



LA BIOENERGÍA EN MÉXICO: ESTUDIOS DE CASO N° 1, 2010

MANUELA PREHN - IVÁN CUMANA





Título del cuaderno:
LA BIOENERGÍA EN MÉXICO: ESTUDIOS DE CASO
Cuaderno Temático No. 1, 2010

Edición: Septiembre 2010
Compiladores: Manuela Prehn, Iván Cumana

© Edición original publicada por
RED MEXICANA DE BIOENERGÍA, A.C.

www.rembio.org.mx
redmexbioen@gmail.com



MESA DIRECTIVA 2009 - 2011

Dr. Omar Masera Cerutti
PRESIDENTE

Ing. Enrique Riegelhaupt
SECRETARIO GENERAL

M en C. René Martínez Bravo
TESORERO

Coordinación general de la obra: Omar Masera Cerutti

Coordinación editorial: Fabio Coralli

Diseño editorial: Itzel Álvarez

Revisión técnica: Enrique Riegelhaupt

Corrección de estilo: Tomás González

AGRADECIMIENTOS:

Con la realización de este cuaderno la REMBIO ha querido ofrecer a sus socios un espacio en el que pudieran dar a conocer sus experiencias en cuanto a la aplicación de las distintas tecnologías bioenergéticas. Hubo una respuesta muy positiva de varios miembros de la Red a la invitación abierta que se hizo a todos los socios. Esperamos poder contar con la participación de muchos más para seguir documentando la valiosa experiencia de la "bioenergía en acción". En este volumen queremos agradecer las contribuciones de Teresita Arias, José Luis Arvizu, Víctor Berrueta, Francisco Bustamante, Marisol Colín, Rodolfo Díaz, Samuel Durán, Juana Enríquez, Armando Enríquez y José Luis Ibarra.

Las ideas, opiniones y conclusiones contenidas en el presente documento no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Red Mexicana de Bioenergía, A.C. Para cada estudio de caso, la responsabilidad de la información corresponde a quien se indica al pie.

Reservados todos los derechos. Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirecta, del contenido de este cuaderno, ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin contar con el permiso previo, expreso y por escrito de los editores, en los términos de la Ley Federal del Derecho de Autor.

Este cuaderno se terminó de imprimir en el mes de octubre de 2010, en los talleres gráficos de la Imprenta Tavera Hermanos, S.A. de C.V., con un tiraje de 1,000 ejemplares.

PRESENTACIÓN

Estimados Lectores:

Tengo el gusto de poner a su consideración el Cuaderno Temático: “La bioenergía en México: Estudios de caso” compilado por Manuela Prehn e Iván Cumana. Este Cuaderno es el primer volumen de una serie mediante la cual esperamos ir documentando las experiencias concretas sobre la aplicación de la bioenergía en México. La intención es presentar de manera ágil y sintética la información clave sobre las características de los diferentes proyectos de implementación tecnológica que llevan a cabo los socios de la REMBIO, documentar sus principales impactos y sus retos, y coadyuvar a su difusión masiva.

Para elaborar este primer cuaderno se giró una invitación abierta a todos los socios de la REMBIO. Las entusiastas respuestas de un número importante de ellos, y su disposición a contestar preguntas, revisar información y brindar material gráfico, ha hecho posible este esfuerzo. Hemos tratado de hacer una recopilación balanceada, en la que se incluyan ejemplos de las diferentes vertientes tecnológicas dentro de la bioenergía –biocombustibles sólidos, gaseosos y líquidos- y de varios de sus sectores de aplicación: desde tecnologías de gran escala para uso industrial o urbano a las aplicaciones domésticas y productivas en áreas rurales. Somos conscientes, sin embargo, que todavía hay mucho por hacer, ya que un número muy importante de experiencias sobre bioenergía se ha quedado en el tintero, por lo que invitamos cordialmente a más socios a sumarse a este esfuerzo participando en futuros números de la serie “Estudios de Caso”.

Quisiera comunicarles también con satisfacción que el presente volumen inaugura la colección de Cuadernos Temáticos, mediante la cual la Red Mexicana de Bioenergía inicia su Proyecto Editorial. El proyecto persigue brindar materiales de calidad sobre los distintos aspectos de la problemática bioenergética, tanto a nivel internacional como de nuestro país. Con este esfuerzo procuramos también difundir las actividades de la REMBIO y ofrecer herramientas útiles a los socios y al público en general. La colección Cuadernos Temáticos incluirá diversos volúmenes que tratarán aspectos centrales de la bioenergía en México, en términos tecnológicos, económicos, ambientales o de política pública y legislación.

Espero que este cuaderno y otros títulos de la colección sean de su interés.

Omar Masera Cerutti

Presidente

RED MEXICANA DE BIOENERGÍA, A. C.





Í N D I C E

1. Introducción	3
Mapa: Ubicación de los Estudios de caso en México	
2. Biogás	4
<i>Estudio de caso 1:</i> Generación de electricidad con biogás recuperado en el relleno sanitario BENLESA , Salinas Victoria, Nuevo León	5
<i>Estudio de caso 2:</i> Generación de biogás y electricidad con estiércol porcino Granja "El Chanco", Cadereyta, Nuevo León	7
<i>Estudio de caso 3:</i> Biodigestión para la generación de biogás Granja "La Estrella", León, Guanajuato	9
<i>Estudio de caso 4:</i> Introducción de biodigestores en la Planta de tratamiento de aguas residuales del Rastro Municipal, León, Guanajuato	11
3. Estufas Eficientes de Leña	13
<i>Estudio de caso 5:</i> Estufas Patsari, GIRA, A.C. Michoacán y otros estados de la República	14
<i>Estudio de caso 6:</i> Estufas ONIL, Helps International Diferentes estados de la República	16
<i>Estudio de caso 7:</i> Estufa Chiantli, Mexalit Industrial Nuevo León, Chihuahua, Estado de México, Yucatán	18
<i>Estudio de caso 8:</i> Cocina de utopías, Vasco de Quiroga: Presencia en el Siglo XXI, A.C. Michoacán y otros estados de la República	20
4. Hornos Eficientes de Carbón	22
<i>Estudio de caso 9:</i> Producción de carbón vegetal con hornos mejorados, NYDE, A.C. Diferentes estados de la República	23
5. Biodiesel	25
<i>Estudio de caso 10:</i> Programa de producción de biodiesel "Chiapas Bioenergético" Chiapas	26
<i>Estudio de caso 11:</i> Producción de biodiesel con grasas animales y aceites reciclados ENERGEX: Biocombustibles Internacionales S.A. de C.V. Cadereyta, Nuevo León	28
6. Experiencias Educativas	30
<i>Estudio de caso 12:</i> Cámara de metano, Vasco de Quiroga: Presencia en el Siglo XXI, A.C. Estado de México	30
7. Lista de unidades	31
8. Lista de acrónimos	31
9. Bibliografía	32

1. INTRODUCCIÓN

Este es el primer Cuaderno Temático de una serie sobre estudios de caso que presentará experiencias concretas de los avances de algunos proyectos bioenergéticos en México. La finalidad es brindar al lector datos concisos sobre las tecnologías aplicadas, capacidades, materias primas, impactos sociales y ambientales, inversiones y relaciones costo-beneficio de algunas aplicaciones prácticas de la bioenergía en México.

La bioenergía es la energía que se obtiene de la biomasa. Biomasa, por su parte, es toda materia viva o derivada de seres vivos, e incluye un rango muy amplio de materiales como madera, frutos, granos, jugos o fibras. Estos materiales pueden ser obtenidos de cultivos y residuos sólidos o líquidos, entre otras fuentes. A partir de ellos se puede extraer energía útil directamente o después de transformarlos en carbón, sintegás, biogás, bioetanol o biodiesel. Por su variedad de aplicaciones y usos finales, la bioenergía puede contribuir a las estrategias de desarrollo sustentable del país (Estrada e Islas, 2010). Las tecnologías bioenergéticas se están desarrollando actualmente a una velocidad sin precedentes, debido a las políticas mundiales para mitigar el cambio climático, los precios crecientes del petróleo y la inseguridad del abasto de energéticos fósiles. Existen diversas vías para la combustión directa, gasificación, fermentación y digestión anaeróbica que permiten utilizar la biomasa como una fuente de energía sustentable.

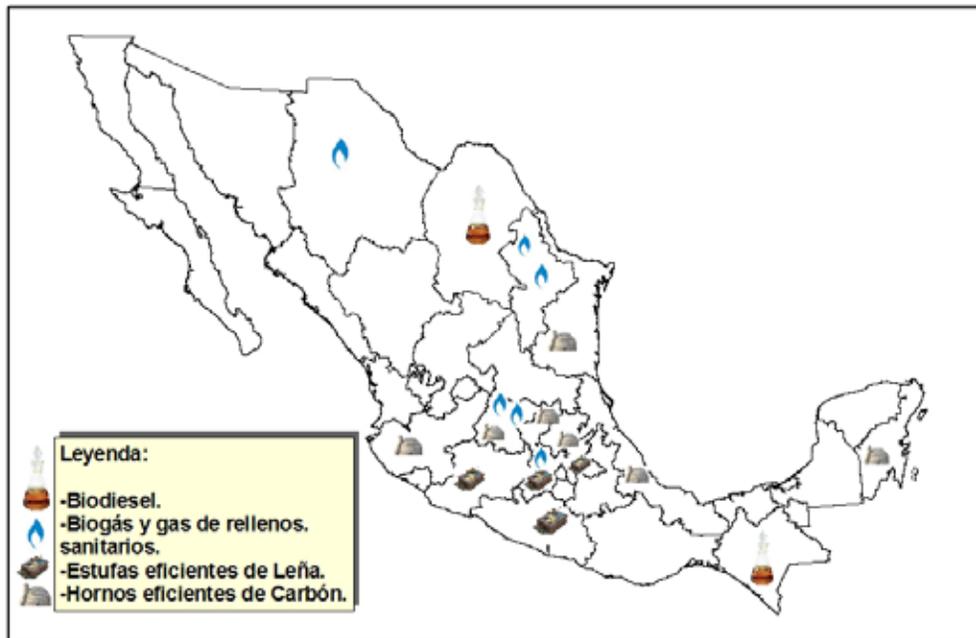


Figura 1. Mapa de ubicación de los estudios de caso en México.
Composición de Iván Cumana sobre mapa UNAM-CIECO

Hay una gran diversidad de iniciativas para mejorar el aprovechamiento de la bioenergía en México (FAO 2010), y es difícil incluirlas todas en un volumen breve. Aquí se presenta un primer conjunto de estudios de caso en forma resumida y bajo un esquema uniforme, para reflejar, aunque sea parcialmente, el grado de aplicación alcanzado en el país. Dentro de este volumen hemos incluido cuatro estudios de caso sobre biogás, cuatro sobre estufas eficientes de leña, uno sobre carbón, dos sobre biocombustibles líquidos y una experiencia educativa. El mapa muestra la ubicación geográfica de cada uno de ellos.

2. BIOGÁS

Los biocombustibles gaseosos se clasifican de acuerdo a sus procesos de obtención. Dichos procesos pueden ser biológicos, para generar **biogás** o termo-químicos para producir **sintegás**, o **gas de síntesis**.

El biogás se genera por reacciones de biodegradación de materias vegetales y animales (por ejemplo, estiércol animal o humano, aguas negras y residuos agrícolas) mediante la acción de microorganismos en ausencia de aire (medio anaeróbico); puede ser obtenido de biodigestores, lagunas anaerobias y rellenos sanitarios. En todos los casos se aprovecha la digestión anaerobia realizada por bacterias para producir una mezcla de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2). En los biodigestores se obtiene además un residuo sólido (lodo) útil como fertilizante. En las lagunas sólo se obtiene un efluente líquido, y en los rellenos sanitarios el único producto es el biogás.

El biogás puede ser empleado como combustible en cocinas y calderas; para iluminación y calefacción doméstica, y para alimentar motores de combustión interna o turbinas de gas, generando fuerza motriz o electricidad.

La principal ventaja de la gasificación es que permite convertir residuos sólidos o líquidos -que suelen ser contaminantes, molestos, de gran volumen, de bajo valor calorífico, y difícil almacenamiento y manejo- en combustibles gaseosos de más fácil manejo y más amplios usos finales. Así, esta tecnología contribuye a reducir los problemas de disposición final de residuos contaminantes, tratar y reciclar aguas servidas, evitar la contaminación del aire y el agua, y valorizar residuos agrícolas y agroindustriales.

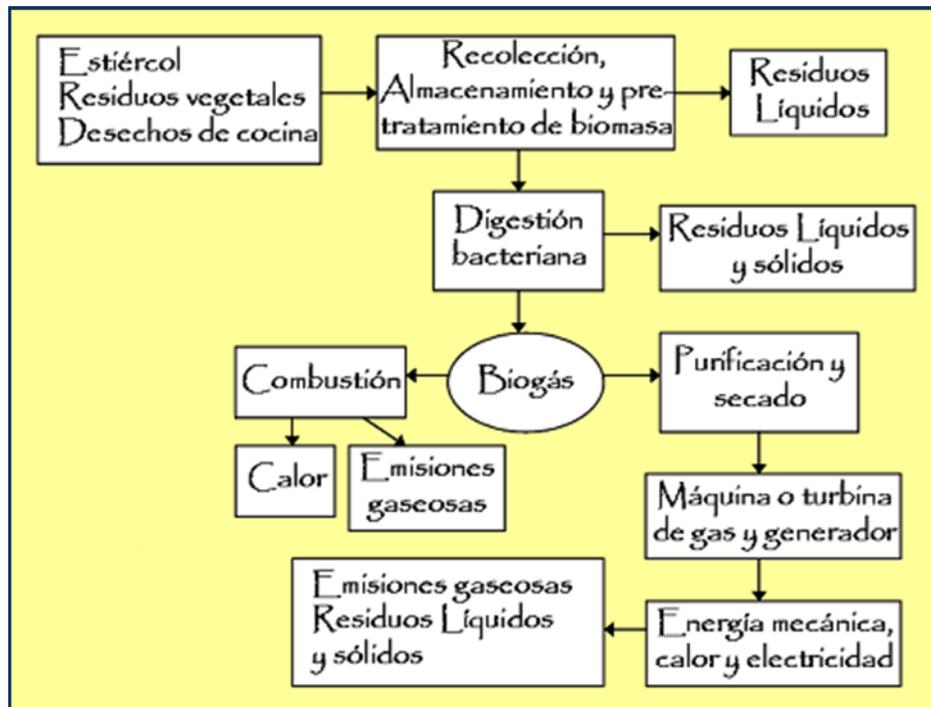


Figura 2. Esquema de producción de biogás.

Fuente: www.rembio.org.mx



ESTUDIO DE CASO 1: Generación de electricidad con biogás recuperado en el relleno sanitario de Salinas Victoria, Nuevo León



Figura 3. Representación gráfica del proceso. Relleno Sanitario de Salinas Victoria, Nuevo León.
Imagen: BENLESA

Descripción del proyecto:

Bioenergía de Nuevo León, S. A. de C. V. (BENLESA) es el primer proyecto en México y Latinoamérica de energía renovable que utiliza como combustible el biogás generado en un relleno sanitario. BENLESA es el resultado de una alianza entre la empresa privada Bioeléctrica de Monterrey, S. A. de C. V. y el Gobierno del Estado de Nuevo León, a través del Sistema para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE), un organismo público descentralizado.

Bioeléctrica de Monterrey y Sistemas de Energía Internacional, S. A. de C. V. (SEISA) son empresas completamente mexicanas, subsidiarias del Grupo GENTOR. SEISA cuenta con una amplia trayectoria en el área de la generación de energía "limpia" a través de proyectos de cogeneración.

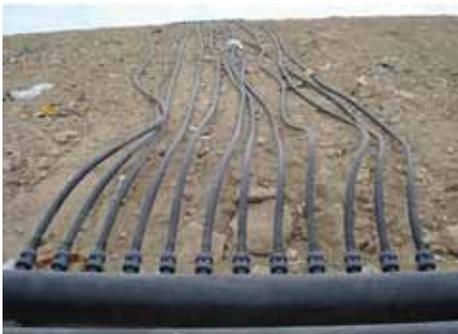


Foto 1. Conductos de extracción de biogás.
Imagen: BENLESA



Foto 2. Motogeneradores.
Imagen: BENLESA

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Municipio de Salinas Victoria, Nuevo León
Fecha de inicio	Septiembre de 2003
Combustible	Biogás de relleno sanitario (Metano+CO ₂)
Tamaño de la planta	Numero de pozos: 465 Volumen de extracción de biogás: 7,800 m ³ /h Área de extracción: 100 ha Volumen de residuos sólidos: 15 Mt
Capacidad de producción	 <p>Potencia eléctrica: 7.4 MW en 2003 12.72 MW en 2007 15.9 MW en 2010 (estimada)</p> <p>Con la ampliación de la planta se generarán cerca de 40,000 MWh/año</p>
Materia prima	19 Mt de residuos sólidos municipales
Tecnología utilizada	Motogeneradores GE-Jenbacher JS-320 de 1.06 MW c/u
Costo-beneficio	Costo: El costo de inversión fue de 17 millones de dólares, para 12.72 MD Beneficio: Se ahorran 5.8 mdp/año por consumo de electricidad (los asociados reciben energía eléctrica a un costo 10% menor); abastece el 40% del alumbrado público de la zona metropolitana de Monterrey, lo que equivale al consumo de 25 mil casas de interés social
Financiamiento	BENLESA es una empresa con capital mixto público-privado, 47% propiedad de SIMEPRODE y 53% propiedad de SEISA. Los usos finales y empresas asociadas al proyecto son: Cargas locales: 1) BENLESA; 2) SIMEPRODE Alumbrado público: 3) Municipio de Monterrey (NL) 4) Municipio de San Pedro Garza García (NL) 5) Municipio de San Nicolás de los Garza (NL) 6) Municipio General Escobedo (NL) 7) Municipio de Santa Catarina (NL) 8) Municipio de Guadalupe (NL) 9) Municipio de Apodaca (NL) Otras: 10) Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D. 11) Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey, O.P.D. 12) Gobierno del Estado de Nuevo León (Oficinas Generales) 13) DIF de Nuevo León
Impacto social	Electrificación de áreas rurales: la empresa invertirá 0.5 millones de dólares en sistemas fotovoltaicos para bombear y abastecer de agua a comunidades serranas en el estado de Nuevo León
Impactos ambientales	a) Se reducen emisiones por un MtCO ₂ e, lo cual equivale a retirar 90 mil automóviles de circulación o a plantar 970 ha de bosque b) Se reduce la explotación de hidrocarburos nacionales, cuyas reservas son limitadas
Responsable	Jaime Saldaña Méndez Tel: (81) 8239-0202
Información facilitada por	http://www.seisa.com.mx



ESTUDIO DE CASO 2:

Generación de biogás y electricidad con estiércol porcino Granja "El Chancho", Municipio de Cadereyta, Nuevo León



Foto 4. Inauguración de la planta generadora de energía eléctrica a través de la combustión de biogás.
Imagen: Agcert



Descripción del proyecto:

La Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León (CDA-NL) inauguró en agosto de 2006 en la granja "El Chancho" del Municipio de Cadereyta (NL) la primera de tres plantas generadoras de energía eléctrica a partir de biogás. La iniciativa se incluye en un conjunto de nueve granjas porcícolas de los municipios de Cadereyta, Allende y Montemorelos, que ya suprimieron sus emisiones de metano a la atmósfera, gracias a la captación y la quema del biogás generado por digestión del estiércol de puercos.

La generación de biogás y su transformación en energía eléctrica permiten a los porcicultores: **a)** reducir sus costos de operación al autoabastecerse de la energía eléctrica que requieren; **b)** descargar aguas de mejor calidad, y **c)** recibir una compensación económica al reducir las emisiones de metano a la atmósfera. Este proyecto, apoyado por la empresa Ag CERT, es una iniciativa de los productores, incluida en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del (MDL) "Protocolo de Kyoto" de las Naciones Unidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).



Foto 5. Equipo de medición del biogás y quemador. Imagen: Agcert



Foto 6. Biodigestor tipo "bolsa" con cobertura en plástico. Imagen: Agcert

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Granja "El Chanco", Municipio de Cadereyta, Nuevo León
Fecha de inicio	24 de agosto de 2006
Tamaño	523 reproductores porcinos 4,600 crías de cerdo en diferentes etapas de desarrollo Volumen de extracción: 650 m ³ de biogás/d
Tamaño de biodigestores	No informado
Capacidad de producción	Potencia eléctrica: 65 KW
Materia prima	Excretas y aguas residuales de ganado porcino
Tecnología utilizada	 <p>Recolección del estiércol, conducción a un biodigestor de tipo bolsa, de 60 m de largo por 40 m de ancho y 7 m de altura, recubierto con plástico negro de alta resistencia.</p> <p>La fermentación anaeróbica produce biogás compuesto por 70% de metano y 30 % de otros gases que alimenta a un motogenerador Perkins de 150 hp (MOPESA) modificado para trabajar con biogás.</p> <p>Anteriormente, este biogás se destruía por incineración en quemadores. El biodigestor tiene un equipo de medición del biogás y un quemador auxiliar donde se elimina cuando no es aprovechado para la generación de energía eléctrica.</p> <p>Foto 7. Motor MOPESA de 150hp, modificado para biogás. <i>Imagen: Agcert</i></p>
Costo-beneficio	<p>Costo: No informado</p> <p>Beneficio: Abastece necesidades de energía eléctrica de la granja, como la operación de comederos automáticos, la extracción de agua de pozos profundos, bombas para el lavado, calentamiento de maternidades en el invierno y ventiladores en el verano.</p>
Financiamiento	Inversión total: \$ 740,000, de los cuales: \$ 200,000 del Banco Mundial, a través del FIRCO y SAGARPA \$ 350,000 del productor, Jorge Alfredo Newell Insua \$ 100,000 del Gobierno del Estado, a través de la CDA-NL \$ 90,000 de la CDA-NL
Impacto social	No informado
Impacto ambiental	Reduce emisiones de metano a la atmósfera
Responsable	Marco Antonio González Valdez, Director General- CDA-NL Av. Eugenio Garza Sada N° 4601 Sur Col. Condesa, Monterrey, N.L. C.P 64880 Teléfonos: 2020-6920, 2020-6910 y 2020-6904 marco.gonzalez@nuevoleon.gob.mx
Información facilitada por	José Luis Arvizu (jlavizu@iie.org.mx)



ESTUDIO DE CASO 3:

Proyecto de Biodigestores para la generación de biogás Granja "La Estrella", León, Guanajuato

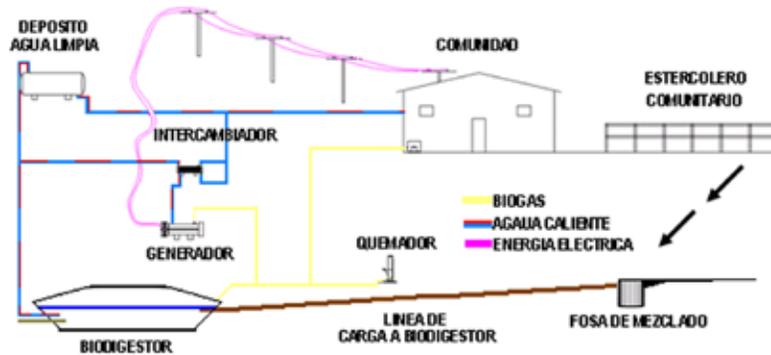


Figura 4. Esquema del proyecto.
Imagen: Granja "La Estrella"



Descripción del proyecto:

El proyecto nació como respuesta al problema de la eliminación del estiércol, cuyo costo impacta fuertemente en los gastos de producción y adquiere dimensiones incontrolables en épocas de lluvia. Se busca utilizar estiércol de ganado bovino para: **a)** obtener biogás, **b)** generar energía eléctrica para autoconsumo, **c)** vender los excedentes de energía a la CFE, y **d)** obtener lodo orgánico utilizable como abono agrícola.

El sistema ha despertado el interés de ganaderos y de la CFE, por lo que se propone realizar estudios para la venta de los excedentes de energía.



Foto 8. Instalación del digestor anaeróbico.
Imagen: Granja "La Estrella"



Foto 9. Sistema de recepción y manejo de los biosólidos (bioabono).
Imagen: Granja "La Estrella"

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Granja "La Estrella", Carretera a los Ramírez Km. 9.0, Col. San Agustín del Mirasol, C.P. 37680, León, Guanajuato
Fecha de inicio	2008
Tamaño	 <p>1,020 cabezas de ganado vacuno Un biodigestor tipo laguna, de 30 m x 30 m Producción: 1,400 m³ de biogás/d Se utiliza el 70% para generar 110 kW y se opera la planta durante 14 horas/d El restante 30% se incinera</p>
Capacidad de producción	Dos plantas de 55 kW cada una Se producen 1,400 m ³ de biogás/d, con un contenido promedio de 58% de metano y 5 t/d de biosólidos
Materia prima	12 t/d de estiércol de ganado bovino lechero
Tecnología utilizada	Dos motogeneradores de 65 kW nominales, a biogás, construidos por MOPESA, de Toluca, Estado de México
Costo-beneficio	 <p>Costo: No informado.</p> <p>Beneficio: Se abastece 80% del consumo del establo; se pierde 13% por transformación; se genera energía eléctrica 14 horas/d (46,200 kWh/mes); se ahorra 80% del costo de energía eléctrica del establo; el ahorro por el manejo del estiércol (mano de obra, maquinaria y combustibles) es de \$41,340/mes.</p> <p>Se inició la venta de bioabono a productores de aguacate orgánico con un incremento en el precio de 250%, comparado con estiércol secado al aire libre. Los biosólidos fueron analizados fisicoquímicamente y se encontró una calidad excelente como bioabono.</p>
Fuente de financiamiento	FOMIX, a través del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG): 50%; Juan Manuel González (dueño): 50%
Impacto social	La disposición del estiércol al aire libre representa un foco de infección y malos olores, ocasionando que los habitantes de las cercanías estén en riesgo. A través de la captación del biogás se evita este problema.
Impacto ambiental	<p>a) Reducción de contaminación del aire debido a las descargas de estiércol al aire libre</p> <p>b) Aprovechamiento del bioabono como fertilizante orgánico, substituyendo a fertilizantes químicos</p> <p>c) Se evita emitir a la atmósfera 812 m³ de gas metano/d, equivalentes a 13.2 t de CO₂/d</p>
Responsable	José Manuel González Rodríguez – Director General José de Jesús Rangel Delgado - Director de Proyectos Productivos granja_la_estrella@hotmail.com Tel. (477) 745 62 64
Información facilitada por	José Luis Arvizu (jljarvizu@iie.org.mx)



ESTUDIO DE CASO 4:

Introducción de biodigestores en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Rastro Municipal de León, Guanajuato



Foto 12. "Cámara de Prefermentación, Biodigestor Anaerobio tipo Laguna.
Imagen: SAYERCEN®

Descripción del proyecto:

La propuesta surge de la necesidad de asistir a la planta de tratamiento de aguas residuales del Rastro TIF 333 para disminuir la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y de esa manera reducir el costo energético de la fase aerobia. Para el rastro no era primordial la cantidad de biogás que se produjera, pero existía la posibilidad de utilizarlo como energético en la caldera, con un consumo de hasta 150m³/d.

**Servicios Ambientales y de Energías
Renovables del Centro, S.A. de C.V. SAYERCEN**

Se introdujo como innovación tecnológica un desnaturalizador de partículas, que acelera el proceso de hidrólisis acelerando el tiempo de retención hidráulica del sustrato, y una cámara de prefermentación. El biodigestor anaerobio de tipo laguna proporciona condiciones constantes (de temperatura, presión, concentración de materia orgánica, pH, tirotrópina, volumen), manteniendo un medio homogéneo para el desarrollo de microorganismos anaerobios y propiciando las primeras fases de degradación para la producción de biogás. El pretratamiento reduce la DBO de 4,700 ppm O₂ al ingreso, a 2012 ppm O₂ a la salida. En la emisión final se logra una DBO de 612 ppm O₂. Aunque se utilizan 150 m³ de biogás/d en la caldera, la generación total es de 157 m³ de biogás /d a 476 m³ de biogás /d.



Foto 13. Vista Actual Panorámica.
Imagen: SAYERCEN-GEA



Foto 14. Plataforma.
Imagen: SAYERCEN®

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Rastro Municipal de León, Guanajuato. Carretera León-San Francisco. Km. 6, Campo Verde, Col. Campo Verde, C.P. 37434 León, Guanajuato
Fecha de inicio	Diciembre de 2009
Tamaño	Biodigestor: 33 m por 27 m y 6.5 m de profundidad
Capacidad de producción	Promedio: 580 m ³ de biogás/d
Materia prima	Agua residual de matanza, conteniendo principalmente sangre
Tecnología utilizada	Sistema Sayercen® y GEA
Costo-beneficio	<i>No informado</i>
Fuente de financiamiento	50% de recursos propios de Rastro Tif 333 y 50% aportados por FIRCO
Impacto social	Para operar el sistema se requiere un ingeniero y un operador general
Impacto ambiental	a) Disminuye en gran medida los olores b) Reduce la DBO 57% antes de la fase aerobia del tratamiento
Responsable	Carlos Muñoz Tel.: 477 778 0095
Información facilitada por	Juana Enríquez (enriquez.juana@sayercen.com) Samuel Durán (samhdur@hotmail.com)



Foto 15. Quemador.
Imagen: SAYERCEN®



Foto 16. Filtro para Biogás.
Imagen: SAYERCEN®



Foto 17. Desnaturalizador de Partículas.
Imagen: SAYERCEN®

3. ESTUFAS EFICIENTES DE LEÑA

Cerca de 2 mil millones de personas en el mundo dependen de la biomasa para cocinar o calentarse. En México, el consumo de leña representa el 10% de la energía primaria y aporta el 46% de la energía demandada por el sector residencial (Díaz, 2000; Maser, 1993). La leña es utilizada por más de 27 millones de personas (uno de cada cuatro habitantes). Un 89% de la población rural usa la leña como principal combustible para la cocción de sus alimentos, y en las zonas urbanas los usuarios de leña constituyen el 11% de la población (Díaz, 2000).

El consumo promedio de leña es de 2.1 kg/d/hab o 4.6 t/fam/año, sumando unos 30 millones de m³/año en total. Los niveles de contaminación intramuros en los hogares que utilizan leña para cocinar son muy altos (700 µg/m³); más de tres veces el promedio reportado en grandes ciudades. Los principales afectados por esta contaminación son mujeres y niños. Si bien el gas LP ha sido adoptado por muchas familias rurales, no sustituye a la leña, sino que la complementa. El uso de leña se concentra principalmente en los hogares rurales y en pequeñas industrias.



Figura 5. Regiones críticas por uso de leña en México. Imagen: CIECO-UNAM.
Los círculos indican las áreas prioritarias para realizar intervenciones con el fin de ahorrar leña

El desarrollo tecnológico y la subsiguiente adopción de estufas eficientes de leña es un proceso complejo que comprende aspectos sociales, culturales, económicos y tecnológicos. Entre los beneficios que una estufa eficiente brinda con respecto a los fogones tradicionales se encuentran los siguientes: **a)** ahorro de leña, y con ello del tiempo y dinero que las familias dedican a la obtención del combustible; **b)** menor contaminación de interiores provocada por el humo de leña; **c)** mejora de las condiciones de salud de los habitantes rurales, principalmente mujeres y niños, y **d)** disminución de la presión sobre los bosques locales. Bien diseñadas y bajo un enfoque integral de seguimiento, evaluación y monitoreo, las estufas eficientes de leña han demostrado ser una buena alternativa para promover el uso sustentable de la leña.

En términos ambientales, la introducción de estufas rurales eficientes se considera como una oportunidad de mitigación, ya que reducen las emisiones de GEI. El Programa Especial de Cambio Climático (PECC) plantea una meta de introducción de 500 mil estufas eficientes de leña en comunidades rurales en el periodo 2007-2012, estimando una reducción de 2.5 MtCO₂e por año para todo el país.



ESTUDIO DE CASO 5: Estufas Patsari, GIRA A.C. Michoacán y otros estados de la República



Descripción del proyecto:

El Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C. (GIRA), en colaboración con el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco), UNAM difunde desde el año 2003 la estufa eficiente de leña "Patsari", como medida para reducir impactos nocivos a la salud y al ambiente, fomentar el uso sustentable de la leña en México y mejorar así la calidad de vida de las familias rurales. La Estufa Patsari, que en la lengua Purhépecha significa "la que guarda", haciendo referencia a que guarda el calor, conserva la salud y cuida los bosques. Se construye in situ, combina el uso de materiales locales y materiales comerciales y logra una mayor eficiencia, lo que se traduce en mayores niveles de adopción entre las usuarias, menor tiempo de construcción y mayor durabilidad.

El proyecto se implementa en Michoacán y otros 15 estados de la República. Tiene 5 componentes principales: **a)** innovación y desarrollo de tecnología; **b)** diseminación de estufas eficientes; **c)** desarrollo de pequeñas empresas locales; **d)** monitoreo y evaluación de impactos y **e)** fortalecimiento del programa. Convergen en este esfuerzo actores locales, principalmente promotores y constructores de estufas, amas de casa, fabricantes de accesorios para la estufa e investigadores de GIRA y de la UNAM. La estufa Patsari es una alternativa al fogón tradicional de tres piedras, el cual desperdicia energía, tiene un alto uso de leña y genera daños a la salud. Como mejoras, la Patsari ofrece: ambiente intramuros libre de humo; reducción del índice de enfermedades; disminución de la tasa de mortalidad infantil; mejoría de la salud materna; menor consumo de leña; menor tiempo de recolección y transporte de leña; y menores emisiones de GEI.

El Proyecto Patsari ha impulsado la construcción de más de 50 mil estufas en México ofreciendo servicios de asesoría, capacitación, construcción, supervisión, seguimiento y evaluación a diversos proyectos implementados por instituciones gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil.



Foto 18. Estufa Patsari para tortilleras.
Imagen: Proyecto Patsari GIRA-UNAM



Figura 6. Áreas de difusión de la estufa Patsari (círculos amarillos) y municipios con uso intensivo de leña en México (rojo).
Imagen: Proyecto Patsari GIRA-UNAM

El Proyecto Patsari ha obtenido el Primer Lugar de los “Ashden Awards for Sustainable Energy” en 2006, en Inglaterra. El premio fue otorgado por diseñar una estufa robusta y eficaz, que genera ahorros significativos de leña y por suministrar pruebas científicas de las ventajas para la salud y el medio ambiente que representa este tipo de tecnologías. En el año 2000, se recibió también el Primer Premio Ford a la Conservación, de la Ford Motor Company de México S.A. de C. V. En investigaciones realizadas por el CIECO, UNAM, el Instituto de Ingeniería de la UNAM y la Universidad de California, se cuantificó que cada estufa Patsari puede mitigar entre 3.0 tCO₂e/año y 8.5 tCO₂e/año dependiendo del tipo de usuario (exclusivo o mixto) y la renovabilidad del uso de leña. El proyecto Patsari, además del desarrollo y difusión de la tecnología ha realizado un esfuerzo especial para documentar, monitorear e integrar los beneficios reales generados por el cambio a una tecnología más limpia y eficiente. Se ha evaluado, por primera vez y de manera integral, el uso de estufas eficiente de leña y sus impactos en la salud, ambiente calidad de vida, con un trabajo multidisciplinario y multi-institucional.

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Región Purhépecha de Michoacán y otros 15 estados de la República
Fecha de inicio	2003
Tamaño de la estufa	105 cm x 70 cm x 27 cm
Características  <p><i>Foto 19. Estufa Patsari. Imagen: Proyecto Patsari GIRA-UNAM</i></p>	El exterior es de ladrillo, lo que alarga su vida útil. Se construye usando un molde de metal, que garantiza que las medidas de la estufa sean correctas; cuenta con una cámara de combustión optimizada, hornillas secundarias y túneles diseñados para producir menos humo y quemar menos leña; ofrece mayor protección a la salud, ya que los comales quedan sellados; tiene una pieza metálica para conectarse a la chimenea, lo que facilita limpiarla y quitarla.
Costo-beneficio	Relación estimada de entre 11:1 y 9:1, principalmente debido al ahorro de leña (53% de los beneficios) y mejoras a la salud (28% de los beneficios) (García-Frapolli, 2010)
Actores involucrados	Promotores y constructores de estufas, amas de casa, fabricantes de accesorios e investigadores de GIRA y UNAM
Impacto social  <p><i>Foto 20. Cocinando Tortillas en Fogón Tradicional. Imagen: Proyecto Patsari GIRA-UNAM</i></p>	<p>Se ha logrado integrar un equipo de investigadores e instituciones (GIRA, UNAM, INE, INSP, UCI y otros), incorporando o fortaleciendo sus líneas de investigación.</p> <p>El Proyecto actúa en 15 estados de México y se han construido directamente 4,500 estufas. Adicionalmente se ha capacitado a numerosas organizaciones de distintos estados que han construido más de 45,000 estufas.</p> <p>Reduce la contaminación del aire interior de los hogares y el riesgo de contraer enfermedades respiratorias, de los ojos, quemaduras, enfriamientos, etc.</p> <p>Permite tener una “cocina bonita”, libre de humo; impacta la percepción de la calidad de vida y la autoestima de los usuarios</p>
Impacto ambiental	<p>a) Ahorra más del 60% de la leña</p> <p>b) Reduce las concentraciones de PM_{2.5} intramuros entre 70% y 95%</p> <p>c) Cada estufa en uso mitiga en promedio 4 t de CO₂e/año</p>
Responsable	Víctor Berrueta Soriano, www.patsari.org Tel.: (434) 342 32 16, Pátzcuaro (Michoacán)
Información facilitada por	Víctor Berrueta Soriano (vberrueta@gira.org.mx)



ESTUDIO DE CASO 6: Estufas ONIL, Helps International Diferentes estados de la República



Figura 7. Mapa de distribución de las estufas ONIL en México.
Imagen: HELPS International A. C.



Foto 21. Estufa ONIL en la región Chimalapa.
Imagen: Elmar Ramos/HELPS, 2010



Descripción del proyecto:

La estufa ONIL fue diseñada por el ingeniero norteamericano Donald O'Neal de HELPS International en los años 1999 y 2000, como respuesta a la problemática asociada al cocinado de alimentos en fuegos abiertos o fogones tradicionales. HELPS International es una asociación civil no lucrativa fundada en México el 16 de noviembre de 2007; es filial de una organización internacional del mismo nombre, que fue creada en 1984 en Dallas, Texas (Estados Unidos). Su objetivo es generar y ejecutar programas que ayuden a las comunidades indígenas y rurales a mejorar sus condiciones de vida. Trabaja desde su creación en zonas indígenas de Guatemala y desde 2007 inicia operaciones en México.

El concepto de la estufa ONIL surge como una alternativa real para cocinar los alimentos de manera fácil, segura, eficiente y limpia; e involucra los aspectos sociales y culturales asociados al manejo del fuego, partiendo de los principios básicos de la ingeniería para el desarrollo y producción de dispositivos utilitarios. Desde su concepción y diseño se consideró la producción en serie y el uso de materiales que permitieran su distribución masiva en las comunidades rurales de América Latina.

La estufa ONIL fue diseñada aplicando los principios de combustión "codo Rocket" desarrollados por el Dr. Larry Winiarski del Centro de Investigaciones Aprovecho, de Oregon (Estados Unidos). Estos principios se han utilizado para crear una gran cantidad de estufas ecológicas usadas actualmente en el mundo. La estufa y cada uno de sus componentes se probaron durante un año en la comunidad de Santa Avelina (Guatemala) para asegurar que cubrieran las necesidades de las familias y al mismo tiempo cumplieran con los requerimientos de calidad, funcionalidad y durabilidad. De manera permanente se realizan ajustes y mejoras a la tecnología para asegurar su aceptación y adopción. Asimismo, se busca que terceros acreditados evalúen la tecnología y los procesos de implementación de estufas para asegurar que se cumpla con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de las familias.

Hasta la fecha HELPS ha implementado más de 16,722 estufas en 9 estados de México.

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla, Hidalgo, Estado de México, Querétaro, Guanato
Fecha de inicio	Mayo de 2008
Tamaño de la estufa	35cm x 70 cm
Capacidad de producción	En la planta de estufas de Santa María Rayón (Estado de México), 5,000 estufas/mes
Implementación	1,000 estufas/mes por técnico
Características	 <p>Cuerpo de concreto (3 piezas de concreto armado, reforzado con hierro); cámara de combustión de cerámica tipo ladrillo, integrada por 8 piezas de barro cocido; comal de metal tipo plancha (placa de hierro negro de 3 mm de espesor y de 35 cm de ancho por 70 cm de largo); chimenea de lámina galvanizada (tubos y sombrero) con 3 tubos de lámina galvanizada de calibre 26; protector de chimenea (malla metálica); aislante de piedra pómez (granzón o tepexil); base de blocks (tabicón) de concreto: 11 piezas de 15 cm x 20 cm x 40 cm; accesorios: un sobre con 2 cuñas de madera, grapas, clavos y alambres</p>
Costo-beneficio	<p>Costo: el precio de venta de las estufas es de 150 dólares e incluye los costos de producción, gastos operativos, de implementación, salarios y comercialización</p> <p>Beneficio: la gestión de la madera, el consumo de madera y su trasportación se reducen de 60% a 70%</p>
Financiamiento	Fundación Shell financió la construcción de las 3 plantas de producción que actualmente operan: para la primera se recibió financiamiento total, para la segunda 50% y, en el caso de la planta de México, 30%
Impacto social	15 personas son empleadas en la planta de producción Se ha beneficiado de manera directa a 16,722 fam (aprox. 80,000 hab)
Impacto ambiental	 <p>En pruebas de laboratorio se ha medido (INE, 2009):</p> <ol style="list-style-type: none"> Reducción de 98.6% en la concentración de partículas PM_{2.5} para la prueba de ebullición de agua respecto al fogón tradicional Reducción de 98.6% en la concentración de CO respecto al fogón tradicional En campo, un estudio de la Universidad de California (Irvine, 2009) detectó: Reducciones de 85% en la concentración intramuros de CO para un periodo de 24 h Reducción de 71% en el nivel de exposición personal a CO, en un periodo de 24 h
Responsable	Rodolfo Díaz Jiménez, HELPS International www.helpsintl.org Tel.: 951 549 5515 (Oaxaca)
Información facilitada por	Rodolfo Díaz Jiménez (rodolfo@helpsinternational.com)

Foto 22. Estufa ONIL cocinando nixtamal. Municipio de Ojitlán, Oaxaca.
Imagen: Javier Juárez / HELPS

Foto 23. Fogón tradicional, Cintalapa, Oaxaca.
Imagen: Elmar Ramos/HELPS, 2010



ESTUDIO DE CASO 7: _____
Estufa Chiantli, Mexalit Industrial
Nuevo León, Chihuahua, Estado de México, Yucatán



Descripción del proyecto:

Para mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales que todavía cocinan sus alimentos con leña a flama abierta, al aire libre o al interior del hogar, Mexalit Industrial, una empresa del grupo ELEMENTIA, diseñó su nueva estufa rural CHIANTLI ahorradora de leña, que hace de la vivienda un espacio más limpio y seguro.

Mexalit Industrial es una empresa completamente mexicana, líder en la fabricación de productos de concreto pretensado y reforzado con calidad certificada ISO 9000. El proyecto de fabricación de estufas ahorradoras de leña surgió como resultado de un análisis de la infraestructura de la empresa y para hacer frente a la demanda de la SEDESOL-Microrregiones. Los primeros trabajos a gran escala iniciaron en 2007 a base de concreto reforzado. A finales de 2007 se obtuvo la primera estufa M-20, con un peso de 140 kg, y se entregaron 3,800 unidades en los estados de Guerrero y Michoacán. Posteriormente, con base en resultados de ensayos, se seleccionó un modelo óptimo de entre los seis prototipos fabricados, con un peso de 96 kg. De esta versión se entregaron 31 mil unidades a través de SEDESOL en Nuevo León, Chihuahua, Estado de México y Mérida, principalmente.

A partir de enero de 2010, el nuevo modelo CHIANTLI, con una mayor eficiencia en la combustión, tiene un peso de 76 kg, facilitando así su distribución. El volumen de su cámara, de sólo 15 L para una capacidad de hasta 3.5 kg de leña, fue diseñado para reducir de 50% a 60 % el consumo del combustible con respecto a los fogones tradicionales a cielo abierto, ya que se aprovecha mejor el calor de combustión. La hornilla principal está ubicada en el punto central de la generación de la flama.

La altura de la cámara, de 8 cm, genera el máximo aprovechamiento en cualquier momento de la flama y permite seguir cocinando una vez extinguida la flama, gracias al calor acumulado dentro de la estufa, debido a que ésta se encuentra forrada con ladrillo fabricado a base de barro.



Foto 24. Estufa MEXALIT.
 Imagen: Mexalit Industrial S.A. de C. V.

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Nuevo León, Chihuahua, Estado de México y Yucatán
Fecha de inicio	Enero de 2010
Tamaño de la estufa	80 cm de largo por 54 cm de ancho y 20 cm de alto (incluyendo la base); diámetro de hornilla principal: 40 cm; diámetro de hornillas secundarias: 13 cm; diámetro para colocación de tubo: 10 cm
Capacidad de producción	10,000 piezas/mes, ampliable a 20,000 piezas/mes
Características	 <p>Mesa metálica, base, estufa, un comal grande, dos comales chicos, tres tubos para chimenea, capuchón, protector para el primer tubo de la chimenea, tapa reguladora, un codo de 90°. Las principales materias primas empleadas para la producción de las estufas son: cemento, leca (arcilla expandida), tezontle, arena, aditivos, acero de refuerzo, ladrillo. Volumen de la cámara: 15 L</p>
	<p><i>Foto 25. Estufa MEXALIT. Imagen: Mexalit Industrial S.A. de C.V.</i></p>
Costo-beneficio	Costo unitario de la estufa Chiantli sencilla: \$1450 más \$300 por concepto de flete; costo unitario de la estufa Chiantli Sedesol: \$2146 más \$300 por concepto de flete Beneficios: mayor higiene en la preparación de los alimentos; menor consumo de leña (hasta 80% respecto de los fogones abiertos); menores riesgos en el hogar
Financiamiento	<i>No se requiere</i>
Impacto social	La producción de estufas genera 116 empleos en una línea de producción. En caso de duplicar la producción se generarían como mínimo 232 empleos.
Impacto ambiental	Reduce posibles quemaduras e intoxicación por inhalación de CO ₂ . Reduce el consumo de leña en un 60% respecto a los fogones tradicionales.
Responsable	Demetrio Kessel Aragón, Mexalit Industrial S. A de C. V. Tel.: 55 56 99 30 00 http://www.mexalit.com/
Información facilitada por	Francisco Bustamante Austria (francisco.bustamante@comecop.com.mx)



ESTUDIO DE CASO 8:

Cocina de utopías, VQPSXXI Michoacán y otros estados de la República



Foto 26. Cocinando Utopías, Expo forestal.
Imagen: Armando Enríquez Romo



Foto 27. Cocinando Utopías, Expo forestal.
Imagen: Armando Enríquez Romo

Descripción del proyecto:

La "Cocina de utopías", que implementa estufas Patsari ecológicas y hornos ecológicos, es un programa iniciado en 2009 en Michoacán por la familia de Don José Cortés y Vasco de Quiroga: Presencia en el Siglo XXI, A.C. (VQPSXXI). El proyecto comenzó instalando estufas Patsari ahorradoras de leña en hogares de familias pobres, donde muchas veces la estufa no terminaba de formar parte de la casa.

Se diseñó también un horno de leña que cuenta con una cámara de combustión construida a partir de materiales refractarios. El horno está pensado principalmente para consumir ramas y varas y es utilizado en una cooperativa de panaderas en el municipio de Chapa de Mota. Los promotores del proyecto han trabajado con varias comunidades a través de la organización VQPSXXI y CONAFOR.



Foto 28. Tlacoyomóvil.
Imagen: Armando Enríquez Romo

"Cocina de utopías" apunta a varios objetivos, como el ahorro de leña, la disminución de emisiones de GEI, la conservación de tradiciones, la unión familiar y una mejora en la calidad de vida. El proyecto se ha consolidado con recursos obtenidos de la construcción de estufas y sigue la línea de acción del Programa Nacional de Dendroenergía de CONAFOR. VQPSXXI es responsable de la implementación del Tlacoyo Móvil, una tecnología formada por un horno y una estufa móviles, diseñada para ser utilizada en distintas localidades y atender a necesidades diversas. Se ha utilizado en las comunidades de Chapa de Mota y Aculco.

Como consecuencia de este proyecto se ha logrado aumentar en un 40% la productividad, se ahorra combustible y se logra una mejor cocción del alimento. La experiencia de VQPSXXI ha llevado a algunas innovaciones y la creación de ciertos aditamentos, como charolas especiales y barras de metal. Las metas son captar nuevos mercados y llevar a cabo una constante actualización de las tecnologías, afianzando sus impactos ambientales y sociales.

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Michoacán y otros estados de la República
Fecha de inicio	2009, en Michoacán
Tamaño	No informado
Capacidad de producción	No informado
Tecnología utilizada	Estufas Patsari y horno de tambo: Combina una estufa Patsari y un horno con cámara de combustión de materiales refractarios, una estructura metálica que sostiene un tambo metálico de 200 L, con puerta y vidrio templado, recubierto por barro y chimenea
Costo-beneficio	Costo: 25,000 pesos Beneficio: ahorro de 40% del combustible usado en la cocción de alimentos
Fuente de financiamiento	Recursos propios; Programa Nacional de Dendroenergía de CONAFOR
Impacto social	a) Contratación o capacitación de los constructores b) Favorece la economía familiar al disminuir el gasto de leña c) Genera mejoras a la salud de las amas de casa y niños
Impacto ambiental	a) Reducción de las emisiones de GEI b) Menor consumo de leña para la cocción de los alimentos
Responsable	Armando J. Enríquez Romo Cel (044) 722 411 95 95 M. Matamoros Sur 1039, Col Universidad, Toluca, Estado de México.
Información facilitada por	Wary Vázquez, Marisol Colin, Armando Enríquez, VQPSXXI joey_15mia@hotmail.com Cel. 722 312 17 92 (Marisol Colin)



Foto 29. Horno Ecológico, Oficinas Vasco De Quiroga.
Imagen: Armando Enríquez Romo



Foto 30. Estufa Ecológica, Reforestación, Cacalomacan.
Imagen: Armando Enríquez Romo

4. HORNOS EFICIENTES DE CARBÓN

Se estima que alrededor de diez millones de familias urbanas usan carbón en México. El uso de carbón para cocinar es tradicional, sobre todo en la preparación de comidas al aire libre, en restaurantes, y para ciertas especialidades a base de pollo, pescados y carnes. También se utiliza en domicilios, como complemento del gas LP y de la leña, y tiene aplicaciones en artesanías de cobre, herrería y tratamiento de metales. A diferencia de lo que ocurre en otros países, en México no se utiliza para la siderurgia ni para la producción de ferroaleaciones.

El carbón vegetal es producido fundamentalmente en hornos tradicionales de tierra, con baja eficiencia de transformación de leña a carbón (del 12% al 20% del peso seco de la leña se recupera como carbón). Esta tecnología provoca daños a la salud de los productores por inhalación de gases tóxicos y por la exposición a altas temperaturas. En general, la producción tradicional de carbón abastece los mercados locales, tanto en las áreas rurales como urbanas. Se estima que el consumo nacional de carbón vegetal supera las 600 mil t/año, aunque lo reportado en las estadísticas forestales oficiales es de unos 70 mil t/año (FAO, 2010).

La producción eficiente de carbón vegetal se puede lograr –entre otras estrategias– mediante el uso de hornos mejorados, ya sean construidos con ladrillos, como en los modelos “Rabo Quente”, “Media Naranja”, “Brasileño”, o con hornos metálicos como en los modelos TPI e INIPAF (Arias, 2008). Estas tecnologías se han introducido y probado en México, aunque su difusión y adopción han sido escasas hasta ahora.

Las tecnologías mejoradas de producción ofrecen una oportunidad para reducir el consumo de leña en la fabricación de carbón, mitigar las emisiones de GEI, mejorar las condiciones de trabajo así como el ingreso económico de los productores, y -en términos generales- dar mayor sustentabilidad a este proceso de producción de bioenergéticos. También pueden contribuir a mejorar el manejo de los recursos forestales, al permitir el uso productivo de residuos madereros, tanto en las industrias como en las áreas de aprovechamiento forestal. La producción de carbón de alta calidad también podría promover su uso industrial, substituyendo importaciones de coque metalúrgico y mitigando emisiones de CO₂ en la industria siderúrgica.



Foto 31. Productores y carbón producido con hornos mejorados en el Ejido Cieneguita de San Bartolo, Guanajuato.
Imagen: Luis Arias Chalico



ESTUDIO DE CASO 9: Producción de carbón vegetal con hornos "Rabo Quente Mejorados" Diferentes estados de la República



Foto 32. Centro de Producción de carbón.
Imagen: Teresita Arias Chalico

Descripción del proyecto:

La asociación civil Naturaleza y Desarrollo (NYDE, A.C.) comenzó en Querétaro en 2003 la transferencia de la tecnología de producción de carbón vegetal con hornos de ladrillo "Rabo Quente", diseñados originariamente por el Instituto Tecnológico de Minas Gerais, Brasil. El objetivo de estos hornos es mejorar el proceso de producción respecto a los hornos tradicionales de tierra. Con el uso del horno de ladrillo "Rabo Quente" se ha logrado mejorar las condiciones de trabajo de los productores de carbón, así como aumentar la eficiencia de transformación de leña en carbón, reducir los costos de producción, mejorar la calidad del carbón y reducir las emisiones de GEI.

NYDE, A.C. ha logrado mejoras estructurales y funcionales del horno "Rabo Quente", denominándolo "Rabo Quente Mejorado". Dichas mejoras son: a) construcción de un cimenco de concreto para dar estabilidad al horno; b) pared baja doble, para darle resistencia y evitar que tenga rajaduras; c) reducción en el número y tamaño de troneras, para dar resistencia a la pared y tener mayor control sobre el proceso de carbonización; d) estandarización de los materiales y de la construcción, para asegurar la resistencia y durabilidad del horno; e) construcción de chimenea de ladrillo o de metal, para facilitar el manejo del horno y evitar la acumulación de alquitrán en los tubos de salida del humo.

La transferencia y adecuación de esta tecnología en México ha estado a cargo de NYDE, A.C. en ocho estados, con alrededor de 30 proyectos que involucran 60 hornos y 100 beneficiarios directos. Además, se registró la difusión espontánea de 20 hornos más.

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Tamaulipas, Jalisco, Querétaro, Hidalgo, Guanajuato, Campeche, Tabasco y Quintana Roo
Fecha de inicio	Diciembre de 2003
Características del horno	Diámetro interior: 3.20 m Altura interior: 2.20 m Capacidad de carga: 6 m ³ de leña Tiempo de carbonización: entre 3 d y 10 d Tiempo de enfriado: 3 d Eficiencia de transformación de leña a carbón: entre 25% y 38%
Capacidad de producción	Entre 1,300 y 2,300 kg de carbón por carga, dependiendo del peso específico y humedad de la leña. 30 t de carbón vegetal por año por horno
Materia prima	Para la construcción de horno: ladrillos o tabiques, arena, tierra, cemento, grava Para la producción de carbón: leña de encino, mezquite, ébano y especies tropicales, obtenidas de vegetación secundaria (acahuales) en zonas tropicales, de residuos de aprovechamiento forestal, madera muerta de desmontes para agricultura itinerante y ganadería, y de selvas bajas caducifolias, selvas medianas, bosques templados
Costo-beneficio	 <p>Costo de inversión: \$12,000 cada horno; costo de operación de un horno en un año: entre \$54,000/año y \$160,000/año cada horno</p> <p>Costo de producción de carbón en horno tradicional: entre \$2.20 y \$3.80 por kg de carbón; costo de producción de carbón en horno de ladrillo: entre \$0.90 y \$2.70 por kg de carbón</p> <p>Ingreso anual por venta de carbón a pie de horno: entre \$120,000 y \$210,000; utilidad anual por cada horno: entre \$48,000 y \$66,000</p> <p>Tiempo de recuperación de la inversión empleada en la construcción del horno: entre 2 y 2.5 meses</p>
Financiamiento	CONAFOR; Gobierno del Estado de Campeche; Gobierno del Estado de Tamaulipas
Impacto social	Aumento del ingreso económico de los productores de 30% a 100% Mejora de las condiciones de trabajo al reducir los siguientes factores: a) La inhalación de los gases de la pirólisis b) La exposición a altas temperaturas c) El riesgo de quemaduras d) El esfuerzo de trabajo e) La necesidad de trabajar durante la noche
Impacto ambiental	a) Reducción del uso de leña para producir carbón, al aumentar la eficiencia de transformación b) Eliminación de la quema de hojarasca, con lo que se reduce el impacto negativo en el ciclaje de nutrientes de los bosques provocado por el uso de hornos de tierra
Responsable	Teresita Arias Chalico, NYDE, A.C. nyde@prodigy.net.mx Tel. oficina: 442 212 75 96
Información facilitada por	Teresita Arias Chalico (terearias@yahoo.com)

5. BIODIESEL

El biodiesel es una mezcla de ésteres de ácidos grasos con alcoholes de cadena corta. Resulta de la reacción de aceites vegetales o grasas animales con metanol o etanol a presión atmosférica. Puede sustituir totalmente al diésel de petróleo (B100), o ser utilizado en mezclas a distintos porcentajes (B1, B5, B10). Su principal ventaja es que puede ser producido a partir de fuentes renovables. Hay más de 350 especies de plantas oleaginosas cultivables; las más importantes son la palma de aceite, la soja, la colza, el girasol, el ricino o higuera y la jatropha. También existen muchas algas que contienen aceites y podrían ser utilizadas para este fin, una vez que se desarrollen tecnologías comerciales para su cultivo, cosecha y procesamiento.

El biodiesel presenta varias ventajas técnicas respecto del diésel de petróleo (Mittlebach, 2007):

- Incrementa la lubricidad del combustible diésel y reduce el desgaste del motor;
- Tiene un número de cetano más alto al del diésel, lo que mejora la calidad de ignición en el motor;
- Es biodegradable (se degrada tan rápido como el azúcar);
- Su manejo es seguro, porque tiene un punto de inflamación alto;
- No causa daños a la salud (es 10 veces menos tóxico que la sal de mesa);
- Tiene un balance energético más alto respecto del diésel. El biodiesel produce de 3 a 5 unidades de energía por cada unidad de energía fósil consumida durante su ciclo de vida.

Uno de los principales inconvenientes del biodiesel es que tiene poca estabilidad frente a la oxidación. Asimismo, es importante que la producción del combustible se rija por criterios de sustentabilidad de manera que no impacte negativamente al ambiente o a la seguridad alimentaria.

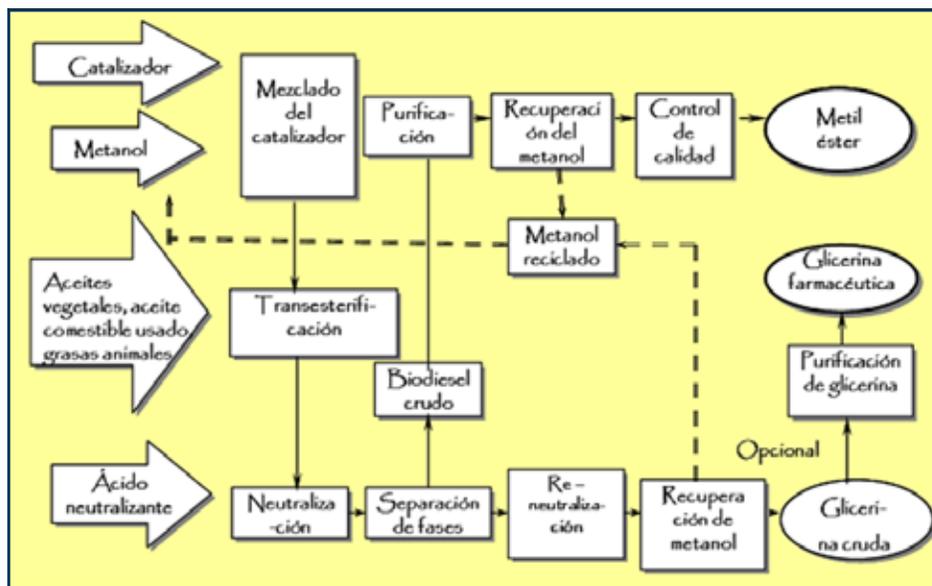


Figura 8. Esquema de producción de biodiesel.

Fuente: www.rembio.org.mx



ESTUDIO DE CASO 10: Producción de biodiesel "Chiapas Bioenergético" *Chiapas*



Descripción del proyecto:

El Programa "Chiapas Bioenergético", operado por el Instituto para la Reconversión Productiva y la Agricultura Tropical (IRPAT), comprende el establecimiento de plantaciones, la extracción de aceite y las plantas de producción de biodiesel. El IRPAT se encarga de gestionar ante los gobiernos estatal y federal los recursos económicos para la implementación y desarrollo del Programa.

El Programa se propone establecer 20 mil ha de piñón (*Jatropha curcas L.*) para el año 2012 en más de 20 municipios. Desde 2007 se integraron unos tres mil productores, organizados en 20 sociedades cooperativas que integran la Unión de Sociedades Bioenergéticas. En 2010, tres mil hectáreas plantadas entre 2007 y 2008 iniciarán la fase productiva, obteniendo así la materia prima para extraer aceite y convertirlo en biodiesel.

Actualmente, el biodiesel se obtiene de la palma africana y de aceites vegetales usados, y se destina al abastecimiento de 113 unidades del servicio de transporte público urbano de las rutas 1 y 2 "conejo bus" de la capital del estado, Tuxtla Gutiérrez, y las rutas 3 y 4 de Tapachula "tapachultecobus". Estos vehículos utilizan B5 y B20, pero hay una unidad que utiliza B100 desde el mes de abril de 2010. Una empresa nacional utiliza biodiesel en ocho de sus diez vehículos de reparto: 4 unidades utilizan B10, 4 utilizan B20 y 2 operan con diésel, para comparar los resultados.

Se han instalado dos plantas de biodiesel: una en Tuxtla Gutiérrez, de tecnología sueca, que produce 2 mil L/d; otra en Puerto Chiapas, que cuenta con un módulo de tecnología colombiana-mexicana (cuya producción es de 8 mil L/d) y otro módulo de tecnología inglesa (el cual produce 20 mil L/d). En conjunto, la capacidad instalada de producción es de 30 mil L/d. Aunque todavía el biodiesel no compite con los derivados del petróleo en el plano económico, tiene apoyo de políticas ambientales y genera desarrollo tecnológico y fuentes de trabajo.



Foto 34. Semillas de *Jatropha Curcas*, Chiapas.
Imagen: IRPAT

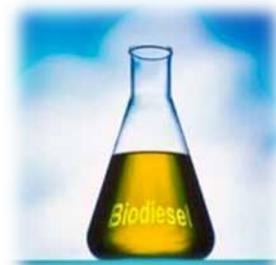


Foto 35. Semillas de *Jatropha Curcas*, Chiapas.
Imagen: IRPAT

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Chiapas
Fecha de inicio	Diciembre 2009
Tamaño	Superficies verificadas a fines de 2009: CONAFOR, 693 ha; EXTERNOS, 741 ha; IRPAT 1,285 ha Total: 2,719 ha
Capacidad de producción	 <p>2 mil L/d - Planta Tuxtla Gutiérrez 8 mil L/d – Planta Puerto Chiapas (modulo 1) 20 mil L/d – Planta Puerto Chiapas (modulo 2)</p>
Materia prima	<p><i>Foto 36. Instalaciones de la planta de biodiesel. Imagen: IRPAT</i></p> <p>Acete de palma y -a futuro- Jatropha Curcas (Piñón)</p>
Tecnología utilizada	 <p>Tuxtla Gutiérrez: 2 módulos móviles "FuelPods 3" - Green Fuels 1 planta por batch "PE2000" - Ageratec Puerto Chiapas, Tapachula: 1 planta por batch "FuelMatic" - Green Fuels 1 planta por batch construida en México</p>
Costo-beneficio	<p><i>Foto 37. Operador en la planta de biodiesel. Imagen: IRPAT</i></p> <p>Costo: No informado Beneficios: generación, validación y transferencia de tecnología en bio-combustibles</p>
Fuente de financiamiento	Plantaciones: CONAFOT y Gobierno del Estado de Chiapas Plantas industriales: Gobierno del Estado de Chiapas y Cooperación internacional
Impacto social	a) 3,000 productores rurales de Jatropha b) Capacitación anual de 480 personas c) 10 empleos especializados en la operación de las plantas
Impacto ambiental	a) Contribuir a la protección del medio ambiente b) Reducir la emisión de gases de efecto invernadero
Responsable	José Carlos Rodríguez, IRPAT jocaropla@gmail.com Irma Fonseca, IRPAT secretariacoordinacion@hotmail.com
Información facilitada por	José Carlos Rodríguez, IRPAT jocaropla@gmail.com

**ESTUDIO DE CASO 11:****Planta de producción de biodiesel, Biocombustibles Internacionales S.A. de C.V.
Cadereyta, Nuevo León**

Foto 38. *Planta productora de Biodiesel.*
Imagen: Grupo Energéticos

**Descripción del proyecto:**

En Cadereyta (Nuevo León) se encuentra localizada la primera planta de producción de biodiesel en México, con capacidad de un millón y medio de litros mensuales. Utiliza como materias primas principales sebo de res y aceites vegetales reciclados. Inició sus operaciones en octubre de 2004 y fue inaugurada oficialmente en julio de 2005.

Actualmente, el biodiesel producido en la planta de Biocombustibles Internacionales es utilizado por PEMEX Refinación como aditivo para lubricidad del diésel ultra bajo azufre (DUBA), debido a su alta capacidad lubricante, porque no contiene azufre y porque además de aditivo actúa como parte del combustible mismo.



Foto 39. *Planta Biocombustibles Internacionales.*
Imagen: Grupo Energéticos

DATOS TÉCNICOS:

Tamaño	<i>No informado</i>
Capacidad de producción	1.5 millones de L/mes
Materia prima	Grasas animales, aceites reciclados
Tecnología utilizada  <p><i>Foto 40. Planta Biocombustibles Internacionales. Imagen: Grupo Energéticos</i></p>	Reacción de grasas y aceites con metanol y en presencia de NaOH, decantación y lavado Como subproducto se obtiene glicerina
Impacto social	<i>No informado</i>
Impacto ambiental  <p><i>Foto 41. Instalaciones planta Biocombustibles Internacionales. Imagen: Grupo Energéticos</i></p>	a) Se reciclan grasas y aceites residuales b) Se reducen emisiones de CO ₂ c) Se evita la producción de óxidos de azufre causantes de las "lluvias ácidas"
Responsable	Javier Aranda, Grupo Energéticos javier.aranda@grupoenergeticos.com Tel: 828 284 7100
Información facilitada por	Javier Aranda, Grupo Energéticos javier.aranda@grupoenergeticos.com Tel: 828 284 7100

6. EXPERIENCIA PEDAGÓGICA

Cada día se vuelve más importante educar y concientizar a nuestras sociedades respecto a los temas ambientales. Para Paulo Freire “la educación verdadera es praxis, reflexión y acción del hombre sobre el mundo para transformarlo” (Freire, 2002). Decidimos incluir en este volumen una experiencia educativa que procura desarrollar el interés de los niños y sus familias para ejecutar acciones de reducción de impactos ambientales negativos desde sus propias casas.



ESTUDIO DE CASO 12:

Cámara de metano, VQPSXXI Diferentes estados de la República



Descripción del proyecto:

Patrullitas Ecológicas® es un taller de sensibilización que tiene como objetivo involucrar a los niños en actividades lúdicas y de aprendizaje relacionadas con la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos, con la intención de concientizarlos sobre el cuidado ambiental.

La organización Vasco de Quiroga: Presencia en el Siglo XXI A.C (VQPSXXI) creó este programa en julio de 2010. Incluye servicios como la recolección de envases PET para su comercialización y reciclaje posterior, la separación de residuos en orgánicos e inorgánicos. El elemento innovador lo constituye la “cámara de metano”, que captura el gas metano que de otra manera se liberaría desde los basureros a la atmósfera.

DATOS TÉCNICOS:

Ubicación	Toluca, Estado de México; Temascaltepec, Estado de México
Fecha de inicio	2000
Tamaño	Envase PET con capacidad de 10 L
Capacidad de producción	Aproximadamente 3 L de biogás cada 7 d por envase PET
Materia prima	Residuos de cocina
Tecnología utilizada	Un dispositivo formado por un garrafón de PET de 10 L para la biodigestión de residuos orgánicos domésticos. La fermentación produce gas metano, el cual alcanza cada 10 d una presión de 22 lb, y luego se almacena en una cámara neumática que alimenta, mediante reguladores de baja presión, los quemadores de la cocina. El residuo orgánico sólido se utiliza para el composteo; el lixiviado, según el PH, es fertilizante o repelente contra insectos.
Costo-beneficio	Patrullitas Ecológicas es un servicio cuya intención es la educación de los niños en el cuidado del medio ambiente para difundir ese conocimiento en las familias que participan en la recolección y separación de residuos. El beneficio mayor es la administración de los residuos y reducción de contaminación por la basura.
Fuente de financiamiento	Autofinanciable, recursos propios
Impacto social	Fortalecimiento del núcleo familiar al incluir a los padres, hijos y hermanos en una actividad recreativa y educativa
Impacto ambiental	a) Reducción del volumen de basura a procesar b) Mitigación de emisiones de metano c) Producción de fertilizantes orgánicos
Responsable	Armando J. Enríquez Romo Cel: (044) 722 411 95 95 Mariano Matamoros Sur 1039, Col. Universidad, Toluca Estado de México axero206@yahoo.com.mx
Información facilitada por	Marisol Colin González y Armando J. Enríquez Romo

7. LISTA DE UNIDADES

cm	centímetro = 10 ⁻² metros	m ³ r	metro cúbico rollo = 1 m ³ de madera sólida
h	hora	mm	milímetro = 10 ⁻³ metros
ha	hectárea	mdp	millones de pesos
km	kilometro = 10 ³ metros	MW	Megavatio = 10 ⁶ vatios
kg	kilogramo = 10 ³ gramos	MWh	Megavatio hora
kW	kilovatio = 10 ³ vatios	t	tonelada = 10 ⁶ gramos
kWh	kilovatio hora	Mt	Megatonelada = 10 ¹² gramos
L	litro	TJ	Terajulio = 10 ¹² Julios
lb	libra	µg	microgramos = 10 ⁻³ gramos
d	día	ppm	partes por millón
m	metro	fam	familias
m ³	metro cúbico	hab	habitantes

8. LISTA DE ACRÓNIMOS

AMC	Academia Mexicana de Ciencias	ISO	y la Agricultura Tropical International Organization for Standardization
B10	Mezcla de diesel de petróleo con 10% de biodiesel	MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
B100	Biodiesel puro, al 100%	MOPESA	Motores Perkins de Mexico, S.A.
B20	Mezcla de diesel de petróleo con 20% de biodiesel	NaOH	Hidróxido de sodio
B5	Mezcla de diesel de petróleo con 5% de biodiesel	NYDE	Naturaleza y Desarrollo, A.C.
BENLESA	Bioenergía de Nuevo León, S.A. de C.V.	O ₂	Oxígeno
CDA-NL	Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León	PECC	Programa Especial de Cambio Climático
CFE	Comisión Federal de Electricidad	PEMEX	Petróleos Mexicanos
CH ₄	Metano	PET	Tereftalato de Polietileno
CIEco	Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM	pH	Medida de la acidez o alcalinidad de una solución
CO	Monóxido de carbono	PM _{2.5}	Particulate Matter 2.5
CO ₂	Dióxido de carbono	SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
CO ₂ e	Dióxido de carbono equivalente	SAYERCEN	Servicios Ambientales y de Energías Renovables del Centro S.A. de C.V.
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
CONAE	Comisión Nacional de Ahorro de Energía (Actualmente CONAUEE)	SEISA	Sistemas de Energía Internacional S.A. de C.V.
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal	SENER	Secretaría de Energía
CONCYTEG	Consejo de Ciencia y Tecnología de Guanajuato	SIMEPRODE	Sistema para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos
CRE	Comisión Reguladora de Energía	TPI	Tropical Products Institute
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno	TRH	Tirotropina
DIF	Desarrollo Integral de la Familia	UCI	Universidad de Cuatitlán Izcalli
DUBA	Diésel Ultra Bajo Azufre	UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	VQPSXXI	Vasco de Quiroga: Presencia en el Siglo XXI, A.C.
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido		
FOMIX	Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica		
FOMIX-GTO	Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica-Guanajuato		
GEA	Green Energy Active		
GEI	Gases de Efecto Invernadero		
GIRA	Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada A.C.		
GLP	Gas licuado de petróleo		
INE	Instituto Nacional de Ecología		
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias		
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública		
IRPAT	Instituto para la Reconversión Productiva		

9. BIBLIOGRAFÍA

Arias, T. (2008) "Memorias V Reunión Nacional". REMBIO, Morelia.

Estrada Gasca, C. e Islas Samperio, J. (2010). "Energías Alternas: Propuesta de Investigación y Desarrollo Tecnológico para México". Academia Mexicana de Ciencias, México.

FAO (2010) "Woodfuels and climate change mitigation: Case Studies from Brazil, India and México", Forests and Climate Change Working Paper: 6. FAO-UN, Roma.

Freire, P. (2002). "La educación como práctica de la libertad". Siglo XXI, México.

Johnson, T. M.; Alatorre, C.; Romo, Z. (2009). "Estudio sobre la disminución de emisiones de carbono", Mayol-World Bank, México.

Masera, O. (1993). "Sustainable Fuelwood Use in Rural Mexico, Volume I: Current Patterns of Resource Use", Report # LBL-34634, Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory, California.

Mittelbach, M y Remschmidt, C. (2007). "Biodiesel", Asociación Catalana de Biodiesel, España.

García-Frapolli, E.; Schilman, A.; Berrueta, V.; Riojas-Rodríguez, H; Edwards, R.; Johnson, M.; Guevara-Sanginés, A.; Armendariz, C.; Masera, O. (2010). "Beyond Fuelwood Savings: Valuing the economic benefits of introducing improved biomass cookstoves in the Purépecha region of Mexico". Ecological Economics, in press.





Red Mexicana de Bioenergía, A. C.

¿Quiénes somos?

La REMBIO es una organización no gubernamental sin fines de lucro que impulsa el uso sustentable y eficiente de la biomasa con fines energéticos en México.

Se creó en Morelia, Michoacán, en el año 2006. Actualmente incluye a los principales expertos en bioenergía de México y tiene socios en la mayoría de los estados del país.

MISIÓN

Ser líderes en México en la promoción del uso social, económica y ambientalmente sustentable de la biomasa con fines energéticos, mediante la generación y difusión de información calificada, formación de recursos humanos, intercambio de experiencias y fortalecimiento de nexos entre los principales actores sociales interesados en el tema.



Nuestras actividades

- Publicación de **documentos y estudios**
- Difusión de **información actualizada** sobre bioenergía
- Desarrollo de **estudios estratégicos** en las áreas de interés de la REMBIO
- Asesoría especializada para **gestión de proyectos y estudios de factibilidad**
- Análisis y Evaluación de políticas públicas
- Participación en **foros, congresos y seminarios**
- Organización de **cursos y seminarios**, incluyendo una **reunión nacional anual**
- Ejecución de **proyectos**

OBJETIVOS

- **Impulsar el uso integral de la bioenergía** como medio para lograr un desarrollo sustentable.
- **Aportar alternativas** que propicien el uso eficiente de los bioenergéticos, generen empleo e ingresos a nivel local y potencien el desarrollo tecnológico del país.
- **Promover** la investigación, desarrollo tecnológico, capacitación y formación de recursos humanos en el área
- **Difundir información** actualizada y de calidad sobre investigación, desarrollo y aplicaciones de la bioenergía.
- **Colaborar en el diseño de políticas** públicas sobre bioenergía a nivel federal, estatal y municipal.

VENTAJAS DE SER SOCIO

- Acceso a información estratégica del sector: contenido íntegro de ponencias, estudios y bases de datos
- Oportunidad de colaboración en proyectos
- Contacto con expertos del sector y grupos de discusión
- Visibilidad para los socios
- Logo y vínculo a página WEB para socios corporativos.
- Difusión de las actividades, perfil y trayectoria de los socios
- Suscripción gratuita al boletín mensual REMBIO
- Descuento en la Reunión Nacional, en cursos que organice la REMBIO y en publicaciones
- Estudiantes: contacto con investigadores para tesis



MESA DIRECTIVA 2009 - 2011
Dr. Omar Masera Cerutti
PRESIDENTE
Ing. Enrique Riegelhaupt
SECRETARIO GENERAL
M en C. René Martínez Bravo
TESORERO



EN ESTE VOLUMEN:

Este cuaderno –el primero de una serie específica sobre estudios de caso- presenta un conjunto de experiencias que ilustran desde temáticas, escalas y metodologías de implementación contrastantes el desarrollo práctico de la bioenergía en México. Se incluyen aplicaciones para la producción y recuperación de biogás, desarrollo y difusión de estufas eficientes de leña, fabricación de hornos eficientes de carbón vegetal, producción de biodiesel, y una experiencia pedagógica. La intención es presentar de manera ágil y sintética información clave sobre las características de los diferentes estudios de caso implementados por los socios de la REMBIO, documentar sus principales impactos y retos y coadyuvar a su difusión masiva.

LA COLECCIÓN CUADERNOS TEMÁTICOS SOBRE BIOENERGÍA

La colección de Cuadernos Temáticos de la REMBIO busca poner al alcance de lectores especializados en el área de bioenergía y del público en general materiales novedosos, de calidad y de alta relevancia sobre los aspectos prácticos, metodológicos, económicos, de política pública y de investigación ligados con las distintas aplicaciones de la bioenergía en México.

Consulte nuestro sitio WEB para obtener más detalles sobre los títulos de esta colección y sus contenidos.



www.rembio.org.mx