



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM – Estelí

**Evaluación de la eficiencia térmica, gases emitidos del Eco fogón
NYCA en la comunidad San Pedro de Arenales del Municipio de
Condega durante el año 2017**

**Trabajo Monográfico para optar al grado de Ingeniero en la
Carrera de Ingeniería En Energías Renovables**

Autores:

Br.Yolany Patricia Talavera Rugama
Br.Ana Rebeca Mendiola Sánchez
Br.Isaac Otoniel Talavera Rojas

Tutor:

Msc. Edwin Antonio Aguilera Reyes

Estelí, 09 de Enero de 2018



Agradecimiento.

Primeramente agradecemos a Dios por su infinita sabiduría y darnos las fuerzas para finalizar con esta importante etapa de nuestras vidas.

A nuestras familias, por el gran esfuerzo que realizaron para ayudar a finalizar nuestros estudios, especialmente a nuestros padres por su comprensión en nuestras largas ausencias en el hogar.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en especial a la Facultad Regional Multidisciplinaria Estelí, nuestro segundo hogar, por su labor educadora y formación profesional para con nosotros, a sus maestros por el apoyo brindado durante estos cinco largos años.

A nuestro tutor Msc. Edwin Antonio Reyes Aguilera, por todo el tiempo invertido en nuestro trabajo, su valiosa asesoría e importantes sugerencias, por su absoluto compromiso y ayuda en el proceso investigativo desde el principio hasta el final.

A todos los que directa o indirectamente durante estos cinco años estuvieron con nosotros y forman parte de nuestra formación profesional y han influido en que estemos finalizando esta meta en nuestra vida.

A todo infinitas Gracias!!!

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES	3
III.	JUSTIFICACIÓN.....	6
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
V.	OBJETIVOS	9
5.1.	Objetivo General.....	9
5.2.	Objetivos Específicos.....	9
VI.	MARCO TEÓRICO.....	10
6.1.	Termodinámica	10
6.1.1.	Primera ley de la termodinámica	10
6.2.	Cocinas mejoradas.....	10
6.2.1.	Tipos de cocinas mejoradas	11
6.2.1.1.	Cocinas mejoradas sin chimenea.....	11
6.2.1.1.1.	Modelo Apoyo	11
	<i>Imagen 1. Modelo Apoyo</i>	11
6.2.1.1.2.	Modelo Sema Domiciliar.....	11
	<i>Imagen 2. Sema Domiciliar</i>	11
6.2.1.1.3.	Modelo Emelda	11
	<i>Imagen 3. Modelo Emelda</i>	11
6.2.1.2.	Cocinas mejoradas con chimenea.....	12
6.2.1.2.1.	Modelo Ceta modificada.....	12
	12
6.1.1.2.1.	Modelo Inkawasi	13
	<i>Imagen 5. Modelo Inkawasi</i>	13
6.1.1.2.1.	La estufa Eco Justa.....	13
	<i>Imagen 6. La estufa Eco Justa</i>	13
6.1.1.2.2.	Eco fogón:.....	13
	<i>Imagen 7. Eco fogón</i>	14
6.1.1.2.2.1.	Transferencia de calor.....	14
a)	Transferencia de calor por conducción.....	14

b) Transferencia de calor por convección	15
c) Radiación	15
6.2. Fuego abierto	16
<i>Imagen 8. Fuego Abierto</i>	16
6.2.1. Desventajas del fuego Abierto:	16
6.3. Ventajas del Eco fogón.....	17
6.4. Principios de diseño del eco fogones:.....	17
6.5. Características del Eco fogón.....	19
6.6. Funcionamiento	20
6.7. Uso y mantenimiento de un Eco fogón	20
6.8. Biomasa	21
6.8.1. Ventajas de cocinar con biomasa	21
6.8.2. Desventajas de cocinar con biomasa.....	22
6.8.2.1. Presión sobre recursos naturales y biológicos:	22
6.8.2.2. Tiempo perdido recolectando el combustible:	22
6.8.2.3. Riesgos para la salud:	22
6.9. Leña.....	23
6.9.1. Combustión de leña	24
6.9.2. Hollín o Carbono Negro:.....	25
6.10. Calidad del aire	25
6.10.1. Contaminación del Aire.....	25
6.10.2. Concentración de los contaminantes del aire y factores que afectan la sensibilidad.....	26
6.10.3. Calidad del aire en interiores	27
6.10.4. EFECTOS DE LA CONTAMINACION DEL AIRE EN LA SALUD	27
6.10.4.1. Factores conversión ppm a mg/m ³ para CO a una atmósfera (Gonzales Expósito, 2013).....	28
6.11. Material particulado en suspensión (MP)	28
6.12. Beneficios Económicos.	30
6.13. Impacto Ambiental en el uso de Eco fogón.....	31
VII. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	32
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO	33
8.1. Tipo de estudio	33
8.2. Área de Estudio:	33

8.2.1. Ubicación geográfica.....	33
<i>Imagen 9. Ubicación</i>	34
8.2.2. Área de conocimiento	34
8.3. Universo y Muestra	34
8.4. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	36
8.5. Métodos, Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos e información	37
8.6. Procedimientos para la Recolección de datos e información.....	38
<i>Imagen 10. Cocción de Alimentos.</i>	38
□ Parámetros de la Eficiencia Térmica.....	39
<i>Imagen 11. Mediciones Emisiones de CO</i>	40
<i>Imagen 12. Aplicación de encuesta</i>	40
8.7. Plan de Tabulación y Análisis de datos e información	41
IX. RESULTADOS Y DISCUSION.....	42
9.1. Caracterizar el funcionamiento del Eco fogón a través de protocolos internacionales establecidos.....	42
9.1.1. Cantidad de leña utilizada	43
<i>Grafica 1. Cantidad de leña utilizada</i>	43
9.1.2. Tiempo de cocinado	44
<i>Grafica 2. Tiempo de cocinado.</i>	44
9.2. WBT (WATER BOILING TEST)	45
9.2.1. Pruebas de hervido de agua en Eco fogón.....	46
<i>Grafica 3. Pruebas de hervido de agua</i>	46
9.2.2. Pruebas de hervido de agua cocina tradicional tiempo en minutos	46
<i>Grafico. 4 Pruebas de hervido de agua cocina tradicional tiempo en minutos</i>	46
9.3. Determinar las emisiones de gases emitidos por las cocinas en el interior de las viviendas de las familias que permita un análisis de la mejora en la calidad del aire.....	47
<i>Grafico 5 Concentración de CO en el Eco Fogón y cocina tradicional</i>	48
9.3.1. Valores guía para CO recomendados por la OMS	48
<i>Tabla 1. Valores de la OMS</i>	48
9.4. Identificar los factores que influyen en la implementación del uso de eco fogones por parte de los beneficiarios.	48
9.4.1. Salud:	48
<i>Grafico 6</i>	49
9.4.2. Ambiental	50

9.4.3. Económico	51
<i>Grafico 8.</i>	51
9.4.4. Grado de satisfacción de las personas	52
<i>Grafico 9.</i>	52
9.4.5. Tipo de leña que más se utiliza	53
<i>Grafico 10.</i>	53
9.5. Materiales Utilizados para la construcción del Eco fogón.....	54
X. CONCLUSIONES.....	55
XI. RECOMENDACIONES.....	56
XII. BIBLIOGRAFIA	57
XIII. ANEXOS	59
12.1. Protocolo para realizar la Prueba Controlada de Cocinado	59
12.2. Tabla 1. Resultados CCT del Eco fogón y Cocina Tradicional	60
12.3. Ficha controlada de Cocinado	61
12.3. Encuesta aplicada a Usuario	63
12.4. Base de Datos de SPSS	64

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día casi la mitad de la población mundial sigue cocinando, hirviendo agua y calentando sus casas a través de la quema de madera, estiércol, residuos agrícolas, o carbón en fuegos abiertos o estufas rudimentarias. La forma de cocción tradicional consiste en un fuego abierto o fogón abierto constituido por tres piedras, en el cual se consume una gran cantidad de combustible y se producen emisiones de partículas y gases de combustión que afectan negativamente a la salud humana.

A consecuencia de la exposición a las emisiones producidas por la combustión de biomasa, mueren al año alrededor de 1.5 millones de personas, principalmente mujeres y niños (OMS, 2007). La combustión incompleta de la madera en fogones abiertos genera gases y partículas. En el caso de estas últimas, de la fracción respirable PM, se registran concentraciones en el intervalo de 300 a 3,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en países de África, Asia y América Latina (Smith et al., 1994; McCracken y Smith, 1998; Albalak et al., 1999; Zhang et al., 1999) y pueden llegar a niveles por arriba de 10,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO, 2002), lo cual se encuentra al origen de una serie de enfermedades respiratorias.

Es por ello que en la presente investigación se pretendió Evaluar la eficiencia térmica, gases emitidos del Ecofogón NYCA en la comunidad San Pedro de Arenales del Municipio de Condega; considerando que es una estufa ecológica que según resultados consume menos material combustible y que generó menos emisiones frente a una estufa tradicional comúnmente usada en zonas rurales; a través de la cuantificación mediante pruebas específicas de evaluación de eficiencia de estufas y caracterización de emisiones atmosféricas provenientes de la combustión de biomasa, y así con datos cuantitativos para demostrar que los ecofogones son una excelente alternativa para cocinar alimentos en comunidades.

El nombre NYCA surge por la combinación de los 2 nombres de las primeras integrantes del grupo YOLAL**NY** Y REBE**CA** dicho nombre fue propuesto por nuestro tutor de tesis Edwin Reyes para que pudiéramos lucir un nombre bastante bonito junto con el Ecofogón.

II. ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes Nacionales

En Nicaragua hay en uso 3,027 Eco fogones. El Eco fogón es un proyecto de modernización del uso de la leña a cargo de PROLEÑA. Este fogón fue desarrollado en Honduras, después de la destrucción causada por el Mitch. En el Eco fogón se juntaron dos modelos de fogones que ya se habían usado anteriormente (Martinez & Zuniga, 2010).

PROLEÑA, es la Asociación para el Fomento DENDROENERGETICO una organización no gubernamental ONG, sin fines de lucro, cuyo objetivo es promover la modernización del uso de la biomasa como fuente energética nacional, así como las energías renovables (Martinez & Zuniga, 2010).

El cocinar con leña es una de las formas más difundidas de preparar los alimentos en Nicaragua el 56,5% de la población tanto en el área rural (91,8%) como urbana (31,4%) cocina con este tipo de combustible. Tanto es así, que según el Ministerio de Energía y Minas (MEM) la leña ocupa el 45,8% del consumo final de energía del país, y ésta es utilizada casi exclusivamente en los hogares para la cocción de alimentos. La forma de cocción tradicional consiste en un fuego abierto o fogón abierto constituido por tres piedras, en el cual se consume una gran cantidad de combustible y se producen emisiones de partículas y gases de combustión que afectan negativamente a la salud humana (Gonzales, 2013).

En esta sistematización de las cocinas mejoradas de Nicaragua, se han evaluado trece modelos de cocinas mejoradas de los más difundidos en el país. A cada uno de estos modelos se le realizaron pruebas de eficiencia energética, consumo de combustible y emisiones a través de protocolos de medición internacionales. Se realizaron visitas a los promotores y a los usuarios de las cocinas en campo. En estas visitas se observaron cómo se implementaron cada uno de estos modelos sobre el terreno, obteniéndose valiosa información de primera mano de los usuarios finales. Se ha puesto especial interés en entender el contexto que

envuelve a la implementación de una cocina mejorada y cuáles son las buenas prácticas que contribuyen a su éxito (Gonzales, 2013).

2.2. Antecedentes Locales

En el año 2015 se llevó a cabo la construcción del Eco fogón NYCA en FAREM-Estelí como trabajo de curso de la clase de Termometría y Termodinámica, en el cual se debía demostrar la eficiencia térmica a través de mediciones utilizando el instrumento requerido. La cocina no fue evaluada debido a que se presentaron problemas de la estructura del Eco fogón el cual influyeron para hacer las mediciones planteadas (Mendiola & Talavera, 2015).

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM Estelí, a través de su Centro de Investigación en Energías Renovables (CIER) realizó una investigación, cuyo objetivo principal fue evaluar las cocinas mejoradas modelo LORENA, en la comunidad de CUYAS, Somoto Madriz, así como sus impactos en las condiciones de vida de sus usuarios y en el medio ambiente con el fin de identificar evidencias y lecciones aprendidas que sirvan para nuevos proyectos, como resultados se obtuvieron que las cocinas mejoradas emiten menos gases contaminantes en el interior de las viviendas que las cocinas tradicionales, esto debido a la eficiencia y al diseño con chimenea de las cocinas mejoradas, gastan menos leña por alimento cocinado, han disminuido las enfermedades respiratorias, los techos ya no se impregnan de hollín y debido al buen monitoreo y seguimiento por parte del organismo financiador, todas las cocinas están en uso y buen estado de funcionamiento. La investigación les permitió concluir que el uso de estas cocinas es más eficiente que las tradicionales debido a su diseño y mayor concentración de calor en la cámara de combustión, menor despale de bosques en la zona de incidencia del proyecto lo que garantiza la sostenibilidad del medio ambiente, al reducirse la presión ejercida sobre los bosques, así como la emisión de nocivos gases de efecto invernadero (Reyes Aguilera & Medina, 2015).

Una segunda investigación de parte de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM Estelí, a través de su Centro de Investigación en Energías Renovables (CIER) tuvo como objetivo principal es evaluar las cocinas mejoradas tipo CETA Híbrida, implementadas en comunidades de Jinotega, sus impactos en las condiciones de vida de sus usuarios y el medio ambiente. Los resultados obtenidos muestran que las cocinas mejoradas contaminan menos el interior de las viviendas que las cocinas tradicionales, debido a la eficiencia y al diseño con chimenea de las cocinas mejoradas, consumen menos leña, menor tiempo en la cocción, disminuyen las enfermedades respiratorias, las cocinas mejoradas sin chimenea que formaron parte del estudio contaminan más que las tradicionales (Reyes, Medina, & Rodríguez, 2015).

III. JUSTIFICACIÓN

Considerando las condiciones de deforestación y degradación de los recursos naturales en Nicaragua, así como el momento crítico en que se encuentra la humanidad debido al calentamiento global producto de la acumulación excesiva de gases de efecto invernadero en la atmósfera del planeta, este trabajo se realizará con la finalidad de ofrecer una alternativa para el ahorro y disminución del uso de leña con la utilización de Eco fogón fabricado para este estudio, se evaluará tanto en su eficiencia en el consumo de combustible como en la aceptación por parte del usuario, viabilidad de su construcción, durabilidad y facilidad de disseminación.

Los eco fogones juegan un papel importante en el establecimiento de un sistema sostenible con la plantación de árboles de rápido crecimiento y frutales como cercas vivas para la obtención de leña, con miras a neutralizar las emisiones de CO procedentes de la quema doméstica de biomasa. Con el uso de este equipo no es necesario cortar los árboles para convertirlos en leña, ya que funciona con ramas fina secas o productos de podas.

El estudio contempla inicialmente la construcción del Eco-fogón mejorado, este surge como una alternativa para conservar el medio ambiente, contribuyendo así al mejoramiento de la economía del hogar al prevenir costosas enfermedades como también se contribuye a disminuir los gases de efecto invernadero y calentamiento global de nuestro planeta.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1. Caracterización del Problema

La exposición diaria del humo nocivo de las cocinas tradicionales es una de las mayores, pero menos conocidas, causas de muerte en el mundo. Tanto es así que, el humo de las cocinas tradicionales y fuegos abiertos causan 2 millones de muertes prematuras al año, siendo las mujeres y los niños los más afectados. El quemado ineficiente de leña u otros materiales orgánicos genera, entre otros productos nocivos, grandes cantidades de materia Particulada y monóxido de carbono (Gonzales, 2013).

4.2. Delimitación del Problema

En los últimos años la necesidad de implementar un proyecto de esta naturaleza es prioritaria debido a que; en la Comunidad San Pedro de Arenales del Municipio de Condega no se han creado políticas o estrategias con el fin de lograr la ejecución de actividades que permitan la preservación de los recursos forestales. En algunas localidades la población utiliza fogones tradicionales, otras familias utilizan leña a diario lo cual origina una fuerte presión en el bosque, enfermedades respiratorias entre otros.

4.3. Formulación del Problema

A partir de la caracterización y delimitación del problema antes expuesta, se plantea la siguiente pregunta principal del presente estudio: ¿Cómo se evaluará la eficiencia térmica, gases emitidos del Ecofogón NYCA en la comunidad San Pedro de Arenales del Municipio de Condega durante el año 2017?

4.4. Sistematización del Problema

1. ¿Cuál sería la caracterización del funcionamiento del Ecofogón NYCA a través de protocolos internacionales establecidos?

2. ¿Cómo se determinaría las emisiones de gases emitidos por las cocinas en el interior de las viviendas de las familias que permita un análisis de la mejora en la calidad del aire?
3. ¿Cuáles son los factores que influyen en la implementación del uso de eco fogones por parte de los beneficiarios?

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Evaluar la eficiencia térmica, gases emitidos del Ecofogón NYCA en la comunidad San Pedro de Arenales del Municipio de Condega durante el año 2017.

5.2. Objetivos Específicos

1. Caracterizar el funcionamiento del Ecofogón NYCA a través de protocolos internacionales establecidos.
2. Determinar las emisiones de gases emitidos por las cocinas en el interior de las viviendas de las familias que permita un análisis de la mejora en la calidad del aire.
3. Identificar los factores que influyen en la implementación del uso de eco fogones por parte de los beneficiarios.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. Termodinámica

La termodinámica es la rama de la física que describe los estados de equilibrio termodinámico a nivel macroscópico. El Diccionario de la lengua española de la Real Academia, por su parte, define la termodinámica como la rama de la física encargada del estudio de la interacción entre el calor y otras manifestaciones de la energía.

6.1.1. Primera ley de la termodinámica.

La primera ley de la termodinámica establece que la energía no se crea, ni se destruye, sino que se conserva. Entonces esta ley expresa que, cuando un sistema es sometido a un ciclo termodinámico, el calor cedido por el sistema será igual al trabajo recibido por el mismo, y viceversa.

Es decir $Q = W$, en que Q es el calor suministrado por el sistema al medio ambiente y W el trabajo realizado por el medio ambiente al sistema durante el ciclo.

6.2. Cocinas mejoradas

Una cocina mejorada es un sistema de cocción de alimentos que permite ahorrar combustible (generalmente leña) y a la vez reduce significativamente la cantidad de emisiones nocivas para la salud humana (Bolaños, 2011).

6.2.1. Tipos de cocinas mejoradas

6.2.1.1. Cocinas mejoradas sin chimenea.

6.2.1.1.1. Modelo Apoyo

Destaca por su buena calidad y precio, por su pequeño tamaño y bajo peso es fácil de mover de un lugar a otro. Es apropiada para cocinar con ollas de hasta 10 litros de capacidad.



Imagen 1. Modelo Apoyo

6.2.1.1.2. Modelo Sema Domiciliar

Es un modelo especial porque cocina con cascarilla de café, de arroz o aserrín. Una vez que se enciende no se puede apagar y la llama no se puede controlar. Es muy útil en invierno cuando la leña esta mojada y la cascarilla de café está seca.



Imagen 2. Sema Domiciliar

6.2.1.1.3. Modelo Emelda

Es una cocina sencilla y duradera. Cuenta con dos hornillas que se adaptan a varios tipos de porras incluso de gran capacidad y peso, incluso sin tener chimenea emite poco humo.



Imagen 3. Modelo Emelda

6.2.1.2. Cocinas mejoradas con chimenea.

6.2.1.2.1. Modelo Ceta modificada



Cuenta con dos hornillas y chimenea. Es un modelo muy usado en las zonas rurales de Nicaragua, presenta un alto ahorro de leña y además reduce el humo. Está formada por una estructura de ladrillo cuarterón, mezcla de arena y cemento reforzado con esqueleto simple de hierro que hace de ella una cocina fija. Cuenta con una chimenea de concreto con un diámetro interior de 10 cm, con una válvula de fácil acceso para poder controlar el tiro de la misma. Dispone de una plancha de concreto reforzada con alambres y varillas de hierro. La plancha cuenta con dos hornillas de un diámetro que se decide en el momento de su construcción, normalmente de un tamaño tal que permita usar apropiadamente ollas de hasta 12 litros de capacidad. Así mismo cuenta con una tapa en la entrada de la cámara de combustión. Va construida sobre una mesa que la eleva y la deja a una altura cómoda para cocinar. Es un modelo relativamente fácil de construir y sobre el que hay bastante experiencia en las zonas rurales de Nicaragua ya que disfruta de una amplia aceptación (Torres, 2010).

6.1.1.2.1. Modelo Inkawasi

Es una cocina fija construida a base de ladrillo y cemento, con una chimenea y dos hornillas. Tiene una capacidad para ollas hasta de 12 litros y su tamaño se decide a la hora de su construcción. Ahorra el consumo de leña y además se destaca porque disminuye la emisión de humo dentro de la casa (Construcción de Cocinas Mejoradas, 2014).



Imagen 5. Modelo Inkawasi

6.1.1.2.1. La estufa Eco Justa

La estufa Eco Justa es una tecnología que ha sido aceptada gracias a su eficiencia y bajo consumo, lo que permite un ahorro de hasta un 60 % en comparación con un fogón tradicional. En su construcción se utilizan materiales de fácil adquisición y de bajo costo. Por su diseño, esta estufa permite que el calor se concentre en un solo punto en la plancha metálica y se expanda a través de esta; contrario a lo que sucede en los fogones tradicionales, en los que el calor se expande en la caja de fuego con su consecuente pérdida que conlleva un mayor consumo de leña (Bardales, 2013).



Imagen 6. La estufa Eco Justa

6.1.1.2.2. Eco fogón:

El Eco fogón es considerado el único fogón que ahorra leña y no ahúma las casas, Proleña Innovaciones Ambientales Sostenibles (2015), establece que el Eco fogón es un fogón construido con nueva tecnología y con características innovadoras para el mejor aprovechamiento de la leña en las cocinas domésticas. Consume hasta un 50% menos de leña en relación a los fogones tradicionales de fuego abierto o tres piedras, que son tradicional y ancestralmente muy usados, además

de no liberar humo dentro de la vivienda, mantiene las ollas o cazuelas limpias sin hollín, permite cocinar varios tipos de comida al mismo tiempo, es portátil y con buena presentación externa. Así como también se adapta con facilidad a las condiciones de la vivienda, ocupa poco espacio y puede ser cambiado de lugar cuando desee. Su instalación y mantenimiento son fáciles y rápidos. Utiliza la cámara de combustión o quemador de cerámica en forma de codo térmicamente aislada, una cámara de transferencia de calor sellada por una plancha



Imagen 7. Eco fogón.

metálica con alta conductividad, todo acoplado a una chimenea con sistema natural de extracción de humo. Para las áreas urbanas donde la leña es comercializada, la economía de este mismo material permite que los recursos ahorrados puedan ser utilizados para pagar su propio Eco fogón (Rodríguez Acero, Ramírez Chaparro, Narvaez Cote, & Urbina Quintero, 2016)

6.1.1.2.2.1. Transferencia de calor.

La transferencia de calor es aquella ciencia que busca predecir la transferencia de energía que puede ocurrir entre cuerpos materiales, como resultado de una diferencia de temperatura. La termodinámica enseña que esta transferencia de energía se define como calor. La ciencia de la transferencia de calor no sólo trata de explicar cómo puede ser transferida la energía calorífica, sino también trata de predecir la rapidez a la que se realizará este intercambio bajo ciertas condiciones especificadas.

a) Transferencia de calor por conducción.

La experiencia ha demostrado que cuando existe un gradiente de temperatura en un cuerpo, hay una transferencia de energía de la región de alta temperatura a la

de baja temperatura. Decimos que la energía es transferida por conducción y que la rapidez de transferencia de energía por unidad de área es proporcional al gradiente normal de temperatura.

Ley de Fourier para la conducción. $\frac{Q}{\Delta t} = \frac{kA}{x}(T_1 - T_2)$

Donde:

Q es el calor transmitido por unidad de tiempo.

K es la conductividad térmica.

A es el área de la superficie de contacto.

$(T_1 - T_2)$ es la diferencia de temperatura entre el foco caliente y el frío.

X es el espesor del material.

b) Transferencia de calor por convección

Sabemos muy bien que una placa de metal caliente se enfría con mayor rapidez cuando se le coloca frente a un ventilador, que cuando se le expone a un aire en reposo. Entre más rápido se dé el movimiento del fluido más rápido se dará la transferencia de calor por convección.

c) Radiación

Se puede atribuir a cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas constitutivas. En ausencia de un medio, existe una transferencia neta de calor por radiación entre dos superficies a diferentes temperaturas, debido a que todas las superficies con temperatura finita emiten energía en forma de ondas electromagnéticas.² El calor emitido por una superficie en la unidad de tiempo, viene dado por la ley de Stefan-Boltzmann.

6.2. Fuego abierto

El fuego abierto o fogón (del latín focus) es descrito por el Diccionario de la Real Academia Española como “el fuego de leña que se hace en el suelo; cada una de las tres piedras entre las que se enciende el fuego y sobre las que se coloca el recipiente con la comida”. El fuego abierto fue la forma en que el hombre inicialmente hizo uso del fuego, cocinando directamente sus alimentos y luego valiéndose de tres piedras como medio de sostener el recipiente donde se efectuaba la cocción. El fuego



Imagen 8. Fuego Abierto

abierto continúa aún vigente debido a que es económico, versátil, provee luz y calor y es de fácil construcción y manejo.

Entre las ventajas del fuego abierto se destacan que el calor del fuego no es absorbido por la masa del cuerpo como es el caso de algunas estufas, gran parte de la olla es expuesta al fuego por debajo y alrededor y ofrece flexibilidad al agregar leña permitiendo quemar las puntas e ir calentando la leña, lo que facilita tener una combustión completa (Rodríguez Acero, Ramírez Chaparro, Narvaez Cote, & Urbina Quintero, 2016).

6.2.1. Desventajas del fuego Abierto:

- Desprende humo en el ambiente de la cocina.
- Mal sabor en las comidas por causa del humo.
- Posición inadecuada al momento de cocinar (dolores de espaldas).
- Peligro de quemaduras debido al contacto directo con el fuego.
- Pérdida del calor en un 80% por estar el fuego al aire libre.
- Inestabilidad en el soporte de las ollas con riesgo de sufrir quemaduras.
- Hollín en los alrededores de la cocina.
- Ambiente antihigiénico.
- Mayor uso de combustible (leña, bosta), incrementando el gasto del hogar.

- Demora en la preparación de los alimentos (Britton, Guerrero, Saavedra, Malque, & Zevallos Gutierrez, 2008).

6.3. Ventajas del Eco fogón

1. Contribuye a evitar la deforestación porque ahorra hasta un 50% de la leña que gastan los fogones tradicionales.
2. Se puede usar distintos tipos de biomasa como material de combustión tales como residuos de cosecha, conchas de frutos secos como nueces, aserrín, entre otros.
3. Permite cocinar varios tipos de comida al mismo tiempo.
4. No contamina con el humo ni gases de combustión en los hogares o sitios donde se emplea debido a que cuenta con una chimenea por donde salen los gases evitando así los riesgos de enfermedades de tipo respiratoria por personas que los usen
5. No ahúma los implementos de la cocina, ni los techos, ni paredes en donde se sitúe para funcionar; tiene un buen aspecto estético en los hogares y las cocinas.
6. Los eco fogones de tipo portátil suelen ser livianos, y pueden trasladarse con facilidad a otro lugar, siendo así un fogón sencillo y práctico de usar.
7. Como función adicional se puede emplear como calefactor para calentar espacios o ambientes muy fríos (Rodriguez Acero, Ramirez Chaparro, Narvaez Cote, & Urbina Quintero, 2016).

6.4. Principios de diseño del eco fogones:

1. Principio uno: Procurar aislar alrededor del fuego con materiales livianos y resistentes al calor. Si es posible. El aislante debe ser liviano y lleno de cavidades

pequeñas de aire. Los ejemplos de materiales naturales con propiedades aislantes tales como la piedra pómez, adobes de arcilla, vermiculita, perlita, ceniza de madera y ladrillos que pueden fabricarse con materiales existentes en la región.

2. Principio dos: Instalar una chimenea corta y aislada directamente encima o cerca del fuego. Una chimenea corta encima del fuego permite una fuerte corriente de aire y hace que el fuego queme y caliente de forma más rápida. La chimenea debe ser aproximadamente tres veces más alta que su diámetro.

3. Principio tres: Se debe calentar y quemar las puntas del material a combustionar que se introducen al fuego. Si únicamente la madera o material que se quema está caliente, habrá mucho menos humo. La meta es lograr una cantidad de gas apropiada para que arda limpiamente sin crear carbón o humo.

4. Principio cuatro: Mantener temperaturas altas y bajas según la cantidad de biomasa que se introduce. La biomasa se calienta y emite gas. El gas prende fuego y crea calor.

5. Principio cinco: Se debe mantener una corriente de aire buena y rápida en todo el carburante, debido a que tener una corriente apropiada ayuda a mantener altas temperaturas en la estufa mejorada. Un fuego caliente es un fuego limpio.

6. Principio seis: La falta de corriente de aire en el fuego resulta en humo y exceso de carbón. Sin embargo, demasiado aire enfría al fuego y no es útil. Aberturas más pequeñas en el fuego ayudan a reducir el exceso de aire. Mejorar la eficiencia del intercambio térmico a la olla o plancha es el factor más importante que reducirá el uso de combustible en una estufa de cocina. Mejorar la eficiencia de combustión reduce la contaminación, pero es menos importante cuando se quiere ahorrar leña.

7. Principio siete: La abertura al fuego, el tamaño de los espacios dentro de la estufa por donde pasan los gases calientes y la chimenea externa deben ser aproximadamente del mismo tamaño. Esto permite mantener una superficie transversal consistente y genera una corriente uniforme en la estufa. Una buena corriente no sólo mantiene el calor del fuego, sino que también es esencial para que el aire caliente creado por el fuego pueda transferir efectivamente su calor a la olla.

8. Principio ocho: Usar una reja debajo del fuego. No se debe colocar el material o biomasa en el piso de una cámara de combustión. Tiene que pasar aire por debajo del material. Un estante en la abertura de la estufa también levanta la biomasa para que el aire pueda pasar por debajo de ellos.

9. Principio nueve: Aislar la trayectoria del aire caliente. Los materiales aislantes en una estufa mantienen calientes los gases de combustión para que calienten mejor la olla o la plancha.

10. Principio diez: Se debe transmitir calor a una olla o a una plancha aumentando el intercambio térmico, lo cual se logra con mayor facilidad diseñando canales pequeños para permitir el paso del gas caliente generado por la combustión. Los gases calientes están forzados por estos canales estrechos, donde rozan la olla o la plancha. Si los canales son muy grandes, los gases pasan por el centro y no transfieren su calor a la superficie apropiada. Si los espacios son demasiado angostos, la corriente disminuye enfriando el fuego, aumentando las emisiones e impidiendo que pase el calor a la olla (Rodríguez Acero, Ramírez Chaparro, Narvaez Cote, & Urbina Quintero, 2016).

6.5. Características del Eco fogón

El Eco fogón es un modelo prefabricado de metal que ha sido diseñado para ahorrar leña. Su forma es rectangular y tiene una cámara de combustión.

Principales características:

- Utiliza una base de metal, hecha de medio tonel con patas para fijarse en el suelo.
- Utiliza una plancha metálica cuadrada, para usar el tipo de olla que requiera.
- Utiliza una chimenea de metal para la expulsión del humo y gases generados por la combustión de la leña.
- Usa ladrillos de barro cocido para formar la cámara de combustión

6.6. Funcionamiento

El Eco fogón funciona con leña, y por encima está cerrado con una lámina metálica, o plancha de metal, sobre esta lámina se cocina de manera normal, lo único que no se ve la leña, ni el fuego. El Eco fogón en la caja de fuego tiene una cámara o caja hecha de piezas de barro, que han sido hornadas a alta temperatura, estas piezas transmiten el calor a la plancha metálica (Osorto Pinel, 2009).

6.7. Uso y mantenimiento de un Eco fogón

- Colocar el Eco fogón de manera que el tubo de la chimenea quede hacia el rincón de la cocina, para evitar que alguien se queme al pasar.
- Rellenar en forma pareja la piedra pómez que está dentro del Eco fogón al mismo nivel del marco de la plancha.
- Instalar los tres tubos que forman la chimenea.
- Sellar el borde de la plancha con una mezcla de ceniza y agua, para evitar fuga de humo y calor.
- Colocar la leña sobre la lengüeta de metal.

- Usar porras y cazuelas que tengan el fondo plano para que se asienten sobre la plancha y aprovechen más el calor.
- Limpiar el interior de la plancha una vez a la semana y untarle aceite para evitar el sarro y la suciedad.
- Limpiar la chimenea cada tres meses, puede golpearla suavemente con un trozo de leña y así caerá el hollín que se acumula en ella (Sandoval & Cruz Guerrero, 2017).

6.8. Biomasa.

Biomasa es toda materia orgánica no fosilizada de origen vegetal o animal resultado del proceso de conversión fotosintético, incluyendo sus residuos, como productos forestales, agrícolas y desechos municipales. Puede ser transformada en energía por medio de procesos bioquímicos, fisicoquímicos y termoquímicos, como la combustión, pero su aprovechamiento desordenado es perjudicial para el recurso. Los combustibles derivados de la biomasa se conocen como biocombustibles (Gallego R).

6.8.1. Ventajas de cocinar con biomasa

- La biomasa es relativamente barata con respecto al gas natural y a los combustibles basados en petróleo. Además, los artefactos que utilizan el gas natural, la electricidad u otros combustibles modernos son costosos.
- Es una fuente de energía *renovable*: los árboles se pueden plantar para la producción de la leña, el estiércol de animal se puede recoger con facilidad relativa, y la basura agrícola puede ser utilizada.

- La biomasa está disponible en muchos lugares donde no están las fuentes modernas del combustible, por ejemplo zonas rurales (Gerling & Perez, 2008).

6.8.2. Desventajas de cocinar con biomasa

6.8.2.1. Presión sobre recursos naturales y biológicos:

- En lugares de densidad alta de personas, el uso insostenible de la biomasa pone la presión excesiva en bosques próximos y contribuye a la tala de árboles y a la de vegetación.
- La tala de árboles y la de vegetación severa contribuye a la pérdida de biodiversidad e interrumpe la función y el equilibrio natural del ecosistema.

6.8.2.2. Tiempo perdido recolectando el combustible:

Donde es escasa la biomasa, la gente tiene que viajar grandes distancias y pasar tiempo valioso para encontrar la cantidad suficiente. El tiempo gastado de regajo de la biomasa para cocinar se podía gastar en maneras más productivas tales como cuidar a los niños, estudiar, actividades económicas, etc.

6.8.2.3. Riesgos para la salud:

Gente que quema los combustibles de la biomasa para cocinar están expuestos a altas concentraciones de humo, especialmente las que cocinan dentro las casas.

- Los niños están expuestos a las quemaduras cuando la biomasa está ardiendo.
- Quemar la biomasa sin protección está vinculada directamente a las enfermedades respiratorias. Es una causa severa para la muerte de los niños menores de cinco años de edad. **El humo de los fuegos al interior de la cocina, lleva a adquirir neumonía, responsable de más de cuatro millones de muertes por año.**
- Mujeres que llevan a sus bebés cargados en la espalda, mientras cocinan inadvertidamente exponen al niño a niveles del humo tóxico que pueden afectar negativamente al infante, por ejemplo en el crecimiento y en el desarrollo saludable.
- Un número de enfermedades, se pueden atribuir a la inhalación: bajo peso del recién nacido, fatiga nerviosa y muscular, cataratas, cáncer, etc (Gerling & Perez, 2008)

6.9. Leña.

Leña es la parte de los árboles, tanto ramas como troncos o fustes, que se emplea como combustible una vez cortada y hecha trozos. La energía química almacenada en la biomasa, o bioenergía, es liberada en forma de calor al momento de la combustión de la leña, oxidándose de nuevo el carbono a dióxido de carbono (CO₂) en un proceso inverso a la fotosíntesis, retornando a la atmósfera el CO₂ absorbido durante el crecimiento de la planta. La leña se comporta como una batería solar natural que guarda almacenada la energía solar en forma de carbohidratos hasta el momento de ser utilizada (Gallego R).

6.9.1. Combustión de leña

La combustión es el resultado de la reacción química violenta que combina el oxígeno del aire o comburente (que produce la combustión) y un material combustible, el carbono, que en presencia de una fuente de calor desprende energía generando incandescencia o llama, luz, calor, humo y productos de la combustión.

La combustión es un proceso exotérmico (cede calor), que transfiere energía térmica hacia los alrededores mediante una reacción en cadena la combustión desprende calor que es transmitido al combustible, realimentándolo y continuando la combustión. La reacción en cadena, junto al combustible, el comburente y el calor o energía de activación, constituyen el llamado Tetraedro del Fuego en el cual todos sus lados son necesarios para que la combustión se mantenga.

La termoquímica es el estudio de los cambios de calor en las reacciones químicas. Es parte de la termodinámica, que es la rama de la física que estudia la relación entre calor y otras formas de energía.

La primera ley de la termodinámica, la ley de la conservación de la energía, indica que la energía total del universo permanece constante y no se destruye ni se crea, sino que se presenta en diferentes formas que pueden cambiar de una a otra. Así, en el ciclo del carbono la energía radiante o solar se convierte por fotosíntesis en energía química o energía almacenada en las unidades estructurales de la madera, que se libera cuando la leña participa en la reacción química de la combustión, pasando a ser energía térmica, asociada con el movimiento aleatorio de los átomos y las moléculas, que se calcula a partir de mediciones de temperatura.

6.9.2. Hollín o Carbono Negro:

Minúsculas partículas de carbono cuya mayor fuente de emisión a la atmósfera es la combustión de biomasa, tanto bosques y pastizales, como leña, residuos de agricultura y estiércol de vaca para cocer alimentos.

6.10. Calidad del aire

6.10.1. Contaminación del Aire

La contaminación del aire es un problema de salud ambiental que afecta a los países desarrollados y en desarrollo de todo el mundo. A escala mundial, cada vez se emiten mayores cantidades de gases y partículas potencialmente nocivos, lo que daña la salud humana, el ambiente y los recursos necesarios para lograr un desarrollo sostenible en el planeta.

La contaminación del aire es un importante problema de salud ambiental que afecta a países desarrollados y en desarrollo de todo el mundo. En una escala global, se emiten a la atmósfera grandes cantidades de partículas y gases potencialmente nocivos que afectan la salud humana, el ambiente y que en el largo plazo dañan los recursos necesarios para el desarrollo sostenible del planeta.

Por lo general, los contaminantes del aire se clasifican en partículas suspendidas (polvos, neblinas, humos), contaminantes gaseosos (gases y vapores) y olores. Actualmente, la concentración de partículas en el aire se mide a través de dispositivos de muestreo específicos para el tamaño de las muestras. Por lo tanto, la masa de partículas con un diámetro inferior de 10 μm (MP10) se puede determinar como un índice de la concentración de la masa de partículas que pueden penetrar en el tórax del ser humano. La concentración de masa de las partículas con un diámetro menor de 2,5 μm (MP2, 5) es un medio para medir la concentración gravimétrica total de varios tipos de partículas químicamente

diferenciados que se emiten al ambiente o que se forman en él como partículas muy pequeñas (Medina Benavidez, Picado Arauz, & Rodrieguez Tinoco, 2015).

6.10.2. Concentración de los contaminantes del aire y factores que afectan la sensibilidad

Los contaminantes del aire en interiores generalmente se diferencian de los del aire en exteriores por el tipo y nivel de concentración. Los contaminantes en interiores incluyen el humo de tabaco en el ambiente, las partículas biológicas y no biológicas, los compuestos orgánicos volátiles, los óxidos de nitrógeno, el plomo, el radón, el monóxido de carbono, el asbesto, productos químicos sintéticos y otros. El deterioro de la calidad del aire en interiores ha sido asociado con una variedad de efectos sobre la salud, desde malestar e irritación hasta enfermedades crónicas y cáncer.

En una escala global, casi la mitad de los hogares del mundo emplean diariamente combustibles de biomasa como fuente de energía para la cocina o la calefacción. El humo de la biomasa contiene cantidades significativas de contaminantes importantes: CO (monóxido de carbono), PM, HC y, en menor grado, NOx(Óxido nitroso). Sin embargo, también contiene muchos compuestos orgánicos, incluidos los HAP (hidrocarburos aromáticos poli cíclicos), sospechosos de ser tóxicos, carcinógenos, mutágenos o perjudiciales de alguna otra manera.

Una proporción desconocida pero significativa de quema de combustibles de biomasa se produce en condiciones de poca ventilación en las viviendas. Por consiguiente, parte de las concentraciones más altas de material particulado y otros contaminantes se encuentran en ambientes interiores de zonas rurales de los países en desarrollo. Debido a las altas concentraciones de contaminantes y a la gran cantidad de poblaciones expuestas, la exposición humana total a muchos contaminantes del aire de importancia puede ser mucho mayor en las viviendas de los pobres en los países en desarrollo que en los exteriores de las ciudades en el

mundo desarrollado (Medina Benavidez, Picado Arauz, & Rodrieguez Tinoco, 2015).

6.10.3. Calidad del aire en interiores

Los espacios interiores son microambientes importantes al abordar los riesgos de la contaminación del aire. La mayor parte de la exposición diaria de una persona a muchos de los contaminantes del aire proviene de la inhalación en interiores, tanto por la cantidad de tiempo que se pasa en estos ambientes como por los mayores niveles de contaminación que hay en ellos. La calidad del aire en interiores depende de varios factores. En un esfuerzo por conservar la energía, el diseño de los edificios modernos ha favorecido estructuras con menores tasas de ventilación. En contraste, en algunos lugares del mundo solo se usa ventilación natural, mientras que en otros es más común la ventilación mecánica. Mientras que en los países desarrollados, la mayoría de problemas se debe a las bajas tasas de ventilación en los edificios y a la presencia de productos y materiales que emiten una gran variedad de compuestos, en las naciones menos desarrolladas se afrontan problemas relacionados con los contaminantes generados por actividades humanas, principalmente por procesos de combustión (Medina Benavidez, Picado Arauz, & Rodrieguez Tinoco, 2015).

6.10.4. EFECTOS DE LA CONTAMINACION DEL AIRE EN LA SALUD Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono (CO) se produce por la oxidación incompleta del carbono en el proceso de combustión. En general esto ocurre en los automotores, dado que en las industrias y en las centrales térmicas se controla que la oxidación sea total, generando CO pues es la forma de obtener el mayor rendimiento térmico de los hidrocarburos, o sea hay un aspecto económico por medio; el CO no es dañino para el ser humano, si bien produce otros efectos como el invernadero. La producción de CO es inevitable, dado que es inherente al proceso mismo de

oxidación del combustible, pero la generación de CO puede ser reducida al máximo con un control adecuado de la combustión.

El monóxido de carbono actúa por asociación con la hemoglobina de la sangre, formando carboxihemoglobina, reduciendo ostensiblemente la oxigenación debido a que el CO es 210 veces más reactivo que el oxígeno con la hemoglobina. Por lo tanto se observa una disminución en el transporte de oxígeno por la sangre hacia las células del cuerpo humano.

Cuando la concentración de CO supera las 120 ppm, se puede producir pérdida de reflejos, dolores de cabeza, náuseas, vómitos, y si persiste puede llevar a la muerte (Medina Benavidez, Picado Arauz, & Rodrieguez Tinoco, 2015).

6.10.4.1. Factores conversión ppm a mg/m³ para CO a una atmósfera (Gonzales Expósito, 2013)

T°	K
25°C	1.145
30°C	1.126
35°C	1.108
40°C	1.09

6.11. Material particulado en suspensión (MP)

El material particulado en suspensión (MP) como un contaminante del aire incluye una amplia clase de sustancias líquidas o sólidas con una variedad de propiedades físicas y químicas. Una característica importante es su tamaño, dado que partículas grandes no son colectadas por el sistema respiratorio del ser humano por lo que no son consideradas dañinas a la salud. Las partículas con diámetro aerodinámico menor o igual a 10 µm, usualmente mencionada como

MP10, pueden penetrar las vías respiratorias y llegar a los pulmones, depositándose en las paredes alveolares.

A causa de su irregularidad en forma, densidad, composición y estructura, el material particulado es caracterizado convenientemente por su diámetro aerodinámico equivalente. Partículas teniendo la misma velocidad de caída son definidas como teniendo el mismo diámetro aerodinámico equivalente, el cual por conveniencia se especifica como el diámetro de una esfera con densidad unidad que tiene esa velocidad de caída. Cuando son considerados los efectos de las partículas sobre la visibilidad o la dispersión de la luz, puede ser necesario emplear una definición más relacionada con el tamaño físico real de las mismas.

El principal daño a la salud del material particulado es por su deposición en el sistema respiratorio. Los aerosoles atmosféricos que contienen material con diámetro hasta 10 μm varían en distribución de tamaño y composición química. Se puede considerar tres tamaños:

- a) Las partículas más pequeñas, con diámetro $< 0,1 \mu\text{m}$, tienen vida corta y frecuentemente se observan como una clase distinta cerca de la fuente de combustión; se denominan modo núcleo. El modo núcleo pequeño crece rápidamente por coagulación en la clase superior.
- b) Las partícula de tamaño medio (diámetro de 0,1 a 2,5 μm) son formados principalmente por coagulación y condensación de vapor sobre las partículas modo núcleo.
- c) Las partículas más grandes de modo tamaño grueso (diámetro $>2,5 \mu\text{m}$) generalmente forman la mayoría de la masa e incluye partículas formadas por procesos antropogénicos y partículas de superficie.

El rango de tamaño que puede considerarse peligroso en relación a originar efectos sobre la salud humana y afectar la calidad del aire está comprendido entre 0,1 a 10 micras de diámetro ya que en general, estas partículas una vez inhaladas tienen mayor capacidad de penetración en el sistema respiratorio. Las partículas

PM10 se depositan en las vías respiratorias superiores (nariz) y en tráquea y bronquios, mientras que las PM2,5 de menor diámetro pueden alcanzar a los bronquiolos y alveolos pulmonares.

Las partículas respirables pueden ser irritantes respiratorios, sobre todo en personas asmáticas. Los efectos sobre la salud dependen del tipo de partícula y su facilidad de penetración en el organismo. Entre estos síntomas están:

- Irritaciones e inflamaciones de vías respiratorias y ojos, (alveolitis, bronquiolitis, fibrosis...).
- Mayor incidencia y agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.
- Aumento de la frecuencia de cáncer pulmonar a largo plazo.
- Enfermedades infecciosas. Las partículas respirables pueden ser irritantes respiratorios, sobre todo en personas asmáticas (Medina Benavidez, Picado Arauz, & Rodríguez Tinoco, 2015).

6.12. Beneficios Económicos.

Uno de los beneficios colaterales que se buscó con el proyecto de eco fogones es la implementación del ahorro de dinero e igualmente el ahorro y compra de menos leña. Lo que se traduce en menos gastos tales como; energía eléctrica, mejoramiento de dietas básicas mediante la incorporación de nuevas prácticas culinarias, que les permite realizar otros tipos de comidas que contribuyen a una dieta saludable lo cual mejora la calidad de vida.

El eco fogón presenta una tecnología innovadora en la mayoría de las comunidades que en cierta manera ha sido motivo de temas de conversación promoviendo intercambios de experiencias entre usuarios, al grado que ha logrado mejorar las relaciones interpersonales entre los beneficiarios dentro y fuera de las comunidades incorporando también los sectores (Gonzales, Cocinas Mejoradas de Nicaragua, 2013).

6.13. Impacto Ambiental en el uso de Eco fogón.

La promoción y difusión de cocinas mejoradas tiene un alto impacto socio económico y ambiental, dado que tiene el potencial de disminuir significativamente la deforestación y la degradación de los bosques en Nicaragua, contribuyendo a mitigar el cambio climático, la degradación de suelos aumentando la captación de aguas en las áreas de extracción de leña (Gonzales, Cocinas Mejoradas de Nicaragua, 2013).

VII. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

La aplicación del Eco fogón como tecnología alternativa energética es un factor que puede influir directamente en la disminución de emisiones de gases provenientes de la combustión; siempre y cuando la eficiencia energética permita la disminución de combustible en la cocción de alimentos.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1. Tipo de estudio

De acuerdo al *método de investigación* el presente estudio es **observacional** y **experimental** y según el *nivel de profundidad del conocimiento* es descriptivo (Piura, 2006). De acuerdo a la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista 2014, el tipo de estudio es **correlacional**. De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es **prospectivo**, por el período y secuencia del estudio es **longitudinal** y según el análisis y alcance de los resultados el estudio es **analítico** (Canales, Alvarado y Pineda, 1996).

8.2. Área de Estudio:

8.2.1. Ubicación geográfica

El estudio de este proceso investigativo se llevó a cabo en la Comunidad de San Pedro de Arenales del municipio de Condega donde se evaluó el eco fogón que representa la unidad experimental.

Latitud: 13.3225

Longitud: -86.3589

Altitud: 588

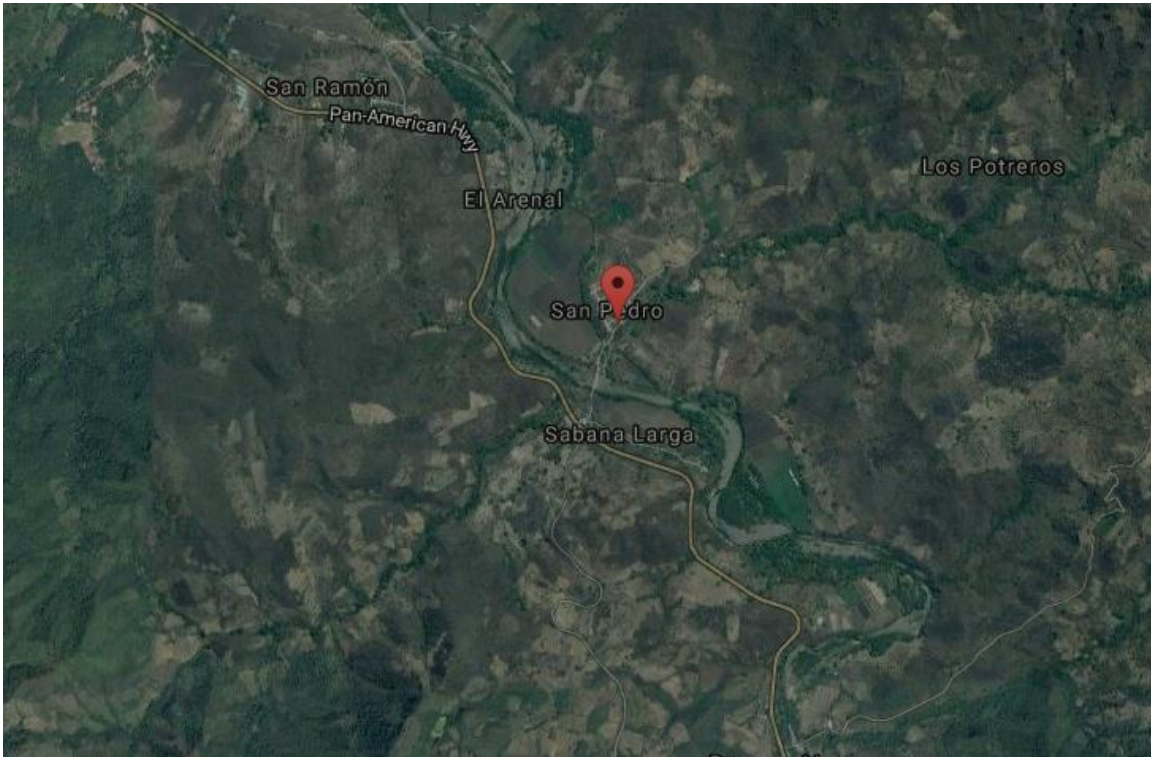


Imagen 9. Ubicación

8.2.2. Área de conocimiento

El área de estudio a la que pertenece el tema de la presente investigación es Energías Renovables y responde a la **Línea de Investigación 6: Eficiencia energética**, dentro de las líneas de investigación del Centro de Investigación en Energías Renovables (CIER).

8.3. Universo y Muestra

La población objeto de estudio estará definida por todos los individuos que pertenecen a la comunidad de San Pedro de Arenales y están usando o han usado eco fogones para la cocción de alimentos a los cuales se generalizaran los hallazgos en este caso es de 30.

La unidad experimental (**Es el material receptor, al cual se aplican los tratamientos en un solo ensayo**) es la cocina construida.

La muestra

Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación con el fin posterior de generalizar los hallazgos al todo. En la presente investigación la muestra es probabilística aleatoria debido a que todos los miembros de la comunidad tienen la probabilidad de ser seleccionados, en este caso se seleccionó 15 personas para este estudio.

8.4. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Objetivo general: Evaluar la eficiencia térmica, gases emitidos del Ecofogón NYCA en la comunidad San Pedro de Arenales del Municipio de Condega durante el año 2017.

Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariable s o Dimensiones	Variables O.I	Técnicas de Recolección de Datos e información autores y participantes
1. Caracterizar el funcionamiento del Ecofogón NYCA a través de los protocolos internacionales establecidos.	Los parámetros establecidos.	-Temperatura -Tiempo -Consumo de Leña	Grados Celsius en el interior de la cámara de combustión. Tiempo que dilata en cocer cierto alimento de la prueba. Cantidad de leña utilizada	Experimento
2. Determinar las emisiones de gases emitidos por las cocinas en el interior de las viviendas de las familias que permita un análisis de la mejora en la calidad del aire.	Gases emitidos por las cocinas en el interior de las	Monóxido de carbono	Cantidad de CO medida en 24 horas.	Experimento
3. Identificar los factores que influyen en la implementación del uso de eco fogones por parte de los beneficiarios.	Factores que influyen en la implementación del uso de eco fogones.	Económicos Sociales Ambientales	Cantidad de Dinero (C\$) que ahorra por no comprar leña o gas butano. Beneficios generados por el uso de Cocinas mejoradas Grado de satisfacción por el uso de cocinas mejoradas. Reducción de tala de arboles Reducción de enfermedades respiratorias y de visión causados por el humo.	Encuesta

8.5. Métodos, Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos e información

En cuanto al enfoque filosófico, por el uso de los instrumentos de recolección de la información, análisis y vinculación de datos, el presente estudio se fundamenta en la integración sistémica de los métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas de investigación, por tanto se realiza mediante un Enfoque Mixto de Investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, págs. 532-540).

El enfoque de la investigación antes descrito, se sustenta en el Paradigma Socio-Crítico. Esta perspectiva surge como respuesta a las tradiciones positivistas e interpretativas y pretenden superar el reduccionismo de la primera y el conservadurismo de la segunda, admitiendo la posibilidad de una ciencia social que no sea ni puramente empírica ni solo interpretativa. El Paradigma Socio-Crítico tiene como sus principios: 1) Conocer y comprender la realidad como praxis; 2) Unir teoría y práctica (conocimiento, acción y valores); 3) Orientar el conocimiento a emancipar y liberar al hombre; 4) Implicar al docente a partir de la autorreflexión.

Cualitativo:

Encuesta: es una técnica de recogida de datos mediante la aplicación de un cuestionario a una muestra de individuos. A través de las encuestas se pueden conocer las opiniones, las actitudes y los comportamientos de los ciudadanos.

Técnica: Entrevista semi-estructurada.

Cuantitativo:

Diseño Completamente al Azar DCA: El Diseño Experimental se establecerá en un DCA. Las características técnicas-experimentales, para el diseño, análisis e interpretación de los datos a obtenerse, se realizarán de acuerdo al método de Fischer, y Contrastes Ortogonales siguiendo los procedimientos estadísticos establecidos en (Pedroza 1993).

8.6. Procedimientos para la Recolección de datos e información

Para lograr el objetivo específico número 1: **Caracterizar el funcionamiento del Eco fogón NYCA a través de los protocolos internacionales establecidos.**

Con la prueba de cocinado controlado se midió el rendimiento del Eco Fogón en la preparación de un determinado alimento y se comparó con el rendimiento del método de cocción tradicional. En este caso, se seleccionó como alimento los frijoles debido a que es un alimento básico en la dieta de gran parte de la población de los nicaragüenses. Para la realización de esta prueba se hizo uso de la plantilla Excel Controlen Cooking Test (CCT) data calculation sheet v.2.0 en este test se cocina 4 lb de frijoles, iniciando con el cuerpo de la cocina frío, de la misma forma que se haría tradicionalmente, el método de



Imagen 10. Cocción de Alimentos.

cocinado se repite en cada una de las pruebas y cocinas evaluadas. Los datos obtenidos son: duración del tiempo de cocinado, la cantidad de combustible utilizado y el peso final de los alimentos cocinados. De esa manera se obtuvo el

consumo específico de combustible (g/kg) que indica cuantos gramos de combustible han sido necesarios para cocinar los alimentos.

Para que el test arrojara datos más exactos se realizó la prueba dos veces seguidas, solamente cambio de cocina, además se respetó el modo de cocción de frijoles que usaban en el hogar y la cantidad necesaria de combustible al cocinar, solamente en el primer test se le permitió decidir la cantidad de ingrediente, se pesaron y para la siguiente prueba se tomaron las mismas cantidades de ingredientes y de leña.

Además de la prueba de cocinado se realizaron tomas de datos de concentración de monóxido de carbono (CO) y humedad de la leña. De los datos obtenidos se muestran en una media, puesto que se utilizaron 3 aparatos de medición CARBON MONOXIDE METER MODEL 627 para calcular el CO, Medidor digital HML703 Damp Master Pro para medir la humedad de la leña y para las pruebas de temperaturas se utilizó el Termómetro Digital Infrarrojo De Pistola Laser, lo que asegura la precisión de estas.

□ **Parámetros de la Eficiencia Térmica**

Temperatura: temperatura que alcanza ambas cocinas en su funcionamiento.

Tiempo: el tiempo que tarda la cocción de determinado alimentos.

Consumo de leña: Cantidad de leña que se utiliza en ambas cocinas para la preparación de un determinado alimento.

Para lograr el objetivo específico número 2: **Determinar las emisiones de gases emitidos por las cocinas en el interior de las viviendas de las familias que permita un análisis de la mejora en la calidad del aire.**

Durante la evolución de las pruebas, los dispositivos se colocaron a distancias normalizadas: a una altura de 140 cm del suelo, a una distancia lateral de 140 centímetros del borde de la cámara de combustión.

Así mismos se realizaron estas mediciones a la cocina tradicional.

Durante la fase de recolección de los datos a la muestra se realizaron las mediciones de concentración de monóxido de carbono, del Eco Fogón y de la tradicional.

La recolección de datos se hizo durante 24 horas y las cocinas donde se instaló CARBON MONOXIDE METER MODEL 627 además se obtuvieron datos de monóxido de carbono en ambas cocinas.



Imagen 11. Mediciones Emisiones de CO

Para lograr el objetivo específico número 3: **Identificar los factores que influyen en la implementación del uso de eco fogones por parte de los beneficiarios.**

La técnica que fue utilizada para la información fue la encuesta. Ésta se basa en un cuestionario estructurado se aplicó a una muestra de individuos, a quienes se les plantearon una variedad de preguntas con respecto al uso de las cocinas, mantenimiento, variedad del combustible usado, problemas de salud, beneficios así como características demográficas.



Imagen 12. Aplicación de encuesta.

El modo de aplicación seleccionado fue la entrevista personal o cara a cara, por hogar y dirigida. Se optó por esta modalidad tomando en consideración las ventajas de las que provee la entrevista personal en aspectos tales como: flexibilidad para la recolección de diversidad de temas; mayor control de la muestra y mayor cantidad de datos recolectados.

Con los datos obtenidos se efectuó una base de datos que contempla los aspectos a evaluar y con ellos se definieron los resultados obtenidos.

8.7. Plan de Tabulación y Análisis de datos e información

A partir de los datos que fueron recolectados, se diseñó la base datos correspondientes, utilizando el software estadístico SPSS, v. 20 para Windows. Una vez que se realice el control de calidad de los datos registrados, serán realizados los análisis estadísticos pertinentes.

De acuerdo a la naturaleza de cada una de las variables (cuantitativas o cualitativas) y guiados por el compromiso definido en cada uno de los objetivos específicos, serán realizados los análisis descriptivos correspondientes a las variables nominales y/o numéricas. Entre ellos:

- a) El análisis de frecuencia.
- b) Las estadísticas descriptivas según cada caso.

Además, se realizaron gráficos del tipo:

- a) Pastel o barras de manera univariadas para variables de categorías en un mismo plano cartesiano.
- b) Barras de manera univariadas para variables dicotómicas, que permitan describir la respuesta de múltiples factores en un mismo plano cartesiano.

IX. RESULTADOS Y DISCUSION

En esta sección se abordará los resultados obtenidos acerca de la evaluación realizada al Eco fogón, implementada en la comunidad San Pedro de Condega, así como sus impactos en las condiciones de vida de sus usuarios y en el medio ambiente, que nos permita identificar evidencias y lecciones aprendidas que sirvan para nuevos proyectos.

9.1. Caracterizar el funcionamiento del Eco fogón a través de protocolos internacionalmente establecidos.

Durante las pruebas de cocinado controlado se midió el consumo específico del Eco fogón y de la tradicional en la preparación de un determinado alimento, en esta ocasión fueron los frijoles, debido a que es un alimento de la canasta básica de la población nicaragüense.

El resultado de esta prueba fue el consumo específico de combustible (gr) por cada kg de alimento cocinado y el tiempo que ha tardado en la cocción de dicho alimento.

Los datos obtenidos del CCT muestran que los Eco fogones ahorran más combustible en gramo del alimento cocinado y según la prueba el tiempo de cocinado, fue menor en el Eco fogón que en la cocina tradicional

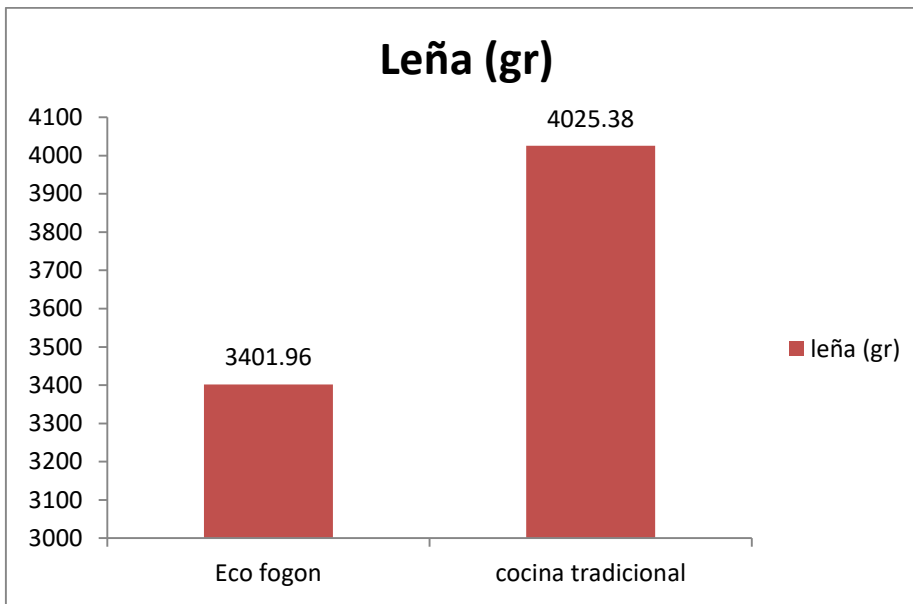
Se observó que en la cocina tradicional la cámara de combustión es más grande por ello necesita mayor cantidad de combustible, pero por la misma razón el calor no se concentraba en un solo punto lo cual hacia que hubieran perdidas de calor en la cocina tradicional.

Para comprender mejor estos resultados se muestran en los siguientes gráficos las comparaciones entre la cocina mejorada y la tradicional.

9.1.1. Cantidad de leña utilizada

Según pesaje realizado a la cantidad de leña que se utiliza para la cocción de frijoles tenemos que: El Eco fogón consume 3401.96 gr de leña y las cocinas tradicionales consumen 4025.38 gr de leña, lo que nos demuestra que las tradicionales consumen más leña que los Eco fogones, por lo tanto el despale disminuye con el uso de esta tecnología apropiada y la presión al bosque es menor.

Cantidad de leña utilizada

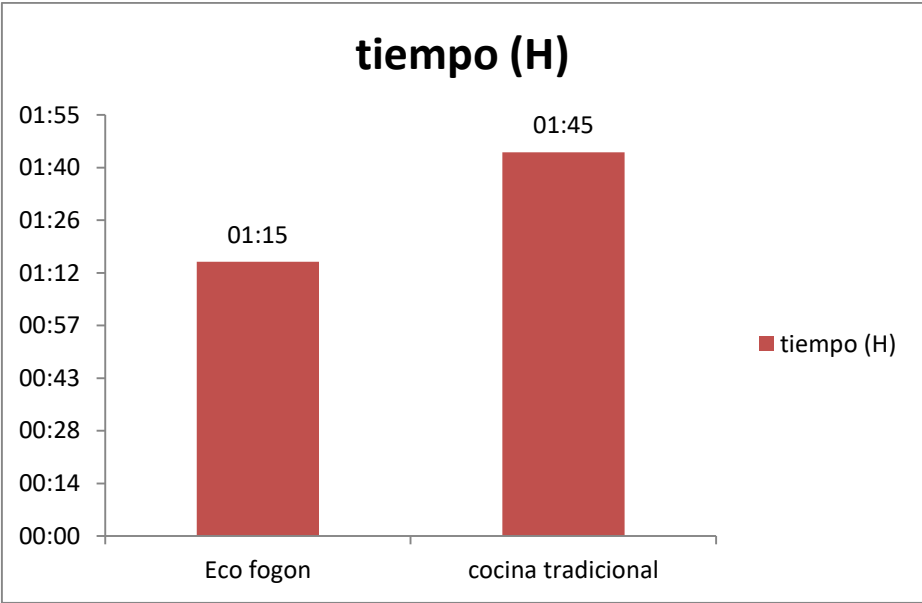


Grafica 1. Cantidad de leña utilizada

Esto se debe a que Eco fogones tienen un diseño que optimiza el uso del combustible y a la vez que hace más fácil el control de la combustión, ya que la cámara de combustión está hecha de un material de arcilla lo cual permite que el calor se concentre en un solo punto en este caso en el centro reduciendo las pérdidas térmicas en la cámara de combustión y utilización de menos biomasa;

por el contrario las cocinas tradicionales cuentan con una cámara de combustión amplia, que aumenta el uso del combustible y además no se puede regular el flujo de aire.

9.1.2. Tiempo de cocinado



Grafica 2. Tiempo de cocinado.

En cuanto a tiempo de cocinado el Eco fogón muestra gran ventaja en comparación con la cocina tradicional con 30 minutos de diferencia, esto se debe a que el calor en el Eco fogón se concentra en un solo punto por lo tanto el tiempo de cocinado es menor y también usa menos leña.

9.2. WBT (WATER BOILING TEST)

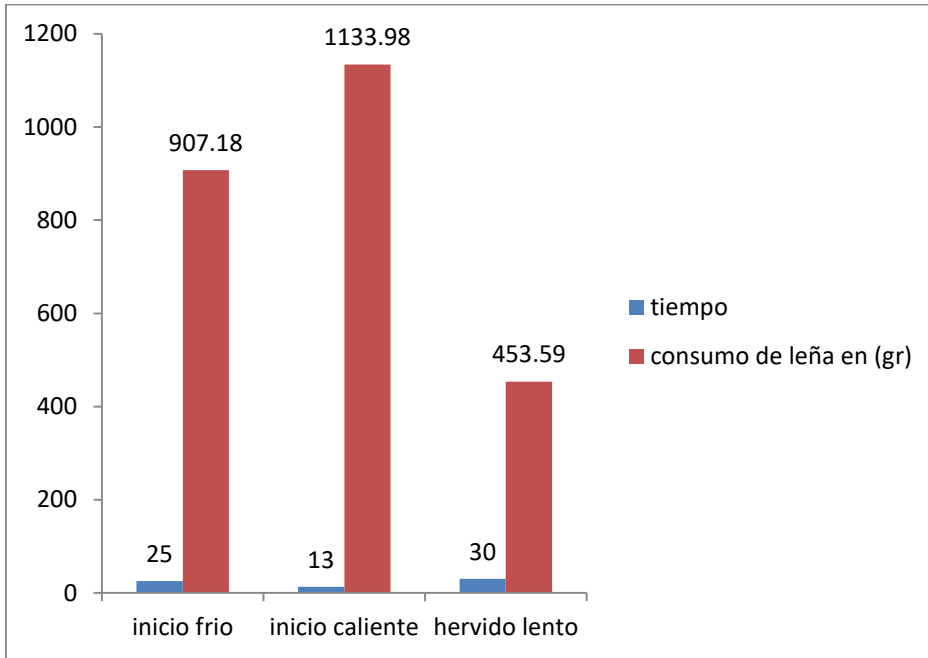
Prueba de Hervido de Agua Este test está diseñado para calcular el rendimiento energético de la cocina en términos de transferencia de calor y eficiencia de la combustión. Permite determinar la eficiencia del proceso mediante el cual una cocina emplea la energía contenida en el combustible en calentar el agua en una olla. Para la realización de este test se hizo uso de la plantilla Excel. La prueba de hervido de agua consiste en calentar 2 litros de agua durante tres fases secuenciales en las que se anotará: tiempo que ha tardado en empezar a hervir, cuánta leña ha consumido para ello y cuánto carbón ha producido. Las fases en las que se divide una prueba de WBT son las siguientes:

Fase 1- Hervido en frío: Se hacen hervir 2 Litros de agua cuando el cuerpo de la cocina está frío (a temperatura ambiente).

Fase 2 - Hervido en caliente: Se hacen hervir 2 litros de agua pero esta vez con el cuerpo de la cocina caliente.

Fase 3 - Hervido a baja potencia: Se hacen hervir con el mínimo fuego posible 2 L de agua durante 45 minutos, manteniendo la temperatura del agua en 100° Celsius +/- 3°C.

9.2.1. Pruebas de hervido de agua en Eco fogón



Grafica 3. Pruebas de hervido de agua

9.2.2. Pruebas de hervido de agua cocina tradicional tiempo en minutos

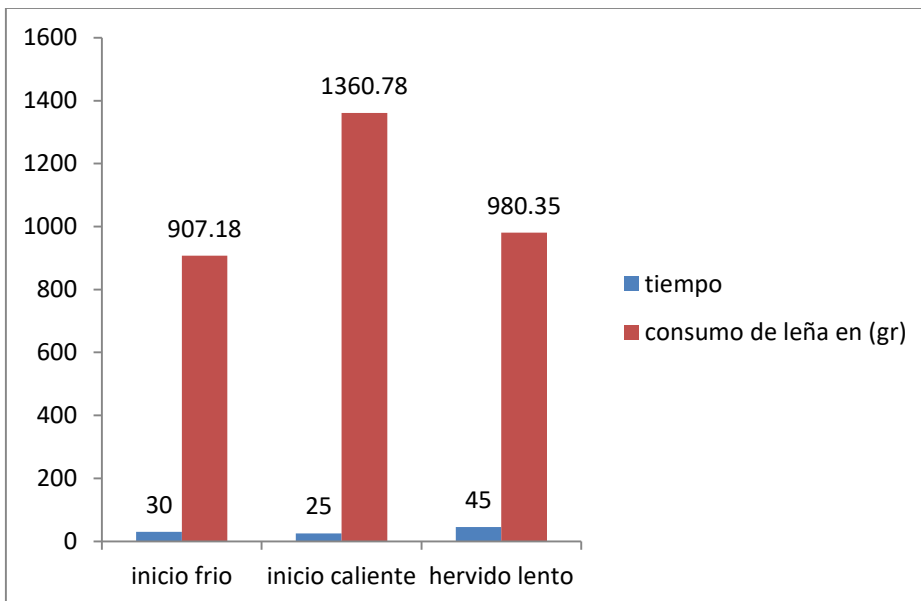


Grafico. 4 Pruebas de hervido de agua cocina tradicional tiempo en minutos

En esta prueba se procedió a realizar hervido de agua en tres procesos diferentes en ambas cocinas los cuales son:

- Inicio frio. En esta parte se procedió a iniciaren ambas cocinas con la misma cantidad de leña pero se obtuvo una diferencia de 5 minutos donde el Eco fogón obtuvo un mejor tiempo de hervido que la cocina tradicional.
- Inicio caliente. En esta parte se hizo el mismo procedimiento con la diferencia que ambas cocinas ya habían estado usándose y se les añadió más combustible pero menos en el Eco fogón y se obtuvo una diferencia de 8 minutos en el hervido siendo el Eco fogón más eficiente al consumir menos combustible y tardar menos tiempo,
- Hervido lento. En este último proceso se utilizaron sobras del combustible anterior pero con la diferencia de que en ambas cocinas la leña tuvo su funcionamiento como si fuera carbón y se obtuvo una diferencia de 15 minutos hirviendo más rápido el agua en el Eco fogón que en la cocina tradicional, esto se debe a que el calor quedo concentrado en un solo punto y la cocina tradicional el calor se escapaba.

9.3. Determinar las emisiones de gases emitidos por las cocinas en el interior de las viviendas de las familias que permita un análisis de la mejora en la calidad del aire.

Con los datos obtenidos del CARBON MONOXIDE METER MODEL 627 IAP METER instalado en la muestra seleccionada se procesaron con las hojas de Excel definidas para este programa y se obtuvieron las gráficas presentadas, la siguiente muestra la diferencia entre las concentraciones de monóxido de carbono de las cocina mejorada Ecofogón y las cocina tradicional, se observa una diferencia en el **monóxido de carbono**. En el grafico se muestran diferencias de cerca 269.5 de CO del Eco fogón y la cocina tradicional. El principal problema en la tradicional ha sido la falta de chimenea en ella, por el contrario el Eco fogón su chimenea funciona perfectamente.

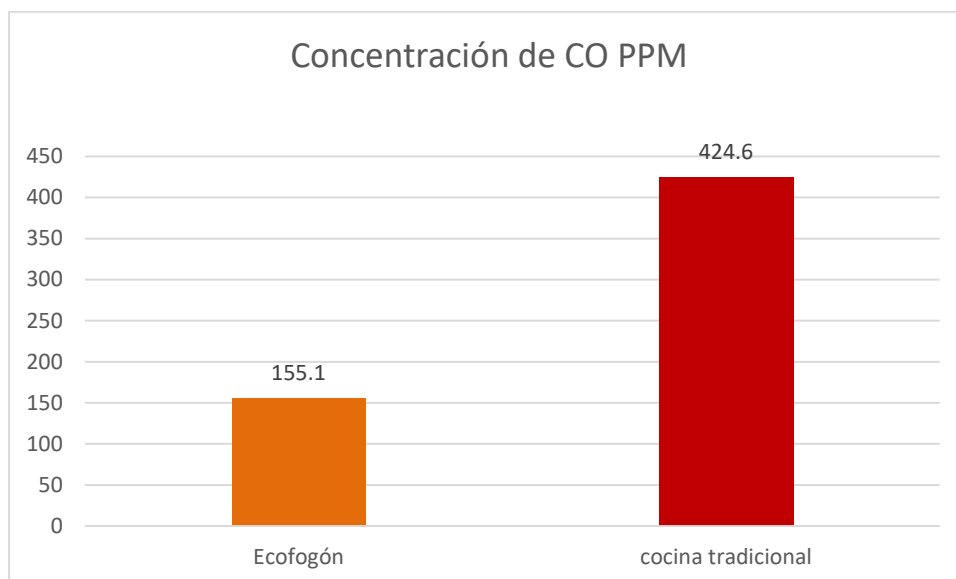


Grafico 5 Concentración de CO en el Eco Fogón y cocina tradicional

9.3.1. Valores guía para CO recomendados por la OMS

Efectos sobre la salud	Nivel de efecto observable ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Factor de incertidumbre	Valor guía ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo promedio de exposición
Nivel crítico de COHb <2,5%	n.a.	n.a	100.000	15 minutos
			60.000	30 minutos
			30.000	1 hora
			10.000	8 horas

Tabla 1. Valores de la OMS.

9.4. Identificar los factores que influyen en la implementación del uso de eco fogones por parte de los beneficiarios.

En este apartado se abordan los resultados obtenidos a través de la aplicación de la encuesta

9.4.1. Salud:

La calidad de vida, especialmente de las mujeres, mejoraría a través del uso y adopción progresiva de la implementación de Eco fogones. Al reducirse significativamente la contaminación en el interior del domicilio, disminuye el riesgo de sufrir enfermedades respiratorias, menor riesgo de sufrir quemaduras principalmente en los niños.



Grafico 6.

En lo referente a la salud las familias están sometidas a la contaminación dentro de la vivienda, debido a que la biomasa utilizada afecta la salud específicamente en las vías respiratorias y la vista de las mujeres debido al humo toxico, cenizas y hollín que perjudica la salud de las personas.

Como resultado de la encuesta el 93% aportaron que si se utilizara este sistema se reducirían los problemas de salud y el 6.67% su respuesta fue negativa y neutral ya que tienen muchos conocimientos sobre el uso y beneficios que trae el Eco fogón.

9.4.2. Ambiental

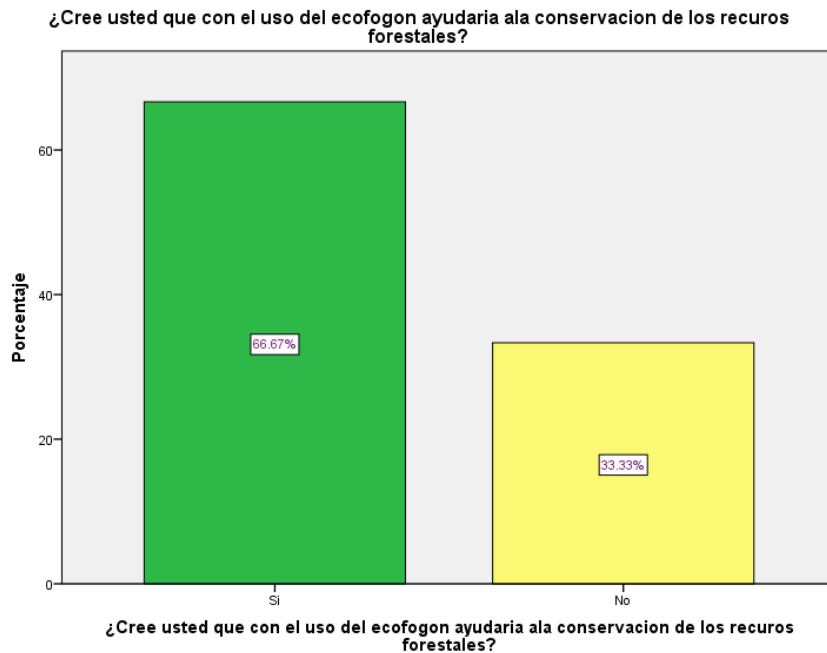


Grafico 7.

En este caso el 66.67 % de las personas dijeron que con el uso de los eco fogones se reduciría un poco la contaminación al medio ambiente ya que se estaría utilizando menos leña, se produciría menos humo, se conservan las áreas con cobertura vegetal, se reduce la emisión del humo ambiente, los materiales utilizados la mayorías son orgánicos ya que no requieren estar quemados (ladrillos quemados), para darle dureza y calidad que se requiere, por lo que contribuyen aún más en la conservación de los bosques. El 33.33% dijo que no porque el consumo de leña va dependiendo de lo que utilicen las personas.

9.4.3. Económico

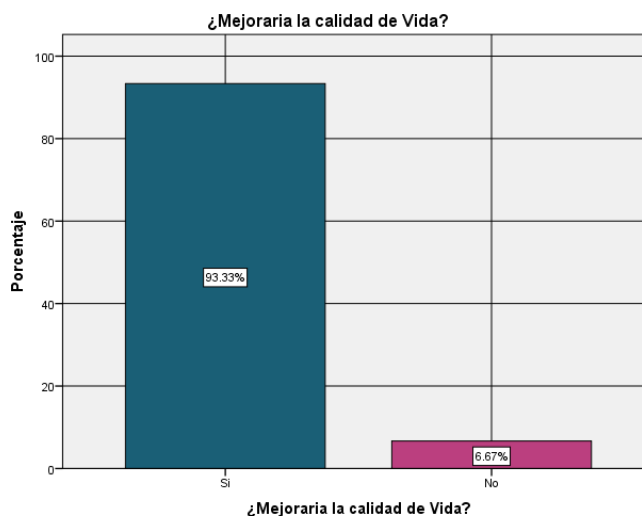


Grafico 8.

En este apartado se les pregunto a las personas si creían que con la implementación de los Eco fogones mejoraría su calidad de vida. A lo que el 93.33% de las personas respondieron a que sí, ya que mejoría la economía familiar por el uso racional de la leña, reduce el tiempo de cocción de los alimentos, es barata porque se puede construir con material de la zona, fácil de construir, su forma, estructura y uso de materiales hacen potencialmente económica su construcción con mejor rendimiento costo-beneficio, 6.67 % dijo que este sistema es caro ya que ellos cuentan con fogones tradicionales y no tienen gastos en leña ya que ellos consumen leña de los bosques.

9.4.4. Grado de satisfacción de las personas

¿Que opina del material que se utilizo para la construccion?

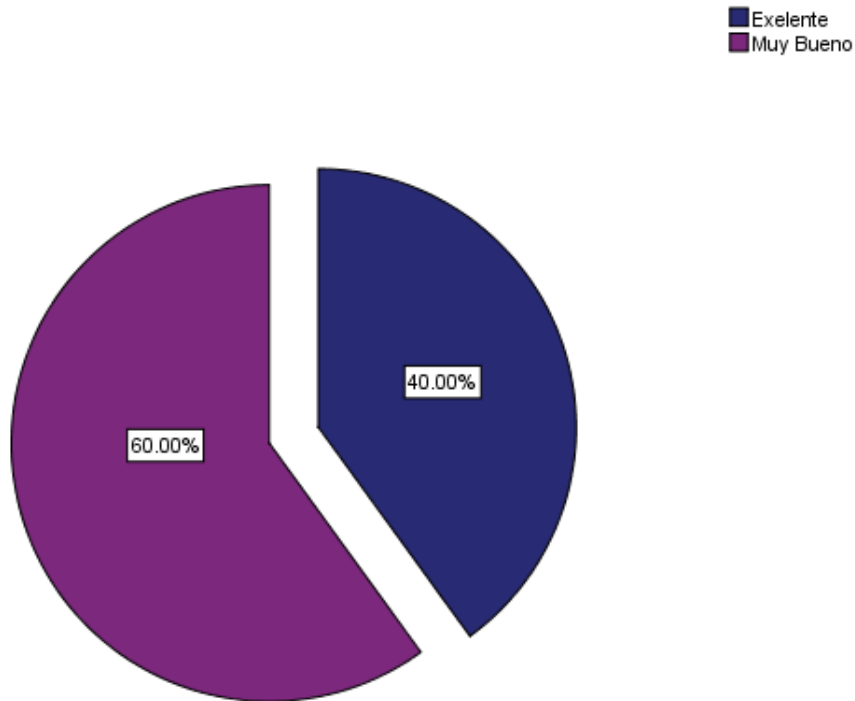


Grafico 9.

En este apartado se obtuvieron buenos resultados ya que el 40% y 60% dijeron que era excelente y muy bueno ya que se posee mayor comodidad a la hora de preparar los alimentos, evitaría la mala posición para tener más comodidad e higiene y se tendría una menor reducción de acarreo de leña.

La calidad de vida como se concibe aquí, está altamente ligada a lo que cada ser humano considera necesario para ser feliz, o a un cierto grado de satisfacción personal con las condiciones en que vive y sus oportunidades, y esta apreciación presenta variaciones de una persona a otra. Medir la felicidad o satisfacción de los individuos no es sencillo y tiene un fuerte componente subjetivo, por eso los estudios que se realizan sobre la satisfacción generan un interés creciente.

9.4.5. Tipo de leña que más se utiliza

¿Cual es el tipo de leña que mas utiliza?

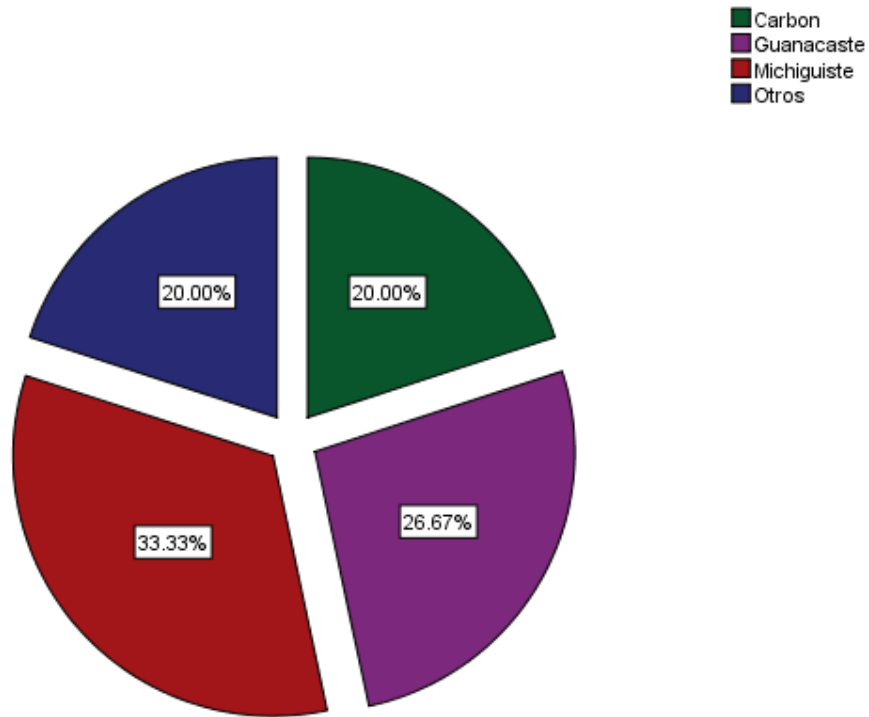


Grafico 10.

El tipo de leña que las personas utilizan nos dio un resultado en el cual el 20% utiliza carbón, el 26.67% utiliza Guanacaste, un 33.33% utiliza michiguiste y el otro 20% utiliza otro tipo de leña. Esto significó que el tipo de leña más utilizado fue el michiguiste ya que esta mostraba más rendimiento en el fuego.

9.5. Materiales Utilizados para la construcción del Eco fogón.

Construcción metálica en lámina galvanizada, cuenta con una plancha de metálica de 50.1cm x 51.5cm, con un espesor de 4.7 mm, reforzada internamente con angulares y platinas, su cámara de combustión es de ladrillos de arcilla y cuenta con una entrada secundaria de aire en su parte inferior. Su aislamiento térmico es piedra pómez. Cuenta con una chimenea construida en lámina inoxidable. Está diseñada especialmente para la cocción de tortillas que tienen gran producción, se puede también cocinar cualquier alimento similar como las pupusas y también alimentos como los frijoles y el arroz.

X. CONCLUSIONES

- Los Eco fogones optimizan el uso del combustible.
- Con el uso de esta tecnología se reducen las emisiones CO.
- Los Ecofogones reducen el tiempo de cocinado.
- Las cocinas tradicional incrementa el tiempo de cocinado pero esto trae consigo el aumento del consumo de combustible y aumento de las emisiones de CO.
- Es importante destacar que el uso de las cocinas con chimenea reduce las emisiones, incluso una cocina tradicional con buena ventilación y combustible seco produce menos emisiones que una cocina sin chimenea
- Como los Eco fogones consumen menos combustible ayudan a la disminución de la deforestación, por la misma razón el tiempo de recolección de leña es menor, el esfuerzo y el tiempo disminuye.
- En cuestiones de salud al existir menos emisiones de gases en el interior de las viviendas, se reducen las enfermedades respiratorias y visuales en mujeres y niños.

XI. RECOMENDACIONES

- ✓ Establecer un plan de monitoreo y seguimiento para asegurar el buen uso del Eco fogón y por ende el éxito del mismo.

- ✓ Brindar capacitaciones técnicas a los usuarios de los productos.

- ✓ Promover uso de las chimeneas en cocinas tradicionales.

- ✓ Hacer planes forestales para evitar la pérdida de especies forestales.

- ✓ Hacer mediciones de PM para conocer el grado de material particulado que desecha las cocinas.

XII. BIBLIOGRAFIA

1. Construcción de Cocinas Mejoradas. (2014). *Guía Técnica*, 1.
2. Bardales, M. T. (2013). *Construyamos Eco Justa*. Honduras: 3ra.
3. Bolaños, C. (2011). *Cocinas Mejoradas en Seguridad Alimentaria*. Potosí.
4. Britton, W., Guerrero, S., Saavedra, J., Malque, E., & Zevallos Gutierrez, H. (2008). *Cocinas Mejoradas*. Perú: segunda.
5. Gallego R, H. (s.f.). *Humo leña riesgo para la salud*. Recuperado el 30 de mayo de 2017
6. Gerling, H., & Perez, D. (2008). *Manual de Cocinas Mejoradas*. Bolivia.
7. Gonzales, J. O. (2013). Cocinas Mejoradas de Nicaragua. *Sistematización y Guía Práctica*, pag 4.
8. Gonzales, J. O. (2013). Cocinas Mejoradas de Nicaragua. *Proleña*.
9. Gonzalez, J. O. (Mayo 2013). Cocinas mejoradas de Nicaragua. *PROLEÑA*.
10. Martinez, P., & Zuniga, E. (2010). *Estudio de Contaminación Provocado por el Humo*. Managua, Nicaragua: Dirección de patentes y Nuevas Tecnologías.
11. Medina Benavidez, I. O., Picado Arauz, J. D., & Rodríguez Tinoco, L. L. (2015). *EVALUACION DE LAS COCINAS MEJORADAS TIPO CETA HIBRIDA Y EL IMPACTO EN AREAS COMO MEDIO AMBIENTE, SALUD Y ECONOMIA DE LOS BENEFICIARIOS, EN COMUNIDAD DE JINOTEGA*. Esteli.
12. Mendiola Sanchez, A. R., & Talavera Rugama, Y. P. (2015). *Construcción y Evaluación del Ecofogón*. Esteli.

13. Osorto Pinel, A. B. (2009). Proyecto Energías Para el desarrollo. *Asociación Hondureña para el Desarrollo (AHDESA)*.
14. Reyes Aguilera, E. A., & Medina, I. O. (2015). *Evaluación de cocinas mejoradas tipo Lorena, el impacto en áreas como medio ambiente, salud y la economía de los beneficiarios, en la comunidad de Cuyas, San Lucas, Madriz. Somoto.*
15. Reyes, E. A., Medina, I. O., & Rodríguez, L. L. (2015). Evaluación de cocinas mejoradas tipo CETA Híbrida dentro del marco del programa TERRENA, en comunidades vulnerables del departamento de Jinotega. *Revista Científica de FAREM Estelí, Medio Ambiente, Tecnología y Desarrollo Humano*, 12-24.
16. Rodríguez Acero, E., Ramírez Chaparro, B. J., Narvaez Cote, R., & Urbina Quintero, C. G. (17 de 10 de 2016). Recuperado el 28 de Mayo de 2017
17. Sandoval, C. H., & Cruz Guerrero, A. (2017). *Estudio Validación del Ecofogón. Tegucigalpa.*
18. Torres, H. (2010). *Diseño, construcción y Evaluación de Cocinas Mejoradas. Honduras.*
19. Gonzales Expósito, J. O. (2013). *ESTUDIO COMPARATIVO DE COCINAS MEJORADAS EN NICARAGUA*. Valencia.
20. J P, H. (1999). *Transferencia de Calor*. Mexico: Decima.

XIII. ANEXOS

12.1. Protocolo para realizar la Prueba Controlada de Cocinado

Antes de comenzar la prueba, asegurarnos de que tenemos los siguientes materiales:

- Recipiente para pesar los ingredientes de la receta
- Recipiente para pesar la leña
- Recipiente para pesar las brasas y la leña semi-quemada
- Termómetro para medir la T^a ambiente y la T^a del agua
- Termómetro láser (opcional)
- Metro (para colocar el equipo CO)
- Pala para recoger las brasas
- Fichas de toma de datos
- Cronómetro
- Pesa o Balanza

Cubrir la ficha de prueba controlada de cocinado con los datos generales: Modelo de cocina, nº de test, fecha, nombre de la cocinera, nombre de los técnicos, alimento cocinado, tipo de combustible, temperatura ambiente, etc.

1. Pesar los recipientes vacíos que posteriormente contendrían la comida, la leña y el carbón. Anotar los valores en la ficha.
2. Coger una muestra de la leña para analizar posteriormente su humedad.
3. Pesar la leña inicial.
4. Pesar los ingredientes crudos

5. Luego los resultados sean comparables.
6. Instalar el medidor de CO
7. Anotar fecha de encendido y colocación de los equipos, y la distancia a la que se encuentra cada uno de ellos de la cocina.
8. Pedir a la mujer que empiece a cocinar como lo hace de manera habitual.
9. Anotar la hora en la que se enciende la cocina.
10. Anotar la hora en la que se coloca la porra en la cocina.
11. Durante el cocinado (una vez estén todos los alimentos en la porra) se medirán las temperaturas de las partes calientes de la cocina.
12. Pedir a la cocinera que avise cuando el alimento esté listo, y en ese momento se anota la hora de fin de cocinado en la ficha.
13. Pesar la porra con los alimentos cocinados y anotar en la ficha.
14. Pesar la leña semi-quemada y anotar en la ficha.
15. Pesar el carbón y anotar en la ficha.
16. Pesar la leña restante y anotar en la ficha.
17. Desinstalar el equipo de CO anotando la hora de desinstalación y de apagado.

12.2. Tabla 1. Resultados CCT del Eco fogón y Cocina Tradicional

ITEM	Eco fogón	Cocina Tradicional
Combustible Consumido [g]	3402	4025
Equivalente combustible seco consumido [g]	1707	3450
Peso alimentos cocinados [g]	1815	1815
Consumo específico [g/kg]	940	1901
Tiempo de cocinado [hh:mm]	01:15	01:45

12.3. Ficha controlada de Cocinado

FICHA PRUEBA CONTROLADA DE COCINADO	Modelo cocina
	Nº test
Peso recipiente comida [g]	Nombre cocinera
Peso recipiente leña [g]	
Peso recipiente carbón [g]	
Peso recipiente leña semiquemada [g]	
	Nombre de los técnicos
Tipo de combustible Michiguiste	Alimento cocinado Frijoles
Humedad % en base húmeda del combustible	
Tª inicial del agua [°C]	Temperatura ambiente [°C]
Hora ignición cocina [hh:mm]	Peso recipiente leña+leña inicial [g]
Hora fin cocinado [hh:mm]	Peso recipiente leña semiquemada+ leña semiquemada [g]
	Peso recipiente carbón t carbón [g]
	Peso recipiente comida + alimentos cocinados [g]

Resultados	
Combustible Consumido [g]	
Equivalente combustible seco consumido [g]	
Peso alimentos cocinados [g]	
Consumo específico [g/kg]	
Tiempo de cocinado [hh:mm]	

Código del dispositivo		Emplazamiento (altura y distancia)	
Fecha y hora de encendido		Fecha y hora de desinstalación	

12.3. Encuesta aplicada a Usuario

DATOS GENERALES			
Nombre de la comunidad			
Fecha de la entrevista			
Nombre del entrevistador			
Nombre de la persona entrevistada			
Jefe de Familia			
Número de miembros en la familia			
CUESTIONARIO			
¿Cuál es el uso que le daría a la cocina?	1. Domestico	2. Negocio	3. Ambos
¿Quién cocina?	1. Mujer	2. Hombre	3. Niños
Número de personas que cocinan	1. 1-2	2. 3-4	3. 4-5
¿Cocinaría en el interior o exterior de la casa?	1. Interior	2. Exterior	3. Ambas
¿Cuántas veces cocina al día?	1. 1 a 2 veces	2. 3 a 4 veces	3. 4 a mas
¿Cuánto tiempo emplearía diariamente al cocinar?	1. 1 a 2 horas	2. 2 a 3 horas	3. 4 a mas
¿Con que frecuencia limpia la cocina?	1. Diario	2. 2 Veces por semana	3. cada 8 días
¿Le gusta el diseño de la cocina?	1. Si 2. No		
¿Qué opina del material que se utilizó para la construcción?	1. Excelente 2. Muy Bueno 3. Bueno 4. Regular		
¿Cree usted que es adaptable a distinto utensilio para cocinar?	1. Si 2. No		
¿Tiene acceso a movilidad?	1. Si 2. No		
¿Con el uso del Ecofogón cree usted que reduciría el gasto en el consumo de la leña?	1. Si 2. No		
¿Quién recoge la leña?	1. Hombre 2. Mujer 3. Niños		
¿Coste del transporte en que gasta para llevar la leña a su hogar (si lo hay)?			
¿Cuál es el costo de la leña?			
¿Cuál es el tipo de leña que más utiliza?			
¿Tendría menos problemas en la vista por culpa del humo?	1. Si 2. No		
¿Cree usted que mejoraría los problemas respiratorios?	1. Si 2. No		
¿Reduciría los problemas de salud?			1. Si 2. No
¿Mejoraría la calidad de vida?	1. Si 2. No		
¿Disminuiría la cantidad de humo en la casa mientras cocina?	1. Si 2. No		
¿Se reduciría las quemaduras durante el cocinado?	1. Si 2. No		

12.4. Base de Datos de SPSS

	Nombre	Tipo	An...	Etiqueta	Valores	Perdidos	Colum...	Alineación	Medida	
1	Uso	Númérico	20 0	¿Cuál es el uso que le daría a la cocina?	{1, Domestico}...	Ninguno	5	Izquierda	Nominal	En
2	Cocinar	Númérico	20 0	¿Quién cocina?	{1, Mujer}...	Ninguno	5	Izquierda	Nominal	En
3	Personas	Númérico	20 0	Numero de personas que cocinan	{1, 1-2}...	Ninguno	6	Izquierda	Nominal	En
4	Cocinaría	Númérico	20 0	¿Cocinaría en el exterior o el interior?	{1, Interior}...	Ninguno	6	Izquierda	Nominal	En
5	Veces	Númérico	20 0	¿Cuántas veces cocina al día?	{1, 1 a 2 veces}...	Ninguno	5	Izquierda	Nominal	En
6	tiempo	Númérico	20 0	¿Cuánto tiempo emplearía diariamente al cocinar?	{1, 1 a 2 horas}...	Ninguno	6	Izquierda	Nominal	En
7	limpieza	Númérico	20 0	¿Con qué frecuencia limpia la cocina?	{1, Diario}...	Ninguno	6	Izquierda	Nominal	En
8	Diseño	Númérico	20 0	¿Le gusta el diseño de la cocina?	{1, si}...	Ninguno	5	Izquierda	Nominal	En
9	Material	Númérico	20 0	¿Que opina del material que se utilizo para la construcción?	{1, Excelente}...	Ninguno	5	Izquierda	Nominal	En
10	Utensilios	Númérico	20 0	¿Cree usted que es adaptable a distintos utensilios para cocinar?	{1, si}...	Ninguno	6	Izquierda	Nominal	En
11	Movilidad	Númérico	20 0	¿Tiene acceso a movilidad?	{1, si}...	Ninguno	6	Izquierda	Nominal	En
12	Gasto	Númérico	20 0	¿Con el uso del ecofogon cree usted que reducía el gasto en el consumo de leña?	{1, si}...	Ninguno	5	Izquierda	Nominal	En
13	recoge	Númérico	20 0	¿Quien recoge la leña?	{1, Hombre}...	Ninguno	5	Izquierda	Nominal	En
14	Tipo	Númérico	20 0	¿Cual es el tipo de leña que mas utiliza?	{1, Carbon}...	Ninguno	4	Izquierda	Nominal	En
15	cuanto	Númérico	20 0	¿Cada cuanto recoge la leña?	{1, Diario}...	Ninguno	5	Izquierda	Nominal	En
16	Problemas	Númérico	20 0	¿Tiene menos problemas por culpa del humo?	{1, Si}...	Ninguno	6	Izquierda	Nominal	En
17	Respiratorios	Númérico	20 0	¿Cree usted que mejoraría los problemas respiratorios?	{1, Si}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	En
18	Reduciria	Númérico	20 0	¿Reduciria los problemas de salud?	{1, Si}...	Ninguno	7	Izquierda	Nominal	En
19	Mejoraria	Númérico	20 0	¿Mejoraria la calidad de Vida?	{1, Si}...	Ninguno	6	Izquierda	Nominal	En
20	Disminuiria	Númérico	20 0	¿Disminuiria la cantidad de humo mientras cocina?	{1, Si}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	En
21	Quemaduras	Númérico	20 0	¿Reduciria las quemaduras durante el cocinado?	{1, Si}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	En
22	Conservacion	Númérico	20 0	¿Cree usted que con el uso del ecofogon ayudaria ala conservacion de los recursos forestales?	{1, Si}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	En
23	Economico	Númérico	20 0	¿Con el uso del ecofogon se ahorrraria dinero en el gasto de la leña?	{1, Si}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	En
24										

Imagen 1. Base de Datos



Imagen 2. Pruebas de hervido de agua



Imagen 3. Pesado de carbón



Imagen 4. Medición de Humedad de la leña



Imagen 5. Cocción de alimento