

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación en Asentamientos Humanos

Informe final

Diseño mediante metodología participativa de la estufa mejorada DIGI-1

Equipo de investigación

Coordinador

Ing. Agr. Carlos Guillermo Castañeda Acevedo

Investigador

Ing. Agr. Darío Amílcar Monterroso Flores

Guatemala, Noviembre de 2019

Unidad de investigación avaladora
Instituto de Análisis e Investigación de los Problemas Nacionales de la Universidad de San
Carlos de Guatemala. –IPNUSAC–

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Dra. Sandra E. Herrera Ruiz
Coordinadora del Programa de Investigación en Asentamientos Humanos

Ing. Agr. Carlos Guillermo Castañeda Acevedo
Coordinador del proyecto

Ing. Agr. Darío Amílcar Monterroso Flores
Investigador

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2019. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.63.9.41 durante el año 2019 en el Programa Universitario de Investigación en Asentamientos Humanos.

Financiamiento aprobado por Digi: Q. 231,472.78

INDICE

1. Resumen	5
2. Palabras clave	5
3. Abstract and keyword.....	6
4. Introducción	7
5. Planteamiento del problema	9
6. Preguntas de investigación	10
7. Delimitación en tiempo y espacio	11
8. Marco teórico	12
9. Estado del arte	16
10. Objetivo general.	18
11. Objetivos específicos.....	18
12. Hipótesis	19
13. Materiales y métodos	19
14. Vinculación, difusión y divulgación	22
15. Resultados:	23
16. Análisis y discusión de resultados:.....	31
17. Conclusiones	38
18. Impacto esperado.....	38
19. Referencias	39
20. Apéndice.....	42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	14
Tabla 2.....	21
Tabla 3.....	28
Tabla 4.....	29
Tabla 5.....	30
Tabla 6.....	30
Tabla 7.....	30

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización de la investigación.....	11
Figura 2 Tipo de estufa empleada en la preparación de alimentos del hogar.	23
Figura 3 Formas de obtención de leña.....	24
Figura 4 Tipos de árboles usados para la obtención de leña.	25
Figura 5 Cantidad de leña usada por día.	25
Figura 6 Estufa mejorada existente, nótese la base inestable y el tamaño de la estufa. Este es el modelo considerado como estufa mejorada 1 (Tratamiento 1).....	26
Figura 7 Estufa mejorada existente, se aprecia el tamaño reducido, falta de espacio para ollas que no se desean a fuego directo y chimenea de lámina de metal. Este es el modelo que se denominó estufa mejorada 2 (Tratamiento 2)	27
Figura 8 Materiales y prototipo de estufa mejorada DIGI-1.....	29
Figura 9 Vista del entorno natural del área.	32
Figura 10 Estufa con atizadero reducido, denominada estufa mejorada 1 en esta investigación. .33	
Figura 11 Dinámica durante taller participativo donde las mujeres diseñan la estufa mejorada DIGI-1.	34

Diseño mediante metodología participativa de la estufa mejorada DIGI-1

1. Resumen

La tecnología de estufas mejoradas ha sido parte de programas que han variado en su alcance, desde el nivel nacional hasta esfuerzos locales, buscando proveer a los habitantes rurales y generalmente pobres, de una alternativa energéticamente eficiente y saludable en relación a la emisión de gases con efecto nocivo para la salud. Mercado y Maserá (2015) afirman que se hace necesario establecer un dialogo para comprender que es lo que la gente quiere en su estufa mejorada, es decir establecer que condiciones de uso debe satisfacer para ser aceptada y utilizada. Se identificó un grupo de 25 mujeres lideresas de Santa Clara La Laguna, con quienes se trabajó en un proceso participativo de caracterización del tipo de estufas empleadas en el hogar y las actitudes de uso actuales y necesidades no satisfechas por los modelos en uso. Mediante un proceso participativo se identificaron los requerimientos a cumplir por un modelo de estufa mejorada para ser apropiada a las necesidades locales. Se tuvo como resultado el planteamiento de un modelo de estufa mejorada cuyo diseño partió de la información recabada durante el proceso de investigación en relación a las necesidades y hábitos manifestados por las mujeres participantes con el fin aportar una alternativa replicable en el altiplano centro occidental del país. Se compararon los parámetros de energía calórica de las estufas existentes con el prototipo construido y se obtuvo que la estufa mejorada DIGI-1 es equiparable a las estufas en uso.

2. Palabras clave

Leña, modelo local, biomasa, apropiación de tecnología, alternativa energética.

3. Abstract and keyword

The technology of improved stoves has been part of programs that have varied in scope, from the national level to local efforts, seeking to provide the rural and generally poor inhabitants with an energy efficient and healthy alternative in relation to the emission of gases with harmful effect on health. Mercado & Masera (2015) affirm that it is necessary to establish a dialogue to understand what people want in their improved stove, that is, to establish what conditions of use must be met in order to be accepted and used. A group of 25 women leaders from Santa Clara La Laguna was identified and worked in a participatory process of characterization of the type of stoves used in the home and current attitudes of use and needs not met by the models in use. Participatory workshops identified the requirements to be met by an improved stove model to be appropriate to local needs. The result was an approach to an improved stove model whose design was based on the information collected during the research process in relation to the needs and habits manifested by the participating women in order to provide a replicable alternative to the central western highlands of the country. The caloric energy parameters of the existing stoves were compared with the built-in prototype and it was obtained that the improved DIGI-1 stove is comparable to the stoves in use.

Key words: Firewood, local model, local development, appropriation of technology, energy alternative.

4. Introducción

El uso de leña en los hogares tiene efectos importantes sobre varios aspectos de la economía y la salud de las familias, así como impacto sobre el bosque al incrementar la tala y la degradación del mismo; y sobre el ambiente mediante la emisión de gases de efecto invernadero.

Hasta 2.4 billones de personas, aproximadamente el 40% de la población del planeta, dependen de la biomasa (incluyendo leña, carbón, residuos de cosechas y desechos animales como su principal fuente de energía. (Saldiva & Miraglia, 2004)

En Guatemala muchas de las familias -especialmente en el ámbito rural-, dependen para la cocción de sus alimentos, iluminación del hogar y aún como fuente de calor en la temporada fría, del uso de leña como fuente primaria de combustible (McCracken & Smith, 1998).

Un alto porcentaje de la población, especialmente la rural, depende de la leña proveniente de los bosques cercanos a sus comunidades o bien adquirida en el mercado local a un costo relevante para la economía familiar.

Larrañaga y Flores (2012) reportan un déficit entre la demanda y la oferta de biomasa leñosa con fines energéticos de 5, 721,626 toneladas en base seca anuales, la satisfacción de dicho déficit, se realiza a costa de las reservas forestales del país.

Anualmente cerca de 4 millones de muertes prematuras a nivel mundial son atribuidas a la exposición a contaminantes producto de la cocción ineficiente de alimentos dentro de las viviendas debido a la afectación de la calidad del aire (Amegah & Jaakkola, 2016).

La tecnología de estufas mejoradas ha sido parte de programas que han variado en su alcance, desde el nivel nacional hasta esfuerzos locales, en la búsqueda de proveer a los habitantes rurales y generalmente pobres, de una alternativa energéticamente eficiente y saludable en relación a la emisión de gases con efecto nocivo para la salud.

Sin embargo, ningún programa de estufas mejoradas puede alcanzar sus metas si los beneficiarios no adoptan la tecnología y luego la utilizan en el largo plazo; y factores como la compatibilidad de la estufa con las prácticas locales de cocina parecen ser importantes para el uso sostenible de las mismas (Ruiz-Mercado, Masera, Zamora & Smith, 2011).

En Guatemala desde los años 70 a la fecha diferentes organizaciones de la sociedad civil y dependencias del Gobierno, han promovido mediante programas y proyectos de inversión social, la implementación de estufas mejoradas de diferentes tipos -Lorena, Chefina, Plancha mejorada, Onil, Chapina, Ecomal, Ecoplancha, entre otras- con resultados diversos; a pesar que se han realizado esfuerzos tanto en la difusión de sus beneficios para la salud y para el ambiente.

Los rangos de utilización, especialmente a largo plazo son variables, pero generalmente bajos, habiendo reportes de 20% de apropiación por parte de los beneficiarios (Jan, 2012).

La Política de Energía 2013-2027 (Ministerio de Energía y Minas [MEM], 2013), en su eje 5 establece la determinación del Gobierno de reducir el uso de leña en el país, siendo la difusión del uso de estufas mejoradas una de las estrategias dentro de la misma.

Esta investigación parte de la premisa que, el factor principal en la adopción de la tecnología de estufas mejoradas y su uso a largo plazo por parte de las familias rurales, especialmente las más pobres, depende directamente del grado de respuesta que el diseño de la misma tenga a las costumbres, hábitos y necesidades en la preparación de alimentos y usos complementarios como calefacción e iluminación y aún sociales, por parte de estas familias.

La cocina es un espacio social complejo que es crítico para el bienestar material del hogar y esta investido de un significado cultural complejo, que posee un conjunto único de características en las que se intersectan la cultura, ambiente y acceso a fuentes de combustible (Troncoso, Castillo, Masera & Merino, 2007).

Por consiguiente el diseño de la misma debe partir de los argumentos presentados por los beneficiarios y usuarios finales de las estufas que son, las mujeres; al ser ellas las responsables de su uso y las que ven afectado su modo de vida y aún su salud por el uso de los métodos tradicionales a fuego abierto, lo anterior respaldado por hallazgos previos como los de Ruiz-Mercado y Masera (2015) quienes afirman que se hace necesario establecer un dialogo para

comprender que es lo que la gente quiere en su estufa mejorada, es decir establecer que condiciones de uso debe satisfacer para ser aceptada y utilizada.

El propósito de este proyecto fue el planteamiento de un modelo de estufa mejorada denominado como “Estufa Mejorada DIGI-1” cuyo diseño parte de la información recabada durante el proceso de investigación en relación a los necesidades y hábitos de las mujeres del municipio de Santa Clara La Laguna, departamento de Sololá, con el fin aportar una alternativa fácilmente replicable para el altiplano centro occidental del país.

El diseño de la estufa y la validación de la misma, se realizó mediante un sistema participativo que involucro la realización de entrevistas y talleres con mujeres lideresas del municipio de Santa Clara La Laguna.

5. Planteamiento del problema

En el país 1, 805,400 familias consumen leña como fuente de energía primaria, el 80% de estas familias la utiliza para cocción de alimentos y el 60% de ellas paga para obtenerla (Blanco, 2013).

El déficit de oferta de biomasa leñosa con fines energéticos es de 5, 721,626 toneladas en base seca anuales, la satisfacción de dicho déficit, se realiza a costa de la degradación de los bosques del país (Larrañaga & Flores, 2012).

En el altiplano occidental del país, los pobladores cocinan tradicionalmente con el denominado sistema “a fuego abierto”, generalmente al interior de la casa, sin ventilación externa lo cual, se ha probado que genera niveles de contaminación en el hogar entre 10 y 50 veces lo recomendado por las guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (Lucarelli, Wyne & Svenson, 2018).

Wathore, Mortimer y Grieshop (2017) indican que esfuerzos para reducir los impactos generados por la exposición a monóxido de carbono (CO) y partículas producto de la quema de leña han implicado el desarrollo de una amplia variedad de estufas mejoradas que varían en configuración, niveles de sofisticación y desempeño.

Sin embargo a pesar de los múltiples beneficios que el uso de estufas mejoradas representa para la salud de las personas, su economía y el medio ambiente, los programas y proyectos implementados muchas veces no logran el propósito del uso sostenido y a largo plazo de las estufas mejoradas implementadas. Lo anterior es especialmente evidente cuando hay reducida participación de las mujeres en la decisión del tipo de estufa empleada (Jan, 2012).

Para abordar dicha problemática en la adopción y uso a largo plazo de las estufas mejoradas, el diseño de la misma debe partir de los argumentos presentados por los beneficiarios y usuarios finales de las estufas que son las mujeres. Ruiz-Mercado y Masera (2015) afirman que se hace necesario establecer un dialogo para comprender que es lo que la gente quiere en su estufa mejorada, es decir establecer que condiciones de uso debe satisfacer para ser aceptada y utilizada.

Esta investigación generó la propuesta de un modelo de estufa mejorada que parte de las necesidades y costumbres obtenidas de un proceso participativo con un grupo de mujeres, con el fin de poner a disposición de las diferentes instancias académicas, de la sociedad civil organizada y del Gobierno, un modelo con aceptación y potencial de uso a largo plazo por parte de futuros beneficiarios de programas de estufas mejoradas en el altiplano del país.

6. Preguntas de investigación

¿Por qué las familias beneficiarias de programas y proyectos de dotación de estufas mejoradas no se apropian de la tecnología y continúan su uso a largo plazo?

¿Cuáles son las ventajas y desventajas que las mujeres usuarias de estufas mejoradas del área de estudio identifican en los modelos de estufas que han usado o utilizan?

¿Si se dota a las familias de estufas mejoradas en las cuales el diseño incorpore sus necesidades, hábitos de cocina y costumbres, habrá mayor aceptación?

¿El modelo de estufa mejorada diseñada de acuerdo a las necesidades identificadas en los grupos de mujeres participantes en la investigación tendrá características de generación de calor y eliminación de contaminantes equiparables a las de los modelos comúnmente usados en la zona?

7. Delimitación en tiempo y espacio

El proyecto de investigación se llevó a cabo durante 9 meses, de abril a diciembre de 2019 en el municipio de Santa Clara La Laguna, ubicado en el departamento de Sololá en el altiplano occidental del país.

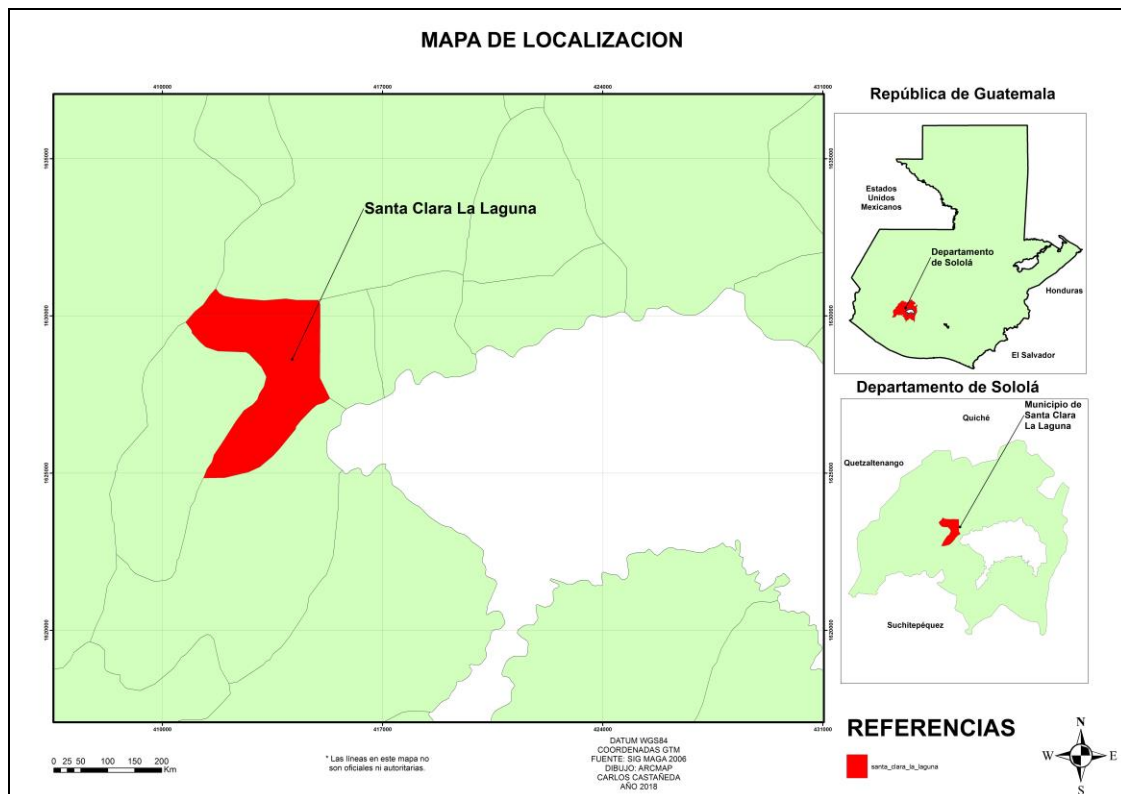


Figura 1 Localización de la investigación.

8. Marco teórico

El 41% de los hogares de todo el mundo, 2.8 billones de personas dependen de la madera, estiércol o el carbón así como otros combustibles de biomasa para la cocción de alimentos (Ruiz-Mercado et al., 2011; Amegah & Jaakkola, 2016). Por su parte Hopkins (2017) refiere que hasta 3 billones de personas en el mundo cocinan haciendo uso de fuego abierto sin ventilación apropiada dentro de sus hogares.

Las actividades humanas son globalmente reconocidas como la principal causa de deforestación. La pobreza y otros factores socioeconómicos obligan a las personas en el mundo en desarrollo a explotar los recursos forestales para satisfacer el consumo energético familiar y la intensidad de la demanda de biomasa se incrementa en aquellas áreas donde las personas tienen bajos niveles de ingreso y cercanía al bosque (Jan, 2012).

McCracken y Smith (1998) afirman que al igual que en la mayoría de países del mundo en desarrollo, muchas de las familias en Guatemala dependen de la biomasa como fuente primaria de combustible en el hogar. Un alto porcentaje de la población, especialmente en el ámbito rural depende para la cocción de sus alimentos, iluminación del hogar y aún como fuente de calor en la temporada fría, del uso de leña proveniente de los bosques cercanos a sus comunidades o bien adquirida en el mercado local a un costo relevante para la economía familiar.

El uso de leña en los hogares tiene efectos importantes sobre varios aspectos de la economía y la salud de las familias, así como un impacto sobre el bosque al incrementar la tala y la degradación del mismo; y sobre el ambiente mediante la emisión de gases de efecto invernadero. Nosonuma y colaboradores (2012) refieren que el 31% de la degradación forestal a nivel mundial es resultado del aprovechamiento de leña como combustible.

El consumo en Guatemala de biomasa leñosa con fines energéticos se estima en 15, 771,186 toneladas anuales de las cuales el 97.76% proviene del sector residencial; la oferta anual por otro lado, es de 10, 045,899 toneladas en base seca lo cual arroja un déficit de 5, 721,626 toneladas en base seca anuales, la satisfacción de dicho déficit, se realiza a costa de las reservas forestales del país (Larrañaga & Flores, 2012).

Lo anterior implica la pérdida de bosque, producto de la tala o bien la degradación del mismo producto del corte selectivo de ramas, ocurre también el aprovechamiento de árboles enfermos o de ramas caídas, lo cual aunque sostenible, indirectamente tiene efecto sobre la degradación forestal al propiciar el acceso al bosque a otros agentes de la deforestación.

Jan (2012) afirma que uno de los factores que implican una mayor demanda de leña en su uso como combustible, es la baja eficiencia en la combustión y que como una forma de reducir la presión local sobre los recursos forestales, el desarrollo y la difusión de tecnologías de uso mejorado son indispensables.

A nivel mundial la tecnología de estufas mejoradas ha sido parte de programas que han variado en su alcance desde el nivel nacional hasta esfuerzos locales, en la búsqueda de proveer a los habitantes rurales y generalmente pobres, de una alternativa eficiente energéticamente y saludable en relación a la emisión de gases con efecto nocivo para la salud, aunque con resultados bastante variables.

Hay diferentes tipos de estufas mejoradas o ahorradoras, teniendo en común una base alta con fuego encerrado en una cámara de combustión y una chimenea para sacar el humo. Cada modelo comparte ventajas relativas a la disminución del consumo de leña y a la mejora de la salud por disminución de contaminación por humo así como desventajas comparativas (Tabla 1).

Los sistemas tradicionales de cocción de alimentos denominados a fuego abierto usados comúnmente en la mayoría de los hogares rurales en los países en desarrollo son ineficientes en transformar la madera en calor y además son una fuente importante de contaminación del aire dentro del hogar; en las áreas rurales las mujeres y las niñas dedican muchas horas semanales en la recolección de leña para combustible y con ello no tienen oportunidad de dedicar tiempo al estudio o actividades productivas que generen ingresos (Urmee & Gyamfi, 2014).

Al igual que en muchos otros países pobres en vías de desarrollo, la implementación de programas para reducir la polución por generación de humo y el consumo de leña a través de una variedad de modelos de estufas mejoradas en las zonas rurales ha sido no sistemática (Bruce et al., 2004).

Tabla 1

Principales tipos de estufas mejoradas utilizadas en Guatemala

Tipo de estufa mejorada	Principales características	Desventajas
Lorena	Se reconoce como una de las primeras estufas mejoradas en Latinoamérica. Su nombre se debe a la combinación de lodo y arena.	Los comales se quiebran y tamaño para familias pequeñas.
Ecotec rural	Una vez colocada tiene la misma apariencia que la Lorena y funciona casi igual. La diferencia es que por dentro están construidas con piezas de cerámica.	Hay que comprar las piezas de cerámica y estas sólo duran 5 años.
Chefina	Está construida con ladrillos en su totalidad, las hornillas para sentar las ollas y el comal son de metal y la chimenea es de cemento.	Costo.
Plancha mejorada	Esta tecnología es una de las más aceptadas debido a que su tamaño permite la alimentación con más leña y la plancha permite elaborar tortillas.	Costo.
Onil	Es una estufa ahorradora de leña de 2 hornillas, su estructura es prefabricada, elaborada con cemento y arena.	Su duración y tamaño para familias pequeñas.

Fuente: UVG. (2010). Estufas mejoradas. Manual dirigido a técnicos. (pp. 24). Guatemala: UVG.

En Guatemala y muchos otros países, el método tradicional para cocción de alimentos es utilizar el calor generado por un fuego alrededor del cual se colocan tres piedras juntas para sostener las ollas, casi ninguno de los métodos tradicionales utilizan una chimenea y los alimentos se cocinan dentro o en las cercanías del sitio de habitación familiar (Bielecki & Wingebach, 2014).

Cada año, cerca de 4 millones de muertes prematuras a nivel mundial, son atribuidas a la exposición a contaminantes producto de la cocción ineficiente de alimentos dentro de las viviendas debido a la afectación de la calidad del aire (Amegah & Jaakkola, 2016).

Aunque la transición a formas más saludables de uso de energía de biomasa pareciese ser la tendencia natural, la situación económica a nivel mundial actual, sugiere que el problema de la contaminación al interior de las viviendas producto de la quema de biomasa como combustible va a permanecer como un problema de salud pública entre gran parte de la población del mundo por

varias décadas más, siendo crítico el encontrar alternativas al tradicional método de “fuego abierto” (Albalak, Bruce, McCracken, Smith & De Gallardo, 2001).

En el altiplano occidental del país, los pobladores indígenas de etnia maya cocinan tradicionalmente con el denominado sistema “a fuego abierto”, generalmente al interior de la casa, sin ventilación externa lo cual se ha determinado genera niveles de polución en el hogar entre 10 y 50 veces lo recomendado por las guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud, exponiendo a los miembros de la familia a niveles de partículas de combustión y monóxido de carbono (CO) en niveles dañinos para su salud (Lucarelli et al., 2018).

En nuestro país, la exposición en periodos medidos de 24 horas al CO ha sido correlacionado con enfermedades respiratorias y otros síntomas no específicos como dolor de cabeza, fatiga, náusea y mareos (McCracken, Schwartz, Diaz, Bruce & Smith, 2013). En lugares específicos como San Lucas Tolimán, se ha demostrado la prevalencia de niveles extremadamente altos de CO (Lucarelli et al., 2018).

La instalación de estufas mejoradas ventiladas ha probado ser efectiva en la mejora de los niveles de exposición a CO y a material particulado producto de la combustión (Smith et al., 2010; Burwen & Levine, 2012).

Jeuland y Pattanayak (2012) señalan que hay un triple beneficio obtenido por las comunidades que se inclinan hacia sistemas de cocción de alimentos mediante estufas mejoradas. Primero mediante la disminución del nivel de exposición al humo lo cual beneficia su salud, segundo al mejorar las condiciones de vida de las mujeres y niñas al reducir la necesidad de búsqueda de leña y por ende mayor tiempo para educarse o realizar actividades productivas; y finalmente al disminuir la cantidad demandada de leña se disminuye el impacto sobre el bosque.

Aunque, esfuerzos significativos por las agencias internacionales de desarrollo para diseñar y diseminar modelos de estufas mejoradas se remontan hasta la crisis energética de los 70; actualmente esto ha cobrado mayor relevancia debido a un nuevo énfasis en la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (Bielecki & Wingenbach, 2014).

Ruiz-Mercado y colaboradores (2011) afirman que ningún programa de estufas mejoradas puede alcanzar sus metas si las personas no adoptan la tecnología y luego hacen uso de ella en el largo

plazo, sin embargo, a pesar de ser esto tan obvio, desafortunadamente la ocurrencia de ello no lo ha sido en la mayoría de los programas de estufas mejoradas.

Finalmente es importante mencionar que las estufas mejoradas son adelantos tecnológicos con parámetros medibles que permiten cuantificar su eficiencia en la utilización de combustible así como en la disminución de contaminantes dañinos a la salud.

Para determinar la eficiencia y el ahorro potencial de leña de un nuevo prototipo de estufa de leña, 3 de los protocolos comúnmente utilizados internacionalmente para este propósito son: la prueba de ebullición de agua (WBT sus siglas en inglés), que evalúa la eficiencia térmica, el tiempo de ebullición, la tasa de incineración y el consumo específico de combustible (CEC) de la estufa; (2) la prueba de cocción controlada (CCT, sus siglas en inglés), que sirve para determinar la eficiencia de la estufa en función del consumo específico de combustible y la prueba de funcionamiento en cocina (KPT, sus siglas en inglés) que sirve para identificar el impacto real de ahorro de leña (Aritzizábal, 2013).

Otro factor importante en la medición de los beneficios del uso de estufas mejoradas es la disminución de concentración de monóxido de Carbono (CO) en la cocina, lo cual se realiza mediante el empleo de diferentes metodologías involucrando generalmente uso de tubos con filtros capaces de determinar el nivel de exposición a dicho gas.

9. Estado del arte

Wathore y colaboradores (2017) indican que esfuerzos para reducir los impactos generados por la exposición a CO y partículas producto de la quema de leña han implicado el desarrollo de una amplia variedad de estufas mejoradas que varían en configuración, niveles de sofisticación y desempeño; variando desde modelos rudimentarios de bajo costo construidas con materiales locales hasta estufas de producción en masa con uso de ventiladores eléctricos para el incremento de la eficiencia de combustión.

Dos formas de abordar la problemática del uso de combustibles en los países en desarrollo, especialmente en las áreas rurales son, la promoción del uso de energías más eficientes y la concientización y convencimiento de las personas hacia el uso de técnicas más modernas de energía, sin embargo, debido a las dificultades económicas que generalmente enfrenta esta

población y al alto costo del uso de tecnologías más modernas (como estufas de gas propano), la promoción de alternativas eficientes, saludables y de bajo costo para uso como combustible en el hogar es una forma importante de mejorar su seguridad energética y las condiciones de vida de este segmento de población vulnerable (Urmee & Gyamfi, 2014).

Sin embargo, a pesar de los múltiples beneficios que el uso de las estufas mejoradas suponen para la salud de los usuarios y para el ambiente, los bajos niveles de adopción y uso de las mismas parecen ser la regla y no la excepción en los países en desarrollo (Bielecki & Wingenbach, 2014).

Buscando responder a la pregunta de ¿Qué hace que las personas adopten el uso de estufas mejoradas? Jan (2012) refiere que el nivel de ingreso económico familiar y el nivel educativo tienen un efecto significativo en los niveles de adopción; habiendo encontrado que en condiciones de muy bajos ingresos y escolaridad, la tasa de adopción es tan baja como el 20%.

Lo anterior es explicable con base a que los bajos niveles de ingreso implican la incapacidad de adquirir formas más eficientes y modernas de consumo de energía, además; la baja escolaridad sugiere el desconocimiento de los riesgos a la salud y el impacto al ambiente que el consumo de leña representa.

Aunque extremadamente benéfico desde el punto de vista social, económico, ambiental y desde la perspectiva de la salud; las tasas de adopción de estufas mejoradas son bajas, especialmente cuando hay reducida participación de las mujeres en la decisión del tipo de estufa empleada (Jan, 2012).

Burwen y Levine (2012) señalan que un programa de estufas mejoradas para ser exitoso tiene que responder a una variedad de situaciones o necesidades en la forma de preparación de alimentos, tales como tamaños de ollas empleadas, necesidades complementarias como calefacción e iluminación y ubicación de la estufa en la cocina. Los beneficios que hacen que la estufa sea mejor “de acuerdo a los ingenieros”, no son suficiente para su adopción y uso posterior; es el grado en el cual el diseño responde a sus valores, experiencias y compatibilidad con sus prácticas de cocina lo que las hace más susceptibles de ser aceptadas.

Granderson, Sandhu, Vasquez, Ramirez y Smith (2008) refieren que la estufa de leña en el medio rural tiene funciones más allá de la cocción de alimentos, las personas se sientan cerca de la

misma para calentarse y habiendo observado su uso aún para calentar toallas para mantener tibio a un recién nacido.

Un fenómeno comúnmente observado en comunidades que han obtenido estufas mejoradas es que a pesar de sus múltiples beneficios, generalmente continúan haciendo uso de los métodos tradicionales a fuego abierto. Se hace necesario establecer un dialogo para comprender que es lo que la gente quiere en su estufa mejorada, es decir establecer que condiciones de uso debe satisfacer para ser aceptada y utilizada; aunque esta premisa ha sido enunciada en casi todas las políticas de desarrollo comunitario de los programas de estufas mejoradas, son pocos los programas que realmente han perseguido responder a ello (Ruiz-Mercado & Masera, 2015).

10. Objetivo general.

Diseñar mediante un modelo participativo de integración de las necesidades, hábitos de uso y costumbres de grupos de mujeres la estufa mejorada DIGI-1, con parámetros de eficiencia energética y disminución de contaminación equiparables a modelos actualmente en uso en la zona.

11. Objetivos específicos

1. Describir la apropiación de la tecnología de estufas mejoradas y su uso a largo plazo por parte de familias beneficiarias de programas de estufas mejoradas en el municipio de Santa Clara La Laguna.
2. Determinar las ventajas y desventajas que las mujeres usuarias de las estufas mejoradas encuentran en los diferentes modelos utilizados en el municipio de Santa Clara La Laguna.
3. Determinar cuáles son los requerimientos principales que debe incorporar una estufa mejorada de acuerdo a las necesidades y hábitos de cocina de las mujeres en el municipio de Santa Clara La Laguna para que las mismas sean aceptadas y usadas en el largo plazo.
4. Diseñar y construir un modelo de estufa mejorada (DIGI-1) incorporando las necesidades y hábitos identificados que además de tener pertinencia cultural responda a los parámetros de generación de calor similares a los modelos existentes en el área.

12. Hipótesis

Los parámetros de energía calórica de la estufa mejorada DIGI-1 serán estadísticamente iguales a los de las estufas mejoradas en funcionamiento en el área.

13. Materiales y métodos

El enfoque de la investigación fue mixto. Inicialmente se partió de la recolección de información cualitativa mediante la realización de encuestas y entrevistas a usuarias de estufas mejoradas para determinar actitudes de uso actuales y necesidades no satisfechas por los modelos en uso, para realizar el diseño del modelo de estufa DIGI-1. Finalmente se realizó el análisis cuantitativo de los parámetros de energía calórica así como su comparación con modelos de uso común en el área.

La investigación fue descriptiva al centrarse en la determinación de los patrones de uso de las estufas mejoradas actuales y la identificación de las ventajas y desventajas que las mujeres usuarias encuentran en ellas. También al momento de identificar las necesidades, hábitos y costumbres que las mujeres manifiestan, influyen en el tipo de estufa que a su criterio es la adecuada para su familia o comunidad.

También la investigación fue aplicada, en el aspecto que pretendió la generación y construcción de un modelo de estufa mejorada que incorporó los requerimientos locales de las mujeres.

Fue correlacional en la comparación estadística de los parámetros de energía calórica por parte de la estufa DIGI-1 en relación a los modelos en uso en el área.

El método de recolección de información cualitativa fueron encuestas a mujeres usuarias de estufas mejoradas en el área de estudio así como la realización de un taller de evaluación cualitativa de percepción sobre las estufas mejoradas y métodos tradicionales de cocción de alimentos.

En el caso de la medición de parámetros de eficiencia energética se hizo en forma experimental mediante toma de datos en estufas mejoradas ubicadas en viviendas de mujeres participantes de la investigación y en el modelo de estufa DIGI-1 construida.

Recolección de información:

Para investigación cualitativa: El muestreo fue discrecional, pues los sujetos fueron elegidos para formar parte de la muestra con un objetivo específico, en este caso mujeres que ya habían sido beneficiadas en proyectos de estufas mejoradas provistas por el Gobierno, organizaciones de la sociedad civil o proyectos de desarrollo de la cooperación internacional; para recabar información sobre su uso, hábitos de cocción de alimentos, uso de leña, horas de uso al día, ventajas y desventajas de la tecnología en uso (o que ya no están usando) y necesidades insatisfechas que condicionan el uso a largo plazo de las estufas mejoradas.

Para investigación cuantitativa: Del grupo de familias que utilizan estufas mejoradas en el área de estudio se realizaron pruebas de eficiencia calórica: a) Test de ebullición del agua (WBT), b) temperatura generada en la superficie de la estufa. El tamaño de la muestra aleatoria simple fue de 25 mujeres, este número fue determinado por el número de mujeres líderes del área que aceptaron participar en la investigación.

Se definieron 4 grupos o tratamientos:

T1 Estufa Mejorada 1 constituida por estufas de pequeño tamaño de plancha y dificultad para ingreso de la leña

T2 Fogón

T3 Estufa mejorada 2 constituida por estufas tipo plancha tradicional con mayor tamaño

T4 Estufa mejorada DIGI-1

Las mediciones se repitieron 3 veces en cada estufa y a los datos obtenidos se hizo análisis de varianza y prueba de medias por el método de mínima diferencia significativa (.05).

Técnicas e instrumentos:

Las técnicas empleadas fueron entrevistas no estructuradas, la observación directa tipo etnográfica, taller participativo y la medición directa en el campo en el caso de los parámetros de eficiencia energética de las estufas evaluadas.

Instrumento: Se utilizó un cuestionario previamente definido para la obtención de datos específicos de uso de las estufas ya existentes y de hábitos de cocción, consumo de leña y toda información relevante. Se utilizaron instrumentos de medición tales como termómetro infrarrojo, ollas de metal. Se elaboraron planos de la estufa en AutoCAD 2018 versión para estudiantes.

Tabla 2

Operacionalización de las variables o unidades de análisis

Objetivos específicos	Variables o unidades de análisis consideradas	Forma de medición, clasificación o cualificación
<p>Describir la apropiación de la tecnología de estufas mejoradas y su uso a largo plazo por parte de familias beneficiarias de programas de estufas mejoradas en el municipio de Santa Clara La Laguna.</p> <p>Determinar las ventajas y desventajas que las mujeres usuarias de las estufas mejoradas encuentran en los diferentes modelos utilizados en el municipio de Santa Clara La Laguna.</p> <p>Determinar cuáles son los requerimientos principales que debe incorporar una estufa mejorada de acuerdo a las necesidades y hábitos de cocina de las mujeres en el municipio de Santa Clara La Laguna para que las mismas sean aceptadas y usadas en el largo plazo.</p> <p>Diseñar y construir un modelo de estufa mejorada (DIGI-1) incorporando las necesidades y hábitos identificados que además de tener pertinencia cultural responda a los parámetros de generación de calor similares a los modelos en el área.</p>	<p>Tipo de estufa usada</p> <p>Tiempo de uso desde entrega</p> <p>Horas de uso al día</p> <p>Consumo de leña</p> <p>Proveedor de la estufa</p> <p>Hábitos de preparación de alimentos</p> <p>Otros usos de la estufa</p> <p>Ventajas y desventajas en cada tipo de estufa mejorada empleada en el área por parte de las mujeres participantes.</p> <p>Lista de requisitos o necesidades a satisfacer por las estufas mejoradas por parte de las mujeres participantes en la investigación.</p> <p>Parámetros de test de ebullición del agua (WBT), temperatura generada en la superficie de la estufa, consumo específico de combustible (SFC).</p>	<p>Las variables cualitativas sirvieron para describir las condiciones de uso actuales de estufas mejoradas y los parámetros cuantitativos para compararlos con los parámetros de la estufa generada en este proyecto. Esta información cualitativa se sistematizó y fueron los criterios a consultar en la determinación de los requerimientos por parte de las usuarias de estufas.</p> <p>Sistematización de criterios finales a ser satisfechos por el diseño de estufa mejorada DIGI-1 mediante la determinación del orden de prioridades y de importancia de cada criterio.</p> <p>La medición de los parámetros en las se hizo con termómetro, cronómetro y balanza. Los datos se tabularon y se hizo prueba de medias y ANDEVA. Se elaboraron planos del modelo DIGI-1.</p>

Procesamiento y análisis de la información:

Para investigación cuantitativa:

Los parámetros de test de ebullición de agua (tiempo), temperatura en la superficie de la estufa, se tabularon y se realizó ANOVA y prueba de medias (significancia de .05).

Para investigación cualitativa: La información cuantitativa referente a las estufas mejoradas actualmente usadas (o ya no en uso) se sistematizó y sirvió de base para las consideraciones necesarias para el diseño de la estufa mejorada DIGI-1. Fueron criterios cualitativos que generaron una lista de requisitos básicos a satisfacer para presentar un modelo de estufa con mayor potencial de uso a largo plazo por las familias.

14. Vinculación, difusión y divulgación

El principal medio de divulgación del modelo generado es el manual de construcción de la estufa mejorada elaborado en formato PDF, el cual se pondrá a disposición de todo aquel interesado en su uso. Se buscará vincular la investigación con instancias de Gobierno tales como el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Desarrollo Social así como con ONG y organismos de cooperación internacional al presentar los hallazgos y el diseño generado.

15. Resultados:

La encuesta realizada a las mujeres participantes del proceso de investigación, permitió recabar información relativa a la forma actual de uso de estufas en la preparación de los alimentos del hogar, obteniéndose que a la pregunta: ¿Qué tipo de estufa emplea para preparar los alimentos?, se tenga que el 50% utiliza la denominada plancha mejorada, un 33% otras modalidades de estufa mejorada y un 17% fogón, como se aprecia en la figura 2.

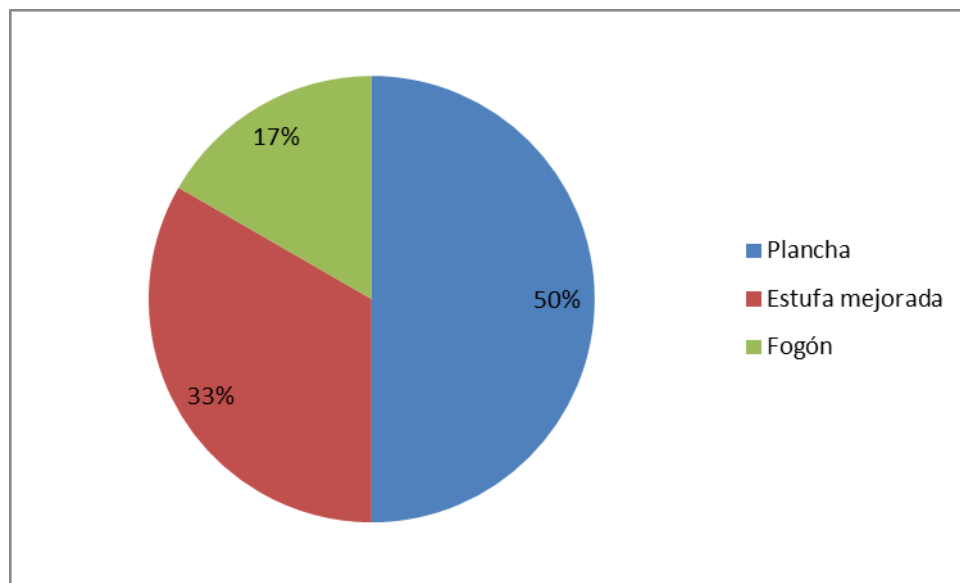


Figura 2 Tipo de estufa empleada en la preparación de alimentos del hogar.

Aunque no todas las participantes utilizan estufa mejorada, la totalidad de ellas manifestó tener conocimiento de que era una estufa mejorada y sus beneficios.

Al cuestionamiento, Si tiene estufa mejorada ¿Cómo la adquirió? En el área, la mayoría de estufas mejoradas las han adquirido por medio de Organizaciones No Gubernamentales como la Asociación Vivamos Mejor y AmiSanLucas o bien por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA–.

A la pregunta ¿Hace cuantos años tiene la estufa mejorada? Las participantes respondieron que las provistas por: Vivamos Mejor, hace 1 año, las provistas por AmiSanLucas, 8 años y por el MAGA, 1 año.

Las mujeres que tienen estufa mejorada solo usan esta modalidad y generalmente encienden el fuego en un horario que va de las 5 a 7 A.M. y apagan el mismo horario de 8 a 10 P.M.

Fueron cuestionadas sobre ¿Dónde obtienen la leña que usan?, a lo cual respondieron que en la medida de lo posible tratan de ir a recolectarla, algunas compran a vendedores locales y en su mayor parte (50% de las entrevistadas) utilizan ambas modalidades, es decir, recolectan o cortan y compran cuando es necesario.

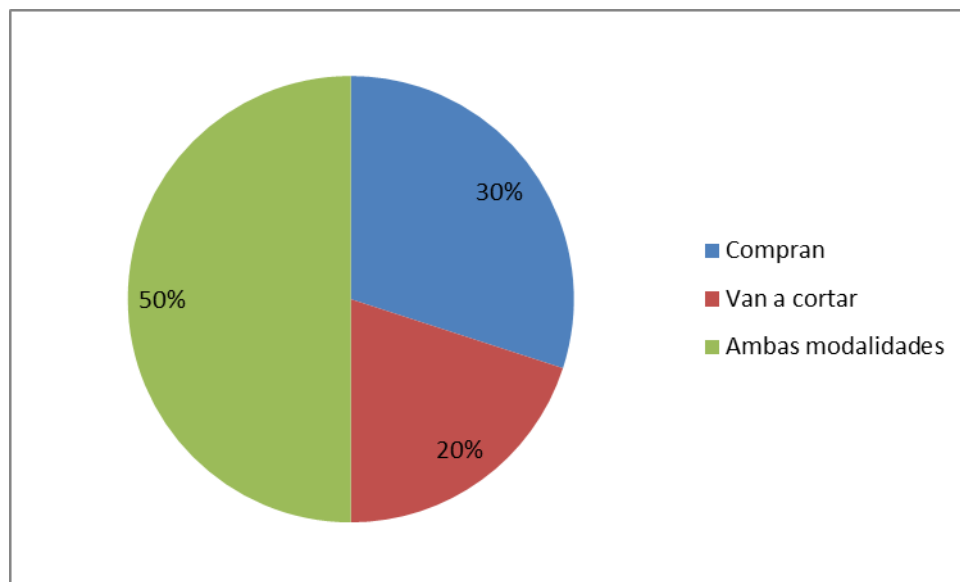


Figura 3 Formas de obtención de leña.

Lo anterior se relaciona directamente con el siguiente cuestionamiento, ¿Qué tipo de leña usan?, que como se aprecia en la figura 4, incluye especies locales como el pino, encino e ilamo así como el aprovechamiento de ramas de cultivos agroforestales como el café u el aguacate.

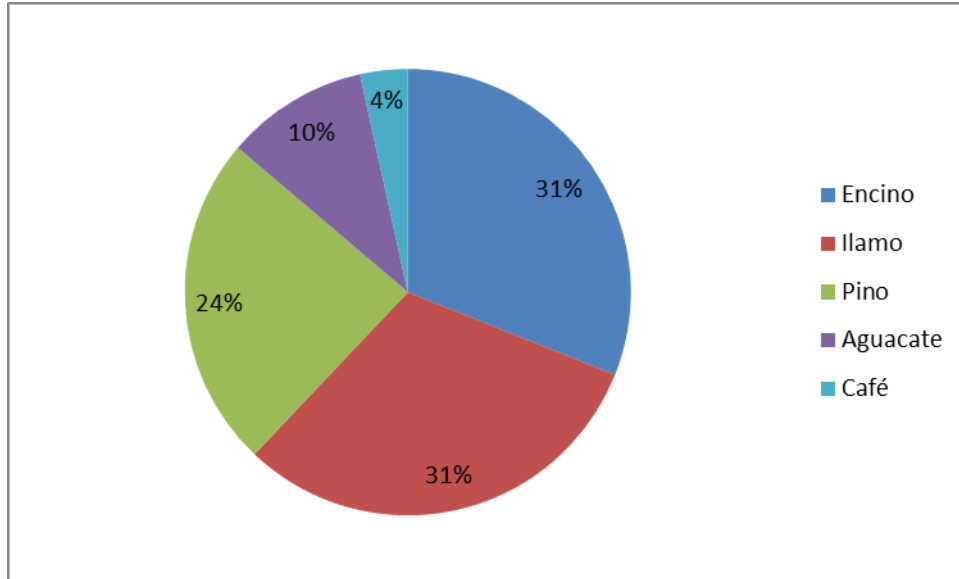


Figura 4 Tipos de árboles usados para la obtención de leña.

Además se obtuvo que el consumo de leña varía entre los 16 y 42 leños diarios. En la figura 5 se puede apreciar que el 50% utiliza entre 21 y 36 leños por día y que el 40 % llega a emplear hasta 42 leños en un solo día.

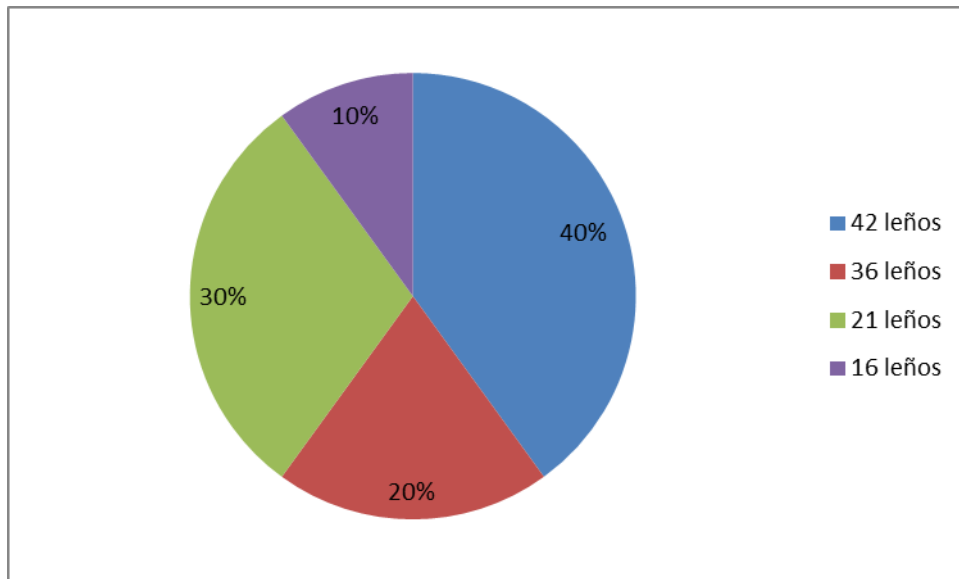


Figura 5 Cantidad de leña usada por día.

Finalmente, en relación al cuestionario que se realizó con las participantes, se preguntó si estaban satisfechas con las estufas mejoradas empleadas actualmente, a lo que todas contestaron que no, pues sentían que tenían las siguientes falencias en orden de importancia:

1. Quemadores y tamaño de plancha demasiado reducido, no caben ollas grandes.
2. Estufa demasiado pequeña.
3. Demasiado bajas (Altura inadecuada).
4. Estufas inestables (Colocadas sobre base inestable).
5. Tamaño de atizadero muy pequeño (donde se coloca la leña).
6. Chimenea de lámina de metal con riesgo de quemarse.
7. No hay espacio para colocar ollas que ya no se quieren en fuego directo.

Las razones anteriores son motivo para que en el 50% de los casos de mujeres que cuentan con estufa mejorada no las utilicen y si se utilizan, se hace por la necesidad de preparación de alimentos pero con la insatisfacción de no cumplir con las necesidades sentidas por las usuarias.

En las figuras 6 y 7 pueden apreciarse algunas de las carencias manifestadas en las estufas existentes en los hogares de las mujeres participantes de la investigación.



Figura 6 Estufa mejorada existente, nótese la base inestable y el tamaño de la estufa. Este es el modelo considerado como estufa mejorada 1 (Tratamiento 1)



Figura 7 Estufa mejorada existente, se aprecia el tamaño reducido, falta de espacio para ollas que no se desean a fuego directo y chimenea de lámina de metal. Este es el modelo que se denominó estufa mejorada 2 (Tratamiento 2)

Una vez determinadas las carencias y necesidades existentes en las estufa mejoradas existentes, se procedió a la realización de un taller participativo en el cual mediante dinámicas grupales y participación activa de las mujeres líderes que formaron parte en la investigación, se definieron las características, que de acuerdo a sus necesidades y costumbres debería tener la estufa mejorada ideal. Obteniéndose el listado de características siguientes:

Altura

Se tuvo como resultado del taller que la altura ideal de la estufa debe estar en el rango de 70 y 75 centímetros.

Plancha De Hierro

La plancha debe ser de al menos 60 centímetros de ancho y 80 centímetros de largo.

Hornillas

A criterio de las mujeres participantes, se deben tener al menos 3 hornillas con anillos que permitan variar el diámetro de las mismas; una de ellas debe ser grande, con un anillo externo de diámetro de 30 centímetros, las otras 2 al menos 20 centímetros cada una.

Ancho y largo de base de la estufa

Las mujeres consideraron muy importante que la estufa posea suficiente área alrededor de la plancha de metal, en la cual se puedan colocar ollas y otros enseres de cocina.

Chimenea

Es importante que la chimenea sea de tubos de cemento y no de metal, esto permite que no corran riesgo de quemarse.

Atizadero

El atizadero (ventana de ingreso o colocación de leña) debe ser lo suficientemente grande para que sea fácil colocar leña de tamaño adecuado y que permita irradiar calor hacia la cocina.

Materiales

La base de la estufa debe ser de block y la cámara de combustión de ladrillo.

Con la lista de necesidades y requerimientos expresados por las mujeres participantes del proceso, se procedió al diseño de la estufa mejorada DIGI-1 y una vez generados los planos se hizo a la construcción de un prototipo de la estufa para ser probado y validado con las mujeres.

El costo de construcción de la estufa, que se detalla en la Tabla 3, fue de Q. 1,200.00 que incluye el costo de los materiales de construcción empleados y la mano de obra.

Tabla 3

Costo de construcción de la estufa mejorada DIGI-1

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	
			Unitario	Costo Total
Block de concreto de 0.15 x 0.20 x 0.40 m	24	block	Q4.00	Q96.00
Ladrillo de barro de 0.23 x 0.11 x 0.065 m	120	ladrillo	Q0.80	Q96.00
Arena de río bolsa de 25 lb	1	bolsa	Q10.00	Q10.00
Arena blanca bolsa 25 lb	1	bolsa	Q20.00	Q20.00
Cemento saco de 42.5 kg	1	saco	Q85.00	Q85.00
Cal hidratada saco de 25 kg	1	saco	Q42.00	Q42.00
Azulejo cerámico de 0.20 x 0.30 m	1	m ²	Q80.00	Q80.00
Plancha de hierro con hornillas	1	plancha	Q350.00	Q350.00
Tubo de cemento de 6"	2	tubo	Q30.00	Q60.00
Mano de obra	2	Jornal	Q75.00	Q150.00
COSTO TOTAL				Q989.00



Figura 8 Materiales y prototipo de estufa mejorada DIGI-1.

Se midieron también parámetros de eficiencia calórica, específicamente: a) Test de ebullición del agua (WBT), b) temperatura generada en la superficie de la estufa.

En el Análisis de Varianza (ANOVA) de los resultados del test de ebullición se obtuvo los resultados que se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

Resultados del ANOVA de prueba de ebullición en estufas mejoradas

	GL	SC	CM	F	F Tabla 0.05
Tratamiento	3	69.535	23.178	18.770	4.76
Bloques	2	1.149	0.574	0.465	5.14
Error	6	7.409	1.235		
Total	11	78.093	7.099		

Al obtenerse que hay significancia en la comparación de las medias del tiempo requerido para llevar a ebullición una olla con agua en la prueba de ebullición (WBT) se hizo prueba de medias por el método de mínima diferencia significativa, cuyo resultado se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5

Resultados de prueba de medias a resultados de prueba de ebullición en estufas mejoradas

Medias		T2	T3	T4	T1
		36.95	33.72	32.67	30.25
T1	30.25	6.70**	3.47**	2.42	
T4	32.67	4.28**	1.05		
T3	33.72	3.23**			
T2	36.95				

t Tabla: 2.353

Para el análisis de varianza y prueba de medias de la Prueba de temperatura alcanzada por las estufas evaluadas, se obtuvieron los resultados presentados en las Tablas 6 y 7.

Tabla 6

Resultados del ANOVA de prueba de temperatura alcanzada en estufas mejoradas

	GL	SC	CM	F	F Tabla 0.05
Tratamiento	3	10806.735	3602.245	257.833	4.76
Bloques	2	15.557	7.779	0.557	5.14
Error	6	83.827	13.971		
Total	11	10906.119	991.465		

Tabla 7

Resultados de prueba de medias a resultados de prueba de temperatura alcanzada en estufas mejoradas

Medias		T2	T3	T4	T1
		244.09	228.09	227.11	165.56
T1	165.56	78.53	62.53	61.55	
T4	227.11	16.98	0.98		
T3	228.09	16.00			
T2	244.09				

t Tabla: 2.353

16. Análisis y discusión de resultados:

a) Proceso participativo de diseño de la Estufa Mejorada DIGI-1

La realización de las encuestas y visitas a los entornos familiares de las mujeres participantes del proceso de investigación, permitió conocer de primera mano los hábitos de uso de las estufas mejoradas u otros medios de uso de biomasa en la preparación de los alimentos del hogar así como las razones por las cuales a pesar de contar con algunas modalidades de estufas mejoradas proporcionadas por el Ministerio de Agricultura y Organizaciones No Gubernamentales presentes en el área, las mismas no eran empleadas o bien su uso generaba una serie de inconvenientes o insatisfacciones a las usuarias.

Los periodos de uso de las estufas inician temprano en la mañana, alrededor de las 5 de la mañana, horario en que las mujeres preparan el desayuno y la comida para llevar al trabajo de sus conyugues, quienes al dedicarse a actividades agrícolas, generalmente salen a primera hora de sus casas. Las estufas son apagadas entre las 8 y 10 de la noche, después que se ha preparado la cena familiar y una vez la familia ha aprovechado en la cercanía de las estufas y/o fogones, del calor y el compartir familiar.

La leña empleada como combustible en las estufas y fogones proviene en su mayor parte de la compra a vendedores locales y ambulantes, de hecho en las comunidades es común encontrar con mucha facilidad locales con grandes acumulaciones de leña a la venta.

La leña usada, manifiestan las entrevistadas y también los vendedores, que no procede de la zona y que ellos la adquieren en lugares tan lejanos como el departamento de Quiché y aunque esto no se pudo verificar, es posible que sea el caso, pues no se aprecian zonas recientemente deforestadas en el área, como se aprecia en la figura 9.



Figura 9 Vista del entorno natural del área.

Las especies forestales para obtención de leña preferidas por las mujeres son el encino y el pino, a pesar que la compra es común, cuando tienen oportunidad salen a recolectar ramas secas o bien leña producto de la poda de cultivos tales como café y aguacate.

El volumen de leña utilizado varia, según manifiestan las mujeres participantes de la investigación en valores que van de 16 a 42 leños, lo cual al inicio, pareció elevado al equipo investigador, sin embargo, al profundizar en el tema, se pudo determinar que no necesariamente se referían a leños como comúnmente se refiere, es decir fragmentos de madera con longitud de 0.30 a 0.60 metros, sino que se refería a pequeñas ramas usadas principalmente en las estufas de menor tamaño y cuyo atizadero era tan reducido que no permitía el uso de madera de mayor tamaño.



Figura 10 Estufa con atizadero reducido, denominada estufa mejorada 1 en esta investigación.

Estas estufas cuentan con un atizadero tan pequeño que las usuarias debieron ampliar la apertura y aun así pueden usar sólo ramas de diámetro reducido, como puede apreciarse en la figura 10.

La lista de características de las estufas actualmente en uso que generaban insatisfacción o dificultad en el uso para preparación de los alimentos en el hogar incluyó el reducido tamaño de los quemadores disponibles, que a criterio de las mujeres era insuficiente además de no ser lo suficientemente grandes para la utilización de ollas de mayor tamaño.

La altura y estabilidad de las estufas fue otro factor que tuvo relevancia, pues algunas estufas no contaban con una base firme y generan el riesgo de voltearse y caer sobre las usuarias, mientras que otras aunque son estables, son demasiado bajas y su uso requiere de colocarse de rodillas frente a ellas.

El tamaño del atizadero, el cual como ya se mencionó, no permite el uso de leña de tamaño regular, también se constituyó en un factor relevante así como el material a emplear en la chimenea, pues la lámina de metal genera el riesgo de quemaduras, además de tener poca durabilidad.

En las opiniones proporcionadas por las mujeres entrevistadas, se pudo apreciar un alto sentido de la practicidad, es decir, las desventajas enunciadas en relación a las estufas en uso, fueron bastante objetivas y respaldadas por una dificultad sentida en su uso. Es así como una vez conocidas sus principales objeciones a los modelos de estufas empleadas, se procedió mediante la realización de talleres participativos, a la determinación de la estufa “ideal” de acuerdo a las necesidades de las mujeres participantes. De hecho fue así como se les planteo la problemática, que a través de los talleres ellas serían las diseñadoras de su propia estufa mejorada, la cual incorporaría las soluciones a las necesidades planteadas en la fase previa.



Figura 11 Dinámica durante taller participativo donde las mujeres diseñan la estufa mejorada DIGI-1.

Fue así como se llegó a la lista de características que la estufa mejorada DIGI-1 debía tener, las cuales se resumieron en:

La altura debía ser al menos 70 a 75 centímetros, pues las estufas ahorradoras de leña actualmente usadas o recibidas (pero no en uso) por las mujeres participantes de la investigación, son demasiado bajas y dificultan el uso. La plancha de hierro no solo debería tener un tamaño apropiado de al menos 60 centímetros de ancho y 80 centímetros de largo, esto permitira hornillas en cantidad apropiada y con los diámetros requeridos. La plancha de metal es importante que sea de un material con suficiente grosor para que no se doble.

A criterio de las mujeres participantes, se deben tener al menos 3 a 5 hornillas con anillos que permitan variar el diámetro de las mismas; una de ellas debe ser grande, con un anillo externo de diámetro de 30 centímetros, las otras 2 al menos 20 centímetros cada una. Las mujeres consideraron muy importante que la estufa posea suficiente área alrededor de la plancha de metal, en la cual se puedan colocar ollas y otros enseres de cocina sin que se quemen, para ello se debe tener un perímetro recubierto de azulejo alrededor de la plancha de hierro.

Otro aspecto importante es que la chimenea sea de tubos de cemento y no de metal, esto permite que no corran riesgo de quemarse y además permite que puedan secar fibras vegetales que ellas insertan en la chimenea y que emplean para elaboración de cestería, actividad muy común y altamente apreciada en el municipio.

Finalmente el atizadero (ventana de ingreso o colocación de leña) debe ser lo suficientemente grande para que sea fácil colocar leña de tamaño adecuado y que permita irradiar calor hacia la cocina. En cuanto a los materiales a emplear, la base de la estufa debe ser de block y la cámara de combustión de ladrillo, no les gusta el adobe pues es muy susceptible a atraer hormigas y zompopos.

Cada una de las características mencionadas y que fueron resultado de los talleres participativos, recopilaban en sentir, pero como se mencionó anteriormente, la practicidad de las mujeres en cada una de las características deseadas, desde la elección de los materiales hasta la altura, forma y partes de la estufa tuvieron una razón o justificación apropiada, lo cual facilitó la aceptación de dichas características por parte del equipo investigador al observar la lógica detrás de cada requerimiento.

Aunque se considera que el diseño obtenido y que se puede apreciar en el manual y los planos que acompañan este informe fue producto de la participación de las mujeres, no puede dejar de mencionarse que el proceso participativo mediante entrevistas y talleres con las participantes no estuvo exento de dificultades, especialmente al inicio del proceso, cuando a pesar de contar con una mujer que habla el idioma local, el Quiché, hubo cierta confusión en relación al proceso en desarrollo, pues muchas de las mujeres del grupo entendieron que el proceso era para dotar de estufas mejoradas a las participantes y no la formulación o diseño de una estufa mediante la participación activa del grupo.

Antia (1990) afirma que los participantes pueden iniciar un proceso participativo con ideas y resultados preconcebidos y cuando se aclara que estos no son las prioridades del proyecto, la participación puede menguar. Esto sucedió durante el proceso de investigación, sin embargo, siendo claros, verídicos y proporcionando la información pertinente sobre la importancia que el diseño de un modelo participativo de estufa puede tener en los proyectos futuros en el área, permitieron superar dicho obstáculo.

Rifkin (1987) afirma que aunque el interés pueda ser alto en un proceso participativo, este consume tiempo y usualmente los investigadores encuentran que las personas con las que quieren trabajar están demasiado ocupadas procurando las necesidades básicas de la vida. Es por ello que se tuvo mucho cuidado con no ocupar una cantidad de tiempo de las mujeres que afectara sus actividades diarias, por lo que se adaptaron los horarios y los días de actividades a la conveniencia del grupo y siempre con un clima de respeto y cordialidad.

b) Pruebas de eficiencia calórica de estufas mejoradas

La prueba de ebullición de agua (WBT) realizada a las estufas usadas por las mujeres participantes del proceso y al prototipo de estufa mejorada DIGI-1, permitió determinar que existían diferencias significativas entre los valores obtenidos, la prueba de medias realizada a los resultados permitió determinar que el fogón o fuego abierto, es el más eficiente en función del tiempo requerido para llevar el agua a ebullición. Esto está en sintonía con lo reportado por McCracken & Smith (1998) quienes encontraron que el tiempo de ebullición es menor al comparar el fuego abierto y la estufa de plancha mejorada, aunque estadísticamente no reportaron diferencia. En las pruebas realizadas por esta investigación, el fogón fue mucho más rápido, seguido por la estufa mejorada DIGI-1, la cual fue similar en cuanto al tiempo medido a la estufa denominada “Estufa Mejorada 2”, conformada por estufas tipo plancha mejorada en uso en la zona y los resultados más altos en cuanto a tiempo de ebullición fueron reportados para la estufa denominada “Estufa Mejorada 1” que es una estufa pequeña, con poco espacio para colocación de leña y con una base inestable.

Se realizó también la determinación de la temperatura en grados centígrados alcanzada por la superficie de las estufas mejoradas en uso comparadas con el prototipo de estufa mejorada DIGI-1, obteniéndose que había diferencias entre las medias de temperatura medidas con termómetro digital laser, teniéndose que en promedio el fogón reporto valores promedio de 244 grados centígrados, mientras que la estufa DIGI-1 alcanzó un valor promedio sobre la superficie de la plancha de hierro de 228 grados, valor muy similar al de la “Estufa Mejorada 2” que reporto 227 grados y la “estufa mejorada 1” con valores muy inferiores de 165 grados.

Los resultados de las pruebas anteriores permiten afirmar que la estufa mejorada DIGI-1 alcanza parámetros de eficiencia calórica similares a las planchas mejoradas en uso en el área y mucho más altos a los reportados por el modelo de “estufa mejorada 1”, con la adición de una serie de características de diseño que mejoran las deficiencias expresadas por las mujeres participantes del proceso, quienes al ser finalmente cuestionadas sobre la opinión que les generó el prototipo construido de la estufa mejorada DIGI-1 afirmaron que parecía incorporar los requerimientos consensuados en los talleres y que estarían dispuestas a probarlas y así aprovechar las ventajas que la misma tiene sobre los modelos actuales.

17. Conclusiones

1. En el municipio de Santa Clara La Laguna ha habido proyectos de dotación de estufas mejoradas por parte del Gobierno de Guatemala a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación así como de Organizaciones de la Sociedad Civil, con resultados variables, algunos modelos no han tenido aceptación y no están en uso y los que están en uso presentan una serie de características a mejorar si se quiere garantizar su aceptación comunitaria.

2. Las mujeres usuarias de las estufas mejoradas encuentran en los diferentes modelos utilizados en el municipio de Santa Clara La Laguna presentan como principales desventajas, Quemadores y tamaño de plancha demasiado reducido, ser demasiado pequeñas, altura inadecuada, estar colocadas sobre base inestable, tamaño de atizador muy pequeño, chimenea de lámina de metal con riesgo de quemarse y falta de espacio para colocar ollas que no se quieren en fuego directo.

3. Para garantizar el uso continuado, las estufas mejoradas de cualquier programa de dotación de estufas debe responder a las necesidades de las usuarias finales de las mismas, las mujeres; se considera que el diseño participativo de estufa mejorada DIGI-1 cumple con dichas características.

4. Se construyó un prototipo del modelo de estufa mejorada DIGI-1 incorporando las necesidades y hábitos identificados que además de tener pertinencia cultural respondió a los parámetros de generación de calor similares a los modelos existentes en el área.

18. Impacto esperado

El principal impacto esperado es la que obtención de un modelo de estufa mejorada a partir de un modelo participativo de inclusión de necesidades y hábitos propios de las mujeres del área de estudio sea extrapolable para el altiplano centro-occidental del país.

Este modelo de estufa mejorada DIGI-1 se convierte en una alternativa para proponer a instancias de Gobierno, organizaciones de la sociedad civil y de la cooperación internacional con la ventaja de haber surgido de las necesidades manifiestas de los usuarios finales, lo cual potencializa su

apropiación y uso a largo plazo por parte de los beneficiarios de programas de dotación de estufas mejoradas.

19. Referencias

- Albalak, R., Bruce, N., McCracken, J., Smith, K., & De Gallardo, T. (2001). Indoor respirable particulate matter concentrations from an open fire, improved cookstove, and LPG/open fire combination in a rural Guatemalan community. *Environmental Science & Technology*, 35(13), 2650-2655.
- Amegah, A., & Jaakkola, J. (2016). Household air pollution and the sustainable development goals. *Bulletin of the World Health Organization*, 94(3), 215.
- Antia, N. H. (1988). The Mandwa Project: an experiment in community participation. *International journal of health services*, 18(1), 153-164.
- Ariztizábal, J. (2014). Validación y evaluación comparativa de la eficiencia de una estufa de leña mejorada bajo condiciones controladas y prueba de campo. *Informador Técnico*, 78(1), 12-24.
- Bielecki, C., & Wingenbach, G. (2014). Rethinking improved cookstove diffusion programs: A case study of social perceptions and cooking choices in rural Guatemala. *Energy Policy*, 66, 350-358.
- Blanco, J. (2013). *Estufas mejoradas de leña en Centroamérica: Detonando los mercados* (No. 641.58 B641). San José, Costa Rica: Biomass Users Network (BUN-CA)
- Bruce, N., McCracken, J., Albalak, R., Scheid, M., Smith, K., Lopez, V., & West, C. (2004). Impact of improved stoves, house construction and child location on levels of indoor air pollution exposure in young Guatemalan children. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 14(S1), S26.
- Burwen, J., & Levine, D. I. (2012). A rapid assessment randomized-controlled trial of improved cookstoves in rural Ghana. *Energy for Sustainable Development*, 16(3), 328-338.
- Granderson, J., Sandhu, J., Vasquez, D., Ramirez, E., & Smith, K. (2009). Fuel use and design analysis of improved woodburning cookstoves in the Guatemalan Highlands. *Biomass and Bioenergy*, 33(2), 306-315.

- Hopkins, D. (2017). *Finding a better stove: Cookstove use in “Last Mile” villages in Guatemala*. Bothell, WA: University of Washington.
- Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R., Brockhaus, M., Verchot, L. ... & Romijn, E. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, 7(4), 044009.
- Jan, I. (2012). What makes people adopt improved cookstoves? Empirical evidence from rural northwest Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 3200-3205.
- Jeuland, M. A., & Pattanayak, S. K. (2012). Benefits and costs of improved cookstoves: assessing the implications of variability in health, forest and climate impacts. *PloS one*, 7(2), e30338. doi.org/10.1371/journal.pone.0030338
- Larrañaga, M., & Flores, N. (2012). *Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala*. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques.
- Lucarelli, K., Wyne, K., & Svenson, J. E. (2018). Improved cookstoves and their effect on carbon monoxide levels in San Lucas Tolimán, Guatemala. *International Journal of Environmental Health Research*, 28(1), 64-70.
- McCracken, J. P., & Smith, K. R. (1998). Emissions and efficiency of improved woodburning cookstoves in Highland Guatemala. *Environment International*, 24(7), 739-747.
- McCracken, J. P., Schwartz, J., Diaz, A., Bruce, N., & Smith, K. R. (2013). Longitudinal relationship between personal CO and personal PM_{2.5} among women cooking with woodfired cookstoves in Guatemala. *PloS one*, 8(2), e55670.
- Ministerio de Energía y Minas. (2013). *Política Energética de Guatemala 2013-2027. Energía para el desarrollo*. Guatemala: Autor.
- Rifkin, S. B. (1987). Primary health care, community participation and the urban poor: a review of the problems and solutions. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 1(2), 57-63.
- Ruiz-Mercado, I., Masera, O., Zamora, H., & Smith, K. (2011). Adoption and sustained use of improved cookstoves. *Energy Policy*, 39(12), 7557-7566.
- Ruiz-Mercado, I., & Masera, O. (2015). Patterns of stove use in the context of fuel–device stacking: rationale and implications. *EcoHealth*, 12(1), 42-56.
- Saldiva, P. H. N., & Miraglia, S. G. E. K. (2004). Health effects of cookstove emissions. *Energy for Sustainable Development*, 8(3), 13-19.

- Smith, K., McCracken, J., Thompson, L., Edwards, R., Shields, K., Canuz, E., & Bruce, N. (2010). Personal child and mother carbon monoxide exposures and kitchen levels: methods and results from a randomized trial of woodfired chimney cookstoves in Guatemala (RESPIRE). *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 20(5), 406.
- Troncoso, K., Castillo, A., Masera, O., & Merino, L. (2007). Social perceptions about a technological innovation for fuelwood cooking: Case study in rural Mexico. *Energy policy*, 35(5), 2799-2810.
- Urmee, T., & Gyamfi, S. (2014). A review of improved Cookstove technologies and programs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 625-635.
- Universidad del Valle de Guatemala. (2010). *Estufas mejoradas. Manual dirigido a técnicos*. Guatemala: Autor.
- Wathore, R., Mortimer, K., & Grieshop, A. P. (2017). In-use emissions and estimated impacts of traditional, natural-and forced-draft cookstoves in rural Malawi. *Environmental Science & Technology*, 51(3), 1929-1938.

20. Apéndice

Manual de Estufa Mejorada DIGI-1

Planos

Listado de los integrantes del equipo de investigación

Contratados por contraparte y colaboradores

Nombre	Firma
Darío Amílcar Monterroso Flores	

Contratados por la Dirección General de Investigación

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago		Firma
			SI	NO	
Carlos Guillermo Castañeda Acevedo	Coordinador	20130520	X		

Guatemala, 25 de noviembre de 2019.

Ing. Agr. Carlos Guillermo Castañeda Acevedo
Coordinador del Proyecto de Investigación

Dra. Sandra E. Herrera Ruiz
Coordinadora Programa Universitario de
Investigación en Asentamientos humanos

M.A. Ing. Agr. Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas