

Anexo 3.

**ESTUFAS EFICIENTES DE LEÑA MÁS UTILIZADAS EN
CENTROAMÉRICA**

ANEXO 3

ESTUFAS EFICIENTES DE LEÑA MÁS UTILIZADAS EN CENTROAMÉRICA

En la actualidad existe una gran variedad de estufas, Westhoff y Germann (1995) realizaron una selección de 85 modelos de estufas utilizadas en el mundo, en la actualidad deben existir al menos el doble de modelos. En el caso de los programas de implementación de estufas, Gifford (2010) reporta que a partir de 1990 se han ejecutado alrededor de 100 programas, los cuales han distribuido más de 18 millones de estufas; sin embargo sólo 14 programas han cubierto sus metas o incluso las han superado; otro dato importante encontrado en el estudio de Gifford es que en promedio los programas tienen una vida media sólo tres años y medio.

En esta sección se presentan los tipos de estufas más utilizados en Centroamérica, así como los resultados de las pruebas de funcionamiento que han sido realizados a esos modelos, por varias instituciones como Aprovecho Research Center (Aprovecho) de Estados Unidos de América, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Nacional de Ecología (INE) en México, y el Centro de Certificación de Estufas Eficientes de Leña de la Universidad El Zamorano (El Zamorano) en Honduras.

DISEÑO DE ESTUFAS EFICIENTES

El diseño de una estufa eficiente de leña no es sencillo, además de las cuestiones puramente técnicas deben tomarse en cuenta aspectos sociales y culturales para garantizar el buen funcionamiento del dispositivo. A continuación se presentan los principales aspectos a considerar (Díaz y Masera, 2000):

Aspectos sociales y culturales. Los factores más relevantes son:

- a) Actividades principales que se realizan en el fogón.
- b) Principales alimentos y utensilios usados para su cocinado.
- c) Horario en el que se enciende el fogón y tiempo durante el cual permanece prendido.
- d) Aspectos relacionados con el humo de la leña, ¿Se usa para algo? (ahumar alimentos, ahuyentar insectos... ¿Causa problemas?.

- e) Costumbres para realizar las actividades de cocinado y los quehaceres domésticos.
- f) Acceso a la leña, ¿se compra o se recolecta?, ¿quiénes se encargan de esta actividad?

Aspectos técnicos o de ingeniería.

A continuación se presentan los aspectos técnicos y de ingeniería directamente relacionados con la eficiencia de la estufa, la cual es resultado de la interacción de cinco factores: i) eficiencia de combustión, ii) eficiencia de transferencia de calor, iii) eficiencia del recipiente, iv) eficiencia de control y v) eficiencia del proceso de cocción.

- *Eficiencia de combustión*, durante el proceso de combustión ocurre una reacción química que convierte la madera en energía calorífica. Como la madera contiene agua y cenizas, no se aprovecha completamente, ya que el propio calor de la leña se usa para evaporar el agua que contiene la madera; además la leña no se quema completamente, una parte se convierte en cenizas y carbón, la relación de la conversión de la madera a energía calorífica nos sirve para conocer la eficiencia de combustión.
- *Eficiencia de la transferencia de calor*, este proceso se refiere a la cantidad de calor del fuego que se transfiere al recipiente. El calor que se escapa con los productos de la combustión y el calor que absorben las paredes de la estufa disminuye el calor aprovechado, es decir, afecta la eficiencia de la transferencia de calor.
- *Eficiencia del recipiente*. El utensilio usado en la cocción de los alimentos absorbe el calor del fuego, una parte se pierde en el calentamiento del propio recipiente, otra parte se dispersa al ambiente y sólo una fracción pasa a los alimentos. La cantidad de calor que reciben los alimentos del recipiente es lo que se conoce como eficiencia del recipiente.
- *Eficiencia de control*, en la combustión de leña generalmente no se tiene un estricto control sobre la cantidad de calor necesaria para cocinar, ya que algunos alimentos necesitan mayor cantidad de calor al inicio de la cocción y posteriormente esta demanda de energía disminuye. Sin embargo en los fogones tradicionales se requiere mantener un fuego constante para cocinar, debido a las enormes pérdidas al ambiente. Cuando se puede regular la cantidad de fuego, como en las estufas de gas, se obtiene una mayor eficiencia de control.
- *Eficiencia del proceso de cocción*, durante el proceso de cocción de los alimentos no todo el calor que transfiere el recipiente contribuye al cocimiento de los alimentos, una parte considerable se pierde en la

evaporación de agua. Mientras mayor sea la pérdida de energía por evaporación de agua, menor será la eficiencia del proceso de cocción.

Para determinar cada uno de estos factores es necesario realizar pruebas de laboratorio. Séller (1983) efectuó el balance energético para una estufa tradicional. Las pérdidas más importantes se presentan en las siguientes acciones: i) calentar el cuerpo de la estufa (13.9%), ii) calor sensible en el exceso de aire (18.3%), iii) calor sensible contenido en los productos de combustión (11.9%). Únicamente el 12% de la energía llega al recipiente y sólo 6% se utiliza para cocer los alimentos. Existe además un 23.8% no contabilizado, entre otras cosas porque: i) no se conocen las propiedades térmicas de los materiales de construcción de las estufas, ii) es difícil medir el flujo de los productos de combustión, particularmente cuando no tiene chimenea y iii) es difícil medir el poder calorífico de los volátiles contenidos en los productos de la combustión.

DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS USADAS EN CENTROAMÉRICA

1. FOGÓN TRADICIONAL

La forma más simple del fogón tradicional es el arreglo de tres piedras, las cuales pueden ajustarse al tamaño y forma del recipiente, acercándolas o separándolas para que el recipiente monte y no se caiga. Después le siguen en complejidad los fogones tipo U o herradura, en el cual diversos materiales (bloques de concreto, ladrillo o piedra) forman una U que puede estar recubierta con lodo o no. A ambos tipos de fogones se pueden agregar más piedras o U's para cocinar más de un alimento.

Fogón tradicional



Foto: Rodolfo Díaz



Foto: PROLEÑA, Nicaragua



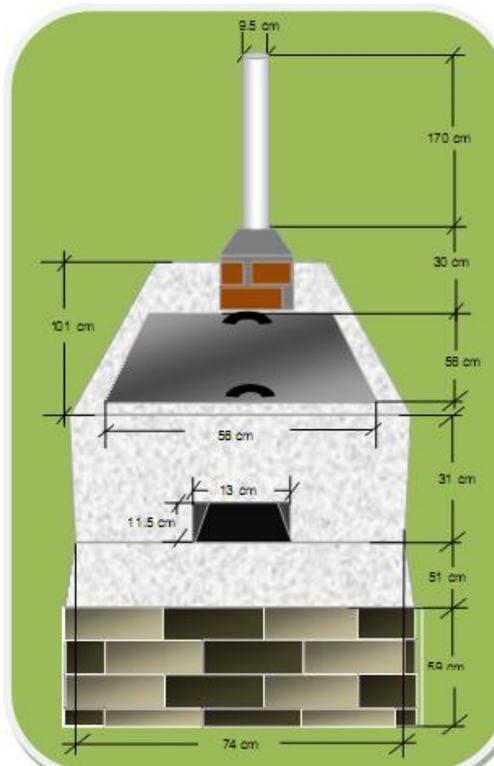
Foto: El Zamorano

2. ESTUFA JUSTA

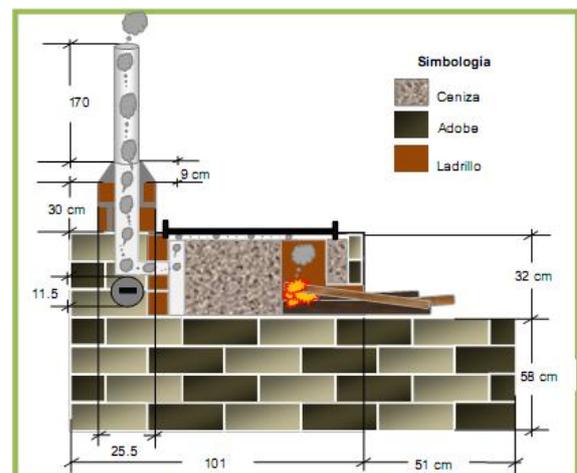
La Estufa Justa (o ecoestufa Justa) fue desarrollada por el Doctor Larry Winiarski en 1999, en colaboración con técnicos de APROVECHO, AHDESA, Trees Water and People, grupos interesados de las comunidades y la Señora Justa Núñez razón por la cual la estufa lleva su nombre. Esta estufa tiene la particularidad de parecerse al fogón tradicional con una base y en forma de U en la parte superior, además de incluir una plancha metálica de 1/8 de pulgada de espesor. La eficiencia de combustión sobrepasa el 60%. Este modelo ha ido evolucionando hasta el modelo actual.

La estufa Justa consta de una estructura sólida elaborada con ladrillo rojo (barro cocido) y una plancha o comal metálico. En el interior se coloca un codo rocket de barro para la cámara de combustión. Los gases calientes producto de la combustión calientan la plancha y posteriormente son liberados mediante una chimenea de lámina galvanizada que sale hacia el exterior de la cocina. Se reporta una vida útil de entre 3 y 10 años, dependiendo de la frecuencia de uso, el mantenimiento y el tipo de leña utilizado.

Estufa Justa



Fuente: El Zamorano



Fuente: El Zamorano



Foto: Rodolfo Díaz

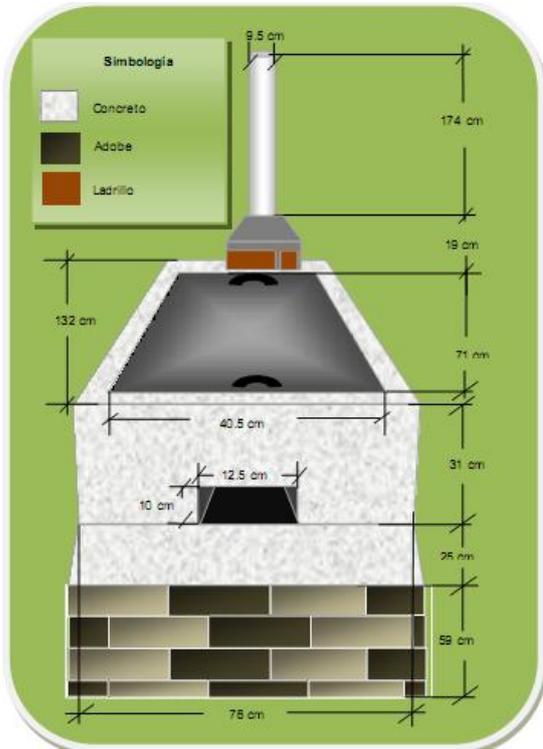


Foto: AHDESA

3. ESTUFA JUSTA 2 X 3

La estufa Justa 2 x 3, denominada así porque se construye muy rápido, en dos por tres, surge durante la ejecución del Proyecto MIRADOR en el Departamento de Santa Bárbara, Honduras en el año 2008. Inicialmente, el Proyecto utilizaba el modelo Justa tradicional (a partir de la modificación a la versión original se le empezó a llamar “Justa tradicional”); y posteriormente se forma un grupo de personas locales para evaluar la posibilidad de mejorar la eficiencia de la estufa. El modelo 2 x 3 consta de un sistema rocket para la cámara de combustión, plancha metálica, chimenea y deshollinador. El mayor cambio fue el tamaño de la plancha, la cual se alargó en el sentido del flujo del calor y se disminuyó el ancho; con este simple ajuste se aprovecha mejor el flujo de calor hacia la chimenea.

Estufa Justa 2 x 3



Fuente: El Zamorano



Fuente: El Zamorano



Foto: Proyecto Mirador

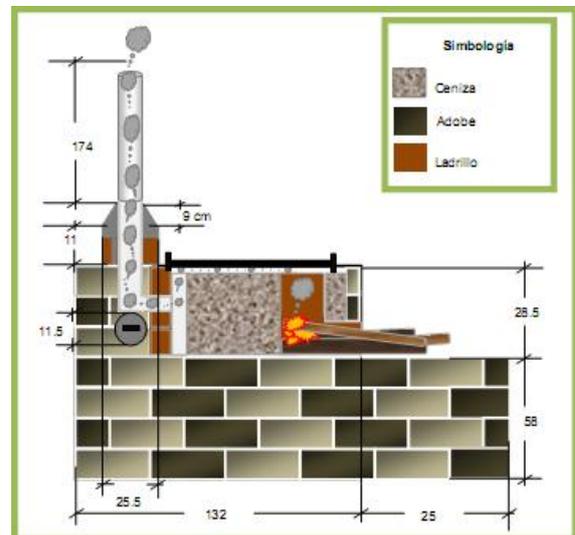


Foto: Rodolfo Díaz

4. ESTUFA ONIL

La Estufa ONIL fue diseñada por el ingeniero norteamericano Donald O'Neal de HELPS International, organización no lucrativa fundada en 1984 en Dallas Texas, EEUU; y que ha centrado su trabajo en Guatemala.

Desde la concepción de la estufa ONIL se incluyeron factores culturales y técnicos como base para generar una estufa que pudiera producirse en serie y distribuirse de forma masiva en las comunidades rurales de América Latina. La cámara de combustión de la estufa ONIL está basada en el “codo Rocket” y los principios de combustión desarrollados por el Dr. Larry Winiarsky del Instituto de Investigación Aprovecho www.aprovecho.org, los cuales se usan en la mayoría de las estufas eficientes del mundo.

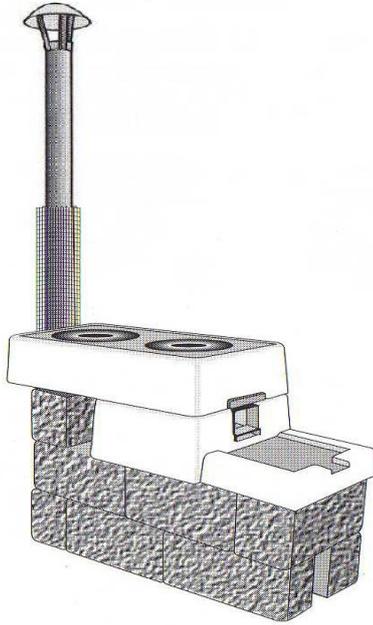
Cada uno de los materiales que componen la estufa ONIL, fueron probados durante un año en la comunidad de Santa Avelina, Guatemala, para que cubrieran las necesidades de las familias y al mismo tiempo cumplieran con los requerimientos de calidad, funcionalidad y durabilidad. De manera continua se siguen realizando ajustes y mejoras a la tecnología para asegurar su aceptación y adopción.

La estufa ONIL está compuesta por las siguientes piezas:

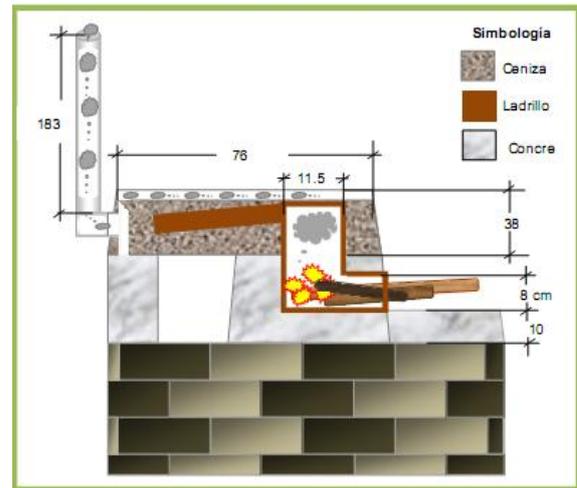
1. **Cuerpo de concreto**: la estufa está formada por tres piezas de concreto armado (reforzado con hierro).
2. **Cámara de combustión de cerámica tipo ladrillo**: está formada por 8 piezas de barro cocido. Con este material se garantiza una mejor combustión de la leña y se evitan pérdidas de calor.
3. **Comal de metal tipo plancha**: es de placa de hierro negro de 3 mm de espesor y de 35 cm de ancho por 70 cm de largo.
4. **Chimenea de lámina galvanizada (tubos y sombrero)**: los tubos para la chimenea (3 piezas) y el gorro o sombrero son de lámina galvanizada de calibre 26.
5. **Protector de chimenea (malla metálica)**: es una malla para colar arena que evita el contacto directo con el primer tubo de la chimenea.
6. **Aislante de piedra pómez (granzón o tepexil)**: se utiliza para evitar que el calor se transfiera al cuerpo de la estufa.
7. **Base de blocks (tabicón) de concreto**: la base de la estufa se forma con 11 piezas de block de concreto de 15 x 20 x 40 cm.

8. **Accesorios:** un sobre con dos cuñas de madera, grapas, clavos y alambres.

Gráfica 5. Estufa ONIL



Fuente: HELPS International



Fuente: El Zamorano



Foto: HELPS International



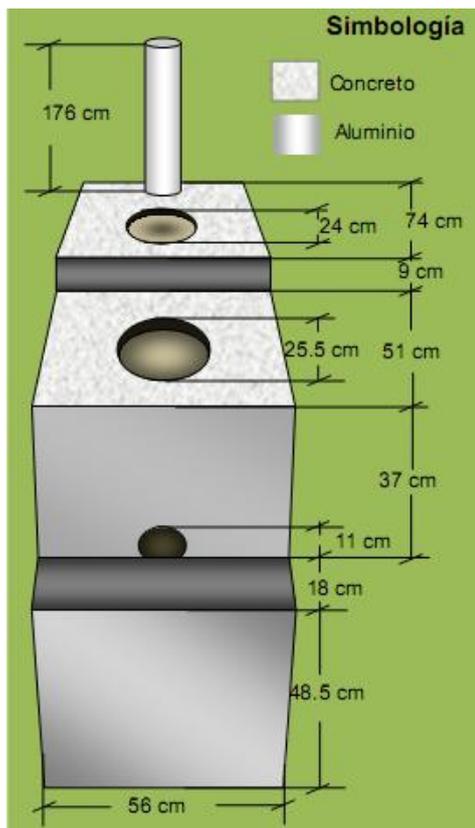
Foto: Rodolfo Díaz

5. ESTUFA INCAWASI

Este modelo surge en el año 2004 caserío Ayamachay, distrito de Incawasi, en la región Lambayecana en Perú, desarrollado por el Programa de Cooperación Alemana (GTZ), la organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Los objetivos del proyecto piloto fueron: 1) el mejoramiento de la salud ambiental con enfoque a agua y saneamiento de la población, 2) fortalecer capacidades locales de la población, 3) diseñar una metodología exitosa, innovadora y replicable, y 4) fomentar el trabajo interinstitucional. El tema del humo de leña se abordó como consecuencia de que la principal forma para mejorar la calidad del agua para beber era el hervido. Lo cual implicaba el consumo de leña y uso de fogones tradicionales.

La estufa o cocina Incawasi tiene una cámara de combustión tipo rocket, espacio para colocar dos ollas que se semi-sumergen en la la plancha de concreto. Sólo la primera olla tiene contacto directo con el fuego, la hornilla secundaria se calienta por el flujo de los gases calientes.

Estufa Incawasi

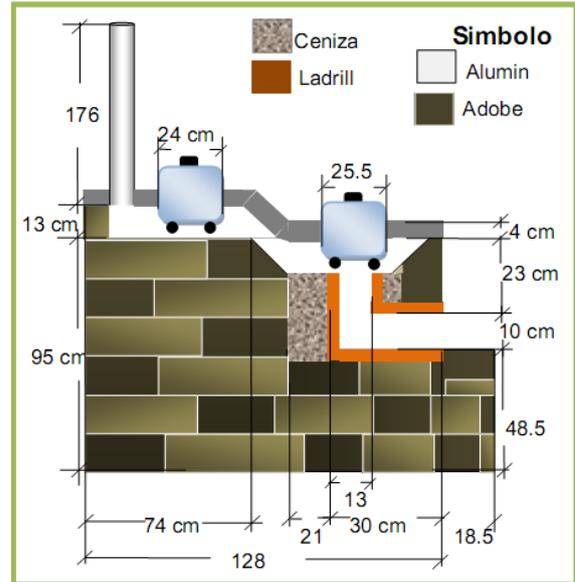


Fuente: El Zamorano

Foto: Rodolfo Díaz



Foto: Proyecto Incawasi

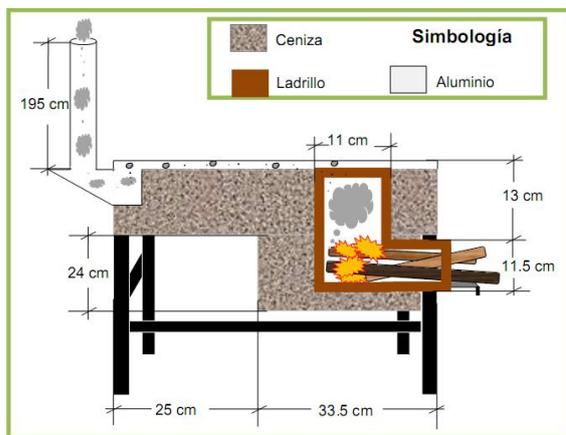


Fuente: El Zamorano

6. ESTUFA ECOFOGÓN

Estufa desarrollada por PROLEÑA en colaboración con Aprovecho y Trees Water and People. Existen varios modelos del Ecofogón, aunque más comercializado es el llamado “Ecofogón multiuso”, puede ser utilizado comercialmente o bien con fines familiares. Las dimensiones de esta versátil cocina son 56 x 56 centímetros (22” x 22”) lo que le confiere una superficie de contacto de 313 cm²; es excelente para la preparación de sopas, nacatamales, frijoles cocidos y fritangas.

Estufa Ecofogón



Fuente: El Zamorano

Foto: Rodolfo Díaz



Foto: Rodolfo Díaz



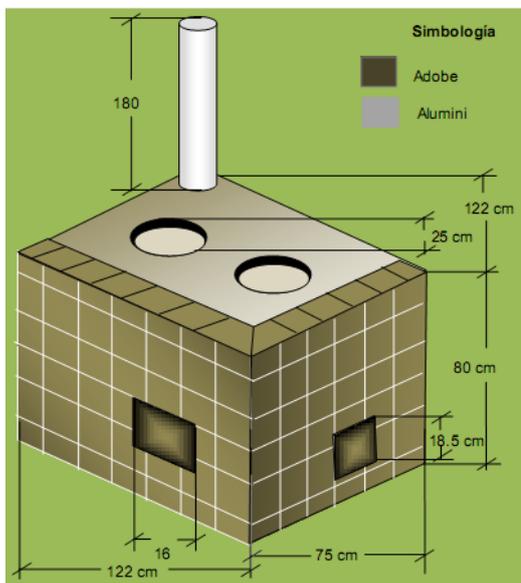
Foto: PROLEÑA

7. ESTUFA MALENA

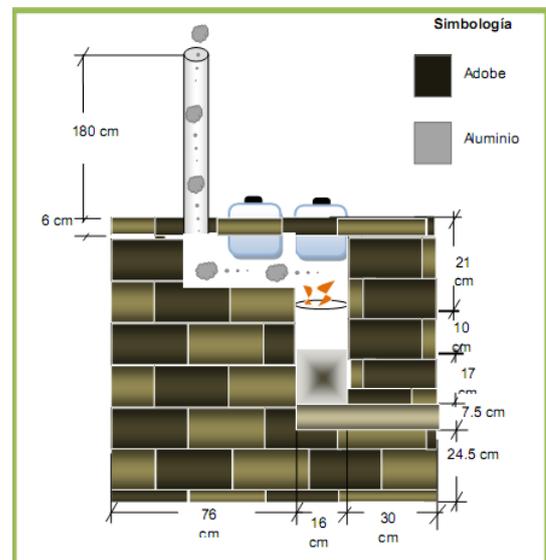
Estufa elaborada con adobe (tierra o barro con paja), con variantes por región climática. Este modelo se desarrolló en Bolivia a mediados del año 2005, en un proyecto de colaboración entre la Cooperación Técnica Alemana GTZ), el Programa de Desarrollo Agropecuario Sostenible (PROAGRO) y el Reino de los Países Bajos.

La cocina Malena, como es llamada en Bolivia, está compuesta por una cámara de combustión (tipo rocket) con rejilla, dos hornillas, una trampa de ceniza y una chimenea que saca que el humo tóxico afuera.

Estufa Malena



Fuente: El Zamorano



Fuente: El Zamorano



Foto: PROAGRO – GTZ



Foto: PROAGRO – GTZ

8. PATSARI

Originalmente la estufa Patsari fue una variante de la estufa Lorena (lodo – barro- y arena), pero se le da un nuevo nombre porque se realizaron varios cambios, ajustes e innovaciones importantes que mejoraron su funcionamiento, facilitaron su construcción y elevaron su nivel de aceptación. *PATSARI* en la lengua Purhépecha significa: “*la que guarda*”, en referencia a que *guarda el calor*, así como a que conserva la salud. Una primera versión de la estufa *PATSARI* utilizaba una mezcla de barro, arena y cemento, con una pieza prefabricada de cerámica en la entrada de leña. Posteriormente se diseñó el modelo a base de ladrillo rojo. Esta nueva versión de ladrillo es ya la segunda generación de la estufa Patsari Y se construye en dos versiones:

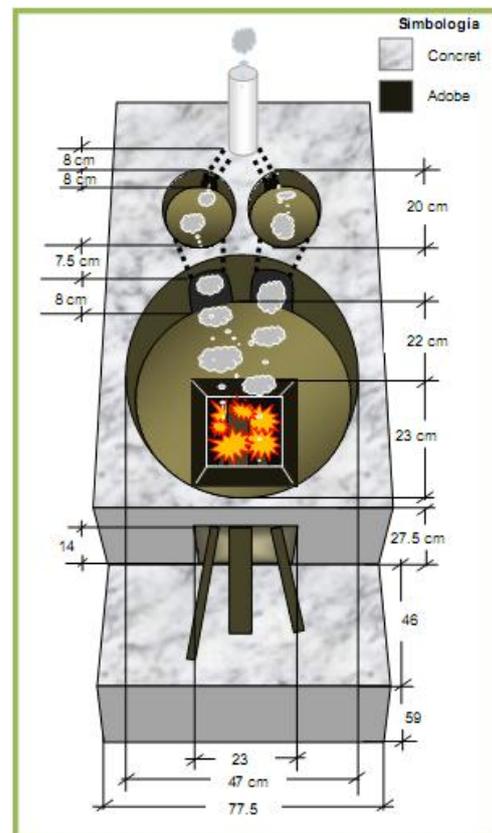
1. Estufa para elaboración de tortillas (con un solo comal).
2. Estufa doméstica o familiar (con un comal principal y hornillas secundarias).

La Patsari se construye sobre una base o mesa de madea, block o tabicón.

Estufa Patsari



Foto: GIRA A.C.



Fuente: El Zamorano

9. MIFOGÓN

Es una variante del ecofogón, lo desarrolló PROLEÑA con financiamiento del Banco Mundial y el objetivo fue transferir la tecnología a pequeñas empresas para que lo fabricaran. Es de piedra pomex y cemento, con una cámara de combustión codo Rocket.

Estufa MiFogón



Foto: Rodolfo Díaz



Foto: Rodolfo Díaz



Variantes de MIFOGÓN
Foto: Rodolfo Díaz



Variantes de MIFOGÓN
Foto: Rodolfo Díaz

10.ECOCINA

Estufa basada en el codo rocket, diseñada por Stove Team International y Aprovecho. Actualmente tienen una fábrica en El Salvador y se han asociado con otras organizaciones para instalar fábricas en Guatemala y Nicaragua, las cuales están en proceso de instalación. Las estufas son de concreto armado, usan cámara de combustión tipo rocket de barro cocido y aislante de piedra pomex.

Estufa Ecocina



Foto: Rodolfo Díaz



Foto: Rodolfo Díaz

11. OTRAS ESTUFAS

A continuación se presenta otros modelos de estufas, algunos elaborados



StoveTec de Aprovecho,
Foto: Rodolfo Díaz



Estufa mejorada de Nicaragua
Foto: Rodolfo Díaz



MegaEcofogón de PROLEÑA
Foto: PROLEÑA



Ecohorno de PROLEÑA
Foto: PROLEÑA



Estufa ONIL Institucional de HELPS



Estufa ONIL de nixtamal de HELPS



Estufa de carbón vegetal de PROLEÑA
Foto: Rodolfo Díaz



Estufa
Foto: Rodolfo Díaz



Ecocina de dos quemadores
Foto: Stove Team El Salvador



Ecocina semi-industrial
Foto: Stove Team El Salvador

EFICIENCIA Y FUNCIONAMIENTO DE LAS ESTUFAS

Las pruebas que se realizan a las estufas eficientes de leña tienen como objetivo caracterizar su desempeño termodinámico para poder comparar diferentes modelos entre sí y con respecto al fogón tradicional. Para la caracterización de las estufas se aplica una metodología reconocida internacionalmente desarrollada por Volunteers in Technical Assistance (VITA, 1985) y Baldwin (1986), las cuales se actualizaron recientemente por el Programa de Salud y Energía de la Fundación Shell (2004), con la colaboración de Aprovecho Research Center y la Universidad de California Berkeley, en EEUU; el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco, UNAM) y el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A. C (GIRA), en México; HELPS International en Guatemala; y Appropriate Rural Technology Institute en India. El resultado del trabajo conjunto es el Stove Performance Testing Protocol (SPTP), el cual tiene como objetivo evaluar el desempeño de dispositivos de cocción que utilizan biomasa como combustible y que se basa en tres pruebas estandarizadas que se aplican en laboratorio y condiciones de uso (campo). Las pruebas son:

1. Prueba de ebullición de agua (PEA) o Water Boiling Test (WBT). La cual es una aproximación al proceso de cocinado real, con agua como alimento a cocinar. Su objetivo es mostrar la eficiencia en la transferencia de la energía del combustible al recipiente. La prueba consta de tres fases en las que las condiciones térmicas iniciales y la potencia del fuego son diferentes. Se mide el combustible utilizado así como la duración de la prueba.
2. Prueba de cocinado controlado (PCC) o Controlled Cooking Test (CCT). Consiste en la preparación estandarizada de un alimento, es decir, se prepara determinada cantidad de alimento, con la misma cantidad de ingredientes. En la mayoría de los estudios se selecciona un alimento tradicional como tortillas, frijoles o arroz. Se mide el combustible utilizado así como la duración de la prueba.
3. Prueba de Funcionamiento en Cocina (PFC) o Kitchen Performance Test (KPT). Compara el consumo de combustible en condiciones reales de funcionamiento entre las estufas y la tecnología tradicional durante una semana, es decir se mide el combustible utilizado por día durante siete días.

Con estas pruebas es posible determinar parámetros importantes del funcionamiento termodinámico de las estufas como la eficiencia térmica (η), la velocidad de quemado (v) y el consumo específico de combustible (CEC), entre otros.

Además de estas pruebas se realizan mediciones de contaminantes como monóxido de carbono (CO), partículas PM, generalmente 2.5, los cuales se pueden hacer con diversos equipos y procedimientos.

A pesar de que existen diversos proyectos de implementación de estufas de leña, no es común realizar evaluaciones del funcionamiento de la tecnología en condiciones reales. Por esta razón se han realizado algunos estudios sobre el desempeño de las estufas en América Latina, destacan los realizados por Aprovecho, UNAM, GIRA, Berkeley y Zamorano.

En la Universidad de El Zamorano, se creó el Centro de Certificación de Estufas Mejoradas en la Universidad Zamorano con el objetivo de evaluar la eficiencia térmica por tipo de combustible y la contaminación generada por las cinco estufas más comunes en Centroamérica, evaluar su funcionamiento en condiciones reales y crear un sello de certificación de materiales de construcción para ser usado por los proyectos y ventas directas en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua (Zamorano, 2009).

A continuación se presentan los resultados de estudios de desempeño de los modelos de estufas más utilizados en Centroamérica.

Prueba de ebullición de agua

En esta prueba que consiste en hervir cinco litros de agua, se utilizó madera de pino (*Pinus oocarpa*), combustible de uso generalizado en la región, con humedad de entre 8% y 11%. El punto de ebullición del agua a 800 msnm es de 95.3 grados centígrados.

En el cuadro 1 se observa que la estufa Incawasi es la que utiliza menos combustible, le siguen el ecofogón, Justa y ONIL. La mayor velocidad de la estufa Incawasi se debe seguramente a que el recipiente se coloca directamente al fuego; en el caso de las estufas Ecofogón, ONIL y Justa el consumo es similar y puede asumirse que es por la plancha de metal, aunque la estufa ONIL tiene anillos o aros que pueden quitarse para que el recipiente esté en contacto directo con el fuego (Gráfica 1).

En el caso del tiempo para hervir cinco litros de agua, la estufa que requiere menos tiempo es la Patsari con 39.7 minutos, seguida de la ONIL con 50.7 minutos. Posteriormente le siguen la Incawasi y la Justa 2 x 3 y la Justa tradicional (Gráfica 1).

Las emisiones de todas las estufas para PM y CO están dentro del límite recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (US EPA) (Cuadro 3 y 4).

El ahorro de leña oscila entre 55% y 67% (Cuadro 5)

Como ya se mencionó, es necesario, además de las pruebas de laboratorio, realizar pruebas en campo para verificar el correcto funcionamiento de la tecnología y por supuesto para asegurar la reducción del consumo de leña, la disminución del impacto ambiental, los beneficios a la salud familiar, la mitigación de gases de efecto invernadero y el mejoramiento de la calidad de vida de las familias.

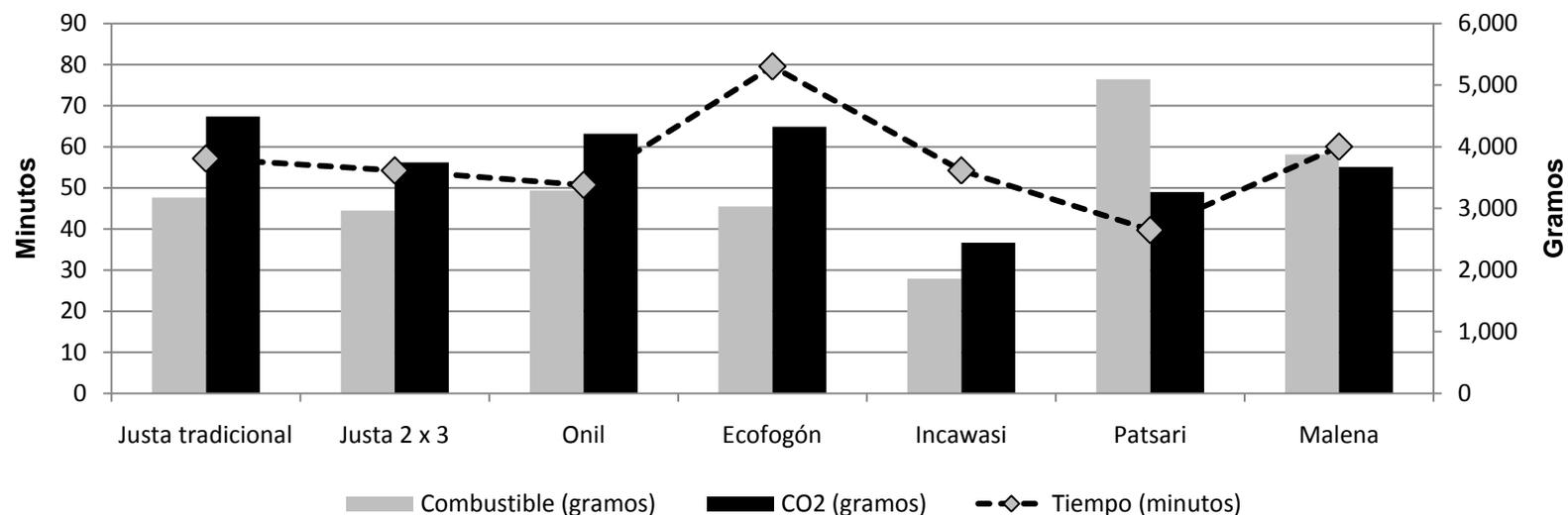
Cuadro 1. Resultados de la Prueba de Ebullición de Agua

Indicadores	Unidad	Justa tradicional	Justa 2 x 3	Onil	Ecofogón	Inkawasi	Patsari	Malena
Combustible	g	3,176.0	2,962.2	3,291.8 1002*	3,033.5	1,860.0	5,092.5 1187*	3,874.1
CO	g	56.5	37.8	28.6	38.1	21.7	252.3	42.0
PM (1500)	mg	8,270.7	5,656.5	2,377.3	4,297.2	4,228.1	34,236.3	7,550.0
Energía	kJ	58,483.0	54,546.0	60,616.0	55,860.0	34,249.0	93,773.0	71,338.0
Tiempo	min	57.1	54.2	50.7 39*	79.5	54.2	39.7 34*	60.0
CO2	g	4,488.7	3,745.3	4,207.8	4,324.9	2,444.5	3,262.5	3,669.7

Fuente: Centro de Certificación de Estufas Mejoradas Zamorano (Zamorano, 2009).

* Instituto Nacional de Ecología de México (INE, 2009)

Gráfica 1. Consumo de leña, tiempo y emisiones de CO2 en Prueba de Ebullición de Agua



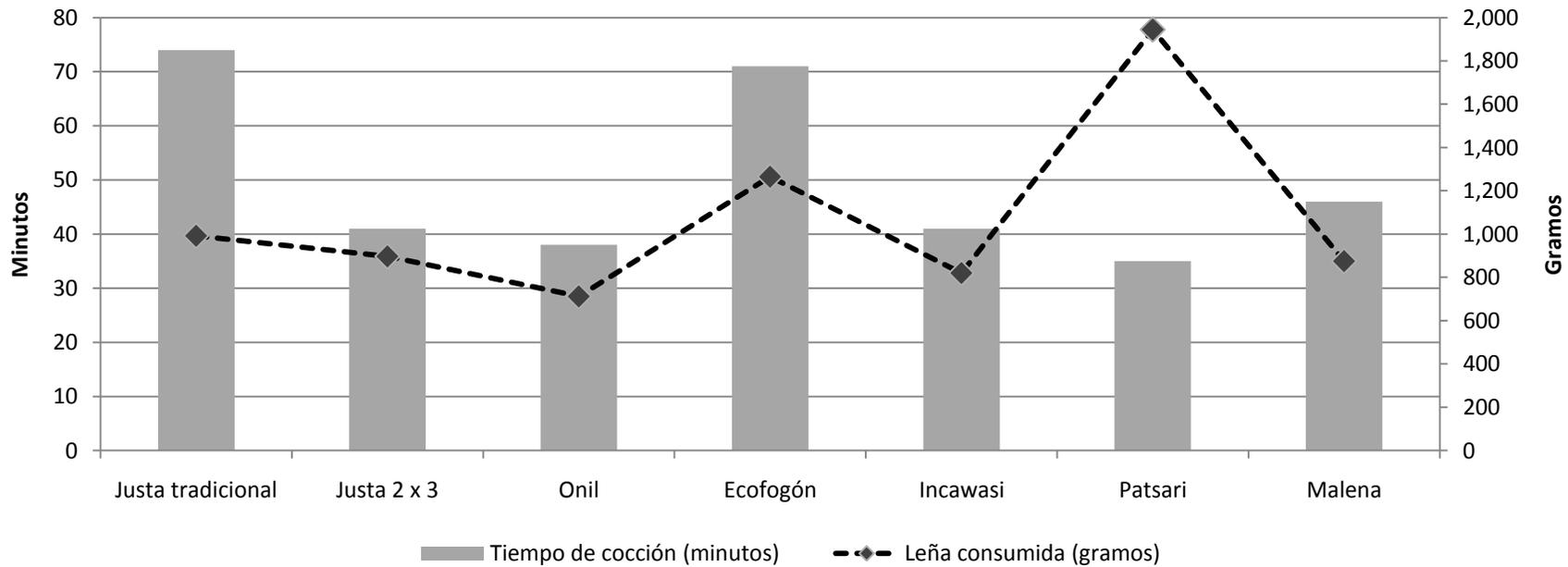
Fuente: Elaboración propia a partir de Zamorano (2009).

Cuadro 2. Resultados de la Prueba de Cocinado Controlado

Indicadores	Unidad	Justa tradicional	Justa 2 x 3	Onil	Ecofogón	Incawasi	Patsari	Malena
Tiempo de cocción	min	74.0	41.0	38.0	71.0	41.0	35.0	46.0
Leña consumida	g	992.0	897.0	712.0	1,265.0	820.0	1,945.0	875.0
Peso de ceniza	g	46.0	102.0	59.0	34.0	50.0	175.0	95.0

Fuente: Zamorano, 2009.

Gráfica 2. Consumo de leña y tiempo en la Prueba de Cocinado Controlado



Fuente: Elaboración propia a partir de Zamorano (2009).

Cuadro 3. Emisiones de PM

MODELO	PM (µg/m3)	Tiempo de exposición (min)	Límite de exposición*	Tiempo límite de exposición*	Evaluación
Justa tradicional	114	60	150	24	Dentro de los límites
Justa 2x3	77	44			Dentro de los límites
Ecofogón	76	01:14			Dentro de los límites
Onil	53	44			Dentro de los límites
Inkawuasi	182	45			Excede los límites
Patsari	40	39			Dentro de los límites
Malena	1932	52			Excede los límites

Fuente: Zamorano, 2009.

Cuadro 4. Emisiones de CO

MODELO	CO (ppm)	CO (µg/m3)	Tiempo de exposición (min)	Límite de exposición*	Tiempo límite de exposición*	Evaluación
Justa tradicional	0.2	229.8	60	30000	1	Dentro de los límites
Justa 2x3	0.2	229.8	44	30000	1	Dentro de los límites
Ecofogón	0.1	114.9	01:14	10000	8	Dentro de los límites
Onil	0.4	459.7	44	30000	1	Dentro de los límites
Inkawuasi	2.2	2528.4	45	30000	1	Dentro de los límites
Patsari	0.3	344.7	39	30000	1	Dentro de los límites
Malena	1.5	1723.9	52	30000	1	Dentro de los límites

Fuente: Zamorano, 2009.

Cuadro 5. Ahorro de leña

Concepto	Fogón	Justa	Justa 2 x 3	ONIL
Consumo de madera húmeda	27.6	12.2	9.3	9.2
Ahorro (porcentaje)		55.8%	66.3%	66.7%

Fuente: Elaboración propia a partir de Zamorano, 2009.