



**International Seminar on  
Bioenergy & Sustainable Rural  
Development**

*Casa de Gobierno  
Paseo de la República 1500 Col. Oviedo Mota  
Morelia, México  
26-28 June 2003*

**SEMINAR PROCEEDINGS (Excerpt)**



The International Seminar of Bioenergy and Sustainable Rural Development was held in Morelia, Mexico, from June 26 to 28 2003. It was organized jointly by the Latin American Thematic Network on Bioenergy (LAMNET), the Center for Ecosystem Research (CIECO) from the National Autonomous University of Mexico, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the National Association for Solar Energy (ANES) and the State Government of Michoacan, Mexico.

**LAMNET - Latin America Thematic Network on Bioenergy**

Coordination: WIP, Germany

Coordinator/ focal contact point:

Dr. Rainer Janssen (rainer.janssen@wip-munich.de)

Updated information on this workshop is available at <http://www.bioenergy-lamnet.org>, <http://bioenergia.oikos.unam.mx> and <http://www.anes.org>.

**Workshop Organisation Support**

Lic. Claudia Sánchez, Center for Ecosystem Research (CIECO), UNAM, México

M.S. Laura Hernández, Center for Ecosystem Research (CIECO), UNAM, México

Biol. Alan S. Cervantes, Center for Ecosystem Research (CIECO), UNAM, México

Biol. Adrián Ghilardi, Center for Ecosystem Research (CIECO), UNAM, México

Rodolfo Díaz, Center for Ecosystem Research (CIECO), UNAM, México

Dr. Javier Aguillón, Instituto de Ingeniería, UNAM, México

M. Arq. Ana Rosa Velasco, National Association for Solar Energy (ANES), México

Ing. Francesco Cariello, ETA-Florence, Italy

Dr. Giuliano Grassi, European Biomass Industry Association – EUBIA

Ing. Anton Hofer, WIP-Munich, Germany

Dr. Peter Helm, WIP-Munich, Germany

**Editor of Workshop Proceedings**

Dr. Rainer Janssen, WIP, Germany

Dr. Omar Masera, Center for Ecosystem Research (CIECO), UNAM, México

Dr. Eduardo Rincon, National Association for Solar Energy (ANES), México

Dr. Gustavo Best, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Published by: WIP-Munich  
Sylvensteinstr. 2  
81369 Munich, Germany  
Phone: +49 89 720 127 35  
Fax: +49 89 720 127 91  
E-mail: [wip@wip-munich.de](mailto:wip@wip-munich.de)  
Web: [www.wip-munich.de](http://www.wip-munich.de)

## WORKING GROUP 5: SMALL-SCALE APPLICATIONS

International Seminar on Bioenergy and Sustainable Rural Development  
- 5th LAMNET Project Workshop – Mexico 2003

### FOGÓN RECICLADOR DE CALOR (FORECA)

Francisco Javier Aceves Hernández\*, Ignacio Peón Escalante, José Antonio Urbano  
Castelán

Escuela Superior De Ingenieria Mecanica y Electrica - Istituto Politecnico Nacional,  
SEPI-ESIME-IPN

Email: faceves@maya.esimez.ipn.mx, ipeon@maya.esimez.ipn.mx

Internet: www.sepielectrica.esimez.ipn.mx

#### RESUMEN

Los fogones rústicos son muy ineficientes desde el punto de vista energético, ya que sólo aprovechan una mínima parte del calor que se les suministra. Estos fogones rústicos no permiten reaprovechar el calor generado al quemar leña o algún otro combustible.

Con el fin de aprovechar al máximo el poder calorífico de los combustibles se ha diseñado y experimentado un modelo de fogón que permite reciclar o reaprovechar el calor varias veces. Este fogón asemeja una escalera o un altar con varios niveles, en los cuales se pueden colocar varios utensilios de cocina, para aprovechar el calor durante más tiempo y en un mayor número de etapas.

Este modelo de fogón reciclador ha sido desarrollado y evaluado en una comunidad rural de Chiapas, durante los años 80, precisamente en la zona actualmente ocupado por el EZLN, y ha tenido resultados muy alentadores: ya que ha permitido reducir el consumo de leña a menos de la mitad de lo anteriormente consumido.

Este modelo es susceptible de ser adaptado a las condiciones específicas de cada región, y seguramente será un coadyuvante para un desarrollo rural sustentable.

#### INTRODUCCIÓN

Una forma sustentable para poder contar con mayor cantidad de recursos energéticos, durante más tiempo, es reducir el consumo de los mismos, para que no se agoten tan rápidamente. En las viviendas, se necesitan energéticos, entre otros, para cocinar y calentar el agua de la ducha. Cuando se utilizan fogones rurales convencionales, se desperdicia mucho calor, ya que este se aprovecha sólo una vez. En cambio, utilizando el modelo descrito en este trabajo, se puede reaprovechar el calor, por lo menos tres veces, haciendo rendir la eficiencia y eficacia energética en más del doble.

Este resultado se encontró durante la realización del proyecto de investigación titulado - "Salud Comunitaria y Desarrollo Integrado. Tecnologías Apropriadas para el Trópico Cálido Húmedo, caso: Chiapas, México", financiado por el Instituto Politécnico Nacional durante los años 1988-1990, producto del cual se publicó el libro titulado *Chiapas, Tecnologías Ambientales Socialmente Apropriadas*, en donde se mencionan con mayor detalle las características de dicho fogón.

## ANTECEDENTES

El fogón más primitivo utilizado en el medio rural mexicano y del mundo consiste en esencia en tres o más piedras que sirven de soporte al comal, la cazuela, la olla u otro aditamento sobre el cual se cocinan los sagrados alimentos. Los fogones primitivos (figura 1) tienen muchos inconvenientes, dentro de los cuales se encuentran los indicados en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Inconvenientes de los fogones primitivos**

1. Son <b>inseguros</b> , ya que es fácil que un animal o un niño empujen accidentalmente las piedras, dejando caer líquidos o sólidos calientes sobre alguna persona, provocándole quemaduras graves.
2. Son <b>peligrosos</b> , ya que puede originar incendios cuando las chispas viajan y prenden fuego en algún objeto combustible cercano.
3. Son <b>poco higiénicos</b> , puesto que dejan escapar mucho humo dentro de la cocina, provocando enfermedades respiratoria y de los ojos de las personas ahí presentes.
4. Son <b>incómodos</b> , ya que al estar al nivel del suelo, hay que agacharse para colocar o manipular los utensilios de cocina.
5. Son <b>poco eficientes</b> desde el punto de vista energético, debido a que la mayor parte del calor utilizado se escapa por las orillas, y no se puede reutilizar.



Fig. 1. Fogón primitivo

Para subsanar la mayoría de estos inconvenientes se empezaron a desarrollar fogones que muestran las mejoras indicadas en el cuadro 2. La figura 2 muestra un croquis de un fogón convencional.

### Cuadro 2. Características de los fogones convencionales.

1. Se conforma el fogón con tres muros de ladrillos o piedras pegadas con mortero, dejando sólo un lado descubierto para introducir ahí la leña, lo cual lo hace <b>más seguro</b> , ya que no deja caer las ollas, ni deja escapar tantas chispas.
2. En la parte superior de los muros se coloca una placa metálica, que hace las veces de comal, sobre el que se cocinan las tortillas o se colocan las cazuelas u ollas para cocinar o calentar líquidos, de una manera <b>menos peligrosa</b> .
3. El fogón se coloca sobre una mesa, posiblemente de madera, pero que está cubierta con material incombustible, tal como la tierra, y de esta manera, se manipulan los utensilios sin necesidad de agacharse, de una manera más <b>cómoda</b> .
4. Se coloca una chimenea en el extremo más alejado de la boca del fogón, para que el humo viaje hacia el exterior de la cocina, sin contaminar la cocina, de una manera más <b>higiénica</b> .

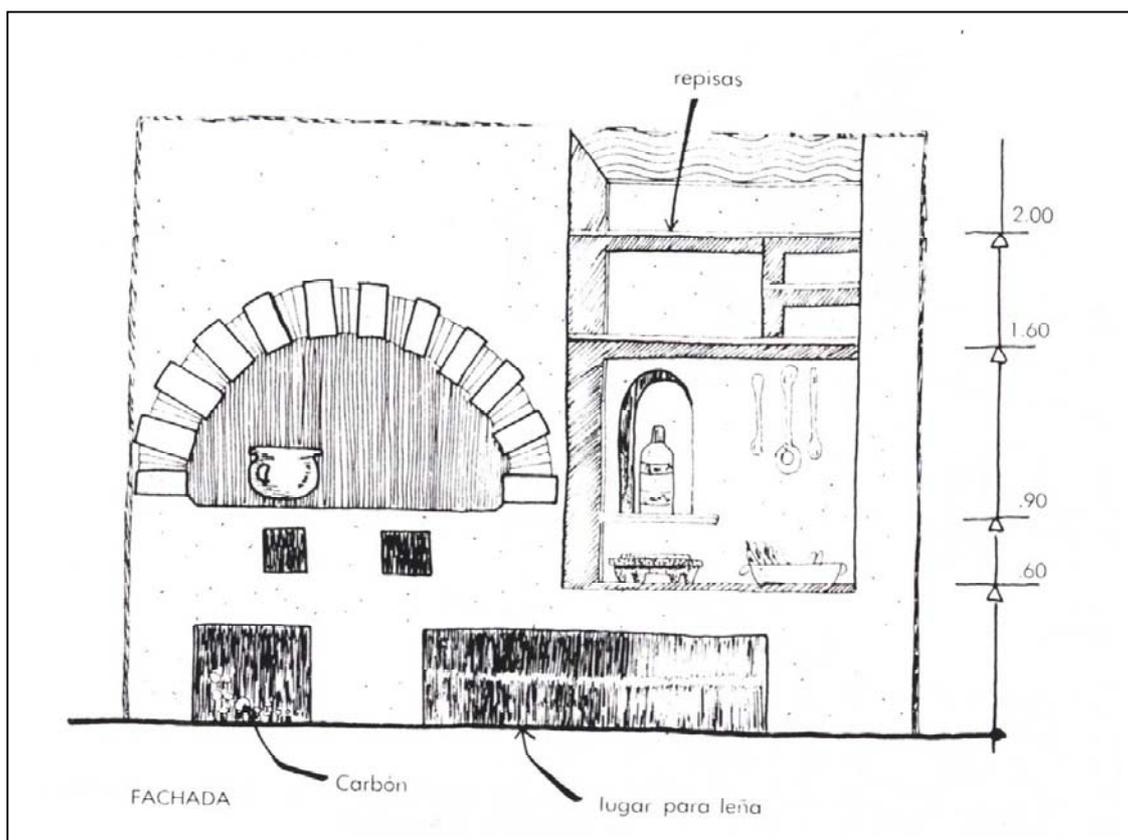


Fig. 2. Fogón convencional

## OPCIONES AVANZACAS

Con la preocupación del agotamiento de los recursos forestales, se desarrolló en Guatemala un fogón denominado "LORENA", nombre derivado de LOdo y aRENA, el cual esta fabricado precisamente con estos materiales (figura 3).

Consiste esencialmente en un cubo de lodo y arena, en el cual se cava a partir de una de las orillas, para dejarle un túnel a través del cual circula el calor generado por la leña quemada en la boca del citado túnel. A cierta distancia se abren hoyos en la parte superior para que ahí se coloque un comal, una olla o una cazuela. Al final del túnel se instala una chimenea que permite salir el humo y calor residual hacia fuera de la cocina.

Este modelo ya permite reciclar el calor varias veces y constituye un avance notable respecto al fogón primitivo. Según reportes de Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) guatemaltecas, este fogón resulto un éxito y sonaba muy interesante para reproducir esa experiencia en nuestro país.

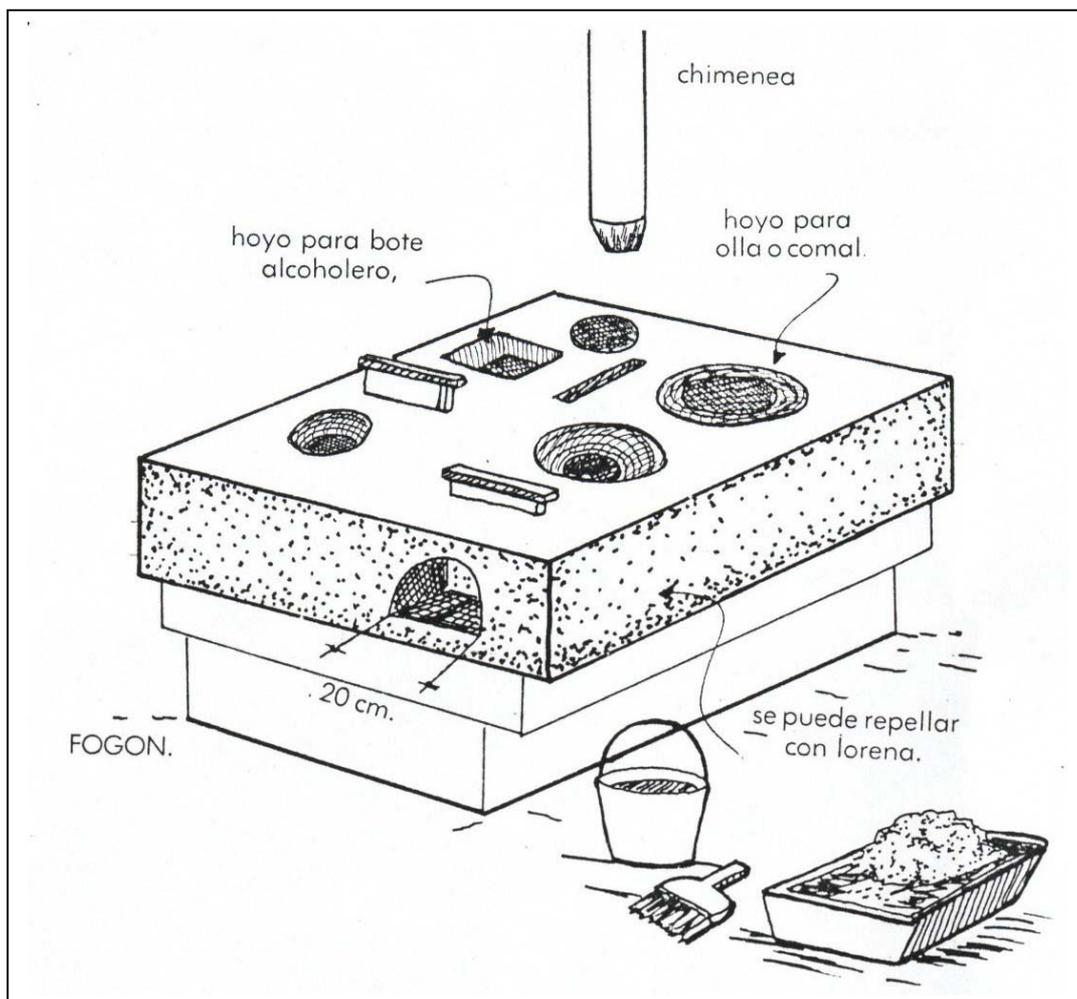


Fig. 3. Fogón Lorena

En Chiapas, dentro de la zona de estudio de nuestro proyecto de investigación, se construyeron algunos prototipos de este fogón Lorena, el cual resulto no tan atractivo como teóricamente se esperaba. Se le notaron varios inconvenientes indicados en el cuadro 3.

Cuadro 3. Inconvenientes del Fogón Lorena:

1. Es difícil de construir, ya que se requiere de un material especial, el barro, para poderle dar una forma adecuada.
2. El barro, si no es de la mejor calidad, se cuarteo o se colapsa.
3. Si la abertura para colocar la olla, la cazuela o el comal no es exacta, habrá fugas de calor, o bien se calienta muy poca área.
4. Esos hoyos deberán estar siempre cubiertos, ya sea con la misma olla, comal o cazuela, o bien con otra cubierta, para evitar fugas.
5. El calor tiende siempre a subir, por lo que a veces se regresa en la boca del túnel, y no circula a lo largo de todo el fogón.

Al notar estas limitaciones, dentro de nuestro proyecto de investigación nos propusimos desarrollar un fogón que no tuviera estos inconvenientes

### **FOGÓN RECICLADOR DE CALOR (FoReCa)**

Basándose en la idea del fogón Lorena, nos propusimos desarrollar un modelo mucho más versátil y fácil de construir, operar y mantener. Los principios físicos de funcionamiento del FoReCa son indicados en el cuadro 4.

Cuadro 4. Principios de funcionamiento del FoReCa

1. El fuego proveniente de la combustión de leña o algún otro combustible es producto de la reacción de compuestos orgánicos con el oxígeno, formando CO <sub>2</sub> . Este gas, por ser la reacción exotérmica, está caliente, y tiende a subir.
2. El gas caliente transfiere parte de su calor a las vasijas colocadas arriba, calentando al contenido de esos recipientes.
3. Si se conduce al gas caliente a través de un ducto sobre el cual se colocan varios comales o recipientes, calentará el contenido de lo que se coloque ahí.
4. En el primer comal, el calor está más concentrado, por lo que conviene colocar ahí las tortillas a cocinar o calentar, para que sea más rápido.
5. En el segundo comal el calor estará menos concentrado, por lo que conviene colocar ahí la olla de los frijoles, el arroz o el guisado que requiere de más tiempo, con calor moderado.
6. En el tercer comal, se puede colocar la cafetera, o el agua para el té, para conservarla caliente, pero no demasiado.
7. Posteriormente se puede colocar un gabinete en el que se podrá secar, cocer o ahumar, lentamente, vasijas de barro, carne u otro producto que se considere conveniente.

Las características físicas esenciales del FoReCa son indicadas en el cuadro 5.

Cuadro 5. Características del Fogón Reciclador de Calor (FoReCa)

1. Se coloca el FoReCa sobre una base constituida por un material no flamable, tal como tierra compactada o arena, la cual puede ir colocada sobre un cajón montado sobre una base o mesa.
2. El FoReCa estará conformado por dos muros laterales escalonados, (en forma de escalera) y un muro trasero, construidos con tabique, tabicón, adobe, piedra o algún otro material no flamable, pegado mediante mezcla de arena cemento, o mortero.
3. Sobre el muro escalonado se coloca una lamina que hará las veces de comal para cocinar tortillas en su primer escalón, y en los siguientes dos escalones, esta lamina servirá de apoyo para colocar la cazuela de los frijoles o arroz, o la olla para calentar el café, el té u otro producto.
4. En la parte baja interior del FORECA se puede colocar una charola para recoger las cenizas de la leña que se ha quemado, y para meter o sacar leños ardiendo.
5. Junto al muro trasero se coloca la chimenea metálica, que permite salir al humo y gas caliente.
6. Justo arriba de la chimenea, pero aun dentro de la cocina, se puede colocar un gabinete compuesto por una caja metálica con puertas, dentro del cual se pueden colocar charolar conformadas por tela gallinero, sobre la cual se puede colocar carne a ahumar, o cerámica a cocer.
7. Si se desea, también se puede hacer que la chimenea que sale del gabinete no suba de manera vertical, sino que vaya rodeando, de manera inclinada, para extraer aun más calor al gas caliente y calentar así el interior de la cocina.

Con el gabinete indicado se puede reciclar el calor hasta seis o siete veces, permitiendo ahorrar mucha leña y otros combustibles. Esta es una manera inteligente de ahorrar, y de hacer que rindan más los recursos.

Cabe mencionar que se construyeron primero unos prototipos en un centro comunitario de salud y en una escuela, donde los habitantes de la comunidad Amparo Agua Tinta, en el municipio de las Margaritas, Chiapas, (lugar actualmente ocupado por el EZLN) pudieron observar su funcionamiento y método de construcción, lo cual sirvió de ejemplo para que varias personas con iniciativa, construyeran su propio modelo, acorde a sus necesidades.

De las mediciones de consumo de leña con éste modelo de FoReCa, se vio que el consumo de combustible disminuyó a menos de la mitad de lo normal. Esto alentó a más personas a construir su propio modelo, cumpliendo con el objetivo de la investigación, que era “desarrollar tecnología ambiental socialmente apropiada”, que ayudara a conservar en buenas condiciones al ambiente y la salud de los habitantes del lugar, resolviendo el problema de escasez de combustibles, de deforestación, de erosión de suelos, y de enfermedades de los ojos y pulmones por el humo en la cocina.

En la Figura 4. se muestra una perspectiva del FoReCa, en donde se utilizan las siguientes claves.

- A- Charola móvil, donde se coloca la leña a quemar y se conservan las cenizas.
- B- Muro de material no inflamable, como tabique, tabicón, adobe u otro.
- C- Comal de metal, móvil, uno por cada escalón
- D- Chimenea metálica, puede ir inclinada o vertical
- E- Gabinete para secar o ahumar productos
- F- Chimenea de salida del humo y calor remanente.

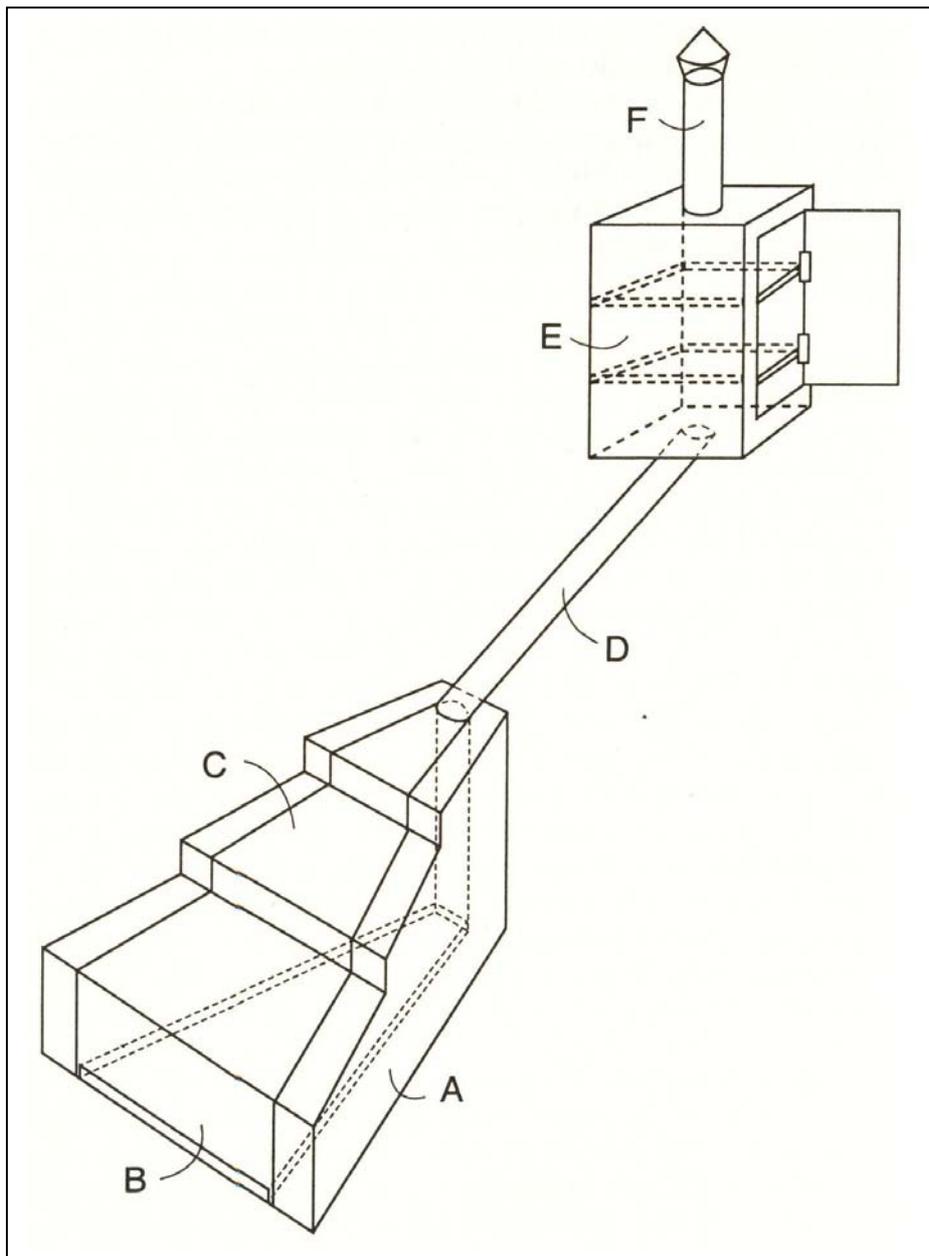


Figura 4: Vista en perspectiva del FoReCa

Además de este fogón, se desarrollaron en la misma investigación otras dos tecnologías ambientales socialmente apropiadas, una para captación y almacenamiento protegido de agua pluvial, y otra para eliminar excretas mediante una letrina mejorada con trampa lumínica de insectos y un extractor solar de aire, las cuales también vienen detalladas en el libro *Chiapas. Tecnologías Ambientales Socialmente Apropriadas*, citado en la bibliografía.

## CONCLUSIONES

Durante la realización de la citada investigación, se notó que varias personas de la comunidad se interesaron en el fogón y empezaron a reproducirla con y aun sin asesoría nuestra, lo cual nos causo sorpresa y gusto a la vez, ya que lo que nosotros estábamos buscando era precisamente desarrollar tecnologías apropiadas, para que los miembros de la comunidad se las apropiaran, (aun sin pagarnos regalías), para que las sintieran propias, y pudieran ir las mejorando, por si mismos, tal como debe ser la tecnología apropiada.

Creemos que los miembros de la comunidad comprendieron la importancia de esta tecnología y por eso la empezaron a reproducir, muchas veces con mejoras, adaptándolas a sus particulares gustos, intereses y necesidades. Pero siempre respetando los principios físicos que la hacen funcionar

Una de las mejoras que detectamos, fue que hicieron convertible el primer escalón, ya que le introdujeron una parrilla metálica, la cual podría servir para asar carne o nopales. El inconveniente de esta parrilla es que el calor escapa por los lados y ya no permite reutilizar mas al aire caliente.

Sin embargo, los resultados obtenidos en general fueron muy promisorios, y esperamos que este FoReCa se siga extendiendo, con sus respectivas adecuaciones no solo en Chiapas, sino en todo el campo mexicano y mundial.

Consideramos que con la utilización sabia de los recursos, con el reciclaje ecológico será factible alcanzar el tan buscado desarrollo sustentable de nuestra sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aceves, F. J. 2000, *Chiapas. Tecnologías ambientales socialmente apropiadas*, IPN, México, 324 p.
- SAHOP-Coplamar, 1981, Manual para la construcción de la vivienda rural, SAHOP-Coplamar, México, 262 p.
- Van Lengen, J. 1982, *Manual del Arquitecto Descalzo*, SAHOP, México, D. F. 287 p.

### LAMNET Project Coordination

WIP

Sylvensteinstr. 2  
81369 Munich

Germany

Coordinator: **Dr. Rainer Janssen**

Phone: +49 89 720 12 743

Fax: +49 89 720 12 791

**E-mail:** rainer.janssen@wip-munich.de

**Web:** www.wip-munich.de

### LAMNET Coordination Support Point South America

CENBIO – Centro Nacional de Referência em  
Biomassa

Avenida Prof. Luciano Gualberto 1289  
05508-900 São Paulo

Brazil

Contact: **Prof. Dr. José Roberto Moreira**

Phone: +55 115 531 1844

Fax: +55 115 535 3077

**E-mail:** Bun2@tsp.com.br

**Web:** www.cenbio.org.br

### LAMNET Coordination Partner

ETA – Energia Trasporti Agricoltura

Piazza Savonarola, 10

50132 Florence

Italy

Contact: **Ms. Angela Grassi**

Phone: +39 055 500 2174

Fax: +39 055 573 425

**E-mail:** angela.grassi@etaflorence.it

**Web:** www.etaflorence.it

### LAMNET Coordination Support Point Central America

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Ecología

AP 27-3 Xangari

58089 Morelia, Michoacán, México

Contact: **Dr. Omar Masera**

Phone: +52 55 5623 2709

Fax: +52 55 5623 2719

**E-mail:** omasera@oikos.unam.mx

**Web:** www.oikos.unam.mx

### LAMNET Coordination Partner

EUBIA – European Biomass Industry Association

Rond Point Schuman, 6

1040 Brussels

Belgium

Contact: **Dr. Giuliano Grassi**

Phone: +32 2 28 28 420

Fax: +32 2 28 28 424

**E-mail:** eubia@eubia.org

**Web:** www.eubia.org

### Steering Committee

Contact: **Dr. Peter Helm**

**E-mail:** peter.helm@wip-munich.de



This Thematic Network is funded by the European Commission, DG Research,  
(Project No. ICA4-CT-2001-10106).