

# Una mirada desde el Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB) a la transición energética en Cuba

*A look from the Biogas Users Movement (MUB) to the Energy Transition in Cuba*

José Antonio Guardado-Chacón<sup>a, c</sup>, Alois Arencibia<sup>b</sup>

## RESUMEN

La tecnología del biogás con el uso de los biodigestores familiares y los sistemas de tratamiento a ciclo cerrado, concebidos bajo la premisa del desarrollo local, atenúan los conflictos energéticos-ambientales en condiciones específicas de lugar, por lo que son el eje del presente trabajo. Primero, se acotan sus características técnicas para seguir con su desarrollo histórico en la mayor de las Antillas, tomando como referencia los aprendizajes obtenidos con el Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB) y su importancia en las dinámicas sociales y energéticas en Cuba. Finalmente, se proponen algunas reflexiones orientadas al logro de una cultura energética y ambiental en Cuba y en América Latina y El Caribe.

**PALABRAS CLAVE:** usuarios del biogás; papel de la ciencia y la técnica; transición energética; respeto ambiental y justicia social; biodigestores familiares; sistemas de tratamiento a ciclo cerrados; conflictos energéticos-ambientales; desarrollo local.

## ABSTRACT

The biogas technology with the use of familiar biodigesters and a closed cycle treatment system reduces the environmental- energetic conflicts, considering the specific conditions of the place, and a local development premise. This is the reason why they are aborded in the present reflection. First, it is presented their general technical aspects, following with the biogas historic context in the Major Island of the Antilles, taking as a reference all the knowledge obtained with the BUM and its influence in social and energetic dynamics in Cuba. Finally, it is proposed some guidelines oriented to achieve an energetic and environmental culture in Cuba and Latin American and The Caribbean.

**KEY WORDS:** biogas users; the role of science and technique; users of biogas; energetic transition; environmental respect and social justice; familiar biodigesters; closed cycle treatment, systems; energetic environmental conflict; local development.

## Introducción

Construir una planta de biogás es crear la capacidad de transformar los residuos orgánicos a fin de obtener nutrientes básicos para la producción de alimentos y generar energía aprovechable, además de reducir los problemas ambientales por su deficiente disposición. Para Cuba la implementación de esta tecnología, con la acción participativa de sus usuarios, constituye un interés nacional y un componente básico de la revolución energética. Su uso fortalece

una vida digna y saludable para las generaciones de hoy y futuras, y como fuente renovable de energía limpia es una alternativa a los combustibles fósiles, que han acelerado el efecto invernadero y cuya principal consecuencia es el calentamiento global, con fuertes desequilibrios para la vida.

Asimismo, la obtención de alimentos ha sido una necesidad de primer orden del Estado cubano, que ha desarrollado programas como el de producción porcina, siendo en el ámbito de la carne el más avanzado

a Junta Directiva Nacional de la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar); Coordinación Nacional del Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB). La Habana, Cuba. ORCID Guardado-Chacón, J.A.: 0000-0003-4607-7145

b Junta Directiva Nacional de la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar); Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB). La Habana, Cuba. ORCID: 0000-0002-9635-1643

c Autor de correspondencia: [guardado@cubasolar.cu](mailto:guardado@cubasolar.cu)

en todo el país al usar diversos modelos estatales y no estatales, con gran incidencia en la alimentación de la población, pero su avance ha generado problemas subyacentes por la contaminación del agua, el suelo y el aire debido a la descomposición de los residuos orgánicos propios de esta actividad. Situación ante la cual la implementación de la tecnología del biogás ha brindado significativos avances de manejo.

Dada la multiplicidad de posibilidades que provee su desarrollo, se abordan las razones por las que el biogás es una elección energética responsable. Primero, se acotan algunos aspectos técnicos que permiten comprender las posibilidades en su uso, siguiendo con la importancia del desarrollo e implementación de su tecnología alrededor de dos conceptos fundamentales: los biodigestores familiares y los sistemas de tratamiento a ciclo cerrado, ambos retroalimentados desde la experiencia cubana.

Luego se abordan los procesos de construcción social en torno a la apropiación de esta tecnología en Cuba, empezando con las contribuciones y la experiencia del Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB), continuando con la definición del usuario del biogás de la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar), que resalta su movimiento, y finalizando con su acción política en torno al desarrollo de la metodología GBV, el arte del biogás en Cuba y su relación con las directrices del Decreto-Ley 345 sobre fuentes renovables de energía.

Por último, se concluye sobre la visión del MUB y la tecnología del biogás retomando propósitos y desafíos en Cuba, como también, se proponen algunos elementos para avanzar en el contexto de América Latina.

## Aspectos técnicos del biogás

Fuentes muy antiguas indican que el uso de desechos y los recursos renovables para el suministro de energía no son conceptos nuevos, pues ya eran conocidos y utilizados mucho antes del nacimiento de Cristo. En Ezequiel, capítulo 4, versos 12 y 15 se expresa (año 597 A.C.): “comerás torta de cebada, habiéndola cocido sobre excrementos humanos, a la

vista de ellos” “Mira te concedo que prepares tu pan sobre estiércol de vaca en mi lugar de sobre excrementos humanos”. El descubrimiento y el uso del biogás datan de los siglos XVIII y XIX, respectivamente, identificado en 1667 por Shirley como “gas de los pantanos” por ser el sitio donde observó su presencia (Energía Biogás, 2012).

El biogás es:

Un gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno (ambiente anaeróbico), determinado rango de temperatura (10-50 °C) y acidez (6,5-8,5 pH), entre otros factores, mediante la acción de microorganismos (Guardado, 2016, p. 3).

Define una mezcla constituida principalmente por metano (CH<sub>4</sub>), gas con poder energético y otros componentes, que en un contenido menor de 50% deja de ser inflamable. Su inflamabilidad volumétrica en porcentaje de aire oscila entre 6 y 12%. Tiene en promedio un poder calorífico entre 18,8 a 23,4 mega julios por m<sup>3</sup> (5 000 a 6 000 kilocalorías por m<sup>3</sup>). Es más ligero que el aire y posee una temperatura de combustión entre 650 °C - 750 °C, su llama alcanza una temperatura de 870 °C. (Guardado, 2016, p. 4).

Se puede utilizar como cualquier otro combustible, tanto para la cocción de alimentos en sustitución de leña, keroseno, gas licuado, etc., como para producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras a gas, hornos, estufas, secadores, calderas u otros sistemas de combustión a gas (Guardado, 2016, p. 5).

También se puede emplear directamente en la refrigeración por absorción, así como insecticida y bactericida en otras actividades:

Las mezclas de biogás con aire, en una relación de 1:20, forman un gas detonante altamente explosivo, lo que permite su empleo como combustible en motores de combustión interna adaptados. Algunas de las equivalencias promedio de un m<sup>3</sup> de biogás con 70% de CH<sub>4</sub>, 30% de CO<sub>2</sub> y 6 000 kcal son 1,8 kWh de electricidad, 0,6 m<sup>3</sup> de gas natural, 0,8 L de gasolina, 1,2 L de alcohol combustible, 0,3 kg de carbón, 0,7 L de fuel-oíl y 2,7 kg de madera (Guardado, 2016, p. 5).

## La tecnología del biogás

La tecnología del biogás no es sólo una alternativa emergente ante la falta de combustible, sino que ha resultado un proyecto económico viable que resuelve a la vez disímiles problemas: reduce las cargas contaminantes en las corrientes superficiales, atenúa la contaminación atmosférica del metano que se produce libremente en las lagunas anaeróbicas, suministra abono orgánico en reemplazo de los fertilizantes químicos y provee el biogás como fuente de energía. La introducción de estos beneficios, fáciles de obtener, ha estado desprovista de altos costos en Cuba al emplear materiales que se encuentran convencionalmente disponibles en las viviendas rurales (ladrillos, bloques, etc.), bondad que ha ido nutriendo a los usuarios del Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB) que con su activa participación y junto a las organizaciones e instituciones involucradas han ido consolidando su uso, incluyendo aquellas que han realizado aportes de ayuda solidaria a Cuba.

Los beneficios de esta tecnología fueron apuntalados por una de las obras más completas sobre este saber, del alemán Ludwig Sasse (1984), como centrales para los países en desarrollo y con gran dependencia del área rural: 1) suministra energía y abono, mejora las condiciones higiénicas y no daña el medioambiente; 2) ayuda al presupuesto nacional y mejora las condiciones de trabajo en casa; y 3) constituye una fuente de energía moderna y mejora las condiciones de vida en el campo. Estos beneficios han venido escalando en su reconocimiento, aunque puede ser un tema considerado «de moda», haciendo de esta tecnología una de avanzada y bien adaptada a las exigencias ecológicas y económicas del futuro.

En su implementación es fundamental tener en cuenta el origen, manejo y tratamiento de los impactos que se producen durante el balance energético, guardando el principio que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. Si se quiere que se convierta en un elemento integrador de los esquemas de desarrollo local, debe contar con una



Figura 1. Ilustración del biogás y el uso o destino de sus productos finales en función del bien o el mal de la humanidad

elección y construcción de calidad y rigor apoyadas en el conocimiento técnico tomando en consideración tres principios básicos: ecológicamente viable, económicamente rentable y social y humanamente justa.

La digestión anaeróbica, al igual que el átomo, se puede poner en función del beneficio de la humanidad haciendo un manejo adecuado o contribuir con ella a su destrucción contaminando el medio ambiente (Guardado, 2011 p. 58). Como se indica en la Figura 1, cuando se emplea en los citados usos está en función del beneficio de la humanidad (función del bien), pero si se lanza indiscriminadamente a la atmosfera, incidiendo en la ruptura de la capa de ozono y contaminando el agua y la tierra está en función de su destrucción (función del mal).

Con la consciencia de sus beneficios e impactos y asumiendo que no es un tema agotado sino en constante perfeccionamiento, se exponen los conceptos de biodigestores familiares y sistemas de tratamiento a ciclo cerrado retroalimentados por la experiencia de las instalaciones hechas con la participación de los usuarios del MUB.

### Biodigestores familiares

Los *biodigestores familiares* son instalaciones de tratamiento de residuos de origen orgánico mediante la digestión anaeróbica, donde se produce y capta el biogás a pequeña escala con la inclusión social de la familia. Generalmente constituyen el elemento integrador en un sistema de tratamiento de residuales de altas cargas para facilitar el reúso de todos los efluentes para el autoabastecimiento. Cada proyecto en Cuba es pionero en su aplicación y método de construcción, caracterizado por su contribución al bienestar de las familias y comunidades y su creatividad en cuanto a la planificación y la solución de los problemas de diseño que se adecuan a las características de los usuarios.

Esta acción de valioso carácter participativo, aparte de garantizar una mejor condición de vida, está en consonancia con las condiciones específicas de la agricultura cubana, las costumbres y tradiciones del campo. Uno de los hechos más notables ha sido que la aplicación y resultados del biogás son más efectivos cuando prevalece el interés de la mujer (Guardado, 2015). En los casos donde ha coincidido que ella

es protagonista por sus conocimientos profesionales, las perspectivas de éxito son mayores.

También se ha logrado la sensibilización de los usuarios y la generalización de un trabajo en el sector rural con resultados concretos, donde se pronostican más de cinco mil unidades con positivos impactos en el desarrollo local para finales de 2020, aún en condiciones económicas adversas producto del derrumbe del campo socialista y el férreo bloqueo norteamericano, como las vividas entre 1993-2013. Este avance inicial en obras de pequeño formato es el resultado de la promoción y rescate del biogás con un nuevo enfoque.

### Sistemas de tratamiento a ciclo cerrado

Además de la acción participativa de la familia en la concepción del proyecto del biodigestor en todas sus etapas, se considera esencial el buen manejo de los productos finales obtenidos (biogás, biol y biosol) en actividades del medio circundante, con incidencia también en el bienestar y la calidad de vida, entre ellas la producción de energía, alimentos, fertilizantes orgánicos, el uso racional del agua y la gestión de los residuos para evitar la contaminación del ambiente. El buen manejo incluye el uso de materiales disponibles, adecuados a las características de la familia y las condiciones específicas del lugar, con el consenso de la ciencia y la técnica para garantizar su sostenibilidad.

Los proyectos de los *biodigestores familiares* adquieren la categoría de *sistemas de tratamiento a ciclo cerrado* a pequeña escala cuando son apoyados con instalaciones complementarias, para el uso de todos los productos finales de la tecnología del biogás a mediana y gran escala. Estos son un escalón en el camino del lodo en las plantas de tratamiento de residuales. Los residuales orgánicos sólidos y líquidos son sometidos a procesos que permiten ser reutilizados en las cadenas proyectadas, evitando ser devueltos directamente a los cuerpos de agua. Se sigue el camino circular desde que el agua es captada hasta que es devuelta a la naturaleza, de forma complementaria a su ciclo (ACCIONA, 2019). Con esto se garantiza un ambiente saludable que permite una calidad de vida adecuada para el ser humano, como establece la Organización Mundial de la Salud (OMS). En este sentido, estos sistemas deben

abordar la prevención de la contaminación de los factores ambientales fundamentales como el agua, aire y suelo (Castro, 2019).

En una visión amplia, los *sistemas de tratamiento a ciclo cerrado* son el conjunto de instalaciones, objetos u obras con esquemas integrales dirigidos a la solución de problemas ambientales y de alimentación, producción de abono y energía a partir de aguas residuales o residuos de origen orgánico, teniendo en cuenta el ecosistema circundante y la captación y el aprovechamiento del biogás. Constituyen sistemas sin residuos que abarcan disimiles escenarios dentro de una cuenca. En el contexto del MUB son un concepto novedoso que vincula la energía renovable, en particular la del biogás, el uso racional del agua y la producción de alimentos, todos ejes transversales al desarrollo local con inclusión social.

### Los procesos de construcción social en torno a la tecnología del biogás en Cuba

Cuba fue uno de los primeros países de América latina donde se introdujo la tecnología de digestión anaeróbica en plantas de tratamiento de aguas negras desde los años veinte y en biodigestores para la captación del biogás en la década de 1940. Aunque ya en los años 70 se implementaba su uso energético y su amplio campo de aplicaciones como alternativa para enfrentar la escasez de combustibles, difundido por la prensa cubana de la época, fue sólo a principio de los años 80 que se comenzó su implementación con un nuevo enfoque al contemplar la acción participativa de sus usuarios, ya que hasta ese entonces los biodigestores construidos con esfuerzos propios por personas naturales no se contabilizaban en las estadísticas oficiales del país.

En los inicios de este movimiento no faltaron los errores y los fracasos, provocando que muchos investigadores, técnicos y empresarios abandonaran su uso por no encontrar apoyo económico ni político. Esta panorámica obligó a meditar a los integrantes del MUB desde la década de 2000 y de forma continua sobre las causas de esta situación, permitiendo orientar el trabajo para propiciar el acceso de la tecnología a una mayor parte de la población. (ver Tabla 1). En el marco de este trabajo comienza a gestarse el Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB).

### Origen, contribuciones y experiencias del MUB

El origen del MUB se encuentra en el proyecto del Grupo de Biogás de Villa Clara (GBV), el cual desarrolló acciones diversas en la aplicación y generalización de la tecnología del biogás en las condiciones específicas de Cuba. Este surge dentro del movimiento popular-creativo que se inició en los años 80 y que lideró el *Grupo para el Desarrollo de Plantas de Biogás y Sistemas de Tratamiento de Residuales de Villa Clara*, contando con la participación de activistas profesionales de altos conocimientos científicos-técnicos. Ello permitió el empleo de la ciencia, la técnica y el ingenio popular en talleres de usuarios del biogás, formando valores y recursos humanos en diferentes niveles y contribuyendo desde esa década al arte del biogás en Cuba.

Desde su formación en la región central de Cuba, en 1983, el MUB se definió como una agrupación cubana voluntaria y solidaria vinculada a la tecnología del biogás para su aplicación, promoción y desarrollo desde una cultura socioambiental sostenible. En su quehacer popular-creativo se han vivido diferentes etapas, siendo la más significativa la elaboración de una metodología, a finales de 2003, que fue denominada con las siglas «GBV» en reconocimiento al trabajo hecho por el grupo gestor durante 20 años, buscando superar los mencionados *errores y fracasos* (Tabla 1) y aprendiendo de las diferentes acciones desplegadas.

En casi cuatro décadas de trabajo, el MUB ha logrado varias contribuciones en los aspectos educativo, político, sociocultural, energético y tecnológico en Cuba. Entre ellas se cuentan:

- 1) La implementación de la tecnología del biogás en los saberes tradicionales de campesinos y productores rurales que conviven de manera armónica en sus ecosistemas. En las fincas cubanas se socializa una tipología variada de biodigestores adaptables a las condiciones socio-naturales de los usuarios, las posibilidades materiales y los recursos disponibles. Cada proyecto es un proceso único, emprendido por actores privados y estatales. Los modelos de plantas pueden ser de geomembranas y sus similares, de cúpula fija y el tradicional de campana flotante.

**Tabla 1.** Errores y fracasos, causas y condiciones necesarias para poseer un biodigestor

Errores y fracasos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadecuados operarios en las plantas de biogás.</li> <li>• Mal diseño de los biodigestores.</li> <li>• Mala construcción.</li> <li>• Indisciplina tecnológica.</li> <li>• Mal abastecimiento de la materia prima.</li> <li>• Uso inadecuado de equipos para el empleo del biogás.</li> <li>• Desconfianza tecnológica y numerosos detractores de esta tecnología.</li> <li>• Muy bajo porcentaje de biodigestores construidos.</li> </ul>
Causas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por lo general se proyecta y construye, pero después no se vela por su calidad y el mantenimiento.</li> <li>• Faltan de normas y regulaciones para la aplicación de la tecnología del biogás.</li> <li>• Dentro de la institucionalización de esta actividad no se ha logrado una adecuada infraestructura, con los recursos y mecanismos para atenderla, por tanto, su desarrollo es aún insuficiente en el país.</li> <li>• Los recursos y materiales necesarios compiten con otras actividades priorizadas y no se han puesto al alcance y posibilidades de los usuarios que los necesitan.</li> <li>• Los diseños y modelos desarrollados no contemplaban las características ni posibilidades de los usuarios y lugar (no se contemplaba el aspecto social).</li> </ul>
Condiciones necesarias para poseer un biodigestor
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollarlo, conocer sus bondades y sentir la necesidad de su uso.</li> <li>• Disponibilidad financiera para adquirir los recursos necesarios o poseerlos (total o parcialmente).</li> <li>• Disponibilidad de materia orgánica, agua y espacio.</li> <li>• Conocimiento sobre cuándo un diseño resulta funcional para sus características y posibilidades.</li> <li>• Reconocimiento que, para la sostenibilidad del biogás, además de su importancia como portador energético, es necesaria la utilización íntegra de todos los productos finales que genera el biodigestor (biol y biosol), así como el de sus impactos en el medio circundante y el bien común (desarrollo local).</li> </ul>

2) El desarrollo de varios cursos de posgrado y enseñanza media producto de la madurez del movimiento y actividades de capacitación, todos con gran impacto en los territorios. En esos cursos los usuarios de nivel medio participan en calidad de oyentes y enriquecen notablemente su desarrollo.

- 3) El fomento de cambios en las maneras de ser, hacer, producir y participar en la responsabilidad ciudadana y en las soluciones tecnológicas a problemas productivos y económicos. Cambios que se reflejan en el accionar y los estilos de vida de las familias y comunidades, con énfasis en el cuidado, protección y uso racional de los bienes comunes naturales como la tierra, el agua y las especies vivas que cohabitan en sus territorios. Asimismo, ha motivado el interés por aprovechar los efluentes del biodigestor para lograr producciones agroecológicas.
- 4) La construcción de redes comunicativas basadas en las expresiones culturales locales que dan cuenta del sentido de pertenencia al MUB y de sus identidades campesinas de las regiones occidental, centro y oriente del país. Algunos ejemplos son el intercambio de platos tradicionales y la creación de décimas guajiras, improvisaciones y canciones que hablan de su razón de ser como grupo, como la guaracha, musicalizada e interpretada por el grupo *cubanos en la red* con aportes de miembros y colaboradores del MUB.
- 5) El aprender-haciendo desde el diálogo entre técnicos, productores y futuros productores de biogás, constituyendo un ejemplo de relaciones de poder horizontales entre los que ya tienen un conocimiento y los que inician este proceso de construir o adquirir saberes, generando un aprendizaje múltiple. Participan miembros de las familias de usuarios y otros actores sociales que concurren mediante la convocatoria realizada por el MUB.
- 6) El desarrollo de un programa de difusión basado en las lecciones aprendidas y mejoras continuas con un acompañamiento sistemático al productor, construyendo una vía adecuada de contribución al desarrollo del biogás con más de 5000 instalaciones de diversos diseños. Se ha beneficiado un amplio sector de la población rural dedicada a la crianza porcina, de ganado y otros animales que utiliza los productos finales de la tecnología del biogás en la producción de energía y alimentos.
- 7) La solución a un gran problema energético, posible sólo con el logro de una gran cantidad

de pequeñas soluciones que han contribuido a estimular las producciones agrícolas locales y el uso de fuentes renovables de energía (FRE), reciclando el ciclo energético proveniente de animales y plantas con el biodigestor para diversos fines. Ha sido necesario priorizar políticas y estrategias que garanticen una cultura integral sobre las FRE y un accionar acelerado y sostenido en su desarrollo y aplicación para ampliar su sinergia.

- 8) La conversión de un usuario de biogás a un productor de buena parte de su energía, convirtiendo su vivienda en una de energía positiva. El consumo promedio de electricidad de una casa en Cuba es de 186 kWh y casi el 50% se destina a la cocción de alimentos y el calentamiento de agua.
- 9) La transformación del rol de los productores con sus biodigestores familiares en actores de desarrollo local, agrupados en su movimiento.
- 10) La elaboración de documentos como la *Guía de implementación, explotación y mantenimiento de*

*biodigestores* (Guardado, 2019a) para favorecer un adecuado desarrollo, utilización, explotación y mantenimiento de las plantas de biogás a nivel local con la participación directa de familias, campesinos, estudiantes y del pueblo en general, promoviendo su cultura integral. La guía toma como referencia los errores frecuentes en el diseño y construcción de biodigestores y las experiencias de usuarios y técnicos que han trabajado e intercambiado sobre el tema biogás.

- 11) La experiencia en diferentes escenarios que aportan a la transición energética y el desarrollo local de múltiples procesos (Tabla 2).

Reflejo de la creciente y activa participación social que ha alcanzado el MUB en Cuba, cuyas múltiples posibilidades han aportado al avance y consolidación de la soberanía alimentaria, la seguridad energética y el desarrollo local, surge su transformación hacia el Movimiento de Usuarios del Biogás y otras Fuentes Renovables de Energía (MUBFRE), que aparte de los biodigestores incluye el uso de la energía solar en forma activa y pasiva, la producción sostenible

**Tabla 2.** Acontecimientos que remarcan la importancia del MUB en diferentes momentos en Cuba

<b>Experiencias del MUB en diferentes escenarios</b>
<p><b>2014 – XI Simposio Latinoamericano de Digestión Anaerobia (XI DAAL), Cuba:</b> el MUB desarrolló el taller rural “<i>La digestión anaerobia en la sostenibilidad de áreas rurales</i>”, que incluyó la visita a una finca en la provincia de Artemisa, donde se encuentra aplicada la digestión anaerobia usando tecnologías convencionales con biodigestores familiares. En este evento el profesor Dr. Gatzte Lettinga ofreció una conferencia magistral titulada “<i>Nuestra ruta anaerobia hacia la sostenibilidad</i>”.</p>
<p><b>2017 – Publicación del libro <i>Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB)</i>:</b> resume una primera etapa del MUBFRE exponiendo los aspectos que evidencian el accionar de este movimiento en el contexto del desarrollo local.</p>
<p><b>2019</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>XI congreso de la RedBioLAC, Varadero (Cuba):</b> en este se dieron a conocer los principales resultados del MUB en Cuba, compilados por Guardado (2019b). El Dr. Thomas R Preston ofreció la conferencia magistral “<i>Historia de la introducción de biodigestores en América Latina</i>”, abordando las implicaciones y proyecciones frente al calentamiento global y la pérdida de biodiversidad. El MSc Raúl Botero Botero abordó temas sobre la investigación, la ciencia, la técnica y las disímiles relaciones de la tecnología del biogás con los diferentes actores de la sociedad. En su marco se realizó el Curso práctico de biodigestores a pequeña escala con enfoque para Latinoamérica y el Caribe, por la Red de biodigestores para Latino América y el Caribe (XI RedBioLAC) en conjunto con el MUB, incluyendo por primera vez el diseño, la construcción, la explotación y la puesta en marcha de los biodigestores de domo fijo.</li> <li>• <b>IX Encuentro Nacional de Usuarios del Biogás:</b> evento insigne del MUB celebrado en Santiago de Cuba, contando por primera vez con una representación de 12 países del Movimiento de Afectados por Represas en Latinoamérica (MAR).</li> <li>• <b>Conferencia nacional e internacional <i>Construyendo justicia climática y transición energética</i>, Bogotá D.C, Colombia:</b> Se divulgaron los avances de <i>La Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes de Energía (CUBASOLAR)</i>, retomando el trabajo de Bériz (2019) y el rol del Centro Martin Luther King (CMLK) en la educación popular en Cuba y la región de América Latina y el Caribe. Se consensó una declaración sobre el papel que deberían asumir las organizaciones de la sociedad civil, las populares y los movimientos ambientalistas para que sus voces sean escuchadas. También, se reconoció la necesidad de ampliar prácticas y procesos populares locales, comunitarios y alternativos que contribuyen a la transformación de América Latina donde la energía va a ser el corazón (CENSAT Agua Viva, 2019).</li> </ul>

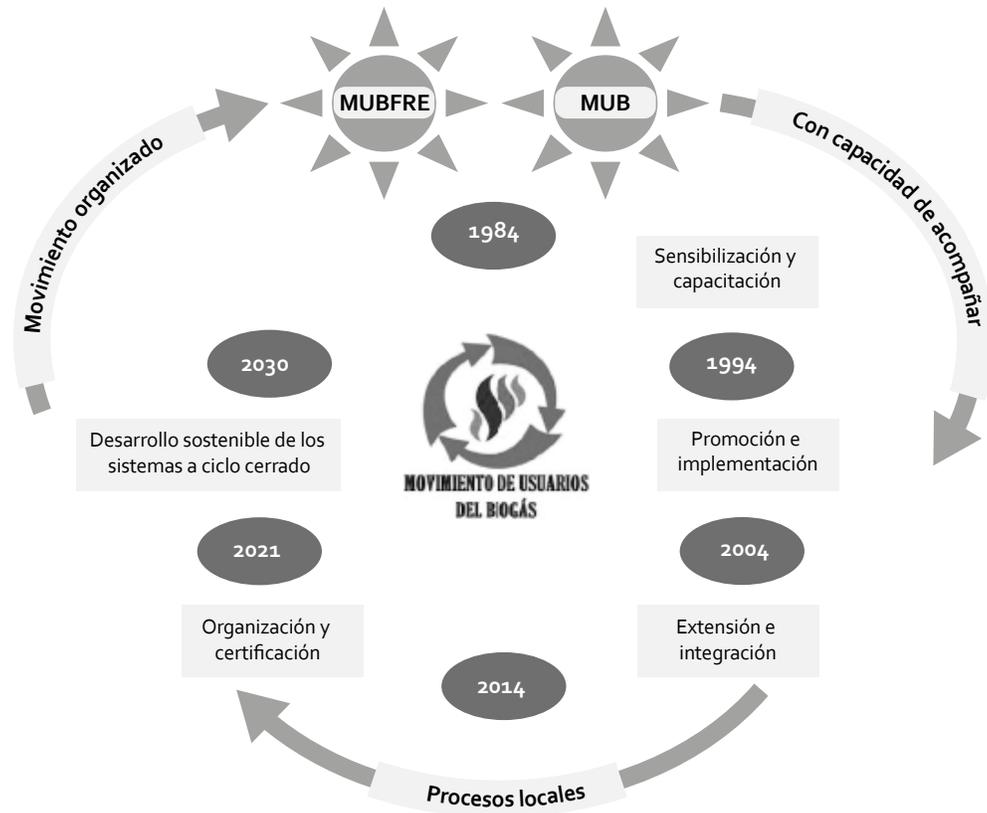


Figura 2. Las diferentes etapas del MUB y la prevista para el MUBRE

de alimentos, el uso racional del agua y todo aquello que signifique el uso de las FRE con la participación y el control popular, persiguiendo el logro de una mayor integralidad en su promoción y uso con una base familiar y comunitaria.

En la etapa de transición del MUB al MUBRE, iniciada desde 2014, se han planeado e implementado acciones de diagnóstico, capacitación y preparación para el fortalecimiento del MUB en los polígonos demostrativos de familias seleccionadas, ampliándolos en su alcance. Del 2021 al 2030 el MUBFRE deberá convertirse en un movimiento con capacidad de acompañar los procesos locales. Las etapas vividas y las previstas se indican en la Figura 2.

### El usuario del biogás y la importancia de su movimiento

Teniendo presente la trayectoria del MUB, el presidente de la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar), el Dr. C Luis Bériz, en el prólogo del libro “El Movimiento de Usuarios del

Biogás en Cuba” (Guardado *et al.*, 2017), toma en consideración que el llamado *usuario del biogás* con su ingenio popular y el papel de la ciencia y la técnica utiliza los residuales y los trata para que no contaminen ni se deterioren las condiciones higiénicas del medio circundante. También produce fertilizantes, alimento animal y energía, usando el biogás donde frecuentemente se emplea la electricidad producida con petróleo importado, eliminando la contaminación ambiental que produce y ayudando a lograr la independencia energética y el desarrollo local. Por ello lo define como un ecologista y un sanitario, subrayando que, agrupado en su movimiento, al dar a conocer sus experiencias es un educador y promotor de la cultura del biogás, por lo que, sin duda, es un ser humano por respetar.

De los usuarios del biogás, agrupados en el MUB, resalta su constitución como un «movimiento de productores de energía» que se convirtió en un actor del desarrollo local en Cuba con la integración de todos los actores municipales vinculados a la tecnología del biogás, que además de rebasar su alcance y

propósito, amplió su misión para convertirse en un movimiento más abarcador y con mayor incidencia. Sin duda, su arraigo popular sustenta un modelo de desarrollo que se debe seguir, sentando las pautas para un futuro promisorio de las fuentes renovables de energía en Cuba.

### La metodología GBV y el arte del biogás

En la década de 1970, conforme con las regulaciones existentes en aquel entonces para el desarrollo de la producción de biogás, solo se prevenía la contaminación de los cuerpos de agua. No obstante, este panorama ha cambiado, requiriendo sistemas de tratamiento de residuales en general que eviten daños ambientales, exigencia dada debido a que el biogás si no se aprovecha se acumula en la atmósfera, contribuyendo a acentuar el efecto invernadero.

A partir de esta situación, la metodología «GBV» fue la forma de vincular al usuario con: i) el tratamiento de los residuales de origen orgánico; ii) el biogás; iii) otras FRE; iv) las actividades complementarias para cerrar el ciclo y hacer los manejos que lo permitan; y v) el aprovechamiento económico de los productos finales derivados de las actividades agropecuarias de manera amigable con la naturaleza. En esencia consta de dos etapas:

- 1) Análisis de los factores que intervienen en decisión y adecuación del diseño a las condiciones específicas del usuario con vistas a su sostenibilidad y éxito de ejecución.
- 2) Valoración de la factibilidad de uso de los productos finales que se obtienen de la tecnología a partir del sistema concebido, sus impactos y rentabilidad.

En la primera etapa se definen los aspectos que se requieren para realizar la inversión:

- a) Interés del usuario y participación de los diferentes actores de la localidad que trabajan el tema y que inciden en la toma de decisión.
- b) Necesidad de uso del biogás y sus productos finales en la cadena productiva (sistema de ciclo cerrado).
- c) Transferencia de los conocimientos necesarios acerca de las ventajas que ofrece el uso de los

productos finales en la cadena productiva de los involucrados.

- d) Conocimiento de la situación económica del usuario para enfrentar la inversión, la posibilidad de uso de materiales locales para su construcción, así como la adquisición (desechados o en desuso) o posesión de implementos necesarios.
- e) Conocimiento de las materias primas, agua, espacio y de la posibilidad de adquirir o poseer fuerza técnica-constructiva capacitada.

Para la valoración de estos cinco aspectos se realiza un diagnóstico in situ siguiendo un proceso de mejora continua en los siguientes tópicos:

- 1) Manejos y procesos en cadenas: cantidad de materia orgánica, manejo de animales, cantidad de excretas, fuentes de energía, alimentos, aguas, entre otros.
- 2) Generalidades: localización e identificación del lugar de su medio circundantes.
- 3) Entorno familiar y del medio circundante: composición y ocupación de la familia, ingresos y posibilidades financieras, características e interés por el biogás y uso de sus productos finales.
- 4) Energía: gastos y demandas de energía, tipos de equipos y portadores energéticos que caracterizan dicha energía.
- 5) Biol y bioabono: cantidad y manejos de la tierra, cultivos y fertilizantes, entre otras labores y tareas vinculadas a la agricultura y producción de alimentos.
- 6) Croquis de microlocalización: instalaciones principales de vivienda, corrales, almacenes, manufacturas, áreas de cultivos, pozos, zanjas, lagunas, fuentes renovables disponibles etc.
- 7) Cálculo y diseño preliminar del biodigestor: determinación con la participación del usuario de la cantidad de excreta a tratar, el tipo de biodigestor, sus dimensiones y principales parámetros, incluyendo el listado de los principales materiales y actividades que requieren de la mayor inversión por el usuario, como los indicados en la Figura 3.

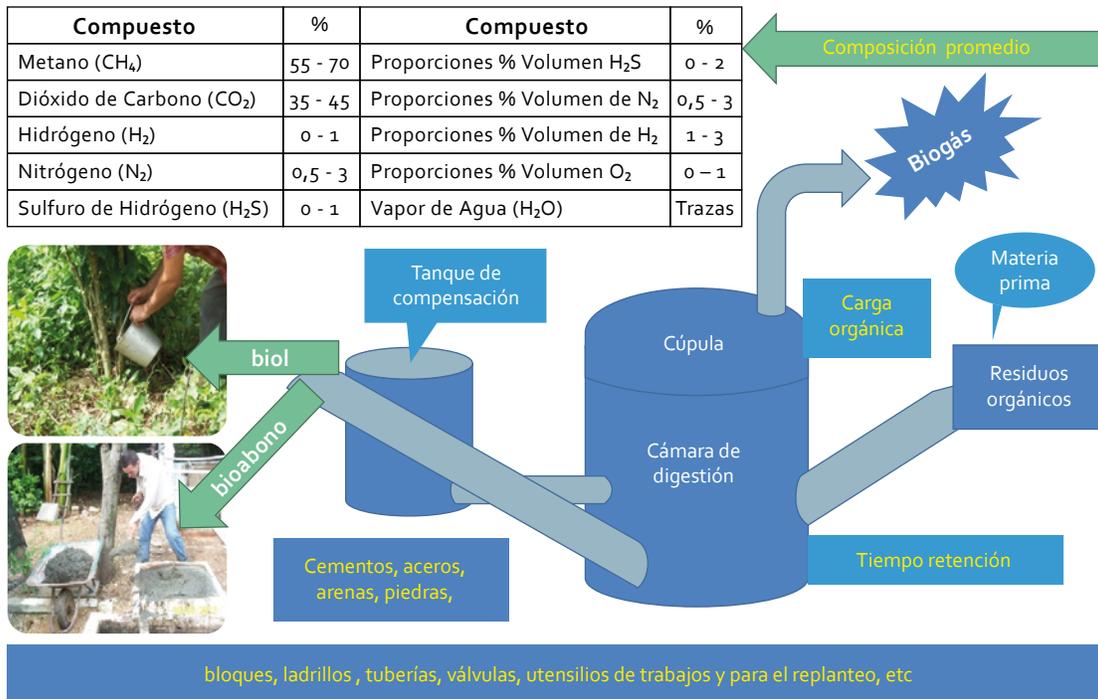


Figura 3. Principales parámetros e insumos predeterminados con el usuario, previo a la construcción del sistema en colectivo, como parte de la metodología GBV

8) Información adicional: descripción a priori de las observaciones topográficas, geológicas e hidrogeológicas de la zona que fundamenten las profundidades, resistencias, características del suelo y tipos de materiales a emplear para el diseño preliminar.

En la segunda etapa se definen las acciones para obtener la información necesaria en la valoración del diseño, la planificación, la proyección y la implementación de actividades con el objetivo de cuantificar los beneficios en función del bienestar del usuario y del bien común.

Los avances logrados hasta el 2013 con el campesinado permitieron valorar de positiva la acción del MUB; contribuyendo a la formación de valores y recursos humanos en el arte del biogás, dirigido a la necesaria transformación energética con el empleo de las FRE (Guardado, 2007). Por «arte del biogás en Cuba» se entiende la acción participativa y creativa de un sector amplio de la población en la instrumentación y generalización de la tecnología del biogás a partir de características, posibilidades y condiciones específicas. A tal efecto la Metodología <<GBV>> es considerada una gran contribución,

que al estar abierta al mejoramiento continuo incorporó las disposiciones del *Decreto Ley 345 de 2019 sobre el desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía*. La Figura 4 ilustra el organigrama que fundamenta la metodología en Cuba.

Para contribuir a la generalización del biogás en Cuba es necesaria la acción participativa de los usuarios ya que ellos son los que proyectan las acciones, realizan los esfuerzos y cubren la mayor parte de las inversiones en la implementación de la tecnología, garantizando su sostenibilidad y vida útil. El apoyo de los gobiernos también es imprescindible para el éxito, posibilitando múltiples acciones de respaldo.

### Decreto Ley 345 de 2019

Los 23 artículos consignados en este Decreto-Ley se consideran un gran avance hacia el desarrollo local de Cuba, incidiendo positivamente en el bienestar de la familia y la comunidad a través de su articulación a la metodología GBV, de la que emerge la acción participativa. Su propósito, definido en su artículo 1, es establecer las regulaciones para el desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía a fin de contribuir con (Consejo de Estado, 2019):

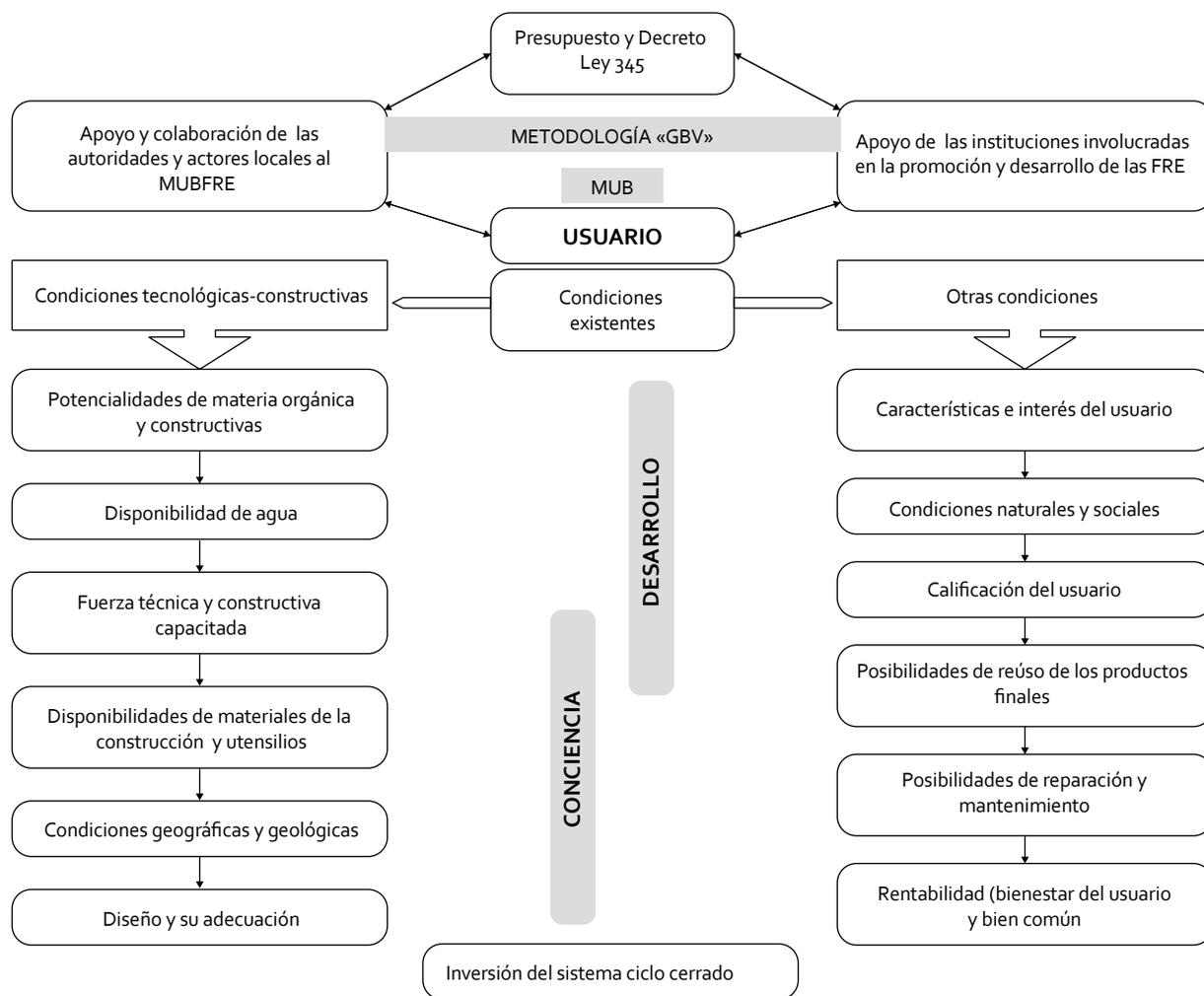


Figura 4. Organigrama en el que se fundamenta la metodología GBV

- a) El incremento de su participación en la generación de electricidad, eficiencia y el ahorro energético;
- b) la sustitución progresiva de los combustibles fósiles y la diversificación en su estructura de generación;
- c) el estímulo de la investigación e inversión para su desarrollo y uso;
- d) el desarrollo de equipos, medios y piezas por la industria nacional (en Cuba destaca que su industria local es también nacional, viéndose fortalecida); y
- e) el establecimiento de un sistema de trabajo en el sector estatal que posibilite el cumplimiento de los objetivos.

Aparte de estos aspectos centrales, otros que fortalecen el uso e implementación de las FRE son:

- § La contribución al ahorro energético en los diseños arquitectónicos de las nuevas construcciones, acabando los edificios acristalados o pintados de colores oscuros que son captadores de la radiación solar y, por tanto, grandes consumidores de electricidad para su climatización (art. 7).
- § El estímulo para la adquisición de equipos que disminuyen el consumo de petróleo con su venta a precios asequibles, a lo que se suma el beneficio del país al no tener que subvencionar la electricidad dejada de consumir (art. 8).
- § El apoyo a la construcción de equipos que aprovechen las FRE al aplicar exenciones arancelarias

a materias primas, componentes, partes, piezas, equipos y accesorios (art. 10).

§ La conversión del consumidor en posible productor de energía eléctrica, incluyendo el sector residencial, con la venta de excedentes de la electricidad producida con FRE, siempre que se cumplan con las condiciones técnicas (art. 15).

§ El Decreto-Ley y la metodología GBV son estrategias de desarrollo local que impulsan la implementación de las FRE con la participación de los usuarios y las autoridades locales, donde iniciativas como el MUB desempeñan un papel fundamental (Bérriz, 2015).

## Conclusiones y reflexiones finales

La tecnología del biogás ha propiciado un mayor uso de ese portador energético, contribuyendo al desarrollo de los procesos rurales e incidiendo en la transición energética y el desarrollo local en Cuba. Este avance es significativo para el escenario planteado por el estado cubano de alcanzar un 24% de energía eléctrica con FRE en la red eléctrica nacional para el 2030, que requiere un mejor uso de los recursos humanos y energéticos propios, disminuyendo los importados. También necesita la colaboración de los actores que pueden aportar para acceder a la tecnología del biogás, integrando la industria con los principales actores de la economía.

La transición energética y el desarrollo local en Cuba subrayan la necesidad de fortalecer a los actores de la sociedad civil, las organizaciones populares y los movimientos ambientalistas del área latinoamericana para que continúen luchando por la unidad y la construcción de alternativas al capitalismo que sean más útiles a sus pueblos. En Cuba la promoción de las redes locales con FRE avanza hacia la independencia, la soberanía energética y el desarrollo sustentable, tomando como base su empleo adecuado y el rol fundamental del usuario del biogás. La trayectoria del MUB muestra también sus posibilidades de atenuar los conflictos energéticos - ambientales al emplear la ciencia y la técnica y seguir las condiciones específicas de cada lugar en armonía con el ambiente.

Sólo en la paz y solidaridad del pueblo cubano, con la garantía de la salud y la alimentación por igual, sin exención de ningún tipo, y la autonomía de los municipios para la solución de sus problemas específicos, el MUB ha podido desarrollar sus iniciativas en función del bien común como actor del desarrollo local, con un libre accionar alcanzado por una sociedad justa. Solo en sociedades justas, como la cubana, es posible que las personas jurídicas y naturales, así como las empresas e instituciones públicas, apoyadas en la ciencia y la técnica trabajen a favor del pueblo, haciendo cada cual lo que le corresponde en estos tiempos.

En el momento histórico planteado por el COVID-19, que dibuja una coyuntura de transformación entre las relaciones sociales y de trabajo en los países del planeta, el MUB se ha sumado a los esfuerzos hechos en Cuba –liderados por el partido, el gobierno y los consejos de defensa en cada municipio– con el aporte en la producción de alimentos para contrarrestar sus efectos, intensificados por el férreo bloqueo mantenido por Estados Unidos, que ha sido uno de los principales obstáculos para el desarrollo, prosperidad y bienestar de sus habitantes durante largo tiempo. El trabajo del MUB ha hecho gala de las mejores herramientas de solidaridad y de potencial científico – técnico, logrando aportes en producción de alimentos, como se indica en el ejemplo de tres municipios del país (Figura 5).

La trayectoria del MUB con las familias rurales cubanas en el marco de la *Tarea "Vida": Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático* (MCTMA, 2017), vinculado al Objetivo de Desarrollo Sostenible 17, ofrece multiplicidad de posibilidades de aportar al propósito de preparar a la población y las comunidades vulnerables para abordar la resiliencia y el cambio climático a partir del potencial social, de una manera efectiva y localmente adaptada, donde la vida del ser humano y su bienestar es lo más importante por encima de las relaciones del mercado que priman en el capitalismo. Configurando la metodología GVB, el arte del biogás en Cuba y su adaptación al Decreto – Ley 345 sus acciones políticas más contundentes para este marco.

Por último, el desarrollo de la energía en el contexto actual y futuro de América Latina debe tener en

Región y municipios	Producciones de carne (1 <sup>er</sup> cuatrimestre de 2020)	Manifestaciones contra el bloqueo
<b>Occidental: Los Palacios</b>	25,4 t de carne de cerdo, 5 productores con 16 biodigestores.	Durante el citado periodo 43 usuarios del biogás, sólo en tres municipios de la provincia Villaclara donde surgió el MUB, atestiguaron el injusto bloqueo económico y comercial impuesto por Estados Unidos a Cuba. Sus afectaciones promedio, solamente por el concepto económico de los 160 productores involucrados en tiempos de pandemia, se calcula en 20 millones de pesos en moneda nacional (25 pesos cubanos es igual a 1 USD).
<b>Central: Placetas</b>	1249.58 t de carne de cerdo, 144 productores con 285 biodigestores.	
<b>Oriental: Il Frente</b>	108,8 t de carne de cerdo, 11 productores con 16 biodigestores.	

Municipios	Biodigestores instalados	
	Antes del MUB	Ahora con el MUB
Los Palacios	2	176
Placetas	1	285
Il Frente	1	108

**Figura 5.** Ejemplo de los aportes del MUB en tiempos de pandemia COVID-19. *Fuente:* elaboración propia con información brindada por los coordinadores del MUB de los respectivos municipios (MUB, 2020).

El cálculo se hizo a partir de las pérdidas promedio en dinero de un productor con convenio porcino de 200 animales, producto de la mayor inversión que tiene que realizar en la alimentación para poder lograr el peso comercial (por encima de 90) debido a que no se le puede garantizar los piensos en tiempo y forma como consecuencia del bloqueo, arreciado en tiempos de pandemia. El daño humano colateral no ha sido contabilizado.

cuenta la primacía del régimen social. Además de las experiencias del Movimiento de Usuarios del Biogás hay que pensar en una nueva cultura energética y ambiental con mayor participación de las Fuentes Renovables de Energía en beneficio de la equidad, la independencia y la soberanía de los pueblos con el poder popular, la participación de todos, el control científico -popular y el respaldo del Estado.

## Agradecimientos

Al Movimiento de Afectados por Represas en Latinoamérica (MAR) por la oportunidad del espacio dado al MUB. Igualmente, a todas y todos los miembros del MUB, ya que este trabajo ha sido posible tomando como base su trabajo y el Libro del Movimiento de Usuarios del Biogás en Cuba. Y por su colaboración en la redacción del presente artículo al Observatorio de Conflictos Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia.

## Referencias

ACCIONA, 2019. ¿Qué es el ciclo urbano del agua en ACCIONA agua? Proyecto web iAgua. Disponible en: <https://www.iagua.es/noticias/acciona-agua/ques-ciclo-urbano-agua-acciona-agua>

- Bérriz, L., 2015. Problemas energéticos del desarrollo local y sus posibles soluciones. En: Montesinos Larrosa, A. (Ed.), *Tecnologías apropiadas de energía renovable para proyectos municipales*. Editorial Cubasolar. La Habana.
- Bérriz, L., 2019. Intervención especial en el Noveno Encuentro Nacional de Usuarios del biogás En: IX ENUB - Noveno Encuentro Nacional de Usuarios del Biogás. Santiago de Cuba, Cuba.
- Castro, M., 2019. Saneamiento ambiental: objetivos, planes, tipos, problemas. Portal web Lifeder, Disponible en: <https://www.lifeder.com/saneamiento-ambiental/>
- CENSAT Agua Viva, 2019. Espacio de trabajo sobre experiencias prácticas de transformación del sistema energético (local/comunitarios). En: Conferencia Nacional e Internacional Construyendo Justicia Climática y Transición Energética. Seminario Propuesta de transición energética en América Latina: Agua y Energía. Bogotá, DC.
- Consejo de Estado, 2019. Decreto-Ley 345 del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía. GO 95. La Habana.
- Energía Biogás, 2012. Historia del biogás 2. Disponible en: <https://energiabiogas.wordpress.com/tag/digestion-anaerobia>
- Guardado Chacón, J., 2007. Diseño y construcción de plantas de biogás sencillas. Editorial Cubasolar, La Habana.
- Guardado Chacón, J., 2011. El biogás, una alternativa energética valiosa para Cuba. En: Santos Abreau,

- C., Medina Morales, N., Machado Muro, J., Martín Santos, T. (Comp.), *La educación agropecuaria en la escuela cubana actual*. Universidad de Ciencias Pedagógicas Félix Varela Morales. Santa Clara, Cuba. pp. 65-66.
- Guardado Chacón, J., 2015. La sostenibilidad del biogás y el rol de la mujer en el contexto del MUB. En: XXV Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines COPIMERA. Tegucigalpa, Honduras.
- Guardado Chacón, J., 2016. *Biogás para la familia campesina*. Tierra Viva, Soberanía Alimentaria, Amancio Manzanillo, Cuba.
- Guardado Chacón, J., 2019a. *Guía de implementación, explotación y mantenimiento de biodigestores*. Editorial Cubasolar, La Habana.
- Guardado Chacón, J., 2019b. El movimiento de usuarios en Cuba: Una red con resultados. En: XI Encuentro Red BioLAC. Red de Biodigestores en Latino América y El Caribe, Varadero, Cuba.
- Guardado Chacón, J., Alonso González, M., Arencibia Aruca, A., Pérez Hernández, M., Santamarina Guerra, J., Santos Estévez, J., Vázquez Gálvez, M., 2017. *El movimiento de Usuarios del biogás en Cuba*. Editorial Cubasolar, La Habana.
- Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente Cuba (MCTMA), 2017. *Plan del Estado. Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba*. La Habana.
- Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB), 2020. *Reporte de información del MUB en tiempos de COVID-19 en los municipios Los Palacios, Placetas y II Frente, de la provincia Villa Clara*. La Habana.
- Sasse, L., 1984. *La planta de biogás: bosquejo y detalle de plantas sencillas*. German Agency for Technical Cooperation, German Appropriate Technology Exchange (GTZ, GATE). Eschborn, Alemania.