

# TRATAMIENTO ANAERÓBICO DE PRODUCTOS RESIDUALES PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

*Dr. Antonio Valdés Delgado<sup>1</sup>*

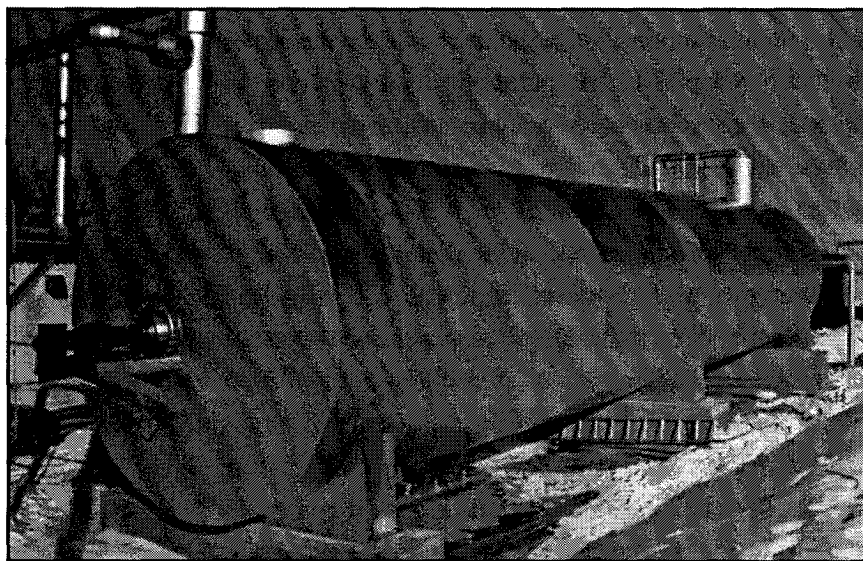
## RESUMEN

El tratamiento anaeróbico para neutralizar el efecto perjudicial de los productos residuales orgánicos, domésticos o industriales, no sólo ofrece una solución a la protección del medio ambiente, sino que puede producir un combustible: el biogás y un fertilizante orgánico a partir de los residuos de la planta. El biogás permite dar solución a una parte de las necesidades de combustible que se emplea actualmente en la cocción de alimentos.

En Cuba existen mas de 100 plantas productoras de biogás y otras se encuentran en fase constructiva y de proyectos. Entre ellos se pueden apreciar diferentes diseños de digestores como son: el domo flotante, el tipo del domo fijo y la bolsa plástica que presentan características adecuadas para necesidades familiares o sociales, cada uno con sus propias características y costos.

## INTRODUCCIÓN

Se estima que el potencial de biogás en Cuba significa, aproximadamente, 100 000 t de combustible convencional/año, proveniente de las fábricas de azúcar, destilerías de alcohol, fábricas de levaduras, papeleras, así como de productos residuales porcinos, vacunos, avícolas y del café. En áreas rurales se utilizan el queroseno, la leña y el



carbón para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua. La producción y uso del biogás, básicamente para la cocción de alimentos, puede ayudar a solucionar un problema que se presenta a una parte de las actuales familias que viven en áreas rurales.

La agroindustria azucarera origina productos residuales con un contenido tal de materia orgánica que posibilita la producción de biogás mediante su tratamiento anaeróbico; en Cuba existen fábricas de azúcar, distribuidas a todo lo largo del país, donde se obtiene un producto residual semisólido: la cachaza, de la cual se obtendrían alrededor de 1 400 000 t en una zafra que produzca 4 000 000 t de azúcar. Esta cachaza bajo un tratamiento anaeróbico puede producir alrededor de 100 m<sup>3</sup> de biogás por cada tonelada. En correspondencia con las necesidades de una familia, para la cocción de alimentos, se podría satisfacer lo que consumen más de 3 700 000 personas/día durante 150 días

<sup>1</sup>Centro Gerencia Proyectos y Programas Priorizados, Agencia Ciencia y Tecnología, Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.

que es el tiempo de operación de la zafra o distribuirla de forma tal que alcance para todo el año y entonces se satisfarían las necesidades de 1 500 000 personas.

En un estudio inicial empleando productos residuales porcinos y vacunos en la producción de biogás con el objeto de realizar la cocción de alimentos, se indica que si se instalasen 1 600 digestores para comedores con capacidades de 30 a 100 m<sup>3</sup>, aportarían 10 000 t de combustible fósil por año.

Con respecto a las aguas residuales del café se indican valores de 465 000 a 540 000 m<sup>3</sup>/a; se estima que se pudieran producir alrededor de 900 000 m<sup>3</sup> lo que significaría 450 t de combustible fósil.

La India con una población de unos 850 000 000 de habitantes tiene una masa ganadera de cerca de 340 000 000 de cabezas de ganado vacuno que aportan la materia prima para la producción de biogás. Se estima que alrededor de 43 000 000 de familias que viven en áreas agrícolas tienen 4 o más vacas, lo que propicia la producción de más de 1,44 m<sup>3</sup>/d de biogás, suficiente para satisfacer las necesidades diarias de una familia de 4 personas.

Se pudiera decir que la cachaza representa para Cuba lo que el ganado vacuno para la India como posible apoyo para producir el combustible que supla necesidades de la cocción de alimentos en áreas rurales.

**Tabla 1**  
**Características de los principales productos residuales azucareros**

Datos	Aguas residuales			Sólidos
	Azúcar	Alcohol	Levadura torula	Cachaza
Temperatura (°C)	32 a 44	77	35	35 a 40
pH	5,5 a 6,5	3 a 4	5	5,0 a 7,6
DQO (mg/L)	5 000 a 7 000	60 000 a 75 000	10 000	65 000
Flujo	0,5 m <sup>3</sup> /t caña	1,6 m <sup>3</sup> /hL alcohol	80 a 100 m <sup>3</sup> /t	35 kg/t caña

#### *BIOGÁS DE PRODUCTOS RESIDUALES INDUSTRIALES AZUCAREROS*

- De la producción de azúcar crudo: aguas residuales y cachaza.
- De la producción de alcohol: mostos o vinazas.
- De la producción de levadura torula: aguas residuales.

En la tabla 1 se relacionan las principales características de estos productos residuales.

La carga orgánica, que se estima se genera a partir de estos productos residuales, se expone a continuación en la tabla 2.

Se puede apreciar la alta carga contaminante que se deriva de estas producciones, un uso o tratamiento inadecuado puede provocar altas afectaciones al medio ambiente. La producción de biogás es una alternativa para la disposición de estos productos residuales.

#### *DE LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR CRUDO*

**Tabla 2**  
**Carga orgánica presente en los productos residuales azucareros y la población equivalente**

Variables	Aguas residuales <sup>1</sup>	Alcohol <sup>2</sup>	Levadura torula <sup>3</sup>	Total
Carga orgánica (t DQO/a) (10 <sup>3</sup> )	91,0	96,0	72,0	259,0
Población equivalente x 10 <sup>6</sup> *	2,02	2,13	1,60	5,75

\* Se establece un vertimiento de 45 kg DQO/habitante/a.

<sup>1</sup> El cálculo se realiza para 4 000 000 t de azúcar por zafra.

<sup>2</sup> El cálculo se realiza para una producción de 800 000 hL/a.

<sup>3</sup> El cálculo se realiza para una producción de 80 000 t de levadura/a.

Los datos obtenidos nacionalmente y de la literatura, indican la posibilidad de producir entre 40 y 100 m<sup>3</sup>/t de las aguas residuales y de cachaza. Se señala de la literatura un consumo por

habitante de 0,25 a 0,35  $m^3$  de biogás/d para la cocción de alimentos. Como se ha señalado se puede producir de 40 a 100  $m^3$  de biogás/t de cachaza, ello significa que para una fábrica de azúcar de 5 000 t de procesamiento de caña por día se puede producir de 7 000 a 17 500  $m^3$  de biogás, o sea, entre 1,4 a 3,5  $m^3$  de biogás/t de caña molida. Si todo el biogás se utilizase para la cocción de alimentos se podría cocinar para 23 000 a 58 000 personas/d.

#### DE LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL

Se producen 1,60  $m^3$  de mostos o vinazas por cada hectolitro de alcohol y la capacidad instalada del país en 12 destilerías es de 1 800 000 hL/a, lo que significa unos 2 800 000  $m^3$  de productos residuales a su máxima producción; en el momento actual se producen cerca de 800 000 hL/a, es decir, cerca de 1 280 000  $m^3$  de mostos. En correspondencia con la cantidad señalada se podrá producir, aproximadamente, 26 800 000  $m^3$  de biogás, a partir de una producción de 20 a 22  $m^3$  biogás/ $m^3$  mostos, lo que permite la posibilidad de la cocción de alimentos de unas 243 600 personas/d.

#### DE LA PRODUCCIÓN DE LEVADURA TORULA

En años anteriores se llegó a la producción de más o menos 80 000 t de levadura torula en un año, lo que indica el potencial de producir cerca de 16 000 000  $m^3$  de biogás, a partir de una producción de 2,5  $m^3$  biogás/ $m^3$  de levadura, ello significa la posibilidad de la cocción de alimentos de unas 146 000 personas/d.

En la tabla 3 se resume la cantidad de biogás factible de producir anualmente y la cantidad de personas que pudieran satisfacer sus necesidades de combustible para la cocción de alimentos.

En Cuba existen instalaciones de pequeñas y medianas capacidades que operan –del tipo de domo fijo y flotante– para la cocción de alimentos a partir de los productos residuales azucareros. Existen instalaciones de 350  $m^3$  –de diseño autóctono que ha operado por más de 3 a– donde, además de utilizarse el biogás en la cocción de alimentos en varios comedores, se purifica el gas y se emplea en el oxícorde de metales. También desde el año 1985 funciona una planta industrial demostrativa con capacidad de 1 000  $m^3$  de biogás/d con un contenido de metano de 70 % a partir de las aguas residuales y la cachaza de una fábrica de azúcar, la remoción de la carga orgánica es de 90 %. El biogás obtenido se emplea en la cocción de alimentos del comedor de los trabajadores de la fábrica y en una pequeña dulcería, los lodos pueden ser usados como biofertilizante. Los resultados en la operación de este diseño –del tipo bifásico– y también de desarrollo nacional, ha permitido el diseño de otras plantas similares.

#### BIOGÁS DE PRODUCTOS RESIDUALES DE GANADOS PORCINO Y VACUNO

Actualmente, existen varios digestores en operación –diseñados por especialistas de esta rama pecuaria– de pequeña y mediana capacidades. Estos digestores del tipo de domo fijo y del tipo de bolsa plástica emplean los productos residuales de ganados porcino y vacuno. El biogás

**Tabla 3**  
**Cantidad de biogás que se puede producir anualmente empleando los productos residuales azucareros y cantidad de personas que pudieran emplearlo en la cocción de alimentos**

Producto residual de la producción de:	Biogás que se puede producir anualmente ( $m^3 \times 10^6$ )	Cantidad de personas (miles)	Proporción (%)
Azúcar <sup>1</sup>	105	955	71,0
Alcohol <sup>2</sup>	26,8	243	18,0
Levadura <sup>3</sup>	16	146	11,0
<b>Total</b>	<b>147,8</b>	<b>1 344</b>	<b>100,0</b>

<sup>1</sup>El cálculo se realiza para 4 000 000 t de azúcar por zafra.

<sup>2</sup>El cálculo se realiza para una producción de 800 000 hL/a.

<sup>3</sup>El cálculo se realiza para una producción de 80 000 t de levadura/a.

**Tabla 4**

**Recomendaciones para el uso del biogás**

Usos	Recomendaciones
Iluminación	No es recomendable por la baja eficiencia
Cocción de alimentos	Es recomendable, siendo mayor la eficiencia que la cocción por leña o carbón. Menos riesgo de accidente en comparación con el uso de queroseno
Generación de energía eléctrica	Se emplea en países europeos
Combustible industrial	Se emplea, principalmente, en la producción de alcohol
Combustible para transporte	
Automotor	Existen algunas instalaciones; no está extendido este empleo
Oxicorte de metales	Es un uso conveniente, al sustituir acetileno
Líquidos residuales	Se pueden emplear en el riego
Sólidos residuales	Se pueden utilizar como fertilizantes

obtenido se emplea, principalmente, en la cocción de alimentos.

*BIOGÁS DE PRODUCTOS RESIDUALES DE INSTALACIONES PROCESADORES DE CAFÉ*

Los productos residuales líquidos de las plantas procesadores de café representan unos 500 000  $m^3/a$ . Análisis realizados estiman que mediante su tratamiento anaeróbico se podrían producir alrededor de 900 000  $m^3$  de biogás.

Actualmente, se realizan diferentes estudios en esa dirección. Los usos más comunes y las principales recomendaciones de este gas se señalan en la tabla 4.

**CONCLUSIONES**

En Cuba existen más de 100 plantas productoras de biogás y otras se encuentran en fase constructiva y de proyectos. Entre ellos se pueden apreciar diferentes diseños de digestores como son: el tipo de domo flotante, el de domo fijo y la bolsa plástica que presentan características

adecuadas para necesidades familiares o sociales, cada uno con sus propias características y costos. El empleo de uno u otro diseño se corresponde a situaciones locales y(o) nacionales. También existen instalaciones de mayores capacidades que emplean productos residuales industriales, y producen biogás para la cocción de alimentos y el oxicorte de metales.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Informe sobre el Estado Actual del Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía en la República de Cuba: Cumbre Solar Mundial, Harare, Zimbabwe, septiembre, 1996.
- Ministerio del Azúcar: "Tratamiento de productos residuales en fábricas productoras de alcohol a partir de mieles finales con la recuperación de levadura *Saccharomyces* y la producción de biogás", 1995.
- Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía en la República de Cuba: Cumbre Solar Mundial, Harare, Zimbabwe, septiembre, 1996.