ Los residuos urbanos y el biogás](http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/Los%20residuos%20urbanos%20y%20el%20biogás)  
2007-08-03
9. *Residuos Sólidos Urbanos*  
<http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/13Residu.htm>  
2007-09-15
10. *Utilización del biogás para generación de electricidad. ZAPATA, Alvaro.*  
Fundación CIPAV  
<http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/energy/alvaro1.htm>  
2007-11-29

Revisión técnica por: Hannibal Brito