

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DE UN SECTOR SOSTENIBLE DE BIODIGESTORES DE PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA EN LAC

Red de Biodigestores para Latinoamérica
y el Caribe, RedBioLAC

Jaime Martí Herrero, Mariela Pino Donoso,
Lucas Gallo Mendoza, Gloria Ximena Pedraza,
Lylian Rodríguez Jiménez y Joaquín Víquez Arias



2016

www.redbiolac.org



Quemador comercial típico para cocinas a gas que mejores resultados dio al ser usado con biogás en el altiplano Boliviano.

OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DE UN SECTOR SOSTENIBLE DE BIODIGESTORES DE PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA EN LAC

Red de Biodigestores para Latinoamérica
y el Caribe, RedBioLAC

Jaime Martí Herrero, Mariela Pino Donoso,
Lucas Gallo Mendoza, Gloria Ximena Pedraza,
Lylían Rodríguez Jiménez y Joaquín Viquez Arias

2016

www.redbiolac.org

Fotografía portada: Biodigestor que trata aguas del alcantarillado en nuevo proyecto inmobiliario peri urbano (AITA, Nicaragua, IV Encuentro RedBioLAC)

Consejo Directivo de la RedBioLAC:

Lucas Gallo Mendoza (INTA-Argentina)

Jaime Martí Herrero (CIMNE-España, INER-Ecuador)

Gloria Ximena Pedraza (CIPAV- Colombia)

Lylían Rodríguez Jimenez (UTA-Colombia)

Joaquín Víquez Arias (Asociación Costarricense de Biogás-Costa Rica)

Coordinación General de la RedBioLAC: **Mariela Pino Donoso, Chile**

Aportes al documento:

Participantes de los encuentros anuales de la RedBioLAC de 2014 (Colombia) y 2015 (Chile), y la sistematización y redacción por parte de la Junta Directiva.

Este documento ha sido redactado, editado y publicado gracias al apoyo que WISIONS (www.wisions.net) brinda a la RedBioLAC. Green Empowerment ha actuado de secretariado de la RedBioLac.

Para citar este documento, por favor utilizar:

Martí-Herrero J., Pino M., Gallo-Mendoza L., Pedraza G. X., Rodríguez L., Víquez J. 2016. Oportunidades para el desarrollo de un sector sostenible de biodigestores de pequeña y mediana escala en LAC. Redbiolac

www.redbiolac.org

ISBN: 978-956-362-921-7

Créditos de fotografía por páginas:

Jaime Martí: Contraportada, 6, 9, 10, 15, 18, 23, 24, 27, 32, 35, 43

Joaquín Víquez: 38, 42, 51

Jan Lam: 14

Mariela Pino: Portada, 13, 26, 28, 30, 46, 50

Catalina Gutierrez: 16

Anna Garwood: 7

Fabian Henao: 37, 47

Federico Vargas: 34

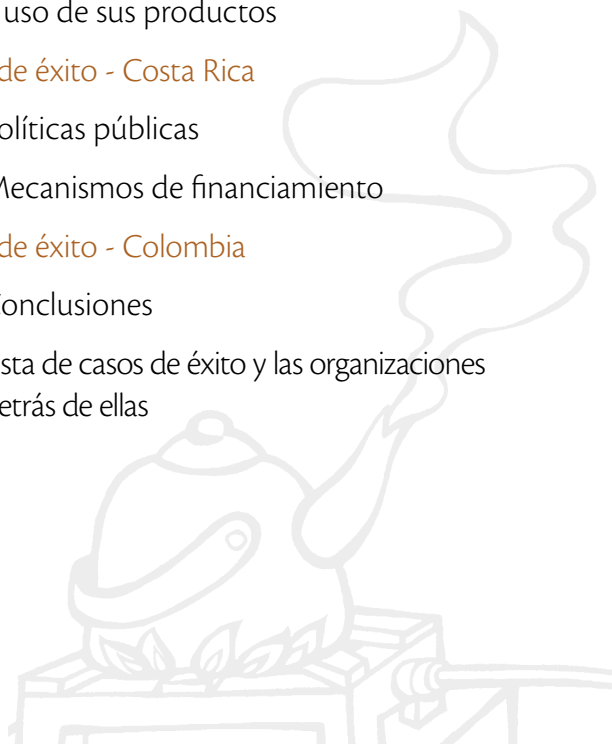
Diseño e ilustraciones: Paulina Veloso

Impresión edición chilena: Impresos Socias Ltda, septiembre 2016

Puede hacer uso de este libro y sus partes citando a los autores y a la RedBioLAC.

CONTENIDO

1.	La RedBioLAC y este documento	7
2.	Introducción	9
	Casos de éxito - Bolivia	10
3.	Pero... ¿qué son los biodigestores?	11
	Casos de éxito - Chile	16
4.	Antecedentes de la introducción de biodigestores en Latinoamérica y Caribe	17
5.	Difusión de los biodigestores	23
6.	Capacidades locales en asistencia técnica	26
	Casos de éxito - México	30
7.	Sistemas de control de calidad	31
8.	I+D en tecnologías apropiadas y uso de sus productos	33
	Casos de éxito - Costa Rica	38
9.	Políticas públicas	39
10.	Mecanismos de financiamiento	44
	Casos de éxito - Colombia	47
11.	Conclusiones	48
12.	Lista de casos de éxito y las organizaciones detrás de ellas	50



Tecnología Apropriada

(TA) (o intermedia o adecuada), es aquella tecnología que está diseñada con especial atención a los aspectos medioambientales, éticos, culturales, sociales y económicos de la comunidad a la que se dirige. Atendiendo a estas consideraciones, la TA normalmente demanda menos recursos, es más fácil de mantener, presenta un menor costo y un menor impacto sobre el medio ambiente respecto a otras tecnologías equiparables.



Ilustración 1. En el altiplano de Bolivia se han desarrollado diversos proyectos de implementación de biodigestores superando las 500 unidades instaladas. Las condiciones específicas de estos proyectos han sido la altura (mayor a 3800 msnmn), el clima frío y el trabajo con comunidades aymaras indígenas.

1. La RedBioLAC y este documento

Este documento nace de la identificación, en diferentes reuniones de trabajo realizadas por la Red de Biodigestores para Latinoamérica y el Caribe (www.redbiolac.org), de barreras y mecanismos para superarlas, para la masificación y democratización de biodigestores de mediana y pequeña escala en Latinoamérica y Caribe (LAC).

La RedBioLAC es una herramienta de intercambio de conocimiento entre diferentes actores vinculados al sector de los biodigestores, como son los usuarios, proveedores de tecnología, asociaciones de productores, gobiernos, universidades y centros de investigación, Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y entidades financieras. La RedBioLAC trabaja a lo largo del año mediante una lista de correos y la realización de un evento anual internacional en el cual se realiza un curso de formación, una visita de campo y un congreso. Durante el evento se comparten los avances y experiencias en todo lo relativo al sector de los biodigestores, se consideran aspectos técnicos, sociales y económicos. Desde 2009 en Perú, la red ha logrado realizar estos eventos cada año (2010, Costa Rica; 2011, México; 2012, Nicaragua; 2013, Honduras; 2014, Colombia, 2015, Chile y 2016 se realizará en Costa Rica). Todas las presentaciones se encuentran en la página www.redbiolac.org.

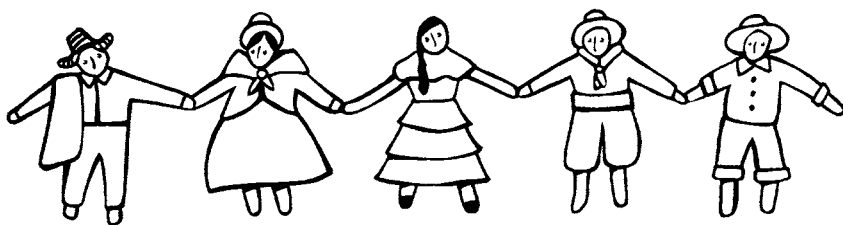


Ilustración 2. 1º reunión hacia la creación de la red, CEDECAP, Soluciones Prácticas, Perú 2009.

Esta experiencia acumulada, desde diferentes tipos de actores y países, nos ha permitido identificar los retos a los que se enfrenta el desarrollo del sector de los biodigestores, con una proyección sostenible, mediante tecnologías apropiadas a escalas adecuadas para los medianos y pequeños generadores de residuos orgánicos, que adicionalmente tome en cuenta la variada infraestructura social y productiva de los países (mataderos, aguas residuales, basura orgánica, residuos productivos). En este documento mostramos la tendencia general para toda LAC, tomando en cuenta que en cada país se dan unas circunstancias particulares y los avances son desiguales. Sin embargo, los retos identificados en este documento se pueden considerar transversales en la región.

Para desarrollar este documento ha sido necesaria la reflexión en grupo, con análisis y autocrítica, sin triunfalismo y basados en la experiencia acumulada. Por ello, se muestra un análisis sin sutilezas, transparente, y fácil de leer y de seguir el hilo de la argumentación.

El documento comienza con una breve introducción a los biodigestores en Latinoamérica y Caribe con el objetivo de contextualizar. Posteriormente, se lleva a cabo un breve repaso del desarrollo de los biodigestores en LAC según como han ido cambiando los paradigmas, en representación de una tendencia general. Finalmente, se analizan retos por alcanzar que permitan superar las barreras existentes para la democratización de biodigestores en LAC.



2. Introducción

Los primeros biodigestores se comenzaron a instalar en la región en la década de los setentas y, en la siguiente década, la mayoría de países ya habían tenido experiencias con esta tecnología. Desde entonces se han venido desarrollando proyectos de implementación de biodigestores, de forma dispersa en la última década del siglo XX y la primera década del siglo XXI, y con una visión más estratégica y sostenible, en la década actual. Normalmente estos procesos han sido impulsados por Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), en los cuales en algunas ocasiones se ha contado con sinergias de gobiernos regionales o nacionales. A pesar de toda la experiencia acumulada por cuatro décadas, los biodigestores aún tienen varios retos pendientes y barreras por superar, tales como el desarrollo de un ecosistema sostenible de actores que asuman sus funciones (asistencia técnica, control de calidad, proveedores de tecnología, mecanismos de financiamiento, investigación y desarrollo) y que vayan acompañados de políticas públicas apropiadas. Para lograr esto resulta imprescindible visibilizar los impactos positivos en el desarrollo familiar, comunitario y productivo sostenible, cuya baja divulgación se erige como la primera barrera por superar.



Ilustración 3. Biodigestor tubular instalado en el valle de Luribay (La Paz, Bolivia) en casa de Miguel Siles en 2010, cuya mayor motivación es el uso de biol en sus cultivos y la venta al por menor del fertilizante.



Casos de éxito - Bolivia

PROSUCO es una ONG boliviana enfocada a fortalecer las capacidades locales de productores, que generen procesos propios que permitan superar las condiciones de pobreza a partir de la promoción de la agricultura sostenible, gestión de riesgos y adaptación al cambio climático. PROSUCO recibió la asistencia técnica en biodigestores del programa EnDev de la GIZ en el año 2008, y desde entonces ha venido apoyando la implementación de biodigestores tubulares adaptados a clima frío como una herramienta para consolidar la soberanía energética, agroecológica y económica de las familias campesinas.

En los últimos 8 años PROSUCO, junto a agricultores líderes, han implementado cerca de 40 biodigestores en 10 municipios, donde aproximadamente el 50% de los mismos han logrado consolidarse como centros de referencia en la provisión de Bioinsumos y centros de aprendizaje para la investigación e innovación campesina y la articulación con otros actores.



Familia de Marcial Tiñini en su cocina de biogás encendida en Caicaviri (La Paz). Se instaló el biodigestor en 2008. Además de hacer uso de biogás, Marcial vende Biol, e incluso produce biol "mejorado" y otros bio-insumos.

3. Pero... ¿qué son los biodigestores?

Los biodigestores son una tecnología que permite tratar los residuos orgánicos (purines, excremento animal, residuos agrícolas blandos, de la agroindustria, etc.) mediante un proceso biológico (digestión anaerobia) produciendo i) un gas combustible rico en metano, que es capturado (biogás), y ii) un fertilizante orgánico de composición compleja y natural (biol o digestato). El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, para calefacción, iluminación o para alimentar un motor que genere electricidad. El fertilizante, llamado biol (también digestato o efluente), inicialmente se ha considerado un producto secundario, pero actualmente se está tratando con la misma importancia, o mayor, que el biogás, ya que provee a los usuarios un fertilizante natural que aporta nutrientes y precursores de crecimiento de fácil asimilación para las plantas (permitiendo lograr igual o mayor rendimiento que los fertilizantes comerciales industriales); mejora la condición de los suelos (fertilidad potencial, actual y estructural); favorece el crecimiento de la micro y macrobiota del suelo.



*Ilustración 4.
Combustión del Biogas,
uno de los usos más
frecuentes.*



*Ilustración 5.
Biol o digestato
normalmente utilizado
cómo abono de suelos*

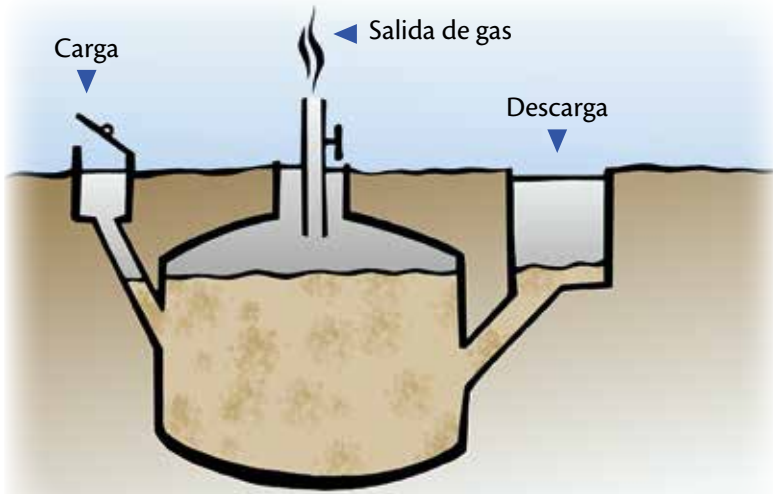


Ilustración 6. Esquema de un biodigestor de domo fijo enterrado

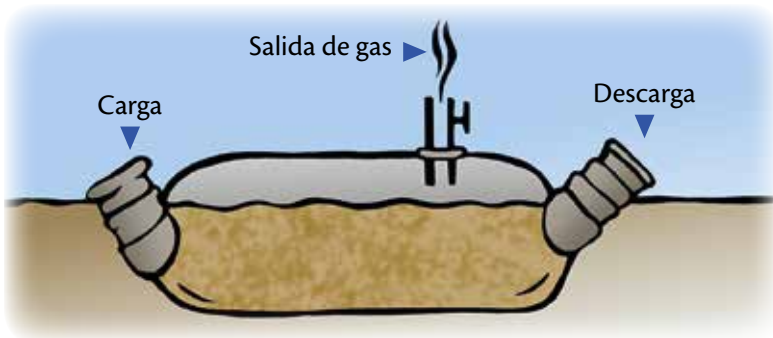


Ilustración 7. Esquema de un biodigestor de flujo continuo o "salchicha"

Existen multitud de tecnologías de biodigestores, entre los cuales se puede identificar dos extremos. En un extremo están aquellos biodigestores donde priman la sofisticación tecnológica, la automatización, los altos costos de inversión y mantenimiento, junto con altas eficiencias y requerimiento de poco espacio. Al otro extremo se encuentran las tecnologías sencillas que aprovechan el

entorno y los propios fenómenos de la digestión anaerobia para evitar incorporar partes móviles (agitadores, motores, bombas, calefacción activa, etc.) lo cual da como resultado menores costos de inversión y mantenimiento, con menores eficiencias, mayores requerimientos de espacio y horas hombre para su mantención y operación. Entre estos dos extremos, existe toda una gama difusa de modelos de biodigestores. Este documento está más enfocado en las propuestas tecnológicas apropiadas que buscan la sencillez y climas y condiciones que han perseguido aquello, en las cuales la RedBioLAC se ha enfocado original y principalmente, más allá de que se sumen al espacio empresas que también transitan la otra senda.

Los biodigestores pueden tratar cualquier tipo de materia orgánica, pero la más común en LAC ha sido trabajar estiércoles debido a su disponibilidad y facilidad de aprovechamiento a través de tecnologías apropiadas. El proceso biológico de la digestión anaerobia es conducido por diferentes grupos de poblaciones de bacterias que están presentes en los propios estiércoles, y por ello es más fácil trabajar con estos residuos. Los biodigestores pueden ser alimentados con otros residuos orgánicos, como basura orgánica de mercado; no obstante, requerirán ser inoculados con sustratos que contengan las poblaciones bacterianas que desarrollan el proceso de digestión anaerobia (estos sustratos pueden ser estiércoles frescos). La temperatura a la que se encuentran las bacterias es un parámetro crítico, puesto que a mayores temperaturas (de 25 a 35 C°) se logran mejores rendimientos.

Un biodigestor típico es un tanque cerrado herméticamente que debe tener una entrada de carga de estiércoles (normalmente se diluyen con agua), una salida del biogás y otra de biol. Los biodigestores que se han venido instalando en LAC en pequeños y medianos productores buscan la sencillez tecnológica, y por tanto se evitan sistemas activos de mezcla y calefacción. Los biodigestores trabajan a buena temperatura en climas tropicales sin mayores cambios, y se han desarrollado diseños pasivos solares con aislamientos

que permiten trabajar en condiciones de clima frío (como el altiplano andino, la sierra de Perú y Ecuador y Argentina). En los biodigestores de este tipo la descarga del biol se puede producir automáticamente por rebalse, cuando son cargados. El biogás no se comprime y se conduce a baja presión al lugar de consumo (una cocina, lámparas, motores generadores de electricidad, etc.)

Los dos tipos básicos de biodigestores que se han implementado en LAC son los de domo fijo y los tubulares. Los primeros tienen formas semiesféricas, están completamente enterrados y se construyen con ladrillos y cemento. Estos sistemas poseen una vida muy prolongada (hasta 20 años), y permiten cargar los estiércoles con poca mezcla de agua (1:1 estiércol:agua). Sin embargo, suelen ser más costosos por el transporte de los materiales y la mano de obra calificada requerida en albañilería.

Los biodigestores tubulares tienen forma de cilindro en sentido horizontal (también se les llama biodigestores salchicha, Taiwán o manga plástica), están semienterrados, dejan visible la cúpula de biogás, y se construyen



Ilustración 8. Maqueta de biodigestor de domo fijo enterrado para capacitaciones. Preah Kossomak, Phnom Penh, Camboya.

con plástico tubular. Si este es plástico de polietileno de baja densidad se les llama “plásticos”, y si se usan geomembranas de PVC o polietileno de alta densidad se les llama de geomembrana. La diferencia entre ambos materiales es la durabilidad, ya que los plásticos llegan hasta los 5-7 años de vida útil y los de geomembrana alcanzan los 15. Los plásticos son más baratos y los de geomembrana tienen costos similares a los de domo fijo. Una peculiaridad de los sistemas tubulares es que al estar semienterrados pueden aprovechar fácilmente la radiación solar (cuando existe) como sistema de calefacción, aspecto que los de domo fijo no pueden. Otra cualidad se encuentra en que para construirlos solo son necesarios -elementos ligeros, y en su mayoría, prefabricados, por lo que se abaratan los costos de transporte e instalación. Los biodigestores tubulares requieren normalmente diluir el estiércol entrante en 1:3 - 1:5 (estiércol:agua), por lo que las dimensiones son mayores que los de domo fijo para tratar la misma cantidad de estiércol. Además, los biodigestores de domo fijo tienen la capacidad de presurizar parcialmente el biogás, lo cual facilita su aprovechamiento para algunas aplicaciones.



Ilustración 9. Un biodigestor familiar típico que se carga con 20 kg de estiércol (equivalente a un balde de pintura) y 60 litros de agua. En la foto, don Wilder carga un biodigestor familiar de altiplano en Viacha (La Paz, Bolivia) en 2011. Proyecto realizado en alianza del Endev-Bolivia de la GIZ y CIPCA.



Casos de éxito - Chile

En la Bioconstructora de Mujeres nació la idea de desarrollar una solución dual a la problemática de las aguas residuales y el abastecimiento energético doméstico en zonas rurales. Reconocen que sufrieron muchas dificultades en torno al conocimiento necesario para escoger un modelo adecuado a sus condiciones locales, para diseñarlo, dimensionarlo y también para escoger la materialidad de los insumos a utilizar. Frente a las dudas buscaron (y encontraron) personas que les ayudaron a superar estas pequeñas barreras iniciales, y tras la construcción y ya las primeras semanas de uso pueden decir que abrir más oportunidades de capacitación e intercambio de conocimientos, sin duda, ayudaría a muchas más personas a conocer la tecnología y a hacer este sueño realidad.

En la bioconstructora buscarán consolidarse con una buena apuesta en los aspectos precio-calidad de los biodigestores para apoyar a quienes tengan interés en instalar un digestor. Se encuentran también difundiendo el tema a sus vecinos y comunidades agrícolas aledañas.



Biodigestor para soluciones de autonomía rural (producción de biogas y tratamiento de aguas negras). La Bioconstructora de Mujeres de María Pinto (Provincia de Melipilla, RM, Chile) decidió ir más allá de sus dudas y dificultades y se autoeducó en la instalación, operación y utilización del biogas y el fertilizante para solucionar la problemática del abastecimiento energético y el tratamiento de aguas residuales humanas.

4. Antecedentes de la introducción de biodigestores en Latino América y Caribe

Para entender los retos que afronta la adopción de biodigestores entre los productores de mediana y pequeña escala de LAC, es necesario comprender el proceso que se ha vivido, sus diferentes fases y los puntos de inflexión de esta historia. A continuación, se hace un breve repaso de los paradigmas que gobernaron cada una de las fases. Es importante destacar que aquí se presenta una historia general, asumiendo la dificultad que esto representa debido que siempre hubo y habrá procesos locales muy diferenciados sucediendo al mismo tiempo. Solamente tratamos de mostrar la tendencia general del proceso a nivel Latinoamericano, por lo que no es extrapolable directamente al proceso de un solo país, y únicamente sirve como marco general de referencia para el resto del documento.

Los setentas y ochentas Enfoque técnico y ceguera en aspectos socio-económicos

El comienzo de la implementación de biodigestores en Latinoamérica fue a través de proyectos piloto en los años setenta y ochenta. Estos proyectos trataban inicialmente de mostrar que la tecnología era viable y que se podía producir biogás a partir de residuos orgánicos (aún no se valoraba el potencial del biol), principalmente estiércol, usando sistemas sencillos (domo fijo inicialmente y tubulares plásticos posteriormente). Estos proyectos pilotos lograron su objetivo: los biodigestores funcionaban. Pero el siguiente paso, visibilizar la utilidad para el productor y generar demanda de biodigestores, no fue tal. Se hizo hincapié en los aspectos tecnológicos, pero se subestimó la importancia de los aspectos sociales y económicos. La tecnología podía funcionar, pero eso no tenía por qué implicar apropiación e impacto en el desarrollo productivo de las familias. Los proyectos se sucedieron, de forma dispersa, por todo el continente, normalmente con altos subsidios a la inversión para los productores,

y con poco seguimiento y asistencia técnica. De este modo se fueron acumulando éxitos técnicos y fracasos socio-económicos por la falta de sostenibilidad de las propuestas y apropiación por parte de los usuarios. Durante estas dos primeras décadas existe una falta de información de las experiencias, resultados y lecciones aprendidas que han dificultado el desarrollo de la difusión de los biodigestores en Latinoamérica y Caribe. Esta carencia de sistematización de las experiencias impidió reconducir la situación.

Los 90s y siglo XXI

El optimismo de una tecnología fácil

Los biodigestores de domo fijo fueron reemplazados a finales de los ochentas y principios de los noventas por los biodigestores tubulares, más baratos y sencillos de instalar. El proceso de implementación de biodigestores se aceleró durante los noventas90s y principios del siglo XXI, aumentando el número de iniciativas inconexas y pasando a subestimar, además, los detalles técnicos de la tecnología.



Ilustración 10. En el Valle de Cochabamba (Bolivia) existen miles de pequeños productores lecheros con menos de 10 vacas, y cientos de ellos se instalaron biodigestores familiares para aprovechar el estiércol de sus animales.

Al considerarse una tecnología fácil de implementar, operar y mantener, tampoco se dio la adecuada importancia, al seguimiento y asistencia técnica. En estas dos décadas, parecía que cualquier persona podía hacer un biodigestor mediante la observación de un video o consultando un video o manual por internet. Se continuaron realizando cientos de pequeños proyectos dispersos, todavía llamados pilotos. Esto se debía parcialmente a que no existía una adecuada evaluación de proyectos, sistematización de lecciones aprendidas, y cada institución hacía su propio proyecto piloto, de nuevo, subsidiando fuertemente la inversión. Esta época además coincide con la gran disponibilidad de financiamiento desde organismos internacionales de cooperación, lo que atrajo a multitud de ONGs a involucrarse en la implementación de biodigestores sin experiencia previa. Cada una de estas organizaciones quería tener su propio proyecto piloto de biodigestores. Todas estas experiencias terminaron minando la credibilidad de la tecnología por los fracasos acumulados.

Primera década del XXI

Formación de redes y búsqueda de sostenibilidad

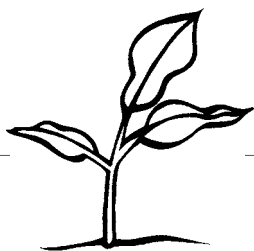
En la primera década del siglo XXI, ya era visible que, si bien los biodigestores eran capaces de producir biogás y biol, no se conseguía que esta tecnología se adoptase entre los productores agropecuarios de Latinoamérica y Caribe. Los biodigestores de domo fijo fueron reemplazados, por considerarlos poco accesibles económicamente, por los biodigestores tubulares, mucho más baratos y sencillos. En la primera década del siglo XXI, tras numerosos proyectos fallidos con tubulares, se concluyó que el problema de estos era su fragilidad y su poca vida útil, sin prestar atención a los aspectos socioeconómicos. Esto, de nuevo, se volvió a tratar de solucionar en 2005 desde el punto de vista tecnológico, con la introducción de los biodigestores tubulares de geomembrana (PVC o polietileno de alta densidad), más costosos que los de plástico, pero más duraderos. El problema principal era el mismo (falta de apropiación, de impacto, de replicación), independientemente del modelo del biodigestor.

A partir de 2006 se empieza a constatar la inviabilidad de la masificación de los biodigestores, entre los productores agropecuarios de mediana y pequeña escala, empleando proyectos inconexos que no consideran los factores técnicos, sociales y económicos juntos, independientemente del modelo de biodigestor empleado. En la mayoría de países comienza una reflexión acerca de factores de éxito y fracaso, en la cual se buscaban experiencias y lecciones aprendidas en otras regiones en donde se hubieran implementado biodigestores. En estos años inicia la formación de redes y de intercambios de experiencias entre regiones, apoyada por las herramientas que ofrece internet. En este contexto, en 2009, se realiza en Perú el primer encuentro de intercambio de experiencias en biodigestores entre actores de diferentes países de LAC. Esto condujo a la formación de la RedBioLAC al año siguiente en Costa Rica (2010), lo cual permitió empezar a sistematizar lecciones aprendidas, diferentes enfoques y reflexión conjunta sobre los retos para la democratización de la tecnología. En esta década se comienza a revalorizar otros productos de los biodigestores, además del biogás, como el biol y el potencial del biodigestor como sistema de gestión y tratamiento adecuado de una amplia gama de residuos orgánicos.

Segunda década siglo XX

Sostenibilidad de la tecnología de biodigestores

Se empieza a mirar de forma decidida a los exitosos programas nacionales de biogás del sudeste asiático, que comienzan a implementarse en África, y se analizan sus factores de éxito. También se inicia la visibilización de los proyectos exitosos de implementación de biodigestores en LAC (por ejemplo ASPROINCA en Colombia, PROSUCO en Bolivia, Universidad EARTH en Costa Rica, ACAI en Ecuador, etc.) que se habían venido desarrollando durante los últimos años, y que no eran conocidos por el resto de actores. Tanto las



experiencias de otros continentes como las locales latinoamericanas muestran la necesidad de adecuar la tecnología al usuario (y no al revés), y la necesidad de acompañar al usuario para una verdadera apropiación y aprovechamiento del biogás y biol para lograr el impacto positivo que se desea. De este modo, la visibilización y difusión de los biodigestores debe considerar de forma integral sus aspectos medio ambientales, de cambio de matriz productiva y energética; de autosuficiencia para el productor.

En esta segunda década se consolidan con fuerza los biodigestores tubulares de geomembrana en paralelo a los plásticos, en parte debido a la bajada de costos de sus materiales. Estos tubulares de geomembrana están más vinculados a proveedores de tecnología que ofrecen biodigestores a productores de mediana escala (ya no tan pequeña) que tratando de asegurar el servicio post-venta y por tanto la apropiación e incorporación de los beneficios en el modelo de negocio. La difusión e instalación de los tubulares plásticos son ONGs y pequeños microempresarios los que ofrecen la tecnología a productores de pequeña escala principalmente, y ahora sí, considerando la mayoría de las veces los aspectos socioeconómicos y por tanto la apropiación por parte de los usuarios finales.

Esto desemboca en que se abra un abanico tecnológico que ofrece diferentes modelos de biodigestores, a diferentes costos y durabilidades, ofreciendo soluciones apropiadas a las variadas escalas productivas; generando diversos grados de interés y atractivo económico según análisis de costo-beneficio específicos al momento de plantear una inversión.

Durante este período se formalizan alianzas entre universidades y centros de investigación con empresas y ONGs para optimizar las tecnologías, monitorear el funcionamiento de sistemas, y profundizar en las aplicaciones de biogás y biol. También se realizan en LAC los primeros estudios de factibilidad para desarrollar programas nacionales de biogás, adaptados de las experiencias asiáticas y africanas, dando como resultado el inicio del PNB de Nicaragua en 2012, la factibilidad para su realización en Perú y Bolivia.

Todo esto lleva a que en la actualidad la interconexión entre diferentes actores (proveedores de tecnología, gobiernos, universidades e institutos de investigación, ONGs y usuarios) sea muy alta, con la formación de redes nacionales (como la RedBioCol en Colombia o la Asobiogas en Costa Rica) y la RedBioLAC a nivel latinoamericano. Esto ha permitido tener espacios de intercambio de conocimientos, experiencias y lecciones aprendidas, albergando un abanico variado de actores que en su conjunto forman el sector de biodigestores en LAC.

Hoy en día nos encontramos definitivamente en una etapa más madura de adopción de los biodigestores en LAC, comparado con las últimas décadas del siglo XX. Se cuenta con los actores y las lecciones aprendidas, pero **aún es necesario superar una serie de puntos clave que nos permitan democratizar esta tecnología entre los pequeños y medianos productores agropecuarios de LAC.** Los aspectos en los que se han identificado puntos clave por parte de los grupos de trabajo de la RedBioLAC son los siguientes:

- Difusión de los biodigestores
- Capacidades locales en asistencia técnica
- Sistemas de control de calidad
- I+D en tecnologías apropiadas y uso de sus productos
- Políticas públicas
- Mecanismos de financiamiento

A continuación desarrollamos y analizamos estos aspectos, e identificamos las oportunidades que permitan superar la actual situación. De este modo avanzar hacia una nueva etapa donde los biodigestores sean un componente normal y necesario tanto en el sector rural como en el urbano, por ejemplo en el tratamiento de aguas negras y los residuos sólidos urbanos.

5. Difusión de los biodigestores

Para difundir la tecnología de biodigestores es importante contar con casos exitosos de biodigestores funcionando, familias productoras y agricultores satisfechos. La desconexión entre los actores durante las primeras décadas de implementación de biodigestores en LAC dificultó la sistematización de estas experiencias exitosas. En parte esto ha sido así debido a que no han existido metodologías de monitoreo y evaluación, y además siempre se ha tendido a maquillar los resultados para mostrarlos como éxitos frente a donantes, por ejemplo, y a ocultar los errores, lo cual ha impedido aprender de ellos. Las experiencias fracasadas en cambio, aunque no se hayan dado a conocer durante muchos años entre los actores promotores de biodigestores (lo que ha cambiado gracias a los espacios de intercambio de experiencias), si se han difundido entre productores. Finalmente, se encuentra un discurso triunfalista entre los promotores y uno de descrédito de la tecnología entre los productores, potenciales usuarios y tomadores de decisión. Este aspecto se comparte con la implementación de otras



Ilustración 11. Armado de un biodigestor tubular como sistema de tratamiento de aguas residuales del Centro de Educación para Adultos de Titicachi (La Paz, Bolivia)

tecnologías en el área rural, sobre todo en el área de las renovables, y no es particular de los biodigestores. Otro aspecto de la difusión ha sido el mensaje transmitido para difundir los biodigestores donde, por hacerlos más atractivos, se hablaba solo de sus bondades pero no se hacía mención en detalle de la carga de trabajo, operación y mantenimiento que requieren para funcionar bien y aprovechar sus productos. De este modo se generaban expectativas en los usuarios que más tarde no eran completamente cumplidas por los biodigestores, y se generaba frustración.

Es necesario superar esta barrera para poder hacer una buena difusión entre medianos y pequeños productores agropecuarios que demanden la tecnología, proveedores de tecnología, entidades de financiamiento, universidades y gobiernos. Para ello es necesario desarrollar una información objetiva, clara, enfocada al receptor y encontrar las estrategias, medios y espacios para comunicarla.

Las nuevas tecnologías de la comunicación y la formación de redes han permitido la difusión de éxitos y fracasos en la implementación de los biodigestores entre los actores que participan; sin embargo es necesario salir de estos entornos concienciados para alcanzar al resto del sector, principalmente los usuarios y gobiernos.

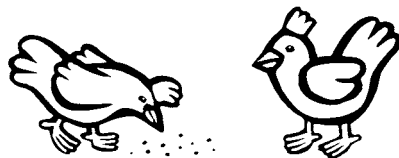


Ilustración 12. Cocina a biogás construida en yeso por el propio usuario, Victor Serrano en la comunidad de Colcapamapa (Tiquipaya, Bolivia).



Las oportunidades que se presentan son las siguientes:

- A nivel local, identificar casos exitosos de referencia que sirvan para la realización de visitas demostrativas de otros actores (productores, gobiernos, comunidades, etc.)
- Desarrollar mecanismos de monitoreo y evaluación apropiados y consensuados de implementación de biodigestores (parámetros a registrar, tiempos y protocolos, medición de impactos, etc.)
- Centralizar la información obtenida de los monitoreos y evaluaciones y hacerla disponible y accesible (mapa de casos de éxito)
- Desarrollar mensajes enfocados por grupos de interés (asociaciones de productores de diferentes sectores, gobiernos, proveedores de tecnología, estudiantes, investigadores, etc.) y específicos a los grupos más cercanos a la implementación, escuelas agrícolas, horticultores, sector energético, mecánicos, etc.
- Incentivar espacios de intercambio de experiencias entre usuarios, empresas, universidades, gobiernos, financiadores, etc.
- Desarrollo de material de difusión de manera integrada, amplia y contundente de las realidades, posibilidades y alcances de los sistemas de biodigestión.
- Hacer una campaña conjunta del sector de los biodigestores dirigida a asociaciones de productores y gobiernos (tomadores de decisiones).



6. Capacidades locales en asistencia técnica

Parte de las dificultades de la adopción de los biodigestores en LAC en las últimas décadas es consecuencia de la falta de generación de capacidades locales en muchos de los proyectos. En muchos casos se han instalado biodigestores, se ha hecho la foto de la cocinilla funcionando a biogás, y no se ha vuelto a visitar el lugar, desatendiendo el necesario acompañamiento a los usuarios para lograr la apropiación del sistema, e incluso el más básico funcionamiento tras el período de financiamiento de los proyectos. La asistencia técnica es una de las actividades que más esfuerzos exige debido a los desplazamientos y la duración (entre seis meses y un año). Por ello muchos promotores de biodigestores han tratado de minimizar esta actividad para ahorrarse estos costos. Esto se puede solventar si se generan capacidades locales para la instalación, operación, mantenimiento y reparación de los biodigestores, como componente dentro de los proyectos de implementación, e incluso incorporando, en los proyectos a ONGs u otros organismos locales o proyectos, temáticas que converjan (alimentación animal, proyectos de género, calidad del aire y agua, etc.).

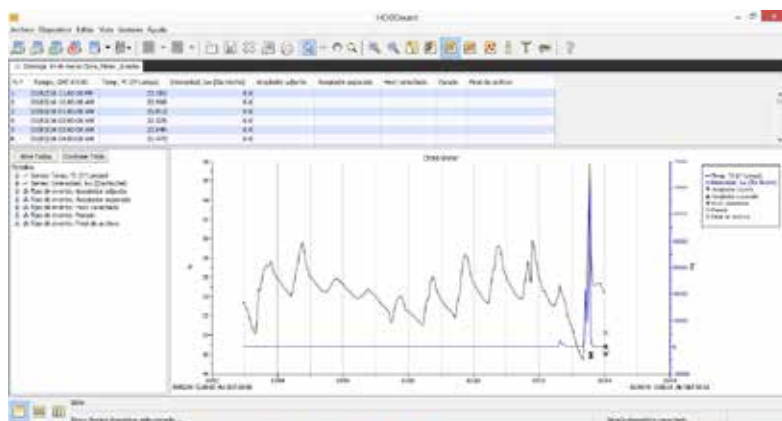


Ilustración 11. Gráficas de variación de temperatura al interior del digestor, obtenidas de dispositivo de medición permanente (Data logger)

Otro aspecto es la carencia de conocimiento del contexto de los productores agropecuarios por parte de actores académicos y tomadores de decisiones, que ha llevado al desarrollo de proyectos de biodigestores inviables desde su concepción por lo alejado de las propuestas, por ejemplo, de la realidad campesina: no brindando cocinillas que se adapten a la alimentación local (tortillas versus arroz, por ejemplo, o no considerando las horas de preparación de diferentes alimentos) o los hábitos de las mujeres en relación con las costumbres de preparación de alimentos. La transferencia tecnológica debe ser realizada gradualmente y tomando en consideración la idiosincrasia local para ajustarse a las costumbres y no generar expectativas de adopción tan altas ni exigentes, dentro de proyectos que normalmente tienen un plazo de acción muy acotado.

Además, se deben generar capacidades para el desarrollo de modelos de negocio sostenibles y gestión empresarial entre estos microempresarios y empresarios. Se debe evitar a toda costa el paternalismo y las donaciones tecnológicas, las cuales pueden poner en riesgo la adopción genuina de la tecnología y el empoderamiento



Ilustración 13. Biodigestor tubular a escala laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química de la universidad Industrial de Santander (Colombia)

requerido para su real aprovechamiento. Los procesos graduales de entrega de tecnologías, los subsidios, la entrega de créditos blandos son temáticas tan importantes como las características técnicas, y por lo tanto, fundamentales de difundir.

El desarrollo de capacidades locales debe dirigirse primero al usuario, de modo que herramientas propias que le permitan aprovechar al máximo el biodigestor y sus productos, sin depender del exterior. Además, debe dirigirse a los instaladores (proveedores de tecnología) en los aspectos técnicos que, por sencilla que pueda resultar en apariencia la tecnología, no se deben descuidar. También se deben generar capacidades locales entre técnicos de ONGs, de asociaciones de productores y de alcaldías, pues son parte de los actores que tienen acceso a los usuarios de biodigestores. Un técnico extensionista local con conocimiento en los biodigestores puede atender a decenas de productores, ayudando tanto a la difusión como a la sostenibilidad de los sistemas ya instalados. No hay que olvidar el desarrollo de capacidades locales en científicos, tecnólogos y tomadores de decisiones, que les permitan aproximarse a la realidad de los productores agropecuarios, sus circunstancias y contexto propio.

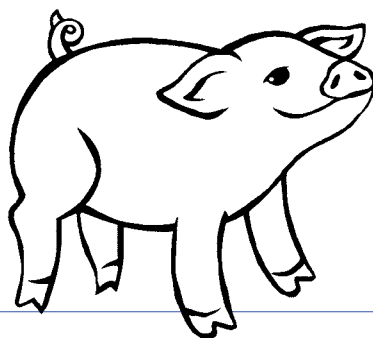


Ilustración 14. Encuentro RedBioLAC 2013 Honduras, Gira técnica (Medidor portátil de metano y gases traza).



Las oportunidades que se presentan son las siguientes:

- Desarrollo de programa de extensionistas dirigido a técnicos de ONGs, y organizaciones trabajando en áreas relacionadas (permacultura, humedales artificiales, saneamiento, agricultura orgánica, etc.) gobiernos locales y de asociaciones de productores, para poder desarrollar actividades de difusión y sostenibilidad de biodigestores, de forma complementaria a la asistencia técnica que ya estén realizando a los medianos y pequeños productores agropecuarios.
- Desarrollo de consultorios sobre biogás desde las universidades.
- Desarrollo de manuales/material audiovisual adaptados para cada tecnología y tipo de usuario.
- Apoyo de profesionales y técnicos locales con conocida trayectoria para capacitar a nivel local.
- Posibilidades de propiciar mecanismos de articulación para la capacitación, investigación, innovación y producción entre el Estado y la sociedad civil tanto urbana como rural para el intercambio de conocimientos y certificación de capacidades.
- Desarrollo de programa de extensionistas/promotores locales desde gobiernos locales, regionales y nacionales, universidades, asociaciones de productores.





Casos de éxito - México

Las comunidades Mayas de Yucatán viven en condiciones de alta marginación y con problemáticas socio económico que ponen en riesgo a la población. Tienen un alto índice de enfermedades pulmonares y estomacales, debido a la contaminación del aire por humo de leña en cocinas y contaminación por excretas. En 2012 IRRI-México inició un programa de biogás en estas comunidades, a la fecha se han instalado 265 biodigestores, beneficiando a más de 2000 personas. Los estudios de impacto de 2015 demuestran un desplazamiento del 97% de leña en los hogares, dejando al biogás como la fuente principal de energía, así como un incremento en los rendimientos de cultivos por el uso del biol, en más de 60% de las familias. El programa se ha extendió por 2 años más, ahora con el objetivo de instalar 600 sistemas.



Esta familia maya de Dzan, Yucatán (México) se instaló un biodigestor en 2012, logrando suprimir completamente el consumo de leña por el uso del biogás en la cocina. La familia estima que están ahorrando 5600 MXN (unos 325us\$) por año en fertilizantes (por el uso del biol) y de gas embotellado (por uso de biogás).

7. Sistemas de control de calidad

Debido a que los biodigestores, sobre todo los tubulares, constituyen una tecnología sencilla en apariencia, se han desarrollado proyectos sin conocimientos técnicos previos, lo cual ha afectado el resultado final del comportamiento del biodigestor y, por consiguiente, la satisfacción de los usuarios. Esto también ha sucedido con la implementación de sistemas mal diseñados, y sin las metodologías para monitorear su comportamiento. Adicionalmente se ha observado en algunos países la entrada de proveedores de tecnología (empresas u ONGs) que han introducido biodigestores mal diseñados o instalados y, que por no haber un control de calidad (ni asistencia técnica), han perjudicado la credibilidad de la tecnología. Esto está ligado a la falta de capacidades locales comentadas anteriormente. Junto al desarrollo de capacidades locales es necesario un sistema de control de calidad a lo largo de toda la cadena de acontecimientos: diseño, instalación, monitoreo y servicio de atención a los clientes o usuarios. Para ello es posible el desarrollo de certificaciones en estos aspectos que permitan incluir a nuevas personas y también validar conocimientos de los instaladores y diseñadores que ya cuentan con experiencia.

Un sistema de control de calidad requiere asegurar unas metodologías comunes y requisitos mínimos que en ningún caso se conviertan en frenos para la implementación de la tecnología y permitan la diversidad de propuestas tecnológicas. El control de calidad y monitoreo puede hacerse desde el desarrollo de normativa (que implicaría políticas públicas) o desde la autorregulación del sector (con sellos propios de calidad). Ambas opciones son complementarias y no excluyentes.

El control de calidad debería de poder llegar a todos los aspectos técnicos, sociales y económicos, incluyendo la asistencia técnica y uso de los productos del biodigestor por parte del usuario así como la existencia de capacidades materiales locales para la replicación, reparación, reemplazo o adaptación de biodigestores.

El control de calidad debería incorporar una revisión periódica de los costos asociados a la materialidad de los biodigestores, tanto como a las herramientas y metodologías de monitoreo y seguimiento de los sistemas con el objetivo final de bajar costos y mejorar las eficiencias asociadas y la accesibilidad a la tecnología.

Las oportunidades que se presentan son las siguientes:

- Promoción de I+D para desarrollo de metodologías de validación de nuevas tecnologías, monitoreo y evaluación de sistemas existentes y definición de parámetros de control de calidad.
- Formación y certificación de técnicos instaladores según tecnologías, considerando validación de conocimientos por experiencia.
- Aplicar certificación a diseñadores, monitoreo, control de calidad.
- Control de calidad de las instalaciones/servicios y seguimiento institucional.
- Apoyar a las redes nacionales de biodigestores como referencia/certificador de calidad con sello propio.



Ilustración 15. Flujoímetro (Medición producción de biogas) y válvula de alivio de presión.

8. I+D en tecnologías apropiadas y uso de sus productos

El sector de los biodigestores se ha desarrollado tecnológicamente en dos líneas. Una son las llamadas tecnologías sofisticadas, donde no se escatima en complejizar los sistemas en cuanto a tecnología, sistemas activos de control, calefacción, mezcla y nivel de formación de los técnicos para su operación y mantenimiento. Estas tecnologías sofisticadas están vinculadas a procesos industriales de gran escala, donde empresas consolidadas controlan el desarrollo e implementación a nivel mundial. Estas empresas cuentan con una vasta experiencia conseguida en países donde los marcos regulatorios crearon condiciones ideales para el desarrollo y la implementación de biodigestores muy rentables con altos subsidios por los productos generados (principalmente electricidad a partir de generadores de biogás), situación que no se ha observado en LAC y que en Europa, por ejemplo, está cambiando, puesto que en muchos países se han reducido los subsidios (por ejemplo Alemania) y en consecuencia, la implementación de nuevos biodigestores.

Por otro lado se ha avanzado con unas tecnologías de mucha menor escala que van desde el nivel familiar al llamado *biogás productivo* en escalas mayores. En estas impera la sencillez de la tecnología y la adaptación a las circunstancias locales (clima, materiales, técnicas constructivas existentes, entre otros), lo que ha llevado a que existan multitud de actores y diseños de biodigestores por todo el mundo, los cuales buscan mejorar las condiciones productivas de los agricultores y mejorar su competitividad, así como mejorar condiciones de hábitat en el manejo de los residuos urbanos (aguas residuales, la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y en el tratamiento de los residuos de los procesos de Agregado de Valor).

Esta oferta de tecnologías de biodigestores apropiados se ha ampliado desde el último cuarto del siglo XX, pero aún queda mucho por hacer. Progresos recientes como el modelo de domo fijo desarrollado en Tanzania (CAMARTEC) para trabajar solo con estiércol y orina de los animales, sin necesidad de adicionar más agua, o los biodigestores

desarrollados en India para tratamiento de residuos orgánicos sólidos urbanos que no requieren de pre tratamiento, adición de agua o sistemas activos de calefacción y mezcla (BIOTECH y ASTRA), muestran que aún hay muchos progresos por hacer. De este modo, frente a un número no reducido de tecnologías complejizadas (en muchos casos inaccesibles a la mayoría de la población y sociedades), está la oportunidad de ofrecer un abanico de tecnologías apropiadas, que puedan cubrir las diferentes realidades (escalas, climas, animales, disponibilidad de agua, capacidad de inversión, entre otros) de la mayoría de la población, y es por ello que se hace imprescindible una Investigación y Desarrollo (I+D) de calidad que siga dando respuesta a estos retos. Esta I+D debe estar enfocada en la realidad social y en la resolución de sus problemas, de modo que los temas de investigación sean directamente respuestas a los problemas planteados desde la sociedad, las comunidades de usuarios experimentados y desarrolladores locales, y a su vez sus resultados directamente transferibles y replicables.



Ilustración 16. Fomento de la Producción de Plantas Medicinales, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Federico Vargas, Mónica Gavilan, Claudio Moreno y Alcides Duarte.

No solo se trata de cuestión tecnológica, también es necesario la I+D desde un punto de vista de aprovechamiento de los productos de los biodigestores, como son una mayor profundización y entendimiento del potencial de la aplicación del biol en cultivos (método, dosis, frecuencia, momentos de aplicación según cultivos, climas y tipos de biol, etc.), aprovechamiento energético del biogás (cocción, motores, métodos de filtrado, compresión/presión, transporte, iluminación, calefacción de ambientes, etc.), y optimización como sistema de tratamiento de residuos orgánicos en su amplio sentido, sobre todo frente a las crecientes tendencias de urbanización en América Latina (pre-tratamientos, post-tratamiento, combinación con otras técnicas, eliminación de patógenos, etc.).

La promoción de una I+D local, además de seguir optimizando las tecnologías apropiadas de los biodigestores, permite el desarrollo de capacidades locales que podrán después traducirse en formación de pequeñas y medianas empresas vinculada al sector de los biodigestores generando empleo, la formación de personal que pueda plantear políticas públicas y difusión a la sociedad de la tecnología, y de grupos de investigación en universidades produciendo nuevo conocimiento adaptado al contexto local, certificación y validación de tecnologías mediante metodologías contrastadas y relación internacional con otros procesos de I+D, compartiendo y adaptando experiencias, entre otras.



Ilustración 17. *Digestores tubulares experimentales en CIB3, Bolivia.*

La I+D además es el sustento para ofrecer información veraz y contrastada que dé contenido a las actividades de difusión, control de calidad y asistencia técnica. Existe la oportunidad de que universidades e institutos de investigación agropecuaria, industrial y energéticas se conviertan en centros de referencia focales de las tecnologías apropiadas de los biodigestores que ofrezcan información y asistencia técnica a los ciudadanos interesados, a partir de los grupos de investigación formados y de los estudiantes participantes. La universidad y escuelas técnicas tendrán la ocasión de incluir en su pensum académico los biodigestores desde la amplitud de los sectores con los que se relaciona (biología, química, ingeniería civil, ambiental, agropecuaria, mecánica, industrial, forestal, zootecnia, sociología, etc.)



Las oportunidades que se presentan son las siguientes:

- Promoción de I+D para desarrollo de tecnologías/capacidades locales/apropiadas rompiendo la brecha tecnológica ofreciendo un abanico de tecnologías.
- Promover la innovación y apoyar el desarrollo de PyMEs en un contexto que brinde apoyo al desarrollo del sector de energías renovables a partir de la biomasa de fuentes secundarias (biomasa residual generada a partir de procesos productivos a modo de subproducto).
- Promoción de programas de manejo integral de residuos sólidos y líquidos urbanos que incluya la I+D necesaria para el desarrollo de tecnologías de biodigestores adaptadas y accesibles a las diferentes realidades.
- Promoción de I+D en biodigestores, biogás y biol para dar soporte y contenido local a los manuales, consultorios universitarios y extensionistas/promotores.

- Promoción de I+D para optimización de los usos del biol como reciclaje de nutrientes, el aprovechamiento energético del biogás y la optimización de los biodigestores como sistemas de saneamiento básico tanto a nivel rural como urbano.
- Promover el diálogo y crear espacios de encuentro e intercambio para la sistematización y difusión de los resultados de la revisión de desarrollos y propuestas locales.
- Inclusión de biodigestores en el pensum académico, desde escuela hasta universidad con el fin de fortalecer las capacidades de los futuros profesionales para se haga una adecuada transferencia de tecnologías apropiadas.



Ilustración 18. Biodigestor en geomembra para tratamiento de excretas de cerdo - Centro de Promoción de Energías Alternativas y Biomasa (TerraZoNet - Granja Porcicola Guarne - Municipio de Guarne -Antioquia-Colombia).



Casos de éxito - Costa Rica

Carlos Núñez, un pequeño productor de leche y quesos en la zona atlántica de Costa Rica, implementó su biodigestor para inicialmente tratar el suero. Combinando el suero con estiércol de su ganado, llegó a tener un biogás que terminó sustituyendo el 40% del diesel utilizado en su caldera, logrando pagar en menos de 2 años su inversión. Ahora tiene una solución para tratar sus residuos, y obtener una ganancia a partir de ello.



Carlos Núñez durante el proceso de instalación de su biodigestor de geomembrana de PVC en 2010.



9. Políticas públicas

La implementación de biodigestores a escalas pequeñas y medianas ha venido desarrollándose en un vacío legal y en muchos casos de forma paralela a las agendas de energía, producción y medio ambiente de los gobiernos. Se vienen desarrollando leyes y normativas que afectan en forma potencial a los biodigestores, ya que esta tecnología es transversal a aspectos de energías renovables, de gestión y tratamiento de residuos y de producción de fertilizantes. Sin embargo, normalmente estas leyes y normativas no consideran los biodigestores de mediana y pequeña escala que, o bien se los equipara a los grandes biodigestores sofisticados con un montón de exigencias y regulaciones difícilmente asumibles por un pequeño productor, o bien se les ignora, lo cual genera vacíos legales y ambigüedades que suponen obstáculos para que los gobiernos se involucren en la democratización de esta tecnología. Normalmente se incluye el biogás dentro de las energías renovables de la biomasa, y esto provoca que quede a la sombra de la gran industria del bioetanol o el biodiesel. Esta diferenciación es esencial para darle un sólido respaldo a la temática específica de este combustible gaseoso.

Las políticas públicas, dependiendo de cómo se planteen, pueden ser un freno o un impulso en el desarrollo de los biodigestores en estas escalas. En muchos casos ya existen procesos exitosos de implementación de biodigestores, con impactos locales pero poca visibilidad nacional o regional. las políticas públicas deben facilitar y potenciar estos proyectos para que se repliquen. Sin embargo, en muchos casos las políticas públicas, aun bien intencionadas, han desvirtuado o ignorado estos procesos locales, poniendo en marcha acciones basadas en el corto plazo y grandes números, sin respetar los procesos locales.

Las políticas públicas constituyen una herramienta imprescindible para la adopción de los biodigestores ya que pueden ayudar en todos los componentes, tanto en la difusión, como en la generación

de espacios de encuentro entre actores vinculados al sector de los biodigestores, el fortalecimiento de la I+D que ayude a generar capacidades locales, metodologías de control de calidad y producción de nuevo conocimiento.

En aquellos países donde la regulación o los conflictos medio ambientales están más presentes se encuentra mayor difusión de los biodigestores, principalmente entre medianos y grandes productores agropecuarios, que deben tratar grandes cantidades de residuos. No obstante, estas medidas deben considerar la diferente realidad de los pequeños productores, que se podrían ver ahogados por normativas ambientales ambiciosas, cuando ellos no son el problema. Por ello es necesario que las políticas públicas ayuden a consolidar las actividades de los pequeños productores de forma sostenible. Desde el punto de vista energético, las políticas públicas también pueden apoyar al sector de los biodigestores mirando no solo al potencial en producción eléctrica a gran escala, sino en el desplazamiento de consumo de leña o de gas natural para cocinar en la pequeña escala, lo cual permita brindar incentivos a la inversión, incluso a la operación de los biodigestores. Los factores ambiental y energético también inciden en el ámbito de salud humana, puesto que reducen riesgos de exposición a patógenos o contaminación de aire debido a combustibles sucios y ofrecen un aumento en la calidad de vida familiar. Del lado productivo, un biodigestor produciendo biol, y aplicarlo en los cultivos del usuario ayuda a aumentar la resiliencia ante el cambio climático y soberanía alimentaria, ayudando a fortalecer una matriz productiva sostenible en el país. Debido a esta transversalidad (energía, producción y medioambiente) los biodigestores requieren una atención especial.

Para lograr el desarrollo de políticas públicas que ayuden al fortalecimiento de un sector sostenible de biodigestores, primero es necesario difundir y sensibilizar a los tomadores de decisiones y generar capacidades locales en este grupo.



Las oportunidades que se presentan son las siguientes:

- Recopilación de normativas que afectan a biodigestores (residuos, gas, fertilizante, etc.) y sistematización.
- Talleres en organismos públicos para que profundicen en la tecnología, sus beneficios y requisitos, y puedan integrarla en sus políticas.
- Dar a conocer a los decisores de la política pública los procesos locales/regionales/sectoriales ya existentes y desarrollar mecanismos para apoyar su alcance y sostenibilidad.
- Sensibilización del sector público a nivel local, mostrando proyectos de éxito.
- Diferenciación de biogás dentro de las energías renovables, políticas propias por su particularidad (energía, producción, cuidado del medio ambiente).
- Participación del sector de biodigestores en mesas de trabajo con gobiernos para estrategias nacionales/regionales/locales de difusión e implementación.
- Estímulo de procesos de escalamiento de la tecnología a partir de desarrollos tecnológicos apropiados.
- Incentivos para el desarrollo de marcos que mejoren los componentes de los eventuales modelos de negocio, la venta de energía (biometano a la red de gas natural, electricidad a las redes nacionales) podría convertirse en el factor determinante en la inversión o no de los sistemas más grandes, transformándose en procesos ejemplificadores de lo que el tratamiento de residuos y el cuidado de la calidad del agua, suelo y aire pueden llegar a transformarse.

- Programáticamente, ofrecimiento de esta solución tecnológica frente a las externalidades negativas de los grandes predios productivos y los manejos actuales de los purines, los que normalmente en América Latina no se encuentran adecuadamente fiscalizados.
- Incentivos para poder importar componentes vinculados a la tecnología de los biodigestores (y su I+D), como ya sucede con otras tecnologías de energías renovables.
- Fortalecimiento de I+D en biodigestores, biogas y biol enfocada a pequeños y medianos productores.



Ilustración 19. Capacitación en la instalación de biodigestor domestico en granja de cerdos en Puriscal, Costa Rica, junto con Rancho Mastatal.

Ilustración 20. Dora Tambo sostiene el resultado de un ensayo en cebada durante el invierno (2015), realizado en el Centro de Investigación de Biodigestores biogás y Biol en la Finca experimental de Choquenarira (3800 msnm, La Paz, Bolivia) de la Universidad Mayor de San Andrés con el apoyo de Hivos. La aplicación de biol aumento un 50% el rendimiento respecto al testigo.



10. Mecanismos de financiamiento

La accesibilidad a los biodigestores viene marcada en muchos casos por el costo de la inversión por realizar. En grandes productores este no suele ser un problema pues además tienen más acceso al crédito u otros mecanismos de inversión (por ejemplos las ESCOs), e incluso a veces ayudas gubernamentales. Pero en el caso de los pequeños y medianos productores, las tecnologías sofisticadas no suelen ser una opción sostenible por los costos de inversión y mantenimiento que se requieren. Los biodigestores de mediana y pequeña escala que se han venido desarrollando en LAC, han sido una alternativa apropiada y más accesible a estos productores, aunque todavía con ciertas limitantes por dificultades en el financiamiento. Existe una gama de modelos que ofrecen diferentes costos y por tanto los productores pueden acceder a uno u otro modelo según sus capacidades de pago, pero aun así, se requiere articular mecanismos de financiamiento.

El mercado deja de lado a los productores más pequeños que no tienen suficiente capacidad de pago para acceder a un biodigestor, incluso a veces a los más baratos. Se debe considerar que un biodigestor no solo abarca los materiales, la excavación y la instalación, sino también los procesos que los acompañan como la difusión, asistencia técnica y control de calidad, lo que puede llegar a costar lo mismo o más que los costos en materiales. Por ello, en muchos lugares se han manejado subsidios a la inversión. Estos subsidios ayudan a romper varias barreras, como son el desconocimiento de la tecnología y la falta de capacidad económica para afrontar la inversión. Estos subsidios pueden ayudar a que la adopción de biodigestores siempre que estén bajo control y signifiquen realmente el mínimo monto necesario para superar estas barreras (desconocimiento y capacidad de inversión), pues de lo contrario pueden desvirtuar el sector incidiendo negativamente en la apropiación, o generar dependencias difíciles de mantener en el tiempo. Un biodigestor es rentable (si es apropiado a las condiciones del productor) y no se requiere más que un pequeño incentivo para hacerlo atractivo, sobre todo inicialmente.

Por otro lado está el acceso a créditos. Normalmente el monto que un agricultor familiar pediría a crédito es bajo y no muy interesante para las entidades financieras. De este modo se suelen trabajar con los microcréditos, que terminan teniendo altas tasas de interés (por encima del 15%), lo que los hacen menos atractivos para los productores. Además existen otros problemas para acceder al crédito como deudas antiguas o no poder aportar garantía, por no tener propiedad de la tierra u otros.

Una alternativa son los fondos rotatorios, con intereses mínimos, y basados en la confianza de un grupo (una asociación de productores, por ejemplo), que flexibiliza las formas de pago. Sin embargo, para comenzar estos fondos rotatorios es necesario disponer de un capital inicial y desarrollar capacidades para la gestión.

Fundamental es la búsqueda de metodologías que eviten la entrega indiscriminada de la tecnología e inclusive el mal uso de los biodigestores como monedas de cambio de políticas o de cualquier especie de ejercicio de poder local.

Los biodigestores una vez conocidos deben transformarse en objetos productivos deseados por los agricultores, las dueñas de casa, las comunidades aisladas, las escuelas rurales, etc. No obstante, se debe saber cómo llegar a ellos y cómo ofrecer las condiciones adecuadas para el financiamiento inicial. Grandes empresas de la agroindustria podrían verse muy beneficiadas con la promoción del uso de esta tecnología entre sus proveedores (por ejemplo pequeños lecheros) y quedar en sus manos la posibilidad de comprometerse con el gasto inicial, para luego descontar de los pagos el costo de la inversión contra el pago preferencial por productos con una menor huella ecológica, lo que representa en la práctica una situación de todos ganan, debido a la mejor imagen que la agroindustria y los establecimientos agropecuarios pueden brindar en el mercado convencional.

Las oportunidades que se presentan son las siguientes:

- Desarrollo de créditos verdes tanto para usuarios como para formación de empresas (proveedoras de tecnología), en los cuales el Gobierno se hace cargo total o parcialmente de los intereses.
- Fondo regional para apoyar las mejores propuestas de investigación, desarrollo e implementación de biodigestores.
- Estímulos para grupos sectoriales o regionales para lograr recursos para la ejecución de proyectos (gobiernos locales, cooperación internacional, empresas privadas, etc.).
- Incentivos a grandes empresas para que apoyen a sus proveedores en la inversión inicial, a cambio de productos con menor huella ecológica la que beneficiará su imagen corporativa.



Ilustración 21. Proceso de solicitud de financiamiento entre comunidades mayas a SEMARNAT, Yucatán, México 2013.



Casos de éxito - Colombia

En ASPROINCA (Asociación de Productores Indígenas y Campesinos de Riosucio Caldas) vienen trabajando desde hace más de 20 años en el fortalecimiento de su organización agroambiental, la cual a escala local viene en un proceso de construcción de sistemas sostenibles de producción agropecuaria, con la participación de familias de pequeños productores indígenas y campesinos. En la actualidad cuenta con más de 250 biodigestores instalados en su territorio de incidencia, este proceso se garantiza con un fondo rotatorio propio y con la formación de Promotores Comunitarios (líderes) que son responsables de acompañar las familias en las líneas de trabajo que consideren son de mayor beneficio de acuerdo con las características de su tierra; a su vez las familias son multiplicadoras (formación de nuevos promotores) que dan la continuidad al proceso organizativo de la asociación para promover los biodigestores y los sistemas agroecológicos sostenibles.



Biodigestor instalado en la Finca de una familia Asociada de ASPROINCA (Resguardo Indígena y Campesino de Riosucio, Caldas, Colombia, 2010). Las "familias que nos integramos en la Asociación consideramos que para poder avanzar en la construcción de un proyecto de desarrollo rural sustentable; es necesaria la participación e inclusión de los hombres y las mujeres que hacemos la agricultura en el nuevo que hacer que esta nos sugiere. En este sentido venimos trabajando y estamos comprometidos en promover procesos de organización en torno al mejoramiento productivo y ambiental de nuestras fincas, nuestras micro-cuencas - nuestros territorios, como una manera de asumir desde lo local, la defensa del derecho que tenemos las comunidades rurales a cultivar la biodiversidad, a producir generando seguridad y soberanía alimentaria, para poder permanecer en nuestra tierra y territorios en condiciones de vida dignas".

11. Conclusiones

El sector de los biodigestores en LAC, representado por los diferentes participantes de los encuentros anuales de la RedBioLAC, ha identificado los retos en los que hay que enfocarse para democratizar de forma sostenible estos sistemas.

La tendencia ha sido siempre poner todos los esfuerzos en mejoras tecnológicas, cuando estas, si no van acompañadas de otras medidas, terminan fracasando. En este documento se han identificado todas esas otras medidas, ahora que ya disponemos en LAC de un abanico tecnológico consolidado de biodigestores. Muchas de estas actividades van relacionadas entre sí, por ejemplo, la generación de capacidades locales, la cual es transversal y necesaria para una buena asistencia técnica al usuario, un control de calidad de los sistemas o desarrollo de políticas que fortalezcan los procesos locales que ya están en marcha en cada país o región.



Ilustración 22. Uso productivo del biogas, preparación agua caliente para desplumar pollos -Visita de campo proyecto PREMACA Finca Avícola de Palma.

Los biodigestores son una oportunidad, una herramienta para aportar a un cambio profundo en el manejo de los residuos orgánicos, ya que estos sistemas no sólo ‘tratan’ estos residuos, y ayudan al reciclaje de nutrientes por medio del uso del fertilizante producido, sino que además ofrecen un aprovechamiento energético ‘por medio de la captura y uso del biogás generado. Esto diferencia claramente a los biodigestores de otras tecnologías de energías renovables, que solo producen energía, y de otros procesos de tratamiento de residuos orgánicos, que únicamente producen fertilizante para el reciclaje de nutrientes. Además, los biodigestores son herramientas útiles para aumentar la resiliencia de los productores y la sociedad ante los efectos del cambio climático y el declive de la accesibilidad a los recursos no renovables (minerales y energéticos). Los biodigestores no dejan de ser una herramienta, y es necesario ver el contexto para poder fortalecer su uso.

En este documento hemos mostrado que son varios tipos de actores los que tienen la oportunidad de coadyuvar y crear más sinergias en el proceso de implementación y adopción de biodigestores de forma sostenible en LAC. La conformación de las redes nacionales de biodigestores en algunos de los países miembros de LAC (RedBioCol en Colombia y AsoBiogas en Costa Rica), contribuyen a crear sinergias entre diferentes actores, esto genera interacción entre la academia, la experiencia en campo de productores, gobiernos, empresas proveedoras de tecnología y ONGs, lo cual permite desarrollar un sector de biodigestores acorde al contexto nacional. Desde asociaciones de productores, municipios, gobiernos regionales y nacionales, ONGs, universidades, empresas, etc. se pueden realizar acciones pertinentes a la incorporación de este sistema de manejo ambiental de los residuos orgánicos, en el cambio de la matriz productiva y en la soberanía energética.

12. Lista de casos de éxito y las organizaciones detrás de ellas

- PROSUCO (Asociación Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos) ONG Boliviana enfocada en combatir la pobreza, agricultura sostenible y cambio climático.
www.prosuco.org
- Bioconstructora de mujeres, organización integradora de estrategias de trabajo colectivo entre mujeres, utilizan técnicas constructivas y materiales de bajo impacto ambiental, María Pinto, Chile.
Correo: bioconstruccionmujeres@gmail.com
- Sistema Biobolsa, empresa de biodigestores en México.
www.sistemabiobolsa.com
- Viogaz, empresa de biodigestores en Costa Rica.
www.viogaz.com
- ASPROINCA (Asociación de Productores Indígenas y Campesinos de Riosucio, Caldas), Autosuficiencia alimentaria, biodiversidad, manejo integrado de recursos naturales, agroecología, Colombia. Correos: asproincariosucio@hotmail.com, angiegome@hotmail.com



Ilustración 23. Huerta doméstica para autoabastecimiento, abonada con biol (digestato), en comunidad Maya, Yucatán, México.



*Biodigestor en caballeriza,
Guanacaste, Costa Rica.*

**“Hacia la masificación
de los biodigestores en LAC,
primera documentación
desde la experiencia de la RedBioLAC”**



green empowerment
Village Solutions for Global Change

*RedBioLac
Red de Biodigestores
para América Latina
y El Caribe*

