



FACULTAD DE POSTGRADO

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**APORTE ENERGÉTICO DE LA BIOMASA GENERADA POR
LA SOMBRA DEL CULTIVO DEL CAFÉ EN LA ALDEA LA FE.**

SUSTENTADO POR:

SINDY PAOLA MALDONADO MADRID

WILSON ANTONIO GARCIA PINEDA

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

MÁSTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

ENERO, 2018

UNIVERSIDAD TECNOLOGIA CENTROAMERICANA

**UNITEC
FACULTAD DE POSTGRADO**

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA ACADEMICA

DESIREE TEJADA CALVO

VICEPRESIDENTE UNITEC CAMPUS S.P.S

CARLA MARIA PANTOJA

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA

**APORTE ENERGÉTICO DE LA BIOMASA GENERADA POR
LA SOMBRA DEL CULTIVO DEL CAFÉ EN LA ALDEA LA FE.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

MÁSTER EN

GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

ASESOR METODOLÓGICO

CARLOS ANTONIO TRIMINIO RODRIGUEZ

ASESOR TEMÁTICO

ARTURO SUAREZ HERNÁNDEZ

MIEMBROS DE LA TERNA:

LISETTE CARCAMO SEUCEDA

OMAR PINEDA LEZAMA

ABEL LEONIDAS GUEVARA



FACULTAD DE POSTGRADO

APORTE ENERGÉTICO DE LA BIOMASA GENERADA POR LA SOMBRA DEL CULTIVO DEL CAFÉ EN LA ALDEA LA FE.

AUTORES:

**SINDY PAOLA MALDONADO MADRID Y WILSON ANTONIO GARCIA
PINEDA**

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito determinar la producción de biomasa en una manzana del cultivo de café bajo la modalidad de sistema agroforestal, determinar la energía utilizada en forma del calor generada de acuerdo al poder calorífico de cada variedad de café y sombra por la combustión de la biomasa y el beneficio económico que esta significa para las familias de la comunidad de La Fe, Ilama, Santa Bárbara. Mucha es la energía obtenida de la biomasa generado en el sector cafetalero sin embargo esta energía no ha sido cuantificada y por ende no se conoce cuál es la posible aportación económica dentro de las familias. Determinándose que una manzana de café bajo sombra de madreaje se pueden obtener 86 cargas de leña, mientras con sombra de guama se pueden obtener 78 cargas de leña. Por otra parte el porcentaje de familias beneficiadas por la leña producida en el desombre de las fincas es de un 84%. Se analizo también el ahorro de energía y se determino que por cada KWh consumido con biomasa se ahorran 2.16 lempiras en comparación con el costo de 1 KWh de energía eléctrica.

Palabras clave: Biomasa, capacidad biomasica, poder calorífico, variedad, aporte económico.



POSTGRADUATE FACULTY

ENERGETIC CONTRIBUTION OF THE BIOMASS GENERATED BY THE SHADOW OF COFFEE CULTIVATION IN LA FE VILLAGE.

BY:

**SINDY PAOLA MALDONADO MADRID AND WILSON ANTONIO
GARCIA PINEDA**

ABSTRACT

The present investigation was to determine biomass production in a block of coffee growing in the form of agroforestry system, determine the energy used as the heat generated according to the calorific power of each coffee variety and shade by burning biomass and economic benefit that this means for the families of the community of faith, Ilama, Santa Barbara. Much is the energy obtained from biomass generated in the coffee sector but this power has not been quantified and therefore not known what the potential economic contribution within families. Determining that an apple coffee under the shade of madreño can get 86 loads of firewood, while shaded guama can get 78 loads of firewood. Moreover, the percentage of families benefited by the wood produced in the Desembre of farms is 84%. energy saving is also analyzed and determined that for every 2.16 KWh consumed biomass lempiras are saved compared to the cost of 1 KWh of electric energy.

Key words: Biomass, biomass, calorific value, variety, economic contribution.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de investigación principalmente a Dios, por habernos dado la vida y permitirnos haber llegado hasta este momento tan importante en nuestra formación profesional.

Sindy Paola Maldonado Madrid

A mi madre, por ser el pilar más importante en mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar las circunstancias. A mis hermanos y a mi padre por estar siempre apoyándome.

Wilson Antonio García Pineda

A mis padres por el apoyo incondicional durante estos años de estudio, a mi esposa por su comprensión y apoyo durante esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Nuestro Padre Celestial por ayudarnos cada momento de nuestras vidas. A nuestras familias que son el motor de nuestras vidas. A la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) que nos ha brindado la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente.

A nuestro Asesor Metodológico, MSC. Carlos Triminio por su paciencia y su esmerada dedicación, ha sido nuestro guía para poder elaborar esta tesis de Postgrado. A nuestro Asesor Temático, el Dr. Arturo Suarez Hernández que gracias a sus valiosos aportes nos ha permitido culminar esta tesis.

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	3
1.3.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1.3.3 PREGUNTAS DE LA INVESTIGACION.....	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
1.5 JUSTIFICACION.....	5
• CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL	6
2.1.1. ANÁLISIS DEL MARCOENTORNO INTERNACIONAL	6
2.1.2. ANÁLISIS DEL MICROENTORNO NACIONAL	7
2.2. TEORIAS DE SUSTENTO	9
2.2.1 EL CULTIVO DEL CAFE.....	9
2.2.2 LA PLANTACION DEL CAFÉ	10
2.2.2.1 DENSIDAD Y DISTANCIAMIENTO DE LA SIEMBRA.	10
2.2.3 LA PODA DEL CAFE.....	11
2.2.3.1 DESCOPE O PODA ALTA	11
2.2.3.1 RECEPA.....	12
2.2.4 LOS SISTEMAS AGROFORESTALES	14
2.2.5 LA SOMBRA DEL CAFETO.....	16
2.2.5.1 DISTANCIA DE SIEMBRA.	17
2.2.5.2 PODA DE LA SOMBRA.....	17

2.2.6 LA BIOMASA	18
2.2.7 LA BIOMASA DEL SECTOR CAFETALERO	22
2.2.8 EL APORTE A LAS FAMILIAS	23
2.2.9 CONTAMINACION POR EL USO DE LA BIOMASA	24
2.3 CONCEPTUALIZACION	25
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	27
3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA.....	27
3.1.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES	29
3.1.2.1 VARIABLES INDEPENDIENTES	29
3.1.2.2 VARIABLES DEPENDIENTES	29
3.1.3 DIAGRAMA DE VARIABLES	30
3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	30
3.3 HIPOTESIS	33
3.4 ENFOQUE Y METODOS	33
3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	33
3.5.1 POBLACION	34
3.5.2 MUESTRA.....	34
3.7.2 MUESTRAS SECUNDARIAS.....	37
• CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANALISIS.....	38
4.1 DATOS DE LA ENCUESTA	38
4.1.1 CONSUMO DE ENERGÍA	38
4.1.2 USO DE LA HORNILLA.....	39
4.1.3 CONSUMO SEMANAL DE LEÑA.....	41
4.1.4 OBTENCIÓN Y TIPO DE LA LEÑA UTILIZADA	41
4.1.5 COSTO DE LA LEÑA.....	43
4.2 TRABAJO DE CAMPO.....	44
4.2.1 NÚMERO DE PLANTAS DE SOMBRA POR MANZANA.....	45

4.2.2 PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE SOMBRA	45
4.2.4 CANTIDAD DE BIOMASA SECA GENERADA POR MANZANA.....	47
4.2.5 CANTIDAD DE BIOMASA SECA GENERADA ANUALMENTE.	48
4.2.5.1 CALCULO DEL PESO EN KG DE LA CARGA DE LEÑA.....	49
4.2.5.2 CANTIDAD DE CARGAS DE LEÑA SECA POR MANZANA.	49
4.2.6 CONSUMO PER CÁPITA DE CONSUMO DE LEÑA.	50
4.2.7 DETERMINACIÓN DEL AHORRO ECONÓMICO EN ENERGÍA.....	51
4.2.8 PROYECCIÓN DE AHORRO MENSUAL Y ANUAL POR FAMILIA.....	53
4.2.9 PROYECCIÓN DE AHORRO MENSUAL Y ANUAL.	54
4.2.10 PROYECCIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA.	54
• CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1 CONCLUSIONES.....	56
5.2 RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFIA.....	58
ANEXOS.....	61
ANEXO 1. PODA DE LA SOMBRA.....	61
ANEXO 2. PESADO DE LA LEÑA Y LA BROSA DEL DESOMBRE	62
ANEXO 3. PESADO DE LOS LEÑOS.....	63
ANEXO 4. PESADO DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR HUMEDAD. 63	
ANEXO 5. ENCUESTA APLICADA A LAS FAMILIAS.....	64
ANEXO 6. DETERMINACIÓN DEL DISTANCIAMIENTO DE LA SOMBRA ...	65
ANEXO 7. PODER CALORÍFICO EN BASE AL CONTENIDO DE HUMEDAD	65

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distanciamientos de variedades comerciales más utilizados en Honduras.	11
Tabla 2. Poder calorífico de algunas variedades de café y sombra del cafeto.	23
Tabla 3. Consumo final de energía en Honduras en %. Periodo 2005-2011.....	23
Tabla 4. Matriz Metodológica.	28
Tabla 5. Operacionalización de las variables.	31
Tabla 6. Diseño de la investigación.....	34
Tabla 7 Plantas de sombra por manzana de cultivo	45
Tabla 8 Producción de biomasa generada por madreaje.	46
Tabla 9 Producción de biomasa generada por guama.	46
Tabla 10 Porcentaje de humedad perdida durante el secado.	47
Tabla 11 Biomasa seca generada por manzana de cultivo.	48
Tabla 12 Biomasa generada anualmente.	48
Tabla 13 Peso promedio de la carga de leña.	49
Tabla 14 Cargas de leña generada por manzana de cultivo.....	50
Tabla 15 Consumo per capita de leña.....	50
Tabla 16. Energía producida por un Kg de leña.....	51
Tabla 17. Ahorro económico por Kwh.....	53
Tabla 18. Proyección de generación de energía del sector cafetalero.....	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo final de la energía en Honduras	2
Figura 2. Porcentaje de la población sin acceso a combustibles limpios para cocinar	6
Figura 3. Porcentaje de leña en la matriz energética primaria	8
Figura 4. Descope del cafetal	12
Figura 5. Altura a la que se recepa el cafetal.....	13
Figura 6. Finca podada	13
Figura 7. Distribución de la sombra en el cafetal	16
Figura 8. Desarrollo de la poda en el cafetal	18
Figura 9. Ciclo de la biomasa	19
Figura 10. Comparación de emisiones de gases de efecto invernadero (co2).....	20
Figura 11. Modelo de eco fogón.....	21
Figura 12. Diagrama de variables.....	30
Figura 13. Consumo de energía eléctrica	38
Figura 14. Familias que poseen estufa eléctrica.	39
Figura 15. Porcentaje de familias que poseen eco fogón (hornilla)	40
Figura 16. Porcentaje de familias que utilizan leña para cocinar	40
Figura 17. Cantidad de cargas de leña consumidas semanalmente	41
Figura 18. Lugar de obtención de la leña	42
Figura 19. Grafica de los tipos de leña utilizados	42
Figura 20. Porcentaje de familias que compran la leña.....	43
Figura 21. Precio de la carga de leña.....	44
Figura 22. Comparación energía eléctrica vrs energía generada por la biomasa	52

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este primer capítulo es una descripción de la investigación, se hace una introducción sobre el propósito de la investigación, sus antecedentes y definición del problema. Se plantean los objetivos y concluye con la justificación del proyecto.

1.1 INTRODUCCION

Honduras al igual que los demás países Centroamericanos cuentan con un enorme potencial para la generación de energía, esto debido a sus abundantes recursos naturales, como el hídrico, que se estima tiene un potencial de 5,000 MW, al igual que la energía solar entre otras. Hasta hace muy poco tiempo la matriz energética de honduras estaba dominada por el uso de los combustibles fósiles y la biomasa, pero en los últimos años debido al cambio en las políticas y leyes ha existido un repunte en la generación de energías renovables, tales como la solar, eólica, biomasa y geotérmica.

La principal fuente de energía en Honduras es la aportada por la biomasa.

Según la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente SERNA en su informe final del año 2009 “Elaboración de la Política Energética y Plan Energético Nacional al 2030”. El consumo de energía del país es cubierto en un 85% por biomasa (leña) y derivados del petróleo, aproximadamente por partes iguales, un 12% por electricidad y el resto otras fuentes de energía.

Esto indica que para el año 2009, un 42.9% de la matriz energética nacional fue cubierta por biomasa (leña), que es obtenida de los bosques y del sector agrícola. Según (Flores, W. et al, 2011). El sector doméstico es el consumidor más importante de la leña, el cual representa un consumo estimado en todo el país de 7.5 millones de m³ de leña. Uno de los cultivos que aportan enormemente al sector de la biomasa en el país es el café, siendo además uno de los cultivos que más aportan al PIB, de ahí la importancia de agregar el aporte que este cultivo hace a la economía del país por medio de su aporte a la matriz energética.

1.2 ANTECEDENTES

El ser humano ha utilizado la leña como fuente de energía desde hace miles de años, la verdad acerca de cuándo se empezó a utilizar es aún incierta, la verdad es que en la actualidad sigue siendo base para la humanidad y su necesidad de energía para satisfacer sus necesidades.

Según OLADE en su informe “Uso racional y sostenible de la leña en los países de SICA”, La cocción de los alimentos es una actividad vital para la humanidad, actualmente 2,700 millones de personas, que representan el 40% de la población mundial, usan combustibles sólidos para cubrir esta necesidad.

Esto es debido a varios factores siendo uno de los más representativos, la pobreza que a falta de otras opciones energéticas, optan por la leña ya que está disponible de forma casi gratuita en todo el país. Esto conlleva a problemas medio ambientales debido a que cada año los bosques sufren pérdidas debido al mal manejo del bosque para su uso como combustible en los hogares.

Actualmente en Honduras la demanda de leña como fuente energética para uso en la cocción de los alimentos y la industria es alta según la SERNA de un 42%.

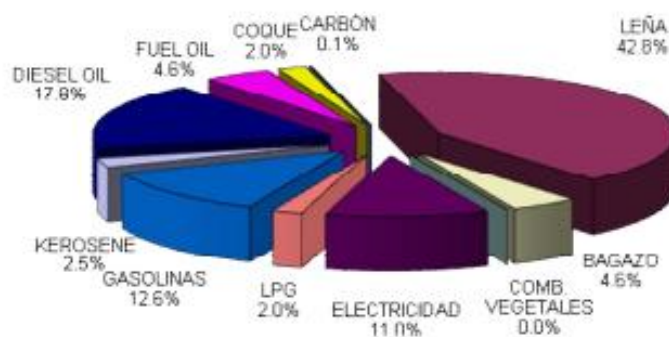


Figura 1. Consumo final de la energía en Honduras

Fuente: (DGE, 2009)

Según la SERNA (2009) “El consumo de energía del país es cubierto en un 85% por biomasa (leña) y derivados del petróleo, aproximadamente por partes iguales, un 12% por electricidad y el resto otras fuentes de energía”.

Esto indica que para el año 2009, un 42.9% de la matriz energética nacional fue cubierta por biomasa (leña), que es obtenida de los bosques y del sector agrícola. Según Flores (2011): “El sector doméstico es el consumidor más importante de la leña, el cual representa un consumo estimado en todo el país de 7.5 millones de m³ de leña” (citado Flores, 2015, p.12) Uno de los cultivos que aportan enormemente al sector de la biomasa en el país es el café, siendo además uno de los cultivos que más aportan al PIB, de ahí la importancia de agregar el aporte que este cultivo hace a la economía del país por medio de su aporte a la matriz energética.

1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA

Actualmente no se conoce que porcentaje de la matriz energética nacional proviene de la poda del cultivo de café. De Juana (2009) afirma que: “la estimación de la cantidad de biomasa residual producida por un cultivo va a depender de la productividad del cultivo en cada zona determinada” (p. 204).

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En Honduras actualmente no se cuenta con datos sobre el porcentaje de energía aportada por la biomasa generada en el sector cafetalero a la matriz energética del país. De Juana (2009) afirma que: “la estimación de la cantidad de biomasa residual producida por un cultivo va a depender de la productividad del cultivo en cada zona determinada” (p204). Es por tal razón que hemos decidido realizar una estimación a nivel nacional sobre la energía aportada por la biomasa generada en el sector cafetalero mediante los ciclos de poda anuales.

1.3.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

Honduras como el resto de los países centroamericanos, dependen mucho de la energía generada por la biomasa la cual es utilizada en su mayoría para la cocción de los alimentos. Ya que el sector cafetalero del país genera una enorme cantidad de biomasa en forma de leña, ya sea de la poda o del descombre en las fincas de café nos hacemos la siguiente pregunta.

¿Cuál es la producción de biomasa en el sector cafetalero, el aporte a la matriz energética nacional y el beneficio económico generado?

1.3.3 PREGUNTAS DE LA INVESTIGACION

1. ¿Cuál es la producción de biomasa generada por el cultivo de una manzana de café según su tipo de sombra?
2. ¿Cuántas familias del sector cafetalero se benefician directamente de la biomasa generada por la poda y de la sombra de la finca café?
3. ¿Qué porcentaje de energía representa la biomasa del sector cafetalero dentro de la matriz energética?
4. ¿Cuánto es el ahorro económico que representa para las familias la utilización de la biomasa como fuente de energía?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la producción de biomasa en el sector cafetalero, el aporte energético y el beneficio económico generado.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Medir la producción de biomasa generada por manzana en el cultivo de café.
- 2) Determinar qué porcentaje de familias se benefician directamente de la biomasa generada por la poda de la sombra del cultivo de café.
- 3) Definir qué porcentaje de energía representa la biomasa del sector cafetalero dentro de la matriz energética.
- 4) Determinar el ahorro económico que representa para las familias la utilización de la biomasa como fuente de energía.

1.5 JUSTIFICACION

La mayoría de los países a nivel mundial tienen bien definida su matriz energética, desglosando cada fuente de generación y analizando individualmente cada uno de los actores.

Siendo la biomasa la fuente principal de la matriz energética hondureña, la cual representa alrededor del 43%, y al ser el sector cafetalero uno de los cultivos que más biomasa genera, es necesario saber cuál es el aporte que tiene a la economía nacional.

Actualmente no se conoce que porcentaje de la matriz energética nacional proviene de la poda del cultivo de café. De Juana (2009) afirma que: “la estimación de la cantidad de biomasa residual producida por un cultivo va a depender de la productividad del cultivo en cada zona determinada” (p204).

Por otra parte el consumo energético que se tiene en los hogares hondureños a causa de la cocción de los alimentos es bastante significativo y es por ello que compararemos el gasto económico al cocinarlos con energía eléctrica y al hacerlo mediante el uso de la biomasa proveniente del descombre en el sector cafetalero.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo consiste en una recopilación de fuentes informativas relacionadas con nuestra investigación. Se darán a conocer las metodologías o procedimientos aplicados para lograr la resolución del problema planteado en el capítulo anterior.

2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL

La humanidad en los últimos tiempos ha descubierto distintas maneras de aprovechar la diversidad de fuentes energéticas con la que se cuenta en el planeta, sin embargo aun necesitamos de las fuentes de energía primaria como la leña, teniendo esta un porcentaje bastante alto dentro de la matriz de la mayoría de países de América latina.

2.1.1. ANÁLISIS DEL MARCROENTORNO INTERNACIONAL

Más de una tercera parte de la población mundial utiliza biocombustibles para cocinar sus alimentos, calentar agua y para calentar sus viviendas. Si se agrega el carbón mineral, la cifra alcanza los 3 mil millones de personas, es decir, la mitad de la población mundial cocina con los llamados combustibles sólidos (figura 1).

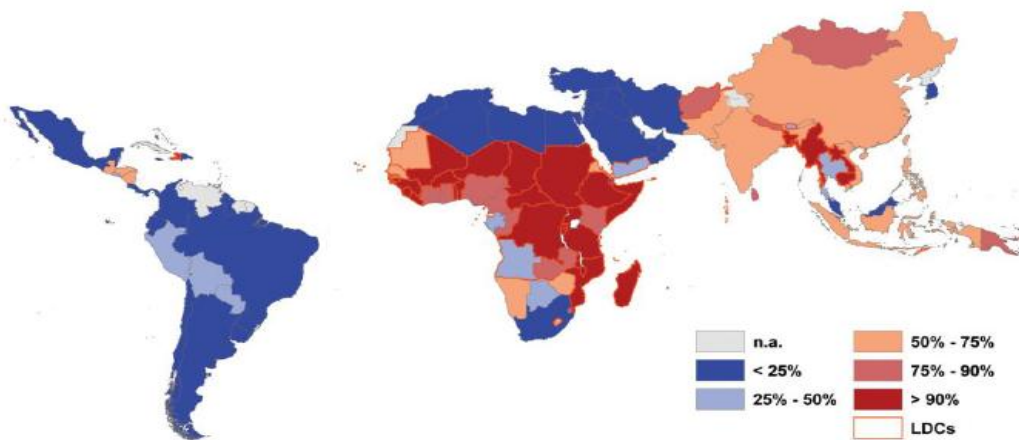


Figura 2. Porcentaje de la población sin acceso a combustibles limpios para cocinar

Fuente: WHO-UNDP, 2009

Se estima que para el año 2030 el número de personas que cocinen con biomasa llegará a los 2 mil 700 millones (OMS, 2007).

El consumo de energía en los países centroamericanos se caracteriza por una alta participación del petróleo y sus derivados y de la biomasa, y Honduras no es la excepción.

El patrón energético muestra que en los países más pobres de la región, existe una pronunciada tendencia del consumo de las fuentes tradicionales de energía; por ejemplo, en el año 2009, la aportación de la leña y el carbón vegetal fue del 48% en Guatemala, del 31% en El Salvador, del 13% en Panamá, del 47% en Honduras y del 38% en Nicaragua (OLADE, 2010).

En gran parte se trata de leña utilizada en los hogares para cocción de alimentos. Aunque se observa una participación importante de los residuos agroindustriales, principalmente el bagazo de la caña.

La cubierta forestal de América Latina y el Caribe en 2005 era de 924 millones de hectáreas, correspondientes al 46% de la superficie terrestre total de la región y al 23% del área forestal total del mundo. Dentro la región el 90% del área forestal se encuentra en América del Sur, el 9% en América Central y México y solo 1% en el Caribe. (FAO, 2006)

Debido a esto es que en América Latina el uso de la leña es elevado llegando a representar un gran porcentaje dentro de la matriz energética.

2.1.2. ANÁLISIS DEL MICROENTORNO NACIONAL

En Honduras, como en la mayoría de los países en vías de desarrollo, la leña es la principal fuente energética de suma importancia para los hogares rurales. A pesar que Honduras ha registrado un crecimiento económico moderado durante los últimos años, un gran número de hogares rurales depende de esta fuente de energía para elaborar sus alimentos, sobre todo en las áreas menos desarrolladas, donde la leña en su mayoría es la única fuente energética disponible.

Según la CEPAL para el año 2014 las energías primarias en Honduras eran dominadas por el uso de la leña con un 86% de la matriz energética primaria. (Figura 2).

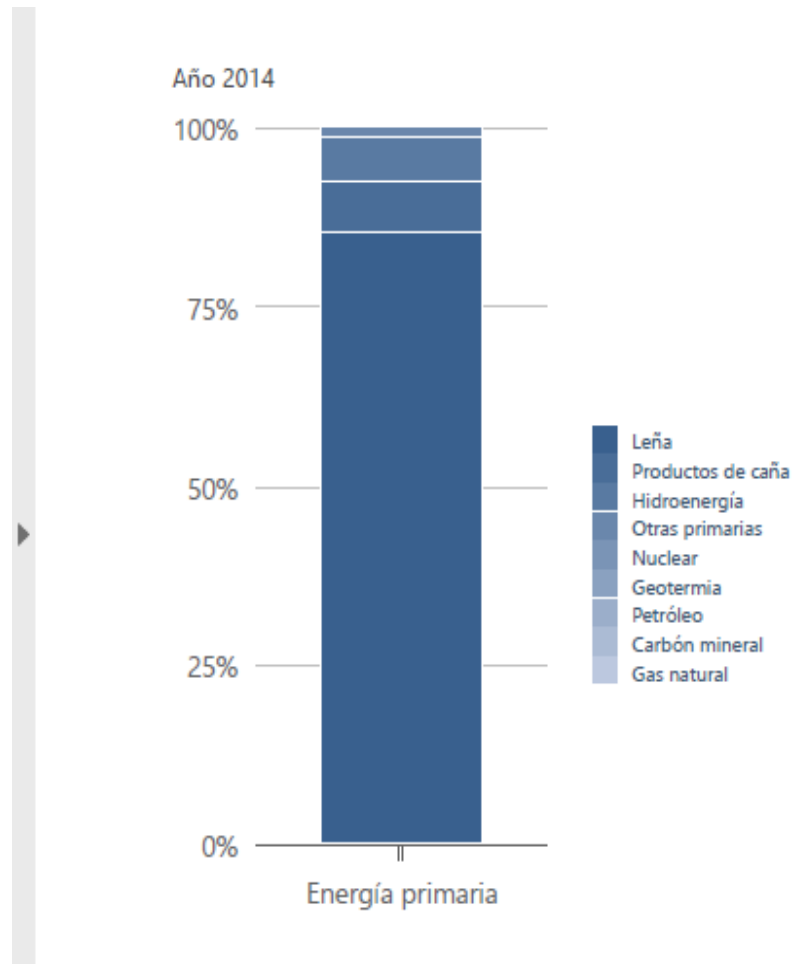


Figura 3. Porcentaje de leña en la matriz energética primaria

Fuente: (CEPAL, 2016)

Según los resultados de la Encuesta de Condiciones de Vida (ENCOVI) ejecutada en el año 2004, más del 41% de los hogares hondureños utilizan leña como fuente principal para cocinar, este número es mayor en las zonas rurales (88%), en comparación a la zona urbana (20%).

El uso de la leña en Honduras se da en parte, por un proceso lento de electrificación en las zonas más remotas del país. Esto podría cambiar debido a que el país tiene proyectos de electrificación, sin embargo el alto precio del KWh hace que las familias utilicen la leña ya que la mayor parte del tiempo esta la pueden obtener sin costo alguno.

En Honduras uno de los sistemas agroforestales más implementados son los cafetales bajo especies arbóreas, que proporcionan algunos beneficios al cultivo como la incorporación de materia orgánica al suelo, retención de humedad etc. y generan ingresos adicionales a los productores de café, con la comercialización de productos maderables (FHIA, 2004).

Honduras cuenta con más 430,000 manzanas del cultivo del café y aproximadamente son 120,000 familias productoras, de los cuales el 95% son pequeños productores. Y se encuentra en 15 de los 18 departamentos del país.

2.2. TEORIAS DE SUSTENTO

Para responder a las interrogantes planteadas en esta investigación nos llevan a indagar sobre varias teorías para poder sustentarla, ya que a través de ellas daremos una base científica.

2.2.1 EL CULTIVO DEL CAFE

El café se maneja bajo sistemas agroforestales ya que es originaria de esos ecosistemas, por lo que es indispensable que este bajo un sistema de sombra para que su crecimiento y producción sean buenos (como se cita en Banegas Romero, 2009)

Los cafetales hondureños cuentan con dichas especificaciones de microclima y han permitido que el cultivo se extienda en casi todo el territorio nacional, abarcando 15 de los 18 departamentos.

Muchos estudios concuerdan en que el cultivo del café puede desarrollarse a diferentes altitudes que van desde los 400 hasta los 2,000 msnm. Pero se recomienda cultivarlo alturas que oscilan entre los 1,200 a los 2,000 msnm, esto para tener una mejor calidad en taza (como se cita en Banegas Romero, 2009)

Honduras cuenta con muchas montañas que alcanzan esas alturas, y en las cuales actualmente se está produciendo cafés especiales, los cuales son certificados por firmas internacionales. Dándole un mayor aporte a la economía nacional.

Para que el cultivo del café se pueda dar de manera adecuada deben de existir las siguientes condiciones climáticas en las que están: temperatura anual entre los 17 y 23 °C, la precipitación entre 1600 y 2800 mm por año. (como se cita en Banegas Romero, 2009)

Además existe dentro de este cambio climático la aparición del fenómeno del niño con mucho más tiempo lo que produce la pérdida del cultivo del café debido a las sequias y perdida de humedad de los suelos. Es por ello que es indispensable que existe un sistema agroforestal en conjunto con el café.

2.2.2 LA PLANTACION DEL CAFÉ

La plantación del café es un proceso que dependerá de la variedad del café, ya que esta determina la densidad de la plantación.

2.2.2.1 DENSIDAD Y DISTANCIAMIENTO DE LA SIEMBRA.

Antes de entrar en los detalles de siembra, es conveniente estimar el número de plantas de cafeto por manzana que se puedan tener con eficiencia en la finca, no olvidando que la producción por área es mayor en la medida que aumente el número de plantas; pero, opuesto a la anterior, la producción por planta de café se reduce en la medida que aumenta la población. En la elección del distanciamiento de siembra hay que considerar factores importantes: variedad, condiciones climáticas, suelo.

Considerando lo anterior se puede decir que no existe una norma a seguir para el distanciamiento de las plantas de café. Sin embargo en la tabla #1 se muestran los distanciamientos de algunas de las variedades comerciales existentes en el país.

La siguiente tabla muestra las diferentes variedades de café y el distanciamiento que deben tener, esto de acuerdo al porte de las plantas.

Tabla 1. Distanciamientos de variedades comerciales más utilizados en Honduras.

Cultivo	Distanciamiento (m)	Población (mz)	Observaciones
Caturra Pacas Villa Sarchi	2 x 1	3500	Porte bajo
Catuai IHCAFE-90	2 x 1.25	2800	Porte bajo
Lempira	2 x 1 1.8 x 0.90	3500 4320	Porte bajo
Typica Bourbon Mundo Novo	2.2 x 1.25	2545	Porte alto

Fuente: Manual de Caficultura, IHCAFE, 2001.

2.2.3 LA PODA DEL CAFE

La poda del café es una actividad elemental dentro de las prácticas de manejo del cultivo que debe ser considerada y convenientemente planificada, esto con el objetivo de asegurar grandes cosechas que permitan al caficultor una alta rentabilidad a largo plazo.

Generalmente los caficultores eligen el tipo de poda de acuerdo a las necesidades que la finca tenga en esos momentos, a continuación se describen algunos de los tipos de poda que se pueden desarrollar en las fincas cafetaleras.

2.2.3.1 DESCOPE O PODA ALTA

Consiste en la eliminación de la yema terminal de una planta para detener su desarrollo vertical u ortotrópico y estimular el crecimiento lateral o plagiotrópico, o sea, el desarrollo de abundante ramificación secundaria y terciaria. La altura del descope depende del desarrollo de las plantas, de la pendiente del terreno y del alcance máximo de las manos de los recolectores en la cosecha; debe hacerse lo más alto posible para aprovechar una mayor cantidad de ramas productivas. Inicialmente se deja crecer libremente la planta y al llegar a 1.70 metros, se descopa. (Poda de los cafetales Mario René Palma, IHCAFE)

Este tipo de recepa se desarrolla en parcelas que están muy altas, lo que produce que la planta genera una gran cosecha en la ramificación que queda en la parte baja, siendo esta una poda temporal ya que la planta a largo plazo necesitara una poda de baja altura.

A continuación una imagen de cómo debe realizarse el descope del cafetal a una altura máxima de 1.70 metros.



Figura 4. Descopie del cafetal

Fuente: Cartilla técnica podas en cafetales y manejo de sombra temporal, IHCAFE

2.2.3.1 RECEPA

Consiste en cortar el tallo de la planta a una altura de 30 a 40 centímetros del suelo, para renovar completamente los tejidos productivos. Se realiza en plantaciones deterioradas o agotadas que han bajado sensiblemente su producción.

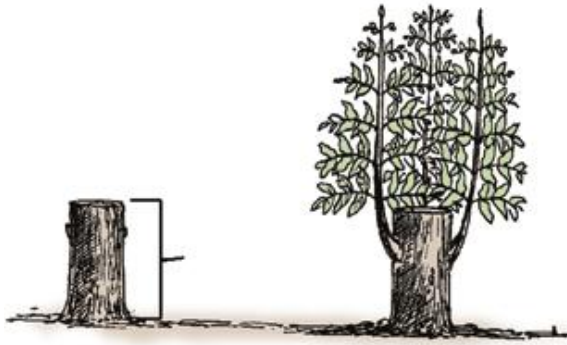


Figura 5. Altura a la que se recepa el cafetal

Fuete: Cartilla técnica podas en cafetales y manejo de sombra temporal, IHCAFE

La época más apropiada para podar el café es inmediatamente después de la cosecha, pues la planta se encuentra en un estado de reposo vegetativo. En Honduras esta fase ocurre durante el verano en la mayoría de las regiones productivas, entre los meses de marzo y abril. (Palma, 2001).

La siguiente es una imagen de una finca a la que se le aplico una recepa, se puede observar el surgimiento de nuevas yemas.



Figura 6. Finca podada

Fuente: Poda por lote Variedad caturra, IHCAFE CIC-JVE.2008

2.2.4 LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

La sostenibilidad es la capacidad de cosechar a perpetuidad cierta biomasa de un sistema, que tiene la condición de renovarse por sí mismo o que su renovación no está en riesgo.

La agricultura sustentable proporciona rendimiento sostenido a largo plazo, haciendo uso al menos de los recursos dentro del agroecosistema, reemplazando los insumos externos con un mejor ciclo de nutrientes, con la finalidad de reducir costo y aumentar la eficiencia y la viabilidad económica de los productores. (Gliessman, 2002)

Los sistemas agroforestales (SAF) son la interacción bioeconómica en una misma área de un componente leñoso y perenne con cultivo y/o animales asociados en forma simultánea o secuencial que incorporan cuatro características importantes: estructura, sostenibilidad, productividad, y adaptabilidad cultural y socioeconómica (Como se cita en Montenegro Gracia, 2005)

Las características de las fincas de café en Honduras al ser un país tropical, la mayor parte de sus cafetales están bajo sombra generando de esta manera un cultivo con sistemas agroforestal.

Estos SAF pueden verse como una alternativa para el uso y manejo de los recursos naturales en regiones como las de Honduras. Estos pueden ser utilizados en diferentes escalas geográficas y ecosistemas frágiles como estables, a nivel de subsistencia o comerciales, cumpliendo diferentes funciones de importancia en los sistemas como: diversificar la agricultura, aumentar el nivel de materia orgánico, fijar nitrógeno atmosférico, reciclar nutriente, modificar el microclima y optimizar la producción del sistema, en función del rendimiento sostenido.

Los sistemas agroforestales bien diseñados pueden ayudar a que lo ecológicamente necesario se vuelva a su vez económicamente atractivo para los agricultores. La productividad sostenible de los sistemas agroforestales se debe al uso de energía y a la característica de los árboles (Gliessman 2002).

El uso de esa energía producida en el sector cafetalero es utilizada es su mayoría para la cocción de alimentos en las 120,000 familias cafetaleras y muchas más que indirectamente utilizan esa biomasa con el mismo fin.

Todo sistema agroforestal cambia o altera las condiciones del sistema del cual forma parte, es por ello que el cultivo el café lo necesita ya que ese microclima mejora la calidad del café, teniendo como resultado una mejora económica y genera biodiversidad en el cafetal además hace que este tenga una mayor vida útil. (Como se cita en Montenegro Gracia, 2005)

Todo ello de manera indirecta genera una enorme cantidad de biomasa la cual es utilizada por las familias cafetaleras, generando de esta manera un impacto positivo en las finanzas ya que generalmente no pagan por esta biomasa generada.

Siendo un país de vocación forestal, los bosques son los recursos naturales más abundantes con que cuenta el país. Sin embargo, los bosques del país han estado desapareciendo a un ritmo alarmante, por diferentes causas, entre las que se destacan los incendios forestales y el procesamiento de productos de madera. Los problemas de deforestación están asociados al crecimiento poblacional y al mal manejo de los bosques, ya que es el combustible de mayor consumo domestico y de más fácil acceso.

Ventajas sociales y económicas de los sistemas agroforestales:

- 1) Los productores y productoras pueden reducir sustancialmente los gastos energéticos utilizando la madera, leña y alimentos que se extraen de las especies arbóreas.
- 2) La madera que se produce al interior de los sistemas agroforestales reduce la necesidad de cortarla del bosque.
- 3) La producción del cultivo es más estable.
- 4) Reduce la necesidad de comprar insumos externos (fertilizantes, herbicidas, entre otros).

2.2.5 LA SOMBRA DEL CAFETO

Se considera como sombra permanente aquellas especies de árboles que conviven con los cafetos por mucho tiempo y, dependiendo de esta duración, se emplean diversas especies para estos propósitos, lo cual está en relación a los sistemas de cultivos que se utilicen.



Figura 7. Distribución de la sombra en el cafetal

Fuente: ANACAFE (2017).

Existen muchas especies arborescentes combinadas con los cafetos. En Honduras la especie más común en los cafetales es la inga (guama), cuya siembra tiene como propósito principal protección del sol y la de incorporar materia orgánica al suelo.

El sistema de monocultivo bajo sombra. Este sistema, es uno de los sistemas modernos introducidos en América hace dos décadas. En este caso se utilizan árboles leguminosos (especies del género Inga) casi con exclusividad y predominio con objeto de arrojar sombra a los cafetos. De esta manera se crea un tipo de plantación mono específica bajo una cubierta de copas igualmente especializada. En este sistema el uso de productos agroquímicos es una práctica obligatoria y la producción va dirigida a la creación de productos orientados exclusivamente hacia el mercado. (CRUZ PÉREZ, 2012, p. 35)

2.2.5.1 DISTANCIA DE SIEMBRA.

Las distancias pueden ser desde 4 x 4 metros a 5 x 5 metros en los primeros 3 años y 8 x 8 ó 10 x 10 metros como distanciamiento final después del raleo. Haga uso de la altitud para definir su distanciamiento. (“Manejo de Sombra en el cafetal”, 2016, p. 11)

Una manzana cuenta con 6989 m², por lo que podría existir una cantidad de 109 árboles por manzana en una finca con más de 3 años de edad.

2.2.5.2 PODA DE LA SOMBRA

En los primeros años, debe realizarse una poda a los arboles, para formar un solo tronco de 2 a 4 metros y a partir de allí, la copa necesaria. Posteriormente, debe efectuarse la poda de aclareo o foqueo una vez al año para proyectar suficiente luz y dar una buena distribución de la planta en el cafetal, orientándose a descubrir el centro de la copa. Se deben escoger las ramas que estén a una altura conveniente, una a la par de la otra, alrededor del árbol, eliminado con la poda las que se encuentran sobre o debajo de esta, o sea, evitar tener sombra sobre sombra (como se cita en Ordoñez & Sosa, 2001, p. 83).

Esta es una actividad que genera enormes cantidades de leña (biomasa), la cual es utilizada en su totalidad para el uso como energía para la cocción de alimentos en los hogares de las familias cafetaleras, cuando se encuentran en un radio no mayor a 5 km de distancias de la comunidad.

A continuación una imagen que muestra el proceso de la poda de la sombra en un árbol de guama (Inga Vera).



Figura 8. Desarrollo de la poda en el cafetal

Fuente: ANACAFE (2017).

2.2.6 LA BIOMASA

La Biomasa es la parte biodegradable de productos y residuos agrícolas, la forestación y sus industrias asociadas. Esta biomasa se denomina energía renovable ya que su contenido de energía procede, de la energía solar atrapada por las plantas durante el proceso de la fotosíntesis.

Se denomina renovable a la energía de la biomasa siempre y cuando el consumo de esta es igual o menor a la velocidad con la que la misma se regenera, volviéndola sostenible y evitando la sobre explotación de los recursos de la naturaleza. A pesar de que los combustibles como el petróleo y sus derivados que son provenientes de restos fósiles no se les pueden considerar biomasa debido que el tiempo que tardan en formarse.

Cuando la biomasa hace combustión se libera CO₂ (dióxido de carbono) al ambiente, exactamente la misma cantidad de CO₂ que fue absorbió durante el crecimiento. Cuando se consume de una manera sostenible, el ciclo se cierra y el nivel de CO₂ a la atmósfera se mantiene constante, de esta forma su utilización no contribuye a generar el cambio climático. Además su consumo evita el uso de combustibles fósiles evitando de esta manera la generación de gases de efecto invernadero.

Un ciclo limpiamente cerrado



La biomasa es creada mientras las plantas absorben CO_2 durante su fase de crecimiento (1). El hombre cultiva y usa la biomasa (por ej.) en forma de madera para fabricar muebles, construir viviendas, etc.(2) Eventualmente, la biomasa termina en basurales donde se descompone y libera su CO_2 (3). Las centrales de biomasa son una variación humana de este ciclo. En vez de dejar que se descomponga, la biomasa es quemada para generar energía para uso doméstico e industrial (4). La ventaja es que esta combustión libera el mismo volumen de CO_2 que la descomposición natural, sin alterar el equilibrio ambiental.

Figura 9. Ciclo de la biomasa

Fuente. EPEC (26 de noviembre de 2017)

El siguiente gráfico ilustra la cantidad de emisiones de CO₂ que generan diferentes fuentes de energía.

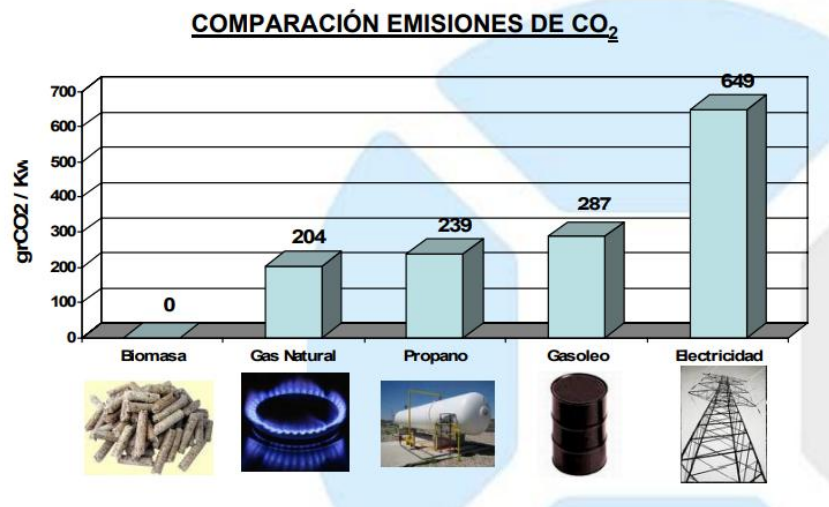


Figura 10. Comparación de emisiones de gases de efecto invernadero (co2)

Fuente. CGE (2009)

Esto demuestra que durante la combustión completa de la biomasa no se generan gases de efecto invernadero y el CO₂ generado no altera la cantidad en la atmosfera.

Existen diferentes tipos de biomasa los cuales son aprovechados para producir diversidad de fuentes de energía sin embargo para nuestra investigación es la biomasa solida. La coordinación de energías renovables de argentina, (2008) afirma:

La biomasa seca es aquella que puede obtenerse en forma natural con un tenor de humedad menor al 60%, como la leña, paja, etc. Este tipo se presta mejor a ser utilizada energéticamente mediante procesos TERMOQUÍMICOS O FISÍCOQUÍMICOS, que producen directamente energía térmica o productos secundarios en la forma de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. Y la biomasa húmeda es denomina así cuando el porcentaje de humedad supera el 60%, como por ejemplo en los restantes vegetales, residuos animales, vegetación acuática, etc. Resulta especialmente adecuada para su tratamiento mediante PROCESOS QUÍMICOS, o en algunos casos particulares, mediante simples PROCESOS FÍSICOS,

obteniéndose combustibles líquidos y gaseosos. Hay que aclarar que esta clasificación es totalmente arbitraria, pero ayuda a visualizar mejor la siguiente caracterización de los procesos de conversión. (p. 07)

Para esta investigación la biomasa de estudio será la seca. Ya que la madera tiene una humedad menor al 60%.

De la biomasa sólida se puede obtener energía de varias maneras incluidas la combustión, Es el más sencillo y más ampliamente utilizado, tanto en el pasado como en el presente. Permite obtener energía térmica, ya sea para usos domésticos (cocción, calefacción) o industriales.

Las tecnologías utilizadas para la combustión directa de la biomasa abarcan un amplio espectro que va desde el sencillo fogón a fuego abierto (aún utilizado en vastas zonas para la cocción de alimentos) hasta calderas de alto rendimiento utilizadas en la industria para la producción de energía.



Figura 11. Modelo de eco fogón

Fuente. FUNDEIH (2013)

La mayoría de hogares cuentan con este modelo de eco fogón (hornilla), el cual consume menos leña que las hornillas convencionales. Además de emitir menor cantidad de humo lo que reduce los problemas a la salud. (FUNDEIH, 2013)

2.2.7 LA BIOMASA DEL SECTOR CAFETALERO

Los sistemas agroforestales son una alternativa para la adaptación del sector agrícola a los impactos del cambio climático y se orientan hacia la producción de bienes y servicios de importancia económica (Sosa L. & Ordoñez M, 2001)

En Honduras el cultivo del café es el mayor sistema agroforestal que se tiene debido a que en su mayoría está bajo una cubierta protectora utilizando especies arbóreas que benefician al cultivo aportando materia orgánica a los suelos, además de mantener la humedad. Aparte de lo anterior, se generan beneficios económicos con la comercialización o la utilización de los árboles maderables en el primer caso y la energía calorífica en el segundo caso.

Es por ello que ante la falta de energía en algunos lugares del país, el uso de esa energía calorífica para la cocción de alimentos es una panacea a esta necesidad energética. Esa biomasa proveniente de los sistemas agroforestales es obviamente una alternativa viable para suplir esas necesidades en los hogares de las familias cafetaleras, además de las familias que trabajan para los dueños de las fincas. Los caficultores no manejan la biomasa como un negocio lo cual no les genera un ingreso económico apropiado y que genere una ganancia sustancial.

La cantidad de biomasa generada por una hectárea de café es variable según su tipo de sombra y la variedad de café. Los siguientes datos fueron obtenidos por una investigación realizada por la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR).

La cantidad de Biomasa obtenida durante la renovación del cultivo de *Coffea arábica* variedad Borbón en asocio con Inga Vera. La renovación de este sistema consistió en la extracción total de las plantas de *Coffea arábica*, como de los árboles utilizados como sombra, en este caso *Inga vera*. El área que se utilizó para el estudio fueron 0.35 hectáreas, dando como resultado que al momento de la renovación total de este sistema de cultivo se pueden obtener 117.80 toneladas de biomasa con una proyección a hectáreas de 336.57 toneladas (matute, 2015, p. 5)

Según este mismo estudio realizado por la ESNACIFOR, se determinó el poder calorífico de las siguientes variedades de café y sombra, dando como resultado los mostrados en el siguiente cuadro.

Tabla 2. Poder calorífico de algunas variedades de café y sombra del cafeto.

Especie	Poder Calorico (Kcal/Kg)
Acrocarpus flaxinifolius	5,097.0
Inga Vera	4,869.1
Coffea arabica Var. Borbon	4,617.8
Coffea arabica Var. Catuai	4,753.5

Fuente: Matute, 2015.

Con esta información es posible determinar la cantidad de energía aportada por la renovación del café y sombra en cultivos con *Coffea arábica e Inga vera*. Estos cálculos pueden ser extrapolados y encontrar el aporte energético de las fincas con sombra de *Inga vera*.

2.2.8 EL APORTE A LAS FAMILIAS

Probablemente uno de los temas más importantes en el desarrollo de una política energética sostenible para Honduras es el uso de leña. Según estadísticas el porcentaje que representa la leña para la matriz energética es aproximadamente del 43%.

Tabla 3. Consumo final de energía en Honduras en %. Periodo 2005-2011.

Tipo	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)	2009 (%)	2010 (%)	2011 (%)
Leña	43.2	43.1	41.2	42.2	42.8	46.1	43.19
Bagazo	0.2						5..1
Combustibles vegetales	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.08
Electricidad	11.2	11.3	11.4	11.7	11.0	11.5	10.7
LPG	1.4	2.2	2.2	2.2	2.0	2.1	2.0
Gasolinas	10.4	10.5	11.8	12.4	12.6	12.9	11.9
Kerosene	1.9	2.1	2.8	2.5	2.5	2.6	2.25
Diesel Oil	22.1	19.6	20.5	19.4	17.8	18.2	16.1
Fuel Oil	6.0	7.5	6.8	6.3	4.6	4.7	4.7
Coque	1.9	1.4	1.2	1.3	2.0	2.0	2.4
Carbon	0.7	1.2	1.2	1.9	0.1	0.0	1.17

Fuente: Balances Energéticos, (DGE, 2012)

El sector doméstico es el consumidor más importante de la leña, el cual representa un consumo estimado en todo el país de 7.5 millones de m³ de leña. Si se compara con los países de la región, en Honduras el consumo de leña está por el orden de 1.57 BEP (Barriles Equivalentes de Petróleo) por habitante, contra el promedio de América Latina y el Caribe, que es de 0.6 BEP por habitante. Países como Costa Rica y El Salvador tienen un consumo de 0.95 y 0.8 BEP, respectivamente (como se cita en Flores Castro, 2015, p. 5).

Uno de los cultivos que aporta a este consumo de leña es el café, del cual existen en Honduras más de 430,000 manzanas, en su mayoría en sistemas bajo sombra.

2.2.9 CONTAMINACION POR EL USO DE LA BIOMASA

El uso de la leña como fuente de energía siempre ha preocupado desde el punto de vista de la contaminación ambiental y el riesgo a la salud humana. Sin embargo y Según los resultados obtenidos en un estudio sobre validación del eco fogón justa, concluyeron que:

El 100% respondió afirmativamente que ahora no hay humo en la cocina, producto de la combustión de la leña, Lo anterior concuerda con un estudio realizado en Honduras por la Universidad de Colorado y otros, el que confirma que con el uso de los ecofogones se reduce a menos de una parte por millón la presencia de dióxido de carbono (CO₂), mientras que en los fogones sin chimenea esta cifra puede alcanzar hasta nueve partes por millón (PROLEÑ, 2006)

Razón por la cual al tener construidos los ecofogones no existe mayor riesgo de las familias de contraer alguna enfermedad respiratoria o de otra índole.

2.3 CONCEPTUALIZACION

IHCAFE: es el Instituto dedicado a la investigación y capacitación en los temas relacionados al Café.

Biomasa: cantidad total de materia viva presente en una comunidad o ecosistema.

Variedad: es una Subcategoría taxonómica de clasificación de los seres vivos que tiene un rango inferior al de la especie y está formada por seres que se diferencian entre sí por ciertos caracteres secundarios y que suelen convivir en una misma área geográfica.

Poder calorífico: es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de masa de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua generado en la combustión, ya que no se produce cambio de fase, y se expulsa como vapor.

Recepa: consiste en podar el cafeto.

Sostenibilidad: asegura las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de futuras generaciones.

Cocción: consiste en elevar la temperatura de un alimento, que modifica sus propiedades originales de modo que lo hace más fácil de digerir, en especial cuando se somete a un líquido en ebullición, generalmente agua.

Monocultivo: sistema de producción agrícola que consiste en dedicar toda la tierra disponible al cultivo de una sola especie vegetal.

CEPAL: es la Comisión Económica para América Latina y el Caribe

OLADE: es la organización política y de apoyo técnico, mediante la cual sus Estados Miembros realizan esfuerzos comunes, para la integración energética regional y subregional.

Matriz Energética: se refiere a una representación cuantitativa de toda la energía disponible, en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El capítulo que se presenta a continuación tiene como propósito definir el proceso para llevar a cabo la investigación; alcances y técnicas para así obtener la información requerida y concluir con los objetivos definidos contestando las preguntas de investigación.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En esta sección se mostrará la relación que existe entre los aspectos planteados en el capítulo I: planteamiento del problema, objetivo general, las preguntas de investigación y los objetivos específicos.

3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

La matriz metodológica es el instrumento científico que permite hacer congruente y coherente el proceso de medición de variables independientes, creando un marco de comparación racional y ordenada para la construcción de la investigación.

La presentación de todos los elementos de la investigación de una matriz de congruencia metodológica que permite apreciar en una vista macro y de forma condensada el resumen de la investigación y comprobar si los elementos contienen una secuencia lógica y reducir la incertidumbre sobre la línea que debe llevar la investigación durante su análisis y desarrollo correspondiente.

Se puede observar para esta investigación la matriz metodológica correspondiente mostrada en la tabla 1. De esta forma se garantiza que cada uno de los elementos o la información que se usara para la investigación, se correlacionan entre sí, es decir, que haya congruencia horizontal y vertical entre sí.

Tabla 4. Matriz Metodológica.

Aporte Energético De La Biomasa Generada En El Sector Cafetalero Del La Aldea De La Fe En El Municipio De Ilima, Departamento De Santa Bárbara				
Título				
Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivos Específicos	Variables
¿Cuál es la producción de biomasa en el sector cafetalero, el aporte a la matriz energética nacional y el beneficio económico generado?	Determinar la producción de biomasa en el sector cafetalero, el aporte energético y el beneficio económico generado.	¿Cuál es la producción de biomasa generada por el cultivo de una manzana de café según su tipo de sombra?	Calcular la producción de biomasa generada por el cultivo de café.	Producción de biomasa
		¿Cuántas familias del sector cafetalero se benefician directamente de la biomasa generada por la poda y descombre de la finca café?	Determinar qué porcentaje de familias se benefician directamente de la biomasa generada por el cultivo del café.	Familias beneficiadas
		¿Qué porcentaje de energía representa la biomasa del sector cafetalero dentro de la matriz energética nacional?	Definir qué porcentaje de energía representa la biomasa del sector cafetalero dentro de la matriz energética nacional.	Energía generada por la Biomasa
		¿Cuánto es el ahorro económico que representa para las familias la utilización de la biomasa como fuente de energía?	Calcular el ahorro económico que representa para las familias la utilización de la biomasa como fuente de energía.	Cantidad de Energía Utilizada por Familia

Fuente propia, 2017

Se podrán evaluar que las variables contenidas en la matriz se relacionan con las del título y con los aspectos del capítulo I. podemos observar relación entre las variables y sus dimensiones; todo está orientado a la investigación de la propuesta presentada.

3.1.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES

Las variables de la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis. Las variables se manejan de dos tipos, aquellas independientes y dependientes. Se detallara a continuación cada una de ellas para esta investigación presentada.

3.1.2.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

Una variable independiente es la variable que antecede a una variable dependiente, las que se presentan como causa y condición de la variable dependiente, es decir, son las condiciones manipuladas por el investigador a fin de producir ciertos efectos (FERRER,2010)

En la presente investigación se cuenta con tres variables independientes que su valor será calculado y no depende de otros factores para que este valor este dado, son variables características que son causa del fenómeno estudiado.

- 1) Energía generada por Biomasa
- 2) Producción de Biomasa
- 3) Familias Beneficiadas

3.1.2.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Es aquella característica o propiedad que se supone ser la causa del fenómeno estudiado. En investigación experimental se llama así, a la variable que el investigador manipula

La variable dependiente se dará por medio de los resultados que obtengamos

- 1) Cantidad de Energía

La variable dependiente se dará por medio de los resultados que obtengamos en la medición de las variables independientes. Por tal razón la variable dependiente de nuestra investigación será la cantidad de energía que se obtenga a partir de la biomasa generada de la poda del cultivo de café en el municipio de Ilama, departamento de Santa Bárbara.

3.1.3 DIAGRAMA DE VARIABLES

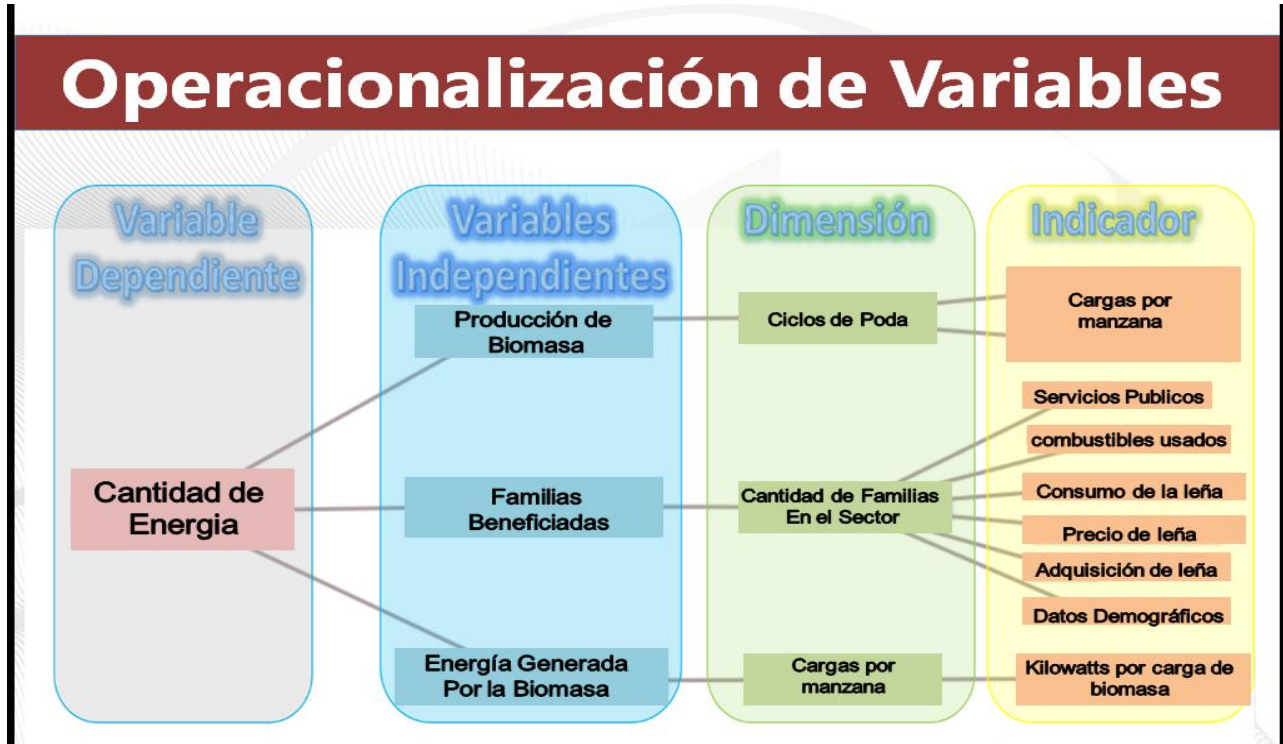


Figura 12. Diagrama de variables

Fuente: (Propia 2017)

3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

La operacionalización de las variables es un proceso detallado, el cual iniciamos con la definición de las mismas en función de los factores que podremos medir, a esos factores se les llama indicadores.

Para poder realizar un análisis más detallado de nuestra investigación, desarrollamos la siguiente tabla, donde se define la Operacionalización de las variables y mostramos la definición conceptual, operacional, dimensiones, indicadores y las técnicas que se utilizarán en el transcurso de la investigación.

Tabla 5. Operacionalización de las variables.

Variable	Definición		Dimensión	Indicador	Técnica		
	Conceptual	Operacional					
Producción de biomasa	Productos energéticos y materia primas de tipo renovable que se originan a partir de materia orgánica formada por vía biológica	Es la materia prima proveniente del cultivo del café por medio de los ciclos de poda programados anualmente.	Ciclos de poda	Toneladas por tipo de biomasa de sombra por manzana	Trabajo de campo Análisis de Datos		
				Toneladas por tipo de biomasa de variedad de café por manzana			
Variable	Definición		Dimensión	Indicador	Pregunta	Respuesta	Encuesta
	Conceptual	Operacional					
Familias beneficiadas	Grupo de familias que son beneficiadas en algún proyecto, ayuda etc.	Familias que se beneficiarían con la biomasa generada a partir de la poda del café	Cantidad de familias del sector	Edad	Edad_____	Nominal	Encuesta
				Sexo	Sexo: F_____ M_____	Nominal	Encuesta
				Estado Civil	Estado Civil: Soltero (a) _____ Casado (a) _____ Comprometido (a) _____ Unión Libre (a) _____	Nominal	Encuesta
				Servicios Públicos	(1) Luz eléctrica (2) Agua potable (3) Acceso a Internet (4) Teléfono celular (5) Cable/parabólico (6) Otros	Nominal	Encuesta
				Combustible usado para cocinar	(1) Leña (2) Electricidad	Nominal	Encuesta

Continuación tabla 5.

				(3) Residuos de la poda de café (4) Gas L. P. G		
				Cantidad de leña consumida por semana (1) Carga (2) Carretada (3) Tercio (4) Raja (5) Camionada (6) Otro	Nominal	Encuesta
				Tipos de leña utilizados (1) Residuos de la poda del café. (2) otros	Nominal	Encuesta
				Obtención de la leña (1) Comprada (2) Regalada (3) La recoge en el campo (9) Otro	Nominal	Encuesta
				Lugar de adquisición de la leña (1) Finca de café propia (2) Finca de café Municipal o Nacional (3) Por los caminos (4) Finca de café privado	Nominal	Encuesta
Variable	Definición		Dimensión	Indicador	Técnica	
	Conceptual	Operacional				
Energía generada por la Biomasa	Es la que se obtiene de los compuestos orgánicos mediante procesos naturales.	Materia prima proveniente de la poda del cultivo del café, transformada en energía por medio de la incineración.	Toneladas de biomasa	Kilowatts por tonelada de biomasa	Muestra o Análisis de Datos	
Cantidad de Energía (variable dependiente)		Es la cantidad energía que aprovechamos del uso de la biomasa proveniente de la poda del cultivo del café.	Producción en kilowatts	Ahorro económico	Análisis de Datos	

Fuente: (Propia 2017)

3.3 HIPOTESIS

Para este estudio se plantean la siguiente hipótesis nula y la alternativa (H0 y H1), las cuales deben ser sometidas a prueba a través de las técnicas anteriormente mencionadas.

H1. El porcentaje de familias del sector cafetalero beneficiadas directamente con la biomasa generada por la poda y descombre del café será mayor al 70% del total de las familias.

H0. El porcentaje de familias del sector cafetalero beneficiadas directamente con la biomasa generada por la poda y descombre del café, será menor o igual al 70% del total de las familias.

3.4 ENFOQUE Y METODOS

El enfoque cuantitativo tiene alcances que serán resultado de la revisión de la literatura y de la respectiva al estudio, dependen de los objetivos del investigador para poder relacionar todos los elementos en el estudio, estos pueden ser; exploratorios, descriptivos, correlacionales o explicativos.

La metodología de investigación para poder conocer la cantidad de energía que se obtiene a partir de la biomasa generada de la poda del cultivo de café en el municipio de Ilama, departamento de Santa Bárbara, tiene un enfoque cuantitativo descriptivo no experimental ya que analizaremos datos estadísticos del proceso de poda en el cultivo de café.

3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El diseño de una investigación es la estructura del plan o estrategia que permite la recolección de la información necesaria para el desarrollo de la investigación.

Tabla 6. Diseño de la investigación

Enfoque	• Cuantitativo
Tipo de Estudio	• No Experimental
Tipo de Diseño	• Transversal
Alcance	• Descriptivo
Metodo	• Analisis de Datos
Tipo de Muestra	• Probabilistica
Instrumento	• Encuestas

Fuente: (Propia 2017)

3.5.1 POBLACION

La población en esta investigación será el total de familias de la comunidad de La Fe, Ilama, Santa Barbará, cantidad que asciende a 125 familias. Ya que todas las familias utilizan el recurso biomasa para la generación de energía calorífica en hornillas.

3.5.2 MUESTRA

El tipo de muestra a obtener es una muestra probabilística ya que toda la población puede ser elegida ya que tienen las mismas características necesarias para el estudio. La muestra se determinó utilizando el programa Decisión Analyst stats, utilizando los siguientes parámetros:

- 1) Tamaño de la población: 125
- 2) Error máximo aceptable: 5%
- 3) Porcentaje estimado de la muestra: 50%
- 4) Nivel deseado de confianza: 95%

El resultado que nos proporciona STATS® es:

Tamaño de la muestra: 94 (número de familias que necesitamos para tener representadas a las 125 familias de la comunidad, con 95% de confianza y 5% de error máximo).

3.6 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS

Con el fin de cumplir con los objetivos de investigación se establecen instrumentos y técnicas que permiten la recopilación de datos y el análisis de los mismos. En la siguiente sección se describen las técnicas e instrumentos que se utilizaran.

3.6.1 INSTRUMENTOS

Un instrumento de medición es una herramienta que nos permite obtener datos y llevar a cabo observaciones con las cuales nos apoyamos para llegar a ciertas conclusiones.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizara el programa de Excel, y la aplicación de encuestas para el análisis de resultados.

3.6.2 TÉCNICAS

Las técnicas aplicadas en la investigación que usaremos para medir las variables independientes son las siguientes:

- 1) Análisis de Datos
- 2) Encuestas
- 3) Estimaciones mediante hojas de Excel

3.7 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes utilizadas para el desarrollo de la presente investigación nos ayudaran a determinar el porcentaje de familias que se benefician por la leña procedente de la poda de los cultivos de café, estas fuentes se dividen en primarias y secundarias. A continuación se describen las fuentes utilizadas para esta investigación.

3.7.1 MUESTRAS PRIMARIAS

“Las fuentes primarias proporcionan los datos de primera mano, pues se tratan de documentos que incluyen los resultados de estudios correspondientes, este libros, documentos oficiales, artículos de publicaciones periódicas, tesis de internet, trabajos presentados en conferencias, ect.” (Sampieri, Collado & Lucio, 2014, p.61)

Algunos tipos de fuentes primarias son:

- 1) Documentos Originales
- 2) Diarios
- 3) Novelas
- 4) Instrumentos Musicales
- 5) Minutas
- 6) Entrevistas
- 7) Poesía
- 8) Apuntes de Investigación
- 9) Noticias
- 10) Fotografías
- 11) Autobiografías
- 12) Cartas
- 13) Discursos

3.7.2 MUESTRAS SECUNDARIAS

Interpreta y analizan fuentes primarias. Las fuentes secundarias son textos basados en fuentes primarias, e implican generalización, análisis, síntesis, interpretación o evaluación

Algunos tipos de fuentes secundarias son:

- 1) Índices
- 2) Revistas de resúmenes.
- 3) Crítica literaria y comentarios
- 4) Enciclopedias
- 5) Bibliografías
- 6) Fuentes de información citadas en el texto

3.8 LIMITANTES DEL ESTUDIO

Las limitaciones del estudio son todos aquellos factores que intervienen de forma directa o indirecta para poder realizar la investigación, se han identificado las siguientes limitantes en nuestra investigación.

- 1) Disponibilidad para movilizarse de forma continúa al lugar donde se realizara la investigación.
- 2) Disponibilidad de información actual.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 DATOS DE LA ENCUESTA

La encuesta contiene campos indispensables para obtener información correcta y que ayudaran a responder las preguntas de la investigación. A continuación

La mayoría las personas encuestadas están en un rango de edad entre 36 y 45 años, las familias tiene un promedio de 5 miembros. Se constato que un 23% de las familias encuetas es propietaria de una finca de café, sin embargo un 44% de las familias trabajan en el rubro. Teniendo un 100% de acceso a la red de energía eléctrica.

4.1.1 CONSUMO DE ENERGÍA

En el siguiente gráfico se observa que la mayor cantidad de las familias encuestadas consume entre 13 y 84kwh al mes, esto representa un total de 66 familias que son alrededor del 70% del total de las familias encuestadas. Al sacar el promedio de consumo por familia arroja un resultado de 85 kwh al mes.

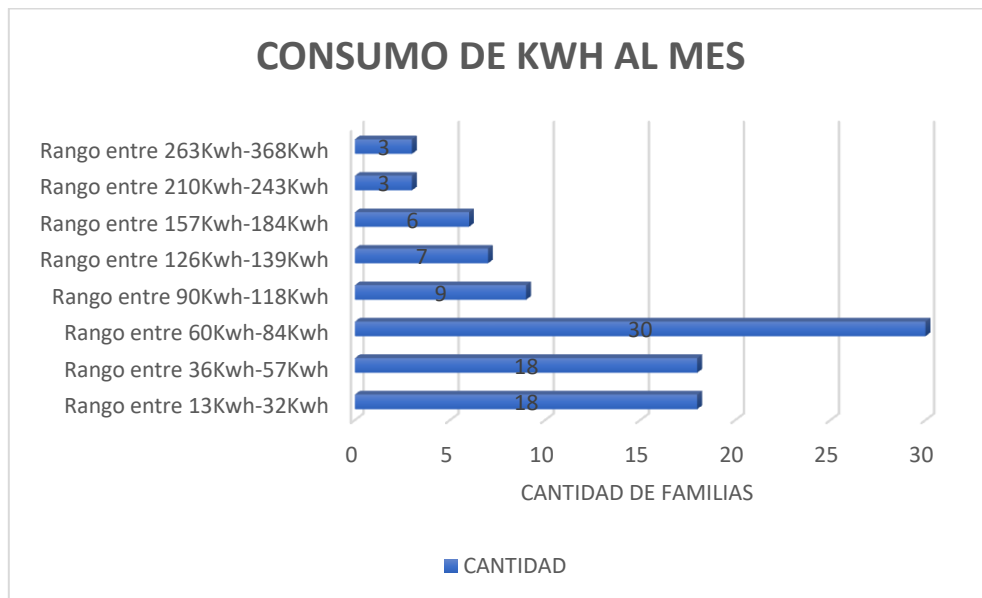


Figura 13. Consumo de energía eléctrica

Fuente propia, 2017

4.1.2 USO DE LA HORNILLA.

Se observa que un 52% de las familias encuestadas no tienen estufa eléctrica, mientras que un 48% de las familias si tienen estufa eléctrica. A pesar de que aproximadamente la mitad de las familias cuentan con estufa eléctrica, estas no son utilizadas para la cocción del total de los alimentos, ya que los alimentos que requieren de mayor tiempo de cocción son cocinadas en eco fogones. Esto lo hacen las familias con el objetivo de reducir el consumo eléctrico.

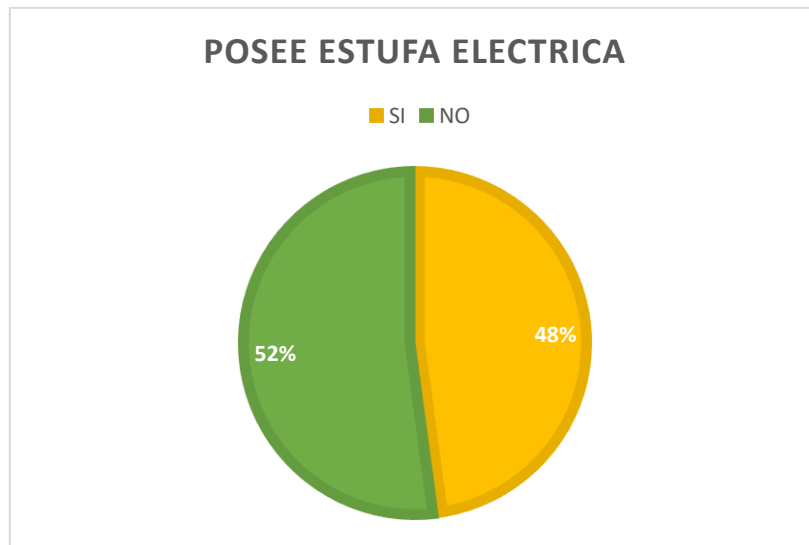


Figura 14. Familias que poseen estufa eléctrica.

Fuente propia, 2017

El siguiente gráfico muestra que un 88% de las familias encuestadas si tienen hornilla, mientras que un 12% de las familias no tienen hornilla. Esto ratifica lo expresado en el análisis del grafico anterior ya que si bien es cierto el 48% de las familias poseen estufa eléctrica, un 88% tienen y utilizan el eco fogón (hornilla).



Figura 15. Porcentaje de familias que poseen eco fogón (hornilla)

Fuente propia, 2017

Por consiguiente y como muestra el siguiente grafico, ese 88% utiliza leña para cocinar. Aunque, no todas las personas utilizaran la misma cantidad de leña.



Figura 16. Porcentaje de familias que utilizan leña para cocinar

Fuente propia, 2017

4.1.3 CONSUMO SEMANAL DE LEÑA

Se observa que la mayor cantidad de las familias encuestadas consume entre 0.5 y 1 carga de leña a la semana, siendo esto un total de 64 familias que representan aproximadamente un 77% del total de las familias encuestadas. Al sacar el promedio de consumo por familia se obtuvo un resultado de 1 carga de leña consumida por semana.

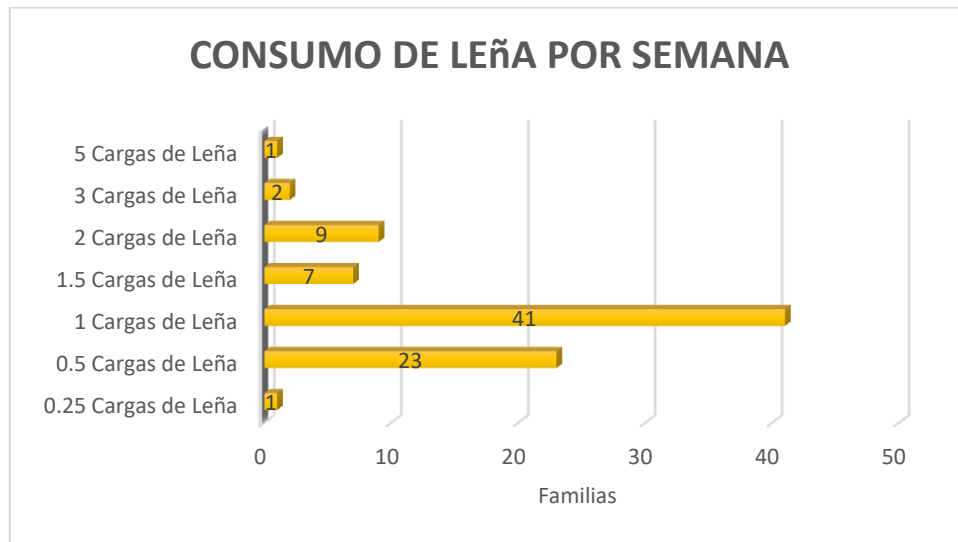


Figura 17. Cantidad de cargas de leña consumidas semanalmente

Fuente propia, 2017

4.1.4 OBTENCIÓN Y TIPO DE LA LEÑA UTILIZADA

La comunidad se encuentra rodeada por fincas de café, pero además se encuentran muchos bosques productores de leña, sin embargo esos bosques son protegidos ya que protegen pequeñas fuentes de agua que permanecen activos durante el invierno y el verano y que son aprovechadas por algunas familias para usos varios.

El siguiente gráfico demuestra que la mayor cantidad de leña se obtiene de las fincas de café de los alrededores de la aldea. Cabe destacar que el 16% de las personas que obtienen leña del bosque, también consumen leña proveniente de las fincas de café.

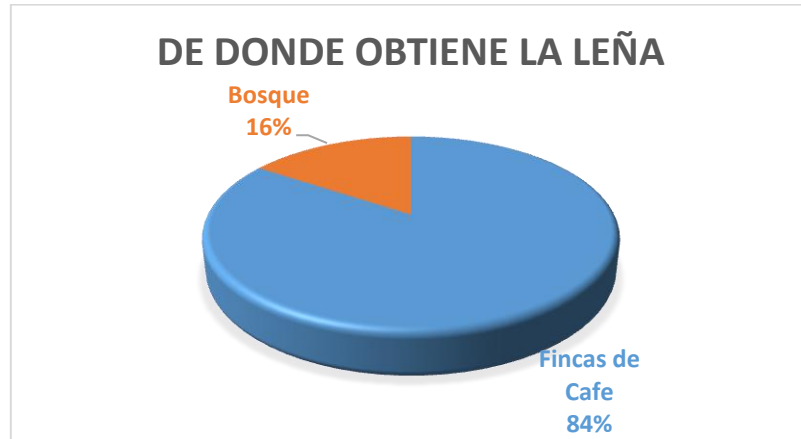


Figura 18. Lugar de obtención de la leña

Fuente propia, 2017

Con respecto al tipo de leña que las familias consumen, el siguiente gráfico muestra que la leña que más se consumen son la de guama y de madreado, ya que estas dos plantas son las que mayoritariamente se encuentran como sombra en los cafetales.

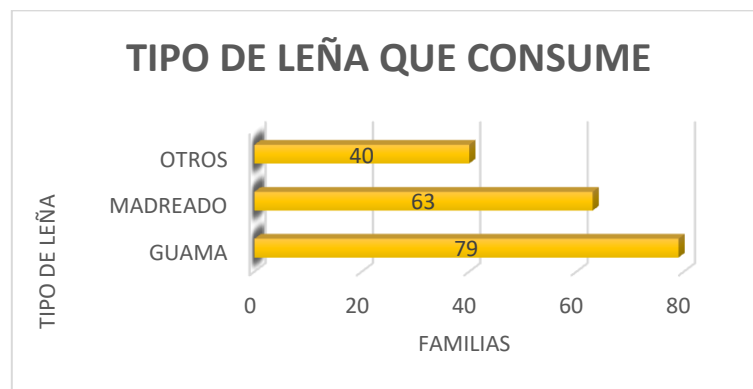


Figura 19. Gráfica de los tipos de leña utilizados

Fuente propia, 2017

4.1.5 COSTO DE LA LEÑA

Algo importante de resaltar es que el 61% de las familias no compra la leña, esto debido a que son trabajadores de las fincas de café y/o familiares de los dueños de cafetales, por lo que la leña no representa ningún gasto económico.



Figura 20. Porcentaje de familias que compran la leña

Fuente propia, 2017

En el siguiente gráfico se observa que de las 32 familias que compran la leña el 50% de las familias que compra leña la compra a 80 lempiras, un 40% la compra entre 50 y 70 lempiras y solamente un 9% la compra a 100 lempiras. Al sacar el promedio del precio de la carga de leña se obtiene que en promedio vale 74 lempiras. La variación en los precios depende básicamente del tipo de leña y además del estado de la misma (humedad).

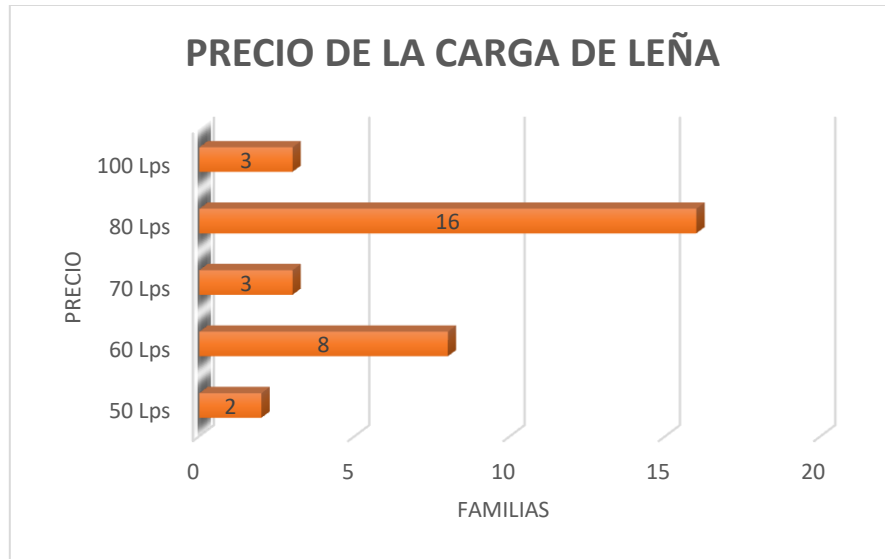


Figura 21. Precio de la carga de leña

Fuente propia, 2017

4.2 TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se desarrollo en diferentes etapas entre las cuales están el trabajo de campo como tal el cual corresponde a la recolección de datos in situ en las fincas cafetaleras y recolección de datos a través de encuestas aplicadas a las familias de la aldea. Y además, el trabajo de oficina el cual se desarrollaran todos los cálculos de los datos obtenidos y los cuales serán manejados en el programa Excel para el análisis de los mismos.

4.2.1 NÚMERO DE PLANTAS DE SOMBRA POR MANZANA

Se realizó un inventario total de los árboles usados como sombra en una manzana de café, determinando de esta manera la densidad de sombra, en las diferentes fincas cercanas a la aldea de La Fe, tomando en cuenta el tipo de sombra que se utiliza en la finca. Se medirá la distancia que existe entre arboles para estimar la cantidad total por manzana. Para ello se tomaran en cuenta 5 parcelas de café en el área de estudio.

Tabla 7 Plantas de sombra por manzana de cultivo

Tipo de sombra	Distanciamiento en metros	Área por manzana en m ²	Plantas por manzana
Madreado	8 x 7	7000	125
Guama	9 x 10	7000	78

Fuente propia, 2017

Los datos de distanciamiento entre arboles de sombra fue obtenido tomando un total de 10 mediciones entre arboles, con las cuales se pudo constatar los siguientes dimensiones, dato con el cual pudimos calcular un total de 125 plantas de madreado por manzana y 78 plantas de guama por manzana.

4.2.2 PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE SOMBRA

Se seleccionaron completamente al azar 2 árboles de sombra en 3 parcelas de cultivo de café, de las cuales tres parcelas fueron bajo sombra de madreado y tres parcelas bajo sombra de guama. La cantidad de biomasa aportada por cada una de las especies se promedió. A partir del peso individual de biomasa que se pudo de los arboles se calculara el promedio de biomasa generada por especie de sombra. Y con el dato obtenido de la cantidad de plantas de sombra por manzana se estimara la biomasa total generada por manzana.

Tabla 8 Producción de biomasa generada por madreado.

Punto	Tipo de sombra	Cantidad biomasa leñosa (Kg)	Cantidad biomasa brosa (Kg)
1	Madreado	37.64	18.5
1	Madreado	56.24	12,00
2	Madreado	58,00	17,00
2	Madreado	75,00	27,00
3	Madreado	41.5	16.8
3	Madreado	52,00	23,00
Total		61,67	19,75

Fuente propia, 2017

Se calculó el potencial de producción de biomasa del árbol de madreado, los datos colectados demuestran que cada árbol de madreado en promedio puede ofrecer 61.67 Kg de leña aprovechable, mientras que un 19.75 Kg es brosa. Esto nos indica que existe un porcentaje de 24.26% de biomasa del desembre de cada árbol que queda en la finca como brosa y sirve de abono al cafetal, aportando nitrógeno al suelo y otros nutrientes como K, P, Ca, Mg y otros componentes.

Tabla 9 Producción de biomasa generada por guama.

Punto	Tipo de sombra	Cantidad biomasa leñosa (Kg)	Cantidad biomasa brosa (Kg)
1	Guama	77	46
1	Guama	90	50
2	Guama	78	37
2	Guama	114	63
3	Guama	102	72
3	Guama	82	35
Total		90,5	50,5

Fuente propia, 2017

Se calculó el potencial de producción de biomasa del árbol de guama, los datos colectados demuestran que cada árbol de guama en promedio puede ofrecer 90.5 Kg de leña aprovechable, mientras que 50.5Kg es brosa. Con ello se determinó que un porcentaje de 35.82% de biomasa del desembre de cada árbol se que queda en la finca como brosa, y sirve como abono al cafetal aportando nitrógeno al suelo.

4.2.4 CANTIDAD DE BIOMASA SECA GENERADA POR MANZANA.

Con el objetivo de determinar el peso en seco de la biomasa generada en el sector cafetalero, se tomaron muestras de madreado y guama, las cuales se les tomara el peso en verde, se procederá a dejarlos varios días hasta que su peso sea constante y así determinar su peso en seco. Con esta información se puede determinar la cantidad de kg en seco (a partir de la biomasa en verde) que producen las fincas cafetaleras de la zona.

Tabla 10 Porcentaje de humedad perdida durante el secado.

Muestra	Tipo de biomasa en Kg			
	Guama verde	Guama seco	Madreado verde	Madreado seco
1	0,42	0,27	0,45	0,27
2	0,68	0,34	0,68	0,36
3	0,44	0,27	0,46	0,29
Promedio	0,51	0,29	0,53	0,31
% de humedad	43%		42%	

Fuente propia, 2017

Después de 22 días de dejar las muestras bajo sol, y habiendo hendido la leña para un mejor secado, se logro obtener leña apta para el uso domestico, la cual tiene un promedio para el guama y para el madreado de 18% de humedad. Ya que la biomasa tiene un promedio de humedad en verde del 60%, el porcentaje de humedad que se evaporó durante el secado de la leña es de aproximadamente un 42% para las muestras.

Con la información anterior se puede determinar la cantidad de biomasa seca generada por tipo de sombra por manzana. Información que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 11 Biomasa seca generada por manzana de cultivo.

Tipo de sombra	Plantas por manzana	Biomasa generada por planta	Biomasa verde total anual generada por manzana (Kg)	Biomasa seca total anual generada por manzana (Kg)
Madreado	125,00	61,67	7708,33	4470,83
Guama	78	90,5	7038,89	4082,56

Fuente propia, 2017

Ya que la leña seca contiene aproximadamente un 18% de humedad es posible obtener 4470.83 kg de leña de madreado y 4082.56 kg de leña de guama.

4.2.5 CANTIDAD DE BIOMASA SECA GENERADA ANUALMENTE.

Con los datos obtenidos de plantas por manzana y la cantidad de biomasa generada por cada planta se determino que se pueden obtener 4,470.83 kg de leña de madreado y 4,082.56 Kg de leña de guama por manzana de cultivo. Con la estimación de manzanas de cafetal que tienen sombra de madreado y de guama se puede obtener el valor de kg generado anualmente, cuyos datos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12 Biomasa generada anualmente.

Tipo de sombra	Plantas por manzana	Biomasa generada por planta Kg	Cantidad de manzanas	Biomasa seca total anual generada por manzana	Biomasa seca total anual generada Kg.
Madreado	125	61.67	30	4470.83	134,125.00
Guama	78	90.50	486	4082.56	1,984,122.00

Fuente propia, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos se estarían produciendo anualmente 134,125 Kg de leña de madreado y 1, 984,122 Kg de leña de guama en la zona de realización del estudio.

4.2.5.1 CALCULO DEL PESO EN KG DE LA CARGA DE LEÑA

Se eligieron 10 diferentes leños de cada variedad de biomasa (guama, y madreado), se tomara el peso de cada uno de ellos y se promediaran para tener el peso por variedad de biomasa. El promedio de cada una de las variedades se promediara utilizando el consumo de esa leña, información que fue obtenida en las encuestas realizadas.

Tabla 13 Peso promedio de la carga de leña.

Muestra	Tipo de biomasa en Kg	
	Guama	Madreado
1	1,2	1,1
2	0,9	1,2
3	0,8	1,0
4	0,7	1,1
5	1,3	0,9
6	1,0	1,0
7	1,2	0,9
8	1,1	1,2
9	1,2	1,0
10	1,0	1,2
Promedio	1,03	1,05
Promedio por carga (50 leños)	51,68	52,59
Promedio total (carga)	52,14	

Fuente propia, 2017

Se determinó la masa de la carga de leña los datos muestran que una carga de leña que consta de 50 leños, en el caso del guama tiene una masa de 51.68 Kg y para el madreado de 52.59 kg.

4.2.5.2 CANTIDAD DE CARGAS DE LEÑA SECA POR MANZANA.

Según diversos estudios, la leña verde tiene un 60% de humedad, a partir de este valor y con la información obtenida del cálculo del peso seco de la biomasa, se determinara el porcentaje

de humedad que pierde la leña al secarse, por lo que al restarle ese porcentaje de humedad a la biomasa en verde y dividirlo entre el peso en seco de una carga de leña se obtienen las cargas por manzana.

Tabla 14 Cargas de leña generada por manzana de cultivo.

Tipo de sombra	Total de cargas generadas
Madreado	86
Guama	78

Fuente propia, 2017

Los resultados obtenidos muestran que de una manzana de café bajo sombra de madreado se pueden obtener 86 cargas de leña y 78 cargas de leña con 18% de humedad de sombra de guama.

4.2.6 CONSUMO PER CÁPITA DE CONSUMO DE LEÑA.

Por medio de la información recolectada a través de las encuestas, se obtuvo la cantidad de personas por familia y la cantidad de leña consumida semanalmente en cargas. Se desarrollara la medición del peso de una carga de leña, y con ese dato calcular el consumo en kg semanal de la aldea, ese consumo total se divide entre la cantidad de personas y se obtenido de esta manera el consumo per cápita.

Tabla 15 Consumo per capita de leña

cantidad de personas	consumo semanal en cargas	peso por carga (Kg)	consumo per cápita diario en Kg
398,00	102,75	52,14	1,92

Fuente propia, 2017

Según los datos obtenidos el consumo per cápita es de 1.92 Kg diarios por persona. Consumo que está por debajo del promedio nacional que es de aproximadamente 2.5 Kg.

4.2.7 DETERMINACIÓN DEL AHORRO ECONÓMICO EN ENERGÍA.

Para poder determinar el ahorro energético es necesario encontrar la producción de energía por Kg de leña, la cual se calcula con los poderes caloríficos de las maderas de sombra utilizadas. En nuestro caso el poder calorífico promedio de la leña de guama y madreado se promediaron debido a su similitud. Este poder calorífico se multiplica por un factor de conversión a Kwh. Teniendo la biomasa total en Kg se saca el producto con la energía que produce cada Kg de leña. 1 Kcal = 0,01163 kwh, en nuestro caso será la energía producida por carga de leña, además se calculara el precio promedio de carga de leña para poder saber el valor de cada KWh producido. Al final se saca la diferencia y asi obtener el ahorro por cada KWh. Por medio de la siguiente fórmula:

$$A = PE - \left(\frac{EPC}{PC}\right)$$

Donde:

A = Ahorro por KWh

PE = Precio del KWh ENEE

EPC = Energía producida en KWh por carga de leña

PC = Precio promedio de la carga de leña

Tabla 16. Energía producida por un Kg de leña

Poder calorifico	Kcal/Kg	Kw/h
Guama	4869	5.66
Madreado	4900	5.70
promedio con 18% humedad	3663.375	4.26

Fuente propia, 2017

En base al consumo eléctrico y de biomasa por cada familia, se calculara el porcentaje energético que representa la biomasa en los hogares de la Aldea La Fe, la energía proporcionada por la biomasa se obtendrá con ayuda del poder calorífico de cada una de las especies tomadas para esta

investigación, dicho poder calorífico se obtendrá de investigaciones previas desarrolladas por universidades nacionales e internacionales expertas en el sector agrícola.

De acuerdo con los técnicos de PROVECHO y el Dr. Larry Winiarski (propulsor de dicha tecnología), la eficiencia en el uso de leña para los eco fogones de plancha (como el Justa) es de alrededor del 22%. (Guerrero, 2007)

De acuerdo a datos de la OLADE, El poder calorífico de la leña varía en función de la clase de leña utilizada y del contenido de humedad de la leña, por consiguiente la leña al tener un poder calorífico inferior, su energía será menor. En nuestro caso la leña tiene 18% de humedad lo que reduce su poder calorífico en un 25% aproximadamente.

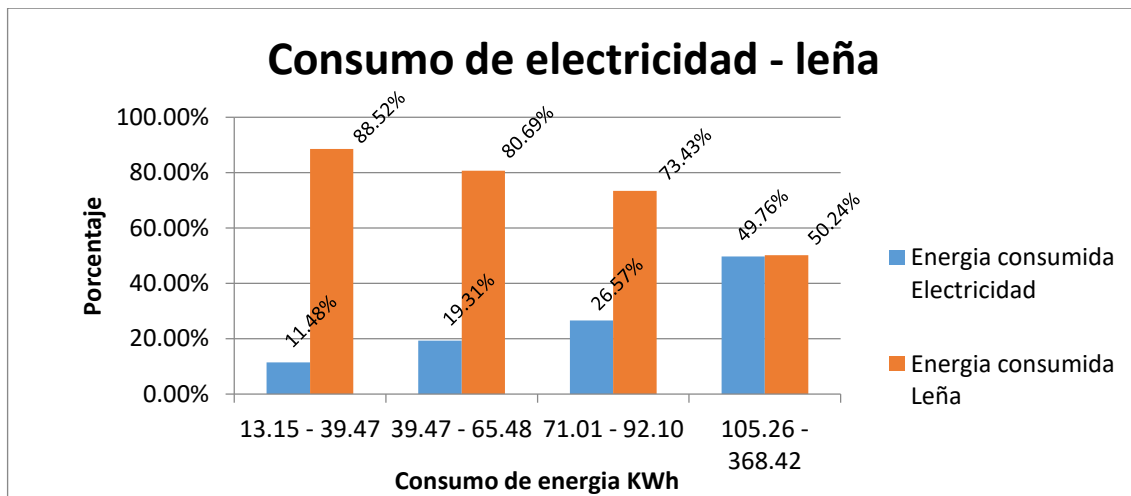


Figura 22. Comparación energía eléctrica vrs energía generada por la biomasa

Fuente propia, 2017

Los datos obtenidos nos muestran que en la aldea, la matriz energética cambia de acuerdo al consumo de energía. Para las familias que consumen entre 13.15 y 39.47 KWh en promedio ese consumo corresponde a un 11.48% con respecto al 88.52% consumido en leña.

Para las familias que consumen entre 39.47 y 65.48 Kwh en promedio ese consumo corresponde a un 19.31% con respecto al 80.69% consumido en leña.

Para las familias que consumen entre 71.01 y 92.10 Kwh en promedio ese consumo corresponde a un 26.57% con respecto al 73.43% consumido en leña.

Para las familias que consumen entre 105.26 y 368.42 Kwh en promedio ese consumo corresponde a un 49.76% con respecto al 50.24% consumido en leña.

Tabla 17. Ahorro económico por Kwh

Energía producida por carga de leña Kwh	48.7401786
costo del Kwh	1.5195369
costo del Kwh de energía en lempiras	3.6848
ahorro por KWh en lempiras	2.1652631
se ahorra por carga en lempiras	105.53531

Fuente propia, 2017

Para las familias que compran la leña, se ahorran 2.16 lempiras por cada Kwh consumido en leña, el ahorro total dependerá del consumo total mensual de cada familia.

Ya que solo el 39% de los encuestados compra la leña, para el 61% restante el ahorro corresponde al 100% del costo del Kwh.

4.2.8 PROYECCIÓN DE AHORRO MENSUAL Y ANUAL POR FAMILIA.

Con los datos obtenidos durante el desarrollo de la investigación se puede calcular el ahorro en promedio por familia mensual y anual. Teniendo en cuenta que el consumo mensual promedio por familia es de 85 Kwh al mes y por cada Kwh se ahorra 2.16 lempiras.

El ahorro mensual por familia es de 183 lempiras si estas utilizan leña para cocinar. Y el ahorro anual por familia es de 2,203 lempiras si estas utilizan leña para cocinar.

4.2.9 PROYECCIÓN DE AHORRO MENSUAL Y ANUAL EN LA ALDEA LA FE.

Con los datos obtenidos durante el desarrollo de la investigación se puede calcular el ahorro en total del área estudiada mensual y anual. Teniendo en cuenta que el consumo mensual promedio por familia es de 85 Kwh al mes y por cada Kwh se ahorra 2.16 lempiras y el total de familias de la comunidad es de 125 familias.

El ahorro mensual de la aldea la fe en el municipio de Ilama, Santa Bárbara, si todas las familias utilizaran leña para cocinar seria de 22,950 lempiras. Y el ahorro anual de esta comunidad seria de 275,400 lempiras.

4.2.10 PROYECCIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA DEL SECTOR CAFETALERO.

Con los datos obtenidos durante el desarrollo de la investigación y suponiendo las fincas tengan características similares de sombra y las podas se desarrollan anualmente se puede determinar la energía que podría producirse y ser utilizada para la cocción de alimentos u otra forma de utilización. El resultado final arroja un resultado de una posible generación de 1,723,695.12 Mwh.

Tabla 18. Proyección de generación de energía del sector cafetalero

Producción de leña seca por manzana (Kg)	4,276.69
Kwh generados por Kg	4.26
cantidad de manzanas a nivel nacional	430,000.00
Eficiencia de los eco fogones	22%
Energía producida anualmente MWh	1,723,695.12

Fuente propia, 2017

PRUEBA DE HIPOTESIS

Para realización de esta investigación se plantearon dos hipótesis, la siguiente hipótesis nula y la alternativa (H_0 y H_1), las cuales deben ser sometidas a prueba a través de las técnicas diversas técnicas.

H_1 . El porcentaje de familias del sector cafetalero beneficiadas directamente con la biomasa generada por la poda y descombre del café será mayor al 70% del total de las familias.

H_0 . El porcentaje de familias del sector cafetalero beneficiadas directamente con la biomasa generada por la poda y descombre del café, será menor o igual al 70% del total de las familias.

Se rechaza la hipótesis nula (H_0), se acepta la hipótesis alterna (H_1) a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. La prueba resultó ser significativa.

La evidencia estadística no permite aceptar la hipótesis nula.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La producción de biomasa según los datos tomados en el campo y los cálculos desarrollados, es de aproximadamente 86 cargas de leña de madreo y 78 cargas de leña de guama.
- Las familias que se benefician directamente de la biomasa generada del cultivo del café es de un 84%, la cual es proveniente de las fincas aledañas.
- Tomando en cuenta que los consumos de energía son variables, se concluye que en promedio las familias que consumen consumen aproximadamente un 71% de la energía de la biomasa y el 29% restante de la energía eléctrica.
- El ahorro económico que representa para las familias el utilizar la biomasa como combustible es de 2.16 Lempiras por cada Kwh consumido por medio de la leña.
- La evidencia estadística no permite aceptar la hipótesis nula y podemos concluir que las familias que se benefician directamente de la biomasa generada del cultivo del café es de un 84%, quienes obtienen la leña proveniente de las fincas aledañas

5.2 RECOMENDACIONES

Los productores están diversificando los cafetales con la inclusión de maderas de color como parte de la sombra, sería importante determinar si es más factible comercializar la leña generada por especies como la guama o el madreao durante los años en que un árbol maderable llega a su tamaño de aprovechamiento de la madera.

Debido a que muchas familias se benefician directamente de la leña generada en las fincas de café, es importante que a la leña se le dé el tratamiento adecuado de secado para optimizar la producción de energía calorífica y evitar contaminación ambiental durante una combustión incompleta que genere gases tóxicos nocivos a la salud humana.

Debido al alto consumo de la leña como fuente de energía, los productores deben aprovechar la biomasa generada en las fincas producto del manejo de sombra, y comercializarla en las comunidades aledañas, además de buscar la oportunidad de venderla a las empresas generadoras de energía con biomasa.

Las familias obtienen un ahorro económico muy significativo, y necesario que para que el ahorro se mantenga o mejore, deben dar el mantenimiento adecuado al eco fogón, dar un secado adecuado a la leña y ubicar el eco fogón en un lugar donde no corra mucho viento.

BIBLIOGRAFIA

- ANACAFE. (28 de Agosto de 2017). La sombra en el cultivo del CAFÉ. Recuperado de:
https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Sombra_en_el_cafeto.
- Banegas Romero. (2009). CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA ESCUELA DE POSGRADO Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad de café (Coffea arabica) en los municipios de El Paraíso y Alauca, Honduras. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, Costa Rica. Recuperado a partir de https://agritrop.cirad.fr/556129/1/document_556129.pdf
- CGE. (2009). LA BIOMASA Y LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS, Tipos de Biomasa. Recuperado a partir de https://pilarpesquera.files.wordpress.com/2009/04/cat_010409_cgc_bio1.pdf
- Cruz Guerrero Arnulfo. (2007). Estudio Validación del Ecofogón “Justa”.(p. 9). Honduras, PROLEÑ.
- CRUZ PÉREZ, C. (2012). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES DE CAFÉ DEL MUNICIPIO DE OPATORO, DEPARTAMENTO DE LA PAZ, HONDURAS, CENTRO AMÉRICA”. UNAH, Honduras.
- EPEC. (26 de noviembre de 2017). Energía renovable: la biomasa. Argentina. Recuperado a partir de <https://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/biomasa.pdf>
- FHIA. (2004). PRODUCCIÓN DE CAFÉ CON SOMBRA DE MADERABLES. Honduras.

Flores Castro, W. C. (2014). MEJORANDO EL ACCESO A LOS MERCADOS ENERGÉTICOS (p. 5). Honduras: OLADE.

Flores Castro, W. C. (2015). El sector energético de Honduras: Diagnóstico y política energética (p. 11). Honduras: DEFOMIN. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/profile/Wilfredo_Flores4/publication/264880697_El_sector_energetico_de_Honduras_Diagnostico_y_politica_energetica/links/55f8839508aec948c47fedb7/El-sector-energetico-de-Honduras-Diagnostico-y-politica-energetica.pdf

FUNDEIH. (2013) Ecofogones modelos Justa. Honduras. Recuperado a partir de <http://fundeih.org/proyectos/ecofogonesjusta#prettyPhoto>.

Gliessman, S. R. (2002). Agroecología, Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Costa Rica: CATIE. Recuperado a partir de <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/agroecologia-procesos-ecolc3b3gicos-en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf>

Hernandez-Sampieri, R. (2010). Metodología de la investigación. Mexico: McGrawHill

La Sombra del cafetal. (2017). ANACAFE. Recuperado a partir de https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_Sombra

Matute Matute, K. D., & Alvarado, C. A. (2009). ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y FACTIBILIDAD COMERCIAL DE LA BIOMASA BTENIDA DURANTE LA ROTACIÓN DE TRES SISTEMAS DE CULTIVO DE COFFEA ARABICA, EN EL OCCIDENTE DE HONDURAS. Honduras: ESNACIFOR.

Montenegro Gracia, E. J. (2005). CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA CATIE PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN ESCUELA DE POSGRADO Efecto del aporte de nutrientes de la biomasa de tres tipos de árboles de sombra en sistemas de

manejo de café orgánico y convencional. CATIE, Costa Rica. Recuperado a partir de <https://www.catie.ac.cr/attachments/article/551/Tesis-MSc-EMontenegro-2005.pdf>

OLADE. (25 de noviembre de 2017). Leña. Recuperado de: <http://www.olade.org/sites/default/files/PGIE%20SESION%2006%20Oferta%20le%C3%B1a.pdf>.

Ordoñez, M. A., & Sosa, Mi. (2001). Uso y manejo de sombra en los cafetales (3a ed.). Honduras: IHCAFE.

Osmin, P. B., & Ordoñez, M. (2001). Manual de Caficultura (3a ed.). Honduras: IHCAFE.

Palma, M. R. (2001). Poda de los cafetales. En Manual de Caficultura (3a ed., Vol. 1). Honduras: IHCAFE.

Secretaria de Energía. (2008). Energías Renovables 2008 - Energía Biomasa. Argentina. Recuperado a partir de https://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_biomasa.pdf

Torres Rojo, J. M. (2006). Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. Roma: FAO. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/docrep/009/a0470s/a0470s00.htm>

ANEXOS



ANEXO 1. PODA DE LA SOMBRA



ANEXO 2. PESADO DE LA LEÑA Y LA BROSA DEL DESOMBRE



ANEXO 3. PESADO DE LOS LEÑOS



ANEXO 4. PESADO DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LA HUMEDAD



unitec®
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

Trabajo de Tesis

Objetivo: Conocer el consumo per cápita de leña de los habitantes de la aldea La Fe.

Instrucciones: a continuación se le presentan una serie de preguntas, marque con una x la opción que considera correcta.

1. Edad: _____
2. Número de miembros de la familia:

3. Es propietario de una finca de café
Si No
4. Si es propietario de una finca de café, está ubicada cerca de la Aldea.
Si No
5. Si no es propietario, usted o sus familiares trabaja en una finca de café
Si No
6. Cuenta con energía eléctrica
Si No
7. Cuál es el consumo mensual (en Kwh)

8. Cuenta con estufa eléctrica o de gas.
Si No
9. Cuenta con hornilla o un ecofogón.
Si No
10. Utiliza leña para cocinar
Si No
11. Cuanta leña consume a la semana (en cargas)

12. De donde obtiene esa leña
Fincas de café
Bosque
13. Qué tipo de leña es la que se consume
Guama
Madreado
Café
Otros
14. Usted compra la leña que utiliza
Si No
15. Si compra la leña, cual es el costo promedio por carga
_____ lps.

ANEXO 5. ENCUESTA APLICADA A LAS FAMILIAS.

Medidas	Distanciamiento en metros guama (m)		Distanciamiento en metros madreado (m)	
	entre surcos	fila	entre surcos	fila
1	8	9	8	7
2	9	10	8	6
3	7	10	7	7
4	9	11	7	7
5	9	9	7	7
6	8	9	7	8
7	9	11	8	6
8	10	12	8	7
9	9	11	7	6
10	9	10	8	9
promedio	9	10	8	7

ANEXO 6. DETERMINACIÓN DEL DISTANCIAMIENTO DE LA SOMBRA

Contenido de humedad	(kJ/kg)	Kcal/Kg
0	19880	4,748.26
10	17644	4,214.20
20	15412	3,681.09
30	13180	3,147.99
40	10947	2,614.65
50	8715	2,081.54
60	6483	1,548.44

ANEXO 7. PODER CALORÍFICO EN BASE AL CONTENIDO DE HUMEDAD