

ESTUFAS DE LEÑA



RODOLFO DÍAZ JIMÉNEZ, VÍCTOR BERRUETA SORIANO
Y OMAR MASERA CERUTTI





Título del cuaderno: **ESTUFAS DE LEÑA**

Cuaderno Temático No. 3, 2011

Edición: JULIO 2011

Autores: Rodolfo Díaz Jiménez, Víctor Berrueta Soriano,
Omar Masera Cerutti

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

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



MESA DIRECTIVA REMBIO 2011

Dr. Omar Masera Cerutti
PRESIDENTE

Julián Vega Gregg
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: Ilse Ruiz Mercado

Corrección de estilo: Imagia Comunicación

AGRADECIMIENTOS:

A la Red Mexicana de Bioenergía por la confianza depositada en nosotros. A la Mesa Directiva por la iniciativa de crear la colección de Cuadernos Temáticos.

A Fabio Coralli por su apoyo y exigencia.

A Ilse Ruiz-Mercado por sus valiosos comentarios y apoyo en la revisión de este documento.

A GIRA A.C. y HELPS International A.C., por su apoyo para la publicación de este documento.

A las comunidades rurales y las señoras usuarias de leña, que nos han permitido seguir aprendiendo durante todos estos años.

Esta publicación se llevó a cabo con el apoyo económico de GIRA y HELPS International

Las ideas, opiniones y conclusiones contenidas en el presente documento, son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Red Mexicana de Bioenergía, A.C.

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.

ISBN en trámite.

Este cuaderno se terminó de imprimir en el mes de Agosto de 2011, en los talleres gráficos de la Imprenta Tavera Hermanos, S.A. de C. V. con un tiraje de 500 ejemplares.

Impreso en México Printed in Mexico

PRESENTACIÓN

Estimados Lectores:

Tengo el gusto de poner a su consideración el Cuaderno Temático: "Estufas de Leña" redactado por el Mtro. Rodolfo Díaz, el Dr. Víctor Berrueta y por un servidor.

Las estufas de leña, conocidas popularmente como estufas ahorradoras, estufas mejoradas o estufas eficientes, constituyen opciones muy importantes para mejorar la calidad de vida de los habitantes rurales de nuestro país, así como para promover el uso sustentable de la leña en México. Estas estufas, aunque no cuentan con la notoriedad asociada a otros biocombustibles como el etanol o el biodiesel, viven actualmente una revolución en términos de funcionamiento, diseño y tecnología, esquemas de difusión y monitoreo, así como de oportunidades de financiamiento.

Desafortunadamente en nuestro país se conoce poco sobre estos nuevos esfuerzos que han llevado a mejorar notablemente las estufas en términos de ahorro de leña, beneficios a la salud e incluso reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Con este documento pretendemos subsanar este problema, presentando una perspectiva actualizada y crítica de lo que está ocurriendo actualmente en el campo de las estufas de leña, tanto en el contexto internacional como en México.

Este volumen forma parte de la colección de Cuadernos Temáticos, que son parte medular del proyecto editorial de la Red Mexicana de Bioenergía (REMBIO). Este 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 volumen y otros títulos de la colección sean de su interés.

Omar Masera Cerutti

Presidente

RED MEXICANA DE BIOENERGÍA, A. C.





ÍNDICE

Resumen ejecutivo	3
1. Lista de Unidades y Acrónimos	4
2. Introducción	5
3. Panorama Internacional	7
3.1. Experiencia con programas de estufas de leña	8
3.2. Tecnologías para la cocción de alimentos con leña	10
4. Panorama en México	13
4.1. Estufas de leña en México	16
4.2. Proyectos de organizaciones civiles	17
4.3. Proyectos de organizaciones de base	19
4.4. Proyectos gubernamentales	19
5. Impactos de los Proyectos de estufas eficientes	21
GIRA, A.C. y el Proyecto PATSARI	22
HELPS international, A.C., y la estufa ONIL®	24
6. Elementos para la implementación de programas integrales de estufas	26
7. Conclusiones: Retos para México	28
8. Bibliografía	31

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento presenta el panorama actual y las perspectivas futuras de las estufas de leña en México. Muestra un análisis crítico de la problemática del uso de leña para la cocción de alimentos y sus impactos socio-ambientales y se revisan los principales programas realizados con éxito tanto en el ámbito nacional como en el internacional. Asimismo se exponen las experiencias recientes en nuestro país, sus enfoques, alcances, logros, y la tendencia internacional sobre los últimos desarrollos tecnológicos.

En la última década, el tema de las estufas eficientes y limpias nuevamente se ha posicionado en la agenda mundial. La recién lanzada Alianza Global por las Estufas Limpias tiene como meta involucrar a gobiernos, organizaciones y población en general para lograr la instalación de 100 millones de estufas para el año 2020, y por supuesto, asegurar que se usarán de manera permanente. En el ámbito internacional, existen programas importantes de estufas en China, India y en algunos países africanos, y recientemente se impulsan iniciativas en México y Perú.

En el aspecto tecnológico, las estufas han experimentado un desarrollo veloz, lo que permite que en la actualidad exista una gran variedad de estufas eficientes, limpias y seguras tanto a base de leña como de otros biocombustibles. Los grupos que trabajan en esta área, pretenden generar estufas que puedan competir con las tecnologías de gas licuado de petróleo.

Respecto a los programas de implementación, cada vez existe mayor consenso en la necesidad de usar enfoques integrales que incluyan aspectos de salud, ambiente, desarrollo económico, género, energía, calidad de vida, para lograr una mayor aceptación de las tecnologías y garantizar su uso en el mediano y largo plazos.

En México, alrededor de 28 millones de personas usan leña para cocinar sus alimentos o calentar agua, esto sugiere un enorme potencial de mejoramiento de la calidad de vida de las familias y una importante reducción de gases de efecto invernadero (GEI) si se promueven de manera intensiva las estufas de leña. Desde el punto de vista del combustible, el mercado actual de leña genera una derrama económica que supera los 12,500 millones de pesos por año y crea 104 millones de jornales anuales, lo que representa 417 mil empleos.

En el caso de que el ambicioso programa de estufas del gobierno mexicano –que pretende instalar 600 mil estufas en el presente sexenio– lograra cumplirse, sólo se cubrirá 10% de la necesidad total del país. Esto significa que, además de los esfuerzos gubernamentales, es necesario buscar otros esquemas financieros que permitan a los usuarios de leña tener acceso a estufas eficientes, limpias y seguras.

1. LISTA DE UNIDADES

tCO ₂ e	Toneladas equivalentes de bióxido de carbono
kW	Kilowatt
m ³	Metro cúbico
µm	Micrómetros
µg	Microgramos
Ha	Hectáreas

LISTA DE ACRÓNIMOS

ADR	Agencia de Desarrollo Rural	I+D	Investigación y Desarrollo
ARTI	Appropriate Rural Technology Institute	IEA	Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency)
AURA	Asesoría en Arquitectura y Urbanismo Social, A.C.	II UNAM	Instituto de Ingeniería de la UNAM
AVUD	Gasificadores tipo another variation up-draft	IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
BC	Black Carbon	INE	Instituto Nacional de Ecología
BM	Banco Mundial	INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
CEDAIN	Centro de Desarrollo Alternativo Indígena, A.C.	INSP	Instituto Nacional de Salud Pública
CBA	Análisis costo-beneficio (Cost-Benefit Analysis)	ITDG	Intermediate Technology Development Group
CDI	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas	INSO	Instituto de la Naturaleza y la Sociedad de Oaxaca
CIEco	Centro de Investigaciones en Ecosistemas	MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
CH ₄	Metano	NOM	Norma Oficial Mexicana
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios	OMS	Organización Mundial de la Salud
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal	PECC	Programa Especial de Cambio Climático
CONTEC	Consultoría Técnica Comunitaria, A.C.	PESA	Programa Especial para la Seguridad Alimentaria
COPEFIS	Centro Operacional para el Fortalecimiento de Iniciativas Sociales, A.C.	PDZP	Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias
CO	Monóxido de Carbono	PM	Particulate matter
CO ₂	Bióxido de Carbono	PM ₁₀	Partículas con diámetros inferiores de 10 µm
DA	Development Alternatives Group	PM _{2.5}	Partículas con diámetros inferiores de 2.5 µm
DIF	Sistemas para el Desarrollo Integral de la Familia	PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
EPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (Environmental Protection Agency)	REMBIO	Red Mexicana de Bioenergía, A.C.
FAO	Food and Agriculture Organization	SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
GEI	Gases de efecto invernadero	SAO	Servicios Ambientales de Oaxaca
GIRA A.C.	Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada, A.C.	SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
HELPS	HELPS International, A. C.	SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
IDH	Índice de Desarrollo Humano	SENER	Secretaría de Energía
		TLUD	Gasificadores tipo top-lit up-draft
		UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

2. INTRODUCCIÓN

Ante la inminente necesidad de una transición energética hacia combustibles limpios, nuevamente las energías renovables cobran importancia. El caso de la bioenergía (la energía que se obtiene de la biomasa) es particularmente interesante ya que su aplicación va desde la cocción de alimentos hasta la industria o como combustibles para aviones.

En el caso de la cocción de alimentos, la biomasa se ha utilizado como combustible desde los inicios de la civilización, principalmente en forma de leña y quemándola en fogones abiertos. La leña tiene varias ventajas como fuente energética, la primera es su disponibilidad local, la segunda es su accesibilidad y la tercera es su potencial renovabilidad. Sin embargo, de la manera como se usa comúnmente en los fogones abiertos tradicionales representa riesgos para las familias, ya que al quemarse en forma ineficiente emite una gran cantidad de sustancias dañinas para la salud. Asimismo produce emisiones de GEI y tiene un alto impacto en la economía familiar y la calidad de vida de las familias al demandar mucho tiempo para su recolección o dinero para comprarla.

Ante la problemática asociada al uso tradicional de la leña, desde hace algunas décadas se han desarrollado varias alternativas como las estufas de leña ¹, estufas de gas, estufas de etanol, estufas de biogás y estufas de carbón vegetal. Desde 1950 (Westhoff y Germann, 1995) existe evidencia de programas para resolver el problema del humo y el consumo de leña mediante la difusión de estufas de leña. El tema de las estufas de leña cobró mayor fuerza con el auge del movimiento de tecnología apropiada en la década de los setenta y principios de los ochenta, y tenía como objetivo fundamental promover alternativas para reducir el impacto del uso de la leña en la deforestación. Así surgió el concepto de “estufa de leña” con los siguientes calificativos: “mejorada”, “ahorradora” o “eficiente”.

En los años ochenta y noventa permanece el interés en el tema por parte de organizaciones civiles, de base y sociales (organizaciones no gubernamentales), aunque se observa casi un completo abandono por las instituciones de gobierno. Es hasta el inicio del nuevo siglo cuando toma un renovado impulso en lo gubernamental, ahora con el tema de la salud como eje central, y con el nuevo agregado del tema ambiental global, específicamente respecto a las emisiones de GEI.

Estudios recientes han demostrado que las estufas de leña son tecnologías que producen beneficios tangibles tanto para la salud como para la economía familiar y el ambiente, por lo que en un análisis costo-beneficio integral son una opción con una alta rentabilidad. En el caso particular de México, la ejecución de un programa de estufas de leña beneficiaría a una cuarta parte de la población, alrededor de 28 millones de habitantes o casi 6 millones de familias.

Las tecnologías actuales tienen un enorme potencial de mejoramiento, lo que abre una oportunidad para la investigación y desarrollo (I+D). Existen otras tecnologías basadas en lo que se conoce como “procesos de combustión avanzada” que actualmente están en etapa de pruebas de laboratorio o en pruebas con los usuarios finales; sin embargo, algunas tienen un costo elevado y están fuera del alcance de los usuarios, tema que plantea un reto para hacerlas accesibles mediante la búsqueda de opciones financieras como el microfinanciamiento.

¹ Por lo general, el sustantivo “estufa” es seguido por los calificativos “eficiente” o “mejorada”; aunque en fechas recientes se han usado nuevos calificativos como: “de construcción in situ”, “de autoconstrucción”, “sin humo”, “prefabricada”, “industrial”, “comercial”; sin faltar, por supuesto, “ecológica”. Ante la ambigüedad de los calificativos y partiendo de que en lugar de ayudar a precisar sus características, confunden más, en este texto se ha optado por llamarles únicamente: “estufas de leña”, lo cual ya implica que son eficientes. El término “estufa” no se utiliza para nombrar a la tecnología tradicional conocida como “fogón tradicional” o “fuego abierto”, que son muy usados en las comunidades rurales y normalmente están compuestos por tres o más piedras o algún material y barro en forma de “U” o herradura.

Este documento presenta el panorama actual del uso de biocombustibles sólidos (leña, estiércol, residuos y carbón), las tecnologías usadas y disponibles, y algunos programas realizados con éxito tanto en el ámbito nacional como internacional. También se exponen las experiencias recientes en nuestro país, sus enfoques, alcances y logros. De igual manera, se muestra la tendencia internacional sobre los últimos desarrollos tecnológicos.

Finalmente se hacen algunas recomendaciones que pueden ayudar a seleccionar tecnologías eficientes en México, a mejorar los enfoques de disseminación y a considerar programas de seguimiento, evaluación y monitoreo para lograr un impacto real en las familias y el medio ambiente.



3. PANORAMA INTERNACIONAL

La Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) reporta que en los países en desarrollo los combustibles de biomasa aportan en promedio el 22% de la energía total, aunque hay países donde representan hasta el 80% (IEA, 2010). Para el año 2008, la IEA (2010b) estimó que 2,700 millones de personas usaban biocombustibles para cocinar sus alimentos, y se espera que esta cantidad alcance los 2,800 millones en el 2030. Si se agrega el carbón mineral, la cifra es de 3,000 millones de personas, es decir, la mitad de la población mundial cocina con los llamados combustibles sólidos² (figura 1). En el año 2008 la biomasa aportó el 10.2% de la energía total mundial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), más del 80% de esta bioenergía proviene principalmente de la madera de árboles, ramas, arbustos y residuos forestales (FAO, 2011).

A la quema de estos combustibles en los sistemas tradicionales poco eficientes se le atribuyen más de 1.6 millones de muertes al año en el mundo (Smith, 2004), principalmente de mujeres y niños; esto significa más de tres personas por minuto. El humo producido por la quema de los combustibles sólidos en el interior de la vivienda, es uno de los cuatro mayores factores de riesgo de enfermedad y muerte en los países en desarrollo que tienen alta mortalidad, junto con el bajo peso al nacer, el sexo inseguro, el agua insalubre, sanidad e higiene; sin embargo, la comunidad internacional destina recursos a los tres últimos, y se olvida del problema asociado al humo generado por los combustibles sólidos, según reporta el Grupo de Desarrollo de Tecnología Intermedia (ITDG por sus siglas en inglés) (ITDG, 2004).

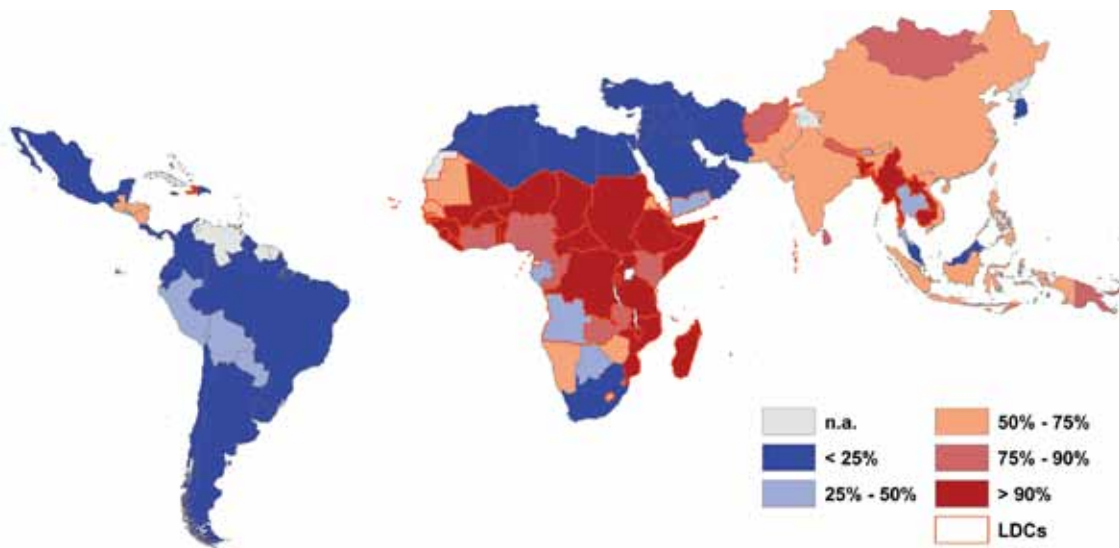


Figura 1. Porcentaje de la población sin acceso a tecnologías limpias para cocinar.

Fuente: OMS, 2009.

² Los principales combustibles sólidos son la leña, carbón vegetal, residuos agrícolas y estiércol, además del carbón mineral, los que por lo general se queman usando tecnologías y prácticas poco eficientes (rudimentarias) que generan una gran cantidad de contaminantes durante la combustión.

El uso de leña y carbón vegetal en fogones tradicionales genera GEI, incluyendo el CO₂ por la deforestación y degradación forestal y muchos contaminantes de corta vida como CH₄, CO, hollín (black carbon [BC]) y otros. En el ámbito global, la biomasa usada en el sector residencial aporta entre el 1 y 3% de las emisiones globales netas de CO₂, el 22% de las emisiones antropogénicas de BC (Smith, 2009), y el 30% de emisiones de CO. De acuerdo con la situación de cada país, estas cifras se incrementan considerablemente (Masera, 2010).

3.1 Experiencia con programas de estufas de leña

Los primeros proyectos de estufas mejoradas se realizaron en la India e Indonesia en los años cincuenta. En África, particularmente en el Sahel, se iniciaron después de la sequía ocurrida a finales de la década de los setenta y en América Central, tras el terremoto de Guatemala en 1976. La primera generación de estufas, introducidas en su mayoría por iniciativa de los países industrializados occidentales, incluía dispositivos con chimenea, y eran para dos o tres ollas o cacerolas. En general resultaron modelos complicados, costosos o difíciles construir.

Los modelos de la segunda generación (1980-1990) estaban mejor estudiados y adaptados a los problemas de la escasez de leña, a las necesidades de las usuarias, de los productores y de los mercados. Este enfoque, mejor adaptado a las condiciones locales (materiales, técnicas de construcción, procesos de difusión), se caracterizó por una clara participación tanto de especialistas en diseño, como de expertos conocedores de las condiciones locales y de las organizaciones de base. Los principales modelos difundidos entonces eran las estufas de barro para una olla, con chimenea, fabricados por las usuarias (autoconstrucción) y las estufas de cerámica o metal fabricadas por artesanos y difundidas a través de los mecanismos tradicionales y de proyectos enfocados a la apertura de nuevos mercados (comercialización).

A principios del siglo XXI, la Fundación Shell impulsó una iniciativa para desarrollar programas exitosos de estufas de leña. Dentro de esta iniciativa se financiaron cuatro proyectos en el mundo para desarrollar métodos estandarizados de evaluación y monitoreo tanto de los cambios en la calidad del aire como de los ahorros en consumo de leña de las estufas. Uno de estos proyectos fue ejecutado en México por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada, A. C. (GIRA) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); otro en Guatemala fue realizado por HELPS International y dos en India estuvieron a cargo del Appropriate Rural Technology Institute (ARTI) y el Development Alternatives Group (DA). En este esfuerzo participaron activamente varias instituciones de investigación: la UNAM, el Instituto Nacional de Ecología (INE), el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), la University of California (Irvine y Berkeley) y la University of Liverpool.

En esta tercera ola de las estufas de leña, también han participado intensamente organismos nacionales e internacionales tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), el Programa Mundial de Alimentos (PMA), el Banco Mundial (BM) y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), entre otros. Esta nueva etapa ha permitido sustentar con información técnica y científica los problemas asociados a los fogones tradicionales, y los beneficios generados por las estufas de leña, principalmente en los aspectos de salud, ambiente y economía, así como su importancia social y cultural. La experiencia lograda en la última década puede agruparse en cuatro temas: 1) tecnología, 2) modelos de disseminación, 3) seguimiento y evaluación y 4) medición de impactos.

Estos avances han permitido que en la actualidad se produzcan más de un millón de estufas por año, que son implementadas en más de 160 programas de estufas en el mundo (figura 2). Los países donde se ejecutan los proyectos más grandes son: China, India, Kenia y, en América Latina, Perú y México.

Los programas realizados y de los que se tiene información han mostrado los beneficios al ambiente local y global, pero sobre todo, los beneficios a la salud, el ahorro de tiempo y dinero, y en general el mejoramiento de la calidad de vida de las familias. Se estima que en el mundo actualmente 820 millones de familias disfrutan los beneficios que producen las estufas de leña (OMS, 2009).

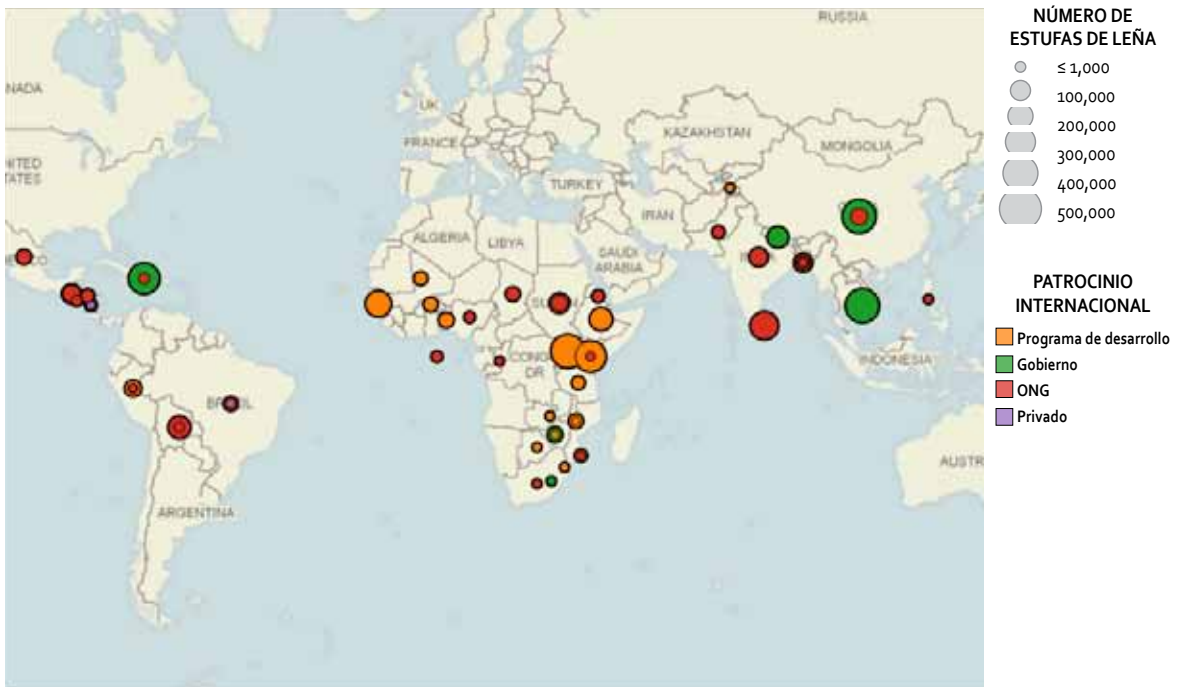


Figura 2. Programas de estufas en el mundo.

Recientemente se lanzó la Alianza Global para las Estufas Limpias (Global Alliance for Clean Cookstoves) con apoyo del gobierno de Estados Unidos de Norteamérica, la Fundación de las Naciones Unidas, la Fundación Shell y otras instituciones y organizaciones. Esta gran alianza pretende impulsar la difusión de 100 millones de estufas limpias para el año 2020. Con esta acción, se hace un reconocimiento público de la problemática asociada al uso tecnologías tradicionales, pero sobre todo, nuevamente se impulsan medidas para resolver este complejo problema con metas en el corto, mediano y largo plazos.

La experiencia documentada, muestra que una de las principales barreras que ha limitado el éxito de los programas de estufas es la falta de seguimiento constante para asegurar el uso de las estufas e incrementar la adopción. Esto se podría superar si los proyectos tomaran como indicador el número de las que son utilizadas de manera cotidiana en el mediano y largo plazos, y no sólo se contabilizara la cantidad de estufas construidas o instaladas (Ruiz-Mercado, 2011).

En el ámbito internacional, en el año 2010 se lanzó la Iniciativa Nacional de Estufas en la India, que pretende desarrollar una nueva generación de estufas eficientes y limpias para llevarlas a todas viviendas que usan fogones tradicionales. Esta Iniciativa pretende proporcionar servicios energéticos similares a las tecnologías de gas licuado de petróleo.

En las dos iniciativas internacionales mencionadas se reunieron expertos en las diferentes áreas vinculadas al tema: científicos, fabricantes, implementadores, donantes e instituciones de gobierno, quienes de manera conjunta trabajaron en el diseño de una estrategia global para implementar proyectos de gran escala, buscando la sostenibilidad y soluciones de mercado ante los retos que plantean las prácticas tradicionales de cocinado.

Otras iniciativas nacionales recientes son las de Perú y México. En Perú se le denomina: "Campaña: medio millón de cocinas mejoradas por un Perú sin humo"; este programa inició en junio de 2009 y terminará en diciembre de 2011. El tema es abordado desde una perspectiva integral para mejorar las condiciones del hogar mediante la promoción de acciones de salud, nutrición, huertos familiares y desarrollo económico. Hasta febrero del presente año reportaban la construcción de 126,916 estufas en todo el país (Borra, 2011). Uno de los principales logros de esta iniciativa es la coordinación establecida, ya que se involucró a siete ministerios de gobierno, se firmaron varios decretos gubernamentales que contemplan temas económicos, políticos y por supuesto, una norma para la construcción de las estufas y un reglamento de certificación de las tecnologías.

En el caso de México, la iniciativa se enmarca en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) y tiene como meta instalar 600 mil estufas eficientes de leña. Los detalles se presentan en las siguientes secciones.

3.2 Tecnologías para la cocción de alimentos con leña

En el campo de las tecnologías de pequeña escala está ocurriendo una revolución en todo el mundo a causa de una nueva generación de dispositivos eficientes de cocción. Particularmente se están desarrollando estufas de leña muy económicas, con alta eficiencia de combustión o mediante gasificación, las cuales usan nuevos materiales que reducen la contaminación y el consumo de combustible hasta en un 60% o incluso 90%. Además, se impulsa fuertemente la incorporación y ejecución de acciones como: estrategias de mercado, nuevos diseños, incorporación de comentarios de las usuarias y creación de instalaciones para la producción en serie. De igual manera, se fomentan nuevos diseños de estufas que además de proporcionar calor para cocinar, utilizan el efecto termoeléctrico para producir electricidad a partir del calor excedente (BioLite, 2009).

Se ha documentado que esta nueva generación de estufas de biomasa reduce significativamente el consumo de combustible, además de disminuir la emisión de gases de corta duración, lo cual significa una considerable mitigación de las emisiones de GEI. En México, por ejemplo, las estufas pueden mitigar entre 3 y 9 tCO₂e por año (Berrueta et al., 2006, Johnson et al., 2009). Este volumen no incluye los beneficios por la reducción de BC cuando se considera la renovabilidad de la leña. Los programas con este tipo de tecnologías son muy rentables, con valores de costo-beneficio de 1 a 10 hasta 25 a 1 (1-10, 1-25) cuando al análisis financiero se incorporan los beneficios adicionales a la salud, tiempo y ambiente (García-Frapolli et al., 2010). Los costos de mitigación alcanzan de 1 a 5 USD / tCO₂e (Johnson et al., 2009).

En el mundo se han desarrollado e implementado diversos tipos de estufas de leña³, que pueden clasificarse en cuatro grupos: a) de combustión directa, b) gasificadores o semi-gasificadores, c) de biogás, bioetanol u otro biocombustible procesado y d) modelos híbridos que pudiendo provenir de alguna de las categorías anteriores, que además de calor para la cocción, proporcionan agua caliente y/o electricidad.

³ Este tipo de tecnología se conoce como "estufas avanzadas de biomasa", pero como ya se comentó, en este documento, se les denomina sólo "estufas de leña".

Estufas de combustión directa. Se caracterizan por usar cámaras de combustión eficientes (como el codo Rocket), materiales aislantes, poseer elevada transferencia de calor, con adecuado diseño geométrico y correcto flujo de aire (Still, 2009). En África y Asia se han implementado modelos portátiles como la Rocket Envirofit, Darfur y StoveTec (figura 3). En América Latina se han diseminado con éxito modelos de construcción *in situ* como la Patsari® y la Justa, y prefabricados como el Ecofogón y ONIL® (figura 4), bajo enfoques de implementación que involucran de manera activa a las familias, diversos esquemas de financiamiento y programas de seguimiento y evaluación. En general, el costo de estas tecnologías va de los 10 a los 150 dólares estadounidenses (USD). En el tema energético, se reportan ahorros que van desde el 30% hasta el 60%, medido en campo (Berrueta et al, 2008). La reducción de emisiones va desde el 80% al 90% comparado con el fogón tradicional (Masera et al., 2007; Smith et al., 2007). En el ámbito de la salud, reducen desde un 30% hasta un 50% el riesgo de contraer diversas enfermedades (Romieu et al., 2009).



a) Biolite.

b) Darfur.

c) Ecocina.

d) Envirofit.

e) Stove Tec.

Figura 3. Estufas de leña portátiles.



a) Ecofogón.

b) Justa.

c) ONIL®.

d) Patsari®.

Figura 4. Estufas de leña voluminosas fijas o móviles.

Gasificadores. En los últimos cinco años han experimentado su mayor desarrollo. Este tipo de estufas utilizan chips de madera o pellets como combustible y pueden o no tener un ventilador, actualmente están disponibles en China e India (Bhattacharya y Leon, 2004), proveen entre 1 y 3 kW de potencia con eficiencia de entre 35% y 40%. Estas tecnologías se pueden clasificar en tres tipos: a) gasificadores tipo TLUD (Top-Lit Up-Draft) y AVUD (Another variation Up-Draft), b) con inyección forzada de aire secundario y c) de combustión a baja temperatura, como la turbococina desarrollada en El Salvador.

Estufas de biogás y otros biocombustibles procesados. Las estufas de biogás presentan una combustión limpia, su principal fuente es el estiércol animal, y además de producir energía, generan abonos y reducen el riesgo de los patógenos. Es una tecnología diseminada en todo el mundo, pero con mayor éxito en China, India y Nepal (Dutta et al., 1997). Las estufas de etanol se han promovido en la India, Nigeria y otros países africanos. En la India utilizan etanol de baja concentración (50%), y en Nigeria usan etanol en gel para minimizar los riesgos de explosión. El costo del biocombustible y su potencial competencia con el etanol para el sector del transporte, representan algunos retos particulares para las estufas de etanol.

Estufas híbridas (o multiservicio). Recientemente se ha desarrollado de manera rápida esta tecnología cuyos modelos generan calor y proporcionan agua caliente o energía para otros fines. Una reciente innovación tecnológica en esta categoría es la generación de energía eléctrica mediante el efecto termoelectrónico. Este tipo de estufas se han probado en Nepal, India y Honduras (figura 5).

Los programas de estufas más exitosos han partido de un diagnóstico correcto de las necesidades de las familias, tanto tecnológicas, como de la actividad de cocinado, las necesidades de los usuarios y los aspectos institucionales. Se ha demostrado que es necesario crear incentivos financieros tanto a la investigación como al desarrollo para crear nuevos modelos de estufas. Otro tema clave para asegurar la adopción y uso de las estufas es el monitoreo y evaluación de los programas (Venkataraman et al., 2010; Bairinganjan et al., 2010).

Otros factores que han facilitado la adopción y uso de las estufas son: a) si los usuarios ya han percibido los problemas asociados al humo de leña, b) recuperación de la inversión en poco tiempo, c) apoyo de financiadores o donantes durante periodos de al menos cinco años y d) formación de personal local tanto institucional como técnico. El apoyo de los gobiernos ha sido más efectivo en los aspectos técnicos y en el control de calidad de la tecnología. Los créditos de carbono son también una nueva opción de financiamiento, ya sea en el mercado voluntario (Gold Standard) o vía el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Para incrementar la velocidad de difusión de las estufas de leña, es necesario superar algunas barreras actuales mediante: a) un mayor impulso a la investigación y desarrollo de nuevas opciones tecnológicas, b) mejorar las pruebas en campo para asegurar que las estufas cubren las necesidades de las familias, c) buscar la certificación de las estufas mediante criterios definidos sobre eficiencia, seguridad y durabilidad, d) entender el proceso de uso y adopción de la tecnología y e) generar mecanismos que permitan el uso sostenido de las estufas en el mediano y largo plazos.



a) Gasificador.

b) Turbococina.

c) Estufa de etanol.

d) Estufa híbrida.

Figura 5. Otras estufas.

4. PANORAMA EN MÉXICO

Datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) señalan que alrededor de 26 millones de habitantes de nuestro país viven en comunidades rurales⁴, de esta población, 28% vive en pobreza extrema y 57% en pobreza moderada (INEGI, 2007). Se estima que aproximadamente 28 millones de habitantes cocinan sus alimentos con leña, de los cuales 90% viven en el medio rural (Díaz, 2000; Díaz y Masera, 2003). Del total de usuarios de leña, 19 millones de habitantes usan este energético como combustible único para cocinar (INEGI, 2007) y 9 millones la usan en combinación con gas licuado de petróleo (GLP) (Masera et al., 2005).

La leña es uno de los principales combustibles del sector residencial, ya que según datos de la Secretaría de Energía (SENER) aporta 28.5% de la energía consumida, sólo detrás del GLP, que proporciona el 38.4% (SENER, 2010). En los hogares rurales la leña aporta 80% de la energía consumida (Díaz, 2000). Asimismo, la leña representa tres veces el consumo de madera comercial autorizada en México, lo que la convierte en el principal uso de los productos forestales; sin embargo, no debe perderse de vista que el impacto no es proporcional a la cantidad de madera consumida por estos sectores (Díaz, 2000). Se estima que la madera usada para energía alcanza los 15 millones de toneladas por año.

Esta fuente de energía se utiliza en todo el país, sin embargo, la mayor cantidad de personas que dependen de la leña se ubica en el Centro y Sur de México, siendo mayor la concentración la que se encuentra en las regiones donde habitan grupos indígenas y en las zonas de mayor pobreza y marginación (figura 6). Un estudio realizado en nuestro país (Ghilar di et al., 2007), que utiliza la metodología WISDOM (Masera et al., 2006), partió de una perspectiva nacional analizando 2,395 municipios (de un total de 2,424, con información del año 2000) e identificó 304 municipios críticos, distribuidos en 16 áreas prioritarias por el uso de leña como fuente de energía (clusters ó hot spots). La Tabla 1 muestra los principales estados en los que se ubican estos municipios prioritarios por consumo de leña reportados en 2007. Los municipios catalogados de acuerdo a su prioridad pueden variar en número según los parámetros y supuestos de accesibilidad y productividad que se utilicen en el análisis, razón por la cual Ghilardi (2008) realizó ajustes a partir del análisis de nueva información, con lo cual se incrementó a 322 el número de municipios prioritarios y a 18 las áreas críticas (figura 7). Estos resultados muestran que es urgente realizar acciones para usar adecuadamente la leña, o de lo contrario, se convertirá en un problema socio-ambiental.

⁴ El INEGI define a la comunidad rural como aquella cuya población es inferior a 2,500 habitantes. Sin embargo, para el tema energético esta definición no es totalmente válida ya que existen localidades con poblaciones superiores a los 10 mil habitantes con bajo nivel de infraestructura, dependencia energética de combustibles tradicionales e industrias rurales con procesos poco eficientes.

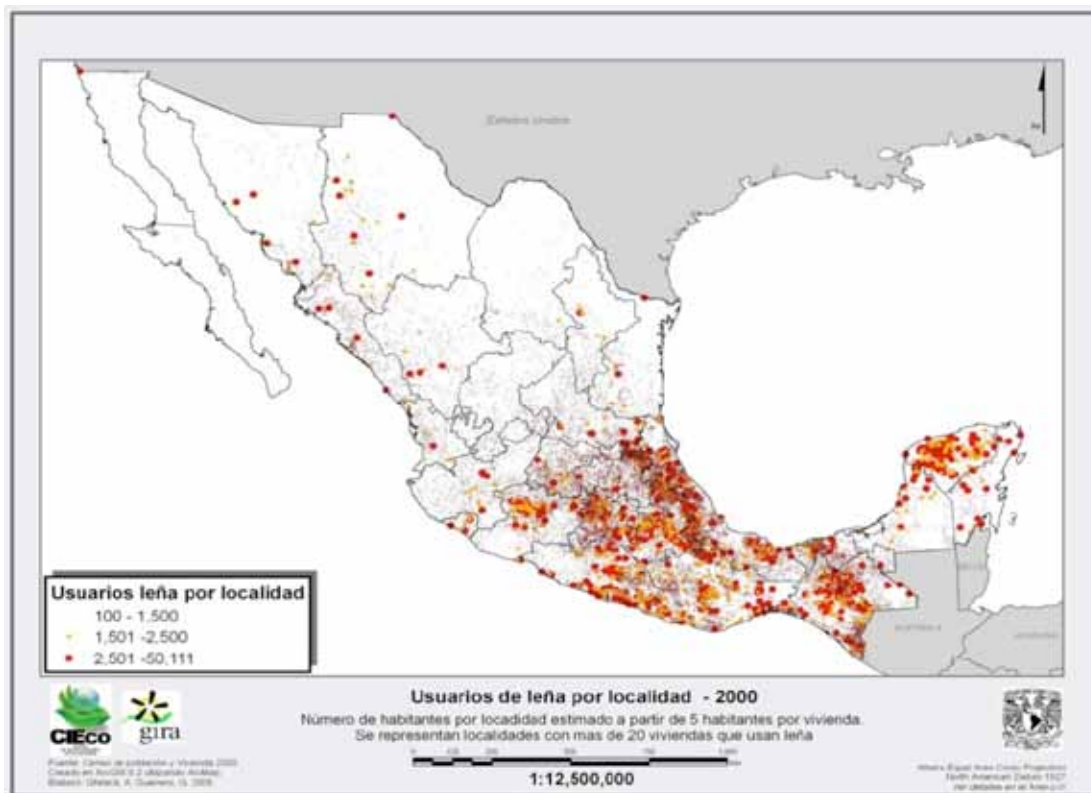


Figura 6. Distribución de usuarios de leña en México.

Estado	Área cubierta por municipios prioritarios		Número de Municipios
	Ha	%	
Yucatán	1,300,812	33%	37
Guerrero	1,121,196	18%	16
Puebla	574,512	17%	47
Chiapas	1,193,200	16%	35
Veracruz	1,114,144	16%	55
Hidalgo	292,952	14%	13
Estado de México	282,792	13%	8
Oaxaca	745,744	8%	72
Tabasco	203,176	8%	4
San Luis Potosí	338,112	6%	12
Campeche	354,276	6%	2
Michoacán	96,132	2%	3
Total	7,617,048	4%	304

Tabla 1. Municipios prioritarios por uso de leña por Estado, México 2000.

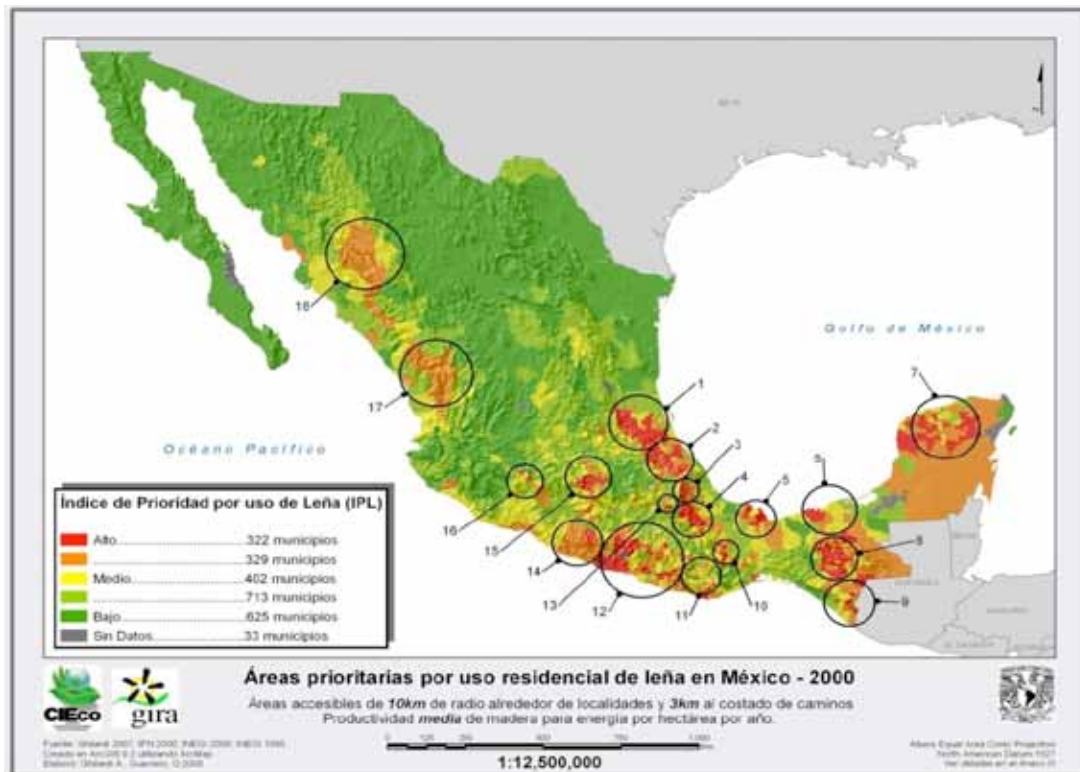


Figura 7. Áreas prioritarias por uso residencial de leña en México.

La derrama económica y el impacto social del uso de leña son también significativos, pues se calcula que el mercado actual de combustibles forestales asciende a los 12,500 millones de pesos por año y genera 104 millones de jornales anuales, esto representa 417 mil empleos (Riegelhaupt, 2009).

En el caso del impacto a la salud familiar, la contaminación por humo de leña afecta principalmente a las mujeres y los niños, ya que son ellos quienes pasan la mayor parte del tiempo en la cocina. La población que utiliza combustibles tradicionales de biomasa para cocinar está expuesta durante periodos de tres a siete horas diarias a niveles muy altos de contaminantes durante muchos años. En algunas zonas densamente pobladas donde se usan de manera intensiva los combustibles de biomasa se puede presentar además un problema de contaminación del aire en el exterior de las viviendas, aunque por lo general en concentraciones menores de las que se dan intramuros (Zuk et al., 2007; Armendariz, et al., 2008).

En las cocinas tradicionales de los países en desarrollo las concentraciones de partículas superan en gran medida las concentraciones consideradas como permisibles por las normas internacionales. Por ejemplo, durante la preparación de los alimentos se han medido concentraciones de PM₁₀ de hasta 30,000 µg/m³, cuando los valores permisibles van de 300 a 3,000 µg/m³ en 24 horas (Smith et al., 1994; McCracken y Smith, 1998; Albalak et al., 1999; Zhang et al., 1999).

Estudios realizados en México (Zuk, et al., 2007; Armendariz, et al., 2008; Romieu, et al., 2009), concluyen que las familias que adoptan una estufa eficiente reducen significativamente el riesgo de padecer enfermedades de las vías respira-

torias altas. Estas enfermedades son muy comunes en el medio rural y además atienden a complicarse con otras patologías como la bronquitis y la neumonía. Otro hecho importante es que el beneficio es mayor para las mujeres que para los niños. Además, se reducen las molestias oculares y, en menor medida, el dolor de cabeza o dolor de espalda. En resumen, dichos estudios reportan que las mujeres que usan fogones tradicionales abiertos presentan entre 14% y 49% más riesgo de padecer enfermedades oculares asociadas al humo de leña. En el caso de los síntomas respiratorios, la incidencia de enfermedades relacionadas con el humo de leña es mayor en un 23% en las mujeres que utilizan fogón abierto que en las que utilizan estufas de leña. En los niños este riesgo es superior en 10% para quienes viven en hogares sin una estufa de leña (Romieu, et al., 2009).

4.1. Estufas de leña en México

Se estima que la necesidad total en el país es de 5 millones de estufas, es decir, en la actualidad 5 millones de familias cocinan con leña. Existe experiencia en México sobre el tema de estufas de leña, aunque su alcance es limitado comparado con la demanda actual. A principios de los años ochenta, instituciones gubernamentales efectuaron un esfuerzo de mediana escala con resultados pobres y como consecuencia se abandonó el tema. A finales de la década de los noventa se desarrollaron varias iniciativas en diferentes regiones de México, particularmente en los estados de Michoacán, Chiapas y Oaxaca, donde se trabajó con una diversidad de diseños de estufas y planes de disseminación (Díaz y Maserá, 2002; RETA, 2004; Maserá et al., 2005). La mayoría de los grupos difundieron alguna variante de la estufa Lorena, como el caso de la estufa Patsari®, y en el sureste se promovió la estufa Justa y la Rocket portátil. En general, los programas de estufas de leña se han desarrollado en el ámbito local (a nivel de comunidades) o regional (impulsados por organizaciones de la sociedad civil) y han formado parte de iniciativas mayores dirigidas a la restauración de los bosques locales, la conservación de la biodiversidad o como parte de las acciones de organizaciones campesinas. Los esfuerzos se concentraron principalmente en la construcción de estufas con poco o ningún seguimiento, las cuales son parcial o totalmente subsidiadas y haciendo énfasis en la autoconstrucción. Algunas de las instituciones que las promueven ahora han dado mayor importancia a las prioridades y necesidades de las usuarias y con esto se ha incrementado el nivel de aceptación de las estufas.

A partir del año 2003 se incrementó el esfuerzo de desarrollo y difusión de estufas de leña por parte de algunas organizaciones, particularmente de GIRA, A.C.⁵ y el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) de la UNAM⁶, y se logró involucrar a dependencias de gobierno e instituciones de investigación como: la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), el Instituto de Ingeniería (II UNAM) y el Instituto Nacional de Ecología (INE). Como resultado de ese impulso, en el último sexenio el gobierno mexicano comenzó a reactivar sus actividades relacionadas con este tema, principalmente a través de la CONAFOR, la COFEPRIS y más recientemente a través de la SEDESOL. Esta última institución hasta la fecha ha ejecutado el mayor número de proyectos bajo un enfoque completamente social, es decir, las personas que viven en los municipios con menor índice de desarrollo humano (IDH) deben cambiar el piso de su vivienda y su fogón tradicional.

Lamentablemente muy pocos proyectos sobre difusión de estufas eficientes de leña han sido documentados o sistematizados, razón por la cual la información sobre sus logros, fracasos e impacto es muy limitada. A continuación se resumen las experiencias para las cuales se logró obtener información; es necesario mencionar que se trata de un listado a manera de ejemplo que por supuesto no incluye todos los proyectos que actualmente se ejecutan.

⁵ Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A.C., www.gira.org.mx

⁶ Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, www.oikos.unam.mx

Se optó por dividir los proyectos de estufas de leña con base en el tipo de institución que los promueve: gubernamental, organizaciones civiles y organizaciones sociales, sin embargo, es necesario aclarar que en muchos de los casos el financiamiento proviene de una mezcla de recursos que pueden o no incluir fondos gubernamentales, privados o incluso aportación de los beneficiarios.

4.2. Proyectos de organizaciones civiles

Se tiene conocimiento de organizaciones civiles que han implementado modelos de estufas de leña con enfoques diversos (tabla 2). En conjunto, se puede hablar de decenas (quizá centenas) de organizaciones que han difundido estufas en todo el país. Lamentablemente no se tiene un inventario ni de las organizaciones ni del número de estufas implementadas. Los principales modelos difundidos son variantes de Lorena, Patsari®, Justa y ONIL®. A continuación se presentan algunas de las organizaciones con mayor presencia en algunos estados del país (la cantidad de estufas es un dato estimado).

Estado	Organización	Cantidad de estufas difundidas
Baja California Sur	Niparajá, A.C.	< 100
	Fundación Cántaro Azul, A.C.	< 100
	HELPS International, A.C.	< 100
Chiapas	Foro para el Desarrollo Sustentable, A.C.	> 500
	Pronatura Chiapas, A.C.	> 500
	Maderas del Pueblo del Sureste, A.C.	> 500
	Servicios Agropecuarios Tuchtlan, S.A. de C.V.	> 500
	HELPS International, A.C.	> 2,000
Chihuahua	Consultoría Técnica Comunitaria, A.C. (CONTEC)	< 1,000
	Centro de Desarrollo Alternativo Indígena, A.C. (CEDAIN)	> 500
	HELPS International, A.C.	< 100
Estado de México	Vasco de Quiroga Presencia en el Siglo XXI, A.C.	> 10,000
	Fundación Vamos a Dar, I.A.P.	> 6,000
	Fondo Pro Cuenca Valle de Bravo, A.C.	< 1,000
	Fundación Pro-Mazahua, A.C.	< 1,000
	Código Tierra, A.C.	> 3,000
	Organización Femenil de Asistencia y Superación, A. C.	> 1,000
Guerrero	HELPS International, A.C.	< 100
	Fundación INCO	< 1,000
	Centro Operacional para el Fortalecimiento de Iniciativas Sociales (COPEFIS), A.C.	> 500
	Kakistis, A.C.	> 500
	HELPS International, A.C.	< 1,000

Estado	Organización	Cantidad de estufas difundidas
Michoacán	GIRA, A.C.	> 3,000
	Vasco de Quiroga Presencia en el Siglo XXI, A.C.	> 5,000
	Cuatro Elementos, A.C.	> 1,000
	Melchor Ocampo Consultores	> 1,000
Oaxaca	Servicios Ambientales de Oaxaca (SAO)	> 500
	Instituto de la Naturaleza y la Sociedad de Oaxaca (INSO)	> 500
	Fundación Ayú, A.C.	> 1,00
	Integralismo Grupo Consultor, S.C.	< 100
	Patronato Pro Zona Chinanteca	< 100
	Fondo para la Paz I.A.P.	> 1,000
	HELPS International A.C.	> 15,000
Puebla	Esperanza del Mañana, A.C.	< 500
	CIHUAME, A.C.	< 500
	CALIXAXAN, A.C.	< 500
	HELPS International, A.C.	> 1,000
	Cooperativa Tosepan Titataniske A.C.	> 1,000
Quintana Roo	Cáritas de Quintana Roo	> 1,000
Hidalgo	Habitat para la Humanidad México, A.C.	< 500
	HELPS International, A.C.	> 1,000
San Luis Potosí	Club Rotario Tamazunchale	< 2,000
Tabasco	HELPS International, A. C.	> 2,000
Sinaloa y Sonora	Asesoría en Arquitectura y Urbanismo Social (AURA), A.C.	< 5,000
Veracruz	Instituto de Ecología, A.C.	< 500
	Habitat para la Humanidad México, A.C.	< 500
	HELPS International, A.C.	< 1,000
Yucatán	U'yo'olché A.C.	< 500
	Red Verde A.C.	< 500
	Centro de Estudios y Desarrollo Social, A.C.	< 100

Tabla 2. Organizaciones que han implementado estufas en México.

4.3. Proyectos de organizaciones sociales de base

En esta categoría destaca la Cooperativa Tosepan Titataniske, la cual agrupa a ocho municipios de Puebla y tiene alrededor de 15 mil socios. Esta organización, mediante financiamiento de la SEDESOL ha implementado más de mil estufas ONIL® y alrededor de 300 estufas Patsari®. Ambos modelos han sido aceptados y adoptados por las familias de esos municipios, con lo cual se confirma la tesis de que una parte muy importante del éxito de las estufas es el trabajo continuo y cercano a la gente. Esta organización probó ambas tecnologías y ha dado la oportunidad a sus socios de que decidan el tipo de tecnología que mejor cubre sus necesidades. Actualmente gestionan un nuevo proyecto para 1500 estufas.

4.4. Proyectos gubernamentales

A nivel gubernamental han sido múltiples los programas de implementación de estufas de leña en todos los niveles: nacional, estatal y municipal. Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el contexto del PECC se estableció la meta para instalar 600 mil estufas ahorradoras de leña para el año 2012 (SEMARNAT, 2009). De esta cantidad, la SEDESOL tiene a cargo la instalación de 500 mil estufas y las restantes le corresponden a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). En el caso de la SEDESOL, el programa se denomina Instalación de Estufas Ahorradoras de Leña. A este esfuerzo institucional se han sumado la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). La mayoría de las estufas diseminadas hasta la fecha, se han difundido a través de las Delegaciones Estatales de las dependencias mencionadas, mediante programas como: ProArbol, Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) y el Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP).

De acuerdo a comunicados de SEDESOL, de 2007 a 2010 se han instalado 279,469 estufas ecológicas para proteger la salud, especialmente de mujeres y niños, en zonas marginadas. Aseguran que, con la instalación de estufas ecológicas, se protege a mujeres y niños de enfermedades como neumonía, bronquitis, tuberculosis y cáncer pulmonar; al mismo tiempo, se evita el consumo de 670,000 toneladas de leña y la tala de alrededor de 3.5 millones de árboles al año (SEDESOL, 2011). Es importante destacar que la colocación de estufas de leña⁷ forma parte de las acciones que la SEDESOL realiza en comunidades marginadas, para reducir los desequilibrios regionales y locales, mejorando la condición de las viviendas. Sin embargo, se desconoce la efectividad del programa, es decir, si todas las estufas pagadas se instalaron o construyeron, el porcentaje de adopción y uso, y mucho menos se tiene información del impacto real del programa.

El enfoque y ejecución de este Programa Nacional de Estufas de Leña impulsado por el Gobierno Federal no garantiza la adopción y buen uso de las tecnologías, por lo cual deben hacerse de manera inmediata los ajustes necesarios para que no se pierda la inversión y el esfuerzo institucional. Sin embargo, no debemos perder de vista que esta medida sólo cubre el 10% de la demanda actual de estufas de leña, por ello es prioritario buscar los mecanismos adecuados para facilitar el acceso a tecnologías eficientes, limpias y seguras a las viviendas que usan fogones tradicionales.

Otras instituciones públicas han desarrollado estrategias diferentes a las empleadas por el Gobierno Federal, que parten de una visión más integral y como consecuencia han tenido éxito. Podemos destacar la experiencia del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, organismo descentralizado de la SEMARNAT) y algunos Sistemas para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), principalmente en los estados de Michoacán, Querétaro y San Luis Potosí.

⁷ Existen algunas estufas que ha adquirido SEDESOL y que no se incluyen en este documento porque no existe información técnica sobre su diseño y funcionamiento, por ejemplo: Citlalli, Chiantli, Ludee, Palermo.

Otro de los programas que destacan a nivel nacional es el PESA, el cual ha operado desde 2003 y es el resultado de un convenio entre la FAO y la SAGARPA. Actualmente el PESA tiene cobertura en 648 municipios de 15 estados de la República y opera a través de Agencias de Desarrollo Rural (ADR) que desde hace un par de años han incluido dentro de sus acciones la implementación de estufas de leña de autoconstrucción. Lo que destaca de este programa es el enfoque integral que busca la consolidación de proyectos para dar una respuesta estructurada y contundente a las necesidades de las familias rurales de comunidades de alta marginación.

5. IMPACTOS DE LOS PROYECTOS DE ESTUFAS EFICIENTES

Con base en el análisis realizado por García-Frapolli et al. (2010), en el que se realizó un análisis costo-beneficio (CBA) de un programa de implementación de estufas eficientes de leña establecido en el Estado de Michoacán, utilizando la estimación de costos y beneficios directos ocasionados por el programa, tales como: el ahorro de leña, la generación de ingresos, impactos en la salud, la conservación ambiental y la reducción de las emisiones de GEI, se encontró que la relación costo-beneficio puede ser de 1:9 e incluso mayor, de hasta 1:11:4. Los mayores beneficios económicos se derivan del ahorro de leña y de la reducción de impactos en la salud, lo que constituye el 53% y 28% del beneficio total, respectivamente.

El análisis también muestra, en términos de mitigación del cambio climático, que los beneficios en el ambiente global son muy importantes. Las emisiones evitadas cada año por una estufa de leña, con un promedio estimado de 3.9 tCO₂e/año, son aproximadamente el doble de las de un automóvil típico en México. Para una estufa con una vida útil estimada en 14 años, sería un total de aproximadamente 55,000 tCO₂e.

Como se ha mencionado, los beneficios asociados a las estufas mejoradas son diversos, pero sólo se generan cuando la tecnología se utiliza de manera correcta, en resumen, los mayores beneficios son: el ahorro de leña y la disminución de la extracción de madera; ahorro de dinero, tiempo y esfuerzo invertido en la obtención del combustible; comodidad al cocinar, por tratarse de un dispositivo con mejores condiciones ergonómicas que un fuego abierto a ras de suelo; mayor limpieza de recipientes, paredes y techos de la vivienda; disminución o eliminación de riesgos a la salud de las personas expuestas al humo producido por la leña; beneficio ambiental al evitar la presión sobre el bosque y por la disminución de emisiones a la atmósfera. Además, el uso de esta tecnología logra dignificar la vivienda y el trabajo en la cocina, elevar la autoestima de las mujeres, mejorar la convivencia familiar y, finalmente, se logra acrecentar la calidad de vida de la familia. De manera esquemática, la figura 8 muestra los principales beneficios que una estufa de leña puede otorgar a una familia rural.

De acuerdo con un estudio del BM (2009) sobre la disminución de emisiones de carbono, las estufas de leña constituyen una herramienta costo-efectiva para reducir las emisiones de GEI. El beneficio neto de los programas de estufas de leña pasa de un valor prácticamente cero a 2.34 dólares por tCO₂e cuando se incluyen los ahorros de tiempo y a 18.90 dólares por tCO₂e cuando se incluyen los beneficios de tiempo y para la salud (BM, 2009). Debido a la gran cantidad de usuarios de leña y al extendido uso de tecnología ineficiente, el potencial de mitigación de GEI por la introducción generalizada de estufas de leña es significativo. La mitigación acumulada por las estufas entre 2008 y 2030 alcanza 219 millones de tCO₂e (Johnson et al., 2009).



Figura 8. Beneficios de las estufas de leña.

En nuestro país existen experiencias muy valiosas en el tema de las estufas de leña, ya que varias organizaciones han trabajado de manera constante desde mediados de los años ochenta con resultados positivos. En esta sección mostraremos el caso de dos programas exitosos en México, los cuales a pesar de tener algunas diferencias, coinciden en la importancia de la promoción, sensibilización, seguimiento, y por supuesto en la tecnología eficiente, tal es el caso del Proyecto PATSARI implementado por GIRA, A.C. y la estufa ONIL promovida por HELPS International, A.C.



GIRA, A.C. y el Proyecto PATSARI⁸

GIRA en colaboración con el CIEco-UNAM, a fin de fomentar el uso sustentable de la leña, implementó desde 2003 el Proyecto PATSARI, que se basa en la promoción, evaluación y uso de la estufa eficiente de leña Patsari® como medida para reducir los impactos nocivos a la salud y al ambiente que resultan de cocinar con leña, y para mejorar la calidad de vida de las familias rurales.

La estufa Patsari®, que en la lengua local (purbépecha) significa "la que guarda" que hace referencia a que guarda el calor, así como a que conserva la salud y cuida los bosques, es un diseño mejorado de la estufa Lorena, creada en Guatemala. Utiliza el mismo principio de construcción in situ y combinando el uso de materiales locales y comerciales, así como por su diseño y proceso de armado, logra -además de una mayor eficiencia- niveles más altos de adopción entre usuarias, disminuye el tiempo de construcción y aumenta la durabilidad de la estufa (figura 9). El desarrollo de la estufa Patsari® contó con la participación de promotores comunitarios, constructores de estufas, amas de casa de comunidades de la cuenca del lago de Pátzcuaro, así como de técnicos e investigadores de diversas instituciones quienes diseñaron, probaron y aprobaron varios ajustes a la estufa Lorena. Se trata pues de una tecnología apropiada (adecuada y propia) desarrollada en el contexto de un proceso participativo.



a) Patsari® de barro.

b) Patsari® de ladrillo.

c) Patsari® Tortillera.

Figura 9. Modelos de la estufa Patsari®.

El proyecto se implementa actualmente en el estado de Michoacán y en más de 20 estados de la República Mexicana a través de procesos de capacitación, asistencia técnica y asesoría a decenas de organizaciones e instituciones (figura 10). Está integrado por cinco 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. Se ha logrado la difusión del concepto "Patsari" a través de una gran cantidad de organizaciones, instituciones de diferentes niveles de gobierno y particulares que se han interesado en el tema, este concepto presupone un paquete de transferencia tecnológica, que además de la estufa, incluye un esquema de sensibilización, capacitación, seguimiento y monitoreo. A la fecha se estima la implementación de más de 50,000 estufas Patsari® en todo el país a través de diversos esquemas de difusión y financiamiento.

⁸ <http://www.patsari.org/>

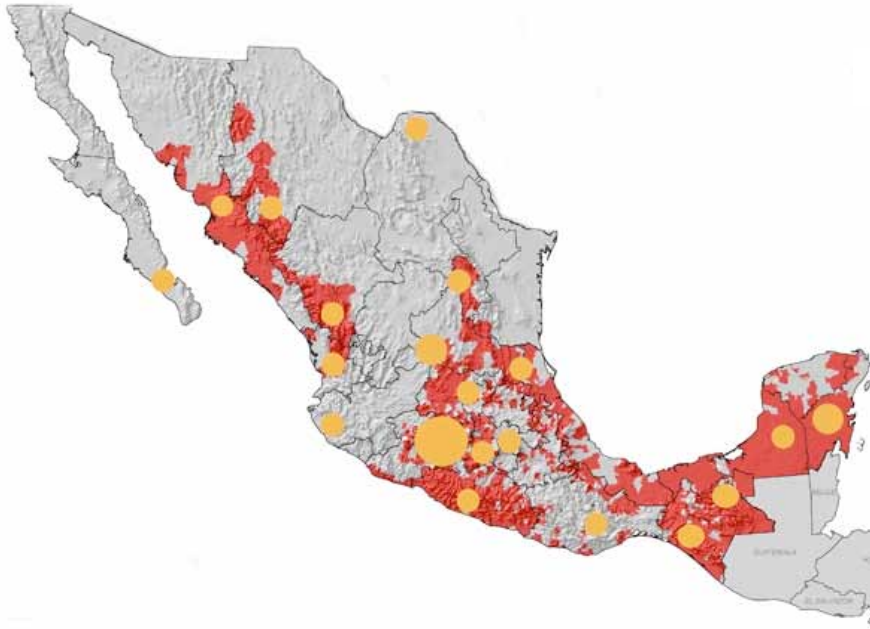


Figura 10. Regiones de influencia del Proyecto PATSARI.

El principal reconocimiento que le ha sido otorgado al Proyecto PATSARI es el primer lugar de los Ashden Awards for Sustainable Energy⁹ en 2006 en la categoría de Salud y Bienestar, recibido en Londres, Inglaterra. El premio fue otorgado, según las palabras del panel de jueces, por la integralidad del proyecto, así como por el diseño de una estufa cuyo consumo de combustible es extremadamente eficaz y por suministrar pruebas científicas de las ventajas para la salud y el medio ambiente de estas tecnologías.

El Proyecto PATSARI ha incluido importantes estudios de investigación para documentar los beneficios relacionados con el uso de estufas de leña, tales como: mejoras a la salud (Riojas, et al., 2007); reducción en la contaminación intramuros (Zuk, et al., 2006; Maser, et al., 2007; Armendáriz, et al., 2007; Armendáriz, et al., 2010); mitigación de emisiones y GEI (Berrueta et al., 2006, Johnson, et al., 2007, 2008, 2009); ahorro de leña, eficiencia y funcionamiento de la estufa (Berrueta, et al., 2008; Bailis, et al., 2007); percepciones sobre las ventajas de la estufa y calidad de vida (Troncoso et al., 2006; Magallanes, 2007), el proceso de adopción y uso sostenido de estas tecnologías (Zamora, 2011; Ruiz-Mercado, 2011), y el análisis costo-beneficio (García-Frapolli et al., 2010), entre otros. Estos estudios demuestran la efectividad de un proceso integral que incorpora los diversos aspectos relacionados al uso de leña en comunidades rurales.

Actualmente el proyecto se encuentra en proceso para obtener el registro ante Gold Standard para participar en el Mercado de Bonos de Carbono y así financiar las etapas de seguimiento, monitoreo y mantenimiento de las estufas en el largo plazo, para ello se busca formar la RED PATSARI, que agrupe a organizaciones civiles y sociales interesadas en la implementación efectiva de las estufas.

⁹<http://www.ashdenawards.org/winners/gira>

HELPS International, A.C., y la estufa ONIL®

Desde su fundación en México en el año 2007 hasta la actualidad, HELPS ha implementado más de 26,000 estufas en Chiapas, Guerrero, Guanajuato, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Hidalgo, Tabasco y Veracruz, principalmente (figuras 11 y 12), con porcentajes de uso que van del 87% al 92% (Troncoso, 2010).

La estufa ONIL® fue diseñada por el ingeniero norteamericano Donald O'Neal, de HELPS International. Desde la concepción de la estufa ONIL® se incluyeron factores culturales, técnicos y económicos para crear una estufa que pudiera producirse en serie y distribuirse de forma masiva en las comunidades rurales de América Latina. La cámara de combustión basada en el "codo Rocket" y cada uno de los materiales que componen la estufa ONIL®, fueron probados durante un año en la comunidad de Santa Avelina, Guatemala, para garantizar que cubrieran las necesidades de las familias y al mismo tiempo cumpliera con los requisitos de calidad, funcionalidad y durabilidad. De manera continua se realizan ajustes y mejoras a esta tecnología para incrementar su aceptación y adopción.

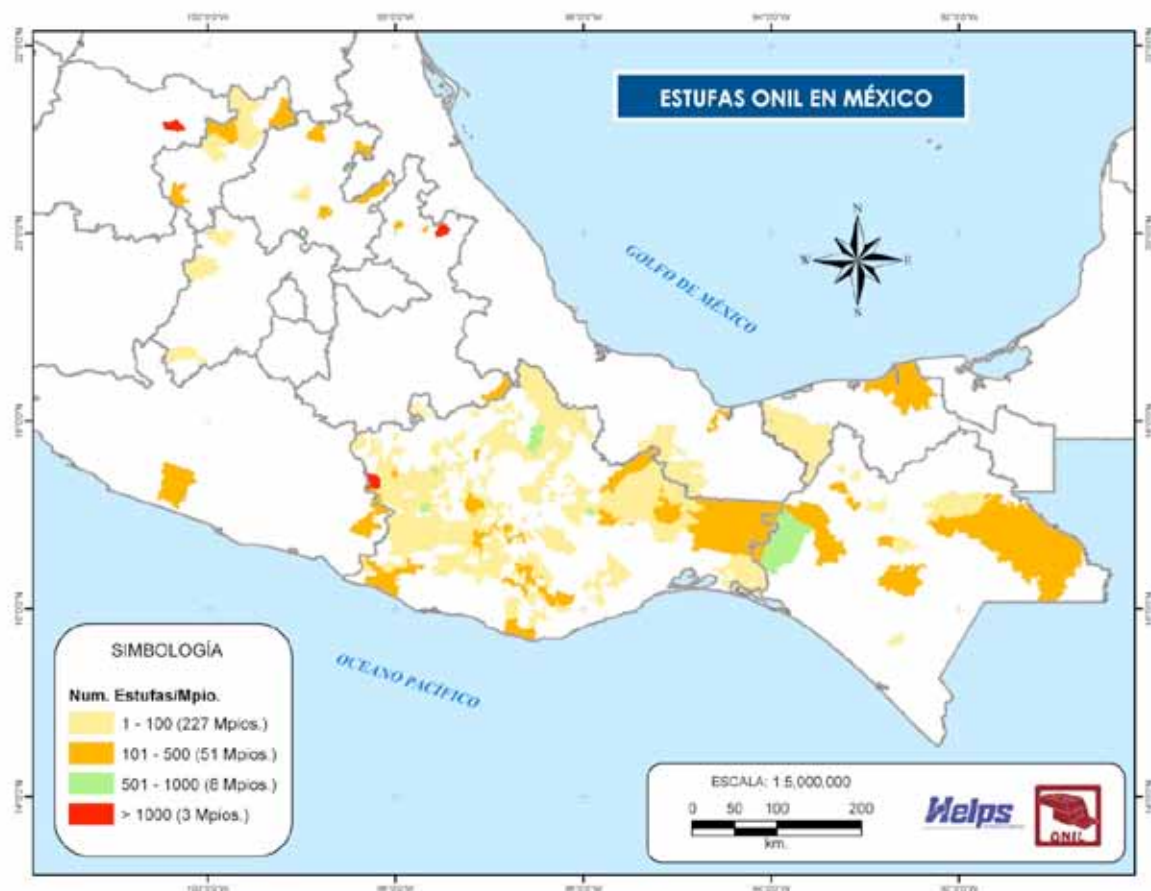


Figura 11. Distribución de estufas ONIL® en México.



a) Región Chinantla, Oaxaca.

b) Cuetzalan, Puebla.

c) Región Chimalapa, Chiapas.

Figura 12. Estufas ONIL® en México.

Desde su diseño, la estufa ONIL® ha sido sometida a pruebas de laboratorio y de campo para verificar su correcto funcionamiento y la calidad de sus materiales. Asimismo, se ha evaluado el proceso de implementación de la tecnología, su uso y adopción. Los principales estudios realizados son: eficiencia (26%) y ahorro de combustible (con valores del 40% al 67% dependiendo del tipo de prueba) (Aprovecho, 2004; HELPS, 2005; INE, 2009; Straffon, 2010); seguridad y calidad (Johnson, 2005); reducción de contaminantes e impacto a la salud (Eads et al., 2008; INE, 2009; Harris et al., 2010); proceso de difusión (Bijtelhaar, 2006; Troncoso, 2010; Von Ritter Figueres, 2010).

El proyecto de estufas ONIL® de HELPS fue reconocido con el Premio Ashden Awards¹⁰ en el año 2004 y en el año 2007 recibió el premio The Tech Award¹¹ en la categoría de Salud, por el diseño de la estufa ONIL® en beneficio de la humanidad.

Actualmente el Proyecto de Estufas ONIL®, tanto en Guatemala como en México, está en proceso de aprobación en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Este año, HELPS en colaboración con Municipios y ONG de diversos estados instalará alrededor de 14 mil estufas ONIL® en todo el país.



¹⁰ <http://www.ashdenawards.org/winners/helps>

¹¹ http://www.techawards.org/2007Videos/donald_oneal.mov

6. ELEMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS INTEGRALES DE ESTUFAS

Como ya se comentó, existe consenso en que una parte vital del éxito de los programas es la tecnología. Sin embargo, los programas de implementación de estufas son más que la tecnología, ya que involucran aspectos sociales, culturales, económicos y políticas públicas. Para garantizar el éxito de los programas de implementación de estufas de leña, se deben considerar los siguientes aspectos: a) planeación y diseño del programa; b) sensibilización de la población; c) capacitación a usuarios y técnicos; d) construcción in situ o instalación de la estufa; e) seguimiento al programa y al uso de la estufa y f) programa de monitoreo de beneficios (figura 13).



Figura 13. Esquema de difusión de estufas de leña.

Otro tema muy importante está en el ámbito de las políticas públicas, ya que actualmente los programas integrales sólo son iniciativas locales y de pequeña escala limitadas a regiones o grupos específicos, no se cuenta con recursos financieros y humanos suficientes y tampoco se garantiza su continuidad en el mediano y largo plazos. Es por esto que es necesario impulsar, definir y fortalecer una política pública que garantice su éxito y permanencia en beneficio de las familias. Algunas acciones necesarias para lograrlo son:

- Realizar una campaña intensiva de sensibilización, información y capacitación sobre el tema. La desinformación generalizada sobre los aspectos ligados al uso de leña y los bajos niveles educativos, así como la pobreza y la marginación de la mayor parte de los usuarios ofrecen retos particulares al cambio tecnológico.
- Incluir los aspectos sociales y culturales en todo el proceso de implementación de los programas de estufas, ya que los usos tradicionales del fuego y los patrones alimentarios de la población rural, además de las arraigadas tradiciones y costumbres, influyen de manera decisiva en la adopción y uso de las tecnologías. Es necesario entender que las estufas se adoptarán como parte de un conjunto "múltiple" de tecnologías (Maser et al., 2000), lo que, en la mayoría de los casos, más que sustituir al 100% al fogón de tres piedras, lo complementará.
- Desarrollar o mejorar tecnologías robustas, eficientes, sencillas, limpias y apropiadas a las necesidades de las familias, con costos de inversión y operación adecuados al contexto social y económico, que sean durables y seguras.

- Elaborar y aplicar normas técnicas que permitan evaluar, aprobar y avalar el funcionamiento de las estufas de leña. Para lo cual es necesario crear un ente regulador y certificador. De igual manera, se deben crear los mecanismos que permitan la “evaluación social” de la estufa para asegurar su buen uso, adopción y los beneficios percibidos por las familias.
- Formar personal técnico para la planeación, ejecución, seguimiento, evaluación y monitoreo de los programas.
- Promover acuerdos de coordinación interinstitucionales entre dependencias gubernamentales, sector educativo e investigación y organizaciones de la sociedad civil.
- Establecer esquemas de financiamiento para asegurar la permanencia tanto de la tecnología como de los programas, ya que la dependencia del subsidio gubernamental no es sustentable.
- Elaborar un plan nacional enfocado a reducir y eliminar la pobreza energética.
- Fomentar la investigación y desarrollo, además de crear vínculos con la iniciativa privada.

La inclusión de estos temas asegura el éxito de los programas, y para ello se requiere la voluntad y la participación de todos los sectores de la sociedad, desde los gobiernos, instituciones de investigación, educación, financieras, ambientales; sin perder de vista la participación de las familias que utilizan la leña como fuente de energía.

En la tabla 3 se muestran algunos ejemplos de instrumentos de política pública y herramientas para impulsar los programas de estufas de leña en México.

Instrumentos de política pública	Ejemplos
Información, educación y comunicación	Campañas de sensibilización dirigidas a profesionales de la salud, población usuaria de leña, escuelas, universidades, medios de comunicación, tomadores de decisiones en el gobierno, organizaciones no gubernamentales, fundaciones y organizaciones de base (comités, cooperativas)
Impuestos, subsidios e incentivos	Impuestos sobre combustibles y tecnologías Subsidio a combustibles y tecnologías Incentivos fiscales a organizaciones y empresas
Legislación y normalización	Normas de calidad del aire en viviendas Normas para el diseño de tecnologías Crear un ente regulador que aplique la normatividad
Apoyo financiero	Programas para la implementación de estufas Programa de financiamiento a los usuarios mediante entidades financieras (microcréditos)
Investigación y desarrollo	Encuestas y diagnósticos Estudios en campo Planeación y ejecución de programas Estudios para conocer beneficios (salud, económicos, ambiental, social) Programa integral de seguimiento a la tecnología Desarrollo de capacidades de investigación

Tabla 3. Instrumentos de política pública para impulsar programas de estufas de leña.

7. CONCLUSIONES: RETOS PARA MÉXICO

El desarrollo de soluciones prácticas y efectivas a los problemas vinculados al uso de leña en fogones tradicionales (contaminación por humo en las viviendas, tiempo, esfuerzo y dinero dedicado a la obtención de leña, enfermedades respiratorias, degradación de recursos, emisiones de GEI, desintegración familiar) requiere un enfoque integral. En particular, las intervenciones deben proporcionar beneficios tangibles y satisfacer las necesidades de las familias. Es preciso que las mujeres puedan preparar con facilidad los platos típicos, elaborar tortillas y continuar con las prácticas tradicionales que son parte medular de su cultura.

La innovación tecnológica y la subsiguiente adopción de estufas eficientes de leña es un proceso complejo que comprende aspectos sociales, culturales, económicos y tecnológicos. Sin embargo, los beneficios que una estufa eficiente brinda con respecto a los fogones tradicionales, demuestran que una tecnología robusta, bien diseñada, bajo un enfoque integral de seguimiento, evaluación y monitoreo, es una buena alternativa para promover el uso sustentable de la leña y mejorar la calidad de vida de los pobladores locales.

Para México es estratégico e imperativo impulsar programas de estufas eficientes de leña. Con el fin de que tengan éxito las intervenciones, necesitamos acciones a distintos niveles. Es importante señalar que además de la implementación de los programas de estufas de leña, es necesario garantizar la oferta de este combustible mediante reforestación con especies multipropósito o plantaciones energéticas. Asimismo, los programas de estufas deben ser parte de estrategias integrales para reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida de las familias rurales.

Presentamos a continuación una serie de recomendaciones concretas para asegurar el éxito de los programas de estufas, agrupadas en cinco categorías: 1) política pública, 2) certificación, regulación y desarrollo de tecnologías, 3) sensibilización y promoción, 4) capacitación y coordinación entre actores y 5) seguimiento y evaluación.

Política pública

Desde la perspectiva de política pública se debe garantizar el acceso a tecnologías eficientes, limpias y seguras para la cocción de alimentos. Para esto es indispensable contar con un marco institucional y normativo adecuado con visión de largo plazo. Se debe considerar a la leña como un recurso energético estratégico y establecer lineamientos y metas claras por parte de las instituciones gubernamentales como la SENER, la SEMARNAT, particularmente la CONAFOR, la Secretaría de Salud (SS) y la SEDESOL. Asimismo, es importante impulsar las políticas mencionadas arriba como parte de un marco integral del desarrollo de ecotecnologías.

Deben crearse mecanismos financieros que permitan la sostenibilidad de los programas en el mediano y largo plazos y que faciliten a las familias la adquisición de los dispositivos y sus repuestos. Entre estos mecanismos están: subsidios, incentivos fiscales, fondo para microfinanciamiento, y cualquier otro que rompa la barrera del costo inicial de la tecnología. También deben aprovecharse las oportunidades que presentan los fondos internacionales, como los mercados de bonos de carbono.

En los programas actuales de gobierno deben incorporarse los temas de salud, ambiente y calidad de vida, por ejemplo, en las políticas del Programa Oportunidades. Debe fomentarse la coordinación entre los organismos relacionados con el uso de leña, salud, tecnología, desarrollo, calidad de vida, tanto en el ámbito gubernamental como en organizaciones de la sociedad civil. Es necesario un sistema transparente que centralice y mantenga ac-

tualizada la información para evaluar el efecto de políticas, agilizar el diseño o corregir de estrategias y permitir proyecciones a nivel nacional.

Se debe fomentar la inversión en I+D, particularmente en los temas: combustión limpia de biomasa, gasificación en pequeña escala, monitoreo de impactos y beneficios y adopción de tecnologías. Es importante impulsar en paralelo otras opciones de cocción que pueden complementar a la leña en estrategias de uso múltiple de combustibles (por ejemplo las ollas y cocinas solares para zonas con buena insolación y prácticas de cocinado que requieren calor residual).

Certificación, regularización y desarrollo de tecnologías

Es necesario impulsar una Norma Oficial Mexicana (NOM) y crear un ente regulador para garantizar que las tecnologías disponibles en el mercado cumplan con criterios técnicos básicos de funcionamiento (eficiencia energética), seguridad y durabilidad: un organismo validador que certifique la calidad de las estufas.

Por otra parte, se debe fomentar el desarrollo y adaptación de los protocolos internacionales existentes para la evaluación de las estufas en condiciones de uso. Para lograrlo es conveniente involucrar a instituciones educativas y de investigación para fortalecer la capacidad técnica, la investigación y el desarrollo de tecnologías eficientes, limpias, seguras y útiles para las familias. De igual manera, se deben mejorar o adaptar modelos o aditamentos a la tecnología para incrementar su adopción y uso.

Ahora bien, cuando la estufa se fabrica en la vivienda, se debe capacitar y certificar al personal técnico involucrado y que cuenta con capacidades específicas en el tema de energía rural, estufas de leña, dendroenergía, ambiente y desarrollo. Es decir, cuando los programas sean de autoconstrucción de estufas o de construcción in situ, debe certificarse la capacidad técnica de los constructores para crear un patrón de técnicos certificados que construyan estufas, den mantenimiento e incluso puedan suministrar repuestos.

Campañas de promoción y sensibilización

Se deben diseñar campañas de promoción y sensibilización que ayuden a las familias usuarias de leña a comprender los problemas que ocasiona el uso de fogones tradicionales poco eficientes (impacto ambiental, a la salud, a la economía y al bienestar familiar). Estas campañas deben incluir también a los funcionarios y encargados de la toma de decisiones tanto en instituciones de gobierno como en organizaciones no gubernamentales vinculadas a los temas de salud, desarrollo, ambiente, energía, comunidades indígenas y otras que trabajen con el sector rural y semiurbano.

Capacitación y coordinación entre actores e instituciones

Se debe promover y buscar una mayor coordinación y colaboración con las organizaciones no gubernamentales, que en muchos casos tienen mayor experiencia en el tema, relaciones con las comunidades, capacidad de gestión e incluso credibilidad, para coordinar proyectos en los que participan múltiples actores (donantes, oficinas de gobierno, municipalidades, sector privado y sociedad civil). Así mismo se debe fortalecer a las instituciones participantes en los programas y proyectos de energización rural (oficiales y no gubernamentales), especialmente en la gestión, promoción y utilización de las fuentes limpias y renovables de energía y medidas de eficiencia energética. De igual manera se debe impulsar el desarrollo de capacidades administrativas, financieras y sociales de las organizaciones de la sociedad civil. Finalmente, es indispensable buscar el apoyo de organismos e instituciones

internacionales para incrementar el impacto de las políticas nacionales y programas de estufas. Es clave realizar convenios entre instituciones académicas y gobiernos locales para el desarrollo de tecnologías y modelos de disseminación apropiados para las regiones.

Respecto a los diferentes actores involucrados, las políticas públicas deben impulsar la participación activa de las autoridades locales (comunidad, municipio y departamento), grupos de base y personal que atiende directamente a las familias rurales de todas las dependencias e instituciones gubernamentales: energía, salud, medio ambiente, recursos forestales, desarrollo.

Implementación, seguimiento y evaluación de los programas de estufas de leña

Los programas de estufas deben incluir, desde la sensibilización, promoción, capacitación, instalación o construcción de las estufas hasta el seguimiento de la tecnología. De igual manera, debe existir una adecuada definición de costos para cada actividad, ya que actualmente algunas actividades no se incluyen en el costo de la estufa (por ejemplo el monitoreo) y por lo tanto no se realizan, en detrimento del proceso de adopción de las estufas.

Es necesario definir un plan nacional que considere las particularidades regionales y los actores locales para evitar fracasos. Por lo tanto, los programas deben ejecutarse de manera conjunta por el gobierno, organizaciones locales y los propios usuarios de la leña. Se deben evitar enfoques paternalistas, que limitan la adopción de las estufas y promover la corresponsabilidad de los usuarios en su funcionamiento.

La selección de estufas robustas, eficientes y durables facilita el proceso de adopción y por lo tanto aumenta el éxito del programa. La gran diversidad de costumbres, necesidades y preferencias de cocinado en nuestro país hace necesario contar con una amplia variedad de modelos de estufas para cubrir dichas necesidades, además de que el número de personas que requieren esta tecnología es elevado.

El seguimiento es vital para lograr el éxito de los programas de estufas. Por lo tanto, es necesario diseñar esquemas de seguimiento y evaluación sencillos y prácticos para conocer la aceptación, adopción y uso de las tecnologías. Adicionalmente, en una muestra representativa de los programas nacionales, se deberán evaluar los beneficios por la implementación de estufas de leña, desde los aspectos energéticos y ambientales (ahorro de leña, reducción de GEI), los beneficios a la salud familiar (reducción de enfermedades), el ahorro en tiempo, dinero y esfuerzo al disminuir la cantidad de combustible. En este sentido, es importante aprovechar las tecnologías de vanguardia que facilitan y reducen el costo de la recolección y el análisis de la información, como es el uso de dispositivos móviles para realizar encuestas o la implementación de detectores como los monitores de uso de las estufas.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Albalak, R.** (1997). "Cultural practices and exposure to particles pollution from indoor biomass cooking: effects on respiratory health and nutritional status among the Aymara Indians of the Bolivian Highlands, Doctoral dissertation". University of Michigan, 1997.
- Aprovecho Research Center** (2004). "Helps "ONIL®" Griddle Stove, Fuel Efficiency and Emissions". Oregon, USA.
- Armendariz-Arnez, C.;** Edwards, R.; Johnson, M.; Zuk, M.; Rojas, L.; Jimenez, R.D; et al. (2008). "Reduction in personal exposures to particulate matter and carbon monoxide as a result of the installation of a Patsari improved cook stove in Michoacan Mexico". *Indoor Air*, 18(2): 93-105.
- Bailis, R.;** Berrueta, V.; Chengappa, C.; Dutt, K.; Edwards, R.; Masera, O.; Still, D. y Smith, K. (2007). "Performance Testing as a Tool to Monitor Improved Stove Interventions: Experiences of the Shell Foundation's Household Energy and Health Project". *Energy for Sustainable Development*, 11:2 pp 57-70.
- Bijtelaar, M.** (2006). "Improving the indoor climate of Guatemalan cooking areas". Master Thesis. Faculty of Industrial Design Engineering. Delft University of Technology. Delft, Nederland.
- Banco Mundial** (2009). "México: estudio sobre la disminución de emisiones de carbono (MEDEC)". Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. Washington, D.C., USA.
- Berrueta, V.;** Orozco, Q.; Ghilardi, A.; Guerrero, G.; Edwards, R.; Johnson, M.; Rattinger, M. y Masera, O. (2006). "Cuantificación de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por la instalación y uso de estufas de leña eficientes". Informe del Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A.C. GIRA/CIECO-UNAM/UCI/FMCN para la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de SEMARNAT.
- Berrueta, V.;** Edwards, R. y Masera, O. (2008). "Energy performance of woodburning cookstoves in Michoacan, Mexico". *Renewable Energy*, 33(5): 859-870.
- BioLite** (2009). "Thermoelectrics in biomass stove systems". Presented at the "Cookstove Workshop", Asian Institute of Technology, Bangkok, Nov. 18, 2009.
- Borra, V.** (2011). "PERU: Avances de la Campaña Nacional de cocinas mejoradas: estrategias, logros y retos". Foro Mundial por el Aire Limpio en el Interior de la Vivienda. Del 21 al 26 de febrero de 2011. Lima, Perú.
- Díaz, R.** (2000). "Consumo de leña en el sector residencial de México". Evolución histórica y emisiones de CO₂, Tesis Maestría en Ingeniería (Energética), División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, p. 113, México, D. F.
- Díaz, R. y Masera, O.** (2003). "Uso de la leña en México: situación actual, retos y oportunidades". En: Balance Nacional de Energía, 2002. Secretaría de Energía (SENER). México D.F.
- Dutta, S.;** Rehman, I.H.; Malhotra, P. y Venkata Ramana, P. (1997). "Biogas: The Indian NGO Experience, AFPRO-CHF (Action for Food Production, Canadian Hunger Foundation) Network Programme, Tata Energy Research Institute (TERI)", New Delhi, India.
- Eads, A.;** Ho, J.; Kendall, S.; Rose, J.; Sacks, G.; Gómez, F.; Johnson, M. y Edwards, R. D. (2008). "Improved Stove Intervention in Chiapas, México". School of Medicine, University of California, Irvine; Las Abejas, Acteal, Chiapas, México.
- FAOSTAT** (2011). FAOSTAT. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. Available at: faostat.fao.org/default.aspx.
- García-Frapolli, E.;** Schilman, A.; Berrueta, V.; Riojas-Rodríguez, H.; D Edwards, R.; Johnson, M.; Guevara, A.; Armendariz, C. y Masera, O. (2010). "Beyond Fuelwood Savings: Valuing the economic benefits of introducing improved biomass cookstoves in the Purhepecha region of Mexico". Forthcoming in *Ecological Economics*.
- Ghilardi, A.;** Guerrero, G. y Masera, O., (2007). "Spatial analysis of residential fuelwood supply and demand patterns in Mexico using the WISDOM approach". *Biomass and Bioenergy*, 31: 475-491.
- Ghilardi, A.** (2008). "Análisis multi-escalar de los patrones espaciales de oferta y demanda de leña para uso residencial en México". Tesis Doctorado en Ciencias Biológicas, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, p. 268, México, D. F.
- Gifford, M.** (2010). "A Global Review of Improved Cookstoves Programs". Master Thesis. University of California, Berkeley.
- Johnson, M.;** Edwards, R.; Alatorre C. y Masera, O. (2008). "In-field greenhouse gas emissions from cookstoves in rural Mexican households". *Atmospheric Environment*, 42: 1206-1222.
- Johnson, M.;** Rufus, E.; Ghilardi, A.; Berrueta, V.; Gillen, D.; Alatorre-Frenk, C. y Masera, O. (2009). "Quantification of carbon savings from improved biomass cookstove projects". *Environmental Science & Technology* 43 (7), 2456-2462.
- Johnson, M.;** Edwards, R. y Masera, O. (2010). "Improved stove programs need robust methods to estimate carbon offsets". *Climatic Change*. doi:10.1007/s10584-009-9770-4.

- Johnson, N. G.** (2005). "Risk analysis and safety evaluation of household stoves in developing nations". Master thesis. Graduate College of Iowa State University. Ames, Iowa.
- IEA** (2010). (International Energy Agency). "Renewables Information 2010 with 2009 Data". Paris, France, 428 pp.
- IEA** (2010b). (International Energy Agency). "World Energy Outlook 2010". Resumen Ejecutivo (Spanish translation). Paris, Francia.
- INE** (2009). "Estudio comparativo de estufas mejoradas para sustentar un programa de intervención masiva en México". SEMARNAT-INE, Centro Mario Molina, Gamatek, GIRA, CIEco-UNAM. Presentación de resultados preliminares.
- Magallanes, A.** (2006). "Estudio de Percepciones sobre el Cambio de Vida a Partir del Uso de Estufas Mejoradas". Reporte interno GIRA. Pátzcuaro, Mexico, 35 pp.
- Masera, O.; Ghilardi, A.; Drigo, R. y Trossero, M.** (2006). "WISDOM: a GIS-based supply demand mapping tool for woodfuel management". *Biomass and Bioenergy* 30: 618–637 (ISI, FI:1.779).
- Masera, O.; Díaz, R. y Berrueta, V.** (2005). "From cookstoves to cooking systems: the integrated program on sustainable household energy use in Mexico". *Energy for Sustainable Development* IX(1): 25-36.
- Masera, O.; Edwards, R.; Armendariz, C.; Berrueta, V.; Johnson, M.; Rojas, L. et al.** (2007). "Impact of Patsari improved cookstoves on indoor air quality in Michoacan, Mexico". *Energy for Sustainable Development* XI(2): 45-55.
- Masera, O.** (2010). "Mitigation Carbon Emissions while Advancing Sustainable Development Goals: Small-Scale Bioenergy Systems". Cambridge University Press.
- RETA.** (2004) (Red de Tecnologías Apropriadas). Memorias del Taller de Intercambio de experiencias sobre estufas ahorradoras de leña. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 11pp.
- Riojas-Rodríguez, H.; Romieu, I.; Marrón, A. y Schilman, A.** (2007). "Health impact assessment in woman due the introduction of improved stoves (Patsari) in Michoacan, Mexico". *ATS International Conference San Francisco, California 2007*:18-23. P(A801)
- Romieu, I.; Riojas-Rodríguez, H.; Marrón-Mares, A.T.; Schilman, A.; Perez-Padilla, R. y Masera, O.** (2009). "Improved biomass stove intervention in rural Mexico: impact on the respiratory health of women". *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 180, 649-656.
- Ruiz-Mercado, I.; Masera, O.; Zamora, H. y Smith, K. R.** (2011), "Adoption and sustained use of improved cookstoves. *Energy Policy*" , doi:10.1016/j.enpol.2011.03.028
- Smith, K. R.; Jerrett, M.; Ross Anderson, H.; Burnett, R. T.; Stone, V.; Derwent, R.; Atkinson R. W.; Cohen, A.; Shonkoff, S. B.; Krewski, D.; Arden Pope, C.; Thun, M. J. y Thurston, G.** (2009). "Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: health implications of short-lived greenhouse pollutants". *The Lancet*, Volume 374, Issue 9707, Pages 2091-2103. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61716-5.
- Smith, K. R.; Metha, S. y Maeusezahl-Feuz, M.** (2004). "Indoor smoke from household solid fuels". In: Ezzati, M.; Rodgers, A.D.; Lopez, A.D.; Murray, C.J.L. (Eds.), *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease due to Selected Major Risk Factors*, vol. 2. World Health Organization, Geneva, pp. 1435–1493.
- Straffon, A.** (2000). "Estudio comparativo de eficiencia energética para estufas mejoradas de leña y sus implicaciones ambientales". Tesis de Licenciatura en Física. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- Troncoso, K.** (2010). "Evaluación de adopción e impacto de las estufas ONIL® en seis estados de la República Mexicana". HELPS International A.C., México, D.F.
- Von Ritter Figueres, N.** (2010). "Rings of Fire. Assessing the use of the ONIL Stove in Guatemala". Undergraduate Honors Thesis. Stanford School of Public Policy, Duke University. Durham, NC. USA.
- Westhoff, B. y Germann, D.** (1995). "Estufas en imágenes". Comisión de las Comunidades Europeas, Dirección General de Desarrollo, Sozietat fur Entwicklungsplanung GmbH. GTZ. Alemania.
- Zamora, H.** (2010). "Impactos socio-ecológicos del uso sostenido de estufas eficientes de leña en comunidades de Michoacán". México. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Zuk, M.; Rojas, L.; Blanco, S.; Serrano, P.; Cruz, J.; Angeles, F.; Tzintzun, G.; Armendariz, C.; Edwards, R.; Johnson, M.; Riojas, H., y Masera, O.** (2007). "The impact of improved wood-burning stoves on fine particulate matter concentrations in rural Mexican homes". *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 17: 224-232.
- Venkataraman, V.; Sagar, A. D.; Habib, G.; Lam, N.; Smith, K.** (2010). "The Indian National initiative for advanced biomass cookstoves: the benefits of clean combustion". *Energy for Sustainable Development* 14,63–72.



Red Mexicana de Bioenergía, A. C.

¿Quiénes somos?

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.

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

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**

MESA DIRECTIVA 2009 - 2011

Dr. Omar Masera Cerutti
PRESIDENTE

Julián Vega Gregg
SECRETARIO GENERAL

M en C. René Martínez Bravo
TESORERO



EN ESTE VOLUMEN:

Pocos saben que la leña se utiliza como principal combustible para cocinar por el 90% de los habitantes rurales de México y que existe una revolución tecnológica a nivel mundial en el tema de estufas de leña. Este volumen presenta una revisión actualizada de lo que está ocurriendo tanto a nivel internacional como en nuestro país en este campo. Se examinan de manera general los avances tecnológicos, los impactos documentados de la nueva generación de estufas, así como las características de los programas de difusión que garantizan una mayor adopción e impacto a largo plazo de las estufas de leña.

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

