

EL FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL BIOGÁS EN CUBA: EL PAPEL DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL INDIO HATUEY

Informe de generalización de resultados

Por **M. Sc. Luis Cepero Casas*** y **Dr. C. Jesús Suárez Hernández***

* Estación Experimental Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Cuba.

E-mail: cepero@ihatuey.cu, jesus.suarez@ihatuey.cu

Resumen

Desde 2009 la Estación Experimental Indio Hatuey promueve la producción y utilización del biogás en el sector agropecuario cubano, con el apoyo de varios proyectos internacionales y en el marco de redes multi-institucionales. Ello permitió la construcción de 176 biodigestores con diferentes tecnologías en 22 municipios, a lo que contribuyó la formulación e implementación de estrategias locales de producción integrada de alimentos y bioenergía, con un uso diversificado del biogás, el aprovechamiento de los efluentes en la mejora de suelos y la creación de redes de suministro de biogás; todo ello ha generado un impacto positivo en el medio rural. De esta experiencia de 10 años se extrajeron varias lecciones aprendidas, que incluyen el enfoque de producción integrada, el trabajo en red y en sinergias con numerosos actores, los procesos de innovación agrícola local, las estrategias locales, la incidencia en políticas, la incubación de nuevos proyectos, las alianzas con empresas industriales y otros proyectos, así como la sistematización y socialización de resultados.

Palabras clave: Biogás, bioenergía, desarrollo rural local.

THE PROMOTION OF THE PRODUCTION AND USE OF BIOGAS IN CUBA: THE ROLE OF THE INDIO HATUEY EXPERIMENTAL STATION

Results generalization report

Abstract

Since 2009 the Indio Hatuey Experimental Station has promoted the production and use of biogas in the Cuban agricultural sector, with the support of several international projects and within the framework of multi-institutional networks. This enabled the construction of 176 biodigesters with different technologies in 22 municipalities, which contributed to the formulation and implementation of local strategies for integrated food and bioenergy production, with a diversified use of biogas, the use of effluents in soil improvement and the creation of biogas supply networks; All this has generated a positive impact in rural areas. Several lessons learned were drawn from this 10-year experience, including the integrated production approach, networking and synergies with numerous actors, local agricultural innovation processes, local strategies, policy advocacy, incubation of new projects, alliances with industrial companies and other projects, as well as the systematization and socialization of results.

Keywords: Biogas, bioenergy, local rural development.

Introducción

El desarrollo de la producción agropecuaria ha generado importantes niveles de contaminación hídrica y gaseosa, sobre todo generada por la ganadería. Entre las soluciones para el tratamiento de estos residuos destaca la biodigestión anaeróbica, como una alternativa para tratar residuos con elevada materia orgánica biodegradable, debido a su eficiencia y factibilidad económica, su potencial para la generación de bioenergía, la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y la neutralización de patógenos y de la materia orgánica contaminante. Por lo tanto, este tratamiento está indicado para aguas residuales agroindustriales, con alta carga de materia orgánica biodegradable (vertidos procedentes de producción de azúcar, alcohol, cárnicos, papel, conservas y destilerías), residuos agropecuarios (purines, estiércol) y residuos urbanos.

En Cuba, a principios de los años ochenta del siglo xx la introducción de esta tecnología se enfocó principalmente a solucionar el impacto ambiental generado por destilerías y grandes centros porcinos y de engorde bovino, y cobró gran auge entre las entidades productivas, sobre todo en vaquerías e instalaciones porcinas. Luego, con el paso del tiempo un elevado número de estos sistemas fueron desatendidos, hasta que dejó de funcionar la mayoría de las plantas instaladas, lo que se debió, principalmente, a los bajos precios de la corriente eléctrica en ese momento y a la poca motivación de las entidades hacia la utilización de las fuentes renovables de energía (FRE).

Según estimaciones del entonces Grupo Porcino (GRUPOR), en 2013 existían 14 000 productores o campesinos con convenios. La cantidad de cerdos varía entre 30 y 2000, pero el rango más común es 100-120 animales [Sosa *et al.*, 2014]. Sin embargo, solo 5,5 % de los convenios poseen biodigestores como sistemas de tratamiento, un ínfimo valor que evidencia el enorme potencial existente y que no incluye el sector estatal, donde la concentración animal es muy superior.

Recientemente se presentó el Atlas Nacional de Bioenergía, en el marco del proyecto GEF-PNUD Bioenergía, liderado por la Estación Experimental Indio Hatuey (EEIH) y como resultado del trabajo conjunto entre varias instituciones científicas y grupos empresariales del Ministerio de Agricultura, que incluye las estimaciones de los potenciales de biogás en las condiciones de Cuba, con los sistemas de alimentación más utilizados y sus tecnologías de manejo y crianza, en cada una de las provincias y las diferentes formas de propiedad del ganado porcino, vacuno y avícola [Curbelo *et al.*, 2018]. El potencial nacional de producción de biogás identificado es de 144 176 436 m³/año en la ganadería cubana (datos de 2017, sin incluir las industrias azucarera y alimenticia), que representa 79 504 toneladas equivalentes de petróleo anuales y un potencial de generación de electricidad a partir del biogás en el sector ganadero cubano de 244 159 MW.h/año.

En la última década el Estado cubano le ha concebido una enorme importancia al desarrollo de las FRE, y en lo relacionado a políticas el biogás se aborda en los principales documentos estratégicos del país, tales como los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, en la Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano, en el Plan Nacional de Desarrollo

Económico y Social hasta 2030, así como la aprobación del Decreto-Ley 345/2017, asociado al desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía.

En todo este proceso de desarrollo de las FRE, con énfasis en la bioenergía, la EEIH ha jugado un importante papel en el fomento de experiencias, tanto asociadas al biogás como al biodiésel a partir de *Jatropha curcas* y a la gasificación de biomasa, a partir de la implementación de proyectos internacionales, como Biomás-Cuba, Agroenergía y Bioenergía, financiados por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude), la Unión Europea (UE) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), respectivamente.

La Estación Experimental Indio Hatuey y su papel en fomento de la producción y utilización del biogás en Cuba

En 2009, la EEIH inició la fase I del proyecto internacional Biomás-Cuba, financiado por la Cosude, cuyo propósito en esta fase (2009-2012) fue demostrar y comunicar, a través de experiencias piloto, las alternativas tecnológicas locales para la generación de energía, a partir de la biomasa, que eran efectivas económica, social y ambientalmente para mejorar las condiciones en zonas rurales del país. Por ello, incluyó el tratamiento de excretas porcinas y bovinas mediante biodigestores para la producción de biogás y bioabonos en fincas agropecuarias de las provincias de Santiago de Cuba, Las Tunas, Sancti Spíritus y Matanzas, para la cocción de alimentos, la producción de electricidad y el alumbrado, así como el mejoramiento de suelos, a partir de los efluentes.

En este proceso se desarrolló el concepto de la finca agroenergética, concebida como: «la explotación productiva donde se desarrollan, mejoran y evalúan tecnologías e innovaciones para producir, de forma integrada, alimentos y energía, la cual se utiliza como insumo para producir más alimentos en la propia finca, con el propósito de mejorar la calidad de vida rural y proteger el ambiente» [Suárez *et al.*, 2011].

En esta fase, las tecnologías seleccionadas para la construcción de biodigestores en el marco de Biomás-Cuba fueron: 1) la cúpula fija (modelo chino), 2) el tubular plástico o de manga de polietileno con flujo continuo, y 3) la laguna anaeróbica cubierta con una geomembrana de polietileno de alta densidad (PAD), de Vietnam, aunque la más utilizada fue la primera. Se construyeron 69 biodigestores, de ellos, nueve tubulares plásticos, uno de lagunas anaeróbicas cubiertas, de 300 m³, y los restantes 59 restantes de cúpula fija [Cepero *et al.*, 2011], y se repararon varios de este último modelo y uno de cúpula flotante (hindú), que estaban inoperativos.

Estos 69 biodigestores, entre 2009-2011, abarcaron una capacidad total de digestión de 1665 m³ y generaron producciones de 600 060 m³ de biogás, que se utilizaron en la cocción de alimentos (lo utilizaron 1258 personas que sustituyeron gas licuado del petróleo), alumbrado, refrigeración, generación de electricidad y cocción de ladrillos; así como de 2601 t de bioabonos que se utilizaron en la mejora de la fertilidad de 1830 hectáreas de suelos (el biogás fue equivalente a 1812 barriles de petróleo y el

bioabono a 348 t de fertilizante completo NPK (12-10-10 %) [Cepero *et al.*, 2012].

Los biodigestores, además de producir biogás permiten reducir la emisión de metano proveniente de la ganadería y el aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera –ambos GEI–, proveniente del uso de combustibles fósiles; la emisión de óxido nitroso y amoníaco al aplicar como bioabono los efluentes del biodigestor, y los contaminantes orgánicos presentes en los estiércoles, debido al uso de pesticidas que son descompuestos en la digestión anaerobia. Asimismo, cada 380 L de metano (CH₄), formados en un digestor de biogás a presión de una atmósfera y 25°C de temperatura, reducen la carga contaminante en 1 kg de DQO [Cepero *et al.*, 2012]. En este sentido, Biomás-Cuba permitió eliminar, mediante la construcción de biodigestores, la contaminación generada por excretas vacuna y porcina en 67 escenarios productivos, lo cual generó un impacto ambiental positivo, incrementado con la utilización de sus efluentes como bioabonos.

En este proceso contribuyó un software soportado en LabVIEW 7.1, desarrollado por especialistas del Citma de Las Tunas vinculados a Biomás-Cuba, y un manual para diseñar biodigestores y sus lagunas de tratamiento secundario y terciario, cuando sean necesarias, en función de la disminución de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) del efluente líquido, lo cual permitió el diseño pertinente de biodigestores, con mayor eficiencia y menor gasto de materiales.

También se instalaron 52 plantas de producción de bioproductos a partir de efluentes de biodigestores y otros residuos, enriquecidos con microorganismos nativos, los cuales se utilizan en la sanidad animal y vegetal, la nutrición de cultivos, la eliminación de malos olores en instalaciones pecuarias y la biorremediación de lagunas contaminadas con residuales orgánicos.

Este proceso de difusión del biogás fue acompañado de una intensa capacitación a actores locales, en la que destacó la organización, en 2011, de dos cursos sobre biodigestores de laguna anaeróbica cubierta. El primero abordó la tecnología de cobertura con polietileno de alta densidad, desarrollada por el Centro de Tecnología de Biogás de Hanoi; mientras que el segundo se organizó con la empresa alemana Grupo AquaLimpia® y versó sobre el dimensionamiento, diseño y construcción de lagunas anaeróbicas cubiertas con geomembrana AQFlex®, para capacidades de digestión superiores a 300 m³ y generación de electricidad a partir del biogás. Asimismo, como parte del proceso de capacitación a los productores y especialistas para favorecer el proceso de difusión y adopción de los biodigestores anaeróbicos, tanto plásticos como de cúpula fija, se elaboraron dos manuales para su diseño, montaje y operación.

Estos resultados se han generado mediante un amplio trabajo en red, lo que facilita sinergias entre actores a escala local, territorial y nacional, y también a través de un modelo de innovación orientado hacia el logro de resultados prácticos, que promovió la vinculación entre el sector académico y los productores, la implantación del concepto de finca agroenergética, el fomento de procesos de innovación agrícola local en los cuales se desarrollan y mejoran tecnologías e innovaciones con una amplia participación del beneficiario –lo que genera mejoras y la

sostenibilidad–, y el hecho de que se haya potenciado la participación y el papel protagónico de los productores/as y sus familias.

En la Fase II de Biomás-Cuba (2013-2016) se transitó desde el sistema productivo hacia el municipio, como un todo, y se concentró en la formulación e implementación de estrategias locales de producción integrada de alimentos y energía (ELPIAE) a partir de fuentes renovables en seis municipios, en conjunto con los gobiernos y otros actores locales. Dichas estrategias se integran a los programas de desarrollo municipal y permiten fomentar procesos de innovación y crear capacidades y habilidades técnicas y sociales para fomentar el desarrollo local.

Asimismo, ha contribuido tanto a crear capacidades para la producción y utilización de la bioenergía, a partir del biogás, el biodiésel y la gasificación de biomasa, en 22 municipios, de producción de alimentos sobre bases agroecológicas, como a introducir acciones de mejora ambiental, con diferentes niveles de escala territorial y de incidencia. Destacable la incidencia en el municipio Martí, provincia de Matanzas, del proyecto Agroenergía, financiado por la UE, y dirigido técnicamente por la EEIH, que promovió la construcción de 28 biodigestores en fincas campesinas.

En el caso del biogás, en esta fase se continuaron construyendo biodigestores, principalmente de cúpula fija, llegando a la cifra de 176 en operación que tratan los residuales de la producción animal, generan anualmente 1 145 317 m³ de biogás y 12 000 t de bioabonos, así como posibilitan el ahorro de 388 800 kWh/año de electricidad por el uso del biogás en las fincas campesinas, además de evitar emisiones de metano, la contaminación de cuencas hídricas y la tala de árboles para utilizar su leña como combustible doméstico; además, se mejoraron 3874 ha de suelos con bioabonos producidos con efluentes de biodigestores y prácticas agroecológicas. Resalta la construcción de un biodigestor de laguna tapada de grandes dimensiones (5000 m³ de capacidad de digestión), en un centro de producción porcina para la generación de electricidad a la red nacional.

Destaca la instalación de cuatro redes de suministro de biogás, alimentadas por biodigestores, que benefician a 53 viviendas y 272 personas que habitan en comunidades rurales en el municipio Cabaiguán, provincia de Sancti Spiritus, que se constituyen en las primeras comunidades rurales en Cuba con una red de abasto de gas para la cocción de alimentos y otros usos, y un ahorro de 77,2 MWh/año (López y Suárez, 2018). Este resultado recibió dos premios internacionales en 2017: el Premio Innovators Under 35 Latin-America, otorgado por Technology Review, del Massachusetts Institute of Technology, y el 6to lugar en Energía, de 2409 propuestas, en los Premios Latinoamérica Verde, que otorga Soluciones Ambientales Totales (Ecuador) en alianza con el PNUD.

En general, se benefician del biogás 3220 personas para la cocción, la refrigeración, el alumbrado y las actividades productivas, lo cual fue apoyado por la entrega a los campesinos en 10 municipios de cocinas, ollas arroceras, lámparas y refrigeradores alimentados con biogás; esto permite mejorar la calidad de vida y reducir el consumo doméstico de electricidad entre 40 y 80 % en cada casa.

Además, 5855 productores y especialistas (46 % mujeres) recibieron capacitación, en charlas técnicas, talleres,

cursos y días de campo, y se elaboraron numerosos materiales de capacitación, comunicación y socialización, con enfoque de género, para fortalecer sus habilidades.

Los resultados alcanzados en el fomento de la producción y utilización del biogás en Cuba contribuyeron a la obtención de otros premios:

- Energy Globe National Awards, 2017, otorgado por Energy Globe Foundation (Austria), en alianza con United Nations Environment y Unesco. Entregado en Teherán, Irán.
- Premio del Ministro de Educación Superior al Resultado de Mayor Contribución al Medio Ambiente 2013.
- Premios Provinciales del Citma Matanzas 2013 y 2014.
- Premios Provinciales de Innovación en Sancti Spiritus 2013 y en Matanzas 2017.

En la actualidad, Biomás-Cuba ejecuta su fase III, que culmina en 2021; asimismo, desde 2017 se inició la implementación del proyecto GEF-PNUD Bioenergía, que incluye el desarrollo y fabricación nacional de equipos, insumos y componentes para biodigestores de laguna tapada y de equipos domésticos que consuman biogás, los cuales se validaran en dos municipios cubanos.

Lecciones aprendidas

- El enfoque temático centrado en la *producción integrada de alimentos y energía, sobre bases agroecológicas*, y la aplicación del *concepto de finca agroenergética*.
- La *integración con los Consejos de Administración Municipal y otros actores locales, así como con los Ministerios de Energía y Minas, de la Agricultura y de Industrias*.
- Un *amplio trabajo en red entre todos los actores*, así como *sinergias* a escala local, territorial y nacional, apoyado en la creación de *plataformas multi-institucionales y multi-actorales*.
- *Vinculación entre el sector académico, los productores y decisores*
- *Intensos procesos de innovación agrícola local*, en el marco de un *modelo de innovación abierta orientado a resultados prácticos*, donde se desarrollan y mejoran tecnologías e innovaciones con amplia participación del beneficiario, para la sostenibilidad de las acciones.
- *Vínculos directos con los productores y sus familias*, lo que ha permitido acompañarlos en el desarrollo de procesos de producción sostenible, con el consecuente incremento de la participación comunitaria, a partir del *papel protagónico de los productores y sus familias*.
- La *formulación participativa de una estrategia local para la producción integrada de alimentos y energía* en seis municipios, que contribuye a implementar las estrategias de desarrollo local.
- La *incidencia en políticas públicas* nacionales, sectoriales y locales.
- La *«incubación» de nuevos proyectos* nacionales e internacionales para lograr sinergias y sostenibilidad de las acciones.

- La creación de *alianzas con grupos empresariales* cubanos del Ministerio de Industrias para el desarrollo y la producción de equipamiento e insumos para el fomento de la agroenergía.
- El fomento de *sinergias con otros proyectos internacionales e instituciones* (ministerios, gobiernos locales, empresas, organizaciones técnicas y de productores y campesinos).
- La concepción y aplicación de un *sistema de monitoreo y evaluación del proyecto* orientado a sus efectos e impacto (SMEEI), así como a brindar información clave a gestores y decisores.
- El permanente *proceso de sistematización y socialización* de resultados, experiencias, buenas prácticas, tecnologías y diseños, etc., dirigido a beneficiarios directos y gestores del proyecto, decisores de políticas y al sector científico y académico, a escala local, provincial y nacional.
- La realización de acciones de reducción de vulnerabilidades al cambio climático, mediante la adaptación y mitigación.

Conclusiones

En la última década se ha fomentado en Cuba la producción y uso del biogás en el sector agropecuario, y en este empeño ha jugado un importante papel la Estación Experimental Indio Hatuey, con el apoyo de varios proyectos internacionales, lo que posibilitó la construcción de 176 biodigestores y un uso diversificado del biogás.

Referencias bibliográficas

- Cepero, L.; D. Blanco y V. Savran. (2011). «Experiencias y resultados de BIOMAS-CUBA en la producción de biogás y de bioabonos a partir de efluentes de biodigestores». I Conferencia Científica Internacional «Yayabociencia 2011», 23-26 noviembre, Universidad de Sancti Spiritus, Cuba. 8 p.
- CEPERO, L.; V. SAVRAN; D. BLANCO; M. DÍAZ PIÑÓN; J. SUÁREZ Y A. PALACIOS (2012). «Producción de biogás y de bioabonos a partir de efluentes de biodigestores». En Suárez, J. & Martín, G. (Eds.): *La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural*. Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas, Cuba, p. 131-142.
- CURBELO, A.; J. SUÁREZ, R. SOSA Y MILAGROS SAUCEDO (2018). *Atlas Nacional de Bioenergía*. ONEI, Cubaenergía, Estación Experimental Indio Hatuey y GEGAN, La Habana, 50 p.
- LÓPEZ, A. Y J. SUÁREZ (2018). «Experiencia de suministro de biogás en una comunidad rural, en Cuba». *Pastos y Forrajes*, 41 (1): 73-79.
- SOSA, R.; Y. DÍAZ; T. CRUZ Y J. L. DE LA FUENTE (2014). «Diversification and overviews of anaerobic digestion of Cuban pig breeding». *Cuban J. of Agr. Sci.*, 48 (1): 67-72.
- SUÁREZ, J.; G. MARTÍN; J. SOTOLONGO; E. RODRÍGUEZ; V. SAVRAN; L. CEPERO; F. FUNES-MONZOTE; J. RIVERO; D. BLANCO; R. MACHADO; C. MARTÍN Y A. GARCÍA (2011). «Experiences of the Biomás-Cuba project. Energy alternatives from biomass in Cuban rural areas». En *Pastos y Forrajes*, 34 (4): 473-496.

Recibido: 1ro de noviembre 2019.

Aceptado: 15 de noviembre de 2019.