



**FACULTAD DE POSTGRADO  
TESIS DE POSTGRADO**

**ANÁLISIS DEL USO DE BRIQUETAS COMO SUSTITUTO DE  
LA LEÑA EN LOS ECOFOGONES QUE PROMUEVE EL  
PROGRAMA DE “VIDA MEJOR” PARA LA COCCIÓN DE  
ALIMENTOS EN HONDURAS.**

**SUSTENTADO POR:**

**JUAN RAMÓN HERNÁNDEZ VEGA  
JORGE ROBERTO MENDOZA ZEPEDA  
PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN  
GESTIÓN DE ENERGÍA RENOVABLES**

**TEGUCIGALPA, F.M.**

**HONDURAS, C.A.**

**ABRIL 2017**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO**

**JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA**

**ANÁLISIS DEL USO DE BRIQUETAS COMO SUSTITUTO DE  
LA LEÑA EN LOS ECOFOGONES QUE PROMUEVE EL  
PROGRAMA DE “VIDA MEJOR” PARA LA COCCIÓN DE  
ALIMENTOS EN HONDURAS.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN  
GESTION DE ENERGIA RENOVABLES**

**ASESOR**

**WILFREDO CÉSAR FLORES CASTRO**

**MIEMBROS DE LA TERNA (o comisión evaluadora):**

**JUAN MARTÍN HERNÁNDEZ**

**JORGE CENTENO**

**MARIO GALLO**



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

# **ANÁLISIS DEL USO DE BRIQUETAS COMO SUSTITUTO DE LA LEÑA EN LOS ECOFOGONES QUE PROMUEVE EL PROGRAMA DE “VIDA MEJOR” PARA LA COCCIÓN DE ALIMENTOS EN HONDURAS.**

### **NOMBRE DE MAESTRANTES:**

**JUAN RAMÓN HERNÁNDEZ VEGA**

**JORGE ROBERTO MENDOZA ZEPEDA**

### **RESUMEN**

La leña es el combustible que más se utiliza para la cocción de alimentos, es por eso que nos enfocamos en dar una alternativa a su uso, con el uso de las briquetas que son un conglomerado fabricados a base de residuos agrícolas, comerciales, industriales, residencial urbanas, o una mezcla de todas, por ejemplo, las malezas, aserrín, hojas, cartón, cascarilla de arroz, y desecho de papel. El gobierno de Honduras periodo 2014-2018 impulsa en su programa “Vida Mejor” eco- fogón El Ahorrador, en el cual se realizaron las pruebas The Water Boiling Test (WBT), utilizadas también en el laboratorio de estufas mejoradas de la Escuela Agrícola Panamericanas Zamorano. Las pruebas se realizaron con dos combustibles leña (pino, roble y carbón) y briquetas para así poder determinar su comportamiento, el combustible que dio mejores resultados fueron las briquetas con la desventaja que tiene un precio un poco mayor a la leña.

**Palabras Claves:** Briquetas, Eco fogón, Leña, Pruebas WBT, Vida Mejor.



## **GRADUATE SCHOOL**

# **ANALYSIS OF THE USE OF BRIQUETTES AS A SUBSTITUTE OF THE WOOD IN THE ECO-STOVES THAT PROMOTES THE "BETTER LIFE" PROGRAM FOR THE FOOD COOKING IN HONDURAS.**

## **NAME OF MASTERS:**

**JUAN RAMÓN HERNÁNDEZ VEGA**

**JORGE ROBERTO MENDOZA ZEPEDA**

## **ABSTRACT**

Firewood is the fuel most used for cooking food, which is why we focus on providing an alternative to its use, with the use of briquettes that are a conglomerate manufactured from agricultural, commercial, industrial, Urban, or a mixture of all, for example, weeds, sawdust, leaves, paperboard, rice husks, and paper scraps. The government of Honduras in the period 2014-2018 promotes the "Better Life" eco-stove The Saver, in which the Water Boiling Test (WBT) tests were used also used in the laboratory of improved stoves of the Pan American Agricultural School Zamorano. The tests were carried out with two firewood fuels and briquettes in order to determine their behavior, two eco-stoves The Saver were used.

**Keywords:** Briquettes, Eco stove The Saver, Firewood, WBT, Better Life.

## **DEDICATORIA**

Agradecemos primeramente a Dios, por permitirnos estar en la etapa final de nuestra maestría universitaria y por darnos las fuerzas y la inteligencia necesaria para llevar a cabo cada uno de los desafíos encontrados.

A nuestros padres, que fueron nuestro apoyo incondicional y por brindarnos oportunidades y consejos a lo largo de esta etapa de estudios que estamos culminando.

A todas las personas que creyeron en nosotros, que nos apoyaron de una u otra forma, a los diferentes catedráticos de la universidad que nos brindaron sus conocimientos y experiencias profesionales.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer a todas las personas e instituciones que nos abrieron las puertas para poder realizar nuestra tesis de una manera exitosa, así como a nuestro Asesor PhD. Wilfredo Flores por motivarnos en el transcurso de nuestra carrera a investigar temas que aporten al desarrollo del país de una u otra manera, especialmente los relacionados con la energía renovable.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
INTRODUCCIÓN.....	13
ANTECEDENTES.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
OBJETIVOS.....	16
JUSTIFICACIÓN.....	16
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA LEÑA EN HONDURAS Y CENTROAMÉRICA.....	17
2..2 BRIQUETAS.....	21
2.3 PROGRAMA VIDA MEJOR.....	25
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.1 PROCESO DE EVALUACIÓN.....	29
3.2 ESQUEMA DE METODOLOGÍA.....	32
3.3 INSTRUMENTO A UTILIZAR.....	33
CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	34
4.1 VARIABLES ANALIZADAS.....	34
4.2 COMPARACIÓN DE COSTOS DE TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADOS.....	38
CONCLUSIONES.....	39
RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXO I.....	44
ANEXO II.....	45
ANEXO III.....	46
ANEXO IV.....	47



## ÍNDICE DE FIGURAS

1. ECOFOGÓN EL AHORRADOR .....	15
2. FOGÓN TRADICIONAL UTILIZADO PARA LA COCCIÓN DE ALIMENTOS EN HONDURAS .....	15
3. CONTEXTO ENERGÉTICO CENTROAMÉRICA.....	18
4. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN CON CONSUMO DE LEÑA EN LA COCINA POR DEPARTAMENTO .....	19
5. CANTIDAD DE HOGARES POR DEPARTAMENTO QUE CONSUMEN LEÑA Y ELECTRICIDAD EN HONDURAS .....	20
6. IMÁGEN MOSTRANDO LAS BRIQUETAS .....	21
7. ESQUEMA DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS BRIQUETAS.....	24
8. ESQUEMA ECO FOGÓN PORTÁTIL EL AHORRADOR .....	27
9. MAPA ECO FOGONES PORTÁTIL INSTALADOS 2013-2016 .....	28
10. ESQUEMA DE METODOLOGÍA .....	32
11. TIEMPO DE EBULLICIÓN DEL AGUA.....	34
12. VELOCIDAD DE COMBUSTIÓN.....	35
13. CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE.....	36
14. EQUIVALENTE DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

1. APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS FORESTALES.....	20
2. PODER CALORÍFICO.....	31
3. FORMULARIO DATOS DEL PROTOCOLO WBT .....	33
4. COSTO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO.....	38

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## INTRODUCCIÓN

En el presente documento se hace un análisis experimental del uso de las briquetas en los eco fogones promovidos por el programa Vida Mejor impulsado por el Gobierno Central de Honduras en el periodo 2014-2018, con esto comprobaremos las eficiencias de las especies de árboles utilizados como combustible para la cocción de alimentos versus las briquetas como sustitutos de la leña.

## ANTECEDENTES

(Naciones Unidas, 2016) Afirma:

La economía mundial se ha visto frenada por diversas turbulencias: incertidumbres macroeconómicas y volatilidad persistentes; bajos precios de las materias primas y flujos de comercio decrecientes; volatilidad creciente de tipos de cambio y flujos de capital; estancamiento de la inversión y disminución del crecimiento de la productividad; y una continua desconexión entre las actividades del sector financiero y las del sector real. (p. 2)

El crecimiento económico en los países desarrollados se espera que sobrepase el 2% en el año 2016, mientras los menos desarrollados aumenten de 4.6% en 2015 hasta un 5.6% en 2016. (Naciones Unidas, 2016).

“Se proyecta que el crecimiento mundial aumentará más después de 2017 y se colocará justo por debajo de 4% a fines del horizonte de previsión en 2021, gracias a un nuevo repunte del crecimiento de las economías de mercados emergentes y en desarrollo” (Fondo Monetario Internacional, 2016, p. 20). Actualmente el tema de la energía y eficiencia energética determinan el desarrollo de la población de un país. La energía cada día es más importante debido al crecimiento de la demanda de este producto y escasez que se podría darse en los próximos años debidos a los cambios climáticos y otros factores. En el caso de Honduras la leña es muy importante

en el sector energía, ya que, según el balance energético de Honduras, la leña es el combustible más importante la cocción de alimentos.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente en el mundo existe una gran población que utiliza leña para la cocción de alimentos, ubicadas en el área rural y urbana, es acarreada en su mayoría por mujeres y niños. Con el paso de los años hemos ido poco a poco depredando los bosques, esto nos ha causado una escasez y menos acceso a la leña sobre todo en áreas urbanas donde es más difícil su obtención. Es por ello que se ha optado en muchos países del mundo y en Honduras por usar fogones más eficientes, en nuestro caso el impulsado por el programa “Vida Mejor” periodo 2014-2018 (ver figura 1), ya que los fogones tradicionales (ver figura 2) aparte de consumir mayor cantidad de leña, el calor se escapa porque en su mayoría son abiertos. Los eco fogones consumen menos leña, pero con esto no se acaba el problema, si bien es cierto que estamos reduciendo el consumo y cesamos un poco la tala del bosque, esta no es una solución total, con este análisis pretendemos solucionar de una manera eficaz este problema. La propuesta será usar una tecnología donde reutilicemos los desechos forestales en forma de briquetas y este sea nuestro combustible para la cocción de alimentos. Además de disminuir el consumo de leña en los hogares que la utilicen estamos aprovechando el residuo (aserrín) que muchas veces se quema a cielo abierto y esto contamina el planeta con las emisiones de gases de efecto de invernadero, acelerando el cambio climático.



**Figura 1. Eco fogón El Ahorrador (HM-4000)**

Fuente: (Envirofit )

URL: <http://envirofit.org/product/cookstoves/supersaver-griddle/#>



**Figura 2. Fogón Tradicional utilizado para cocción de Alimentos en Honduras**

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERAL**

- Comparar el uso de briquetas y la leña utilizadas en los eco fogones promovidos por el programa “Vida Mejor” impulsado por el gobierno Central de Honduras en el periodo 2014-2018.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Calcular el consumo de las briquetas y leña utilizadas en los eco fogones del programa de vida mejor.
2. Analizar los costos del uso de las briquetas.
3. Plantear una solución para disminuir el consumo de la leña en el Distrito Central.

## **JUSTIFICACIÓN**

El estudio se hace con la finalidad de dar a conocer que existen sustitutos de la leña que son amigables con el ambiente, así pausar la tala de los bosques y utilizarlos como combustible para la cocción de alimentos. Honduras es un país forestal, si cuidamos nuestros bosques de una manera sostenible nuestras próximas generaciones pueden vivir de ellos, por ejemplo, que la madera sea unos de los productos que más aporte a nuestro Producto Interno Bruto (PIB), es por ello que debemos buscar soluciones y nuevas tecnologías para que la población utilice menos leña y evitar enfermedades producidas por el humo.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

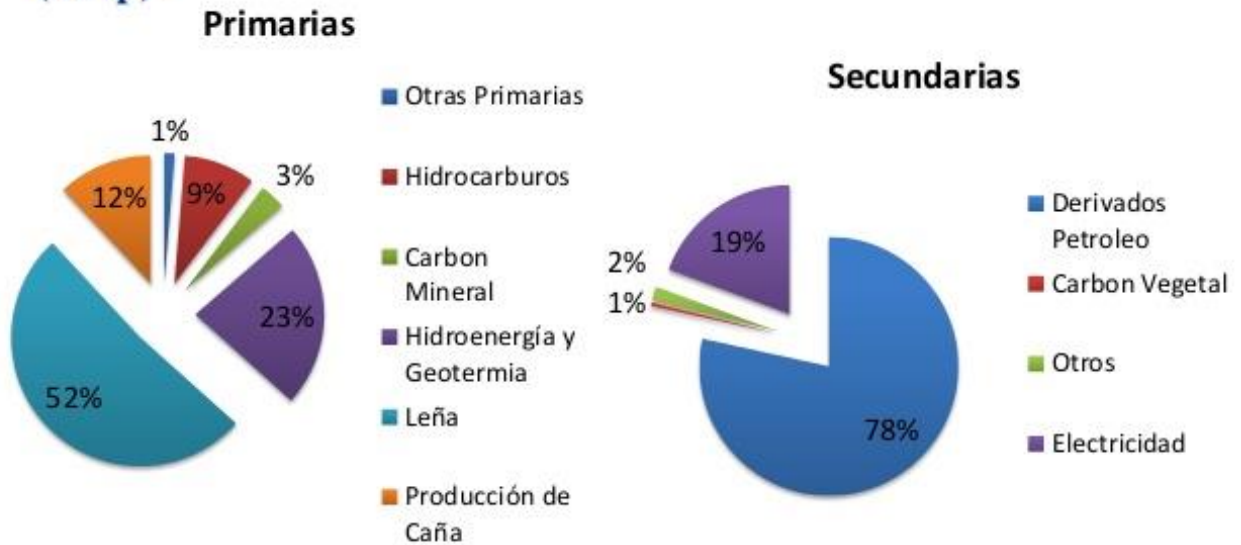
### **2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA LEÑA EN HONDURAS Y CENTROAMERICA.**

Una gran parte de la población mundial utiliza leña para cocinar y calentar el hogar, sobre todo en los países en desarrollo. Se calcula que la energía de la biomasa combustible tradicional asciende a casi la décima parte del total actual de la demanda humana de energía (más que la energía hidráulica y la nuclear juntas), y los combustibles leñosos constituyen probablemente unos dos tercios del consumo en los hogares. Una gran parte de la población del mundo utiliza leña para cocinar y calentar su hogar (Smith, 2006, p. 41).

El 52% de energía consumida en la región Centroamericana equivale a leña, siendo este el combustible más importante y demandado, con esto podemos decir que es un problema a nivel regional, todos los países cercanos están consumiendo la leña para cocción de alimentos, (ver figura 3).

## Centroamérica: Contexto Energético

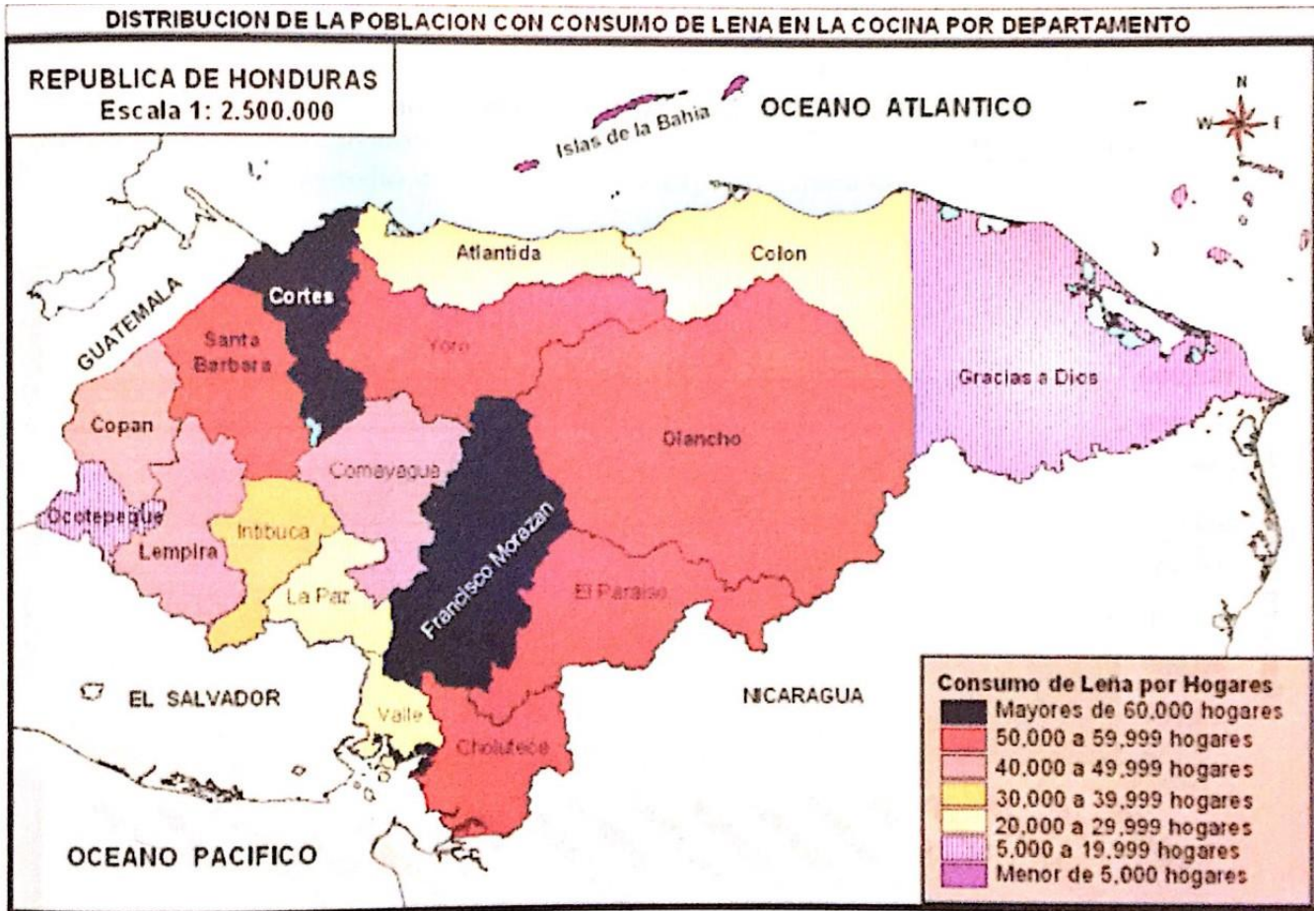
### Centroamérica: Oferta total de energía primaria y secundaria (kbep)



Oferta Total de Energía: 230,638 kbep

Figura 3. Contexto Energético Centroamérica

Fuente: (SIIE-OLADE,2012)



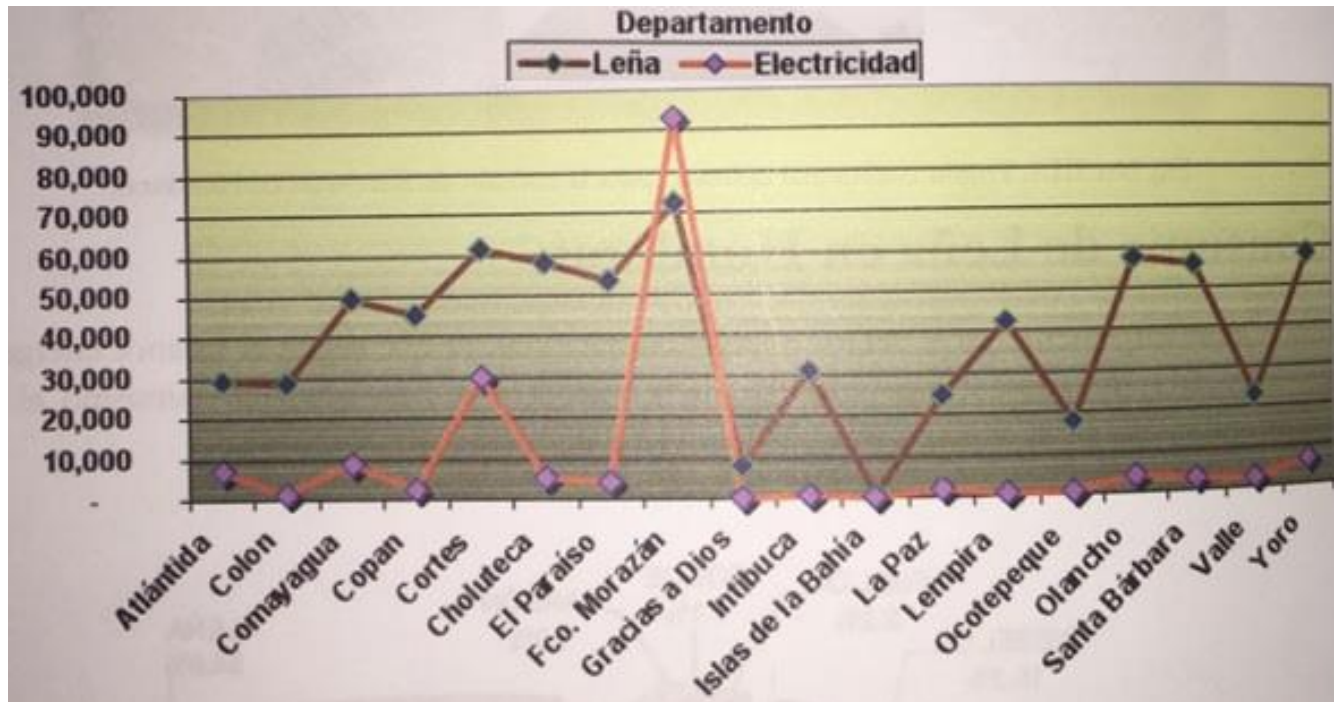
**Figura 4. Distribución de la Población con Consumo de Leña en la Cocina por Departamento.**

Fuente: (Diagnostico del uso de leña, Barahona C, 2009)

El 54% de la energía utilizada en Honduras proviene de la leña, siendo este recurso una de las principales fuentes energéticas para los hogares y pequeñas empresas rurales.(Flores Castro, 2016). Es preocupante el alto porcentaje de consumo de leña en los hogares hondureños, es una amenaza para nuestros bosques, además de las enfermedades que conlleva el uso de este tipo de combustible.

Los mayores consumidores de leña son los Departamentos de Cortes y Francisco Morazán, las cuales son las zonas con mayor población en área urbana. (Ver Figura 5).





**Figura 5. Cantidad de hogares por Departamento que consumen leña y electricidad en Honduras**

Fuente: (Diagnóstico del uso de leña, Barahona C, 2009)

### 2.1.1 SILVICULTURA

“Comprende las actividades relacionadas con el cultivo, manejo y aprovechamiento de los bosques” (Instituto Nacional de Conservación Forestal (ICF), 2016, p. 12).

**Tabla 1. Aprovechamiento de subproductos forestales**

DESCRIPCION	UNIDAD	TOTAL
Leña	Cargas	138,701.00
Carbón	Quintales	16,302.00
Resina	Barriles	19,896.00
Astillas de ocote	Libras	2866,834.00

Fuente: (Fuente Propia elaborada con datos del Anuario Estadístico Forestal ICF, 2016)

## 2.2 BRIQUETAS

Las briquetas son un conglomerado fabricados a base de residuos agrícolas, comerciales, industriales, residencial urbanas, o una mezcla de todas, por ejemplo las malezas, aserrín, hojas, cartón, cascarilla de arroz, y desecho de papel (Legacy Foundation., 2003). (Ver figura 6).



**Figura 6. Imagen mostrando las briquetas**

Fuente: <http://www.enre.com.uy/>

El uso de las briquetas como sustituto de la leña contribuye a disminuir los gases de efectos de invernadero, en su mayoría son fabricadas de residuos. Son una alternativa amigable con el ambiente, de fácil almacenamiento y comercialización. Además de servirnos para la cocción de alimentos también las podemos utilizar para calefacción en países que son de clima helado.

Actualmente países como España están estudiando constantemente posibles fuentes de energía alternativa y una de ellas es la biomasa con la fabricación de briquetas. Las tres fábricas de briquetas más importantes de España son: Bastavales (La Coruña), Villacañas (Toledo) y Villafranca (Navarra), su uso mayormente es en invierno para calefacción de los hogares, en esta

temporada los productos resultan insuficientes y no logran cubrir la demanda, es por eso que se ven obligados a importar de otros países de Europa y de Canadá. Las briquetas son fabricadas y comercializadas en países de Europa, Norteamérica, y en Suramérica como en Brasil, Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay (Pablo Andrés Amigo Borgeau & Villaroel Gallardo, 2011).

En Honduras la energía es un tema social, debido a que se depende mucho de este producto. La principal fuente de energía para cocción de alimentos es la leña, este recurso cada día se consume más rápido debido a una falta de políticas claras para su debido uso.

Nuestras autoridades deberían de ponerle atención al tema de leña, es increíble que nadie haga nada al respecto después de ver las cifras ilustradas anteriormente sobre el consumo de leña en los hogares hondureños y una manera de hacerlo es fomentar este tipo de tecnologías como el uso de las briquetas en los eco fogones que promueve el gobierno central periodo 2014-2018.

## **2.2.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BRIQUETA**

### **2.2.1.1 Preparación de fibra**

La materia prima debe de estar libre de cualquier piedra, vidrios, metales y suciedad en general, si la remoción de estos tipos de materiales no se lleva acabo de manera adecuada, puede ocasionar daños a las maquinas. Además, al estar un producto contaminado, las cenizas al momento de la combustión aumentan considerablemente. (E. Smith,2002).

### **2.2.1.2 Molienda**

Este proceso busca a homogenizar el tamaño de las partículas antes de ingresar a la etapa de compactación y a los demás procesos de elevación. En la molienda se busca una granulometría adecuada inferior al tamaño de la briqueta para así obtener una briqueta con las características físicas deseadas.

### **2.2.1.3 Secado**

Para llegar a este proceso de secado se necesita tener una materia prima con un porcentaje de humedad de entre el 8% al 12%, generalmente la materia prima llega con altos contenidos de humedad y es por eso que se recurre al proceso de secado.

### **2.2.1.4 Compactado**

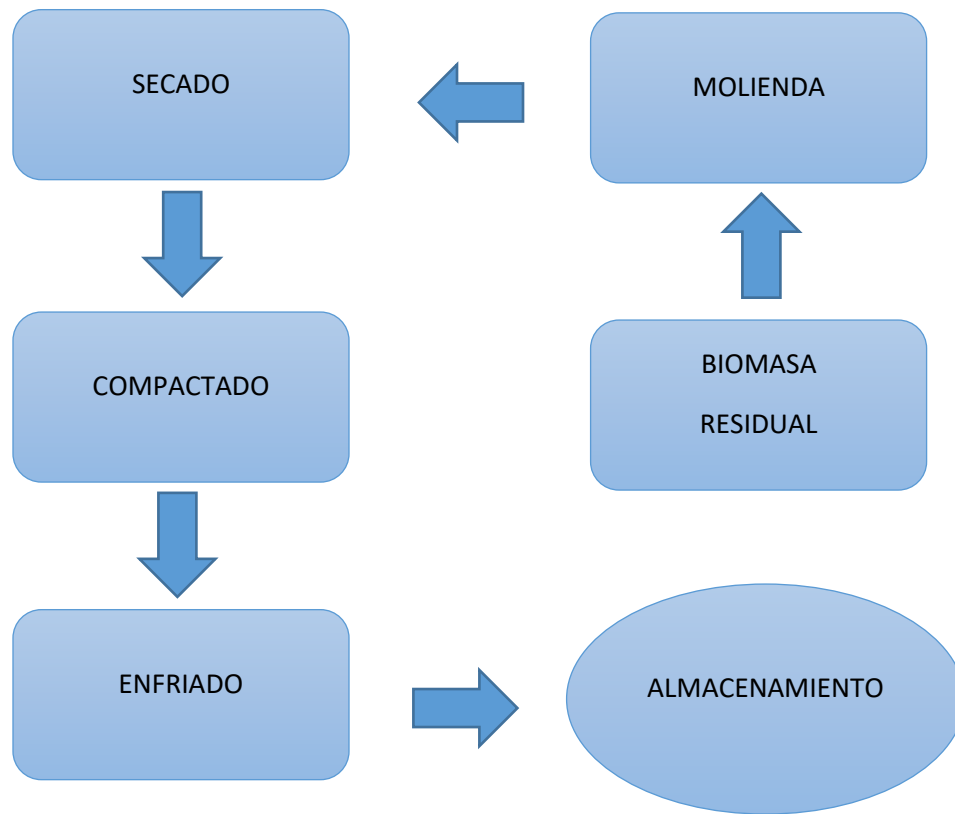
Durante este proceso la materia prima experimenta altos niveles de presión y temperatura que pueden disminuir el contenido de humedad.

### **2.2.1.5 Enfriado**

El enfriado es una etapa muy importante debido a que en el proceso de elaboración la materia prima está expuesta a altas temperaturas y además en esta etapa alcanza su mayor capacidad aglutinante.

### **2.2.1.6 Almacenamiento**

Una vez terminado los procesos anteriores se empaqueta para ser comercializado y distribuido. (Pablo Andrés Amigo Borgeau & Villaroel Gallardo, 2011)



**Figura 7. Esquema de Proceso de Fabricación de las briquetas**

Fuente: Elaboración propia, 2017

### 2.2.2 VENTAJAS AMBIENTALES

- Produce energía limpia que no contamina el ambiente.
- Contribuye a la limpieza del ambiente ya que son fabricadas de residuos.
- Producen poco humo a la hora de su combustión en comparación con la leña.
- No genera impacto ambiental.
- Menos porcentaje de ceniza que la leña.
- Fácil y rápido encendido.
- No producen malos olores a la hora de la combustión.
- Son homogéneas y esto las hacen de fácil transportación y almacenamiento.

## **2.3 PROGRAMA VIDA MEJOR**

El gobierno de Honduras período 2014-2018 promueve el programa “Vida Mejor”, y sus componentes son:

### **2.3.1 Viviendas saludables**

Viviendas populares con un área de 36 m<sup>2</sup>, paredes de bloque, techo de aluzinc y ventanas con marco de aluminio y celosías (Secretaria de Desarrollo e Inclusión Social, 2014).

### **2.3.2 Pisos**

Consta de un máximo de 25 metros cuadrado de concreto para fundir el piso de la vivienda beneficiada (Secretaria de Desarrollo e Inclusión Social, 2014).

### **2.3.3 Letrinas**

Las letrinas tienen un área de 1.10 m de largo y 1.10 m de ancho, taza sanitaria campesina, forradas con lámina de aluzinc calibre 26 (Secretaria de Desarrollo e Inclusión Social, 2014).

### **2.3.4 Techos**

El techo hasta un máximo de área de 36 metros cuadrados y será construido con estructura de canaleta y cubierta de lámina calibre 28 de aluzinc (Secretaria de Desarrollo e Inclusión Social, 2014).

### **2.3.5 Pilas**

Pila prefabricada de Cemento para almacenamiento de agua con las medidas: 0.90 x 0.60 x 0.50 m, con una capacidad de almacenamiento de 42 galones equivalentes a un barril (Secretaria de Desarrollo e Inclusión Social, 2014).

### **2.3.6 Filtros purificadores para agua**

Filtración absoluta hasta 0.9 micras, para partículas de 0.5 a 0.8 micras, eficiencia de filtrado > 99.99%, reducción de turbidez en una eficiencia mayor a 99.7%, reducción de turbidez en una eficiencia mayor a 99.7% y certificados para remover algunos parásitos y bacterias patógenas (Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social, 2014).

### **2.3.7 Proyecto agricultura familiar para una vida mejor**

Implementación de huertos familiares, escolares y comunitarios, para ayudar a cultivar sus propios alimentos como hortalizas, granos básicos y otros. Se contribuye en la seguridad alimentaria de familias vulnerables (Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social, 2014)

### **2.3.8 Proyecto “Apoyo a las microempresas productivas”**

Creación y fortalecimiento de Microempresas productivas en distintas áreas, para incorporar a los beneficiarios al sector productivo del país por medio de sus propios negocios (Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social, 2014).

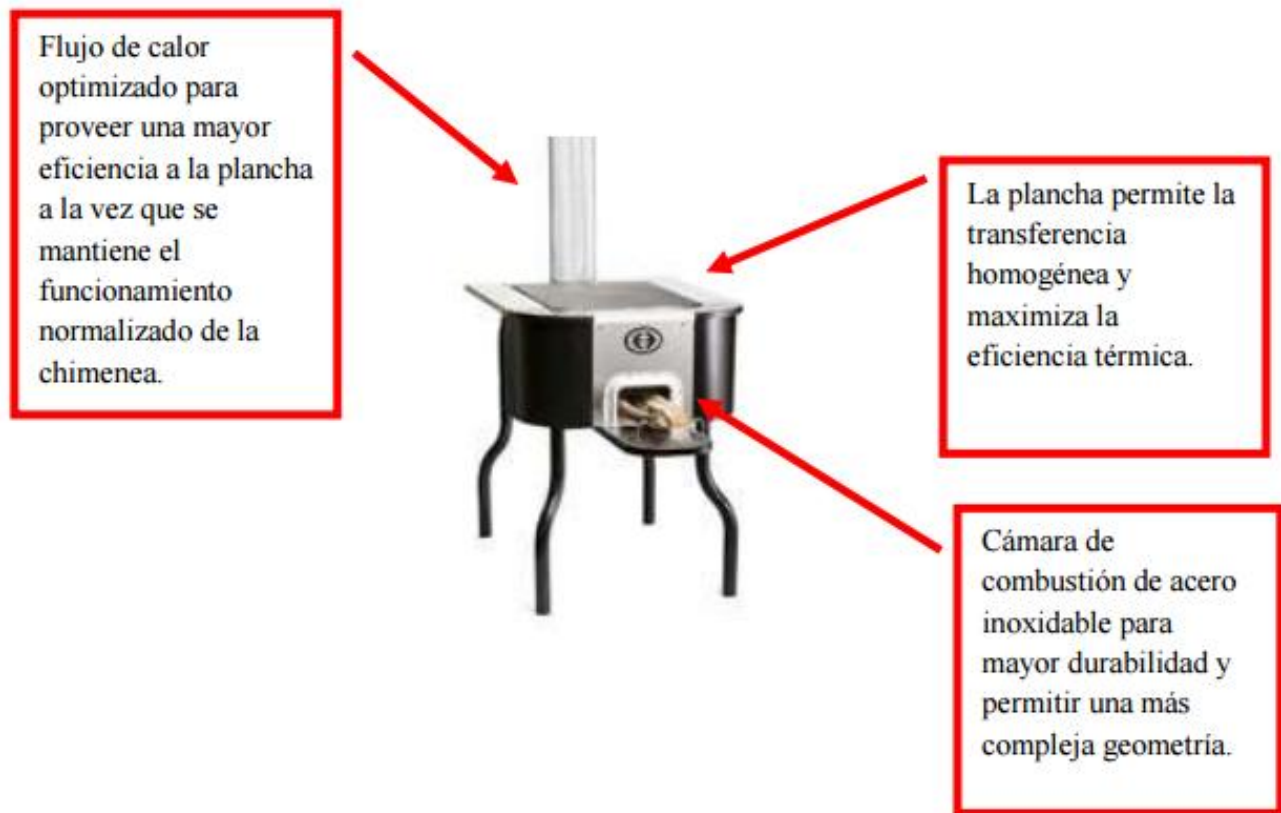
### **2.3.9 Eco fogón El Ahorrador**

El Eco-Fogón portátil, produce ochenta por ciento menos humo que el fogón tradicional y su consumo es de un sesenta por ciento menos en leña, siendo así más eficiente (Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social, 2014)

### **2.3.10 Beneficios al utilizar Eco fogón El Ahorrador**

Mejora de la calidad del aire, gracias a la avanzada eficiencia de la estufa (Eco fogón portátil “El Ahorrador”), mejora de la salud, ya que el eco fogón portátil “El Ahorrador” no emite humo dentro de la casa, mejora de la calidad de vida de los hogares de las familias más vulnerables,

dada la reducción del consumo de leña, lo que alivia en coste y/o tiempo de recolecta del combustible, proporcionando así más tiempo/dinero que pueden ser destinados a otros fines, reduce de la deforestación, disminuyendo el consumo de leña para cocinar, mejora del acceso a servicios asequibles de energía limpia (Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social, 2014)



**Figura 8. Esquema Eco fogón Portátil El Ahorrador**

Fuente: Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social





**Figura 9. Mapa Eco Fogones Portátil Instalados 2013-2016**

Fuente: Fundeih, 2016

## **CAPITULO III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.**

El diseño de la investigación en base a nuestro objetivo de comparar el uso de briquetas y la leña utilizadas en los eco fogones promovidos por el programa “Vida Mejor” impulsado por el gobierno Central de Honduras en el periodo 2014-2018, es un estudio experimental.

### **3.1 PROCESO DE EVALUACIÓN**

La evaluación se realizará mediante pruebas controladas utilizando eco fogón El Ahorrador usando como combustible tres especies de leña y briqueta de aserrín. Las pruebas a realizar están basadas en (“The Water Boiling Test” WBT), debido a que esta es una prueba controlada, existen otros tipos de pruebas como por ejemplo “Controlled Cooking Test” (CCT) y “Kitchen Performance Test” (KPT), estas se descartaron porque son empleadas para interactuar con las personas que utilizan directamente los eco fogones y esto podría arrojar resultados erróneos.

Existen tres tipos de fases en la prueba WBT:

- Fase Uno: Inicio en frio, es decir con el eco fogón totalmente apagado varias horas antes.
- Fase Dos: Inicio en caliente de alto poder, cuando el eco fogón esta encendido y caliente.
- Fase Tres: Inicio a fuego lento, se realiza para cocinar los alimentos a fuego lento con una temperatura menor al de la ebullición. (Laboratorio de Innovación y Evaluación en Estufas de Biomasa & Universidad Nacional Autónoma de México, s. f.).

Las variables a determinar en las pruebas WBT son cuantitativas y se enumeran a continuación:

1. Tiempo de ebullición. Es el tiempo que se necesita para llegar a estado de ebullición.

2. Velocidad de combustión (g/min). Es el rango del consumo de leña para lograr hervir el agua y es calculado dividiendo el consumo de combustible entre el tiempo que dure la prueba.
3. Consumo específico de combustible (g/litro): Es la cantidad de combustible necesaria para hervir un litro de agua.
4. Equivalente de combustible consumido (gramos): Es la cantidad de combustible que se quemó. (Laboratorio de Innovación y Evaluación en Estufas de Biomasa & Universidad Nacional Autónoma de México, s. f.)

Para cada una de las variables los datos se recopilarán tres veces.

Para este experimento se utilizó la prueba WBT mejorada, la cual nos indica que solo se hace el protocolo con arranque en frío y termina cuando el agua llega a su punto de ebullición. Se utilizaron dos ollas, una para el agua y otra para las cenizas, así como una balanza, termómetro, eco fogón HM-4000, metro, medidor de humedad.

El combustible utilizado para las pruebas fue leña de tres especies diferentes, como ser: pino, carbón, roble y nuestra propuesta como sustituto las briquetas de aserrín. Se cortaron pedazos uniformes con una sección transversal de 2 cm x 2 cm para cada una de las especies.

Las especies utilizadas tienen el siguiente poder calorífico:

**Tabla 2. Poder Calorífico**

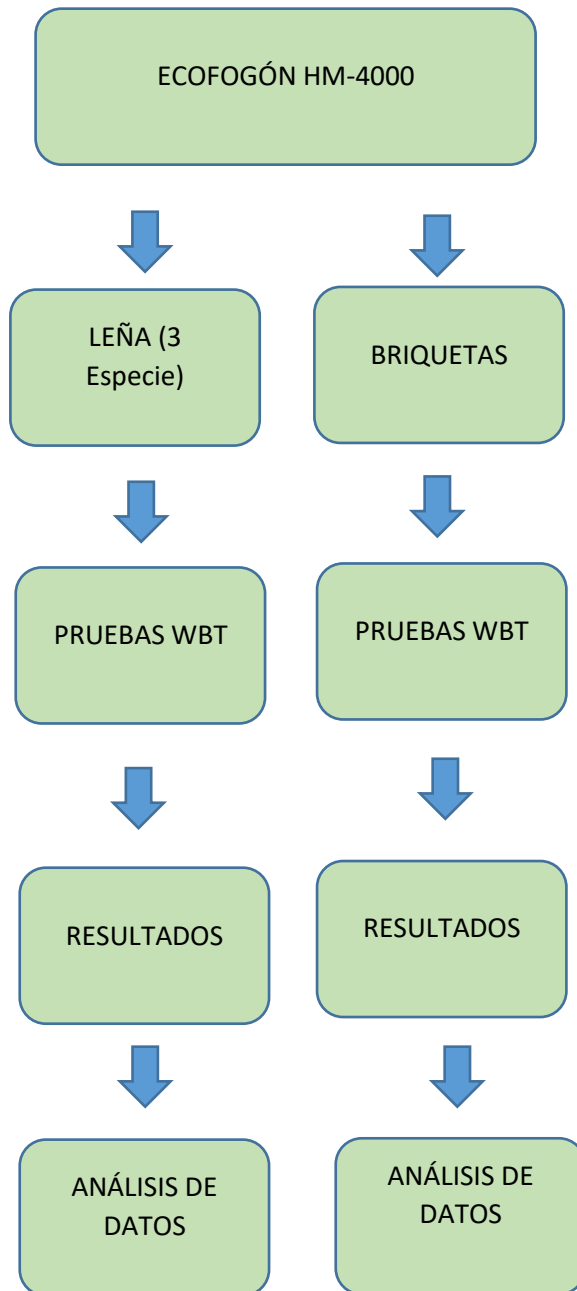
<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>PODER CALORÍFICO</b>
PINO	4,895 kcal/Kg
ROBLE	4,619 kcal/Kg
CARBÓN	4,710 kcal/Kg
BRIQUETAS DE ASERRÍN	6,094 kcal/Kg

Fuente: Elaboración propia con datos de OLADE, 2012.

Se utilizó una olla con capacidad de 3.5 lt a la cual se le añadió 2.5 lt de volumen de agua. Luego se procedió a pesar las ollas vacías que se utilizaron para agua y cenizas, una vez vertido el agua en la olla se pesó y tomo la temperatura inicial.

El siguiente paso fue pesar el combustible ya sea leña o briquetas antes de encenderlo, para poder encenderlo se utilizó ocote, una vez encendido el eco fogón se comenzó a tomar el tiempo que tardará el agua a llegar a su punto de ebullición para Tegucigalpa es 96.7 °C. Cuando el combustible se iba consumiendo hay que recargar la cámara de combustión. Una vez que el agua llego a su punto de ebullición se detuvo el cronómetro y se apagó el combustible restante. Por último, se pesó el combustible que no se consumió, las cenizas y el agua hirviendo.

### 3.2 ESQUEMA DE METODOLOGÍA.



**Figura 10. Esquema de Metodología**  
Fuente: Elaboración propia, 2017

### 3.3 INSTRUMENTO A UTILIZAR

Honduras cuenta con un laboratorio certificado de estufas mejoradas ubicado en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, en dicho laboratorio las pruebas que se realizan están basadas en el método que utilizaremos The Water Boiling Test, por lo tanto, se elaboró el formato para la toma de datos similar al utilizado en Zamorano, ya que este es un laboratorio certificado.

**Tabla 3. Formulario Datos del Protocolo WBT**

EVALUACION DE ECOFOGON "EL AHORRADOR"				ECOFOGON #:
FORMULARIO DATOS DEL PROTOCOLO WBT				
DATOS INICIALES PARA EL ENSAYO		DATOS ADICIONALES		
Tamaño de la leña:		Numero de Prueba:		
Humedad de la leña:		Hora de encendido:		
Peso de Olla 1 para agua (kg)		Tipo de Combustible:		
Peso de Olla 2 para ceniza (kg)				
Punto de ebullicion ( °C)				
DATOS DE ENSAYO				
	INICIAL	FINAL		
Tiempo			min	
Peso de la leña			kg	
Temperatura Olla 1			° C	
Peso de Olla 1 con agua			kg	
Peso de Olla 2 + Ceniza			kg	
Observaciones:				

Fuente: Elaboración propia basado en Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, 2017

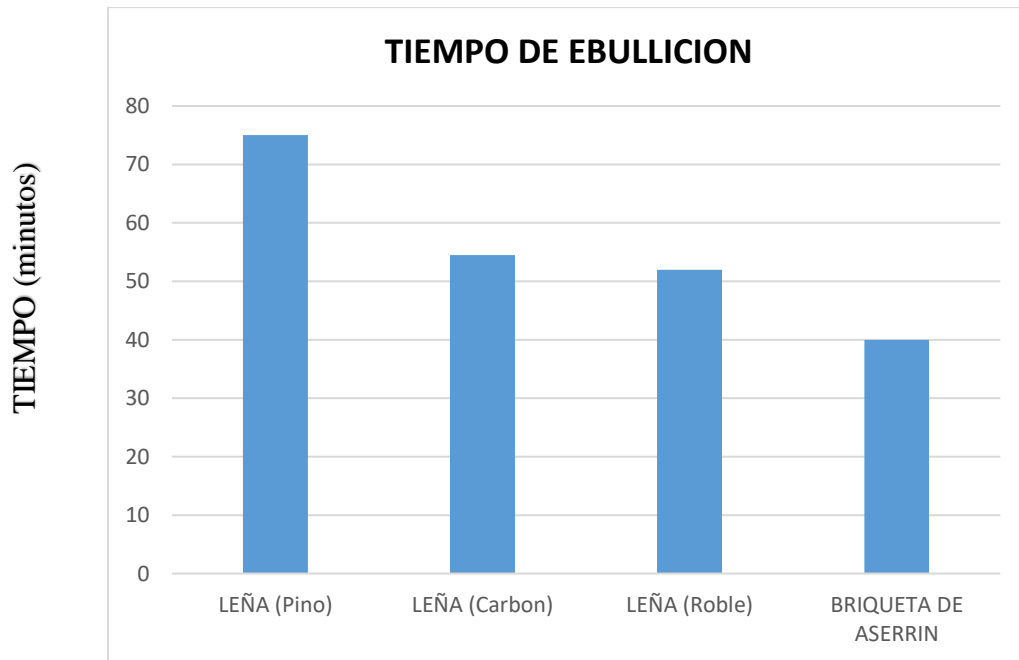
## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Las pruebas fueron realizadas bajo las mismas condiciones para todos los tipos de combustible, leña y briquetas.

### 4.1 VARIABLES ANALIZADAS.

Según el Protocolo WBT las variables analizadas son las siguientes:

#### 4.1.1 Tiempo de ebullición:

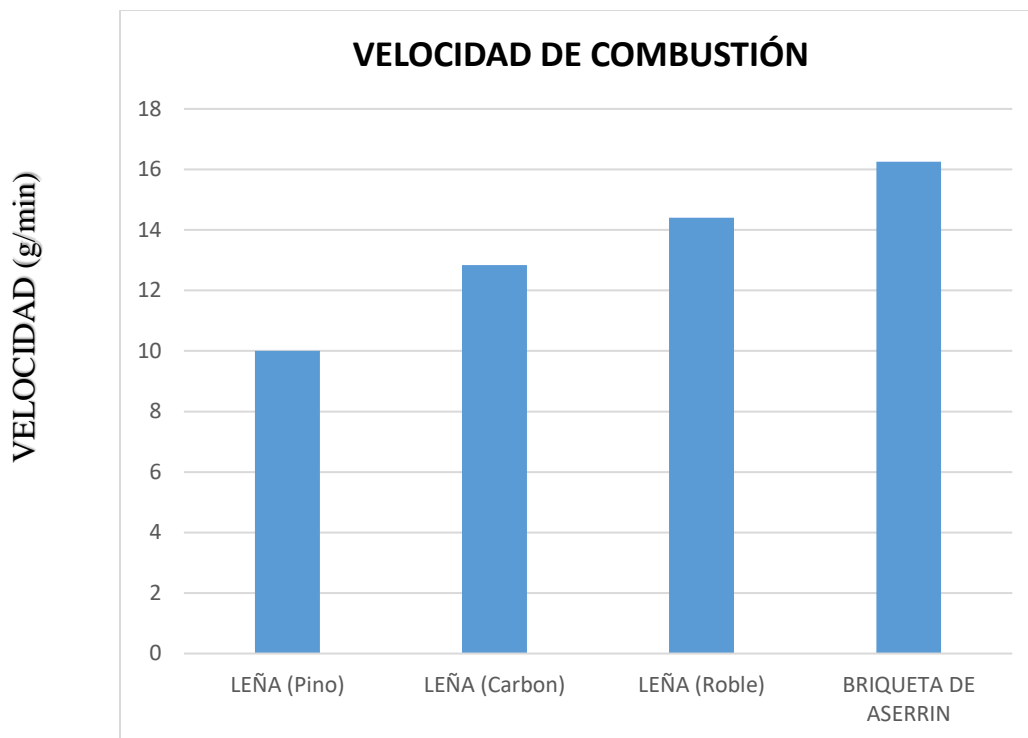


**Figura 11. Tiempo de Ebullición del agua según el tipo de combustible.**

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Después de haber realizado las pruebas WBT, en la figura 10 se puede observar que con las briquetas de aserrín el agua tardó menos tiempo para llegar a su punto de ebullición y de las especies de leña el pino fue el que se tardó más.

#### 4.1.2 Velocidad de Combustión:



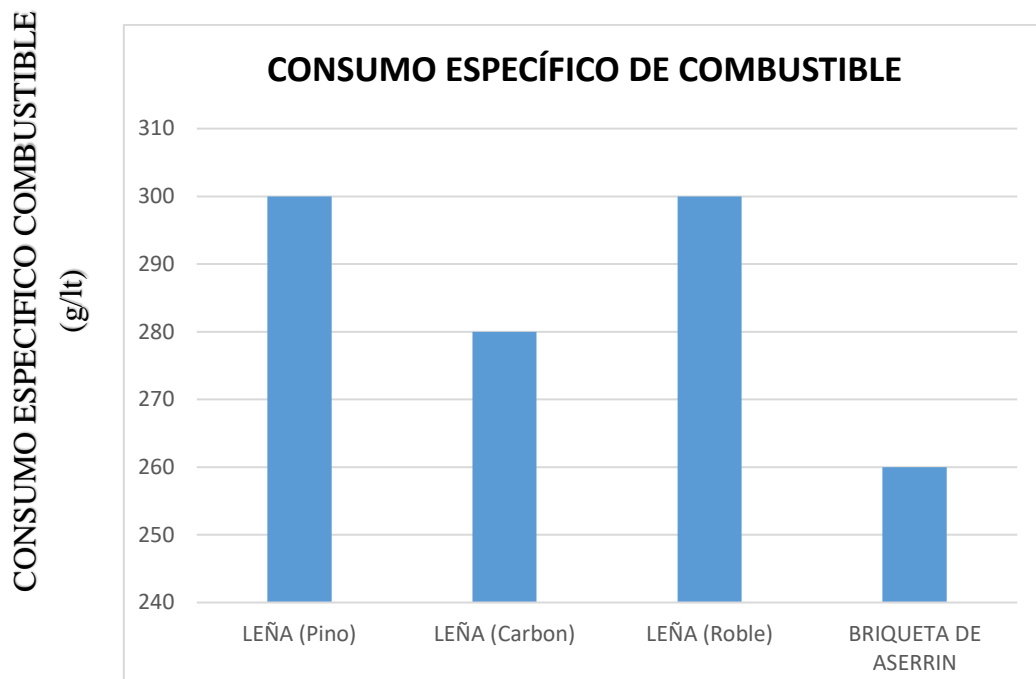
**Figura 12. Velocidad de combustión según el tipo de combustible.**

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Las briquetas de aserrín tienen una velocidad de combustión más alta que todas las especies de leña utilizadas en esta prueba, nótese en el gráfico 3, también podemos observar que es la inversa del tiempo de ebullición, cuando se tiene menor tiempo de ebullición la velocidad de combustión es mayor.



### 4.1.3 Consumo Específico de Combustible:

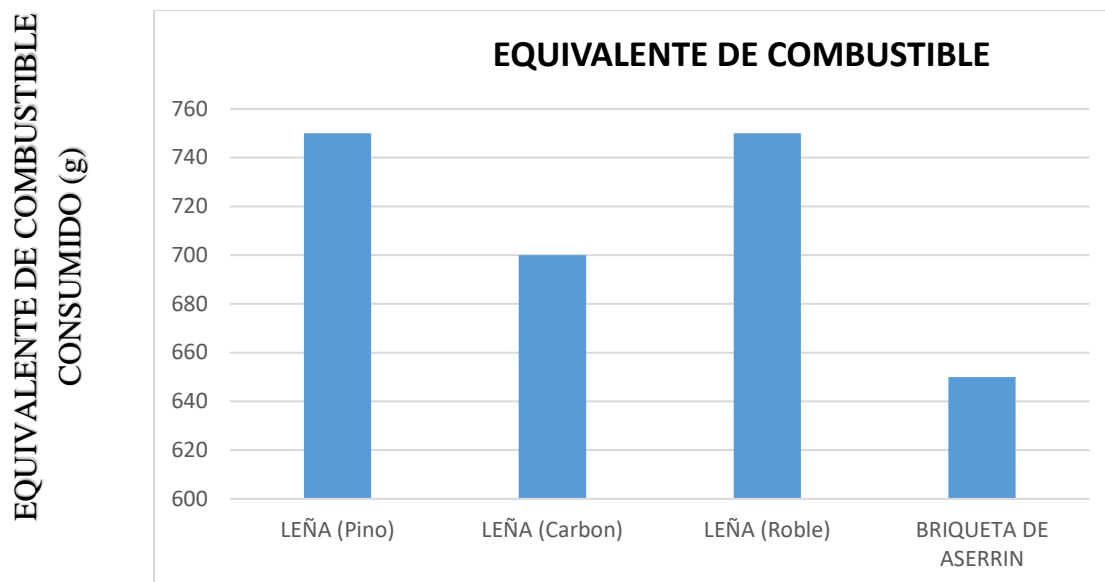


**Figura 13. Consumo Específico de combustible según el tipo de combustible.**

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

Podemos observar en la figura 12, que las briquetas de aserrín tienen un menor consumo para poder hervir un litro de agua, que todas las especies de leña, siendo el pino la de mayor consumo, seguido de roble y carbón.

#### 4.1.4 Equivalente de Combustible Consumido:



**Figura 14. Equivalente de combustible consumido según el tipo de combustible.**

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Según figura 13 las briquetas de aserrín tienen un bajo consumo equivalente de combustible.

Analizadas las variables podemos darnos cuenta que las briquetas de aserrín son una buena alternativa para poder utilizarlas como combustible en el eco fogón HM-4000 que promueve el programa Vida Mejor impulsado por el gobierno de Honduras periodo 2014-2018. Este tipo de briquetas tuvo un mejor comportamiento que todas las especies de leña, a la hora de realizar las pruebas, no necesitó que se estuviera moviendo una vez encendido, es decir en ningún momento tendió apagar su llama.

## 4.2 COMPARACIÓN DE COSTOS DE TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADOS.

Luego de realizadas las pruebas WBT, se hizo el cálculo de los costos con cada uno de los combustibles utilizados para la realización de este experimento, el precio del paquete de 15 briquetas es de lps 50, contiene 15 briquetas con un peso promedio de 0.5 Kg cada una, un leño de pino pesó en promedio 1.44 kg con un precio promedio de Lps. 6.00 cada uno, el carbón pesó en promedio 1.46 kg con un precio promedio de Lps.7.00 y el roble pesó en promedio 1.49 kg y su precio es de Lps.8.00, estos precios son basados en la zona del Distrito Central. En base a el consumo equivalente de combustible se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 4. Costo de combustible utilizado**

<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>PRECIO</b>
Pino	Lps 3.12
Carbón	Lps. 3.35
Roble	Lps. 4.02
Briquetas	Lps 4.33

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la tabla 4 se puede observar que, para la realización de estas pruebas, tiene un mayor costo utilizar las briquetas en sustitución de la leña.

## CONCLUSIONES

- Luego de realizadas las pruebas WBT podemos concluir que las briquetas de aserrín son una alternativa como sustituto de la leña utilizada en los eco fogones HM-4,000 del programa Vida Mejor, y en todas las variables analizadas fueron las que mostraron mejor comportamiento.
- En la actualidad en Honduras las briquetas tienen un costo mayor a la leña, en el caso de las briquetas el costo de utilizarla como combustible en las pruebas realizadas fue de Lps. 4.33, costo superior a todas las especies de leña utilizadas.
- Las briquetas son de fácil almacenamiento, transporte, y debido a esto se puede lograr una comercialización masiva en las áreas periurbanas.
- El uso de las briquetas es una solución para disminuir el consumo de la leña, es un producto amigable con el ambiente, utiliza residuos que se aprovechan para generar calor para la cocción de alimentos.

## RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio más profundo del uso de las briquetas en los eco fogones Envirofit HM-4,000 y que este contenga el análisis de emisiones generadas por este combustible.
- Hacer un estudio de factibilidad económica de la fabricación y comercialización de las briquetas en Honduras.
- Dar incentivos para la fabricación y comercialización de las briquetas o a las personas que las utilicen como combustible para la cocción de alimentos, para así poder disminuir los costos.
- Realizar estudios de sostenibilidad del producto, si hay suficiente materia prima para poder atacar todo el mercado.
- Formar cooperativas en las regiones forestales de Honduras, para montar fábrica de briquetas de aserrín.
- Realizar estudios con otro tipo de residuo agrícolas o industriales que existan en grandes cantidades en el país, para la fabricación de briquetas.
- Realizar estudio de mercado para determinar si las personas en Honduras estarían dispuestas a cambiar el hábito de cocinar con leña, y sustituirla por briqueta.

- Realizar las pruebas “Controlled Cooking Test” (CCT) y “Kitchen Performance Test” (KPT), utilizando como combustible leña y briquetas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Administrator. (s. f.). Eco fogón Portátil «El Ahorrador». Recuperado 23 de noviembre de 2016, a partir de <http://www.fundeih.org/proyectos/ecofogon-portatil>
- Flores Castro, W. C. (2016). *El Sector energía de Honduras: aspectos necesarios para su comprensión y estudio* (1.<sup>a</sup> ed.). Honduras.
- Fondo Monetario Internacional. (2016). *Perspectivas de la economía Mundial, Crecimiento demasiado lento por demasiado tiempo* (p. 254). Estados Unidos. Recuperado a partir de <https://www.imf.org/external/spanish/pubs/ft/weo/2016/01/pdf/texts.pdf>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). México: Mc Graw Hill.
- IANAS. (2016). Guía hacia un futuro energético sustentable para las Américas. Recuperado a partir de [http://www.ianas.org/books/books\\_2016/libro\\_energia\\_web.pdf](http://www.ianas.org/books/books_2016/libro_energia_web.pdf)
- Instituto Nacional de Conservación Forestal (ICF). (2016). Anuario Estadístico Forestal de Honduras.
- Laboratorio de Innovación y Evaluación en Estufas de Biomasa, & Universidad Nacional Autónoma de México. (s. f.). Prueba de ebullición de agua (WBT 4.2.2) para estufas de biomasa.
- Legacy Foundation. (2003). *Fuel Briquettes: Theory and Applications From Around the World. USA*. Estados Unidos.
- Naciones Unidas. (2016). Situación y perspectivas de la economía mundial 2016. Recuperado a partir de [http://www.un.org/en/development/desa/policy/wesp/wesp\\_archive/2016wesp\\_es\\_s\\_p.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/policy/wesp/wesp_archive/2016wesp_es_s_p.pdf)

Pablo Andrés Amigo Borgeau, & Villaroel Gallardo, G. I. (2011). *Estudio de Prefactibilidad para la Implementación de una planta briqueteadora en el Aserradero de la Empresa Salfa de Punta Arenas*. Universidad de Magallanes, Chile. Recuperado a partir de

[http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/amigo\\_borgeau\\_2011.pdf](http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/amigo_borgeau_2011.pdf)

Secretaria de Desarrollo e Inclusión Social. (2014). Componentes del Programa Vida Mejor. Recuperado a partir de

<http://sedis.gob.hn/portal/sites/default/files/componentes%20vida%20mejor.pdf>

Smith, K. R. (2006). El uso doméstico de leña en los países en desarrollo y sus repercusiones en la salud. Recuperado a partir de

<http://www.fao.org/docrep/009/a0789s/a0789s09.htm>



## ANEXO I

Procedimiento que se utilizó para pesar cada uno del combustible utilizado en las pruebas WBT.



## ANEXO II

Encendido del eco fogón HM-4000 con tipo de combustible leña especie pino.



## ANEXO III

Imagen mostrando la realización de las pruebas WBT.



## ANEXO IV

Leído de temperatura del agua en su punto de ebullición.

