

## OBTENCION DE BIOGAS A PARTIR DE HECES DE CANES, UN APORTE AL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

**Martina P., Gallipoliti V., Corace J., Aeberhard R., Bucki Wasserman B.,**  
Grupo de Investigación en Energías Renovables (GIDER) – Departamento de Termodinámica  
Facultad de Ingeniería – UNNE  
Av. Las Heras 750 – (3500) Resistencia – Chaco  
Email: [angelinag2@arnet.com.ar](mailto:angelinag2@arnet.com.ar) [pablo@ing.unne.edu.ar](mailto:pablo@ing.unne.edu.ar)

**RESUMEN:** Se informa las primeras experiencias llevadas a cabo en el GIDER (Grupo de Investigación de Energías Renovables) del Dpto. de Termodinámica de la Facultad de Ingeniería de la UNNE sobre el aprovechamiento de las heces de canes de la ciudad de Buenos Aires, en colaboración con la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional General Pacheco de la provincia de Buenos Aires. La gran disponibilidad de estos residuos en espacios verdes de dicha ciudad motivó la idea de un aprovechamiento efectivo como la generación de biogas. El biogas generado fue de 40.5768 gr de biogas, con un valor de 223.818 gr de sólidos totales incorporados. También se miden pH de la mezcla, calculo de la masa total de gas generada y estimación del porcentaje de sólidos secos y totales. Se considera viable este aprovechamiento en cuanto a cantidad de biogas generado a partir de un recurso abundante y gratuito, a la vez que contribuye al saneamiento ambiental de la ciudad.

**PALABRAS CLAVE:** Heces – Energía - Canes – Biogas – Aprovechamiento – Medio ambiente

**ANTECEDENTES** La ciudad de General Pacheco se ubica en el partido de Tigre, de la zona centro-este de la provincia de Buenos Aires. Su Universidad Tecnológica desarrolla una carrera de Posgrado denominada “Maestría en Ingeniería Ambiental”, uno de cuyos Proyectos de Tesis de Posgrado es: “Contaminación urbana con excrementos de perros”. Los investigadores a cargo del Proyecto propusieron al GIDER este ensayo de biodigestión. También colaboraron en este proyecto el Instituto Pasteur de la provincia de Buenos Aires y la Facultad de Edafología de la Universidad de Buenos Aires (UBA). La zona de estudio elegida es la Ciudad Autónoma de Buenos Aires por su alta densidad de población (3.050.728 hab. según Censo 2001) una densidad de 14.826 hab/km<sup>2</sup>, su gran cantidad de mascotas y muy pocos espacios verdes donde las heces se concentran, se estimó 1 perro cada 7,4 personas, pero según la OMS (Organización Mundial de la Salud) se recomienda 1 perro cada 10 personas. Con este escenario, la población más afectada son los niños que rondan los 4 años aproximadamente por centrarse sus actividades al aire libre y mantener permanentemente un estrecho contacto con el suelo.

Aproximadamente se vuelcan a la vía pública de esta ciudad, 30 toneladas diarias de excremento. Esta información surge de encuestas realizadas a la población en estudio que incluían el grado de conocimiento de los propietarios sobre las enfermedades que transmite la materia fecal de sus mascotas, su percepción acerca de si van a ser controlados o multados, su predisposición a participar en campañas que promuevan la recolección de este residuo, etc. Otro aporte sobre las heces caninas es su buen valor de relación C/N (Carbono – Nitrógeno) estudiado por la Facultad de Edafología de la Universidad de Buenos Aires. Este dato es importante ya que es una de las condiciones para una buena digestión anaeróbica. Estos desperdicios de animales, son abandonados en la vía pública, constituyéndose en un foco infeccioso, transmisor de enfermedades que afectan la salud humana y de otros animales, es fuente de malos olores y efectos visuales desagradables, moscas, provoca malestar entre vecinos, etc. que hacen a la calidad de vida de la población. Cuando las heces depuestas son dejadas en la vía pública, con el tiempo se secan y se dispersan, pero la contaminación en el suelo es persistente ya que los huevos de parásitos permanecen por varios meses.

Algunos antecedentes sobre el uso de estos desperdicios se registraron en la ciudad de San Francisco (2005) la que se ha convertido en la primera de los Estados Unidos en considerar la transformación de los excrementos caninos en metano, con el cual se podría calentar casas, cocinar y generar electricidad. En esta ciudad las heces animales suponen hasta el 4% de los residuos residenciales de San Francisco (casi tanto como los pañales desechables) y esto fue creando un problema en los vertederos, por lo que se ha dispuesto la recolección de desechos caninos en uno de los parques para perros de la ciudad. Las heces se llevan a un colector de metano que emplea bacterias para crear este gas. Una vez recogido el metano, es transportado por tubería para su uso en estufas, calentadores o cualquier tipo de equipamiento que pueda funcionar con gas natural. Durante la década del '70 e inicios del '80 algunos granjeros de USA ya cosechaban mezclas de restos de cosechas, residuos de ganados y excrementos de aves para la producción de bio-gas. En China y la India se ha perfeccionado la tecnología de producción de bio-gas mediante mezclas de abonos animales y excrementos humanos (biosólidos). Los porcentajes de concentración de *excreta* animal en áreas confinadas son: 50 % para vacas lecheras (tambos); 10 % en ganado de carne; 85 % en criaderos de porcinos; y 100 % en criaderos de pollos (Picchi, 2006)

Dentro de las ventajas que el uso de la biodigestión de excrementos de perros traería al medio ambiente, aparte de reducirse la contaminación urbana y evitar la suciedad en las veredas, es que provee una buena vía higiénica para deshacerse de estos desperdicios, ya que reduce un 30-50 % del contenido orgánico de los desperdicios, desaparición de microorganismos nocivos, como se aprecia en el siguiente cuadro.

Microorganismos	Temperatura °C	Días de residencia	Desaparición %
Poliovirus	35	2	98,5
Salmonella spp	22-37	6-20	82-96
Salmonella Typha	22-37	6	99
Mycrobacterium bovis	29	.....	100
Huevos de Ascaris sp.	29	15	90
Quistes de protozoos	30	10	100

Tabla N° 1: Microorganismos que mueren con la biodigestion. Picchi, Carlos G. (2006)

En este marco de la situación, y teniendo en cuenta las múltiples ventajas de utilizar este recurso abundante y gratuito, ayudando al saneamiento de las ciudades y colaborando con el medio ambiente se tiene por objetivo del presente trabajo conocer la viabilidad de obtener biogas a partir de heces de perros alimentados con alimento balanceado y obtener una relación entre la cantidad de biogas producido y la cantidad de heces de canes utilizados.

### DESCRIPCION DEL ENSAYO

El ensayo solicitado por la Universidad Tecnológica Nacional de Gral. Pacheco se realizó finalmente en el Laboratorio de Ensayos del GIDER (Grupo de Investigación de Energías Renovables) que funciona en el Departamento de Termodinámica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Se realizó entre los días 26 de octubre de 2009 y el 10 de noviembre de 2009.

*Equipo utilizado:* el reactor utilizado fue el mismo ocupado en ensayos anteriores (Martina et al., 2003), de 20 litros, aislación térmica, carga única y serpentina de calefacción interna, con el agregado de un mecanismo contador de horas. El sistema de calefacción por calentamiento de agua también estuvo equipado de un termostato de corte a 65°C (impedía que el agua llegue a hervir en el recipiente de calentamiento), de tal manera que luego de las pérdidas térmicas en el circuito de llegada hasta el biorreactor, en el interior de éste la temperatura se mantuviera entre 25°C y 35°C, rango adecuado para las bacterias mesofílicas. Por la boca superior se realizó la carga y salida de gases y la boca inferior se utilizó para toma de muestras y medición de pH. La presión dentro del reactor y en el gasómetro de campana flotante se midió y controló por medio de un manómetro de tubos en U con agua coloreada en su interior. La acumulación y medición del gas se realizó por medio de gasómetro de campana flotante y presión constante (10cm de presión de columna de agua provocada por pesos arriba de la campana). En la foto N° 1 se observa el biodigestor utilizado



Figura N° 1: Equipo de biodigestor empleado

Se cargó el biodigestor primeramente con 200 gr de virutas de pino blanco y 14 litros de agua, a la semana se cargó con 280 gr. de heces humanas. Si se usa primordialmente excreta humana y orines, como alimento para el digestor, entonces la razón de biomasa a agua debe estar entre 1:1 y 1:2. Por consiguiente por cada 100 gr. de heces y orina se requieren entre 10 y 20 litros de agua (Silva Binasco, 2001). La digestión anaeróbica se lleva a cabo mejor y con mayor velocidad cuando la relación entre las cantidades de carbono y de nitrógeno de las materias primas suministradas a las bacterias guarda cierta proporción. La razón C/N de 30 permitirá que la digestión se lleve a cabo a un ritmo óptimo (Stuckey, 1983). Por lo tanto, para compensar el bajo valor de la relación C/N de las heces, se cargó el digestor con aserrín (aporte de Nitrógeno), cuya relación C/N es muy elevada (de 200 a 300). El lunes 26 de Octubre de 2009 se cargó el biodigestor con 730 gramos de heces de perros alimentados con alimento balanceado (consistencia muy seca, similar al aserrín colorado y de olor nauseabundo) Se cerró el reactor, inmediatamente el equipo comenzó a generar gas y a partir de aquí se verificaron los siguientes valores.

### RESULTADOS

Los parámetros medidos periódicamente durante el ensayo fueron los siguientes: temperatura ambiente, temperatura en el digestor, presión del gas dentro del digestor y en el gasómetro, volumen de gas generado, tiempo de calefacción de la serpentina interna (horas), presión ambiental, pH de la mezcla. En la Tabla N° 2 se detallan algunos de ellos. El día 2 de Noviembre no se midió por ser día feriado.

Día	PH	Presión (Kg./cm2)	Temperatura en el calefactor ( °C)	Volumen generado (litros)	Masa de gas obtenido (Kg.)
26 Octubre	5,92		35	-----	
27 Octubre	5,7		38	9	
	5,59			9.8	
28 Octubre	5,76	0.997	35	9.8	0.009345
	5,9			9.8	
29 Octubre	6.07			8.7	
	5.97			8.7	
30 Octubre	6.25			8.7	
	6			6.3	
31 Octubre		1.0027	31	9.8	0.01037
2 Nov.					
3 Nov.	6.11	0.9965	34.7	6.3	0.009038
	6.01			6.3	
4 Nov.	6.17			6.3	
	6.21			5.1	
5 Nov.	6.32			4	
6 Nov.	6.47	0.99621	36.6	6.3	0.006503
9 Nov.	6.55			-----	
10 Nov.	6.72	0.9955	33.1	5.1	0.0053208

Tabla N° 2: Variables medidas y calculadas durante el ensayo con heces de canes.

Para la determinación de la masa de gas producido se utilizó la ecuación de estado de los gases perfectos:

$$P \cdot V = m \cdot R_p \cdot T$$

Donde:

P: presión total, igual a la presión atmosférica más la presión manométrica medida en mm de Hg

V: volumen generado en litros

Rp: constante particular del biogas, vale. 31,172 (kg fuerza \* metro)/(Kg masa \* °K)

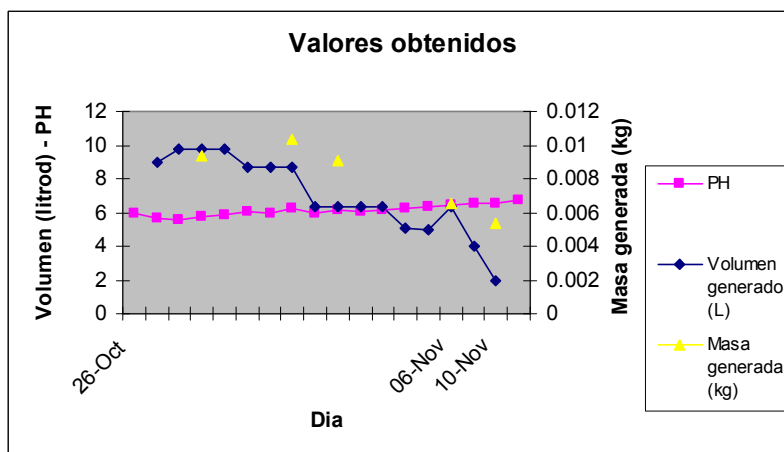


Figura N° 2: Valores obtenidos de la experiencia: medición del pH, Volumen generado y calculo de masa de gas.

La masa Total generada surge como la suma de las masas generadas todos los días:

$$0,0405768 \text{ kg masa de biogas} = 40,5768 \text{ gramos}$$

La relación entre la carga de heces de canes y el biogas generado:

Masa de heces de perro. 730 gr = 0,730 kg. Masa de biogas producida: 40, 5768 gramos

Relación de rendimiento. M biogas / m heces = 40,5768 / 0,730 = 55,584 gr de biogas por cada kg de heces

A partir de este valor hallado se podría estimar la cantidad de biogas que se obtendría de la ciudad de Buenos Aires, por día, según datos aportados por los investigadores de la Universidad de Gral Pacheco:

Para 30 ton (30000 Kg) heces se obtienen **1667,52 Kg de biogas/día = 1,6 ton biogas /día**

Lo que redundaría a favor del ahorro en el consumo de gas, pudiéndose aprovechar en casos específicos como cocción de alimentos, calentamiento de locales, alumbrado, etc.

El pH se midió regularmente con un pehachimetro marca Hanna modelo Checker, cuya resolución es de 0,1 pH y una precisión de +/- 0.2 pH.

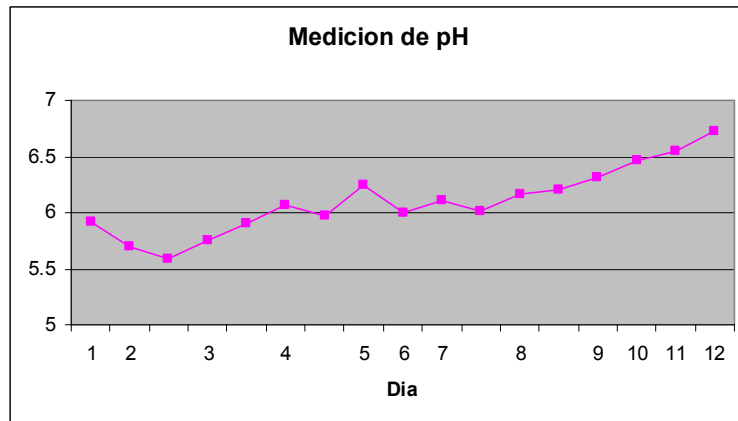


Figura N° 3: Valores medidos del pH

El gas que se genero encendió una llama que quemó correctamente, con lo que se comprobó efectivamente la generación de metano. Por otra parte en la biodigestion siempre se genera una proporción casi constante entre metano (58% a 64%) y dióxido de carbono (42 a 36%) por lo que por ese lado no hay mucho que descubrir.

Al emplear como componente principal de biomasa en el sistema de generación de biogás el desecho de animales, debe tenerse en cuenta su composición o caracterización. En función de lo ensayado, y tomando como referencia trabajos anteriores (Martina et al, 2007) y según metodología estandarizada (Standard Methods for Water and Wastewater, 20th Edition 1998), se obtuvieron los siguientes valores para las heces de perros surgidos del análisis próximo o inmediato:

Contenido de humedad en base seca: 
$$\frac{M \text{ húmeda} - M \text{ seca}_1}{M \text{ seca}_1} = 528,35 \%$$

Contenido de humedad en base húmeda: 
$$\frac{M \text{ húmeda} - M \text{ seca}_1}{M \text{ húmeda}} = 69,34 \%$$

% de Sólidos Secos o % de Sólidos Totales: 
$$\frac{M \text{ seca}_1}{M \text{ húmeda}} = 30,66 \%$$

% de Sólidos Volátiles (a 550°C): 
$$\frac{M \text{ seca}_1 - M \text{ seca}_2}{M \text{ seca}_1} = 71,90 \%$$

% de Cenizas (a 550°C) 
$$\frac{M \text{ seca}_2}{M \text{ seca}_1} = 18,10 \%$$

En donde cada término indica lo siguiente:

Masa húmeda: masa de muestra con su humedad inicial

Mseca<sub>1</sub>: masa de muestra secada a 105°C

Mseca<sub>2</sub>: masa de muestra secada a 550°C

El contenido de humedad en base húmeda + el porcentaje de sólidos secos (también llamados sólidos totales) debe dar el 100% de la muestra. En cuanto al porcentaje de sólidos volátiles, representa la materia orgánica que puede ser degradada por las bacterias y que puede transformarse en biogas (Tchobanoglous et al., 1998). El porcentaje de sólidos volátiles sumados al porcentaje de cenizas que quedan al final del ensayo a 550°C, dan el 100% de la muestra inicial (que se encontraba a 105°C). En este ensayo no se colocó poncho térmico de lana de vidrio ni base de apoyo aislante, ya que en la fecha que se llevó a cabo el mismo, las temperaturas externas del Laboratorio fueron relativamente elevadas, factor que favoreció la experiencia.

## CONCLUSIONES

- La producción de biogas a partir de heces de canes se considera satisfactoria, si bien se trabajó con poca cantidad de materia prima, los resultados permiten ser optimistas para nuevos estudios.
- La generación de biogas fue muy rápida, para un proceso de fermentación biológica se la puede clasificar de casi espontánea (comenzó inmediatamente). Esto se notó en el gasómetro de campana flotante porque la campana de vidrio comenzó a subir al ir llenándose de biogas + aire de purga.
- La etapa de metanogénesis quedó verificada al arder una llama correctamente, con lo que se comprobó la generación de metano.
- El análisis del pH marcó un comportamiento casi constante, lo que se confirmaría con un ensayo de mayor duración, o sea con más cantidad de heces. La relación C/N fue óptima y el contenido de sólidos fácilmente digeribles.
- El uso de biogas reduciría el uso de combustibles fósiles, contribuye a generar conciencia ciudadana y de ahorro energético. A la vez que aporta al saneamiento e higiene de la ciudad incentivando a funcionarios a elaborar planes de gestión de residuos caninos para su aprovechamiento.
- Este ensayo es preliminar y solo da una idea de los primeros resultados del experimento con las heces de canes.
- La experiencia sirvió para el estudio de efluentes líquidos a alumnos de Química de la UTN Facultad Regional Resistencia, quienes colaboraron en la experiencia, lo que señala el aporte didáctico del ensayo.

## REFERENCIAS

- Diario Norte de la ciudad de Resistencia, Chaco: <http://www.diarionorte.com> Jueves 22 de Abril de 2010 - "Utilizan heces caninas para la generación de biogas, un combustible que puede tener diferentes usos"
- The San Francisco Chronicle <http://www.sfgate.com> Enero 2005 "¿Energía producida por caca de mascotas?"
- Picchi, Carlos G. (2006) "Degradación anaeróbica de los residuos biodegradables" Curso de posgrado: "Biomasa, Dendroenergía, Producción de leña y Biocombustibles" FACEA- Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes
- Martina, P., Corace J., Aeberhard, M. (2003) Construcción de un biodigestor pequeño para su uso en investigación y docencia. Primeros ensayos. Avances en Energías Renovables. y Medio Ambiente, vol 7, ISSN 0329-5184.
- Silva Binasco, Juan P. (2001) Tecnología del Biogas. Universidad del Valle-Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, Colombia
- Stuckey, D. (1983) Technology Assesment Study of Biogas in Developing Countries, International Reference Centre for Waste Disposal, (IRCWD) Switzerland, p.p. 16-22
- Martina P., Bucki Wasserman B., Corace J., Aeberhard R. (2007) Análisis cualitativo y cuantitativo de la producción de biogas en un reactor tipo batch cargado con aserrín de algarrobo chaqueño Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, vol 11, ISSN 0329-5184
- Tchobanoglous, G; Theisen, H; Vigil, S. (1998). Gestión Integral de Residuos Sólidos. McGraw-Hill. ISBN 04-481-124.

**SUMMARY:** It is reported the first experiments carried out in the Gider (Research Group on Renewable Energy) of the Department of Thermodynamics, Faculty of Engineering UNNE on the use of feces of dogs in the city of Buenos Aires, collaboration with the Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional General Pacheco in the province of Buenos Aires. The availability of these residues in green spaces in the city led to the idea of effective use and generation of biogas. We obtained an acceptable value of total mass of biogas generated from 730 g of dog feces, also measured pH of the mixture and the estimated proportion of total dry solids. This use is considered viable in terms of quantity of biogas generated from a free and abundant resource, while contributing to environmental sanitation in the city.

**KEY WORDS:** Lee - Energy - City - Biogas - Achievement - Environment