



ASOCIACIÓN PARA EL FOMENTO DENDROENERGÉTICO

Informe Final

Estudio Validación del Ecofogón “Justa”

Responsables:
Arnulfo Cruz Guerrero
Consultor Especialista en Dendroenergía

Carlos Humberto Sandoval
Revisión y Análisis estadístico

Tegucigalpa M. D. C. 12 de Diciembre de 2007

Resumen

En este informe se presentan los resultados del estudio Validación del Prototipo de una ecoestufa en el Departamento de Olancho, realizado con 15 familias seleccionadas de las aldeas de Santa Rita, La Sosa – El Coyote y Flor del Café, ubicadas a unos pocos kilómetros de la Ciudad de Catacamas, Olancho. El objetivo del estudio es “Contribuir al mejoramiento de la eficiencia en el uso de leña, mediante la validación del modelo de ecofogón “Justa”, que utiliza la combustión “Rocket” o cohete. El estudio forma parte del convenio suscrito entre la Asociación para el Fomento Dendroenergético, PROLEÑA, y el proyecto FORCUENCAS, de conformidad con los respectivos términos de referencia.

Como resultado, se logró la participación de 15 familias seleccionadas, quienes participaron en todo el proceso, realizado mediante seis visitas de campo en las cuales se seleccionó las 15 familias de tres comunidades, se explicó y concertó el proceso, se realizó una gira educativa a varias comunidades de los municipios de San Francisco de la Paz y Gualaco para conocer experiencias relacionadas con el uso de fogones tradicionales, mejorados y ecofogones. Seguidamente se realizó una encuesta sobre aspectos socioeconómicos y caracterización de los fogones existentes, se evaluó al azar la eficiencia de 10 de los 15 fogones existentes, luego se capacitó a los colaboradores y se construyeron los 15 ecofogones, de los cuales se evaluó (al azar) 10 para comparar su eficiencia y otros aspectos incluidos en el proceso de validación con los fogones tradicionales. Al finalizar las pruebas se hizo un análisis estadístico para conocer los resultados y fortalecer el análisis.

En la primera prueba de eficiencia realizada, la cual consiste en hervir cuatro litros de agua en una olla de zinc galvanizado calibre 28, los fogones tradicionales y mejorados existentes consumieron un promedio de 3.547 Kilogramos de leña en 52 minutos (iniciando la tarea con un fogón frío), mientras que con el fuego caliente (segunda prueba) el consumo de leña se redujo a 2.465 kg en 37 minutos.

En los ecofogones se realizó la misma prueba, los cuales consumieron únicamente 1.035 kg en 39.4 minutos con el fuego frío, mientras que con el fuego caliente el gasto se redujo a 0.741 kg en 31.1 minutos. Lo anterior indica que los ecofogones, apenas usaron 24.7 gramos de leña por minuto (+/- 3.22), en comparación con los fogones tradicionales y mejorados evaluados que gastaron un promedio de 65.8 (+/- 14.52) gramos por minuto. El consumo de leña de los ecofogones representa apenas el 37.5% de la leña utilizada por los fogones tradicionales y mejorados sustituidos, lo cual se traduce en un ahorro promedio del 62.5%.

El estudio confirmó variaciones grandes en términos de eficiencia de los fogones tradicionales y mejorados, mientras que en los ecofogones tales variaciones son pequeñas, a pesar que en algunos casos se presentaron problemas debido a la alta humedad de la leña disponible. Las diferencias en cuanto a la eficiencia de los ecofogones en las pruebas 1 y 2 y en cuanto al tiempo de realizar la prueba no es significativa. Respecto al ahorro de leña la prueba de los ecofogones es concluyente y muy significativa, por lo que la inversión en la adquisición de un Ecofogón es altamente rentable, aún en las zonas rurales donde las familias generalmente no compran leña. Los resultados del presente estudio confirman que la tecnología de combustión de los ecofogones es superior a cualquier otra tecnología conocida en el área del estudio, por el ahorro significativo de leña y porque propicia una cocina saludable por la ausencia de humo, reduciendo el riesgo de infecciones respiratorias agudas en las familias rurales.

Introducción

Este informe presenta los resultados del estudio Validación del Ecofogón Justa, realizado en tres comunidades del municipio de Catacamas, Olancho, con el propósito de conocer el grado de aceptación de los ecofogones y las ventajas cuantitativas y cualitativas de la tecnología de combustión cohete¹, utilizada por los ecofogones. Durante el estudio se realizaron varias actividades que comprenden, entre otras, visitas a líderes de las tres comunidades seleccionadas por el Proyecto FORCUENCAS, selección de las familias participantes, organización de una gira de estudio a San Francisco de la Paz y Gualaco, mediciones precisas de eficiencia de los fogones existentes y los ecofogones, capacitación de los interesados en aspectos de construcción, uso y mantenimiento de ecofogones. Adicionalmente, se evaluaron otros aspectos relacionados con la calidad (seguridad en el uso, eliminación del humo en las cocinas, adaptación del ecofogón a las necesidades de los hogares rurales, estética y mejoramiento de las condiciones del hogar. Todo el proceso fue documentado mediante encuestas, hojas de registro de datos y fotografías a fin de lograr el objetivo del estudio.

El estudio forma parte del convenio suscrito entre la Asociación para el Fomento Dendroenergético (PROLEÑA) y el proyecto FORCUENCAS. Las pruebas de eficiencia se realizaron hirviendo 4 litros de agua en ollas de zinc galvanizado con diámetro de 22 cm y 20 cm de altura. La leña fue pesada en una báscula de reloj (Detecto). Para medir las temperaturas de los comales y chimeneas se utilizó un termómetro infrarrojo laser, un hidrotermómetro infrarrojo laser, un termómetro de reloj Reotemp, además de un cronometro, un reloj normal y tijeras para cortar metal, utilizadas en la instalación de la chimenea.

Las actividades de campo mencionadas fueron realizadas en un período de 10 semanas, iniciando el 2 de octubre con una reunión de trabajo en las oficinas de FORCUENCAS, Juticalpa y culminando el 2 de Diciembre de 2006, de conformidad con la metodología y el calendario de trabajo. Durante las primeras tres semanas se realizaron visitas de acercamiento con los líderes locales, inducción y selección de 5 familias de cada una de las tres comunidades seleccionadas: Santa Rita, La Sosa – Coyote y Flor del Café. La cuarta Semana se organizó y realizó una gira de estudio a El Ocotal en el municipio de San Francisco de la Paz y a San Buenaventura, Los Lirios y el Ocotal, Gualaco. Durante la quinta y sexta semanas se evaluaron 15 fogones tradicionales y se realizaron pruebas de eficiencia, al azar, en 10 de ellos. Durante la séptima semana se capacitó, en aspectos de construcción, uso y mantenimiento de ecofogones, a los miembros de las familias que participaron en el estudio y se construyeron los 15 ecofogones previstos. Inmediatamente después se iniciaron las pruebas de eficiencia de 10 ecofogones, distribuidos en las tres comunidades, con la participación de varios miembros de las familias involucradas en el proceso de validación, quienes prestaron toda su colaboración. En la novena semana se completaron las pruebas de eficiencia de los ecofogones y se realizó la evaluación final del proceso de validación, mediante la aplicación de una encuesta para comprobar el grado de aceptación de los ecofogones y determinar los demás aspectos cualitativos de la validación.

¹ La combustión “Rocket” o cohete, consiste en utilizar un quemador (de arcilla cocida) que regula la entrada de oxígeno, de acuerdo con la capacidad de la cámara de combustión de la leña, maximizando la eficiencia en el proceso. La combustión Rocket (fuego directo), permite alcanzar una eficiencia de hasta el 28%, lo que la hace muy atractiva ya sea en tareas del hogar o pequeñas microempresas rurales y peri urbanas o en procesos agroindustriales.

Antecedentes

En Honduras, el desarrollo de tecnologías de construcción de fogones se inició hace más de dos décadas y varias instituciones, organizaciones y proyectos han promovido diferentes tipos de fogones mejorados. A mediados de la década de los setentas, con la finalidad de diseñar un fogón de bajo costo para las familias rurales en Guatemala, se desarrolló el fogón LORENA, cuyas siglas significan "lodo" y "arena", materiales que se pueden encontrar prácticamente en todas las localidades del mundo. No obstante, con el paso de los años se fue comprobando que los fogones LORENA, aunque resultan fáciles de construir y de bajo costo, no favorecen una combustión eficiente y tienen muchas pérdidas de calor. Las investigaciones posteriores demostraron que la eficiencia de los fogones LORENA es inferior al 10%, por lo que se introdujeron varios tipos de fogones mejorados especialmente en Latinoamérica y África. En Guatemala, un estudio reciente² comprobó la existencia de más de 70 tipos diferentes de fogones tradicionales y mejorados.

En la década de los ochentas, El Proyecto de Tecnologías Rurales (PTR), ejecutado por el Centro de Desarrollo Industrial y el Manejo de los Recursos Naturales de la Cuenca del Río Choluteca, conocido más tarde como Proyecto Lupe, de las siglas en inglés "Land Use Productivity Enhancement", impulsaron tecnologías de fogones mejorados en varios departamentos del país. Posteriormente el Proyecto Trifinio, Lempira Sur y otros desarrollaron, en la década de los noventas, varios tipos de fogones mejorados, entre los cuales destacan el fogón Finlandia (fuego directo de tres hornillas) y un fogón construido sobre adobes, con dos laminas metálicas, una debajo de la cámara de combustión y otra arriba. La primera lámina sirve para calentar un pequeño horno sin puerta de unos 25 cm x 15 cm x 40 cm (ancho, alto y profundidad), de baja eficiencia ya que en observaciones se ha notado que no alcanza más de 100 centígrados.

Un grupo de mujeres de Jocomico (Zona Sur de Honduras), cerca de San Lorenzo, desde hace más de dos décadas han venido trabajando en la fabricación de piezas de barro cocido para la fabricación de fogones de cerámica. Inicialmente fabricaban las partes para fogones mejorados que incluían una pieza para la boca del fuego, tres hornillas y los conectores para las hornillas y una parte para ensamblar la chimenea.

La Asociación para el Fomento Dendroenergético, PROLEÑA, desde 1993 ha venido investigando y documentando experiencias de construcción y disseminación de fogones mejorados, iniciando con un modelo de LORENA mejorada, que incluía una chimenea de zinc galvanizado y un comal de hierro³.

En 1994 PROLEÑA capacitó a cuatro personas en el proyecto trifinio (Honduras, Guatemala y El Salvador), con la finalidad de disseminar los fogones mejorados del tipo Finlandia⁴, el cual consistía de una cámara de combustión alargada con tres hornos, para utilizarlos para cocinar con fuego directo, aunque se podían utilizar comales péquenos de unos 20 a 30 centímetros de diámetro para cocinar tortillas y otros menesteres.

² Actas de la Conferencia Energía y Género.2001, Antigua Guatemala

³ Comunicación personal sobre experiencias de construcción de fogones de PROLEÑA

⁴ Folleto promocional del modelo de fogón Finlandia (período 1994 a 1998)

A mediados de 1999 vinieron a Tegucigalpa tres voluntarios de la organización APROVECHO, del Estado de IDAHO, USA, con el propósito de impulsar la tecnología de combustión “Rocket” o cohete, la cual consiste en quemar la leña dentro de una cámara pequeña en forma de codo, construida de material refractario como arcilla cocida, el cual tiene una boca de unos 10 a 12 centímetros y un tubo de salida del mismo diámetro pero de 20 a 22 centímetros de altura. Las primeras pruebas de fogones utilizando de combustión “Rocket”, con la participación de representantes PROLEÑA y de la Asociación de Desarrollo Sostenible, ADEHESA, se realizaron en la Aldea de Suyapa, M. D. C., utilizando cohetes de acero inoxidable.

En la aldea de Suyapa, Tegucigalpa, se inició una nueva etapa de PROLEÑA, con la construcción del primer ecofogón, el cual fue bautizado con el nombre de fogón “JUSTA”⁵, en honor a la promotora estrella de fogones Doña Justa Núñez, Voluntaria de la Pastoral Social de Suyapa. Justa Núñez participó en todo el proceso de desarrollo del nuevo fogón, cuyas principales características son: utiliza la tecnología de combustión “Rocket” o Cohete y es construido sobre una base de adobes o bloques, donde se construye una cámara de combustión de 50 cm x 50 cm., dejando una mesa de unos 50 cm., para colocar la leña. En la parte frontal se instala el cohete y se cierra la pared frontal, luego se coloca ceniza alrededor como aislante, dejando una pulgada de salida para los gases calientes del cohete y en el otro extremo se ubica la chimenea (El primer comal o plancha de hierro utilizado era de 56 cm x 56 cm., y tres milímetros de espesor), la Chimenea se coloca en la parte posterior del fogón y se sellan las orillas del comal y la chimenea, con lodo, para evitar fugas de calor y entrada de aire.

Los primeros “cohetes” utilizados en las pruebas eran de acero, pero debido a que este no resiste las altas temperaturas, por la oxidación, se decidió fabricarlos de arcilla cocida en Jocomico (Zona Sur de Honduras). Posteriormente los cohetes se fabricaron en Yarumela, La Paz, La Unión y Concordia, Olancho⁶. No obstante, los cohetes duraban poco y se tenían que reemplazar a menudo (unas pocas semanas o meses) debido a que se presentaban quebraduras. Posteriormente las pruebas de laboratorio de APROVECHO demostraron que existe una tendencia bien marcada a quebraduras debido a que las piezas de arcilla se contraen cuando se calientan (contrario al hierro de los comales que se ensancha), por lo que las rajaduras microscópicas de las piezas se van ensanchando hasta quebrarse por completo. Por tal razón se modificó la tecnología de los cohetes.

Las partes de arcilla cocida para fabricar los cohetes o quemadores fueron diseñadas a principios de 2005, antes de iniciar un contrato de construcción de 660 ecofogones para el proyecto PRRAC Desarrollo Local – PROLEÑA⁷. Los quemadores consisten ahora de 6 piezas (dos con

⁵ Las dos principales ventajas del fogón “Justa” son: i) elimina completamente el humo de las cocinas, lo que da como resultado una cocina saludable y ii) se logra un ahorro significativo de leña, elevando la eficiencia hasta el 22% en los fogones de plancha y 28% con fuego directo, según los laboratorios de PROVECHO y la Universidad de Dayton Ohio, USA

⁶ En los años 2000 y 2001 FORESTA Consultores, mediante un acuerdo con PROLEÑA, capacito varios grupos afiliados al Fondo de Apoyo las Iniciativas Locales (FAIL) del proyecto PROLANCHO en Mangulile, La Unión, Salamá, Jano, Campamento y Guayape, logrando construir alrededor de 200 ecofogones, lo que permitió capacitar personas en la construcción de los quemadores de barro en La Unión y Juan Francisco, Concordia.

⁷ En 2005 mediante un contrato de PROLEÑA con el PRRAC Desarrollo Local, se construyeron 660 ecofogones en 42 comunidades de 14 municipios de los Departamentos de Francisco Morazán, El Paraíso y Olancho donde el PRRAC desarrollo proyectos de vivienda. En este proyecto mas del 97% de los interesados adoptaron el ecofogón justa y durante la evaluación final mas del 97% estaban utilizándolo en forma eficiente.

forma de “U” para el tubo de la boca, tres ligeramente curvas para la parte principal y una pieza más pequeña llamada lengua que sirve para permitir la entrada de oxígeno. El tubo de la boca tiene unos 11 Cm de diámetro y el tubo de combustión tiene un diámetro similar.

1. Objetivo del estudio

“Contribuir al mejoramiento de la eficiencia en el uso de leña, mediante la validación del modelo de ecofogón “Justa” que utiliza la combustión cohete o “Rocket”

2. Hipótesis:

Los ecofogones “Justa” no solo son más eficientes en la utilización de la leña, sino que también reducen el riesgo de las enfermedades respiratorias agudas al eliminar completamente del interior de las cocinas el humo, producto de la combustión de la leña, propiciando cocinas saludables.

3. Metodología utilizada

La metodología utilizada incluye varios aspectos relacionados con la selección de las familias participantes, el proceso de inducción, una gira de estudio, la participación de las familias interesadas en las mediciones de eficiencia de sus fogones, la construcción y prueba de los ecofogones, género, documentación de la experiencia, etc. Las mediciones o pruebas de eficiencia se realizaron utilizando una olla de zinc galvanizado (sin tapadera) para hervir cuatro (4) litros de agua. También se realizaron mediciones de temperatura para conocer el comportamiento de los fogones tradicionales y compararlos con los ecofogones. Para hacer las pruebas de eficiencia energética se acordó, con los colaboradores o beneficiarios, utilizar la leña disponible en cada comunidad, sin clasificar las especies, ni controlar el contenido de humedad, lo cual si bien es un factor importante en la eficiencia, no era apropiado y llevaría a introducir dos elementos nuevos para ellos.

Desarrollo de las capacidades locales. Un aspecto fundamental de validación es la referida a transferir a los colaboradores seleccionados los fundamentos sobre la construcción, uso y funcionamiento de los ecofogones. En este aspecto se abordaron antes, durante y después de la construcción, los siguientes aspectos: eficiencia en el consumo de leña y la cocción de los alimentos, impacto del humo sobre la salud humana, impactos en el medio ambiente local y el entorno global, seguridad en el uso del ecofogón, estética e impacto económico en el corto, mediano y largo plazo

Intercambio horizontal. Durante todo el proceso de adopción, construcción y uso de los ecofogones, los colaboradores tuvieron la oportunidad de participar como colaboradores, no como espectadores, aportando sus opiniones y tomando las decisiones respecto a como construir el ecofogón, que leña utilizar y demás aspectos mencionados en este reporte.

Adaptación a las condiciones locales. Los colaboradores, no solo aportaron los materiales locales: base de adobes, bloques o madera, tierra y agua para hacer lodo y ceniza, sino que participaron en las decisiones sobre el tipo de comal a utilizar, donde ubicar el ecofogón (en 12 de los casos se construyó sobre la base del fogón existente, mientras que tres fueron construidos en un lugar distinto). La capacitación se realizó de conformidad con la metodología participativa de PROLEÑA, donde se enseña “haciendo” mediante tres pasos básicos. 1° paso: el facilitador dice y hace, 2° paso: el facilitador dice y el colaborador hace y 3° paso: el colaborador dice y hace cuando ya ha aprendido a construir el ecofogón.

Diseño, estadístico y muestreo. Para la medición de variables de eficiencia y demás aspectos de la validación se utilizó una metodología participativa con consideraciones de género, transparencia, y fortalecimiento de la capacidad local de gestión. La muestra se compone de 15 fogones tradicionales y mejorados existentes antes de la sustitución por ecofogones.

Documentación de las experiencias obtenidas (incluyendo fotos)

Se aplicó una encuesta socioeconómica a todos los colaboradores y se obtuvo información detallada de los fogones tradicionales y mejorados existentes, incluyendo fotografías digitales. También se elaboraron boletas de registro de datos para las pruebas de eficiencia de los fogones, luego se elaboró y aplicó una boleta de evaluación final para efectos de conocer la opinión de todos los colaboradores respecto a los diferentes aspectos del de la validación del Ecofogón.



Fogón mejorado de Francisco Obdulio Miriam Álvarez, La Sosa, Catacamas (mejorado y raro)



Fogón de María del Carmen Cáliz Rodríguez y Santa Rita, Catacamas (fuego directo) (tradicional poco común)

Pruebas de eficiencia energética. Para realizar las pruebas de eficiencia se seleccionaron al azar 10 fogones tradicionales y 10 ecofogones. La decisión de usar dos pruebas, la primera con el fuego apagado y la segunda con el fuego ya caliente, se tomó, debido a que lo anterior contribuye a disminuir el error de estimación del consumo de leña, aumentando la precisión de la medición de eficiencia.

La prueba de eficiencia, tanto de los fogones existentes como de los ecofogones, se realizó hirviendo cuatro litros de agua en una olla de zinc galvanizado, sin tapadera. Debido a

limitaciones encontradas para uniformar el tipo de leña⁸ durante las primeras pruebas, se acordó, conjuntamente con los colaboradores, utilizar las especies más comunes de cada lugar, aún cuando en algunos casos el contenido de humedad fue relativamente alto⁹, al grado que en las primeras 10 pruebas de eficiencia de los fogones existentes 5 fogones se apagaron. Durante las pruebas de eficiencia de los ecofogones se tuvieron similares problemas (en 7 pruebas se apagaron, por lo que 2 pruebas fueron descartadas por pérdida excesiva de tiempo).

Prueba de eficiencia del fogón de Edwin F. Meza y Kenia Karina Sánchez, El Coyote, Catacamas, la cual consistió en hervir cuatro litros de agua en una olla de zinc alvanizado, para medir el gasto de leña y el tiempo requerido, iniciando con el fuego caliente.



Capacitación. Siendo la capacitación la parte más importante del proceso de validación, se procuró que la transferencia de la tecnología se hiciera por partes, logrando que los colaboradores conocieran paso a paso los fundamentos técnicos de la combustión, las razones por las que los ecofogones ahorran leña y eliminan el humo de las cocinas; se les explicó, además, que existen otros tipos de fogones, con horno y sin horno, ecofogones que no usan comal (fuego directo) y otros aspectos relacionados con la tecnología “Rocket” o cohete. En los talleres de capacitación se procuró cubrir todos los aspectos de la metodología de enseñar haciendo, con el contenido siguiente: i. Conceptos y principios básicos: combustión, eficiencia energética, economía, ecología, sostenibilidad, reposición forestal, etc. ii. Fundamentos de la combustión cohete, origen del ecofogón; iii. Construcción y uso del ecofogón iv. Mantenimiento del ecofogón; v. Evaluación

Durante las primeras pruebas de eficiencia de los ecofogones se realizaron pruebas de funcionamiento de protectores de chimenea¹⁰ contruidos de malla metálica galvanizada con lo cual

⁸ En la reunión previa a las pruebas se acordó utilizar una sola especie de leña en cada comunidad (roble en Santa Rita, café en Flor del Café y carbón en a Sosa – Coyote). Al momento de iniciar las pruebas no fue posible que todos los interesados obtuvieron buena leña de las especies acordadas, por lo que se decidió usar la leña disponible en cada lugar y no considerar las variaciones tanto del poder calórico de cada especie como por contenido de humedad, aunque consideramos que dicha variación no es significativa.

⁹ La calidad de la leña, especialmente respecto al contenido calórico y la humedad, es la variable más sensible. A pesar que en este caso se utilizó leña de varias especies, con bastante contenido de humedad, de acuerdo a las condiciones locales, se logró demostrar a los colaboradores las ventajas y desventajas de los ecofogones.

¹⁰ En las chimeneas de zinc es normal encontrar temperaturas de 150 a 200 centígrados, mientras que en las chimeneas de MaxAlúm, las temperaturas máximas son de 100 a 150 centígrados.

se reduce las temperaturas a menos de 60 grados centígrados, eliminando el riesgo de quemaduras al tocar la chimenea.

4. Descripción del proceso de validación

➤ Revisión de información relacionada con el estudio

Se revisó varias fuentes de información relacionada con el estudio, en especial otros estudios similares realizados por PROLEÑA - Nicaragua y Universidad Nacional de Nicaragua¹¹, los laboratorios de APROVECHO en IDAHO y la Universidad de Dayton Ohio, USA y los proyectos realizados por PROLEÑA.¹²

En los últimos siete años PROLEÑA ha revisado una gran cantidad de documentos de referencia que incluyen desde aspectos técnicos de materiales para los quemadores hasta pruebas de eficiencia de fogones de diferente tipo, incluyendo los justa, ecofogones con horno, “cohetes” (fuego directo) y otros estudios relacionados con la eficiencia en la operación de los ecofogones (ej: aumento de la eficiencia energética del 5% aproximadamente debido a la utilización de la lengua, lo que permite la entrada de oxígeno al quemador).

➤ Primera visita de promoción a los tres grupos preseleccionados

En la primera visita se realizó una reunión de trabajo con funcionarios de FORCUENCAS: Peter Hughes Hallett, Jefe de Asistencia Técnica Internacional, Javier Ramos, Coordinador del Proyecto en Olancho y Ventura Zelaya, Coordinador de actividades, con el propósito de discutir aspectos técnicos y establecer una adecuada coordinación.

Seguidamente, con la participación del contraparte asignado por FORCUENCAS, Ventura Zelaya, se contactaron varios líderes locales (Edgardo Navarro Flores, José Álvaro Paz de El Coyote, Obdulio Rodríguez y otros de La Sosa), con el propósito de concertar una reunión con los interesados en participar en el estudio.¹³ En esta ocasión se realizó la primera entrevista y acercamiento con los dirigentes y personas interesadas en participar en el estudio, con el propósito de explicar los objetivos, definir las responsabilidades de PROLEÑA, como organización encargada de dirigir el estudio, el rol de FORCUENCAS, como contratante del estudio, y definir las responsabilidades de los participantes / colaboradores, como parte muy

¹¹ Las pruebas de eficiencia de los ecofogones en comparación con fogones mejorados en la periferia de Managua demostraron un ahorro significativo de leña de aproximadamente el 45%.

¹² De acuerdo con los técnicos de PROVECHO y el Dr. Larry Winiarski (propulsor de dicha tecnología), la eficiencia en el uso de leña para los ecofogones de plancha (como el Justa) es de alrededor del 22%, mientras que la eficiencia de los fogones “Rocket” (fuego directo) es de alrededor del 28%.

¹³ En esta ocasión solo se habían seleccionado las comunidades de La Sosa – El Coyote y Santa Rita, ya que una tercera aldea (Los Ángeles, Paulaya) localizada al Este de Catacamas, no ofrecía buenas condiciones, debido al mal estado de la carretera y lo inaccesible.

importante para proporcionar información sobre sus fogones, participar en una gira de estudio a Gualaco, ayudar en las pruebas de eficiencia de los fogones existentes y los nuevos ecofogones que habrían de construir y su aporte en tiempo, materiales locales y su participación en el estudio, hasta la presentación del mismo a las autoridades locales e interesados de sus mismas comunidades.

➤ **Diseño de formularios para recopilar información**

Con el propósito de obtener información socioeconómica de las familias que colaboraron con el estudio y registrar los parámetros de las mediciones de eficiencia y el proceso de validación, se elaboraron tres boletas 1) para obtener información sobre las principales características de los fogones tradicionales existentes en los hogares de las 15 familias que participan en el estudio, lo mismo que algunos aspectos socioeconómicos de las familias: vivienda, educación, salud e ingresos. 2) para registrar los datos de las mediciones de eficiencia de los fogones tradicionales y los ecofogones y 3) para evaluar el grado de aceptación de los ecofogones durante la visita final realizada el 1 y 2 de diciembre.

➤ **Reunión informativa (entrevistas con beneficiarios y líderes locales (selección de participantes en los tres sitios))**

En la segunda visita, se define con FORCUENCAS las tres comunidades seleccionadas para participar en el estudio: Santa Rita, La Sosa – El Coyote y Flor del Café.

La escogencia se realizó con el deseo de contar con tres realidades diferentes:

- o Santa Rita: área peri-urbana
- o La Sosa- Coyote: área agrícola rural
- o Flor de Café: área con masas boscosas

Seguidamente se realizaron reuniones con los interesados de las tres comunidades y se preseleccionó las familias que participarían en el estudio, se explicó la metodología y las actividades, incluyendo la realización de una gira de estudio al municipio de Gualaco, Olancho para conocer experiencias de diferentes tipos de fogones tradicionales, mejorados y el ecofogón Justa.

También se explicó el cronograma y el proceso de validación, iniciando el levantamiento de datos de la encuesta sobre tipo de fogón existente, características de la familia y otros datos relevantes para el estudio. En esta visita se definió y concertó la fecha de la gira de estudio y el proceso de adopción y validación de los diferentes tipos de ecofogones propuestos

➤ **Concertación con los tres grupos, en la fecha de la gira de estudio**

En la tercera visita, se discutieron las orientaciones sobre el estudio, se dialogó con los interesados sobre los aspectos técnicos de los fogones tradicionales y se llenaron las 15 boletas de encuesta diseñadas para obtener la información básica sobre caracterización de los fogones existentes y aspectos socioeconómicos de las familias que participan en el estudio (Anexo 4).

También se definieron roles de los participantes y los facilitadores, se dialogó sobre la importancia de la gira de estudio y sobre los aspectos técnicos de los ecofogones, se hicieron demostraciones de cómo se construye un ecofogón.

➤ **Visita preparatoria para organizar la gira de estudio a tres comunidades de Gualaco**

En la cuarta visita, se organizó la gira de estudio y se realizó una segunda reunión con funcionarios de FORCUENCAS, en Juticalpa, con el propósito de definir algunos aspectos relacionados con el estudio. En especial se definió la utilización del comal redondo de 24 pulgadas de diámetro para las familias que lo desearan, en sustitución del comal rectangular de 22"X17.5", la inclusión de protectores contra quemaduras en los ecofogones, validación del cierre de chimenea y deshollinador. En esta reunión de trabajo con funcionarios de FORCUENCAS, participaron: Adrian Voguel, Javier Ramos y Ventura Zelaya, el Coordinador del estudio por parte de PROLEÑA, Ing. Luis F. Valle, Roman W. De las Heras, asistente técnico del estudio.

El Miércoles 25 de octubre se visitó El Ocotal, San Francisco de la Paz para hacer preparativos de los lugares a visitar en la gira de estudio programada para el viernes 27 de octubre. Luego se visitaron las tres comunidades para confirmar los arreglos de transporte, la hora de salida de cada comunidad y el plan de la gira que se inicia en el Parque central de Catacamas a las 7:00 a.m., con una breve presentación de los asistentes, los facilitadores y funcionarios de FORCUENCAS.

➤ **Gira de estudio, a San Francisco de la Paz y Gualaco**

El jueves 26 de octubre se definió con FORCUENCAS el programa, itinerario y objetivos de la gira de estudio a los municipios de San Francisco de la Paz y Gualaco, se hicieron los arreglos de transporte y alimentación y se confirmó las visitas a las comunidades seleccionadas.



Fogón mejorado de María Hilda Izaguirre en Flor Del Café Catacamas. Este resultó ser el mejor fogón de comal, en términos de eficiencia.

Observaciones sobre la gira de estudio

La gira se inició en el parque central de Catacamas, a las 8:00 a.m., después de una breve presentación de los participantes y una explicación del propósito de la gira junto con algunas recomendaciones de que aspectos deberían observar en los lugares visitados.

A las 9:30 aproximadamente arribamos a el Ocotal, San Francisco de la Paz, donde los participantes, recibieron una breve explicación de la evolución de los fogones en Honduras (fogones abiertos o tres piedras, como el que aún usan en la Mosquitia, fogones tradicionales de hornillas o planchas sin chimeneas, fogones mejorados de plancha con chimenea, incluyendo los diferentes tipos de LORENA y el Finlandia, hasta llegar al Ecofogón, especialmente el tipo “Justa”. Antes de iniciar la primera visita, se les mostró a los participantes en la gira y a las personas presentes de El Ocotal el tipo de comales de 3 MM (1/8”) de espesor utilizados por PROLEÑA: comal rectangular típico del ecofogón “Justa” y el comal redondo más conocido como “tortillero”.

Seguidamente observaron el primer fogón de Doña Juana Meza, el cual se caracteriza por tener tres hurones, no tiene plancha o comales ni chimenea, por lo que produce bastante humo, con las implicaciones y riesgo para la salud por efecto de las infecciones respiratorias agudas.

De acuerdo con el programa, luego observamos el fogón de Maritza Guifarro, caracterizado por tener una chimenea de aluminio de un solo tubo, con diámetro de unas 4 pulgadas, pudiendo notarse que el comal esta atravesado y que por tener una boca grande produce bastante humo y hollín en la cocina.

Atendiendo invitación espontánea de una hermana de Juana Meza (María) visitamos su vivienda, donde nos mostró una versión de un fogón de plancha redonda (tapadera de barril de 23 pulgadas de diámetro), con chimenea de tubo de aluminio (similar al de la Maritza Guifarro), construido por ella misma en una mesa pequeña de adobe.

Los participantes en la gira de estudio pudimos hacer preguntas a las propietarias de los fogones sobre diferentes aspectos relacionados con el consumo de leña, especies de leña utilizadas, limpieza de las cocinas, etc.

A las 10:00 aproximadamente salimos hacia San Buenaventura Gualaco, donde nos esperaba el señor Felix Raúl Sánchez (para-técnico de ecofogones), para mostrarnos los resultados del proyecto GTZ / PRORENA – EnDev / PROLEÑA, quienes han introducido el ecofogón “Justa”, con éxito, en varias comunidades del Valle de Agalta. El primer ecofogón observado es el de Paula María, en los Lirios, el cual fue construido a mediados de 2006, tiene una mesa bien grande repellada y pintada de Azul. Seguidamente observamos el ecofogón de Doña María, construido en una base donde antes existía un fogón mejorado de doble lamina de hierro con horno en la parte inferior de la base y finalmente visitamos un ecofogón construido en una base pequeña, en este caso se permitió a los visitantes remover el comal para que pudieran observar como se construye el quemador y se coloca la ceniza.

Los visitantes pudieron conversar con las señoras, quienes gustosamente accedieron a mostrar sus ecofogones y compartir su experiencia con nosotros, destacando principalmente los aspectos relacionados con el ahorro de leña, la limpieza en las cocinas (sin humo). Los visitantes pudimos observar que los ecofogones mostrados fueron construidos en bases de diferentes materiales y tamaños, todos diseñados y construidos para la satisfacción de las usuarias.

El finalizar las visitas a las 2:00 p.m. aproximadamente, disfrutamos de un almuerzo preparado por la familia de Felix Raúl Sánchez, el cual fue cocinado por su esposa en su ecofogón.

Antes de despedirnos de nuestro anfitrión Raúl Sánchez, sostuvimos una plenaria para analizar las diferentes experiencias respecto a los fogones que habíamos visto, concluyendo que la experiencia del Valle de Agalta es muy rica e interesante, lo que permitió que las familias beneficiadas por el estudio de FORCUENCAS comenzaran a pensar que tipo de ecofogón desean construir y probar durante la fase de mediciones la eficiencia y otros aspectos contemplados en la validación.

El regreso a nuestros hogares se inició aproximadamente a las 3:00 p.m., llegando los grupos a sus hogares aproximadamente a las 5:30 p.m.

En la programación, arreglos de transporte y gastos de alimentación participó directamente el Ing. Ventura Zelaya, el Coordinador de la oficina de Juticalpa, Javier Ramos y Adrian Vogel, Asesor Técnico Internacional, quienes contribuyeron al éxito de la gira de estudio realizada a El Ocotal, San Francisco de la Paz y las comunidades de San Buenaventura, Los Lirios, El Ocotal en el municipio de Gualaco el día viernes 27 de octubre.

➤ **Reuniones de análisis para que los participantes definan el ecofogón a adoptar**

En la quinta visita, realizada los días jueves y viernes 2 y 3 de noviembre se visitó nuevamente a los tres grupos y se realizaron reuniones de análisis de los resultados de la gira. Luego se definió con cada colaborador los aspectos relacionados con la construcción y uso de su ecofogón, materiales a utilizar, ubicación de cada ecofogón, programación de la capacitación y otros aspectos inherentes.

➤ **Mediciones puntuales de uso y consumo de leña en fogones existentes y ecofogones**

Tal y como se había programado con los interesados, en la quinta visita se realizaron pruebas de eficiencia de los fogones existentes, en las cuales todos los interesados participaron, aportando la leña y el tiempo para realizar cada prueba, que consistió en colocar 4 litros de agua en una olla de zinc galvanizado calibre 28, con unos 22 cm de diámetro y 20 cm de altura.

Cuadro 1. Resultados de las pruebas de eficiencia de los fogones existentes tradicionales en tres comunidades de Catacamas, Olancho, Honduras

Nombre	Prueba 1		Prueba 2		Eficiencia Gr./minuto	Observaciones
	Leña Gr.	Tiempo Minutos	Leña Gr.	Tiempo Minutos		
Santa Rita						
María del Carmen Cálix	872	33.0	661	25.0	26.4	Rango: 1 ; Leña: Roble (Fuego directo)
Ramona del C. Velásquez	2,502	43.0	2,124	35.5	58.9	Rango: 3 ; Roble
Cristobal Huete	8,399	107.0	-	-	78.5	Rango: 7 Roble
El Coyote						
Edmin Saúl Escobar	2,364	36.0	-	-	65.7	Rango: 4 ; Masica
Edwin Mejía	4,625	54.0	-	-	85.6	Rango: 9 ; Guanacaste
José Álvaro Paz	3,264	36.0	2,211	27.0	86.9	Rango: 10 ; Carbón
Flor del Café						
Vicenta Ramírez	-	-	3,802	47.5	80.0	Rango: 8 ; Masica
Maximina Ramirez	3,669	55.5	2,744	41.5	66.1	Rango: 5 ; Masica
Oscar Bu	4,781	65.5	3,249	44.5	73.0	Rango: 6 ; Masica
María Hilda Izaguirre	1,447	39.5	-	-	36.6	Rango: 2 ; Masica
Totales	31,923	469.5	14,791	221.0	657.7	
Promedio	3,547	52.2	2,465	36.8	65.8	

NOTA: El Rango clasifica los fogones según su eficiencia (del 1 al 10).

La prueba se realiza mediante los siguientes pasos: i) escoger y pesar y registrar en la ficha diseñada para tal propósito una cantidad de leña suficiente, ii) registrar la hora de inicio de la prueba (al encender el fuego y mantenerlo) hasta alcanzar el inicio de la ebullición (descrito como el momento cuando se forman pequeñas burbujas de agua en el fondo de la olla y éstas inician su ascenso a la superficie en forma casi continua); iii) Luego registrar el tiempo transcurrido; iv) pesar y estimar leña sobrante y anotarla. También se comprobó con los termómetros, en algunos casos, cuando el agua de la olla comenzaba a hervir y se registró la temperatura máxima alcanzada por los ecofogones a los 15 minutos de haber iniciado la prueba, con el propósito de tener un control.

➤ **Suministro de las partes necesarias para la construcción de 15 ecofogones**

Materiales suministrados para construcción de ecofogones:

15 planchas metálicas o comales (10 rectangulares de 45X56 Cm y 5 redondos D24" (61 Cm).
15 chimeneas de MaxAlúm de 10 Cm de diámetro y 2.75 Metros de largo (tres tubos + sombrero), con su respectivo cierre de chimenea (12 con cierre lateral y 3 con válvula interior)
15 protectores de chimenea, contruidos de malla de 1/2 pulgada de 30 X 45 Cm, para colocarla alrededor de la parte inferior de la chimenea.
15 juegos de piezas de barro cocido para construir los quemadores (6 piezas c/u)
15 limpiadores de chimeneas, contruidos con alambre inoxidable de 1.2 MM de grosor

➤ **Proceso de construcción, prueba y adopción de los 15 ecofogones**

Previo a la construcción de los ecofogones, se explicó a los interesados todos los aspectos relacionados con la construcción, uso y mantenimiento. La capacitación se realizó con dos equipos técnicos. Todos los colaboradores (5 miembros de cada comunidad) participaron en la capacitación, entregándoles además un manual sobre uso y construcción de ecofogones.

Durante el proceso de capacitación sólo se logró construir 14 de los 15 ecofogones, debido a que el señor Francisco Obdulio Rodríguez manifestó que no estaba listo para construir su Ecofogón ya que tenía planes de cambiarse de casa y no habían terminado de construir la cocina. Sin embargo, se comprometió a construirlo posteriormente, lo cual fue confirmado por teléfono después de la evaluación final del estudio.

En el cuadro 2 se muestra los resultados de las 10 pruebas de eficiencia de los ecofogones. También se realizaron 9 pruebas iniciando con el fogón encendido y 6 pruebas con el fogón caliente. Durante la primera prueba se utilizó aproximadamente 1.035 Kg de leña en un tiempo de 39.4 minutos, mientras que en la segunda prueba (con el fuego caliente) se redujo el consumo de leña a 0.741 Kg (71.6%) en 31.1 (78.9%).

Para efectos de controlar la temperatura del Ecofogón se decidió medir y registrar la temperatura máxima del comal a los 15 minutos de haber iniciado la prueba. Como puede observarse solo 4 ecofogones mantuvieron una temperatura máxima superior a los 400, pero 2 estuvieron debajo de los 200 grados, debido a exceso de humedad en la leña disponible, en esa oportunidad.

Cuadro 2. Resultados de las pruebas de eficiencia de ecofogones en tres comunidades de Catacamas, Olancho Honduras

Catacumas, Orancino Honduras							
Nombre	Temp. 15 min.	Prueba 1		Prueba 2		Eficiencia Gr/min.	Observaciones
		Leña Gr.	Tiempo Minutos	Leña Gr	Tiempo Minutos		
Santa Rita:							
Ramona Cáliz	209	986	30.0	576	22.0	26.1	Rango 7; Leña: Encino
María del Carmen Calix	514	738	29.0	-	-	25,4	Rango 6; Leña: Guayabillo
Erica Vélez	550+	701	35.7	718	35.5	19.9	Rango 2; Leña: Zapotillo
Santos Cristóbal Huete	116	1,322	38.0	834	24.0	34.6	Rango 10; Leña: Laurel
Flor del Café:							
Vicenta Ramírez	458	959	50.5	857	45.0	19.0	Rango 1; Leña: Esquías
Maximina Ramírez	254	851	40.0	-	-	23.0	Rango 4; Leña: Masica
María Hilda Isaguirre		0	0	823	37.0	22.1	Rango 3; Leña: Caulote
María del C. Hernández	510+	794	29.5	-	-	26.9	Rango 8; Leña:Guayabillo
El Coyote:							
José Álvaro Paz	230	1,362	54.0	-	-	25.3	Rango 5; Leña: Carbón
Edmin Raúl Escobar	196	1,606	48.0	636	23.0	27.8	Rango 9; Leña: Quebracho
Totales	3037	9,319	354.7	4,444	186.5	247.1	
Promedio	303.7	1.035	39.4	741	31.1	24.7	

NOTA: El Rango clasifica los ecofogones según su eficiencia (del 1 al 10).

➤ Informe de avance intermedio

A mediados del mes de noviembre se presentó un informe de avance conteniendo en forma escueta las actividades realizadas a la fecha y los resultados preliminares del estudio. En ese informe se presentaron los resultados preliminares de las mediciones de eficiencia, sin ningún análisis o explicación. Los comentarios del Proyecto FORCUENCAS a dicho informe y al borrador del informe final, presentado a mediados del mes de diciembre sirvieron para la redacción y presentación de este informe final

➤ Periodo de adaptación y validación del ecofogón

El período de adaptación y validación del ecofogón propiamente dicha se realizó del 10 de noviembre, fecha en que se finalizó la capacitación y construcción de los ecofogones y el 2 de diciembre cuando se realizó la última visita para verificar el grado de aceptación y demás aspectos que incluye la hoja de validación.

De conformidad con la ficha de evaluación aplicada a 13 de los colaboradores, los resultados son los siguientes:

1) **Eficiencia energética de los ecofogones:** Todos los colaboradores calificaron el ecofogón de muy bueno a excelente y aceptaron que al compararlo con su fogón anterior demostró ser más eficiente, como se establece en la hipótesis del estudio. Lo anterior concuerda con las pruebas de eficiencia donde el Ecofogón logró hacer las mismas tareas que los fogones sustituidos con apenas un 37.5% de la leña, logrando un ahorro del 62.5%.

2) **Eficiencia en el tiempo:** El 100% de los colaboradores que tenían fogones de comal, respondieron que los ecofogones son mejores y más rápidos para cocinar que los fogones que poseían antes, aunque algunos reconocieron que funcionan mucho mejor con leña seca, porque no se apagan. Solo una persona (maría del Carmen Cáliz, que tiene un fogón a fuego directo) respondió que la eficiencia en el tiempo es igual que su fogón (fuego directo). Lo anterior se confirma también con el estudio, donde los ecofogones fueron más eficientes, aunque la diferencia en eficiencia es menos significativa (76% del tiempo en la primera prueba y 85% en la segunda prueba); sin embargo, tres ecofogones superaron ligeramente la rapidez del fuego directo de María del Carmen Cáliz, lo cual es muy impresionante.

3) **Seguridad en el uso:** 93% de las personas encuestadas (o) reconoció que el ecofogón es mejor, en cuanto a seguridad. Una persona respondió que es igual al fogón tradicional existente, a pesar que tres personas (20%) reportaron quemaduras leves durante el período de la evaluación, debido al descuido ya que se colocaron protectores de malla en la parte baja de las chimeneas.

4) **Limpieza y Ausencia de humo en la cocina:** El 100% respondió afirmativamente que ahora no hay humo en la cocina, producto de la combustión de la leña. Lo anterior concuerda con un estudio realizado en Honduras por la Universidad de Colorado y otros, el que confirma que con el uso de los ecofogones se reduce a menos de una parte por millón la presencia de dióxido de carbono (CO₂), mientras que en los fogones sin chimenea esta cifra puede alcanzar hasta nueve partes por millón.¹⁴

5. **Estética del ecofogón:** El 100% de los entrevistados contestó que el ecofogón luce mejor que su viejo fogón y que ello les ha motivado a mejorar otros aspectos de la cocina

5) **Adaptación a las necesidades del hogar:** El 100% de los entrevistados contestó que el ecofogón se adapta bien a sus necesidades y al compararlo con su fogón anterior aceptaron que se adapta mejor.

6) **Satisfacción del producto:** El 100% de los participantes dijeron que están completamente satisfechos con su nuevo ecofogón.

7) **Mejoramiento de la estética de la cocina:** El 100% respondió que la cocina ahora luce mejor con el ecofogón

9) **Interés de otros vecinos en los ecofogones:** Todos los entrevistados manifestaron que han recibido visitas de familiares, amigos y vecinos y que varios de ellos tienen interés en adquirir un

¹⁴ Indoor Air Pollution and Respiratory Health among Honduran Women.

ecofogón. Varios incluso han solicitado el teléfono de PROLEÑA para obtener información, otros, han consultado directamente a los instructores en cada una de las comunidades visitadas.

10) Ante la Pregunta ¿Recomendaría a familiares, vecinos y amigos que compren un Ecofogón?: Todos respondieron afirmativamente, después de explicarles que el costo de los materiales para construir un Ecofogón es de aproximadamente L.800.00, considerando que los materiales principales (comal, chimenea y quemador) valen alrededor de L.600.00, los materiales locales (adobes, lodo y ceniza unos L.100.00 y la mano de obra calificada vale L.100.00.¹⁵

11) Problemas encontrados: cinco personas respondieron afirmativamente a la pregunta y mencionaron los siguientes problemas y soluciones: el comal redondo cuando se caliente tiende a torcer un poco. Solución: le han hecho un borde con lodo para evitar que se levante; alguien quebró la varilla del regulador o cierre de la chimenea, por lo que tuvieron que abrirla y dejarlo fijo, dos tuvieron que limpiar la chimenea porque se obstruyó debido al hollín y otro tuvo que revisar el comal y colocarlo nuevamente porque se había bajado y el fuego estaba “como ahogado”. Lo interesante es que en todos los casos lograron resolver el problema.

5. Discusión y Análisis de Resultados

Durante todo el proceso se siguió el cronograma de trabajo previsto, iniciando con las entrevistas a líderes de las tres comunidades seleccionadas, entrevistas con los interesados, reuniones de grupo para exponer los alcances del estudio y otros aspectos relacionados con la problemática dendroenergética, la planificación y realización de la gira de estudio para conocer otras experiencias, hasta culminar con la selección del tipo de comal¹⁶, la construcción de los ecofogones, las pruebas de eficiencia y la encuesta final de validación.

En el cuadro No. 1 se muestra los resultados de las 10 pruebas de eficiencia de los fogones tradicionales y mejorados que encontramos en las tres comunidades. En total se realizaron nueve pruebas iniciando con el fogón encendido y 6 pruebas con el fogón caliente. Para realizar la primera prueba se utilizó aproximadamente 3.5 kg de leña en un tiempo de 52 minutos, mientras que en la segunda prueba (con el fuego caliente) se redujo el consumo de leña a 2.5 kg (69.5%) en 37 minutos (69.5%) en el mismo orden, lo cual es lógico e indica que a los fogones tradicionales les toma unos 15 minutos alcanzar una buena temperatura.

Los ecofogones realizaron la misma prueba con 1.035 Kg en 39.4 minutos y 0.741 Kg en 31.1 minutos, respectivamente, lo cual se traduce en un consumo de alrededor del 37.5% de leña y por consiguiente un ahorro del 62.5% (cuadro 2). Lo anterior indica que los ecofogones, apenas usaron 24.7 gramos de leña por minuto (+/- 3.22), en comparación con los fogones tradicionales y mejorados evaluados que gastaron un promedio de 65.8 (+/- 14.52) gramos por minuto.

¹⁵ Los para técnicos entrenados por PROLEÑA, a través del Proyecto PRORENA en varios municipios vecinos cobran L100.00 por enseñar a otros como construir y usar un Ecofogón.

¹⁶ Inicialmente solo se previó la utilización del comal mediano de hierro de 1/8 de pulgada de espesor por 22 pulgadas de largo y 17.5 pulgadas de ancho, más conocido como tipo “Justa”. No obstante durante la primera reunión se sugirió dar a las familias participantes la opción de decidir sobre otro tipo de comal. Posteriormente se acordó incluir el comal redondo de 24 pulgadas de diámetro, el cual es 40 pulgadas cuadradas más grande.

Los ecofogones también fueron más eficientes en tiempo, ya que realizaron la primera prueba en menos de 40 minutos contra 52 minutos de los fogones tradicionales y mejorados, incluso tres ecofogones superaron el tiempo del único fuego directo existente de María del Carmen Cáliz, lo cual indica que el eco fogón para realizar dicha tarea superó constantemente en más de 100 grados centígrados la temperatura del fuego directo existente.¹⁷ Otro aspecto interesante es que los ecofogones tardaron menos tiempo en calentarse, ya que realizaron la primera prueba en 39.4 minutos mientras que en la segunda prueba el tiempo se redujo 31.1 minutos.

Si bien no fue posible controlar las variables relacionadas con la humedad de la leña y las especies, después de considerar las opciones con los colaboradores, se acordó utilizar las especies disponibles en cada comunidad y no controlar el contenido de humedad (sin secar al horno). La principal razón para esta decisión fue el razonamiento que la introducción de leña seca de una sola especie para todas las pruebas hubiera dificultado a las colaboradoras y colaboradores la comprensión de la problemática y la aceptación de los resultados. Las pruebas de eficiencia realizadas en los laboratorios, aunque pueden ser más precisas, no se adaptan a la realidad que viven los campesinos y a las condiciones locales.

En el cuadro 3 se presenta los resultados más importantes del estudio, el cual debe tomarse con las reservas del caso ya que se utilizaron pocas mediciones y las desviaciones estándares son muy grandes para cada parámetro monitoreado.

Cuadro 3. Resultados más importantes del estudio

	Fuego frío		Fuego caliente	
	Fogón tradicional	Eco-fogón	Fogón tradicional	Eco-fogón
Consumo de leña (Kg.)	3.547	1.035	2.465	0.741
Tiempo (min.)	52	39.4	37	31.1
Consumo de leña/minuto (Kg.)	0.068	0.026	0.067	0.024
Ahorro (eco-fogón vrs. Fogón tradicional)	61%		64%	

Nota: Este cuadro fue elaborado por el proyecto FORCUENCAS en base a los cuadro 1 y 2

Según la encuesta socioeconómica practicada el consumo de leña promedio es de 24.66 leños diarios (lo que equivale a unos 9,001 leños/año). Solo una persona en El Coyote reportó que compra leña en forma esporádica a L.1,00/leño, pero 8 personas respondieron que un leño cuesta L.1.00 (US\$1.00 = L19.8951). Partiendo de que un leño equivale a 0.5 kg, entonces el consumo diario es de 12.33 Kg/día (aproximadamente 4,500 kg/año)¹⁸, lo cual concuerda con las cifras de estudios realizados en las décadas de los 80's por la COHDEFOR con el apoyo del CATIE.

¹⁷ Durante las pruebas de eficiencia se noto que los comales registran diferencias de temperatura superiores a los 100 centígrados cuando se compara la temperatura de los comales de 3 MM en el interior del fogón y en la parte superior.

¹⁸ Según El Anuario Estadístico de la COHDEFOR y otras fuentes (como el Balance Energético de la SERNA), el consumo promedio de leña en Honduras es de aproximadamente 9.0 M³/familia/año.

Considerando, que con el ecofogón se puede ahorrar un 62.5% de la leña, entonces el ahorro anual de leña es de 5,625 leños (unos 2,812 Kg), que aún cuando se trata de leña recolectada, para efectos de análisis económico, tiene un valor de por lo menos 50% de la leña comprada (L.0.50/leño), equivalente a L.2, 812.00 Lempiras.

Por otra parte, el costo de un Ecofogón es de alrededor de L.800.00. Las partes: comal, chimenea y quemador valen unos L.600.00, la mano de obra local L.100.00 y los materiales locales (5 adobes, dos baldes de lodo y dos baldes de ceniza) L.100.00, considerando que no se reconstruye sobre la base existente. La experiencia, sin embargo, indica que un buen proyecto de sustitución de ecofogones debe considerar un componente importante de capacitación, administración y seguimiento, lo cual puede aumentar el costo hasta un 25 o 50%. La duración de un Ecofogón, con buen mantenimiento, es superior a cinco años.

Para efectos de validar el Ecofogón Justa, el estudio demostró, además del ahorro de leña, varios aspectos nuevos: La eficiencia en el tiempo de cocinar, por ejemplo, que siempre se ha puesto en duda, queda comprobada ya que se logró realizar la tarea (prueba de eficiencia) en menos tiempo (76% en la primera prueba y 85% en la segunda), incluyendo la seguridad, estética, eliminación del humo, y rentabilidad.

6. Conclusiones

- ☐ Las encuestas y las mediciones confirman que el eco-fogón es más eficiente respecto al uso de leña en comparación con el fogón tradicional.
- ☐ La leña ahorrada con el uso del eco-fogón tiene un valor de aproximadamente Lps. 2,800 (valor de leña recolectada localmente, ya que solamente 1 de las 15 familias la compra), mientras el costo de adquisición de un eco-fogón es Lps. 1,000 que tiene una vida útil mayor de 5 años. O sea, la inversión en un eco-fogón se logra recuperar en muy poco tiempo.
- ☐ El tiempo necesario para calentar el eco-fogón y por ende el agua/ comida es ligeramente menor que el fogón tradicional, lo que es reconocido y apreciado por las familias que participaron en el estudio.
- ☐ Aunque el eco-fogón es mas seguro en su uso, este aspecto podría ser mejorado mediante una buena ubicación en la cocina, una buena capacitación de las / los usuarios y colocando una manga de cemento o barro cocido alrededor de la parte baja de la chimenea
- ☐ Los participantes confirmaron que el eco-fogón no produce humo en la casa, producto de la combustión de la leña, lo cual elimina el riesgo de enfermedades respiratorias agudas.
- ☐ Hay un alto grado de aceptación (estética del fogón y de la cocina, adaptación a las necesidades del hogar) de parte de los participantes e interés demostrado de otros comuneros que quieren acceder a un eco-fogón.
- ☐ Todos los problemas encontrados en el uso y manejo del eco-fogón fueron solucionados por las familias participantes. Ello demuestra que un programa que pretenda promocionar eco-fogones tiene que incluir un fuerte componente de capacitación y seguimiento.

7. Recomendaciones

1. Divulgar los resultados del presente estudio, en especial a las municipalidades vecinas, instituciones gubernamentales y organizaciones de desarrollo vinculadas a la problemática dendroenergética, proyectos de desarrollo rural y otros sectores interesados.
2. Realizar estudios complementarios sobre eficiencia energética de los ecofogones, utilizando especies de uso local y regional y controlando la humedad de la leña, en diferentes regiones climáticas del país, con lo cual se lograría reducir la gran variación de la eficiencia entre los ecofogones, como sucedió con este estudio.
3. Analizar diferentes mecanismos de financiamiento, que se adapten a las condiciones de cada región o sub región, para impulsar los proyectos de construcción de ecofogones, en respuesta a la creciente demanda.
4. Dar prioridad en los proyectos de construcción de ecofogones a los aspectos de capacitación, ya que se ha demostrado en los diferentes proyectos de disseminación de la tecnología de los ecofogones que el principal problema radica en que las familias campesinas no guardan ni secan la leña, lo cual se traduce en gran ineficiencia.
5. Finalmente, un aspecto que debe merecer mayor atención es el de influenciar a través de los proyectos de disseminación de ecofogones “una cultura de reposición forestal” impulsando el cultivo de especies de rápido crecimiento especialmente para leña a fin de hacer sostenible la producción de leña y evitar la degradación ambiental.

Referencias

Actas de la Conferencia Energía y Género. 2001, antigua Guatemala

CATIE. 1994. El Árbol al Servicio del Agricultor. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural. Guía de Especies. Turrialba, Costa Rica.

CATIE. 1984. Especies para Leña. Arbustos y Árboles para la Producción de Energía. Turrialba, Costa Rica.

COHDEFOR. Anuario Estadístico de la COHDEFOR. Tegucigalpa, M. D. C.

Colorado State University y otros. 2006. Indoor Air Pollution and Respiratory Health among Honduran Women, Fort Collins, Colorado USA.

ESMAP. Banco Mundial y otros. 2001. Actas de la Conferencia Energía y Género. Antigua, Guatemala

Comunicación personal con representantes de APROVECHO y la Universidad de Dayton Ohio, USA, quienes visitaron Honduras y participaron en el desarrollo de los ecofogones.

FORESTA Consultores. 2001. Informes de Actividades del Programa Forestal del Proyecto PROLANCHO. Tegucigalpa, M. D. C., Honduras.

PROLEÑA. 1994. Actas del Primer Congreso Dendroenergético. Tegucigalpa, M. D. C., Honduras.

PROLEÑA. 1999. Folleto promocional del modelo de fogón “Justa”. Tegucigalpa, M. D. C., Honduras.

PROLEÑA. 1994. Folleto promocional del modelo de fogón Finlandia (período 1994 a 1998). Tegucigalpa, M. D. C., Honduras.

PROLEÑA. 2005. Informe Final del Proyecto Construcción de 660 Ecofogones en 14 Municipios de los Departamentos de Francisco Morazán, El Paraíso y Olancho, financiado por el Proyecto PRRAC Desarrollo Local. Tegucigalpa, M. D. C., Honduras.

SERNA. Balance Energético Nacional (Publicación anual)

Anexos:

1. Cronograma de Actividades
2. Formulario Encuesta para Validación del Ecofogón Justa
3. Hoja de toma de datos
4. Nombre e identidad de los colaboradores e información socioeconómica
5. Resumen del análisis estadístico: Comparación entre fogones tradicionales y ecofogones: sin calentamiento, con precalentamiento y consumo de leña.
6. Fotografías de las varias etapas del estudio

Anexo 1
Cronograma de actividades

Nº	ACTIVIDADES	SEMANAS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Revisión de información relacionada con el estudio	X P									
2	Primera visita de promoción a los 3 grupos preseleccionados	Xxx R									
3	Elaborar el diseño de estudio y formularios necesarios para ejecución estadísticamente confiable	Xxx	Xx R								
4	Reunión informativa (entrevistas con beneficiarios y líderes locales (selección de participantes en los 3 sitios))	Xxx R									
5	Concertar con los 3 grupos la fecha de la gira de estudio	X R									
6	Visita preparatoria para organizar la gira de estudio a 3 comunidades de Gualaco		Xxx R								
7	Realizar gira de estudio, a Gualaco			X R							
8	Realizar 3 reuniones de análisis para definir con los participantes el tipo de ecofogón a adoptar				Xxx P						
9	Definir con beneficiarios el proceso de adopción y construcción de los 15 ecofogones				Xx P						
10	Definición del un proceso de validación del ecofogón “justa”				Xxx P	Xxx P					
11	3 talleres de formación de usuarios y su entrenamiento para aplicación de encuestas				Xxx P	Xxx P					
12	Informe de avance intermedio						X				
13	Suministro de partes necesarias para construir 15 ecofogones				X	X					
14	Mediciones de uso y consumo de leña en fogones existentes y demás parámetros de la validación				X	X	Xxx	Xxx			
15	Documentación de las experiencias obtenidas (incluyendo fotos)	Xxx	Xxx	Xxx	Xxx	Xxx	Xxx	Xxx			
16	Análisis de resultados							XX	XX		
17	Taller de presentación de resultados de la evaluación									X	
18	Informe final										X

Anexo 2
Encuesta para Validación del Ecofogón Justa

Foto del fogón N° ()

Nombre: _____ Encuestador: _____
Lugar y fecha: _____ Ubicación de la vivienda: _____
Generales del / la beneficiario (a) N° de Identidad: _____
Estado civil: _____, Profesión u oficio: _____
Escolaridad: _____ N° de dependientes _____
Fuentes de ingreso: _____
Tipo de vivienda: Paredes: _____ piso: _____
Techo: _____ divisiones _____
Servicios básicos: agua: _____ Electricidad: _____ Letrina: _____
Teléfono: _____ N° de personas en la vivienda: _____
Ubicación de la cocina: _____ Dimensiones de la cocina: _____
Puertas: _____ Ventanas: _____, Tipo de fogón: _____
Costo: _____ Descripción del fogón: Base: _____
Boca: _____, Comal: _____, chimenea _____
Especies utilizadas para leña: _____,
Cantidad utilizada: Diaria () Semanal () Mensual ()
Adquisición: Recolectada () Comprada (), Precio por unidad: _____
Procedencia de la leña: _____ Otros tipos de estufa: _____
Utensilios de cocina: _____
Uso del fogón: Horas/día: _____, Presencia de humo: _____
Enfermedades (IRA) los últimos 12 meses o quemaduras: _____

Observaciones: _____

Para uso exclusivo del encuestador

Aspectos estéticos de la cocina	Hábitos de higiene observados

Anexo 3
ESTUDIO DE VALIDACIÓN PROLEÑA-FORCUENCAS.

HOJA DE TOMA DE DATOS.

COLABORADOR: _____

SITIO Y FECHA: _____

CARACTERÍSTICAS DEL FOGÓN: _____

LEÑA UTILIZADA: (N. Común / N. Científico) _____

MEDIDAS DE LA LEÑA: (Diámetro / Longitud) _____ / _____ Centímetros.

MEDICION DE LA EFICIENCIA:

PRUEBA N° 1: _____ C. H.: _____

PESO: (LBS.) _____
(Inicial) (Final) (Total húmedo) (Total seco)

HORA: (24:00) _____ / _____ / _____
(Inicial) (Final) TOTAL: _____ - _____
(Minutos – Según.)

TEMPERATURA: Máxima Comal (° C): _____ Máxima Chimenea (° C): _____

RESULTADOS: _____

PRUEBA N° 2: _____ C. H.: _____

PESO: (LBS.) _____
(Inicial) (Final) (Total húmedo) (Total seco)

HORA: (24:00) _____ / _____ / _____
(Inicial) (Final) TOTAL: _____ - _____
(Minutos – Según.)

TEMPERATURA: Máxima Comal (° C): _____ Máxima Chimenea (° C): _____

RESULTADOS: _____

Instrumentos utilizados: _____

Observaciones: _____

Evaluador: _____

Anexo 4
Nombre e identidad de los colaboradores e información socioeconómica
(FORCUENCAS – PROLEÑA)

1. Listado de los Colaboradores por Comunidad.

1.1. SANTA RITA; Catacamas.

Nº	Colaborador:	Identidad	Cónyuge:
1	Sandra Ramona Cáliz	1503198902036	José Vidal Escoto
2	Maria del Carmen Cáliz	1503196500764	Ramón Galeano
3	Santa Susana Mendoza	1503198401109	Soltera
4	Santos Cristóbal Huete	0606198000704	Maria Felicidad Hernández Gómez
5	Erika Yasenia Velez	1509198000018	Santos Vásquez Hernández

1.2. ; LA SOSA (1) – EL COYOTE (2), Catacamas.

Nº	Colaborador:		Cónyuge:
1	Rumualdo de Jesús Jiménez (1)	1503197000870	Silvia Yamileth Castro
2	José Álvaro Paz (2)	1503194900073	Juana Isidra Tejeda Meza
3	Francisco Obdulio Rodríguez (1)	1503196600574	Mirian Álvarez
4	Edmin Raul Escobar (2)	1503198600929	Dany Rosaura Mejía Meía
5	Edwin F. Meza Escobar (2)	1503197400636	Kenia Karina Sánchez

1.3. FLOR DE CAFÉ, Catacamas.

Nº	Colaborador:		Cónyuge:
1	Alejandrina Ramírez	11615195200076	Oscar Bu
2	Maria Hilda Izaguirre	1503195500187	Luis Alonso Bu Ortega
3	Vicenta Ramírez	0602197800342	Santos Vásquez
4	Maximina Ramírez	1503196600908	Madre Soltera
5	Maria del Carmen Hernández	1617197200173	Celestino Gómez

2. Detalles de los Colaboradores:

2.1. Ingreso anual promedio por familia: Lps. 23,360.00

2.2. Estado Civil:

2.2.1. Solteros: 47 %

2.2.2. Unión Libre: 6 %

2.2.3. Casados: 47 %

2.3. Escolaridad:

2.3.1. Ninguna: 20 %

2.3.2. Primaria incompleta: 20 %

2.3.3. Primaria completa: 33 %

2.3.4. Plan básico: 7 %

2.3.5. Secundaria incompleta: 7 %

2.3.1. Secundaria Completa: 13 %

2.4. Dependientes:

2.4.1. 3 o menos: 33 %

2.4.2. 4 o mas: 67 %

3. Información de la Cocina del Fogón:

3.1. Cocina:

3.1.1. Externa: 60 %

3.1.2. Interna: 40 %

3.2. Chimenea: El 53 % de los colaboradores poseen chimenea.

3.3. Costo del Fogón:

3.3.1. Lps. 250.00 o menos: 27 %

3.3.2. Mas de Lps. 250.00: 73 %

3.4. Presencia de humo:

3.4.1. Nada: 13 %

3.4.2. Poco: 27 %

3.4.3. Medio: 7 %

3.4.4. Mucho: 53 %

3.5. Estética general de la cocina y del fogón:

3.5.1. Precaria: 27 %

3.5.2. Normal: 46 %

3.5.3. Buena: 27 %

3.6. Hábitos de higiene:

3.6.1. Deficientes: 7 %

3.6.2. Normales: 33 %

3.6.3. Adecuados: 60 %

4. Uso del fogón:

4.1. Leños por día:

4.1.1. 10 o menos: 13 %

4.1.2. 10 - 20: 40 %

4.1.3. 20 - 30: 27 %

4.1.4. Mas de 30: 20 %

4.2. Especies utilizadas: Se reportaron 21 especies, siendo las de mayor frecuencia e importancia las siguientes: Caulote (*Guasuma ulmifolia*), Café (Cofea arabiga), Roble y Encino (Quercus sp.), Nance (Byrsonima crassifolia), Masica (desconocido), Zapotillo (Achras sapota), Guama o Guamo (Inga sp), Quebracho (Lysiloma sabicu) Carbón (Prosopis juliflora) y otras

4.3. Horas de uso por día:

4.2.1. 4 o menos: 27 %

4.2.2. De 5 a 8: 53 %

4.2.3. 9 y más: 20 %

4.4. Accidentes y Enfermedades asociadas al uso: Reportes en un 40 %

Personal involucrado en el estudio

Nombre	Cargo	Institución / Proyecto	Teléfono
Adriaan Vogel	Asistencia Técnica Internacional	Proyecto FORCUENCAS	239-6502
Peter Hugfss Hallett,	jefe de Asistencia Técnica Internacional	Proyecto FORCUENCAS	239-6502
Javier Ramos	Coordinador del Proyecto en Olancho	Proyecto FORCUENCAS	785-1524
Ventura Zelaya	Facilitador y Coordinador de actividades	Proyecto FORCUENCAS	785-1524
Carlos H. Sandoval	Supervisor	PROLEÑA	239-2264
Luis Fernando Valle	Supervisor de campo	PROLEÑA	239-2264
Román William de las Heras	Asistente Técnico	Inversiones Dendroenergéticas	286-1295
Arnulfo Cruz Guerrero	Consultor principal	Inversiones Dendroenergéticas	286-1295 970-3095
Carlos Enrique López	Asistente capacitación	Inversiones Dendroenergéticas	286-1295
Elý Oseas Mendoza	Asistente capacitación	Inversiones Dendroenergéticas	286-1295