Biodigestores empleando subproductos agropecuarios, la experiencia de Fundación Solar en Guatemala

Dirigida a comunidades y técnicos interesados en la implementación de proyectos de energía renovable para usos productivos

energías renovables | serie técnica | 7

Índice

- Proyecto Usos Productivos de la Energía Renovable en Guatemala (PURE) 3
- Introducción 4
- ¿Qué es un biodigestor y cómo funciona? 6
- ¿Cuáles son los beneficios? 9
- ¿Cuáles son las ventajas y riesgos en el uso de biodigestores? 12
- ¿Qué aspectos se deben considerar para el diseño? 14
- Generalidades para la implementación de los biodigestores 15
- La experiencia con biodigestores en el PURE 18

Proyecto Usos Productivos de la Energía Renovable en Guatemala (PURE)

PURE es ejecutado por la Fundación Solar, con el apoyo financiero de PNUD/GEF y el acompañamiento de un comité integrado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Asociación de Generadores con Energía Renovable (AGER), Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), Instituto Nacional de Electrificación (INDE) y Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

El espíritu de PURE es promover el uso de la energía renovable en las comunidades. Esto significa que por medio del uso productivo de la energía renovable se aumenta el valor de los bienes locales y se mejoran las condiciones de vida de la población.

PURE pretende acercar a los productores locales con mercados nacionales y globales para generar un ingreso adicional al que tienen, de tal manera que se pueda aliviar la pobreza en las áreas de influencia del proyecto. Asimismo, busca proveer recursos financieros que aseguren la permanencia de las iniciativas de energía renovable y contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero.

PURE trabaja en cinco departamentos de Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Quiché, San Marcos y Huehuetenango.

El presente folleto es una de las series técnicas elaboradas con el objetivo de crear un manual de buenas prácticas para la implementación y manejo de proyectos con energía renovable, con fines productivos.

Introducción

El sector agropecuario juega un papel muy importante en la economía de los países en vía de desarrollo. En los últimos años se ha incrementado el número de emprendimientos empresariales, medianos y pequeños o domiciliares, en los cuales se producen subproductos o excretas según sea el tipo de negocio, por lo que es necesario establecer un manejo de estos subproductos, ya que la contaminación ambiental es un tema de mucha importancia en los sistemas de producción.

Por lo general, las excretas que producen los animales de una granja son dispuestas de manera incorrecta, siendo muy común que la materia fecal se deposite alrededor de viviendas, barrancos, riachuelos y ríos, no importando el daño causado a la fauna, la flora o a los vecinos.

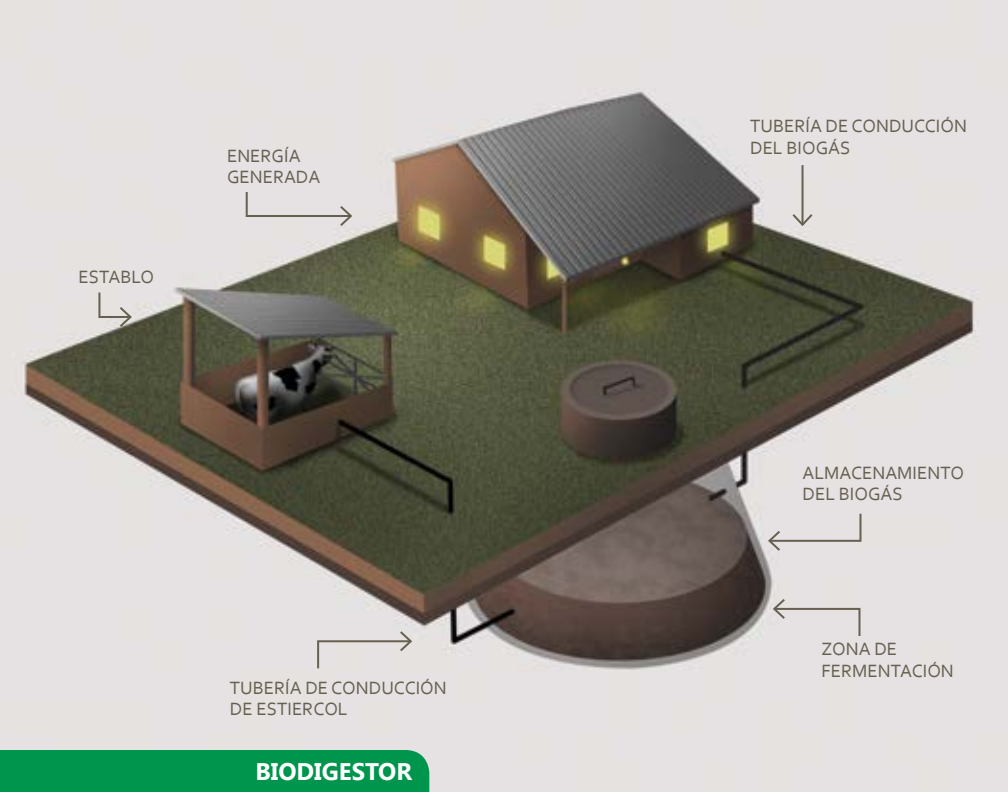
En el manejo ambiental del área rural es importante mantener un equilibrio en el sistema suelo-agua-planta-atmósfera, ya que un desequilibrio en este sistema, por exceso y mal manejo de materiales orgánicos, puede causar serios problemas: la

abundancia de sustancias como el nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo, al filtrarse o escurrirse hacia las fuentes de agua, produce cambios en su composición que afecta a los animales y plantas, provocando incluso la muerte de aquellos que las habitan. Además, los microorganismos y bacterias de las heces fecales contaminan el agua. Estos procesos a su vez producen malos olores y la liberación de gas metano y el consecuente efecto invernadero en la atmósfera.

Es importante brindar a los productores del área rural opciones para manejar las excretas y mejor si estas adquieren un valor agregado, como el caso de la generación de energía para ser utilizada en los procesos productivos de la misma unidad económica que los produce, o bien, para ser empleada en otras actividades.

Este documento brinda información acerca de la descripción y mantenimiento de un sistema de descontaminación productiva integral utilizando biodigestores de plástico, en la que se tiene como resultado la generación de energía renovable y abonos orgánicos.

La energía generada por el biodigestor constituye un aporte a la economía de los hogares o de las pequeñas empresas, al disminuir el gasto de la compra de leña o de combustibles fósiles. Esto, además, permite contribuir a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.



BIODIGESTOR

¿Qué es un biodigestor y cómo funciona?

Los biodigestores son recipientes o tanques cerrados libres de oxígeno, que han sido diseñados para captar el biogás que se genera a partir de la mezcla de materia orgánica y agua, lo que produce su descomposición dentro de él. La materia orgánica puede ser tanto de origen vegetal como de origen animal. En este último caso, se usan principalmente las excretas de los animales. Los biodigestores se usan más comúnmente para tratar el estiércol de bovinos y porcinos que generan una mayor cantidad de biogás.

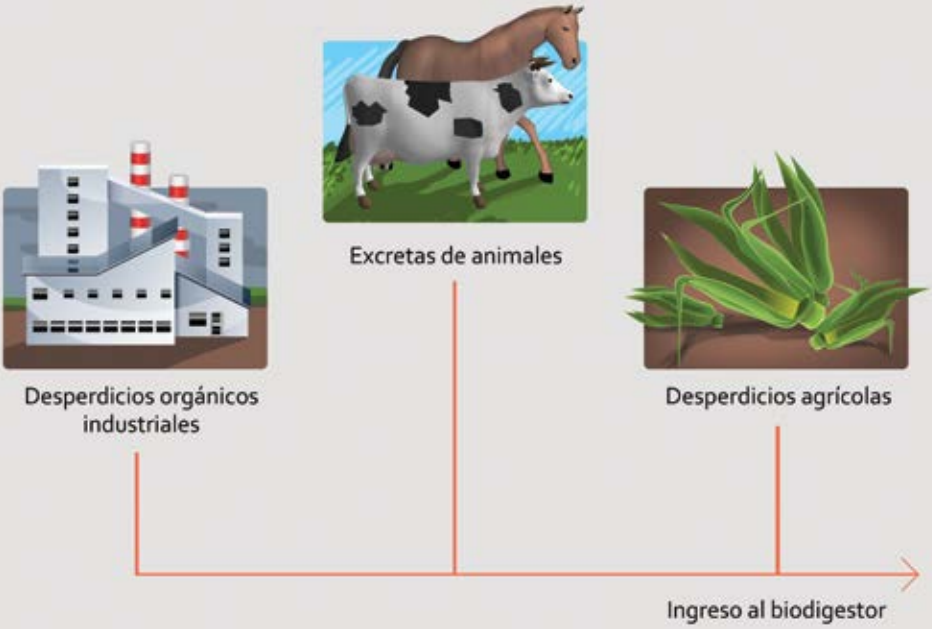
La tecnología puede construirse con diferentes materiales como: ladrillo, cemento, metal o plástico y pueden tener forma cilíndrica o esférica.

La estructura posee una entrada a través de la cual se introduce al tanque la materia orgánica elegida y se le agrega agua, al mezclarse se desarrollan microorganismos que no necesitan aire para vivir y transforman esa mezcla en dos productos principales: el biogás y el fertilizante líquido.

El gas que se produce en el biodigestor puede utilizarse para cocinar, calentar agua, iluminar una casa o lugares de trabajo, incluso ser usado en plantas que generan energía eléctrica. El biogás está compuesto principalmente por metano (CH_4) y anhídrido carbónico (CO_2), otros gases en pequeñas concentraciones y vapor de agua.

El líquido (que tiene la apariencia de un lodo) que queda después de producir el biogás, es rico en nutrientes y se convierte en un excelente fertilizante que puede ser utilizado en los sembradíos.

Además del tanque en donde se transforma la mezcla, el biodigestor cuenta con dos conductos de salida: uno para el líquido fertilizante y el otro para el biogás. El conductor del gas producido, lo lleva a otro recipiente llamado reservorio y desde allí, a través de mangueras, se conecta al aparato con el que se utilizará el gas, por ejemplo una estufa o una lámpara. El conductor del líquido permite recolectar el fertilizante y sacarlo del biodigestor.



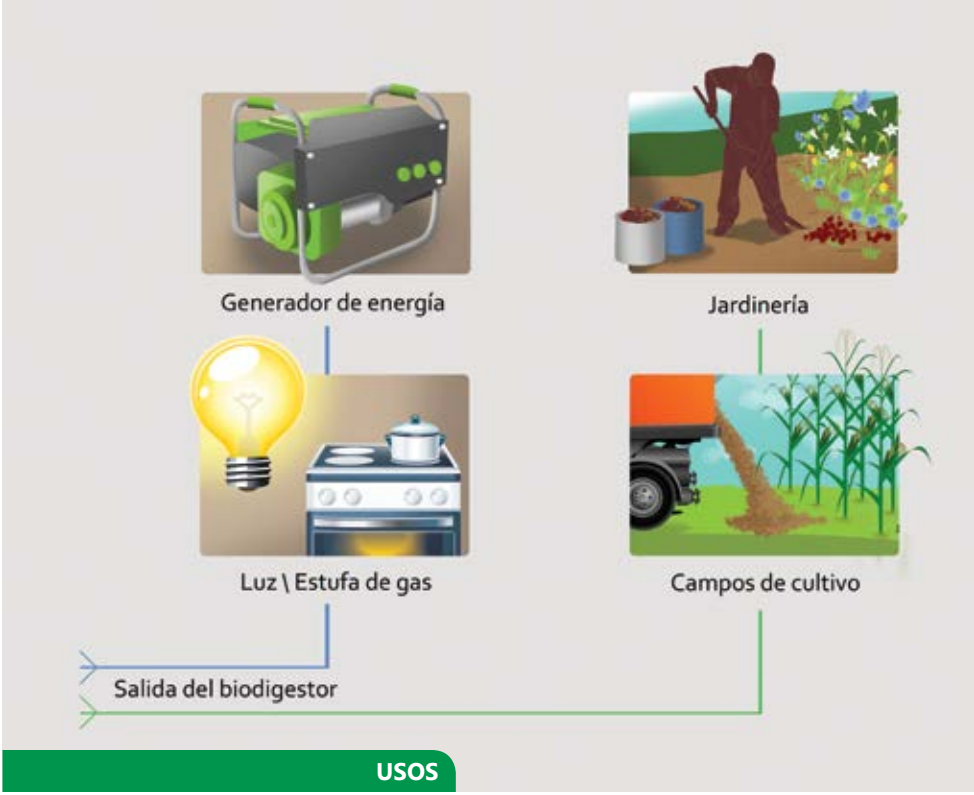
FACTORES BÁSICOS

Los biodigestores familiares, generalmente, son construidos con mangas o tubos de un plástico grueso llamado polietileno. Estos son de bajo costo, de fácil instalación y mantenimiento y para construirlos se usan materiales locales.

Existen tres factores básicos e importantes a considerar en el momento de tomar la decisión de realizar un biodigestor:

- Seguridad de contar siempre con la disponibilidad de agua para hacer la mezcla con el estiércol que será introducida en el tanque.

- Contar con suficiente cantidad de animales para tener a disposición la producción de estiércol



necesaria para mantener funcionando la tecnología.

- Capacitación en el uso y mantenimiento de la familia que lo usará, especialmente la buena disposición de realizar los procesos necesarios para la producción del biogás de manera constante.

¿Cuáles son los beneficios?

Al utilizar el biogás, una familia o una pequeña empresa puede sustituir el gas propano, el diesel y la leña como fuente de energía para realizar la cocción de alimentos o calentar agua para procesos

de producción como el desplume de los pollos o el destace de los cerdos. Incluso el biogás puede llegar a sustituir la electricidad. Los beneficios se agrupan en tres grandes áreas:

1 Económico

El ahorro que se genera por familia cada mes es significativo, ya que quienes cocinaban con leña ahorrarán de distintas maneras. Por ejemplo:

- El tiempo utilizado para recolectar, cortar y picar la leña, puede ser destinado a otras actividades; y el dinero invertido en la compra de leña puede servir para cubrir otras necesidades.

- El lodo, que se produce después de la formación del biogás, se usa como fertilizante, lo que permite ahorro en la producción de las cosechas pues se disminuye la compra de fertilizantes químicos. Si la familia utilizaba gas licuado de petróleo (GLP o gas propano) podrá ahorrarse este gasto, pues el biogás producido por el biodigestor funciona de la misma manera que el propano.

2 Social

Los miembros de la familia mejoran su salud, en especial las mujeres que se encargan de cocinar con leña y de sus niños pequeños que las acompañan. Al evitar el humo van desapareciendo o disminuyendo enfermedades respiratorias y de los ojos.

Con el gas producido por los biodigestores, no se corre ese riesgo ya que no produce humo ni olores desagradables en la cocina. Además de usarse para cocinar, el gas generado puede ser utilizado para producir energía que se utiliza en lámparas, lo que mejora la calidad de vida y da la oportunidad de estudiar, conversar, compartir en familia e incluso trabajar en las primeras horas de la noche.

3 Ambiental

En las áreas donde se utilizan biodigestores se reduce la tala de los bosques por consumo de leña, favoreciendo la conservación de las especiales de plantas y animales, y contribuyendo a mantener la calidad de las fuentes de agua y conservando los nutrientes de las tierras. Otro factor importante es la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, ya que con el biogás no se produce ningún tipo de humo, beneficiando en conjunto el buen manejo de la cuenca.

¿Cuáles son las desventajas y riesgos del uso de biodigestores?

Aunque las ventajas de los biodigestores son muchas, también existen algunos riesgos y desventajas, en especial cuando no se toman en cuenta las recomendaciones de uso y mantenimiento.

Desventajas

- De acuerdo al modelo de biodigestor elegido se necesita mucho cuidado, sobre todo cuando son construidos con plásticos, pues estos pueden ser cortados fácilmente y quedar inutilizados.

- Existen otros modelos de costos elevados, pero tienen mayor duración.

Riesgos

- Cuando no se cumple con las normas de seguridad y mantenimiento existe la posibilidad de incendio, si hay fuego cerca del biodigestor.

- El biogás dentro de su composición tiene el subproducto llamado ácido sulfhídrico, que al entrar en contacto con agua se convierte en ácido sulfúrico, este ácido es corrosivo y puede ser tóxico al ser humano.

  Para evitar peligros debe colocarse un filtro de viruta metálica y carbón activado, esto lo mantiene bajo control y evita problemas.

Aspectos a considerar en la implementación

Para facilitar la implementación de los biodigestores, es importante tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Deben construirse cerca del lugar en donde se recolectará la materia orgánica (estiércol).

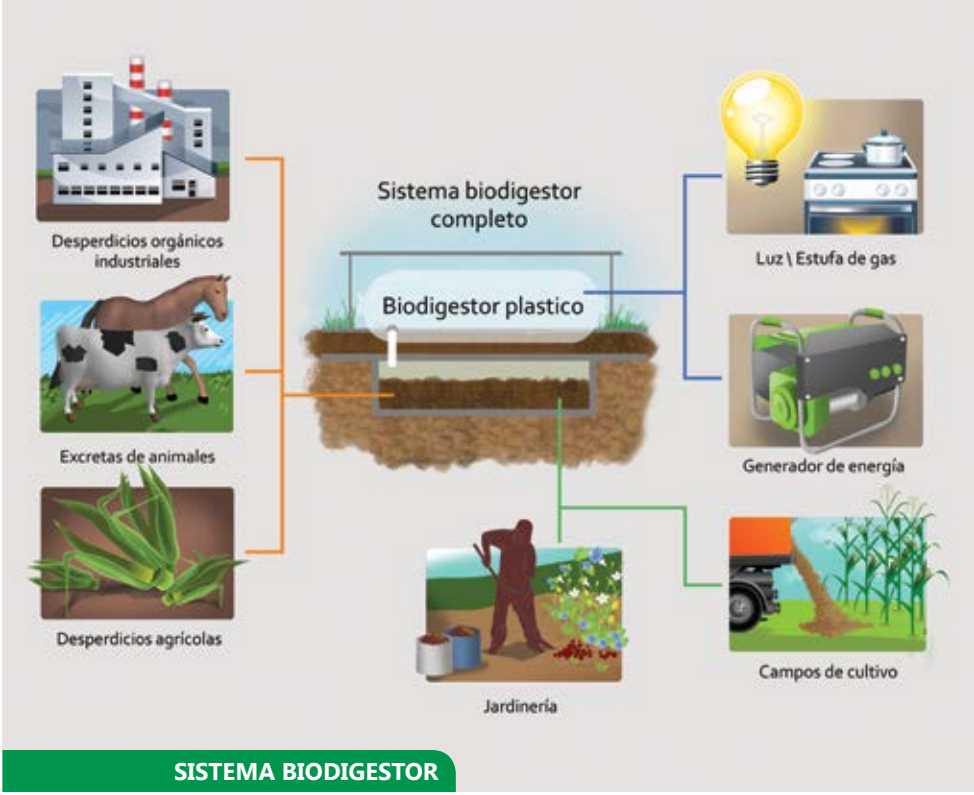
- Para que se produzca el biogás, la temperatura del lugar en donde se construya el biodigestor debe ser entre 15 y 60 grados centígrados. Por esto, en climas fríos es más lento el proceso.

- Se necesita de personal que esté dispuesto a realizar el trabajo diario y constante, especialmente la carga de la materia orgánica.

¿Qué aspectos se deben considerar para el diseño?

Hay algunas variables que influyen en el buen desempeño de la tecnología y que deben tomarse en cuenta:

- Monto de la inversión que el dueño está dispuesto a proporcionar.
- Cantidad y calidad de biogás que se quiere obtener.
- Tipo de la materia prima con que se cuenta (el estiércol de tres vacas es suficiente para un biodigestor familiar, que genera aproximadamente 12m^3 de gas).
- Tamaño del biodigestor.
- Características del terreno en donde se construirá pues debe cavarse una zanja para colocar la bolsa de plástico.
- Uso que se le dará al abono orgánico resultante.
- Temperatura del lugar donde se instalará (en el ambiente o en invernadero).



SISTEMA BIODIGESTOR

Generalidades para la implementación de los biodigestores

Materia prima

La principal materia para producir biogás es el estiércol fresco. También pueden usarse otros residuos orgánicos, evitando la utilización de aquellos con cáscara o de vísceras, pues su proceso de descomposición es tardado.

El estiércol que genera mayor cantidad de biogás es el de cerdo y el de persona. Sin embargo, el fertilizante que resulta es muy ácido, además el

estiércol humano debe manejarse con mucho cuidado, pues en el proceso de producción no mueren todas las bacterias. El estiércol más recomendado es el de vaca, por su composición y porque la producción es mayor, lo que facilita su recolección.

Tiempo de producción del biogás

El tiempo en que un biodigestor empieza a producir el gas depende, principalmente, de la temperatura a la que se trabaje. Las bacterias que lo producen tienen un rango óptimo de temperatura para hacer digerir el lodo (mezcla de estiércol con agua) y producir el biogás en aproximadamente 20 a 22 días, después de hecha la carga de los materiales. Si la temperatura es mayor o menor a ese rango óptimo, las bacterias tienen menor actividad y tardan más en producir resultados.

Hay colonias de bacterias cuyo rango de temperatura óptima es entre los 30 y 35°C. Estas son temperaturas que se pueden alcanzar en zonas tropicales de manera natural.

Carga de mezcla diaria

La carga del biodigestor debe hacerse diariamente, en una proporción de 1 medida de estiércol por 3 de agua. El hecho que el estiércol se encuentre bien diluido asegura que el biodigestor tenga un flujo continuo, es decir, que el lodo o líquido que se convierte en fertilizante vaya saliendo poco a poco por si solo, evitando que se atasque por exceso de materia sólida en su interior.

Selección del lugar y características de la zanja donde estará el biodigestor

El lugar más adecuado para colocar el biodigestor es un punto intermedio entre el lugar en donde se hará uso del biogás y el lugar donde se recogerá el ganado. Esto facilitará la recolección del estiércol fresco cada mañana y, al mismo tiempo, se ahorran materiales para la conducción de biogás. Debe tenerse cuidado de construir la zanja, en donde se colocará la bolsa, en un lugar donde no interrumpa el paso de animales o personas.

La zanja debe tener forma de V, no tener desniveles y cuidar que no tenga piedras, raíces o cualquier otro objeto que pueda romper la bolsa. Se recomienda cubrir las paredes con costales o sacos viejos. El lugar más adecuado para construirlo es en áreas soleadas, pues la radiación ayudará a calentar el terreno donde esté ubicada la zanja. El biodigestor, por su parte, debe estar protegido del sol directo por una semi sombra o techo para que el plástico de la bolsa tenga mayor durabilidad.

Primera carga de llenado

Cuando se tiene instalado el biodigestor es momento de realizar la primera carga de estiércol y agua. En este primer llenado, lo más importante es echar buena cantidad de estiércol fresco y llenar hasta que las bocas interiores de los tubos de entrada y salida queden tapadas por el lodo, evitando así que llegue aire al interior. De aquí en adelante se introducirá diariamente la mezcla de estiércol y agua.

BIODIGESTOR INSTALADO

La experiencia con biodigestores en el Proyecto Usos Productivos de la Energía en Guatemala (PURE)

Se buscó desarrollar una experiencia que integrara varios enfoques: ambiental, de salud, energía y productividad, de tal forma que la tecnología fuera aceptada por los usuarios quienes, además de mejorar sus condiciones en cuanto a comodidad, encontraran un aliciente económico para incorporar en su vida cotidiana el uso del biodigestor.

Para ello, fueron seleccionados inicialmente 12 sitios, los que cumplían con las condiciones necesarias para implementar biodigestores, de acuerdo a las indicaciones del consultor experto.

Posteriormente, se realizaron visitas de campo para priorizar los sitios que tuvieran las mejores condiciones técnicas, uso productivo y social que garantizaran la sostenibilidad del proyecto.

Una de las condiciones para su implementación, fue la disponibilidad de aportar la contrapartida (económica y/o de mano de obra) para la construcción de la tecnología, lo que influyó en la selección de los sitios.

El uso de biodigestores implica ordenar y aprovechar todos los subproductos generados en la explotación agropecuaria. En el caso de los equipos instalados, el PURE, además de generar gas para diferentes usos, trabajó de manera paralela con lombricultura para biotransformar la parte de baja fermentación que tienen las excretas y aprovecharlas para producir *humus*, que es un excelente abono orgánico regenerador de los suelos.

Esta experiencia se conviertió en un modelo para los vecinos de la familia que posee el biodigestor, a fin de promover su uso en las comunidades con la consecuente disminución de la emisión de gas a la atmósfera, eliminación de malos olores y proliferación de moscas.

Biodigestores instalados y su uso productivo

Con apoyo técnico y financiero del PURE, fueron construidos 8 biodigestores: 3 de éstos de concreto de 50.00 m^3 de capacidad y 5 con mangas de plástico de 12.50 m^3 de capacidad cada uno.

Dentro del área de cobertura del PURE fueron seleccionados tres departamentos: Baja Verapaz,

Alta Verapaz y San Marcos. Dentro de los criterios para la elección se consideró la diversidad cultural y étnica (pueblos indígenas q'eqchi', achí y mam), la alta vulnerabilidad ante los desastres producidos por el calentamiento global y los problemas socioeconómicos y políticos ocasionados por el conflicto armado interno.

La distribución de los equipos fue la siguiente:

- Alta Verapaz:
  - 3 biodigestores de concreto. Capacidad de 50m^3.
  - 1 biodigestor de plástico. Capacidad de 12 m^3.

- San Marcos:
  - 3 biodigestores de plástico. Capacidad 12 m^3.

- Baja Verapaz:
  - 1 biodigestor de plástico. Capacidad 12 m^3.

El cuadro 1 describe ubicación y uso productivo de los equipos instalados.

Costos de los equipos instalados

En el cuadro mencionado se consignan los costos de materiales, construcción de obra gris (donde fue necesaria) e instalación de los biodigestores.

El PURE brindó a los socios comunitarios la asistencia técnica y capacitación para biotrasformar y utilizar de forma correcta la fibra de baja fermentación con la donación de 5.00 kg de lombriz.

Además, el PURE entregó el diseño de cada biodigestor a su propietario.

Cuadro 1. Ubicación y uso productivo de los equipos instalados

Ubicación	Propietario	Uso productivo
Alta Verapaz	Alfredo Quiroa	Ahorro energético, calefacción de lechones, cocción de alimentos, desinfección de choque con agua caliente, lombricultura y venta de biogás y bioabono.
Alta Verapaz	Oliverio Si	Cocción de alimentos y calentar de agua para duchas en hotel, ecoturismo, lombricultura y venta de bioabono.
Alta Verapaz	Héctor Leal	Desinfección en lechería, cocción de alimentos, fertilización de pastos con bioabono y lombricultura.
Alta Verapaz	Manuel Xol	Cocción de alimentos, calentar de agua para desplumado de pollos, uso de bioabono y lombricultura. Ahorro energético al usar menos leña.
San Marcos	MarcoTulio Argueta	Cocción de alimentos, ahorro energético al sustituir leña, calentar agua para desinfección, venta de bioabono y lombricultura.
San Marcos	Bernardo Pérez	Cocción de alimentos, ahorro energético al sustituir leña y calentar agua para desinfección de instalaciones, uso de bioabono y lombricultura para sus cultivos y venta de bioabono.
San Marcos	Rogelio Morales	Cocción de alimentos, ahorro energético al sustituir leña, uso de bioabono y lombricultura para sus cultivos y venta a terceros.
Baja Verapaz	Juan de Dios Ruiz	Cocción de alimentos, ahorro energético al sustituir leña, uso de bioabono y lombricultura para sus cultivos y venta a terceros.

Cuadro 2. Tamaño y costo por biodigestor

Propietario	Tamaño biodigestor m³	Costo total Q	Aporte PURE	Aporte Beneficiario
Manuel Xol	12.53	10,000.00	10,000.00	0.00
Juan Oliverio Si	50.00	54,158.80	40,618.50	13,539.50
Héctor Leal	50.00	54,158.80	40,618.50	13,539.50
Alfredo Quiroa	50.00	54,158.80	40,618.50	13,539.50
Marco T. Argueta	12.5	10,000.00	7,500.00	2,500.00
Bernardo Pérez	12.5	10,000.00	7,500.00	2,500.00
Rogelio Morales	12.5	10,000.00	7,500.00	2,500.00
Juan de Dios Ruiz	12.5	10,000.00	7,500.00	2,500.00

Nota: Los beneficiarios aportaron un 25% del costo total de los biodigestores, que incluye mano de obra y materiales y el Proyecto PURE el restante 75%. Esto con excepción del Señor Manuel Xol, a quien se apoyó con la totalidad del valor de su biodigestor[1].

Inducción y capacitación a los usuarios de los biodigestores

Durante el proceso de identificación y selección de los sitios, se realizaron presentaciones con diversos recursos didácticos como fotografías, videos y presentaciones power point, para explicar el proceso completo y mostrar casos reales de proyectos ubicados en regiones similares al lugar donde viven los futuros usuarios.

1 En estos valores solamente se ha incluido la asistencia técnica, capacitaciones y materiales comprados a terceros, más no incluye gastos de logística, transporte, flete y abordaje social / acompañamiento de los promotores del PURE.

Posteriormente, se realizaron los cálculos financieros sobre el consumo de leña y atención de la salud debido a afecciones por inhalación de humo. Asimismo, se hizo énfasis en que las familias y empresas que se sumaran a la iniciativa formarían parte de un grupo pequeño de usuarios de esta tecnología para la generación de energía limpia, por lo cual tenían la oportunidad de ser multiplicadores de la experiencia.

Una vez seleccionados los lugares para la implementación de los proyectos piloto, la empresa consultora y los facilitadores de área del PURE involucraron a todos los miembros de la familia en las actividades de capacitación, a través de diversos recursos didácticos. Uno de estos recursos fue la maqueta dinámica de vidrio que permitía explicar paso a paso en qué consiste la tecnología, su funcionamiento, mantenimiento, ventajas y otros aspectos de importancia.

Durante el proceso constructivo y de instalación, se explicó a los propietarios y a los albañiles, que participaron en su construcción, cada una de las acciones. Además, los propietarios de los biodigestores cuentan con los datos de contacto de Fundación Solar para consultar dudas cada vez que lo consideren necesario.

Al terminar la construcción de los biodigestores, se procedió a hacer pruebas de carga de las excretas con la persona responsable, en los hogares o pequeñas empresas, para demostrar su funcionalidad y aclarar dudas, buscando garantizar el uso adecuado y sostenible del sistema.

Se hicieron demostraciones, con todos los miembros de la familia, sobre cómo utilizar el biogás en la estufa y el bioabono líquido producido por el biodigestor.

Resultados

Los biodigestores se encuentran funcionando y generando biogás. La producción se estima de 525.00 m^3 por semana en el caso de los biodigestores de cemento y de 164.00 m^3 por semana de los biodigestores de plástico, haciendo un total de 689.00m^3 semanales. El cálculo de la producción de metano se hace en función de la capacidad del biodigestor.

Ha sido interesante observar la relación de las mujeres con la tecnología de los biodigestores, ya que las dueñas de casa donde están ubicados participaron desde el inicio en el proyecto.

Los niveles de interés y participación de las mujeres fueron en aumento conforme el gas se fue acumulando en el reservorio y observaron la llama producida por el biogás, cuando se realizaron las primeras pruebas. Las mujeres son las que operan las llaves de paso y verifican los dispositivos de seguridad.

Actualmente se usa el biogás en la cocción de alimentos, la iluminación con lámparas de gas y en procesos de desinfección por shock térmico en corrales. El uso en los hogares ha permitido mejorar las condiciones de vida de las familias, especialmente de las mujeres que han eliminado el problema del humo de en sus cocinas, con la consecuente mejora de su salud y, en general, de la

calidad de vida. Esta mejora se extiende a sus hijos pequeños que las acompañan en sus labores.

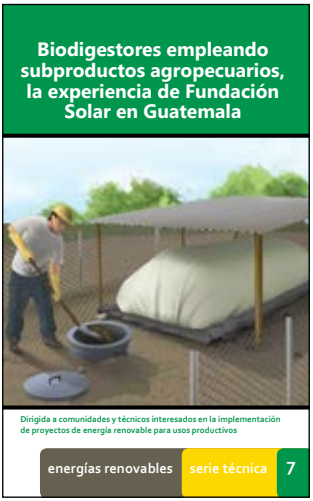
El gas que se está utilizando para la cocción de alimentos, (aproximadamente 2 horas/día) también disminuye el gasto en leña, contribuyendo a la conservación de los bosques y a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

De acuerdo a estudios realizados por la Fundación Solar, el consumo promedio es de 1 tarea/mes(1 metro cubico) por familia, cuando éstas hacen uso del fogón abierto y lo mantienen encendido por 10 horas consecutivas. El fuego se mantiene este tiempo encendido porque con el mismo calor secan la leña y al mismo tiempo evitan tener que estar encendiendo el fuego en cada tiempo de comida. Con el biogás, el encendido es instantáneo, por lo que las personas no tienen necesidad de mantener encendido el fogón.

Se calcula que el uso del biodigestor permitirá un ahorro de la leña del 25 por ciento al 50 por ciento progresivo de la tarea/mes.

Por otro lado, el bioabono producido está siendo almacenando en botellas plásticas que los propietarios reciclan al encontrarlas tiradas en la calle o la basura, aprovechándolo para aplicaciones en pequeñas jardineras y algunos cultivos familiares.

Bibliografía: Enrique Ávila Soler. El biogás es una opción que contribuye a fortalecer la seguridad energética al ofrecer ventajas competitivas respecto a otras fuentes alternas de energía • Diana Domínguez Gómez-CARE ECUADOR; Jorge Granja Ruales-UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE (UTN); Robinson Guachagmira y Luis Robalino Asociación de Campesinos Agroecológicos de Intag (ACAI). Experiencia biodigestores, tecnología limpia para mitigar el cambio climático. Primera edición. CARE Ibarra-Ecuador. Agosto, 2010 • Jaime Martí Herrero. Guía de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares. Componente de Acceso a Servicios Energéticos. GTZ PROAGRO. Bolivia, 2008.



Esta es una serie técnica de la Fundación Solar, a través del Proyecto Usos Productivos de la Energía Renovable (PURE), con el apoyo financiero del Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF por sus siglas en inglés -Global Environment Facility-) y administrado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Elaborada por Julio de la Parra y Heidy Altamirano, Fundación Solar.

Editada por Xiomara Campos.
Diseñada e ilustrada por Tritón imagen & comunicaciones.

Producida en Guatemala. Enero de 2013.
Tiraje de 300 ejemplares.

Fundación Solar

Fundación Solar es una organización privada de desarrollo (OPD), establecida en Guatemala desde septiembre de 1994.

La organización nace de la inquietud de un grupo de profesionales comprometidos con Guatemala y convencidos que apoyar y desarrollar proyectos enfocados en el uso de la energía renovable, la conservación del medio ambiente, el fortalecimiento de las capacidades locales y la organización de base en las comunidades rurales, son la respuesta para impulsar el progreso del país.

Desde su creación la Fundación Solar ha identificado instituciones afines a su filosofía de trabajo con las que ha establecido alianzas, logrando con el apoyo de estos socios la gestión y administración de financiamiento para la ejecución de proyectos en el área rural, como una contribución para reducir la pobreza y proteger el patrimonio ambiental y cultural.

5ta calle 17-10 zona 15, Vista Hermosa I,
Colonia el Maestro II, Ciudad de Guatemala,
Guatemala Centroamérica.
Teléfonos: +502 2369-1181 y +502 2369-4402
www.fundacionsolar.org.gt
fsolar@fundacionsolar.org.gt

Al servicio de las personas y las naciones