

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL BIOGÁS OBTENIDO DE LA DEGRADACIÓN ANAERÓBICA DE RESIDUOS ORGÁNICOS.

N. Sogari¹, A. Busso¹

Grupo de Investigación de Energías Renovables. (G.E.R.)
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. (Fa.C.E.N.A.)
Universidad Nacional del Nordeste (U.N.N.E.)
Tel. 0379-4473931 – int 134 e-mail: noemisogari@gmail.com

RESUMEN: En este trabajo se presentan los resultados del análisis de las variables físico químicas del biogás, obtenidos de la degradación de residuos orgánicos. Para ello, se montaron 4 reactores de Polietileno Tereftalato de carga discontinua de 7 litros cada uno. La biomasa empleada se formó con restos de comida provenientes del Comedor Universitario. Se consideraron tres concentraciones de mezcla de reacción: 12 % SV, 8 % SV, 5 % SV y 8 % SV * (60% de yerba mate). Se dio seguimiento a la experiencia durante 50 días, analizándose pH, sólidos totales (ST) y sólidos volátiles totales (SVT). La temperatura de trabajo fue la del ambiente, variando esta de 25 a 30 °C. La mezcla de 12 % SV es la que generó la mayor producción de biogás en todo momento (24 l/kg SV), y la menor producción de gas la generó la mezcla de 8 %, solo 12 l/kg SV. El biogás generado, fue analizado mediante el uso de un Orsat.

Palabras clave: biogás, metano, degradación, residuos orgánicos

INTRODUCCIÓN

La fermentación anaeróbica es un proceso natural, químico y biológico, que ocurre en forma espontánea en la naturaleza. De esta forma podemos encontrar el denominado "gas de los pantanos" (el gas natural metano) brotando en aguas estancadas y también en el tracto digestivo de los rumiantes como los bovinos. En todos estos procesos, intervienen las denominadas bacterias metanogénicas, actoras fundamentales en la generación del gas proveniente de la descomposición de la materia orgánica.

Los últimos 20 años han sido fructíferos en cuanto a descubrimientos sobre el funcionamiento del proceso microbiológico y bioquímico gracias al nuevo material de laboratorio que permitió el estudio de los microorganismos intervinientes en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno). Estos progresos en la comprensión del proceso microbiológico han estado acompañados por importantes logros de la investigación aplicada obteniéndose grandes avances en el campo tecnológico.

La agricultura y la producción pecuaria contribuyen ampliamente a las emisiones antropogénicas de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y óxido nitroso (NO) a la atmósfera. El aumento de las concentraciones de estos gases provoca un calentamiento de la superficie terrestre y la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera (Primavesi O et al 2004). Dentro de la gama de gases a los que se les atribuye efecto invernadero, se considera el CO₂ el más abundante y el que actualmente tiene un mayor aporte al incremento del calentamiento global. Hoy día las concentraciones de metano son inferiores a las de CO₂, sin embargo el primero, se está incrementando rápidamente y además posee un efecto 21-30 veces más contaminante con respecto al CO₂ considerándose que en el tiempo el metano pueda ser predominante. Las tasas de acumulación de metano y dióxido de carbono en la atmósfera han cambiado drásticamente en los últimos años presentándose un incremento de forma exponencial (Preston TR et al 1989).

Otros contribuyentes significativos, de gas metano al medio ambiente son los rellenos sanitarios, la basura y la combustión de la biomasa. Estos, también ocasionan: calentamiento global, deterioro de la capa de ozono y cambio climático.

Los residuos orgánicos generados en la actividad de una cocina, tanto doméstica como profesional, son una gran fuente de contaminación. La acumulación de restos de alimentos constituye un problema sanitario, debido a que en el cubo de la basura es donde muchos microorganismos encuentran el lugar idóneo para crecer y proliferar. Si se llegan a generar [plagas](#) (moscas, hormigas, cucarachas e incluso roedores), sus individuos contribuyen también al esparcimiento de los gérmenes por otras zonas, hasta el punto de que se pueden contaminar superficies, utensilios y alimentos. Por otra parte, esta biomasa residual, presenta un inmenso potencial energético, que podría ser aprovechado utilizando una tecnología simple.

De estudios realizados se ha concluido, que si se considera de forma conjunta toda la actividad humana, se puede estimar que se producen unas 2 t de residuos de todo tipo por habitante y año, con un poder energético de unos 9000 kWh al año, equivalente aproximadamente a unos 800 l de combustible. Por otro lado, y con respecto a las basuras urbanas, es de destacar que cerca de la mitad de su peso esta constituido por materia orgánica, y su producción media por habitante y año oscila entre los 600 y 800 kg, con un valor energético de unos 2500 kWh/año.

Del tratamiento de la biomasa residual deviene una gran reserva de fuente de energía, que empleada convenientemente, debe aportar varias ventajas al esquema energético de cualquier país, como por ejemplo (Dpto. Investigación nuevas fuentes. Ministerio de Industria y Energía, España):

- Los residuos forman parte de un tipo de Biomasa en existencia (no hay que producirla) y su eliminación es un problema grave y de solución costosa.
- En general, la biomasa residual esta concentrada en lugares determinados (basureros) por lo tanto, si se utiliza cerca del sitio de acumulación genera unos costos de transportación muy reducidos.
- La utilización de los residuos para producir energía presenta como sistema de eliminación unas ventajas de carácter ambiental, como son una considerable reducción de su volumen, eliminación de plagas, olores, mejoras del paisaje y reducción de la contaminación del aire, agua y suelo.

Todo esto hace que el tratamiento de la biomasa residual pueda convertirse en una actividad de un gran interés económico y social, debido a los beneficios que generaría su aprovechamiento.

El tratamiento del residuo de comida en el comedor universitario redundaría en beneficios energéticos y sanitarios.

El objetivo de la experiencia ha sido estudiar la generación de biogás mediante la degradación de residuos de alimentos provenientes del comedor universitario de la universidad y analizar la calidad del gas midiendo el porcentaje de metano contenido a fin de utilizarlo como fuente energética para cocción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sistema experimental utilizado

Se construyeron cuatro reactores de PET (Polietileno Tereftalato), escala laboratorio, de carga discontinua de 7 litros de capacidad. A cada reactor se le adosó una llave lateral, para recolección de muestras líquidas para su estudio, un sistema de agitación de mezcla para favorecer el proceso biológico y un gasómetro cilíndrico de policloruro de vinilo para acumular el gas producido (Figura 1)

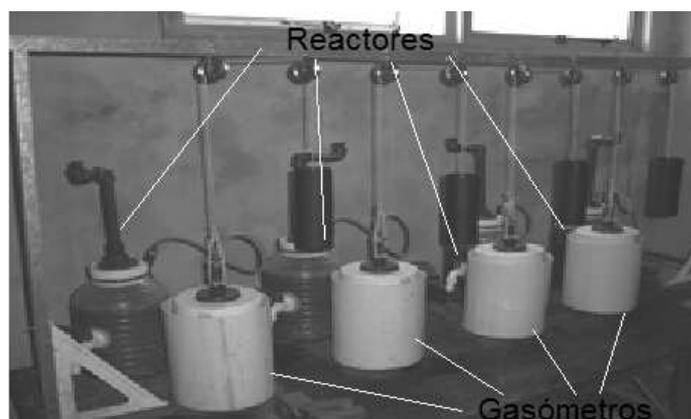


Figura 1. Sistema usado durante la experiencia, constituido por cuatro reactores anexados a sus respectivos gasómetros.

El inóculo usado fue el líquido proveniente de un filtrado de estiércol porcino, del que se aprovechó la flora bacteriana metanogénica que habita en el tracto digestivo de dicho animal.

Preparación de las muestras

Se recuperaron en total 10 kg de restos de comida del comedor universitario. Esta muestra se transportó al laboratorio, donde se prepararon las muestras manualmente. Las mismas fueron trituradas y mezcladas hasta obtener una masa homogénea. Cada digestor almacenó distintas concentraciones de mezcla de reacción: 12 % SV, 8 % SV, 5 % SV y 8 % SV, esta última con alto contenido de yerba mate.

Estudios realizados

El proceso de degradación de la materia orgánica y la generación de biogás fueron estudiados durante 50 días. Los análisis físico químicos del líquido residual utilizado como sustrato en los ensayos se llevaron a cabo de acuerdo al Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater (1995). Se determinaron Sólidos Totales y Sólidos Volátiles Totales y se realizó un seguimiento de la acidez del medio de fermentación mediante mediciones periódicas de pH.

Con el fin de controlar la acidez de las mezclas y regular el pH se determinaron los equivalentes ácidos de cada una de las mezclas. Para ello se prepararon soluciones al 5 % V/V a partir de las muestras tomadas de cada digestor y se titularon con

solución valorada de Na(OH) 0,01 N usando fenolfataleína como indicador. En función de los resultados de la titulación se calculó la masa del neutralizador del pH de las mezclas. Para ello se empleó una tabla de cálculo que relaciona el pH de la muestra, los volúmenes y concentración de los reactivos empleados en el ensayo y se calcularon los miliequivalentes ácidos presentes y la masa de reactivo necesaria para lograr una neutralización de la acidez.

En cada reactor se agregó al sustrato bicarbonato de sodio para mantener el pH en 7 ± 1 , condición indispensable para que las bacterias actúen.

Se registraron diariamente los valores de temperatura del medio ambiente exterior inmediato de los digestores y del ambiente.

El biogás generado se cuantificó semanalmente hasta completar 50 días.

El análisis del biogás generado se realizó mediante un aparato ORSAT. El mismo permitió determinar la presencia de gas metano en diferentes porcentajes según la concentración de las mezclas.

RESULTADOS

Los residuos de comida analizados provinieron de cuatro menús diferentes, preparados en el comedor universitario, todas ellos ricos en carbohidratos, aceites y grasas. El sustrato dispuesto en los cuatro reactores se preparó en base a los residuos de comida provenientes del comedor.

La generación de biogás se produjo hasta el día 35. La temperatura del ambiente se mantuvo entre 25 y 30 °C.

Sólidos Totales y Sólidos Volátiles

La determinación del contenido de Sólidos Totales (ST) y Sólidos Volátiles (SV) se llevó a cabo según métodos estándares (APH y AWWA) transcurridos 60 días del inicio del proceso.

Muestras	% ST	% SV
Digestor 1 (12 %)	7,86	85,34
Digestor 2 (8 %)	7,19	85,10
Digestor 3 (5 %)	6,14	79,58
Digestor 4 (8 %)*	7,55	80,94

Tabla 1. Porcentajes de Sólidos Totales y Volátiles para las muestras de los digestores.

A los 50 días de iniciado el proceso de biodegradación, se obtuvo el porcentaje de sólidos volátiles del residuo usado en cada reactor- Los valores obtenidos fueron: 6,71 % muestra del reactor 1; 6,19 % muestra del reactor 2; 4,89 % muestra del reactor 3 y 6,11 % muestra del reactor 4.

Biogás obtenido

La Figura 2 muestra la cantidad de gas generado a partir de la desintegración de los residuos orgánicos según su concentración. En la misma se observa que la muestra al 12 % SV generó mayor volumen de biogás, y la menor producción de gas la generó la mezcla de 8 % SV a la que se le agregó yerba mate. Además se puede ver que la mezcla de 5 % SV produjo mayor cantidad de gas que la de 8 % SV con agregado de yerba mate. A partir del día 25 aproximadamente, todas las mezclas comenzaron a cesar la producción diaria de gas, comportamiento asociado al descenso de los valores de pH en los cuatro sistemas.

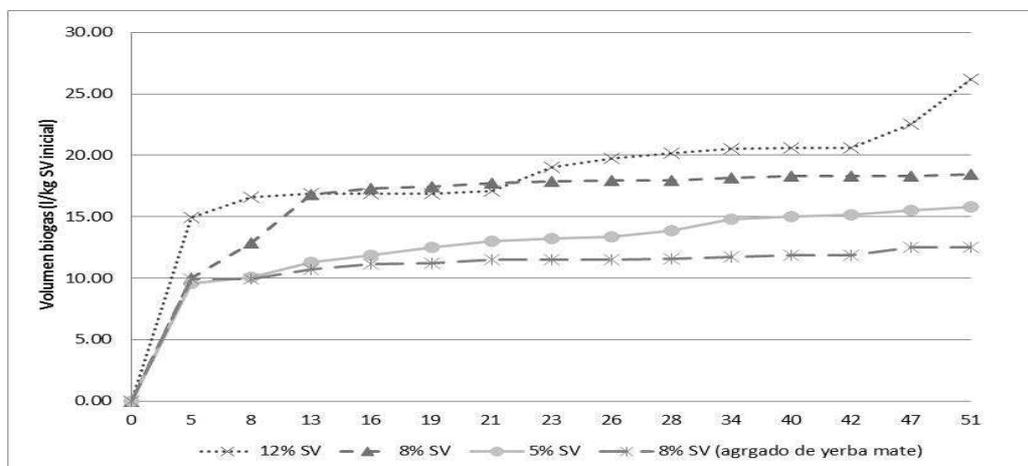


Figura 2. Representación de la generación de biogás en función del tiempo, para distintas concentraciones

La dependencia de pH de las bacterias metanógenas, aporta un factor importante para la predicción de la producción de metano, es por ello que mantener el pH de las muestras en 7 ± 1 aseguró la generación de gas metano durante el proceso de degradación.

Determinación del porcentaje de metano

La producción de metano final en cada uno de los reactores fue la esperada de acuerdo con los resultados obtenidos fundamentalmente por Mitteleitner, H (2000) y Schmack D, Schmack W- (2008).

	% CO ₂	% Aire % O ₂ * f ₂	% Metano + otros (< % 2) 100 - % CO ₂ + Aire	Mitteleitner, H % Metano	Schmack % Metano
Testigo 2 (CO ₂ comercial)	95	0	-	-	-
Digestor - 12% SV	15	32,8	52,2	60%	60%
Digestor - 8 % SV	15	16,4	68,6	75%	72%
Digestor - 5% SV	14	51,8	34,2	45%	40%
Digestor - 8% SV (Con agregado de yerba mate)	7	71,0	22,0	----	-----

Tabla 2. Datos obtenidos durante la determinación del porcentaje de gas metano, contenido en el biogás generado por las distintas concentraciones de residuos orgánicos.

La tasa de emisión de metano, por fermentación, se relaciona con el alimento degradado (Shelton, D.R and J. M. Tiedje., 1984). Entre los factores que influyen en su producción están las características físicas y químicas del alimento. (Schulz H. 1996). El digestor al 8% con agregado de yerba mate, es el que presentó menor contenido de metano en las muestras de gases analizadas.

Weimer señala que, la producción de metano es una vía aceptora de electrones, en la que la metanogénesis continuamente remueve H₂, un producto de la fermentación que al acumularse puede disminuir la degradación de la materia orgánica. De acá se desprende la idea de que la reducción o eliminación de la metanogénesis puede requerir el establecimiento de otras rutasceptoras de electrones. En el caso de usar la yerba mate como parte de la biomasa a degradar, es probable que contribuya a la disminución de la metanogénesis y por ello la biogás generado es muy bajo respecto del obtenido en los reactores que no contenían yerba mate.

CONCLUSIONES

En esta experiencia se verificó que existe un potencial energético aprovechable en los residuos orgánicos obtenidos en el comedor universitario, dado que de la degradación de los mismos podría obtenerse gas metano.

Se midió la cantidad de biogás generado por distintas de mezclas de residuos orgánicos.

Se determinó que el tiempo promedio para generar biogás, es de aproximadamente 25 días a una temperatura de trabajo entre 25 y 30 °C.

La mezcla que contenía yerba mate, también generó biogás pero en menor cantidad, esto se debe al alto contenido de celulosa y lignina en la yerba mate y la degradación de esos componentes no es sencilla, por lo tanto se buscarán alternativas para solucionar tal situación.

La buena calidad del biogás obtenido, hace que el tratamiento de los residuos de comida resulte atractivo como recurso energético.

AGRADECIMIENTO Al Dr Vázquez, Francisco Director del LABQUIM – FaCENA- UNNE

BIBLIOGRAFÍA

1. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) y Water Environment Federation (WEF) (1995). Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition. Eaton, A.D., Clesceri, L.S. and Greenberg, AE., Eds. APHA, AWWA, WEF. Washington.
2. Dpto. [Investigación](#) y nuevas fuentes (Ministerio de Industria y Energía), España; Curso "La biomasa como fuente de energía"; 1981.
3. Mitteleitner, H. (2000) "Biogas-Praxis in Bayern. Praxisbeispiele, Auswertung von Betriebsdaten, Verstromung." Landtechnik – Bericht.
4. Preston TR, Leng RA.) Friendly development. Livestock Research for Rural Development, 1. (1989)
5. Primavesi O, Shiraiishi RT, Dos Santos M, Aparecida M, Teresinha T, Franklin P. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. Pesq agropec bras. 277-283.(2004)

6. Shelton, D.R and J. M. Tiedje,). General method for determining anaerobic biodegradation potential. Appl. Environmental Microbiology 47:850-857. (1984)
6. Schmack D, Schmack W) "Biogasanlagen in Bayern"- Verlag München- (2008)
7. Schulz H "Biogas – Praxis. Grundlagen. Planung. Anlagenbau. Beispiele."Ökobuch Verlag, Freiburg. . (1996)
8. Weimer PJ. Manipulating ruminal fermentation: a microbial ecological perspective. J Anim Sci.; 76: 3114 – 31221998

ABSTRACT

This paper presents the results of analysis of physico-chemical variables of biogas obtained from the degradation of organic waste. For this, four reactors were mounted batch-loaded PET 7 liter each. The biomass used was made up of leftovers from the University Dining Hall. We considered four levels of reaction mixture: 12% SV, SV 8%, 5% and 8% SV SV * (with high content of yerba mate). Were followed for 50 days experience, measuring pH, total solids (TS) and volatile solids (SVT). The working temperature was ambient, this varying from 25 to 30 ° C. The mixture of 12% SV is generated by the increased production of biogas at all times, and lower production of gas is generated by the mixture of 8%. The biogas generated was analyzed using an Orsat.

Key words: biogas, methane, degradation, organic waste