

POTENCIAL DEL USO DEL RASTROJO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) PARA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

POTENTIAL FOR THE USE OF SUGAR CANE STUBBLE (*Saccharum* spp.) FOR BIOGAS PRODUCTION

Sánchez-Herrera, D.¹; Houbbron, E.²; Alzate, L.³; Valdés-Rodríguez, O.A.^{4*}; Sánchez-Sánchez, O.⁵

^{1,5}Universidad Veracruzana. José María Morelos 44, Zona Centro, Centro, 91000. Xalapa, Veracruz, México. ²Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas campus Orizaba, LADISER. Prolongación de Oriente 6 No. 1009 Col. Rafael Alvarado C.P. 94340. Orizaba, Veracruz.

³Centro de investigaciones Científicas de Yucatán (CICY). Unidad de Energías Renovables. Carretera Sierra Papacal-chuburna Puerto, Km.5 C.P. 97302. Sierra Papacal, Yucatán. ⁴El Colegio de Veracruz; Carrillo Puerto No. 26 Col. Centro. C.P. 91000. Xalapa, Veracruz.

*Autor de correspondencia: andrea.valdes@gmail.com

RESUMEN

Durante la zafra de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) 2011-2012 en México se estimó una generación de 1,082,245 toneladas de residuos como rastrojo para los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Querétaro, Tabasco, Veracruz y Yucatán. La disponibilidad de dicho residuo en la región plantea una excelente oportunidad para su utilización en la generación de biogás. El uso de biodigestores para su producción puede proveer al sector cañero una solución ambiental y de bienestar social si se realiza un procesamiento adecuado de dicho residuo, y plantea una posibilidad para la diversificación de la economía en el campo dada a la generación de productos de alto valor agregado, como lo son el biogás y biofertilizantes. En este artículo se proporciona una breve reseña sobre el potencial del rastrojo de la zona Sureste del país para ser utilizado como materia prima para biodigestores para producir energía y al mismo tiempo mejorar aspectos ambientales y de salud.

Palabras clave: desechos agrícolas, biodigestores, uso y reciclado.

ABSTRACT

During the sugarcane harvest (*Saccharum* spp.) 2011-2012 in Mexico, a generation of 1,082,245 tons of waste was estimated as stubble for the states of Campeche, Chiapas, Oaxaca, Querétaro, Tabasco, Veracruz and Yucatán. The availability of this waste in the region presents an excellent opportunity for its use in the generation of biogas. The use of biodigesters for their production can provide the sugarcane sector with an environmental and social welfare solution if an adequate processing of said waste is carried out, and it raises a possibility for the diversification of the economy in the field given the generation of high-quality products. Added value such as biogas and biofertilizers. This article provides a brief overview of the stubble potential of the southeastern part of the country to be used as a raw material for biodigesters to produce energy, and at the same time improve environmental and health aspects.

Keywords: agricultural waste, biodigesters, use and recycling.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 11, noviembre, 2017. pp: 112-115.

Recibido: junio, 2017. **Aceptado:** julio, 2017.

INTRODUCCIÓN

¿Alguna vez te has encontrado con las plantaciones de caña de azúcar durante la zafra? Las cenizas en el aire y el olor a carbón son apenas una pequeña sensación de malestar que no termina de advertir el daño real generado en tu persona y los seres vivos que ahí habitan, además del ambiente. La región Sur Sureste del país (Campeche Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán) representa 56 % (32) de los ingenios en México. La abundancia de plantaciones e ingenios azucareros ha llevado a la creación de un paisaje distintivo no solo en dicha región, sino en varias partes de México. Este se hace aún más llamativo durante el periodo de zafra (octubre-enero) cuando se lleva a cabo la quema de los residuos de la caña, también conocidos como rastrojo. De acuerdo con la Unión Nacional de Cañeros A.C. (2015), la región sureste produjo alrededor de 7'214,967 toneladas de caña de azúcar durante la zafra 2011-2012; esto quiere decir que se llevó a cabo la quema de aproximadamente 1'082,245.05 toneladas de rastrojo (hojas, puntas y cogotes de la planta que se eliminan a través de la cosecha tradicional) en las plantaciones cañeras. Mediante la implementación de la cosecha verde en la región Sureste la disponibilidad de dicho residuo plantea una excelente oportunidad para su utilización en la generación de biogás. La generación de biogás puede proveer al sector cañero una solución ambiental y de bienestar social en cuanto a la promoción de la cosecha verde para la utilización de las hojas, puntas y demás partes de la planta de la caña que actualmente son quemadas mediante la cosecha tradicional. De acuerdo con la Comisión para la Cooperación Ambiental (CEC, por sus siglas en inglés, 2014), la quema de la caña de azúcar conlleva a la emisión de contaminantes, tales como el CO₂, CO, cenizas y dioxinas (debido a la presencia de insecticidas en las plantaciones). Las dioxinas emitidas son de particular interés en términos de salud, dado que se acumulan en el tejido graso de los seres vivos, pueden ser transportadas a través del viento a largas distancias y se requiere de períodos prolongados de tiempo para su degradación en el ambiente. Además de esto se ha demostrado su relación con varias afecciones a la salud, los cuales pueden ser: cambios en los niveles hormonales tiroideos, daños neurológicos en fetos durante la gestación, problemas reproductivos, diabetes, efectos dañinos para el sistema inmune y varios tipos de cáncer en el ser humano. La quema tiene repercusiones en el rendimiento de la cosecha. En 2009 el investigador Herrera Solano registró que la cosecha verde de la caña de azúcar produce ma-

yor rendimiento de campo que la tradicional quemada. Ejemplo de la factibilidad de este tipo de práctica se encuentra en el norte de Queensland, donde 85 % de la caña es procesada mediante la cosecha verde. Si bien dicha práctica (manual o mecanizada) aumenta costos de producción por el requerimiento de la remoción y procesamiento de los residuos de la cosecha, también ha presentado ventajas, tales como la reducción de costos por control de malezas (35%), menos costos de irrigación (10%), preservación del suelo y su diversidad microbiológica, así como reducción de gases perjudiciales para el ambiente y la salud de los seres vivos. La recolección de los residuos (hojas, puntas y cogotes de caña) durante la cosecha verde proporcionaría el abastecimiento de la materia prima requerida para la generación de biogás como fuente de energía alternativa mediante la implementación de biodigestores. Desde el punto de vista energético el rastrojo tiene la capacidad de generar 115.5 L de gas metano por cada kilo de residuo implementado para la generación de biogás, lo cual puede ser utilizado en los ingenios o en zonas aledañas a los cañaverales como fuente de energía de combustión para su quema directa, o bien, como combustible para motores de combustión interna de encendido por chispa (estos operan con 100 % de biogás como combustible) por compresión (requiere de modificaciones y solo opera con 60 % de biogás y 40 % diesel). La implementación de biodigestores dentro de los ingenios azucareros ofrece una alternativa atractiva en cuanto al abastecimiento de energía eléctrica (mediante su combustión en generadores) o como gas carburante para los procesos dentro del ingenio que requieren la combustión de bagazo o carbón; por ejemplo, funcionamiento de las calderas. En el mundo se encuentran proyectos que escalan la utilización de los residuos de la caña de azúcar (principalmente el bagazo) para la generación de biogás dentro de los mismos ingenios azucareros y en zonas aledañas, demostrando viabilidad de su implementación, tanto a pequeña como a gran escala. Un ejemplo de lo anterior es el proyecto llevado a cabo en Kenya, auspiciado por la fundación Volkswagen Stiftung con el propósito no solo de generar energía para zonas rurales en África sino de generar empleos y disminuir la pobreza económica dentro de estas áreas. De igual forma, en la India se ha llevado a cabo la implementación de biodigestores dentro de ingenios azucareros (en Uttar Pradesh) a través del programa Nacional para el Desarrollo del Biogás (NPBD, por sus siglas en inglés), el cual llevó a cabo la construcción de 4.17 millones de biodigestores a lo largo del país.

Biodigestores y su utilidad en el sector cañero

Para comprender el proceso de generación de biogás hay que entender el funcionamiento de la maquinaria que hace posible dicha conversión. Un biodigestor dentro de un sistema integral agrícola para el aprovechamiento del rastrojo plantea una alternativa sencilla y práctica que elimina la necesidad de la quema en las plantaciones durante la zafra (Figura 1).

Dicho sistema no solo proporciona la generación de una energía alternativa, sino también una fuente útil para la fertilización de los suelos mediante la producción de biofertilizantes a partir del excedente del lodo generado en el biodigestor, que contiene materia orgánica de fácil degradación y microorganismos benéficos para el enriquecimiento del suelo. Además, la utilización del estiércol generado por las zonas ganaderas y granjas aledañas agrega un valor útil al proceso como medio para el tratamiento adecuado de dichos residuos que contaminan los suelos y generan gases altamente contaminantes liberados a la atmósfera. La utilización de aguas residuales de los ingenios azucareros puede abastecer el requerimiento mínimo de agua para la generación de biogás, proveyendo de dicha manera un proceso de tratamiento de bajo costo. Durante el periodo de febrero-septiembre, en el cual no se realiza la zafra, la capacidad de biodegradación de diversos residuos orgánicos le proporciona a los biodigestores la capacidad de operar con residuos de otros desechos agrícolas, tales como frutales y vegetales. Existen diversas clases de biodigestores, cada uno adaptado a las condiciones del terreno y el ambiente, entre otros factores; sin embargo, de manera general cuentan con cinco componentes principales (Figura 2).

La operación y funcionamiento de cada una de estas partes se describen brevemente:

Fosa de carga: En ella se deposita y mezcla el residuo orgánico (rastrojo) que alimenta el biodigestor. Se requiere únicamente de la capacitación básica del operador designado en la cual se especifique la cantidad de residuo y tiempos de alimentación (a través de la fosa de carga), los cuales dependerán de la capacidad de procesamiento del biodigestor.

Digestor: Dentro de él los residuos orgánicos son descompuestos por los microorganismos contenidos en los lodos anaerobios (que trabajan en ausencia de oxígeno). Los lodos activados se pueden obtener de cualquier planta de tratamiento de aguas residuales, estas generan dichos lodos como un producto de desecho. Si se desea adicionar estiércol animal como fuente de nutrimentos al proceso se requerirá de un sistema para la recolección de dicha materia de las zonas ganaderas aledañas.

Fosa de descarga: En ella se depositan los residuos provenientes del digestor que ya han sido digeridos. Dichos residuos, se deben retirar y pueden procesar para su venta como biofertilizante. En esta etapa se requiere de la implementación de un sistema para el procesamiento, empaque y distribución de las ventas de dicho producto.

Cámara de almacenamiento de biogás (CAB). Esta parte del biodigestor tiene como función el almacenamiento del gas generado en el digestor. Por medio de estos se regula y dirige el biogás a la toma final donde será aprovechado. Por lo general el destino final del biogás generado son tanques estacionarios de almacenamiento, los cuales son llenados de biogás mediante un compresor. Este tanque cuenta con una tubería y válvula de regulación del flujo hacia los quemadores donde se puede utilizar como combustible para su carburación (dentro de procesos de incineración, cocción o sistemas de calentamiento) bajo la supervisión de personal capacitado. También se puede optar por su conversión a energía eléctrica mediante una planta con turbina de gas (usualmente con una operación de ciclo abierto y un intercambiador de calor, los cuales incrementan la eficiencia en 65 %. La combustión del biogás genera dióxido de carbono; no obstante, se deben tomar en consideración los siguientes dos puntos: en comparación con los combustibles fósiles, el carbón del biogás ha sido tomado de



Figura 1. Sistema integral agrícola del manejo de residuos de caña de azúcar (rastrojo).

manera mucho más inmediata de la atmósfera mediante la actividad fotosintética de las plantas, lo cual cierra el ciclo del carbono de manera natural. La utilización del estiércol reduce la emisión de gases contaminantes.

La implementación de este tipo de tecnología ya se ha realizado con éxito desde 1994 con biodigestores a pequeña escala en los sectores agrícolas en Europa, África, Asia y la India. Esto ha permitido una mejor calidad de vida para la gente del campo debido a la reducción de contaminantes en el suelo, el aire y el agua. Además, también ha demostrado un mejoramiento en la economía rural, ya que propicia la generación de empleos y diversifica el campo, esto último debido a la generación de productos de alto valor agregado como lo es el gas metano y el biofertilizante. Por todo esto, es conveniente impulsar y promover la utilización de dicha tecnología no solo para mejorar el ambiente, sino para proporcionar fuentes alternativas de ingresos que promueva la sustentabilidad que tanto necesita hoy en día el sector cañero y la gente que de él depende.

LITERATURA CITADA

Pérez J. 2010. Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros. Tesis. Universidad de Chile. 83 p. Consultado el 20/07/2015. Dirección web: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-perez_jm/pdfAmont/cf-perez_jm.pdf.

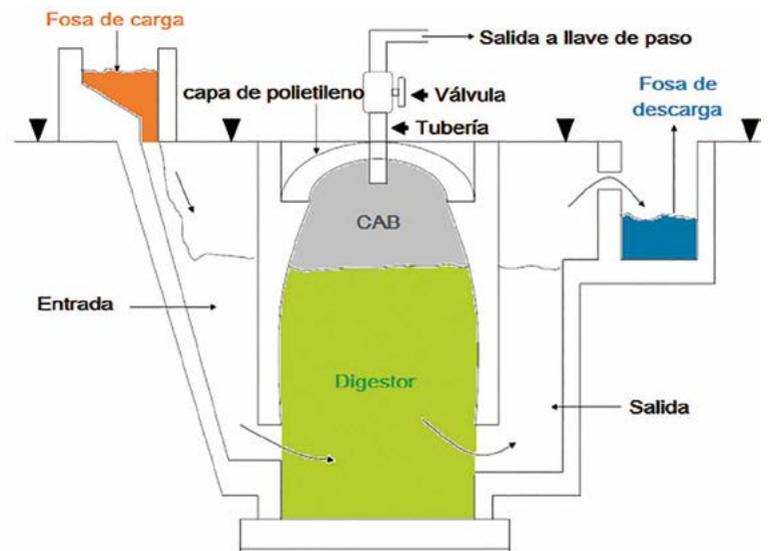


Figura 2. Biodigestor de domo fijo chino (modificado). Modificado de Pérez (2010).

Unión Nacional de Cañeros A.C. 2015. Región cañera Sureste. Sitio web. Consultado el 20/07/2015. Dirección web: <http://www.caneros.org.mx/sureste.html>.

CEC. 2014. Burning Agricultural Waste: A source of Dioxins. Montreal, Canada: Commission for Environmental Cooperation. 6 p. Consultado el 20/07/2015. Dirección web: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11405-la-quema-de-residuos-agr-colas-es-una-fuente-de-dioxinas-en.pdf>.

Herrera.Solano. 2009. Efecto del manejo de los residuos de cosecha de la caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbrido) sobre el rendimiento de campo en Veracruz, México. Revista UDO Agrícola. 9 (3): 517-521.