

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO
DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO DE CAFÉ EN LA FINCA EL
CASCAJAL, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2013.

KAREN MICHELLE MARTÍNEZ FIGUEROA

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO
DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO DE CAFÉ EN LA FINCA EL
CASCAJAL, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2013.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

KAREN MICHELLE MARTÍNEZ FIGUEROA

Al conferírsele el título de

INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

En el grado académico de

LICENCIADA

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



RECTOR
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	MSc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	Br. Carla Marisol Peralta Lemus
Representante de Estudiantes:	PAE. Alberto José España Pinto
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordon
Coordinador de Carrera:	MSc. José Ramiro García Álvarez

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	MSc. José Ramiro García Álvarez
Secretario:	M.A. Sandra Jeannette Prado Díaz
Vocal:	MSc. Fredy Samuel López Coronado

TERNA EVALUADORA

MSc. David Horacio Estrada Jerez
M.A. Hugo David Cordon y Cordon
Lic. Químico. Abner Mardoqueo Rodas Arzet

Guatemala, Octubre de 2015

Señores:
Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Ciudad de Chiquimula

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: "CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO DE CAFÉ EN LA FINCA EL CASCAJAL, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2013", como requisito previo a optar el título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Karen Michelle Martínez Figueroa', is written over a horizontal line.

Karen Michelle Martínez Figueroa



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL LOCAL



REF- JRGA-GAL-02-2015
Chiquimula, septiembre de 2015.

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Director CUNORI
Chiquimula, Ciudad

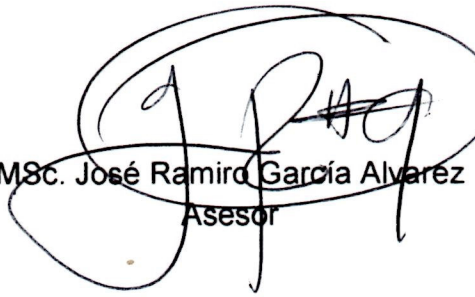
Respetable Licenciado Galdámez:

En atención a la designación efectuada por el Programa de Trabajos de Graduación de la Carrera de Gestión Ambiental Local, para asesorar al estudiante Karen Michelle Martínez Figueroa en el trabajo de investigación denominado **"CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGETICO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO DE CAFÉ EN LA FINCA EL CASCAJAL, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2013"**, tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a asesorar y orientar a la sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual, recomiendo la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local , en el Grado Académico de Licenciada.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


MSc. José Ramiro García Álvarez
Asesor



D-TG-IGAL-068/2015

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **KAREN MICHELLE MARTÍNEZ FIGUEROA** titulado **“CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO DE CAFÉ EN LA FINCA EL CASCAJAL, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA 2013”**, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación**, previo a obtener el título de **Ingeniero en Gestión Ambiental Local** en el grado académico de Licenciado.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a veintidós de septiembre de dos mil quince.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI - USAC



c.c. Archivo
NWGC/ars

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por ser mi fortaleza en todo momento, por su infinita misericordia y su inmenso amor, por nunca abandonarme en los momentos más difíciles de mí vida. Por ser la fuente de sabiduría que me permitió alcanzar tan anhelada meta, gracias papito por permitirme tener esta alegría hoy y poder compartirla con las personas que quiero toda Gloria y Honra sea para ti.

A MIS PADRES:

Flor de María Figueroa García, por ser un ejemplo de lucha y fortaleza en mí vida por su amor incondicional quien con su ejemplo y apoyo me permitió lograr esta meta. A Marvin Danilo Martínez (QEPD), por ser mi ángel protector, que desde el cielo ha velado por mí y sé que ha cuidado cada uno de mis pasos. A Mynor Abel Flores quien a través del amor que tiene hacia mi madre nos ha dado un hogar y una figura de padre.

A MIS HERMANOS:

Marvin Estuardo y Scarlet Desiree por su amor, y por su apoyo incondicional para el logro de esta meta nada sería lo mismo sin ustedes, los amo.

A MI CUÑADA Y SOBRINOS:

Katy Maritza Hernández, quien me ha mostrado un cariño sincero, por su apoyo incondicional y consejos que me ha brindado, a Diana Sofía y Diego Alejandro que llegaron a nuestras vidas y son más que una bendición para nosotros pues llenan de alegría nuestro hogar y nuestros corazones.

A MIS ABUELOS:

Edelmiro Figueroa (QEPD), Mercedes Aguirre (QEPD), Ena Leonora García (QEPD), por ser mis ángeles de amor que me cuidan y quienes siempre creyeron en mí, amarme y consentirme siempre hasta el cielo un abrazo.

A MIS COMPAÑEROS:

Por no sólo compartir más de cinco años de universidad, si no tantas bromas, risas, y sobre todo un cariño sincero, momentos que guardo por siempre en mi corazón.

A MIS AMIGOS:

Con ustedes que he compartido tantas risas, bromas, lágrimas y un sin fin de anécdotas, momentos especiales que guardo en mi corazón para siempre, a ustedes: Andrea Casasola, Silvana Nufio, Evelin Deedee, Lic. Abner, Dámaris Morales, Faviola Recinos, Saby Pazos, Ivan Reyes, Francisco Mejía, Melvin Guevara, Byron Osorio, Víctor Sandoval, Edwin Ramírez, Claudia Gómez, Cecibel, Deysi, Susy, Evonnie, Sohari, Rosa; y aunque no mencione a todos saben que cada uno a quienes considero mis amigos han dejado una huella muy especial en mí.

A MI FAMILIA:

A mis tíos y primos por apoyarme en todo momento brindarme su cariño cuando más lo he necesitado gracias a cada uno de ustedes.

A LOS PRESENTES:

Porque con su presencia me demuestran el cariño que sienten por mí, porque cada persona que ha llegado a mí vida es importante y el que estén este día aquí conmigo lo hace aún más especial.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI- : Por ser el centro de mi formación profesional y el lugar dónde también me superé personalmente.

A LA COORDINACIÓN DE LA CARRERA: M.A. Sandra Jeannette Prado Díaz, quien fungió como coordinadora de la carrera durante seis años, por su esfuerzo y dedicación para formar profesionales de éxito.

A MIS CATEDRÁTICOS: Por ser los forjadores de mis conocimientos, por el cariño y apoyo que me dieron durante mi desarrollo y crecimiento tanto profesional como personal.

A MIS ASESORES: MSc. Ramiro García Álvarez y MSc. Edgar Burgos por su disposición y generosidad para compartir sus conocimientos, su permanente guía en la elaboración de este trabajo, su tolerancia y paciencia, gracias por todo el apoyo brindado.

A MIS EVALUADORES: MSc. Horacio Estrada, M.A. Hugo Cordón y Lic. Químico Abner Rodas por su paciencia y apoyo incondicional en la realización de mi tesis compartiendo conmigo sus conocimientos y asesoría.

A MI TIA: Astrid Virginia Figueroa, por ser como una madre para mí y apoyarme cuando lo he necesitado.

A FINCA EL CASCAJAL:

Por haberme brindado la oportunidad de poner en práctica mis conocimientos, principalmente a Junior Morales por su acompañamiento y apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A ALGUIEN MUY ESPECIAL:

Quién compartió su tiempo y cariño conmigo por creer en mí en todo momento, quien aún en la distancia siempre será alguien en quien pueda confiar y a Doña Lili por su cariño sincero y sus palabras de aliento.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
INDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. JUSTIFICACION	9
5. OBJETIVOS	11
5.1 Objetivo general	11
5.2 Objetivos específicos	11
6. MARCO TEORICO	12
6.1 La energía	12
6.2 Fuentes de energía	13
6.3 Energías alternativas	13
6.4 Administración de la energía	14
6.5 Diagnóstico energético	14
6.6 Definiciones técnicas	15
6.7 Energía en la producción de café	17
6.8 Producción más limpia	17
6.9 Normas de caficultura sostenible: C.A.F.E. Practice Program	19
7. MARCO REFERENCIAL	22
7.1 Ubicación del área de estudio	22
7.2 Vías de acceso	23
7.3 Extensión de la finca El Cascajal	23
7.4 Características biofísicas del área de estudio	24
7.5 Recursos naturales	25
7.6 Investigaciones relacionadas con el tema	28
8. MARCO METODOLOGICO	31
8.1 Descripción de la metodología	31
8.1.2 Energía	31
8.1.3 Identificación de las principales fuentes de consumo energético	31
8.1.4 Planificación	34
8.1.5 Determinación del muestreo	34
8.1.6 Recopilación de datos del consumo energético	36
8.1.7 Análisis de las fuentes de energía	39
8.1.8 Estimación de costos energéticos sobre los costos de producción	39
8.1.9 Lineamientos para el uso racional de la energía	41
8.1.10 Socializar la información	41

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
9.1 Consumo energético en la finca El Cascajal	42
9.2 Análisis de las fuentes de energía	51
9.3 Estimación de los costos energéticos sobre los costos de producción	53
9.4 Lineamientos estratégicos para el uso racional de la energía en la finca El Cascajal	59
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFIA	77
ANEXOS	82

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
Cuadro 1.	Composición de la Demanda Energética en los hogares de Guatemala.	4
Cuadro 2.	Coordenadas geográficas de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	22
Cuadro 3.	Sectores y subsectores de la finca el Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	23
Cuadro 4.	Identificación de Zonas de Vida del área de estudio.	24
Cuadro 5.	Distribución de fuentes de agua por sector, de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	25
Cuadro 6.	Calendarización para muestreo temporada de cosecha finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	35
Cuadro 7.	Cuadro de calendarización de muestreo en temporada de mantenimiento finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	36
Cuadro 8.	Consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación en las instalaciones de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	43
Cuadro 9.	Consumo de energía eléctrica por equipos de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	44
Cuadro 10.	Estimación de consumo total de energía eléctrica a partir del diagnóstico energético de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	44
Cuadro 11.	Historial de consumo de energía eléctrica a partir del análisis de la facturación en el ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	45
Cuadro 12.	Consumo de combustible según su uso durante el ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	47

Cuadro 13.	Consumo de leña en metros cúbicos por sector, finca el Cascajal Esquipulas, Chiquimula 2014.	50
Cuadro 14.	Equivalencias de energía en mega julios por fuente empleada en la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	52
Cuadro 15.	Costos energéticos por procesamiento del ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	54

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Título	Página
Gráfica 1.	Consumo de energía eléctrica del ciclo productivo 2013-2014, en la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	46
Gráfica 2.	Consumo de Combustible durante el ciclo productivo 2013-2014 en la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	48
Gráfica 3.	Consolidado anual de combustible según su uso durante el ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	49
Gráfica 4.	Consumo de leña ciclo productivo 2013-2014, de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	51
Gráfica 5.	Porcentaje del gasto energético de la finca el cascajal durante el ciclo productivo 2013-2014, Esquipulas, Chiquimula 2014.	53
Gráfica 6.	Impacto de costos energéticos sobre costos de procesamiento por producción del ciclo productivo 2013-2014 de la finca el Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	55
Gráfica 7.	Impacto de los costos energéticos por fuente sobre los costos de procesamiento del ciclo productivo 2013-2014 por producción de la finca el Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	56
Gráfica 8.	Impacto de costos energéticos sobre costos de procesamiento por compra del ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	57
Gráfica 9.	Impacto de los costos energéticos sobre los costos totales de procesamiento del ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
Figura 1.	Diagrama sobre el proceso de producción de café.	33
Figura 2.	Esquema de una micro hidroeléctrica.	71

RESUMEN

La finca el Cascajal, se dedica a la producción, procesamiento y comercialización de café, esta se encuentra ubicada en el municipio de Esquipulas del departamento de Chiquimula. Actualmente se encuentra dentro del proceso de certificación para la implementación del Módulo Clima de la Red de Agricultura Sostenible de Rain Forest Alliance. La finca El Cascajal al ser considerada una de las fincas productoras de café más importantes dentro de la región, reviste de importancia hacer más sostenible su proceso productivo disminuyendo su impacto al medio ambiente a través de la racionalización de sus recursos energéticos.

La investigación titulada “Caracterización del consumo energético en el proceso de producción y procesamiento de café en la finca El Cascajal ubicada en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, 2013”, tiene como objetivo evaluar el consumo energético de la finca el Cascajal a partir de las diversas fuentes utilizadas en la producción y procesamiento de café para apoyar la sostenibilidad del proceso de producción. A partir de esta investigación, se pretende generar información que permita estimar el consumo de energía de las fuentes utilizadas en el proceso producción de café, para disponer de un historial de consumo energético a partir del cual se puedan tomar decisiones para el uso racional de la energía.

La metodología utilizada se fundamenta en el procedimiento de la CONUEE (Comisión Nacional para el uso eficiente de la Energía) 2011. Guía para realizar diagnósticos energéticos en instalaciones, adaptada al sistema de producción y procesamiento de café, dónde a partir de visitas programadas a los puntos del proceso productivo dónde se consume energía se identificaron las principales fuentes energéticas de la finca, energía eléctrica (kw/h), combustible (gal) y leña (m³); para la cuantificación de estas fuentes, se llevó a cabo la inspección y recopilación de cada una de ellas de manera individualizada tanto en la temporada alta o de cosecha, como en la temporada baja o de mantenimiento durante el ciclo productivo 2013-2014. Posteriormente a partir del programa coolfarmertool diseñado en Excel, se determinó la energía consumida por fuente empleada expresada en mega joules; así mismo, se estimaron los costos energéticos de forma individualizada en relación a los costos generales de producción

en la finca. Según los resultados obtenidos a partir de la caracterización de energía en el proceso de producción de café, se plantearon propuestas para el uso sostenible de los recursos energéticos.

De acuerdo al diagnóstico energético realizado en la finca El Cascajal, se consume energía eléctrica de dos formas diferentes, a través del sistema de iluminación y a partir de la utilización de equipos eléctricos, anualmente se estimó que a partir de estas dos fuentes se consume un total de 285,791.56 kw/h, dónde el 85.01% del consumo es por el uso de equipos eléctricos y el 14.99% lo consume el sistema de iluminación. Comparando con el historial de consumo eléctrico con base a la facturación mensual de la empresa la finca consume un total de 288,300kw/h en energía eléctrica; esta diferencia podría deberse al uso de equipos pequeños o a consumo energético dentro de la red eléctrica que no pudo ser medido. Así mismo, la finca consume anualmente la cantidad de 10,779 gal de combustible, dónde el uso de vehículos representa el 63% de este consumo; seguidamente de la maquinaria pesada con el 24% y las bombas de fumigar con el 13%. En cuanto al recurso leña que utiliza la finca principalmente para la cocción de alimentos se estimó que durante el ciclo productivo 2013-2014 se consumió un total de 681.83 m³, siendo el sector El Cascajal el de mayor consumo con 41.55% y el sector La Casona representó el consumo más bajo en leña con el 16.60%.

De acuerdo al estudio, la energía eléctrica representa un consumo de 11.2% equivalente a 1, 037,880 MJ; en combustible un 16.8% con 1, 552,986 MJ y la leña el 72% equivalente a 6, 646,124 MJ consumiendo anualmente un total de 9, 236,990 MJ. A pesar que la fuente de mayor consumo en términos energéticos para la finca es la leña, este recurso no representa un impacto significativo sobre los costos totales de procesamiento ya que representa únicamente el 0.41%, seguidamente del combustible el cual representa el 1.03 % y la energía eléctrica es la fuente de mayor impacto con el 1.75%, anualmente la utilización de estas tres fuentes energéticas representan el 3.2% sobre los costos totales del procesamiento.

Para mejorar la sostenibilidad del proceso de producción de la finca a través del uso racional de sus recursos energéticos se propone el establecimiento de un plan de mejora de energía eléctrica, el diseño y la implementación de una política para el uso racional del combustible y la realización de estudios para determinar la viabilidad de utilizar fuentes alternativas de energía reduciendo así el impacto ambiental que la finca provoca por el uso de estas fuentes energéticas

INTRODUCCIÓN

La energía es el motor de la economía mundial y un requisito esencial para el desarrollo, sin embargo su desmesurado consumo ha provocado serios impactos negativos al medio ambiente, ya que según estudios recientes del World Wide Fund for Nature (WWF) en Washington D.C., USA, si globalmente continuamos demandando y consumiendo los recursos naturales y materiales al paso que actualmente lo hacemos, para el año 2050, se necesitarán los recursos de dos planetas tierra para poder suplir los insumos necesarios que nuestra sociedad global demande. Dentro de este contexto mundial, en el que Guatemala está obviamente incluido, se necesita seriamente, como país, tomar las decisiones correctas que nos permitan movernos dentro del marco del desarrollo sostenible.

Esta necesidad permitirá acelerar la transición hacia la energía eficiente y renovable, que conlleva innegables beneficios socioeconómicos y ambientales. El ahorro de energía se ha convertido en un tema sumamente importante en nuestra era, con los problemas económicos que se han generado en los últimos años, por lo que es importante evitar el gasto innecesario de los recursos energéticos. Este gasto no sólo se ve reflejado en la economía, sino que va mucho más allá del verdadero problema, el impacto negativo que se produce en nuestro medio ambiente, ya que el uso eficiente de la energía, redundará en la reducción de gases de efecto invernadero.

Tradicionalmente a nuestro país se le ha considerado como un país de vocación agrícola en el que las exportaciones de banano, azúcar, café y cardamomo constituyen las principales fuentes de ingresos. Sabiendo que el café se ha convertido en el producto agrícola de mayor exportación en Guatemala, sumando arriba del 80% del valor total de sus exportaciones, según datos proporcionados por ANACAFÉ 2006, donde la Organización Internacional del Café, Guatemala se encuentra nuevamente en el quinto lugar (con 3.3%) en el ranking mundial de exportadores de café, antecediéndole Brasil, Vietnam, Indonesia y Colombia.

Según estudios del año 2012 realizados por INAB, IARNA-URL, FAO/ Guatemala, en su estudio sobre la oferta y demanda de leña en la República de Guatemala no se tenían

registros de los sectores cafetaleros y de los ingenios azucareros; siendo los dos sectores que más consumen grandes cantidades de energía para poder desarrollar sus procesos productivos, y los cuales no llevan un control adecuado para el uso racional de estos recursos energéticos.

La investigación, tuvo como objetivo realizar un estudio de caracterización de energía en el proceso de producción y procesamiento de café en la finca el Cascajal ubicada en el municipio de Esquipulas, Chiquimula; con el fin de mejorar la calidad operativa del proceso productivo, estableciendo una metodología en la cual se combinaron técnicas de auditorías energéticas y dónde a través de la correcta interpretación de resultados se definieron los lineamientos estratégicos para el ahorro energético de la instalación, apoyando así, el proceso de certificación de la finca actuando bajo los principios de rentabilidad económica y viabilidad ambiental.

La caracterización de energía en la finca El Cascajal, se realizó sobre sus tres principales fuentes energéticas empleadas para el proceso de producción y procesamiento de café, siendo la energía eléctrica, combustibles y leña. A través del diagnóstico realizado durante el ciclo productivo 2013-2014 se determinó que la finca consumió un total de 9, 236,990 MJ, siendo la leña la fuente que representó el mayor consumo con 72% de consumo de energía de la finca equivalente a 6, 646,124 MJ. Sin embargo, es importante mencionar que a pesar que la leña sea el recurso que mayor cantidad de energía que consume la finca, la fuente energética que mayor impacto tiene sobre los costos totales es la energía eléctrica con 1.75%, equivalente a Q. 569,837.00.

Al apoyar la producción sostenible, la finca El Cascajal se debe considerar el establecimiento de un plan de mejora de energía eléctrica, el diseño e implementación de una política de eficiencia energética y la utilización de energías renovables, como alternativa para el uso racional de los recursos energéticos.

2. ANTECEDENTES

El más reciente estudio del balance energético de Guatemala que se cita en el Perfil ambiental de Guatemala 2009, menciona que para satisfacer las demandas de consumo de energía de las poblaciones, el subsistema económico aprovecha las formas primarias de energía, para utilizarlas directamente en la producción de bienes y servicios o para llevarlas a procesos de refinamiento o transformación, con el objeto de convertirlas a formas que le permitan aprovechar el contenido energético de las mismas de mejor manera mediante sus máquinas y aparatos. Lo resultante de esos procesos se conoce como energía secundaria y algunos ejemplos de la misma son los productos derivados del petróleo (gasolina, diésel, entre otros), el gas licuado, y la electricidad, entre otros.

El subsistema social, conformado por los hogares guatemaltecos, es el mayor demandante de energía en el país en forma agregada según IARNA; URL; IIA, 2006. Pese a mostrar en su conjunto una tendencia hacia patrones de consumo energético propios de la adopción de costumbres tradicionalmente más occidentales (caracterizadas por un uso creciente de energía eléctrica para electrodomésticos y combustibles fósiles para la movilización de vehículos), una porción extensa de la población aún está vinculada con la naturaleza, a través del consumo de leña para la cocción de alimentos.

Según IARNA; URL; IIA, 2006, 9 de cada 10 guatemaltecos en el área rural depende de esta fuente energética (6.4 millones de personas) y, en las áreas urbanas, la mitad de la población (3.1 millones de personas) utiliza la dendroenergía, lo que en suma representa casi tres cuartas partes de la población guatemalteca. Esto, según un estudio reciente, se traduce en una presión sobre los recursos forestales del país de alrededor de 20.6 millones de m³ de leña para el año 2006. Lo cual puede tener consecuencias negativas para los bosques del país, debido a que al menos el (42%) (8.6 millones de m³) de este total se obtiene de manera extractiva, lo que implica que es susceptible de ocurrir al margen del control de las autoridades forestales. Desde la perspectiva individual de cada extracción, la obtención de leña es una actividad poco

destructiva, pero el crecimiento demográfico desmedido hace que esas intervenciones sean cada vez más numerosas y que, en conjunto, se conviertan en una fuerte presión.

No obstante, este consumo generalizado de biomasa leñosa para cocinar, en comparación al uso de otros productos, como el gas licuado de petróleo (GLP) tiene una ventaja innegable, relacionada con la protección de esa población ante las distorsiones de precios del petróleo y derivados del mismo que se han dado en los últimos años, lo cual despierta retos inusuales para la formulación de políticas públicas.

Como se evidencia en el siguiente cuadro, la totalidad de los hogares guatemaltecos obtienen alrededor del 84% de sus requerimientos energéticos de la combustión de leña, sin embargo, aunque los porcentajes que representan otras fuentes energéticas parezcan modestos frente al consumo de ésta, no significa que las cantidades para algunos de ellos no sean importantes por sí mismas. Por ejemplo, en el caso de la gasolina, los 20,572.6 TJ que consumen los hogares representan el 54% del consumo total de ese combustible en el país, el cual se utiliza primordialmente para hacer funcionar el parque vehicular.

Cuadro 1. Composición de la demanda energética en los hogares de Guatemala.

Producto Energético	Demanda	
	Terajoules	Porcentaje
Leña	188,501.20	84.04%
Gases de Petróleo y otros hidrocarburos gaseosos	6,784.00	3.02%
Gasolina	20,752.60	9.25%
Gas Oil (Diesel)	1,866.30	0.83%
Kerosina	584.1	0.26%
Otros productos de la refinación del petróleo.	134.5	0.06%
Energía Eléctrica, Vapor y agua caliente	5,673.70	2.53%
Total	224,296.40	100.00%

Fuente: Perfil Ambiental de Guatemala: Tendencias y Reflexiones, con datos de IARNA; URL; IIA, 2006.

De acuerdo con los datos del balance energético nacional, la leña constituyó 73.97% del consumo final de energía en 2005. Le siguió en importancia el diésel oíl con 8.85%; las gasolinas representaron 7.14%; la electricidad con 5.38%y el gas licuado de petróleo (gas propano) con 2.06% según datos de balance energético del MEM, 2010.

Las iniciativas que se tienen al respecto en América Latina y el Caribe para el desarrollo de las energías renovables fue presentado y aprobado en la primera reunión extraordinaria del foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en Johannesburgo en agosto del 2002. Entre sus objetivos está, el de hacer viable un aumento de la participación de las fuentes de energías renovables en las matrices energéticas nacionales de la región a fin de alcanzar en el 2010 una participación mínima del 10% de las fuentes renovables de la Oferta Total de Energía Primaria (OTEP). En la iniciativa se plantea, exigir el cumplimiento por los países desarrollados del compromiso de destinar un 0.7% del PIB de los países industrializados a la asistencia oficial para el desarrollo, promover la entrada en vigor del protocolo de Kyoto; fortalecer o ajustar los sistemas de indicadores de sostenibilidad; implementar el uso en la región de al menos 10% de energía renovable del porcentaje total energético de la región para el 2010, según el estudio Regional sobre energía y cambio climático en Centroamérica, CEPAL, 2011.

Así mismo, en España se ha creado El Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010, en donde se compromete a cubrir con fuentes renovables el 12% del consumo total de energía en 2010 de ese país, objetivo que informa las políticas de fomento de las energías renovables en la Unión Europea desde la aprobación del Libro Blanco en 1997, y que en España fue establecido por la Ley del Sector Eléctrico y dio lugar al mencionado Plan de Fomento. Así mismo, este PER 2005-2010, incorpora los otros dos objetivos indicativos para el año 2010; 29,4% de generación eléctrica son renovables y 5,75% de biocarburantes en transporte adoptados con posterioridad al anterior plan. Los esfuerzos aislados iniciales en Guatemala, para el establecimiento de una política energética, donde la eficiencia aparece como uno de los ejes principales tuvo sus inicios desde al año 2008; y es a partir de esta iniciativa que nace la Política Nacional de Cambio Climático en el año 2009; en donde las medidas de mitigación de dicha política señala un plan nacional para la producción de energía limpia, basado en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, en la eficiencia energética y en el ahorro de energía. Lo que implicaba la necesidad de unificar todos los esfuerzos aislados de diversas instituciones en un Plan Integral de Eficiencia Energética para Guatemala a ser enmarcado en una Ley.

En marzo de 2009, la Comisión Nacional de Energía Eléctrica y el Banco Interamericano de Desarrollo –BID-, suscribieron el convenio de Cooperación Técnica no reembolsable para el desarrollo del Plan Integral de Eficiencia Energética, por un monto de setecientos cincuenta mil dólares (US\$ 750,000.00) de los cuales el BID aporta seiscientos mil dólares (US\$ 600,000.00) y la CNEE (US\$ 150,000.00). El proyecto de Ley se presentó a todos los sectores de Guatemala, en varios seminarios. Se finalizó su elaboración en noviembre 2010 y se remitió al Congreso de la República en febrero de 2011. El objetivo de esta cooperación, es apoyar al gobierno de Guatemala a través de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, en el diseño e implementación de un Plan Integral de Eficiencia Energética (PIEE) para reducir el consumo y optimizar el uso de la energía en Guatemala a través de la implementación de medidas de eficiencia energética, para lo cual se utilizó el financiamiento de la cooperación referida para la contratación de servicios de consultoría, estudios, proyectos piloto y la realización de talleres/seminarios, así como cursos de capacitación para el fortalecimiento institucional y formación de especialistas en eficiencia energética.

Así mismo, la creación de la Política Nacional de Producción más Limpia de Guatemala en su acuerdo gubernativo Número 258-2010 MARN, 2011, en uno de sus objetivos específicos indica “Fortalecer la gestión de la calidad ambiental, promoviendo el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad a escala nacional, regional y mundial, a partir de la incorporación del concepto de producción más limpia en los procesos productivos, fomentando el uso de prácticas innovadoras de gestión ambiental previniendo y minimizando los impactos y riesgos a los seres humanos y el ambiente”.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la contaminación ambiental constituye una de las preocupaciones más importantes a nivel mundial, debido a los efectos que esta produce sobre el equilibrio ecológico, el desarrollo humano y el consecuente cambio climático. El vínculo entre el uso de la energía y el cambio climático es muy fuerte, ya que desde el inicio de la era industrial, el consumo de energía (carbón, petróleo, energía eléctrica y gas natural) ha ido en aumento. La sociedad, tal y como la conocemos hasta ahora, está sustentada en estas fuentes de energía y en ellas hemos basado nuestra economía. Sabiendo que la producción y el consumo energético es una de las causas de las emisiones de gases de efecto invernadero y en consecuencia de lo que hoy conocemos como calentamiento global y cambio climático.

Como sabemos Guatemala ocupa a nivel mundial el segundo lugar en vulnerabilidad ante el cambio climático y no tiene la capacidad de respuesta en infraestructura, asistencia técnica y asesoría para enfrentarlo y amortiguar las pérdidas agrícolas dadas. Como podemos observar actualmente más del 10% del territorio del país está amenazado en mayor o menor grado por eventos de sequía, y esto sucede principalmente en el denominado Corredor Seco que se extiende entre el departamento de San Marcos Oeste, hasta los departamentos de Zacapa y Chiquimula Este, o inundaciones severas en el caso contrario.

Por lo anteriormente, se deben cambiar los hábitos de consumo, ya que el actual modelo energético, está basado en el uso ineficiente de la energía principalmente combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas). Según MARN, 2009 en su informe ambiental del estado de Guatemala GEO; para que exista un Estado ideal, la tasa de crecimiento económico debería estar acompañada de una tasa menor de crecimiento de la demanda de energía, pero en Guatemala ambos están aumentando; la producción de energía en Guatemala aumentó 40% entre 2001 y 2007 (de 6,382.6 a 8,756.2 GWh). En promedio, el 63% de la energía eléctrica producida en ese período se derivó de generación térmica (que usa combustibles derivados del petróleo y carbón mineral), una de las mayores fuentes de contaminación del aire y causa del cambio climático, este aumento en la producción de energía se debió al mayor consumo de energía durante el

período de 2001 y 2006; donde la leña fue la más utilizada, seguida de la gasolina, siendo ambas fuentes altamente contaminantes del aire; por otro lado, el consumo de energía procedente de los derivados del petróleo, el diésel y la gasolina fueron los más utilizados durante el mismo período.

La finca el Cascajal, se dedica a la producción, procesamiento y comercialización de café, esta se encuentra ubicada en el municipio de Esquipulas; dicho proceso de cosecha y beneficiado de café requiere de un alto consumo de energía especialmente la leña, la cual es utilizada en diferentes procesos (preparación de alimentos y secado de café). Además de la leña, en la finca se utilizan otras fuentes de energía como la energía eléctrica y combustibles, los cuales permiten desarrollar dicho proceso. Actualmente la finca se encuentra en un proceso de certificación, mediante el cual se espera generar información en cuanto al consumo energético del proceso de producción de café, que permita conocer los requerimientos energéticos de la finca, con el propósito de formular e implementar planes para disminuir el consumo de energía obtenida a partir de las fuentes empleadas, ya que el desconocimiento de su consumo energético les está generando mayores costos económicos, costos de ineficiencia y la subutilización de recursos energéticos existentes, los cuales ocasionan el incremento en los costos de producción.

Bajo esta perspectiva la finca se interesa por el razonamiento de sus recursos energéticos a través, de una caracterización del consumo energía empleada en el proceso de cosecha y beneficiado de café, convirtiendo el proceso productivo que realizan en una actividad económicamente más rentable y amigable con el medio ambiente; permitiéndole a la vez desarrollar procesos más limpios con un enfoque sostenible, ya que el actuar sobre las ineficiencias tanto en los procesos como en las tecnologías generará ahorros en materia prima, insumos y energía mejorando su capacidad competitiva y su desempeño ambiental.

4. JUSTIFICACION

La energía es la gran fuerza detrás del progreso de la humanidad, ya que durante siglos el ser humano utilizó diversas formas de energía para poder desarrollarse, principalmente madera y otras formas de biomasa; sin embargo, fue a partir de la revolución industrial y de la utilización de nuevas formas de energía, tales como los derivados de los combustibles fósiles, que aceleró el progreso humano a partir del siglo XVIII. Desde entonces la energía es el motor que mueve el desarrollo, pero también es la causa de algunos de los problemas ambientales más graves del planeta, ya que las emisiones Dióxido de Carbono (CO₂) y otros gases que producen estos combustibles están afectando gravemente a la atmósfera y al clima del planeta.

El cambio climático causado por el desmesurado consumo energético, es uno de los problemas ambientales más graves al que nos enfrentamos en la actualidad, ocasionando impactos negativos en alimentación, transporte, salud y demás actividades económicas que ponen en riesgo nuestra sobrevivencia.

Los cambios climáticos que vienen ocurriendo al nivel global están ocasionando efectos adversos sobre los cultivos agrícolas y el café no es la excepción. Estas variaciones del clima se manifiestan en bajas en la producción, rendimiento y calidad de los productos. Como consecuencia se reflejará en la escasez del producto, disminución de los abastos y un posible aumento en los precios a los consumidores.

Es por eso que la finca El Cascajal, como la más importante productora de café en la región ha decidido tener mejores controles en sus actividades productivas, principalmente en los elementos básicos de producción; de tal manera que sus recursos energéticos se tornan en un componente de vital importancia para mantener su imagen dentro del mercado nacional como el internacional.

Actualmente la finca se encuentra dentro del proceso de certificación para la implementación del Módulo Clima de la Red de Agricultura Sostenible de Rain Forest Alliance, dentro de este proceso de certificación ambiental es necesario caracterizar y cuantificar la energía empleada en su proceso productivo, con el fin de hacer un mejor

uso de sus insumos energéticos a través del establecimiento de lineamientos para su racionalización.

Por tal razón la finca reviste de importancia el generar información que permita estimar el consumo de energía a partir de las fuentes utilizadas en el proceso y producción de café, para la creación de un historial de consumo energético a partir del cual se podrán tomar decisiones para el uso racional de energía dentro de la finca y otras instituciones afines al tema e interesados en el uso razonable de la energía en los procesos productivos. Así mismo, con la información que se generó durante el desarrollo de la investigación, se establecieron los lineamientos y estrategias generales, que permitirán a la finca avanzar dentro del proceso de certificación ambiental, generando un valor agregado a sus productos a partir de un proceso de producción más limpia.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar el consumo energético de la finca el Cascajal a partir de las diversas fuentes utilizadas en la producción y procesamiento de café para apoyar la sostenibilidad del proceso de producción.

5.2 Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de consumo energético en el proceso de producción y procesamiento del cultivo de café, para el análisis del ciclo de consumo energético de la finca El Cascajal.
- Estimar el impacto de los costos de energía en relación a los costos de producción del cultivo de café.
- Proponer estrategias para el uso racional de la energía dentro de la finca el Cascajal, en el proceso de producción del cultivo de café.

6. MARCO TEORICO

6.1 La energía

La energía se define como la capacidad de realizar trabajo, de producir movimiento, de generar cambio. Es inherente a todos los sistemas físicos, y la vida en todas sus formas, se basa en la conversión, uso, almacenamiento y transferencia de energía.

Puede presentarse como energía potencial (energía almacenada) o como energía cinética (energía en acción), siendo estas dos formas interconvertibles, es decir, la energía potencial liberada se convierte en energía cinética, y ésta cuando se acumula se transforma en energía potencial. La energía no puede ser creada ni destruida, sólo transformada de una forma en otra (Primera Ley de la Termodinámica).

Según su origen puede ser:

- Energía química, es la contenida en los compuestos químicos y que a través de distintos procesos, susceptible de ser liberada.
- Energía nuclear, contenida en los núcleos atómicos y liberada a través de los procesos de fisión y fusión nuclear. Es también llamada energía atómica.
- Energía eléctrica, es la que se manifiesta como resultado del flujo de electrones a lo largo de un conductor.
- Energía mecánica, es la producida por la materia en movimiento.
- Energía radiante, está contenida en los distintos tipos de radiación electromagnética.

Estas formas son interconvertibles, y son ejemplo de ello la conversión de:

- Energía nuclear en energía eléctrica, producida en las centrales nucleares.
- Energía química en energía mecánica, producida en motores de combustión.
- Energía eléctrica en energía radiante (luz y calor), producida en las lámparas.

La evolución de la humanidad ha estado ligada a la utilización de la energía en sus distintas formas. El hombre moderno ha aprendido a usar esas diferentes formas de energía y a transformarlas de un tipo a otro según Melendi, D, s.f.

6.2 Fuentes de energía

Las fuentes de energía se pueden dividir en dos grandes subgrupos, permanentes (renovables) y temporales (no renovables).

6.2.1 La energía como un recurso no renovable

Los combustibles fósiles son recursos no renovables. No podemos reponer lo que gastamos. En algún momento se acabarán, y tal vez sean necesarios millones de años para contar nuevamente con ellos. Son aquellas cuyas reservas son limitadas y se agotan con el uso. Las principales son la energía nuclear y los combustibles fósiles (el petróleo, el gas natural y el carbón).

6.2.2 La energía como un recurso renovable

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, la biomasa y los biocombustibles.

6.3 Energías alternativas

Un concepto similar, pero no idéntico es el de las energías alternativas. Una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación. Según esta definición, algunos autores incluyen la energía nuclear dentro de las energías alternativas, ya que generan muy pocos gases de efecto invernadero.

El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía de las que se abastece la sociedad se agotan. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son

finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener energía, éstas serían las energías alternativas.

Por otra parte, el empleo de las fuentes de energía actuales, tales como el petróleo, gas natural o carbón acarrea consigo problemas como la progresiva contaminación, o el aumento de los gases de efecto invernadero.

La producción de energías más limpias, alternativas y renovables no es por tanto una cultura o un intento de mejorar el medio ambiente, sino una necesidad a la que el ser humano se va a ver obligado a adaptarse.

6.4 Administración de la energía

La administración de la energía en cualquiera de sus manifestaciones, repercute directamente en los costos de producción, el proceso de administración de los recursos energéticos, consiste en la aplicación de las diversas técnicas que permitan alcanzar la máxima eficiencia en el uso de estos; es decir, utilizar de manera óptima y adecuada cada energético en la planta industrial, edificio comercial o público, hospital, club, hotel, entre otros.

6.5 Diagnóstico energético

Dada la importancia de la energía en el desarrollo del proceso de café, se hace de vital importancia aplicar medidas para su ahorro, y para esto recurrimos a los diagnósticos energéticos. CONUEE, 2011 (Guía para realizar diagnósticos energéticos en instalaciones).

El diagnóstico energético es el instrumento imprescindible para saber cuánto, cuándo, cómo, dónde y por qué se consume la energía, así como la forma para establecer el grado de eficiencia en su utilización. Se refiere a la etapa fundamental de la gestión energética, implica el análisis histórico del uso de energía relacionado con los niveles de producción y el estudio detallado de las condiciones de diseño y operación de los

equipos, sistemas y procesos involucrados en la actividad industrial o empresarial. El diagnóstico energético debe proponer las acciones y medidas correctivas que han de aplicarse para superar las condiciones actuales de operación energética, establece la factibilidad técnica y económica de realizarlas, así como la evaluación económica de las mismas, determinando los parámetros de rentabilidad de cada acción. Para ello, se requiere tanto de una inspección minuciosa de las instalaciones como de un análisis energético detallado de los consumos y la forma en que se usa la energía. Las medidas que se implementen como resultado del diagnóstico energético, permitirán alcanzar ahorros significativos en el corto, mediano y largo plazo, como se observa en la guía para realizar diagnósticos energéticos en instalaciones, CONUEE, 2011.

6.6 Definiciones técnicas

- **Energía:** Capacidad de los cuerpos para producir cambios en su alrededor.
- **Energía eléctrica:** Se denomina energía eléctrica la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos; cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico y obtener un trabajo.
- **Factor de potencia:** Se puede definir como la relación que existe entre la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KVA) y es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil.
- **Watts:** El vatio o watt es la unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. Su símbolo es W. Es el equivalente a 1 julio por segundo (1 J/s) y es una de las unidades derivadas. Expresado en unidades utilizadas en electricidad, el vatio es la potencia producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 VA).
- **Potencia:** Potencia sea eléctrica o mecánica significa la rapidez con la que se realiza un trabajo. Siempre se realiza trabajo cuando una fuerza provoca

movimiento. Si se emplea una fuerza mecánica para levantar o mover una pesa, se hace trabajo. Sin embargo, la fuerza ejercida sin causar movimiento como la fuerza de un resorte en tensión entre dos objetos inmóviles no es trabajo.

- **Luminarias:** Unidades completas de iluminación que están formadas por una o varias lámparas con accesorios diseñados para distribuir la luz, ubicar y proteger las lámparas, y conectar las mismas a la fuente de alimentación.
- **Refrigeración:** Proceso por el que se reduce la temperatura de un espacio determinado y se mantiene esta temperatura baja con el fin, por ejemplo, enfriar alimentos, conservar determinadas sustancias o conseguir un ambiente agradable.
- **Temperatura:** Es la escala usada para medir la intensidad del calor, es el indicador que determina la dirección en que se moverá la energía de calor. También puede definirse como el grado de calor sensible que tiene un cuerpo en comparación con otro.
- **Potencia reactiva:** Es la potencia que no se traduce en trabajo útil, pero representa la interacción de la energía magnética que hace posible el funcionamiento de las máquinas eléctricas. Se representa en los sistemas de potencia, como una reactancia”.
- **Combustibles fósiles:** Son depósitos geológicos de compuestos orgánicos mineralizados (hidrocarburos), fruto de la descomposición de plantas y animales durante cientos de millones de años sometidos al calor y la presión de numerosas capas de sedimentos de la corteza terrestre que así sufrieron una transformación química y biológica y acabaron transformándose en petróleo, carbón y gas natural.
- **Biomasa:** Es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial formada en algún proceso biológico o mecánico,

generalmente, de las sustancias que constituyen los seres vivos (plantas, ser humano, animales, entre otros), o sus restos y residuos. El aprovechamiento de la energía de la biomasa se hace directamente (por ejemplo, por combustión), o por transformación en otras sustancias que pueden ser aprovechadas más tarde como combustibles o alimentos.

6.7 Energía en la producción de café

La demanda de energía no sólo ha tenido que crecer en la industria, sino también en los consumidores de los productos manufacturados, dado que éstos precisan mayoritariamente energía para cumplir con su finalidad. Para satisfacer esta demanda no sólo de bienes, sino de exigencia de nuevos niveles de confort, se hace precisa una mayor generación y oferta de energía. Considerando la importancia de la caficultura nacional, es crucial mantener la búsqueda de opciones sostenibles para ser competitivos como país productor.

Por lo anterior Anacafé, busca oportunidades estratégicas para mejorar la situación energética a través de dos líneas de acción:

- Opciones de energía renovable afines a la caficultura, buscando tecnologías compatibles y con ventajas competitivas en función de los bienes y servicios que la caficultora proyecta a nivel nacional.
- Reducción de costos de energía a través de uso óptimo de energía (renovable y también no renovable) dentro de la agroindustria cafetalera.

6.8 Producción más limpia

Según MARN, 2011 dentro de su Política Nacional de Producción más Limpia, citado del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); la producción más limpia puede definirse como la estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios, para la reducción del impacto al medio ambiente de las diferentes actividades que el ser humano realiza en su proceso evolutivo. Así mismo se

refiere a la optimización de recursos y reducción de los riesgos al ser humano y su entorno.

- En los procesos de producción, la producción más limpia aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones.
- En el desarrollo y diseño del producto, la producción más limpia aborda la reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final.
- En los servicios, la producción más limpia aborda la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios.

La producción más limpia tiene como propósito integrar los objetivos ambientales en el proceso de producción para reducir desechos y emisiones en lo que se refiere a la cantidad y toxicidad y así reducir los costos. Comparada con la eliminación por servicios externos o tecnologías al final-del-tubo, presenta varias ventajas:

- La PML presenta un potencial de soluciones para mejorar la eficiencia económica de la empresa pues contribuye a reducir la cantidad de materiales y energía usados.
- Debido a una exploración intensiva del proceso de producción, la minimización de desechos y emisiones generalmente induce un proceso de innovación dentro de la compañía.
- Puede asumirse la responsabilidad por el proceso de producción como un todo; los riesgos en el campo de responsabilidad ambiental y de eliminación de desechos pueden minimizarse.
- La minimización de desechos y emisiones es un paso hacia un desarrollo económico más sostenido.

Las modificaciones del producto pueden llevar a una situación ecológica altamente mejorada en cuanto a la producción, utilización y eliminación del producto. Ellas pueden llevar a la sustitución del producto por otro, a la longevidad aumentada al usar materiales diferentes o cambiar el diseño del producto. En este contexto, el término de "diseño ecológico" ha ganado en importancia en los años recientes. Sin embargo, muchas compañías están muy renuentes a modificar sus productos.

- Las modificaciones del proceso pueden ayudar grandemente a reducir desechos y emisiones. Por el proceso, se entiende el proceso de producción completo dentro de la compañía que comprende todo un conjunto de medidas: La buena administración de materias primas y materiales del proceso, incluyendo los cambios en el nivel organizativo: en la mayoría de los casos éstas son económicamente las medidas más interesantes y pueden ser puestas en práctica muy fácilmente. Pueden incluir entrenamiento y motivación del personal, cambios con respecto al funcionamiento de los equipos, instrucciones de manipulación para materiales y recipientes, entre otros.
- La sustitución de materias primas y materiales del proceso, las materias primas y los materiales del proceso que son tóxicos o dificultan el reciclaje pueden sustituirse a menudo por otros menos dañinos, lo que ayuda a reducir los volúmenes de desechos y emisiones.
- Las modificaciones tecnológicas, éstas pueden ir de simples actividades de reconstrucción a extensos cambios del proceso de producción. También incluyen muchas medidas de ahorro de energía.

6.9 Normas de caficultura sostenible: C.A.F.E. Practice Program

Es un programa de verificación de la empresa Starbucks Coffee Company, el programa de C.A.F.E. Practices asegura que el café que Starbucks compra es un café que ha sido cultivado y beneficiado de forma sostenible, para lo cual se examinan diversos aspectos económicos, sociales y ambientales relacionados con la producción de café. Estos aspectos se evalúan frente a un conjunto definido de indicadores detallados en

las Tarjetas de Puntuación Genérica y para Pequeños Productores de C.A.F.E. Practices. De acuerdo con un estudio de impacto realizado por Conservación Internacional, el programa de C.A.F.E. Practices ha beneficiado de modo significativo a más de un millón de trabajadores empleados por las fincas participantes. Para ampliar sus requerimientos se describen de manera general los componentes del mismo. En la versión de noviembre de 2004, los Lineamientos Generales de la Evaluación y la Verificación de C.A.F.E Practices se centraron en cuatro áreas temáticas. Según ANACAFÉ, 2004.

- Calidad del producto (pre requisito)
 - Café oro o verde, tipo de café estrictamente duro, Preparación Europea (EP).
 - Sin defectos como, granos negros, dañados por insectos o por hongos, quakers, quebrados, etc.
 - Perfil de taza, representa un sabor y carácter único del país o región de origen.
 - Rechazados como, fermentado, fruty, sabor a cebolla, fenólico, medicina, a saco, a sucio, etc. Todos los contratos están sujetos a la aprobación de las muestras. Éstas no deben de pesar menos de 300 gr que representen 1,000 sacos.
- Responsabilidad económica (pre requisito) Demostración de transparencia económica. Asegurar la equidad de la distribución del beneficio financiero para cada uno de los participantes de la cadena del suministro.
- Responsabilidad social Se refiere al bienestar de los trabajadores, salario mínimo / horas extras / contrataciones justas, libertad de asociación. No trabajo infantil / no discriminación. Acceso a vivienda / agua potable / servicios sanitarios. Acceso a educación / capacitación / cuidados médicos. Seguridad y calidad de vida. La empresa cafetalera que no cumpla, no califica como proveedor estratégico o preferencial.

- Liderazgo ambiental en el cultivo del café y en el proceso de beneficiado húmedo y seco; cultivar, producir, cosechar y procesar café, evitando impactos en los recursos naturales renovables, por ejemplo el suelo donde se debe mejorar y conservar la fertilidad.
 - Agua, tener todos los cuidados para protegerla y minimizar su uso en general.
 - El Bosque, tomar en cuenta su conservación.
 - Biodiversidad, también considerar sus mejoras e incrementarla dentro y fuera del cafetal.
 - Desechos, con buen manejo minimizando los impactos ambientales.
 - Energía, fomentar la conservación y su producción de fuentes renovables sin afecciones ambientales. Clasificación de los “status” de los proveedores de Starbucks, en función de la nota del resultado de la evaluación o verificación:

Estratégicos, (80% de promedio por área o más. Son verificados cada 3 años).

Preferenciales, (60-80% de promedio en cada área. Son verificados cada año).

Verificados, (menos de 60% de promedio de cada área. Se verifican cada año).

Condicional, es el que ya fue verificado, pero aún no tiene su “status” y éste necesita realizar negociaciones con Starbucks.

El programa impulsado por la exportadora ANACAFE, 2014 clasifica los tipos de café según su calidad y buenas prácticas laborales, ambientales y de producción. Estos índices tienen una relación muy directa con lo establecido por la producción más limpia, con la diferencia que en la segunda, se hace énfasis en procedimientos preventivos durante la producción.

7. MARCO REFERENCIAL

7.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en la Finca “El Cascajal”, se encuentra ubicada en la aldea San Nicolás del Municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, en el oriente de Guatemala, Centro América. Situada a 8 kilómetros de la cabecera municipal de Esquipulas y a 230 km de la Capital de Guatemala.

El Municipio de Esquipulas está situado en la parte sur-oriental del departamento de Chiquimula, República de Guatemala, Centro América, en el área del Trifinio de las líneas divisorias entre las repúblicas de El Salvador, Honduras y Guatemala, a una altitud que oscila entre los 600 y 2,500 msnm en las montañas más altas.

Colinda al Norte con los Municipios de Olopa, Jocotán y Camotán del departamento de Chiquimula. Al Sur con municipio de Metapán, El Salvador. Al Oriente con los departamentos de Copán y Ocotepeque, Honduras y al Poniente con el municipio de Concepción las Minas y parte de Quezaltepeque del departamento de Chiquimula, Guatemala.

Geográficamente el área de estudio se encuentra delimitado dentro del sistema coordinado GTM de la siguiente manera.

Cuadro 2. Coordenadas geográficas de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

Coordenada X	Coordenada Y
629272.896	1610931.93

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Entre una latitud Norte de 14° y 15° y una longitud Oeste 89° y 90°. (Anexo 1).

7.2 Vías de acceso

Para ingresar a la finca El Cascajal, se llega por la ruta CA-10, que conduce hasta el municipio de Esquipulas, hasta llegar a la carretera asfaltada que se dirige hacia la frontera de Agua Caliente, Honduras donde en el kilómetro 227.5 se encuentra habilitado un camino de terracería transitable por vehículos de doble tracción en la aldea Atulapa. Así mismo, en el kilómetro 227.5, se toma un desvío de terracería que se encuentra a mano izquierda de 1 km, después del badén del río que lleva el mismo nombre, donde se encuentra el área del beneficio húmedo de café y las oficinas centrales de la finca. (Anexo 2).

7.3 Extensión de la finca El Cascajal

La finca El Cascajal cuenta con una extensión territorial aproximadamente de 654.88 Ha, contando con 286.92 Ha de plantación de café, 348.38 Ha. de bosque natural y con 19.58 Ha. de guamil, según Recinos Jiménez FJ, 2013. Tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Sectores y subsectores de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

No.	Sector	Sub-Sector
1	El Cascajal	El Pino
		El Barrial
		El Cerro
		Guinellal
		Matasano
		Zompopero
		Miramundo I
		El Zarzalòn
2	El Miramundo	El Guayabito
		Miramundo II
		Las Comadritas
3	Las Nubes	El Nuez
		Las Nubes
		El Tecomapa
4	La Casona	La Casona

Fuente: Recinos Jiménez FJ, 2013.

7.4 Características biofísicas del área de estudio

7.4.1 Condiciones climáticas

Esquipulas tiene un clima muy variable, entre cálido, templado, húmedo y seco, su temperatura promedio es de 25°C, bajando hasta 10°C ocasionalmente. Con un invierno benigno, especialmente el de las estribaciones de sus montañas, las de La Granadilla que favorecen al clima de la ciudad, también las de Miramundo y San Isidro por el lado de la zona de Chanmagua. Los meses más calientes son marzo y abril y los más fríos diciembre y enero. La época lluviosa es de mayo a octubre, con semanas de chubascos en noviembre, diciembre y enero, que se conoce como lluvias temporales. Cuenta con una precipitación promedio anual de 2,000 mm. La velocidad del viento en promedio es de 6.8 Km /h con dirección dominante Noreste, según SIAM, 2011 (Diagnóstico Ambiental de Esquipulas).

7.4.2 Zona de vida

Según el diagnóstico ambiental de Esquipulas 2011, en el municipio de Esquipulas se identifican tres de las cinco zonas de vida reportadas en el departamento de Chiquimula, las cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Identificación de Zonas de Vida de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula, 2014.

Zona de Vida	Área en Km2	Porcentaje del área que cubre el departamento
Bosque Húmedo Subtropical templado (bh-St)	452.932	18.90%
Bosque muy húmedo montano bajo	67.088	2.80%
Bosque húmedo muy Húmedo montano bajo	11.98	0.50%

Fuente: SIAM, 2011 (Diagnóstico Ambiental Esquipulas).

Así mismo, según Figueroa Cerna JC, 2014. Por su condición topográfica la finca el Cascajal se encuentra ubicada en la zona de vida Bosque húmedo subtropical templado *bh-S (t)*. Esta zona de vida se caracteriza por lluvias frecuentes especialmente entre los meses de mayo y noviembre. La bio-temperatura oscila entre 20° y 26° C. Los terrenos que abarca son de relieve ondulado y accidentado.

7.5 Recursos naturales

7.5.1 Hidrología

Según Casasola Garza AK, 2013; el sistema de red hídrica de la finca el Cascajal está formado por diferentes nacimientos (permanentes y efímeros) y por una quebrada principal, que se encuentra dentro de la micro cuenca llamada “ Quebrada Agua Caliente”, la cual pertenece a la zona de recarga hídrica de la cuenca del río Olopa.

El agua es utilizada para las diferentes labores de la finca y para las instalaciones y del beneficio de café, la cual es captada directamente de la parte baja del río Atulapa, para sus diferentes usos.

Dentro del área de la finca El cascajal se identifican un total de 12 nacimientos, que abastecen de agua los distintos procesos de producción de café de la finca. A continuación se muestra como están distribuidas las fuentes de agua por sector.

Cuadro 5. Distribución de fuentes de agua por sector de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

No.	Sector	Fuentes de agua
1	Cascajal	2
2	La Casona	0
3	Miramundo	8
4	Las Nubes	2
Total		12

Fuente: Casasola Garza AK, 2013.

7.5.2 Flora

Según Figueroa Cerna JC, 2014, citado del inventario de vida silvestre realizado por FUNDAECO en el año 2009. La finca El Cascajal posee remanentes boscosos de pino encino y sotobosque, convertidos en hábitats de muchas especies de aves tanto residentes como migratorias.

El área se caracteriza por una diversidad de especies nativas que forman parte de ecosistema natural, resaltando por su importancia las especies de ciprés (*Cupressus lusitanica*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), llorón (*Cornus disciflora*), duraznillo (*Calatolala evigata*), roble amarillo (*Quercus oleoideshcletedal*) entre otras.

Aparte de las especies maderables que constituyen un hábitat de numerosas especies de aves, se integran a la flora numerosos helechos y más de cien especies de orquídeas, siendo la (*Ornithocephalus cascajalensis*), la orquídea representativa de la empresa.

7.5.3 Fauna

Dentro del área de la finca se encuentran ciento setenta y seis especies de aves identificadas, entre residentes y migratorias, las cuales forman parte del inventario realizado por la Fundación para el Desarrollo y la Conservación que pueden ser admiradas en el bosque latifoliado y en las plantaciones de café, convirtiéndose en excelente refugio debido a su extensa variedad de hábitats y estratos de vegetación. Es importante resaltar el incremento sustentable del número de especies de la familia (*Parulidae*) y la presencia del (*Vermivora chrysostera*), que es un chipe vulnerable a nivel mundial, según FUNDAECO, 2009.

La finca El Cascajal es además el refugio natural de mamíferos y otras especies animales que son protegidas como el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), mapaches (*Procyonlotor*), comadreas (*Mustela frenata*), cotuzas (*Dasyproctata punctata*) y jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), que son una especie de felino de pelaje

pardo a negro uniforme, cuyo estado de conservación es altamente preocupante según FUNDAECO, 2009.

7.5.4 Suelo

La finca el cascajal cuenta con una extensión territorial de 654.88 Ha, y las categorías de uso de suelo identificadas según el USDA, para finca El Cascajal corresponden a las categorías: IV (Para cultivos con métodos especiales), V (Pastos), VI (Para bosques productores) y VII (Para bosques de protección). Con porcentajes de presencia del 12.54%, 41.49%, 30.83% y 14.84%, respectivamente como lo muestra Sancé N, 2009.

Las clasificaciones taxonómicas de suelos encontradas en la finca son: entisoles, inceptisoles, andisoles y alfisoles; en un porcentaje de presencia del 40.0%, 18.22%, 38.46% y un 3.33%, respectivamente. Sancé N, 2009.

- Entisoles, los suelos presentan un proceso de acidificación progresiva, probablemente asociado al uso de fertilizantes de efecto residual ácido y a la falta de uso adecuado de enmiendas para mejorar la condición del suelo y la fertilidad. Estos suelos están localizados en los sectores de la finca: Zarzalón, La Casona, El Matasano, El Sompopero, El Guineal, El Cerro y El Barrial.
- Inceptisol, los suelos presentan un proceso de acidificación progresiva, probablemente asociado al uso de fertilizantes de efecto residual ácido y a la falta de uso adecuado de enmiendas para mejorar la condición del suelo y la fertilidad. Este tipo de suelo están situados en: La Casona, El Barrial, El Sompopero, Anexo Abel, El Cerro, El Guineal, Miramundo I, Miramundo II, El Guayabito, El Nuez, Tecomapa y las Nubes.
- Andisol, los suelos presentan un proceso de acidificación progresiva, probablemente asociado al uso de fertilizantes de efecto residual ácido y a la falta de uso adecuado de enmiendas para mejorar la condición del suelo y la fertilidad. Sectores como: Miramundo II, El Nuez, Tecomapa y las Nubes.

Los suelos presentan un proceso de acidificación progresiva, probablemente asociado al uso de fertilizantes de efecto residual ácido y a la falta de uso adecuado de enmiendas para mejorar la condición del suelo y la fertilidad, según Sancé N, 2009.

7.5.5 Recursos físicos

En el área de la finca se cuenta con maquinaria y equipo básico, para desarrollar actividades agrícolas, específicamente del cultivo de café:

- Equipo y herramienta agrícola, bombas de mochila, bombas de motor, azadones, piochas, palas, chuzos. Vehículos; pick up y motocicleta.
- Equipo de oficina, computadoras, scanner, impresora, aires acondicionados, cañoneras, archiveros, escritorios, cámaras digitales, material didáctico, cafetera, dispensador de agua.
- Maquinaria y equipo, GPS, tractores, tecnología avanzada para los procesos de producción de café.
- Vehículos, tipo pick-up, camiones doble eje, motocicletas.
- Servicios, internet, teléfono fijo y móvil, energía eléctrica mediante una planta generadora de energía.

7.6 Investigaciones relacionadas con el tema

El tema central de esta investigación es la realización de un diagnóstico energético con el objetivo de caracterizar el consumo de energía en los procesos productivos de café, sin embargo por ser un tema relativamente nuevo existe muy poca información relacionada al mismo; no obstante podemos mencionar algunos estudios hechos que pueden servir de guía para la realización de esta investigación.

7.6.1 Caracterización energética de Guatemala

Romel, A. 2008; realizó la investigación que tiene como título caracterización energética de Guatemala, dónde se realizó una caracterización energética de Guatemala, tomando en consideración tanto las energías renovables como no renovables para evaluar el potencial de energías renovables en el país, para reducir el consumo de energías no sustentables. Según la investigación realizada se concluyó que Guatemala tiene alta dependencia energética en productos derivados de petróleo, que en su totalidad son importados y sobre los cuales no se tiene incidencia directa en su control de precios; así mismo los recursos energéticos renovables en Guatemala (excluyendo la leña), son utilizados principalmente en centrales de generación de energía eléctrica, y aproximadamente 50% de la energía eléctrica producida en Guatemala proviene de este tipo de recursos.

La biomasa tradicional (leña) es el factor que amortigua la demanda de energía en Guatemala, sin embargo su utilización no se realiza de forma sostenible, lo cual la convierte en un recurso no renovable a menos que se tomen las medidas necesarias para corregir esta dificultad. Guatemala tiene un gran potencial energético renovable, principalmente hidráulico y geotérmico, que en forma factible se pueden instalar 6,000 MW para generación de energía eléctrica, y en un mediano plazo depender de menos de 30% de combustibles fósiles para generación de electricidad; sin embargo; las barreras que existen para el desarrollo de las energías renovables son principalmente: la falta de conocimiento de las tecnologías, la falta de capacidad institucional y técnica y las barreras políticas, sociales, culturales, financieras y económicas.

7.6.2 Análisis de mejoramiento de eficiencia energética en planta papelera de Chile

Pereira, J. 2012; llevó a cabo la investigación con el título de análisis de mejoramiento de eficiencia energética en planta papelera en el país de Chile, con el objetivo de evaluar el mejoramiento de la eficiencia energética de la planta papelera en su totalidad. Con dicho estudio se concluyó La eficiencia energética es un concepto amplio, transversal en la industria y un gran desafío en términos medioambientales para

estas instituciones y por supuesto también para las entidades gubernamentales. Cuando se habla de eficiencia energética hay que tener presente una serie de parámetros que se conjugan. Además del análisis de inversiones, donde se analizan costos y beneficios, es necesario ver el proceso de forma integral y cíclica. Esto es, desde la gestión humana, hasta los procesos netamente mecánicos que están involucrados. Así, es importante destacar el papel que juega el mantenimiento de los equipos que operan en un proceso industrial.

7.6.3 Estudio sectorial regional sobre energía y cambio climático en Centroamérica

El estudio titulado energía y cambio climático en Centroamérica realizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, tiene como objetivo construir escenarios de muy largo plazo para el desarrollo energético para los siete países que conforman Centroamérica (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá). Los escenarios energéticos de muy largo plazo deben entenderse como líneas evolutivas probables que permiten evaluar, en cada uno de los países, la participación del sector energía en la emisión de GEI. Estas líneas evolutivas permiten hacer estimaciones sobre el impacto de políticas y estrategias energéticas, incluyendo programas específicos de mitigación de GEI. De igual forma, las líneas evolutivas pueden servir de base para evaluar los efectos económicos del cambio climático en actividades específicas de las industrias energéticas, siempre que se cuente con estimaciones de los impactos esperados en dichas actividades. Y donde se concluyó que la oferta de energía primaria corresponde a las fuentes disponibles (renovables y no renovables, autóctonas e importadas) antes de los procesos de transformación. La oferta de energía primaria en la subregión alcanzó 142,5 millones de barriles de petróleo equivalente (Mbep), cifra 12,3% superior a 2007. La biomasa continúa siendo la principal fuente de energía primaria pues representa el 62,4%, seguido de las fuentes hidráulicas y geotérmicas (electricidad primaria), 22,4%, la tercera y cuarta posición corresponde a los hidrocarburos y al carbón mineral con 11,8% y 2% respectivamente, y para otros el 1,3% restante.

8. MARCO METODOLOGICO

8.1 Descripción de la metodología

La metodología utilizada para la investigación se fundamenta en el procedimiento por la CONUEE (Comisión Nacional para el uso eficiente de la Energía) de la ciudad de México, 2011. (Guía para realizar diagnósticos energéticos en instalaciones), adaptada al sistema de producción y procesamiento de café.

8.1.1 Área de estudio

La investigación se desarrolló dentro de la finca El Cascajal, ubicada en el municipio de Esquipulas y la cual se dedica al corte y procesamiento de café, esta se divide en el área donde se realiza la selección del grano y corte de café y el beneficio húmedo donde se lava y se seca el grano para su posterior comercialización.

8.1.2 Energía

Durante el proceso de café se necesita energía, principalmente para funcionamiento de las máquinas de despulpado, y en una cantidad menor al momento de secado. También se consideró la energía utilizada para cocción de alimentos que consume la mano de obra que trabaja en la producción de café dentro de la finca.

8.1.3 Identificación de las principales fuentes de consumo energético

Las fuentes de consumo energético se pueden dividir en dos grupos, energías primarias las cuales hacen referencia aquellas que se pueden obtener directamente de la naturaleza tales como la energía hidráulica o solar, la leña y otros combustibles vegetales o las obtenidas después de un proceso de extracción como el petróleo, carbón mineral y la geo energía.

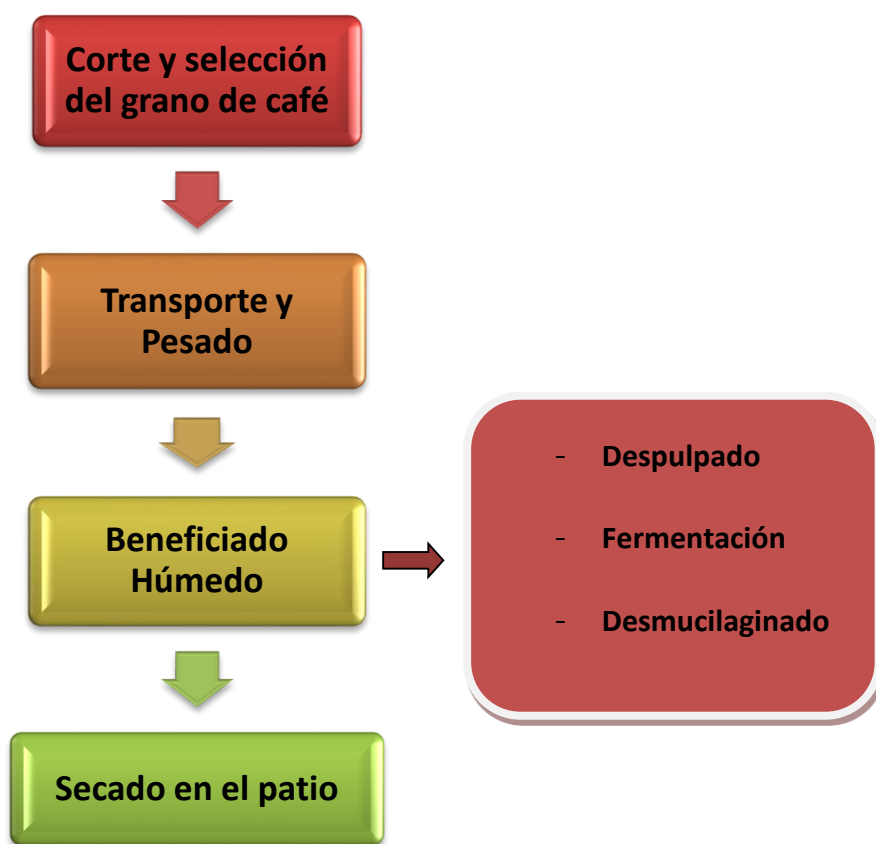
Y las energías secundarias tales como la electricidad, productos derivados de petróleo como el gas licuado de petróleo, las gasolinas, el kerosene, el diésel oíl. Según informe balance energético del Ministerio de Energía y Minas, 2010.

Para la identificación de las fuentes de energía se realizó un recorrido en conjunto con el administrador de la finca y de acuerdo a las diferentes actividades que se desarrollan durante todo el proceso de producción y procesamiento de café se identificaron 3 fuentes energéticas principales empleadas para la producción de café, las cuales fueron:

- **Energía eléctrica:** La cual es utilizada durante el proceso de beneficiado húmedo y para procesos administrativos de la empresa. Es utilizada en las oficinas y en la maquinaria empleada en el beneficio húmedo.
- **Combustibles fósiles (Combustibles):** Principalmente empleada en vehículos, bombas de motor, Maquinaria y en cocina.
- **Biomasa (Leña):** Este recurso energético es empleado principalmente para cocción de los alimentos de los trabajadores que se dedican al corte y secado de café así como en actividades de mantenimiento de la finca, y en cierta proporción se utiliza para secado de café (aunque actualmente ya no se emplea para secado); debido a que el café es secado al sol y en algunas ocasiones se emplea biogás con cascarilla de café, sin embargo se determinó la cantidad empleada únicamente para cocción de alimentos ya que representa el mayor consumo de leña para la finca según información proporcionada por el administrador.
- **Energía solar:** Es empleada para el secado de café, en donde el café o el grano es tendido en el patio de la finca para que pierda su humedad y esté listo para ser comercializado, emplean esta técnica debido a que el comprador prefiere este tipo de método para el pre secado del grano y así poder darle ellos el tratamiento de acorde a sus requerimientos.

A continuación se muestra el diagrama sobre el proceso de producción de café y las áreas de consumo energético. Donde el proceso de corte y selección se consume leña como recurso energético para la alimentación de los trabajadores, en el transporte y pesado del grano se consume principalmente combustible diésel, en el beneficiado húmedo que incluye las actividades de despulpado, fermentación, el quitar el mucilago del grano y el lavado se emplea principalmente energía eléctrica por los motores y las bombas, durante el secado no se consume energía ya que este se lleva a cabo en el patio y en una cantidad menor se secan con el cascabillo de café.

Figura1. Diagrama sobre el proceso de producción de café.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

8.1.4 Planificación

Posteriormente de identificar las fuentes se realizaron reuniones con el administrador de la finca, para coordinar y concertar citas con los responsables de cada sector en el proceso de la producción y procesamiento del café. Además se realizaron visitas a las áreas y lugares correspondientes de consumo de energía de la finca, para determinar las condiciones de operación y así verificar la disposición de información correcta del historial del consumo energético durante el año de producción, lo cual nos permitió alcanzar resultados confiables. También se estableció un cronograma de trabajo, acorde a las fechas programadas por el administrador de la finca.

8.1.5 Determinación del muestreo

Se determinó la cantidad de días para el estudio tomando en cuenta que el proceso de producción de café está dividido en dos temporadas: la temporada (alta o de cosecha) y la temporada (baja o de mantenimiento). Empleando el análisis estadístico llamado Bola de nieve, el cual es una técnica de muestreo no probabilístico utilizada por los investigadores para identificar a los sujetos potenciales en estudios donde los sujetos son difíciles de encontrar, este tipo de técnica funciona en cadena. Según Explorable.com, 2009.

Dónde se aplicó el siguiente análisis estadístico:

- **Para la temporada alta o de cosecha.** Primero determinamos la cantidad de días de la temporada alta de producción (cosecha), considerando que esta inició el 10 de octubre del 2013 y finalizó el 27 de marzo del 2014, Se pudo determinar que el total de días de producción alta fue de 167 días. Posteriormente se determinó que la muestra representativa para monitorear el proceso eran de 20, los cuales se distribuyeron dentro de los 167 días ya calculados para que fuera representativo para esto se aplicó la siguiente fórmula:

$$k= N/n$$

Dónde “N” representó el total de días de análisis que son los 167 días de la cosecha; También “n” represento el número de días de muestra en este caso son 20 días, lo cual se determinó que sería representativo dentro del estudio.

Y la constante “K” me indica el día en que se inició el estudio, así como cada cuanto tiempo debió llevarse el control y evaluación de la medición dentro de los 167 días como se mencionó anteriormente.

Aplicando la formula tuvimos como resultado lo siguiente:

$$K = 167 \text{ días cosecha} / 20 \text{ días de muestreo} = 8.35$$

Según este método sólo se permiten números enteros, debido a que representan días de muestreo, por lo que redondeamos a 8.

Esto se representa de la siguiente manera:

Cuadro 6. Calendarización para muestreo temporada de cosecha finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10
1	9	17	25	33	41	49	57	65	73
DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20
81	89	97	105	113	121	129	137	145	153

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Es de observar que únicamente se van sumando el número que se obtuvo de la formula el día que se tomó como día inicial y esto me ayuda a definir cuantos días se desean observar y de acuerdo al número de día que toco sería se calendarizaron las fechas a partir del mes de diciembre. Por lo que el monitoreo en temporada alta, según lo analizado se realizó cada ocho días es decir una vez a la semana y se compara con el primer día de muestreo.

- **Temporada baja o de mantenimiento**

El mismo procedimiento se realizó en la temporada de mantenimiento, únicamente que la temporada Baja o de mantenimiento la cual inicia a partir del 28 de marzo al 9 de octubre del 2014. A partir de lo cual se calculó que está duraba 193 días, y tomando en cuenta los mismos factores donde son 20 días de muestreo se obtiene lo siguiente:

$$K = 193 \text{ días mantenimiento} / 20 \text{ días de muestreo} = 9.65$$

Aproximamos el valor de K= 10

Por lo que el monitoreo dentro del periodo de estudio en la temporada baja fue cada diez días como se muestra a continuación:

Cuadro 7. Cuadro de calendarización de muestreo en temporada de mantenimiento finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10
1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20
101	111	121	131	141	151	161	171	181	191

Fuente: Elaboración propia, 2014

8.1.6 Recopilación de datos del consumo energético

Se recopiló información respecto a las fuentes de energía (eléctrica, combustible y leña) utilizada en la finca El Cascajal del municipio de Esquipulas, en su proceso de producción de café (cosecha y beneficiado), necesaria para conocer el historial energético de la Finca.

Para este punto se requirió la obtención de información relevante de consumo de energía de las diferentes fuentes identificadas, a través de una inspección individualizada llevada a cabo de la siguiente manera.

8.1.6.1 Energía eléctrica

Para cuantificar el consumo de energía eléctrica como primero paso se realizó un análisis del historial de consumo eléctrico basándonos en las facturas emitidas por la empresa distribuidora de electricidad ENERGUATE cosecha 2013-2014.

Como segundo paso se realizó un inventario del equipo eléctrico, se inspeccionó las instalaciones de iluminación (contabilización de la luminarias existentes, determinando la cantidad y la potencia de consumo); se inspeccionó las instalaciones de aire acondicionado (contabilizando los sistemas y la potencia), también se inspeccionaron los equipos que consumen energía y se emplean en el proceso de producción y procesamiento de café (bombas y motores); y otros mecanismos que consumen energía como: computadores, electrodomésticos y otros equipos utilizados, con el objetivo de analizar el estado físico actual de dichos componentes, las condiciones de operación y las pérdidas energéticas por deterioro y obsolescencia. Para lo cual se elaboró una boleta para recopilar la información requerida por equipo. Anexo 3 y 4.

8.1.6.2 Inspección de suministro de combustibles

Se determinó el consumo mensual de combustible en galones, empleado durante todo el proceso de producción y procesamiento de café en la finca, mediante la creación de un registro mensual (base de datos) de combustible el cual fue implementado por los administrativos de la finca; con lo cual se logró determinar el consumo de combustible en máquinas, bombas, motores, y otros equipos empleados en dicho proceso; Así mismo el consumo de combustible por transporte del producto y de vehículos empleados para el mantenimiento y administración de la finca y así poder determinar el consumo energético.

8.1.6.3 Recopilación de datos de consumo de leña

Para poder cubicar la leña se utilizó el método de cubicación de leña apilada para palito y troza utilizada por el Instituto Nacional de Bosques (INAB). Según el Instituto de Bosques, la madera para leña según el origen, puede catalogarse de dos formas: la

leña originaria de las ramas y el fuste, y la originaria de las puntas del árbol, denominadas respectivamente leña de palito y leña en trozo o rajada. Según INAB, 2004.

Por lo que para la cubicación de la madera en troza y de palito según la guía del INAB se procedió de la siguiente manera.

- **Leña apilada rajada (Troza):** Si se trata de leña rajada apilada se forma un rectángulo y se miden las tres dimensiones (alto, ancho y largo) en metros, multiplicándose entre sí para obtener el volumen aparente. Posteriormente, se multiplica el volumen obtenido de las dimensiones por el factor de apilamiento en este caso de 0.784 ya establecido por el INAB, para considerar únicamente el volumen de madera sólida de acuerdo a la fórmula siguiente.

$$V = \text{Ancho (m)} \times \text{Alto (m)} \times \text{Largo (m)} \times 0.784$$

- **Leña apilada de palito:** En el caso de la leña apilada en palito, la cual es la que se obtiene de las ramas de los árboles, deberá realizarse la misma medición que en el caso anterior variando para ello el factor de corrección, para la obtención del volumen de la madera sólida, en este caso el factor de apilamiento empleado es de 0.5.

$$V = \text{Ancho (m)} \times \text{alto (m)} \times \text{largo (m)} \times 0.5$$

Por lo que para la recopilación de los datos de la leña, según el método del Instituto Nacional de Bosques, se establecieron tarimas adaptadas a las necesidades del volumen de consumo de cada sector de la finca. Posteriormente se determinó el volumen de leña utilizada en el proceso y producción de café principalmente para la alimentación del recurso humano de la finca como parte del proceso de producción de café, para eso se elaboró un formato de recopilación de información, dónde se consideraron diferentes factores tales como la especie de leña utilizada, si es rajada o

de palito, la cantidad de persona y el volumen de leña consumido por una semana. Anexo 5 y 6

8.1.7 Análisis de las fuentes de energía

Para representar el consumo energético en una sola dimensional (mega joule) se utilizó el programa diseñado en Excel por el Dr. Jon Hillier y sus colegas en el grupo de modelización ambiental en la facultad de ciencias biológicas de la universidad de Aberdeen, Escocia llamada CoolFarmTool aplicada a diferentes granjas dedicadas a la producción; para eso se tomó como dimensional en energía eléctrica los kilovatios hora consumidos durante todo el año, para los combustibles se utilizó la dimensional en litros sabiendo que un galón contiene 3.786 L, se realizó la conversión y se determinó el consumo en litros al año, y por último en cuanto al consumo de leña se utilizó la dimensional en Kg, por lo cual tuvimos que cambiar la dimensional en volumen por peso, sabiendo que 1m³ sólido equivale a 750 kg de leña con un 40% de humedad, se convirtió los m³ a kg de leña. FAO, 1983.

8.1.8 Estimación de costos energéticos sobre los costos de producción

Se determinaron los índices de consumo fijando los costos energéticos por fuente y comparando con los costos de producción.

Para la estimación se hizo por fuente energética de la siguiente manera.

- **Energía Eléctrica:** Se determinó el costo por uso de esta fuente en base a la facturación mensual proporcionada por ENERGUATE, con tarifa MTDp registrada como actividad económica de Beneficios de café.
- **Combustibles:** Se estimó el costo promedio por galón del ciclo 2013-2014 según las estadísticas de hidrocarburos proporcionada por el Ministerio de Energía y Minas un promedio de 31 Quetzales/Galón, esto se multiplicó con el total de galones consumidos por la finca de octubre 2013 a septiembre 2014.

- **Leña:** Para estimar el costo de la leña del ciclo productivo se tomó como base el estudio realizado por la Universidad Rafael Landívar y el instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), sobre el Mercado de leña en el área rural y urbana donde se estimó que el promedio para un volumen de 1m³ de leña de sombra, es de Q.195.39, este dato se multiplicó al volumen total consumido por la finca para estimar el costo total de este recurso energético. Según URL; IARNA, 2009.
- **Costos Totales:** Para estimar los costos totales de la finca El Cascajal, como primer paso se determinó el costo unitario por quintal de café pergamino seco, dónde según datos de ANACAFÉ, el costo unitario del quintal de café pergamino seco para la región de Esquipulas se encuentra en un promedio de Q. 700.00; sin embargo para la finca el Cascajal según datos proporcionados por la administración, el costo unitario por quintal de café pergamino seco es de Q.827.00 (ciclo productivo 2013-2014) debido a que sus procesos son más tecnificados que las fincas tradicionales de la región, ya que dicha finca debe cumplir con estándares de alta calidad por las certificaciones que ha obtenido como empresa productora y procesadora de café a nivel internacional.

Teniendo el costo unitario de café pergamino seco, se determinó la cantidad de quintales de café pergamino producidos durante este ciclo productivo, haciendo la relación que por cada 4.5 quintales de café cereza producidos se produce 1 quintal de café pergamino seco. Por lo tanto los costos fueron divididos en:

- Costos de procesamiento por producción (cantidad que la finca el Cascajal produce y procesa).
- Costos de procesamiento por compra, debido a que la finca compra café a fincas aledañas para su procesamiento y venta.
- Costos Totales, dónde se toma en cuenta tanto la cantidad que se produce y procesa.

- **Costos energéticos sobre los costos de producción:** Para estimar los costos energéticos sobre los costos de producción se utilizó el programa Microsoft Excel, a partir del cual se pudo obtener estadísticamente el porcentaje que representa cada fuente sobre los costos totales.

8.1.9 Lineamientos para el uso racional de la energía

De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación, se planteó una propuesta viable técnica, económica y ambientalmente factible que permita hacer un uso racional de la energía empleada en el proceso de producción de café de la finca El Cascajal.

8.1.10 Socializar la información

Se socializó la información obtenida de la cuantificación energética, con el personal de la finca El Cascajal, con el objetivo que estos conozcan el estado del consumo de energético, para asegurar que los resultados obtenidos sean confiables e identificar las ineficiencias existentes por el mal manejo de los recursos en el consumo energético de la finca y que consideren las propuestas para el ahorro energético más factibles para ellos.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la metodología “Guía para realizar diagnósticos energéticos en instalaciones” diseñada por la CONUEE (Comisión Nacional para el uso eficiente de la Energía de la ciudad de México), y la cual fue adaptada al sistema de producción y procesamiento de café de la finca el Cascajal se identificaron 3 fuentes energéticas empleadas por la finca para el desarrollo de su proceso productivo (energía eléctrica, consumo de leña y uso de combustible), a continuación se muestran los resultados de la caracterización de cada una de estas fuentes.

9.1 Consumo energético en la finca El Cascajal

Las áreas de consumo energético identificadas dentro de la finca son:

- Área administrativa la cual se divide en oficinas administrativas, dormitorios para el personal, y sala de conferencias.
- Área de producción o área productiva la cual se subdivide sectores (dónde se lleva a cabo el proceso de corte y selección de grano).
- Área de despulpado.
- Área de secado.
- Laboratorio de agua.
- Sistema de producción de biogás y tratamiento de aguas mieles.
- Área de empaque.
- Área de almacenaje.

9.1.1 Consumo de energía eléctrica en la finca El Cascajal

La caracterización del consumo de energía eléctrica dentro de la finca El Cascajal se llevó a cabo como se describe a continuación:

a) Inventario del sistema de iluminación

Se realizó el inventario del sistema de iluminación, a partir del cual se pudo determinar la cantidad y estado de los bombillos y lámparas, tanto en el área administrativa como en el área productiva, estimando el consumo en kilovatios/hora al día, mes y año.

En el cuadro 8, se presenta el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación con el cual se determinó que dicho sistema consume un total de energía eléctrica de 151.26 kw/h al día, equivalentes a 4,545.78 kw/h por mes, y a 42,831.36 kw/h al año, dónde el área con mayor consumo de energía eléctrica es el área de beneficiado y área de secado al patio que representa el 25.87% del consumo total de energía, debido a la iluminación que se requiere en las mismas, seguidamente el área circundante al sistema de biodigestor y al sistema de tratamiento de aguas mieles con un 19.92% del consumo total por la misma causa mencionada anteriormente.

Cuadro 8. Consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación en las instalaciones de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

No.	Área de la finca	kwh/día	kwh/mes	kwh/año	Porcentaje (%)
1	Oficinas Administrativas	8.26	247.80	2,973.60	6.94
2	Dormitorios de personal de la finca	8.38	251.40	3,016.80	7.04
3	Sala de Conferencias	0.16	4.68	56.16	0.13
4	Beneficiado de café (área de secado en el patio)	30.78	923.40	11,080.80	25.87
5	Despulpado	26.10	783.00	4,698.00	10.97
6	Área circundante al sistema de tratamiento de las aguas mieles y Biodigestor	23.70	711.00	8,532.00	19.92
7	Laboratorio de agua	2.25	67.50	810.00	1.89
8	Área de empaque	12.90	387.00	4,644.00	10.84
9	Área de almacenaje	39.00	1,170.00	7,020.00	16.39
Total		151.53	4,545.78	42,831.36	100.00

Fuente: Elaboración propia (2014).

b) Inventario de equipos eléctricos en la finca El Cascajal

Los equipos eléctricos que se utilizan en la finca para el proceso de producción y beneficiado de café es otra fuente importante de consumo de energía eléctrica. Este inventario se llevó a cabo en las diversas áreas de la finca tales como el área administrativa donde se identificaron: equipos de cómputo, equipos de impresión, aires acondicionados y equipos domésticos. Dentro del área productiva se identificaron: equipos de bombeo y motores eléctricos en la proceso de producción y beneficiado de café.

En el cuadro 9, se presenta el consumo de energía eléctrica de los equipos con que cuenta la finca El Cascajal, donde se puede observar que el consumo total de la finca es de 242, 960.40 kw/h por año, donde el 91.36 % de la energía se consume en el área beneficiado de café, por los equipos utilizados en el proceso, los cuales debido a su capacidad de funcionamiento tienen un alto consumo de energía. El área de oficinas y administración consume el 8.64% correspondiente a 20,995.00 kw/h al año, dicho consumo se debe a los equipos que se utilizan como: computadoras, equipos de impresión y domésticos, los cuales requiere menor consumo de energía para su funcionamiento.

Cuadro 9. Consumo de energía eléctrica por equipos de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

No.	Área de la finca	kwh/día	kwh/mes	kwh/año	Porcentaje anual de consumo (%)
1	Oficinas y área administrativa	58.32	1,749.60	20,995.20	8.64
2	Área de despulpado	1,233.14	36,994.20	221,965.20	91.36
Total		1,291.46	38,743.80	242,960.40	100.00

Fuente: Elaboración propia (2014).

En el cuadro 10, se observa el consumo total de energía eléctrica en la finca El Cascajal de acuerdo al inventario realizado en los sistemas de iluminación y equipos eléctricos, de acuerdo a ellos el sistema de iluminación consume el 14.99% y los equipos eléctricos el 85.01% del total de energía requerida para su funcionamiento.

Cuadro 10. Estimación de consumo total de energía eléctrica a partir del diagnóstico energético de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

No.	Forma de consumo	Consumo de energía eléctrica kw/ha	Porcentaje (%)
1	Sistema de iluminación	42,831.36	14.99
2	Equipos eléctricos	242,960.20	85.01
Total		285,791.56	100.00

Fuente: Elaboración propia (2014).

c) Análisis del consumo de energía eléctrica a partir de la facturación en el ciclo productivo 2013-2014.

Como parte de proceso de investigación se realizó un análisis de la facturación emitida por la empresa responsable del transporte y distribución de energía “ENERGUATE”, donde se analizó la información de forma mensual de cada uno de los documentos que evidencian los pagos realizados por la finca El Cascajal por concepto de energía eléctrica.

En el cuadro 11, se presenta el historial de consumo de energía eléctrica durante el ciclo productivo 2013-2014, donde se puede observar que el mayor consumo de energía se realiza durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo. Dónde el consumo total de energía eléctrica es de 288,300 kw/h por ciclo productivo; el cual es ligeramente superior al consumo de energía eléctrica determinado a partir del inventario del sistema de iluminación y equipos. Es importante indicar que los meses donde se presentó menor consumo corresponden de abril a noviembre, debido a que durante este período no se desarrolla el proceso de beneficiado de café.

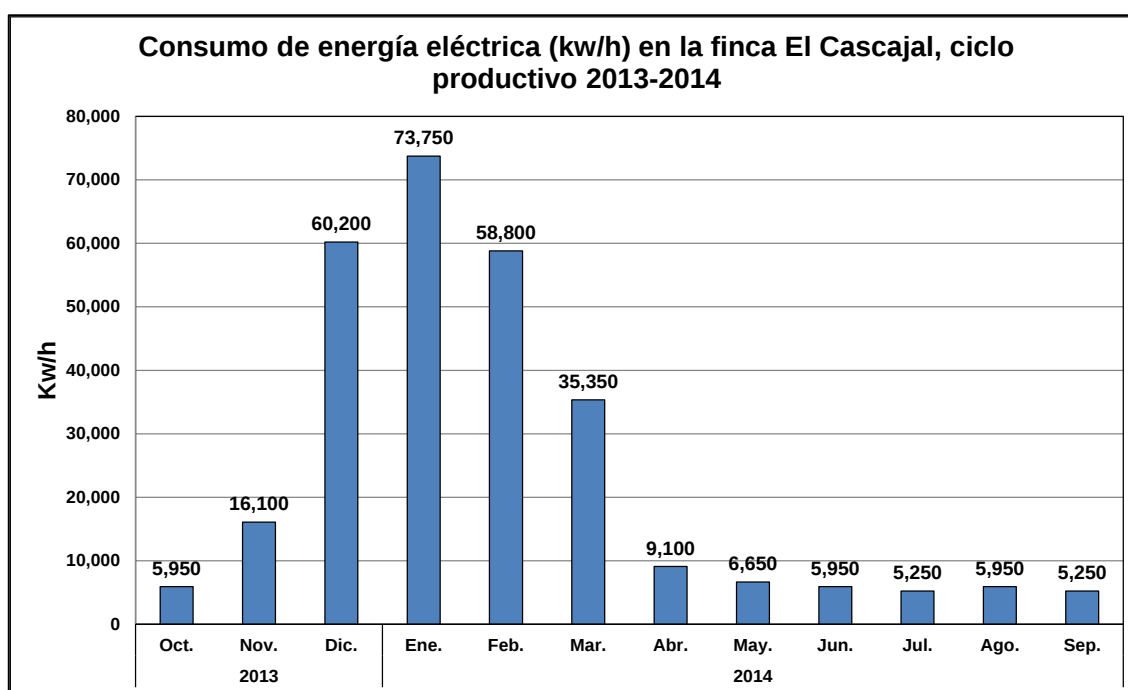
Cuadro 11. Historial de consumo de energía eléctrica a partir del análisis de la facturación en el ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

Año	Mes	Oficinas y beneficio (energía eléctrica) kwh/mes	Porcentaje (%)
2013	Octubre	5,950	2.06
	Noviembre	16,100	5.58
	Diciembre	60,200	20.88
2014	Enero	73,750	25.58
	Febrero	58,800	20.40
	Marzo	35,350	12.26
	Abril	9,100	3.16
	Mayo	6,650	2.31
	Junio	5,950	2.06
	Julio	5,250	1.82
	Agosto	5,950	2.06
	Septiembre	5,250	1.82
	Total	288,300	100.00

Fuente: Elaboración propia, (2014).

En la gráfica 1, se observa el historial del consumo de energía eléctrica de la finca El Cascajal del ciclo productivo (2013-2104), el cual inicia en el mes de octubre (2013) y finalizó en el mes de septiembre (2014), durante el cual se consumió 288,300 kw/h al año, siendo los meses de noviembre y diciembre (2013), enero, febrero y marzo (2014), correspondientes al período de cosecha y beneficiado de café, donde se presentan un mayor consumo de energía eléctrica, siendo el mes de enero (2014), con más alto consumo 73,750 kw/h.

Gráfica 1. Consumo de energía eléctrica del ciclo productivo 2013-2014, en la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.



Fuente: Elaboración propia (2014).

9.1.2 Consumo de combustible

Para cuantificar este recurso energético dentro del proceso de producción y procesamiento de café de la finca El Cascajal, se realizó una base de datos del uso de combustible; a partir de la cual se determinó que en un 86.83% del combustible que se emplea dentro de dicho proceso es diésel, utilizado principalmente para el funcionamiento de la maquinaria pesada y vehículos de la finca, y un 13.17% del combustible empleado es de tipo regular, el cual es utilizado únicamente para el funcionamiento de las bombas de fumigar.

En el cuadro 12, se presenta el consumo de combustible según su uso durante el ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, en el cual se puede observar que el consumo total de la finca es de 10,779 gal/año, dónde el 63.26% se consume a partir del uso de vehículos, los cuales se emplean principalmente para el transporte de insumos dentro del proceso productivo, así como, el transporte de café dentro de la finca; la maquinaria pesada consume el 23.57% y bombas de fumigar consume el 13.17% del combustible empleado en la finca, siendo el mes de noviembre (2013), dónde se muestra el mayor consumo con un total de 1,318 gal y presentando el menor consumo durante el mes de mayo con un total de 625 gal.

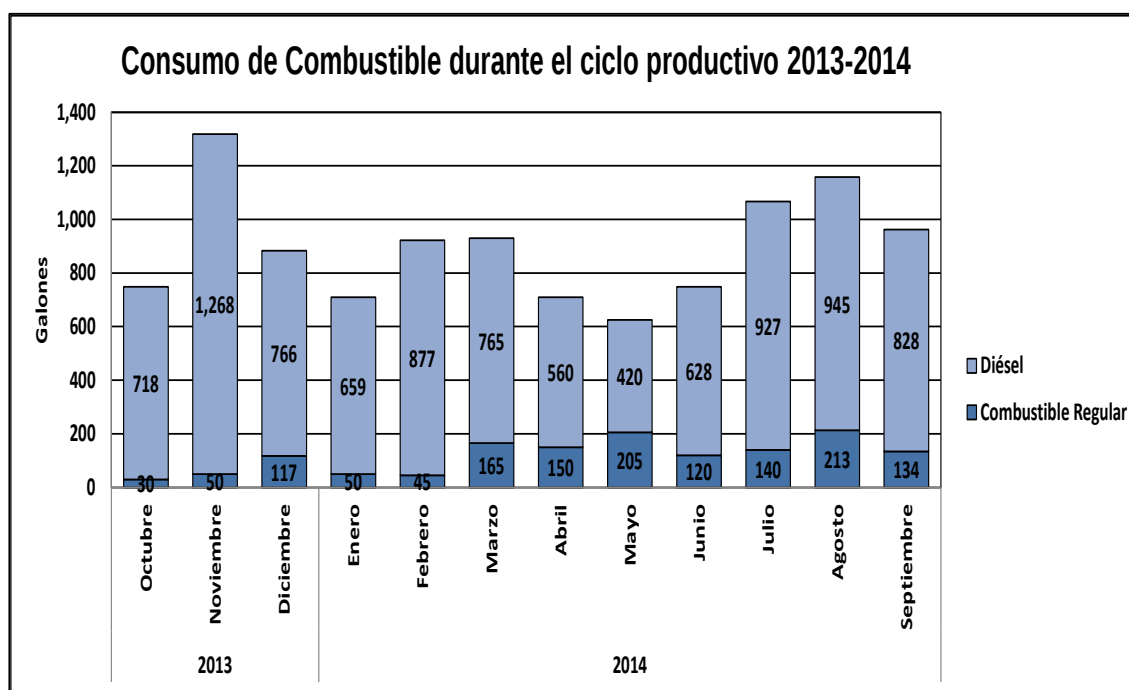
Cuadro 12. Consumo de combustible según su uso durante el ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

Año	Mes	Bombas de fumigar (gal)	Maquinaria pesada (gal)	Vehículos (gal)	Total mensual (gal)
2013	Octubre	30	10	708	748
	Noviembre	50	704	564	1,318
	Diciembre	117	30	736	883
2014	Enero	50	5	653	708
	Febrero	45	76	801	922
	Marzo	165	16	749	930
	Abril	150	40	520	710
	Mayo	205	60	360	625
	Junio	120	30	598	748
	Julio	140	412	515	1,067
	Agosto	213	560	385	1,158
	Septiembre	134	598	230	962
Total		1,419	2,541	6,819	10,779
Porcentaje		13	24	63	100

Fuente: Elaboración propia, (2014).

En la gráfica 2, se observa el historial de consumo de combustible de la finca El Cascajal del ciclo productivo 2013-2014, durante el cual se consumió 10,779 gal de combustible, presentando su mayor consumo durante los meses de noviembre, julio agosto y septiembre, siendo el mes de noviembre (2013) con más alto consumo 1,318 gal de combustible 50 galones de tipo regular y 1,268 galones de diésel.

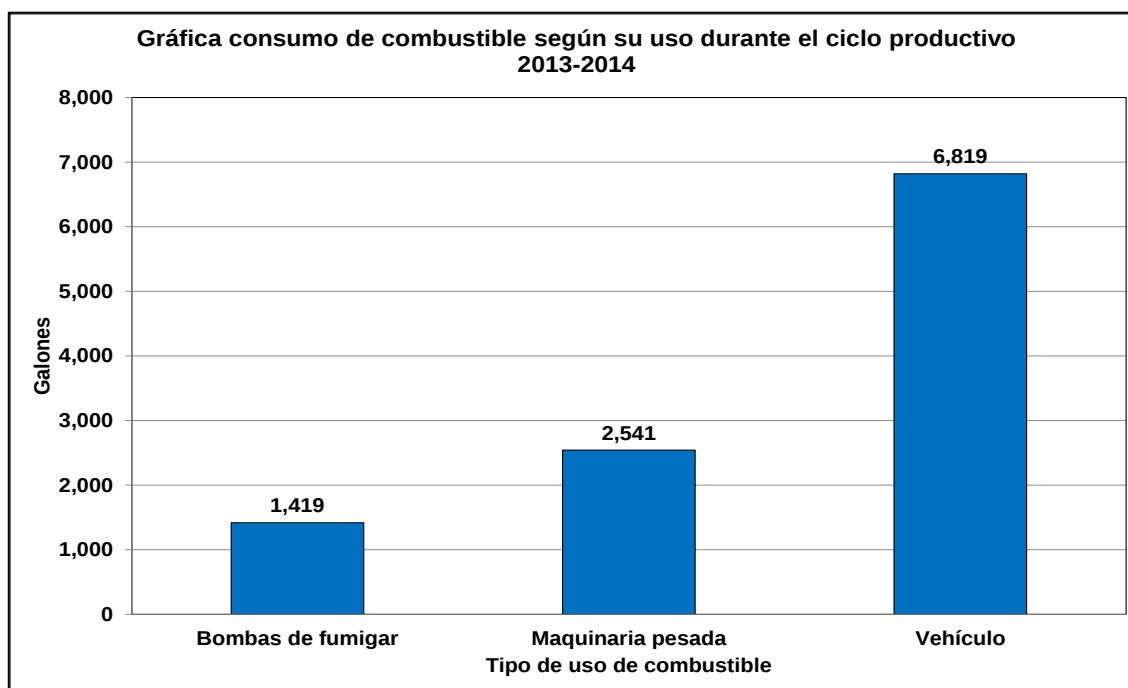
Gráfica 2. Consumo de Combustible durante el ciclo productivo 2013-2014 en la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.



Fuente: Elaboración propia, (2014).

En la gráfica 3, se observa el consolidado anual del consumo de combustible de la finca El Cascajal según su uso del ciclo productivo (2013-2014), durante el cual se consumió un total de 10,779 galones. Dónde la fuente de mayor consumo para este recurso es el uso de vehículos consumiendo un total de 6,819 galones, seguido del uso de maquinaria con 2,541 galones de diésel y las bombas de fumigar con 1,419 galones de combustible tipo regular.

Gráfica 3. Consolidado anual de combustible según su uso durante el ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.



Fuente: Elaboración propia (2,014).

9.1.3 Consumo de leña en la finca El Cascajal.

Cómo parte del proceso de investigación se realizó un análisis del recurso leña como fuente energética dentro del proceso de producción y procesamiento en la finca El Cascajal, para lo cual se establecieron diferentes tarimas para la cubicación de la leña según el método del INAB, en los diferentes sectores en los cuales se divide la finca estos son 4: El Cascajal, Las Nubes, La Casona y sector Miramundo. Dónde se determinó que este recurso se emplea principalmente en el área de la finca dónde se lleva a cabo el proceso de selección y corte de grano, siendo utilizado para la cocción de los alimentos de los trabajadores.

El consumo de este recurso fue expresado en por volumen en metros cúbicos, tomando en cuenta características como la especie de leña aprovechada, tipo de leña si es rajada (fuste) o de palito (ramas), número de personas alimentadas y el volumen consumido. (Anexo 5).

En el cuadro 13, se presenta el consumo de leña por sector de la finca El Cascajal durante el ciclo productivo 2013-2014, durante el cual se consumió 681.83 metros cúbicos, dónde se pudo observar que el mayor consumo de leña se presentó en el sector el Cascajal con un 41.55% del consumo, seguidamente el sector Las Nubes 22.40%, el sector Miramundo con un 19.45%, y en el sector de menor consumo que fue el de La Casona con el 16.60 % del consumo total.

Cuadro 13. Consumo de leña por sector, finca El Cascajal Esquipulas, Chiquimula 2014.

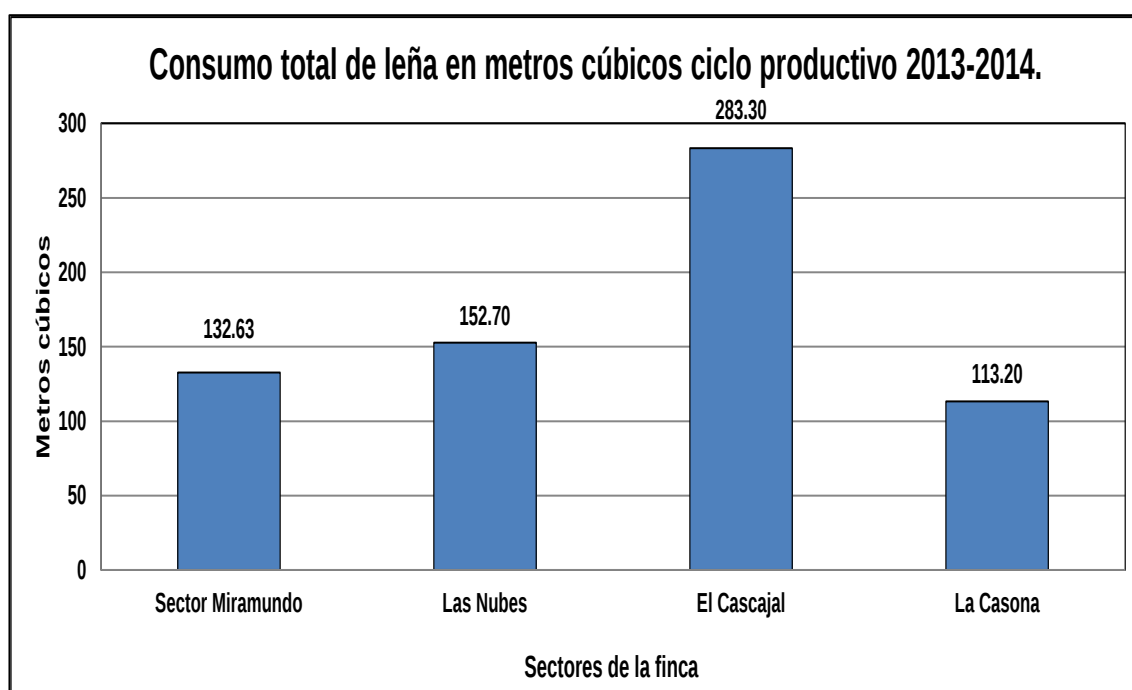
Año	Mes	Consumo de leña por sector de la finca El Cascajal en metros cúbicos (m3)				Total de consumo mensual (m3)
		Sector Miramundo	Sector Las Nubes	Sector El Cascajal	Sector La Casona	
2013	Octubre	13.22	14.50	21.70	12.30	61.72
	Noviembre	15.70	15.80	23.10	12.80	67.40
	Diciembre	24.78	25.80	26.20	16.90	93.68
2014	Enero	17.34	20.20	24.30	13.80	75.64
	Febrero	11.44	16.40	21.50	11.90	61.24
	Marzo	13.20	15.20	28.10	10.20	66.70
	Abril	7.30	10.80	22.0	7.50	47.60
	Mayo	4.00	7.10	26.10	3.20	40.40
	Junio	4.63	6.40	28.80	7.70	47.53
	Julio	4.50	2.10	24.00	4.60	35.20
	Agosto	4.30	3.10	24.70	4.10	36.20
	Septiembre	12.22	15.30	12.80	8.20	48.52
Total		132.63	152.70	283.30	113.20	681.83
Porcentaje (%)		19.45	22.40	41.55	16.60	100.00

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Estas diferencias en el volumen de consumo se deben a las distintas cantidades de personas por sector. Se determinó que el mes de mayor consumo de leña en tres de los sectores de la finca se dio durante el mes de diciembre, podemos tomar en cuenta que es uno de los meses de mayor producción por eso tanto la cantidad de personal como de consumo de este recurso aumenta, a la vez que factores climáticos también pudieron influir, ya que la finca se encuentra dentro de un clima templado y este recurso también se empleó para la generación de calor para el personal. Así mismo, se observa que en uno de los sectores el mes de mayor consumo fue en junio, esto se debe a que aunque ya inicio la temporada de mantenimiento, la realización de actividades como la poda, raleo, fumigación y abonado por inicio de temporada de lluvia requiere de mayor contratación de personal, por ende el consumo de leña destinada a la alimentación también tiende a aumentar.

En la gráfica 4, se observa que el consumo de leña durante el ciclo productivo de café (2013-2104), se consumió un volumen total de 681.83 m³ de leña, siendo el sector el Cascajal el de mayor consumo con un volumen promedio de 283.30 m³, en contra parte el sector que presento el índice más bajo de consumo fue el sector la casona con un volumen promedio de 113.20 m³.

Gráfica 4. Consumo de leña ciclo productivo 2013-2014, de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.



Fuente: Elaboración propia, (2014).

9.2 Análisis de las fuentes de energía

Se llevó a cabo el proceso de análisis por fuente energética empleada por la finca durante el ciclo productivo 2013-2014, a partir del cual se unificó en una sola dimensional en este caso expresada en Mega Julios MJ siendo la unidad derivada del sistema internacional para medir energía. Este análisis nos permitirá ver donde existe el mayor consumo de los recursos energéticos dentro del proceso de producción 2013-2014, para establecer los puntos críticos del proceso y las medidas necesarias a implementar para la mejora y uso racional de los mismos.

En el cuadro 14, se presentan las equivalencias de energía expresadas en mega julios MJ, por fuente empleada durante el ciclo productivo de la finca El Cascajal, utilizando la herramienta coolfarmtool se unificaron los diferentes valores energéticos consumidos para comparar las diferentes fuentes energéticas, dónde se puede observar que durante este ciclo la finca consumió un total de 9,236,990 MJ, siendo la leña la fuente de mayor consumo energético con un total de 6,646,124 MJ, seguido por el uso de combustibles con 1,552,986 MJ y la energía eléctrica con 1,037,880 MJ.

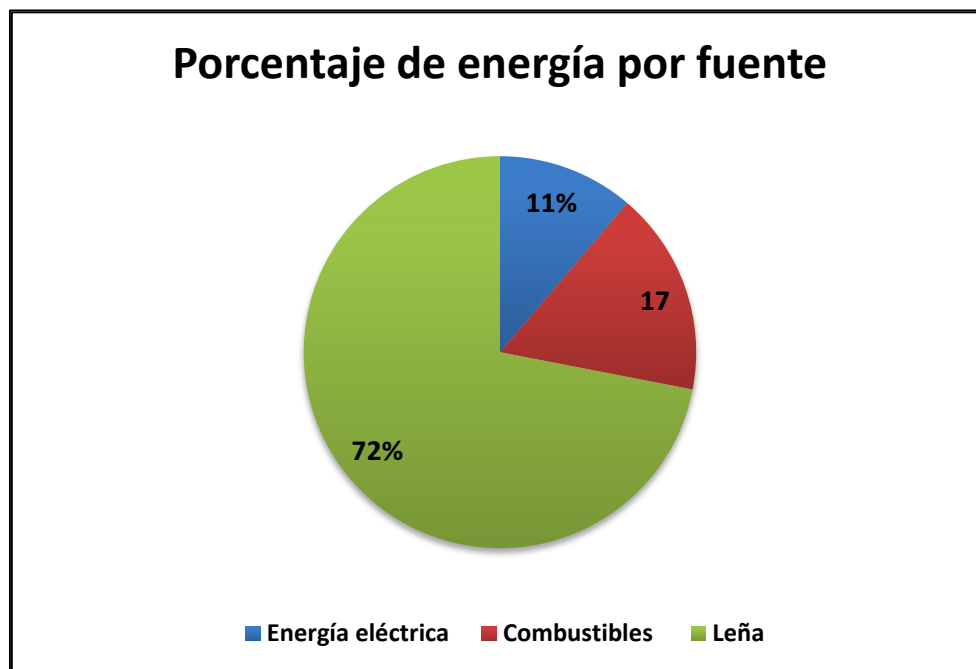
Cuadro 14. Equivalencias de energía en mega julios por fuente empleada en la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

Fuente energética	Consumo de energía			
	Cantidad	Dimensional	Equivalente en Mega Joules (MJ)	Porcentaje de energía (%)
Energía eléctrica	288,300.00	Kwh	1,037,880.00	11
Combustibles	40,975.88	Litros	1,552,986.00	17
Leña	511,500.00	Kg	6,646,124.00	72
Total de energía consumida			9,236,990.00	100

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Se puede observar en la gráfica 5, el consumo energético por fuente empleada en la finca dentro del proceso de producción y procesamiento de café, dónde la fuente que más consume energía es la leña con 72% del consumo total siguiéndole el uso de combustibles con 17 % y por último la energía eléctrica con 11%. Por lo que podemos determinar que la fuente que representa mayor consumo en términos energéticos para la finca es la leña en comparación a las dos fuentes en investigación.

Gráfica 5. Porcentaje del consumo energético de la finca el cascajal durante el ciclo productivo 2013-2014, finca El Cascajal municipio de Esquipulas, Chiquimula 2014.



Fuente: Elaboración propia, (2014).

9.3 Estimación de los costos energéticos sobre los costos de producción

El análisis de los costos energéticos sobre los costos de producción se realizó para el ciclo productivo 2013-2014, dónde se estimó que el costo unitario por quintal de café pergamino para la finca El Cascajal es de Q.827.00; dichos costos se dividieron de la siguiente forma:

- Costos de procesamiento por producción, estos costos se definieron en base a la cantidad de café que la finca El Cascajal produjo (corte y producción del grano) y procesó; la cual fue la cantidad de 16,875 quintales de café pergamino seco.
- Costos de procesamiento por compra, estos se definieron en base a la cantidad de café maduro (cereza) que la finca compró a fincas aledañas, pero que pasaron por el proceso de beneficiado dentro de la finca El Cascajal, ellos

compraron la cantidad de 105,578 quintales de café maduro los cuales procesados representan 23,462 quintales de café pergamino seco.

- Costos totales por producción y procesamiento, aquí se tomó en cuenta la cantidad de café pergamino seco que la finca produjo y procesó durante el ciclo productivo 2013-2014, un total de 40,337 quintales de café pergamino seco.

En el cuadro 15, se presentan los costos energéticos de la finca El Cascajal y su impacto sobre los costos de procesamiento por producción y compra así como su impacto en los costos totales del ciclo productivo 2013-2014, dónde se puede observar que para la finca los recursos energéticos tienen un costo total de Q. 1, 037,241.98, siendo la energía eléctrica el recurso más costoso con un total de Q. 569, 837.00, y dónde la leña representa el recurso con menor costo con un total de Q.133, 255.98. Como el costo de la energía eléctrica tiene una tarifa mensual por kw/h, esta tiene un costo mayor que la leña ya que la energía eléctrica se compra a la empresa distribuidora de energía ENERGUATE, caso contrario con la leña la cual es obtenida a partir del proceso de mantenimiento de la finca como el raleo y la poda de café. Así mismo se estimó que los costos totales por el procesamiento de café para la finca son de Q. 33, 625,211.00 dónde la energía representa únicamente el 3.18% de dichos costos.

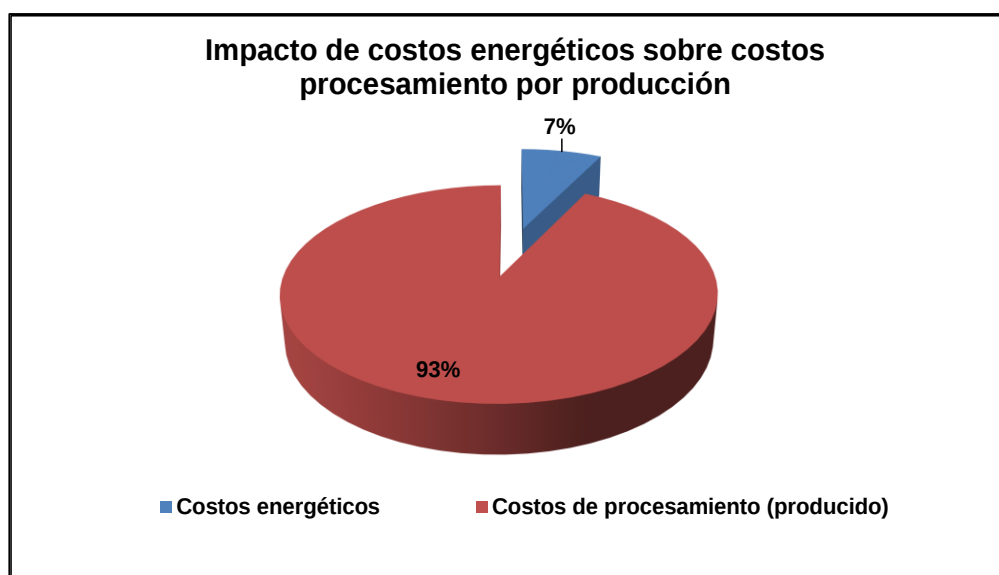
Cuadro 15. Costos energéticos por procesamiento del ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

Fuente energética	Costo en quetzales	Porcentaje de costos energéticos	Porcentaje costos energéticos sobre costos de procesamiento por producción	Porcentaje sobre costos de procesamiento por compra	Porcentaje costos energéticos sobre costos totales de producción y procesamiento
Energía eléctrica	Q569,837.00	54.94	4.04	2.92	1.75
Combustibles	Q334,149.00	32.22	2.37	1.71	1.03
Leña	Q133,255.98	12.85	0.95	0.68	0.41
Total	Q1,037,241.98	100	7.36	5.31	3.18

Fuente: Elaboración propia, (2014).

En la gráfica 6, se observa el impacto de los costos energéticos sobre los costos de procesamiento por producción del ciclo productivo 2013-2014, dónde la finca cosechó y procesó la cantidad de 16,875 quintales de café pergamino seco a un costo unitario de Q.827.00, por lo que se estimó que los costos son de Q. 14, 088,881.00 de los cuales la utilización de energía representa únicamente 7%.

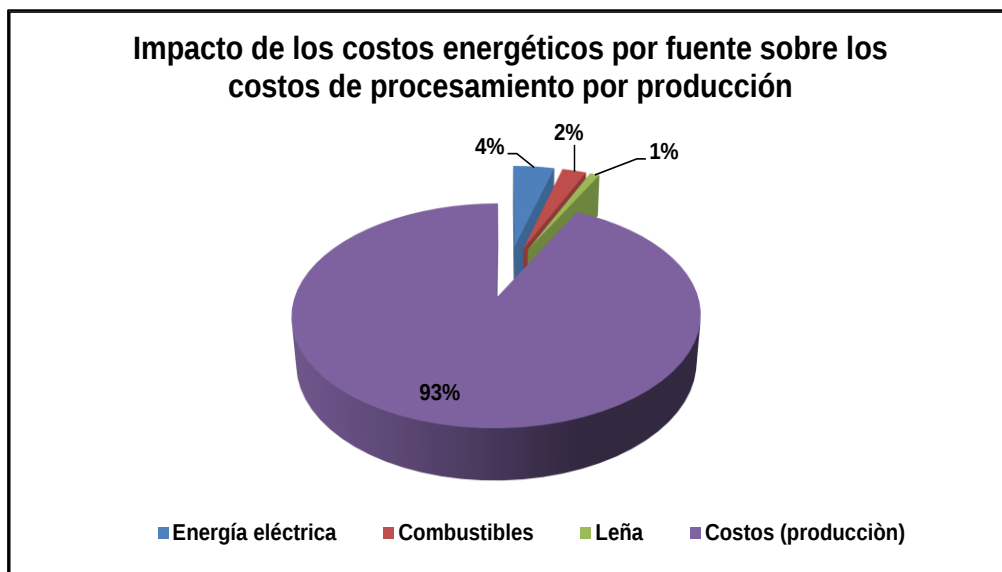
Gráfica 6. Impacto de costos energéticos sobre costos de procesamiento por producción del ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.



Fuente: Elaboración propia, (2,014).

En la gráfica 7, se observa el impacto de los costos energéticos por fuente sobre los costos de procesamiento por producción, dónde del 7% que representan dichos costos se estimó que la energía eléctrica es la fuente de mayor impacto con 4 % seguido por el uso de combustible diésel con 2% y por último la leña con 1%.

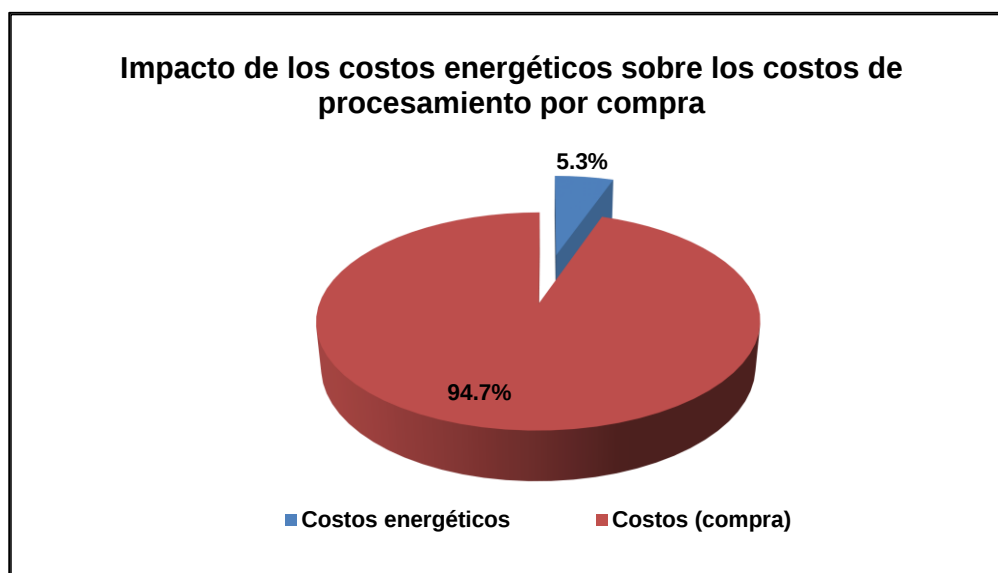
Gráfica 7. Impacto de los costos por fuente sobre los costos de procesamiento por producción del ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.



Fuente: Elaboración propia, (2014).

En la gráfica 8, se puede observar el impacto de los costos energéticos sobre los costos de procesamiento por compra de la finca El Cascajal del ciclo productivo 2013-2014, dónde la finca compró y procesó la cantidad de 105,578 quintales de café maduro (cereza), equivalente a 23,462 quintales de café pergamino seco a un costo unitario de Q.827.00 se estimaron dichos costos en un total de Q. 19, 536,330.00, de los cuales el consumo energético representa únicamente 5.3 %.

Gráfica 8. Impacto de costos energéticos sobre costos de procesamiento por compra del ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

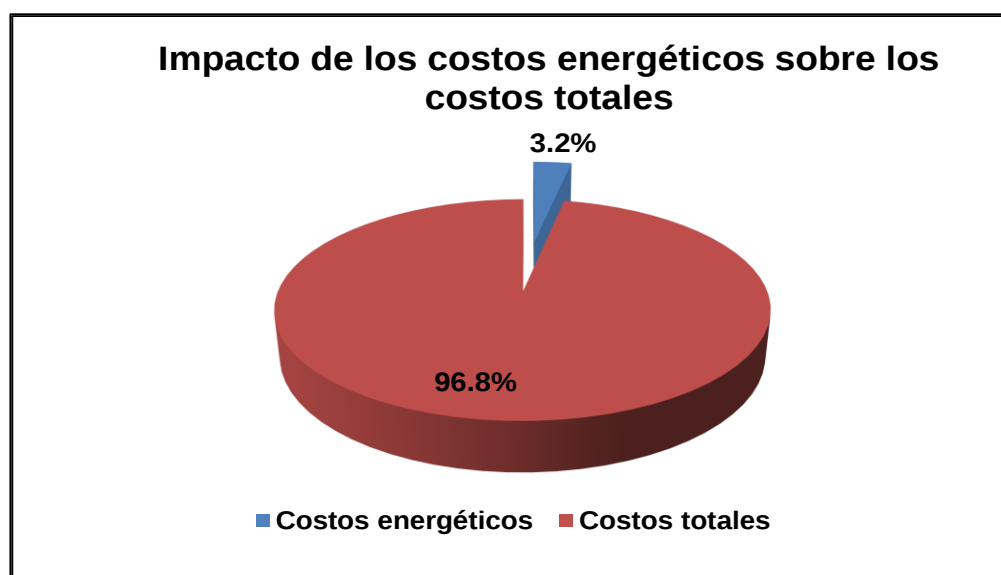


Fuente: Elaboración propia, (2,014).

Del 5% que representan los costos energéticos sobre los costos de procesamiento por compra, se estimó que la energía eléctrica es la fuente de mayor impacto con un 2.92% seguido por el uso de combustible con 1.71% y por último la leña siendo el recurso energético que no tiene un impacto significativo sobre los costos de procesamiento por compra con 0.68% del consumo.

En la gráfica 9, se observa el impacto de los costos energéticos sobre los costos totales de procesamiento; los cuales ya incluyen tanto los costos de lo producido por la finca como lo que se compró durante el ciclo productivo 2013-2014, se estimó que la finca El Cascajal procesó un total de 181,515 quintales de café maduro equivalente a 40,337 quintales de café pergamino seco. Dónde los costos energéticos representan únicamente 3.2% de los costos totales de procesamiento, dichos costos se estimaron en Q. 33, 625,211.00 según datos proporcionados por la administración de la finca.

Gráfica 9. Impacto de los costos energéticos sobre los costos totales de procesamiento del ciclo productivo 2013-2014 de la finca el Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.



Fuente: Elaboración propia, (2,014).

De la gráfica anterior se determinó que el impacto de los costos por fuente sobre los costos totales de la finca el Cascajal, lo representa la energía eléctrica con 1.75%, seguidamente del combustible con 1.03%, y dónde la leña no tiene un impacto significativo ya que representa únicamente 0.41% sobre los costos totales.

9.4 Lineamientos estratégicos para el uso racional de la energía en la finca El Cascajal

Para el uso racional del consumo energético dentro de la finca El Cascajal, se proponen diversas estrategias, las cuales contribuirán al uso adecuado de los recursos energéticos dentro del proceso de producción y beneficiado de café.

9.4.1 Elaboración del plan de mejora de energía eléctrica en la finca El Cascajal.

El plan de mejora para el ahorro de energía eléctrica, debe presentar una selección de las principales medidas de ahorro de energía eléctrica su diseño, implementación y evaluación serán acorde a las necesidades de la finca El Cascajal, a continuación se presenta el esquema a considerar en el plan, así como, las medidas identificadas en el estudio en cuestión:

a) Selección de medidas de ahorro: Para seleccionar las medidas, habrá que considerar varios criterios, tales como:

- Ahorro energético y económico, cualquier reducción del consumo energético llevará asociada una reducción de los gastos. Este ahorro vendrá determinado por el alcance del ahorro energético de la medida y del precio del energético que se está ahorrando o sustituyendo.
- Coste de la medida, se valorará la conveniencia de implementar la medida comparando su costo con los ahorros a los que dará lugar. Para ello se puede recurrir a diversos cálculos de rentabilidad financiera, recomendándose el más simple, consistente en calcular el plazo de retorno de la inversión realizada como:

Costo total de la medida (Q.)/Ahorros anuales por implementación de la medida (Q.)

La decisión puede tomarse también en base a la efectividad de la inversión en cuanto a su capacidad de reducir el consumo de energía de la finca o de las emisiones evitadas.

Para ello se calculará el costo anual de implementar la medida (incluyendo los costos de mantenimiento), dividiendo el costo anual de la medida entre el consumo de energía y/o las emisiones de CO₂ evitadas.

Costo anual de la medida (Q.)/kwh evitados al año
Costo anual de la medida (Q.)/ton CO₂ evitadas al año

- Dificultad de implementación, se valorará la dificultad de implementación de la medida, teniendo en cuenta cuestiones como la aceptación de la medida por parte del personal (hábitos y pautas de consumo), el período de tiempo necesario para realizarla o la disponibilidad de presupuesto (disponibilidad económica), y los recursos materiales y humanos (cambios en la gestión) para llevarla a cabo.

Una vez determinados los criterios para la selección de las medidas, se procede al establecimiento de las medidas de ahorro de energía eléctrica:

b) Establecimiento de medidas de ahorro energético: Cada medida sugerida dentro del plan, debe estar asociada a una reducción del consumo de energía, y estimando su implementación ya sea de bajo, medio o alto ahorro energético (siempre de forma estimativa). El ahorro conseguido se traduce, a su vez, en una reducción de las emisiones de CO₂, que será diferente según la fuente de energía utilizada y el ahorro energético obtenido con cada medida.

A continuación se presenta una lista de las posibles medidas de ahorro energía eléctrica, que se pueden llevar a cabo dentro de la finca el Cascajal, tomando en

cuenta la orientación descrita en la Guía para el ahorro y eficiencia energética en oficinas elaborado por la WWF de España en el año 2008.

b.1) Iluminación: La iluminación supone uno de los principales puntos de consumo energético dentro de la finca el cascajal, tanto en el área de producción como en el área administrativa según el inventario de consumo realizado en la presente investigación se consume 43,495.56 (kw/h) únicamente en el sistema de iluminación, por lo que cualquier actuación dirigida a reducir este consumo tendrá una repercusión substancial en el consumo energético global de la finca.

- **Medida No. 1 Uso de equipos de Iluminación eficientes:**

Descripción de la medida: Cuando sea necesario recurrir la iluminación artificial deberán utilizarse los sistemas de iluminación más eficientes disponibles (con altos índices de eficiencia luminosa), en función de las necesidades de iluminación de cada zona de la oficina, tales como:

- La sustitución de las lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes o de bajo consumo, ya que se ha demostrado que una bombilla incandescente utiliza menos del 10% de la energía que consume para producir luz, el resto se pierde en forma de calor. Las bombillas de bajo consumo ahorran hasta un 80% de energía y duran hasta 15 veces más manteniendo el mismo nivel de iluminación, por lo que a pesar de tener un precio de compra más elevado permiten obtener un importante ahorro económico, (debido a que contienen pequeñas cantidades de mercurio, deben depositarse posteriormente en un punto limpio).
- Sustituir los tubos fluorescentes, sustituirlos tubos de 38 mm de diámetro por los de 26 mm, proporcionan la misma intensidad de luz con menor consumo, y cuestan lo mismo.

- **Medida No. 2 Instalación de células fotosensibles o sensores de luz.**

Descripción de la medida: Se trata de un sistema que ajusta automáticamente la cantidad de luz emitida por la lámpara en función del aporte de luz natural que haya en la zona donde se encuentre ubicada. Estos sistemas pueden ser del tipo:

- **Todo/nada:** Las lámparas se conectan/desconectan automáticamente al detectar un nivel de luminosidad determinado (se encienden de noche y se apagan por el día).
- **Progresivos:** La cantidad de luz emitida por la lámpara cambia progresivamente según el aporte de luz natural que hay en cada momento.

Estos equipos permiten alcanzar ahorros hasta un 45-75 % en el consumo eléctrico de las lámparas y aumentar su vida útil.

- **Medida No. 3 Instalación de detectores de presencia.**

Descripción de la medida: Este tipo de sistemas conectan o desconectan automáticamente la iluminación en función de la presencia o no de personas. Este tipo de sistemas sería factible utilizarse en áreas de la finca donde el paso de personas no es continuo, como en garajes, almacenes, pasillos y bodegas.

- **Medida No. 4 Limpieza y mantenimiento del sistema de iluminación.**

Descripción de la medida: El polvo que se acumula en bombillas y luminarias reduce el rendimiento de los sistemas de iluminación en el tiempo, por lo que se recomienda realizar un mantenimiento periódico y programado de la instalación, limpiando las fuentes de luz (luminarias),

y reemplazando las necesarias en función de la vida útil indicada por el fabricante.

b.2) Equipos Eléctricos (ofimáticos): Dentro de la finca El Cascajal existen diferentes equipos eléctricos que van desde aparatos de oficina como ordenadores, impresoras, laptop. Los consumos unitarios de cada uno de estos equipos suelen ser relativamente bajos, pero considerados en conjunto, y dado el gran número de horas que están en funcionamiento, supone una parte importante de la factura eléctrica de la finca. Los equipos de oficina pueden ser responsables de más del 20% del gasto eléctrico (llegando en algunos casos hasta el 70%), y de ellos tan sólo los ordenadores personales representan cifras en torno al 56%. Según la WWF, 2008.

El consumo de energía de los equipos ofimáticos y del resto de equipos eléctricos de la finca El Cascajal puede reducirse sustancialmente a través de:

- La adquisición de equipos más eficientes, que consumen menos energía y generan menos calor con su funcionamiento.
 - Mejorando el comportamiento de los usuarios de estos equipos.
 - Gestionando eficientemente su consumo energético de los equipos.
-
- **Medida No. 1 Compra de equipos eficientes con sistemas de ahorro de energía.**
Descripción de la medida: Se recomienda que los equipos ofimáticos de la finca El Cascajal lleven la etiqueta EnergyStar. Este sello se puede encontrar en ordenadores, monitores, fotocopiadoras, impresoras, faxes y escáneres, entre otros, y garantiza que los equipos que la llevan garantiza que cumplen con los requisitos mínimos de eficiencia energética.

Así mismo se recomienda utilizar monitores con pantalla LCD (de cristal líquido) consumen entre un 50-70% menos energía en modo encendido que los monitores convencionales de tubo catódico (CRT). Para una media de 8 horas de trabajo diario, el ahorro energético de un monitor LCD frente a un CRT del mismo tamaño puede llegar hasta 100 kwh al año. Además, ahorran espacio y permiten visualizar mejor la imagen.

La finca podría obtener ahorros superiores al 50% de energía eléctrica empleada en los equipos eléctricos.

- **Medida No. 2 Establecimiento de pautas para el uso óptimo de equipo:**

Descripción de la medida: La importancia para que los empleados de la finca El Cascajal adquieran una serie de pautas de gestión eficiente de los equipos para optimizar su consumo es relevante, ya que los buenos hábitos de consumo es la manera más fácil y económica para el ahorro en términos energéticos, algunas pautas para el uso eficiente de los equipos son.

- Al ausentarse por unos 10 minutos, apagar la pantalla del monitor, ya que es la parte del ordenador que más energía consume (entre el 70-80%). Para ausencias de más de una hora se recomienda apagar por completo el ordenador.
- Al ajustar el brillo de la pantalla a un nivel medio se ahorra entre un 15-20% de energía. Con el brillo a un nivel bajo, fijado así en muchos portátiles por defecto cuando funcionan con la batería, el ahorro llega hasta el 40%.
- Elegir imágenes con colores oscuros para el fondo de pantalla del escritorio. En promedio, una página blanca requiere 74 W para

desplegarse, mientras que una oscura necesita sólo 59 W (un 25% de energía menos).

- El salvapantallas que menos energía consume es el de color negro, ahorro una media de 7,5 w/h frente a cualquier salvapantallas animado. Es recomendable configurarlo para que se active tras 10 minutos de inactividad.
- Al imprimir o fotocopiar documentos, es conveniente acumular los trabajos de impresión (ya que durante el encendido y apagado de estos equipos es cuando más energía se consume), y realizar los trabajos de impresión a doble cara y en calidad de borrador. Además de papel, se ahorra también energía, agua y tóner/tinta.
- Los empleados deberán asegurarse que los equipos permanecen correctamente apagados al finalizar la jornada laboral.

b.3) Aires Acondicionados (climatización): En la finca El Cascajal se utilizan sistemas de aire acondicionado Split, para el uso adecuado de estos garantizando que su funcionamiento no represente un exceso del consumo eléctrico se propone lo siguiente:

- **Medida No. 1 Regulación adecuada de la temperatura de los aires acondicionados.**

Descripción de la medida: El mantener la temperatura adecuada de los sistemas de aire acondicionado contribuye a reducir el consumo de energía a la vez contribuye a mantener la vida útil de los mismos. La temperatura óptima para los aires acondicionados se considera según (WWF España, 2008. Guía para el ahorro y eficiencia energética) de la siguiente manera:

- Temperatura óptima verano: entre 23 y 25°C
- Temperatura óptima invierno: entre 20 y 22°C

Con esta medida reduce del 20-30% del consumo de energía total en la finca.

- **Medida No. 2 Uso de Protecciones Solares descripción de la medida:** Según la guía para el ahorro y eficiencia energética WWF España, 2008, se trata de utilizar 'obstáculos' que ayuden a reducir y controlar la cantidad de radiación solar que entra a través de las ventanas de las oficinas de la finca. Existen distintas protecciones solares:

- Instalar toldos o paneles regulables en las fachadas de las ventanas orientadas al medio día, esto ahorra un 20% de energía del uso de aire acondicionado al evitar que la radiación entre directamente.
- Láminas o filtros solares. Se trata de unos materiales adhesivos de fácil instalación, que se colocan sobre el cristal de las ventanas para reflejar parte de la radiación solar, evita el uso de cortinas y permiten una total visibilidad del exterior. En las épocas más frías, estas láminas actúan también limitando las pérdidas de calor del interior de la oficina (hasta un 20%).

b.4) Otras Acciones generales para la reducción del consumo eléctrico dentro de la finca El Cascajal.

- Llevar a limpieza y monitoreo de funcionamiento las bombas y motores eléctricos y evaluar su rendimiento de producción.
- Sustituir equipo obsoleto por equipo nuevo.
- Cargar una vez las laptop y recargarlas únicamente cuando ya no tengan carga esto no solo garantizara un ahorro energético si no que ayudara a mantener la vida útil del equipo.
- Evaluar los contadores de energía, así como el cableado eléctrico para evitar pérdidas energéticas dentro del mismo flujo de la corriente.

Estas acciones no sólo permitirán una reducción en el consumo de energía eléctrica, sino que también permitirán crear nuevos hábitos ecológicos en los trabajadores de la finca El Cascajal, ya que hasta las acciones más pequeñas y sencillas para ahorrar energía pueden tener un gran impacto positivo si todos las ponen en práctica. También recalcar que cada una de las medidas descritas anteriormente reducirá las emisiones de CO₂, el potencial estimado de emisiones de CO₂: Es que por cada kw/h ahorrado en electricidad evita la emisión de 0,343 kgCO₂/kwh (valor medio 2008, WWF España).

9.4.2 Utilización de energías renovables en la finca El Cascajal, del municipio de Esquipulas.

- a) Aprovechamiento de energía solar:** La finca El Cascajal desconoce el potencial energético que la energía solar representa y de qué forma podría ser aprovechada para el proceso de producción de café, ya que se ha descubierto que el principal beneficio derivado de la utilización de la energía solar es la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente de CO₂.

La finca el Cascajal podría aprovechar de dos distintas maneras la energía solar para poder llevar a cabo el proceso de producción bajo el concepto de sustentabilidad.

- Utilización de la energía solar pasiva, la cual puede ser aprovechada sin tener que recurrir a ningún dispositivo ni aporte externo energético es utilizar la denominada energía solar pasiva, es aquella que se capta a través de las ventanas, vidrios, fachadas y muros en edificios convenientemente diseñados, orientados y contruidos para optimizar las condiciones ambientales del entorno, junto con las propiedades de los materiales y elementos arquitectónicos que los integran. Este tipo de energía constituye la base de la arquitectura bioclimática, cuyo objetivo es conseguir maximizar el ahorro energético en los edificios y reducir el uso de fuentes de energía

convencionales, al tiempo que se garantiza el mantenimiento de unos niveles de confort mínimos permanentes a lo largo del año.

- **Energía Solar Activa**, es cuando se recurre al empleo de mecanismos para captar y aprovechar la energía del sol y transformarla en una forma de energía útil (como calor o electricidad). Dentro de los sistemas de aprovechamiento de la energía solar activa se distinguen dos tipos: los que se destinan a la producción de calor o sistemas solares térmicos, y los que se utilizan para la producción de electricidad, los sistemas solares fotovoltaicos.

La finca el Cascajal actualmente una de sus principales fuentes energéticas es la energía eléctrica, durante el ciclo productivo 2013-2014, consumió un total de 288,300 kw/h, por lo que la utilización de energía solar activa respondería a la necesidad energética de la finca, a la vez que se reduciría el impacto por la emisión de gases de efecto invernadero, ya que por cada kw/h ahorrado en electricidad se evita la emisión de 0,343 kgCO₂/kwh (valor medio 2008, WWF España). Por lo que la realización de un estudio sobre la factibilidad del aprovechamiento de energía solar, para la conversión directa de la radiación luminosa a energía eléctrica a través de paneles o el uso de celdas solares, se considera como estrategia de implementación para la reducción del consumo energético dentro de la finca.

b) Aprovechamiento de la leña como fuente energética renovable: Dentro de la finca El Cascajal, la leña se utiliza como fuente energética principalmente para cubrir las necesidades de alimentación (cocción de alimentos), así como muchas veces fuente de generación de calor natural para los empleados de los diferentes sectores de la finca. Al considerar la leña como un producto energético renovable, nos referimos a que tenemos que garantizar que se den las condiciones para su producción sostenible, por lo que se debe promover urgentemente la creación y el buen uso de bosques energéticos, principalmente

en fincas como el Cascajal que se dedican a la producción de café donde el uso de leña es imprescindible.

Durante el ciclo productivo 2013-2014 se estimó que el consumo de leña producto del raleo y la poda fue de (681.83 m³), equivalentes a (511,500 Kg) de leña que en términos energéticos representa el (72%) del consumo energético total de la finca. Empleando especies como el cuje, guamo, pino y café.

Por lo que la finca El Cascajal puede aprovechar la leña de manera sostenible a partir de estas dos ideas que en conjunto podrían resultar factibles.

- Estimación de la leña en pie en sistemas agroforestales, para promover la forestación y reforestación de los mismos con especies nativas del lugar, pues sabemos no sólo se contribuiría con la recuperación y restauración de: la biodiversidad, la fertilidad de los suelos, la disminución de la erosión, la captación natural de agua y los mantos acuíferos, así mismo como contribuye a disminuir los efectos adversos de: contaminación de aguas, suelos, clima, aire y sequías. Si no que ayudaría a la sostenibilidad de este recurso energético.
- Implementación de estufas ahorradoras, sabemos que el objetivo principal de las estufas ahorradoras, es precisamente disminuir el consumo de este recurso energético, mejorando la combustión, según la FAO, la implementación de esta tecnología disminuye el consumo hasta un 60%. Sabiendo que la finca consume un promedio de (681.83 m³) de leña únicamente para la cocción de los alimentos utilizando estufas poco eficientes como polletones o estufas echas artesanalmente lo que ocasiona pérdidas de calor por lo tanto se consume más leña. La estufas ahorradoras por su mezcla de barro y arena produce un efecto aislante que evita esas pérdidas de calor, así mismo las hornillas a lo largo del túnel aprovechan el calor residual de la combustión, su chimenea mejora la calidad de la combustión permitiendo un aprovechamiento del aire caliente eliminando la

dispersión del humo de la cocina. Por lo que se estima que con esta medida el consumo de leña sería de (204,510 kg) de leña, por lo que la emisión sería de 4862.82 tn de CO₂eq, aproximadamente por año productivo. Según Morales Méndez DA, 2013.

c) Aprovechamiento de la energía hidráulica. La finca El Cascajal se encuentra dentro de la micro cuenca llamada “Quebrada Agua Caliente”, la cual pertenece a la zona de recarga hídrica de la cuenca del río Olopa, según estudio realizado por Casasola Garza AK, 2014. Si la finca conociera el potencial hídrico que se encuentra dentro de sus límites podría llevar a cabo un estudio sobre la factibilidad de implementación de una micro hidroeléctrica, como una alternativa para el buen aprovechamiento de los recursos energéticos.

La clasificación de la hidroeléctrica dependerá de la cantidad (caudal) de agua y la altura de la cual se tome hasta donde se utilice (caída), no importando la cantidad de café que procese; el tipo de hidroeléctrica que se estudia es llamada micro hidroeléctrica, se le llama así por la generación de poca potencia eléctrica, siendo impulsada por poco caudal de agua a poca altura de caída. Según Santos Solares A, 2006.

- **Ventajas al utilizar hidroenergía**

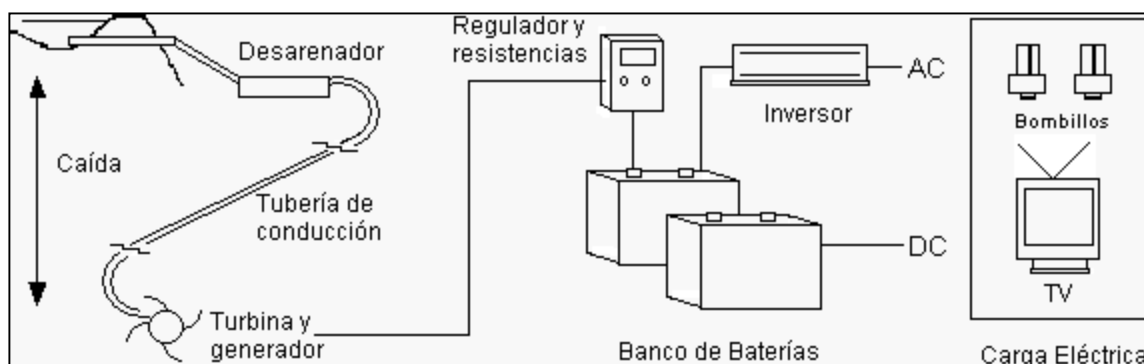
Al implementar una micro hidroeléctrica dentro de la finca El Cascajal, se aprovecharía al máximo el recurso del agua, reduciría los costos de operación, introduciría nuevas tecnologías, ayudando así al desarrollo de un proceso de producción más limpia, lo cual ayudaría e incrementaría los puntos de certificación del café que procesa, en el mercado internacional, mejorando así los precios de venta del café.

Sabiendo que el agua tiene una elevada energía específica; es 800 veces más densa que el aire, el empuje que ejerce sobre las palas de la turbina es mucho mayor que la del viento. Según Santos Solares A, 2006.

Con esto aprovecharía al máximo el recurso del agua dentro de la finca El Cascajal, y además de ayudar introducir la generación de energías renovables en la industria del café.

A continuación se muestra en la figura 2, el esquema de una pequeña hidroeléctrica que podría ser funcional en un beneficio de café.

Figura 2. Esquema de un micro hidroeléctrica.



Fuente: Santos Solares, 2006.

Con la propuesta de uso de energías renovables la finca El Cascajal, no sólo generaría sus productos a partir de recursos renovables, si no que estaría produciendo su propia energía, esto disminuiría el impacto al ambiente dándole un valor agregado a sus productos, pero a la vez gozaría de la exención de impuestos que otorga el gobierno de Guatemala, por generar con recursos renovables. Ya que en Guatemala, en el año 2003, entró en vigencia el Decreto 52-2003, referente a la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, basada en la intención del Estado de promover en forma activa, el aprovechamiento de recursos energéticos renovables que permita a largo plazo, alcanzar un desarrollo continuo de dichos recursos, mejorando la calidad ambiental del país e interesando a inversionistas en dicho sector.

9.4.3 Diseño para la implementación para una política para la reducción del uso de combustibles

El diseño de una política para la reducción del uso de combustibles, para el caso de la finca El Cascajal (el uso de combustible), nace por la necesidad de crear hábitos adecuados dentro del personal de la finca, y que según el diagnóstico realizado para la caracterización de energía de la finca el diésel es el combustible más usado como fuente energética dentro del proceso de producción de café y en un porcentaje menor el combustible de tipo regular consumiendo un total de (10,779) gal de combustible anualmente, siendo el uso de vehículos la fuente de mayor consumo de este recurso energético (6,819 gal).

La propuesta de política debe contener los objetivos, principios, líneas y estrategias para el uso adecuado del combustible, incorporando las mejores técnicas disponibles que sean económicamente viables para la finca, y que garanticen el uso racional de este recurso energético.

a) Objetivo: Debe orientar que es lo que se quiere lograr con la implementación de la política, se propone:

“Promover el uso racional del combustible en la finca El Cascajal, a través de la incorporación de medidas individualizadas para el adecuado uso y aprovechamiento de este recurso energético para el desarrollo de sus actividades productivas”.

b) Estrategias: Nos dará los lineamientos a seguir para el cumplimiento de la política.

- Determinar el consumo individualizado por parte del personal de la finca.
- Establecimiento de límites de consumo de combustible.
- Creación de incentivos para la reducción del uso de combustibles.
- Establecer penalizaciones individualizadas para quien sobrepase el límite de consumo establecido.

- Hacer un estudio sobre la calidad de combustible empleado.
- Dar un constante mantenimiento a los vehículos (limpieza de motores, mantener las llantas con aire suficiente, llenar el tanque de los vehículos a utilizar).
- Calendarizar las actividades en la finca para compartir vehículos.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al diagnóstico energético realizado en la finca El Cascajal, el sistema de iluminación consume 42,831.36 kw/h y los equipos eléctricos 242,960.20 kw/h para un total de consumo de energía eléctrica del 285,719.56 kw/h durante el ciclo de producción.
2. Durante el ciclo productivo del cultivo de café en la finca El Cascajal se consume un total de 10,779 galones de combustible en vehículos, uso de maquinaria y en equipos para el desarrollo de actividades de manejo agronómico.
3. El consumo de leña en la finca El Cascajal se estimó en 681.83 m³ durante el ciclo productivo, la cual es utilizada principalmente para la cocción de alimentos para el personal que labora en la finca.
4. La finca El Cascajal consume un total de 9, 236,990 mega julios de energía, de las cuales la leña es la fuente de mayor consumo con 72% equivalente a 6, 646,124 mega julios, la cual es obtenida principalmente del raleo y la poda de las plantas utilizadas para sombra del café.
5. Se estimó que el impacto de los costos energéticos sobre los costos de procesamiento de la producción en la finca El Cascajal, es del 7% dónde la energía eléctrica representa 4%, seguidamente de los combustibles con 2% y la leña la fuente de menor impacto con 1%.
6. Sobre los costos de procesamiento por compra se estimó que el impacto de los costos energéticos es del 5.3%, siendo la energía eléctrica la fuente de mayor impacto con 2.9% y la leña la fuente de menor impacto con 0.68% de los mismos.

7. El impacto de los costos energéticos sobre los costos totales de procesamiento del ciclo productivo 2013-2014 de la finca El Cascajal es del 3.2%, equivalente a Q. 1, 037,241.98, donde la energía eléctrica es la fuente de mayor impacto con 1.75%, equivalente a Q. 569,837.00.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con estudios similares en la finca El Cascajal con el objetivo de realizar un análisis comparativo del consumo de energético de los ciclos productivos por un período determinado.
2. Implementar tecnologías que permitan hacer uso sostenible del recurso “leña” el cual provee de la mayor cantidad de energía la finca El Cascajal.
3. Elaborar mapas temáticos para la representación gráfica de los puntos de consumo energético dentro de la finca, que permitan establecer los mecanismos de control necesarios dentro del proceso de producción.
4. Estimar el potencial energético de la finca El Cascajal a partir de fuentes renovables para la implementación de proyectos más limpios y sostenibles, disminuyendo así, el impacto sobre el medio ambiente.
5. Realizar estudios para identificar alternativas para el uso sostenible de la leña, a través de la creación de un mecanismo de donación de leña a las comunidades vecinas, con lo cual la empresa contribuya a reducir la degradación forestal de los bosques naturales aledaños.
6. Para la reducción del consumo energético dentro de la finca el Cascajal se determinó que es necesario la implementación de un plan de mejora de energía eléctrica, el diseño e implementación de una política de eficiencia energética y la utilización de energías renovables, como alternativa para el uso racional de sus recursos energéticos.

BIBLIOGRAFIA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2006. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 214 p.
2. _____. 2008. Guía técnica de hidrogenación (en línea). Guatemala. Consultado 16 jun. 2012. Disponible en: http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=05ENER:Energia_hidrogenacion
3. _____. 2004. C.A.F.E. Practices (en línea). Guatemala. Consultado 4 nov. 2014. Disponible en: <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=04AMB:CAFE>
4. Casasola Garza, AK. 2013. Línea base de la calidad de las fuentes de agua superficiales en la finca El Cascajal, ubicada en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, 2013. Tesis Inga. Gestión Ambiental Local. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI. 132 p.
5. CEPAL (Comisión Económica Para América Latina y el Caribe, MX). 2011. Estudio sectorial regional sobre energía y cambio climático en Centroamérica (en línea). México. 99 p. Consultado 10 oct. 2013. Disponible en: http://www.eclac.org/publicaciones/xml/5/45345/2011-077-Energ%C3%ADa_y_Cambio_Clim%C3%A1tico_2011-para_web.pdf
6. CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, MX). 2011. Guía para elaborar un diagnóstico energético en instalaciones (en línea). México. 8 p. Consultado 15 jun. 2013. Disponible en: http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7406/1/R_GUIA3_Diagnostico_Instalacion.pdf

7. Explorable.com. 2009. Muestreo de bola de nieve (en línea). Consultado 9 sep. 2014. Disponible en: <https://explorable.com/es/muestreo-de-bola-de-nieve>.
8. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1983. Métodos Simples para fabricar Carbón Vegetal (en línea). Italia. Consultado 21 ene. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5328s/X5328S00.htm>
9. Figueroa Cerna, JC. 2014. Diagnóstico general y servicios desarrollados en la empresa “Comercializadora y Productora la Oropéndula, S.A.” ubicada en la aldea Atulapa, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, Guatemala, 2013. Informe EPS Agr. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI.43 p.
10. Finca El Cascajal, GT. 2013. Información general finca El Cascajal (en línea). Aldea San Nicolás, Esquipulas, Chiquimula, GT. Consultado 12 sep. 2013. Disponible en: www.fincaelcascajal.com
11. Fundación de la Caficultura para el Desarrollo Rural, GT. 2006. Sostenibilidad mejorada de las cadenas agroalimentarias en Centro América: un enfoque tecnogerencial, caso del café en Guatemala. Guatemala. 27p.
12. FUNDAECO (Fundación para el Desarrollo y la Conservación, GT). 2009. Inventario de vida silvestre (flora y fauna) de la finca El Cascajal del municipio de Esquipulas, Chiquimula. Guatemala. 31 p.
13. IARNA (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, GT); URL (Universidad Rafael Landívar, GT); IIA (Asociación e Instituto de Incidencia Ambiental, GT). 2006. Perfil ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental (en línea). Guatemala. 250 p. Consultado 10 oct. 2013. Disponible en: <http://www.infoambiental.org/siam/index.php/docs/estudios/details/39/55/estudios-perfil-ambiental-de-guatemala-2006>.

14. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2004. Guía de cubicación y transporte forestal (en línea). Guatemala. 44 p. Consultado 2 oct. 2013. Disponible en: http://www.chmguatemala.gob.gt/conservacion-de-la-db/manejo-forestal/manejo-forestal/Guia%20de%20Cubicacion%20y%20Transporte%20Forestal.pdf/at_download/file.
15. _____; IARNA (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales, GT); URL (Universidad Rafael Landívar, GT); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, GT). 2012. Oferta y demanda de leña en la república de Guatemala (en línea). Guatemala. 70 p. Consultado 20 oct. 2013. Disponible en: http://www.sifgua.org.gt/Documentos/Informes/Demanda_y_Oferta_de_Le%C3%B1a%20WISDOM%20Guatemala.pdf.
16. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). 2009. Informe ambiental del estado de Guatemala GEO. Guatemala. 285 p.
17. _____. 2011. Política Nacional de Producción más Limpia. Guatemala. 45 p.
18. Melendi, D. s.f. Breve enciclopedia del ambiente (en línea). Buenos Aires, AR, Cricyt. Consultado 28 oct. 2013. Disponible en: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Energ.htm>
19. MEM (Ministerio de Energía y Minas, GT). 2010. Informe de Balance Energético. Guatemala. 8 p.
20. Morales Méndez, DA. 2013. Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la utilización de la herramienta coolsfarmerstools en la finca de café el cascajal ubicada en el municipio de Esquipulas, Chiquimula, Guatemala. Tesis Inga. Gestión Ambiental Local. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI. 70 p.

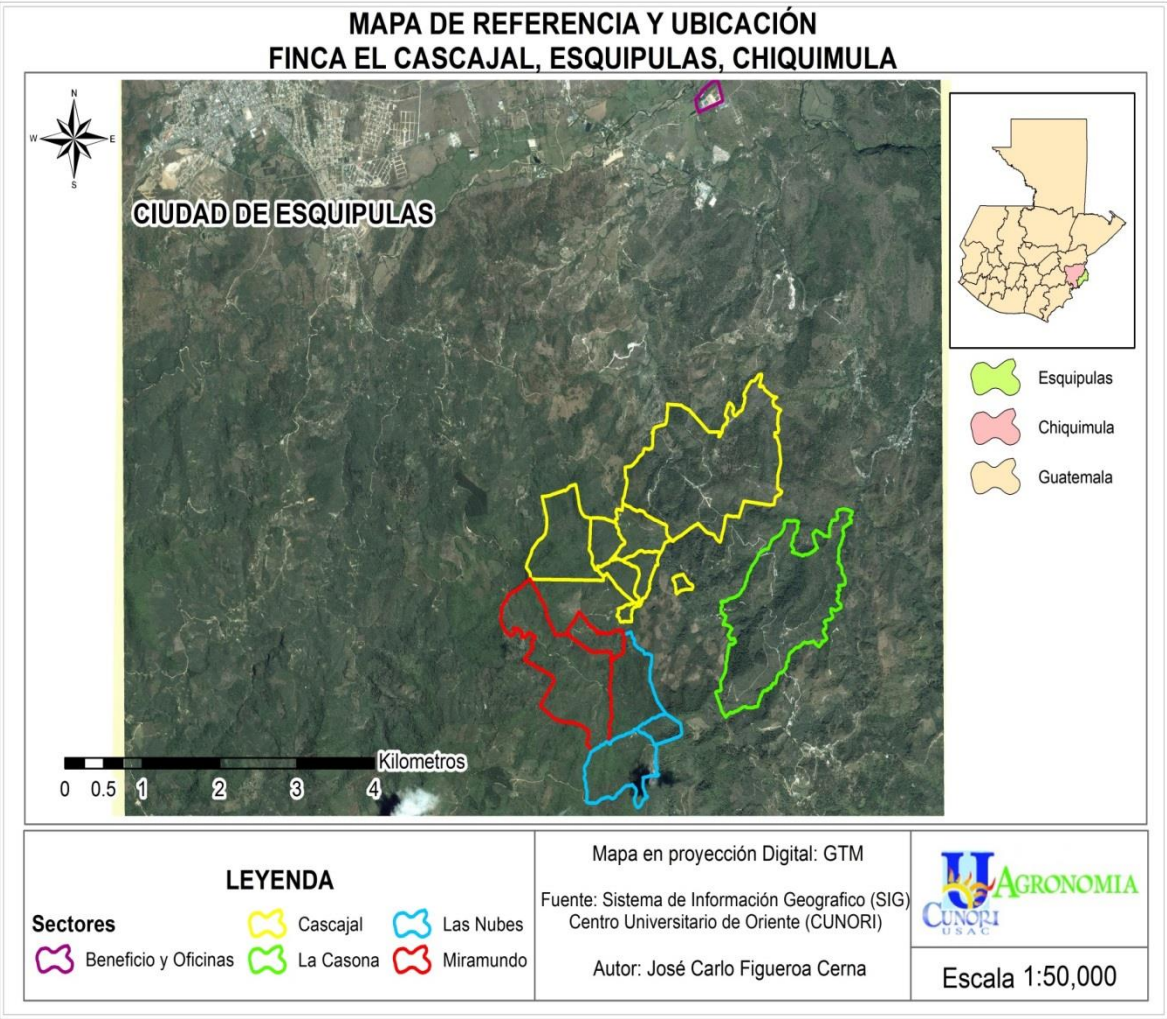
21. Pereira, J. 2012. Análisis de mejoramiento de eficiencia energética en planta papelera (en línea). Tesis Ing. Civil Electricista. Santiago, CL, Universidad de Chile. 77 p. Consultado 5 oct. 2013. Disponible en: http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111942/cfpereira_at.pdf?sequence=1
22. Recinos Jiménez, FJ. 2013. Estimación de carbono orgánico, almacenado en el sistema agroforestal café bajo sombra, de la finca el cascajal, ubicado en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, Guatemala. Tesis Inga. Gestión Ambiental Local. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI. 98 p.
23. Romel, A. 2008. Caracterización energética de Guatemala (en línea). Tesis M.Sc. Medio Ambiente. Guatemala, USAC. 111 p. Consultado 2 oct. 2013. Disponible en: http://ceur.usac.edu.gt/Biocombustibles/78_caracterizacion_energetica_08_8535.pdf
24. Sancé N, WA. 2009. Determinación de la capacidad de uso y clasificación taxonómica de los suelos de la finca “El Cascajal”, del municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula. Tesis Ing. Agronomía. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI. 72 p.
25. Santos Solares, J. 2006. Estudio para la implementación de una pequeña hidroeléctrica, en un beneficio húmedo de café. (en línea). Tesis Ing. Electricista. Guatemala, USAC. 161 p. Consultado 20 ene. 2015. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0591_EA.pdf
26. SIAM (Sistema de Información Ambiental). 2011. Diagnóstico ambiental del departamento de Esquipulas. (en línea). Chiquimula, GT. 44p. Consultado 20 jun. 2014. Disponible: <http://www.infoambiental.org/siam/index.php/bbd-estudios/455-diagn%C3%B3stico-ambiental-municipal-esquipulas-ugam-2011>

27. URL (Universidad Rafael Landívar, GT); IARNA (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, GT). 2009. Mercado de la leña estudios de caso en Tecpán Guatemala, Chimaltenango y San Juan Sacatepéquez. Guatemala. 48 p. (Documento en PDF).
28. WWF España. 2008. Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas (en línea). España. 132 p. Consultado 9 dic. 2014. Disponible en: http://www.officinaseficientes.es/docs/guia_OFF.pdf



ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la Finca El Cascajal, municipio de Esquipulas, Chiquimula.



Fuente: Figueroa Cerna JC, 2014.

**Anexo 3. Inventario de luminarias existentes dentro de la finca El Cascajal, municipio de Esquipulas, Chiquimula
2014.**

Área de consumo	Tipo de luminaria	Wats/luminaria	Cantidad de Luminarias	Kw/luminaria	Horas de consumo/día	Kwh/luminaria	Total Kwh/día	Kwh/mes	Kwh/año
Oficinas Administrativas	Tubo fluorescente	36	20	0.036	10	0.36	7.2	216	2592
	Foco fluorescente	26	1	0.026	10	0.26	0.26	7.8	93.6
	Foco fluorescente	80	1	0.08	10	0.8	0.8	24	288
Dormitorios de personal de la finca	Foco fluorescente	25	7	0.025	4	0.1	0.7	21	252
	Lámparas de tubo	40	32	0.04	6	0.24	7.68	230.4	2764.8
	Fluorescente								
Sala de Conferencias	Foco fluorescente	26	3	0.026	2	0.052	0.156	4.68	56.16
Beneficiado de café(área de secado en el patio)	Postes de alumbrado eléctrico	175	11	0.175	12	2.1	23.1	693	8316
	Postes de alumbrado eléctrico	160	4	0.16	12	1.92	7.68	230.4	2764.8
Despulpado	Focos Fluorescentes	160	6	0.16	12	1.92	11.52	345.6	2073.6
	Focos Fluorescentes	105	4	0.105	12	1.26	5.04	151.2	907.2
	Lámparas Fluorescentes	125	3	0.125	12	1.5	4.5	135	810
	Lámparas Fluorescentes	105	4	0.105	12	1.26	5.04	151.2	907.2
Área circundante al sistema de tratamiento de las aguas mieles y Biodigestor	Focos Fluorescentes	25	34	0.025	12	0.3	10.2	306	3672
	Focos Fluorescentes	100	10	0.1	12	1.2	12	360	4320
	Focos Fluorescentes	125	1	0.125	12	1.5	1.5	45	540
Laboratorio de agua	Focos Fluorescentes	125	3	0.125	6	0.75	2.25	67.5	810
Área de encostado	Focos Fluorescentes	175	11	0.175	6	1.05	11.55	346.5	4158
	Focos Fluorescentes	100	2	0.1	6	0.6	1.2	36	432
	Foco fluorescente	25	1	0.025	6	0.15	0.15	4.5	54
Galerona	Lámparas Fluorescentes	100	65	0.1	6	0.6	39	1170	7020
Total de consumo									42831.36

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

Anexo 4. Inventario de equipos eléctricos dentro de la finca El Cascajal, municipio de Esquipulas 2014.

Área de Consumo	Descripción del Equipo	Potencia eléctrica (Watts)	Cantidad de equipo	Kw consumido /por equipo	Total de Kw consumidos	Horas de consumo/día	Kwh consumidos/día	Kwh consumidos/ mes	Kwh consumidos/ año
Oficinas y área administrativa	Monitor y CPU de escritorio de 3 GHZ	75	6	0.075	0.45	10	4.5	135	1620
	Computadora Portatil de 3 GHZ	45	4	0.045	0.18	5	0.9	27	324
	Impresora cuando no está imprimiendo	3	4	0.003	0.012	10	0.12	3.6	43.2
	Sistema de aire acondicionado	1800	2	1.8	3.6	12	43.2	1296	15552
	Dispensador de agua	500	1	0.5	0.5	12	6	180	2160
	Cafetera	900	1	0.9	0.9	4	3.6	108	1296
Despulpado	Motores Motovario de 3 Hp	2238	16	2.238	35.808	12	429.696	12890.88	77345.28
	Motores Motovario de 2 Hp	1492	16	1.492	23.872	12	286.464	8593.92	51563.52
	Motor Motovario de 20 Hp	14920	1	14.92	14.92	12	179.04	5371.2	32227.2
	Motores Motovario de 10 Hp	7460	3	7.46	22.38	12	268.56	8056.8	48340.8
	Bombas Sumergibles de 2 Hp	1492	3	1.492	4.476	12	53.712	1611.36	9668.16
	Bomba Rieti de 0.75 Hp	559.5	1	0.5595	0.5595	12	6.714	201.42	1208.52
	Bomba HIDR de 1 Hp	746	1	0.746	0.746	12	8.952	268.56	1611.36
TOTAL									242960.04

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Anexo 5. Boleta de recopilación de información para la cubicación de leña en la finca El Cascajal, municipio de Esquipulas, Chiquimula (2014).



**Universidad San Carlos de Guatemala-USAC-
Centro Universitario de oriente –CUNORI-**



BOLETA DEL CONSUMO DE LEÑA EN FINCA EL CASCAJAL, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA 2,014.

Nombre del encargado: _____ Edad: _____ Sector: _____ No. De Trabajadores del
Sector: _____ Tipo de fogón: _____ Fecha De: _____ A: _____

Semana 1.	No. De Personas Alimentadas	Usos de la leña (Cocer frijoles, maíz, etc.).	Especie(indicar que especie prefiere usar)	Tipo (rama, palito, leña rajada)	Procedencia (Bosque o sistema Agroforestal)	Vol. Metros cúbicos
Lunes						
Martes						
Miércoles						
Jueves						
Viernes						
Sábado						
Domingo						
TOTAL						

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

Anexo 6. Cuadro para la cubicación de leña durante el ciclo productivo 2013-2014 en la finca El Cascajal, Esquipulas, Chiquimula 2014.

Sector Miramundo II					Sector las nubes			
Año	Mes	Volumen consumido m3	Tipo	Especie	Mes	Volumen consumido m3	Tipo	Especie
2013	Octubre	13.22	Rajada	Guamo	Octubre	14.5	Rajada	Guamo
	Noviembre	15.7	Rajada	Guamo	Noviembre	15.8	Rajada	Guamo
	Diciembre	24.78	Rajada	Guamo	Diciembre	25.8	Rajada	Guamo
2014	Enero	17.34	Rajada	Guamo	Enero	20.2	Rajada	Guamo
	Febrero	11.44	Rajada	Guamo	Febrero	16.38	Rajada	Guamo
	Marzo	13.2	Rajada	Guamo	Marzo	15.19	Rajada	Guamo
	Abril	7.3	Rajada	Guamo	Abril	10.8	Rajada	Guamo
	Mayo	4	Rajada	Guamo	Mayo	7.1	Rajada	Guamo
	Junio	4.63	Rajada	Guamo	Junio	6.4	Rajada	Café
	Julio	4.5	Rajada	Guamo	Julio	2.06	palito	Café
	Agosto	4.3	Rajada	Guamo y Pino	Agosto	3.06	palito	café
	Septiembre	12.22	Rajada	Guamo y Pino	Septiembre	15.3	Palito	Café
Total		132.63	Rajada	Guamo y pino	Total	152.59	Palito y rajada	Guamo y café
Sector el Cascajal					Sector la Casona			
Año	Mes	Volumen consumido m3	Tipo	Especie	Mes	Volumen consumido m3	Tipo	Especie
2013	Octubre	21.7	Rajada	Guamo y cuje	Octubre	12.3	palito	Pino y café
	Noviembre	23.1	Rajada	Guamo y cuje	Noviembre	12.8	palito	Pino y café
	Diciembre	26.2	Rajada	Guamo y cuje	Diciembre	16.9	palito	Pino y café
2014	Enero	24.3	Rajada	Guamo y cuje	Enero	13.8	palito	Pino y café
	Febrero	21.54	Rajada	Guamo y cuje	Febrero	11.93	palito	Pino y café
	Marzo	28.1	Rajada	Guamo y cuje	Marzo	10.22	palito	Pino y café
	Abril	21.98	Rajada	Guamo y cuje	Abril	7.51	palito	Pino y café
	Mayo	26.14	Rajada	Guamo y cuje	Mayo	3.19	palito	Pino y café
	Junio	28.8	Rajada	Guamo y cuje	Junio	7.67	palito	Pino y café
	Julio	23.96	Rajada	Guamo y cuje	Julio	4.58	palito	Pino y café
	Agosto	24.68	Rajada	Guamo y cuje	Agosto	4.12	palito	Pino y café
	Septiembre	12.82	Rajada	Guamo y cuje	Septiembre	8.2	palito	Pino y café
Total		283.32	Rajada	Guamo y cuje	Total	113.22	Palito	Pino y café

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

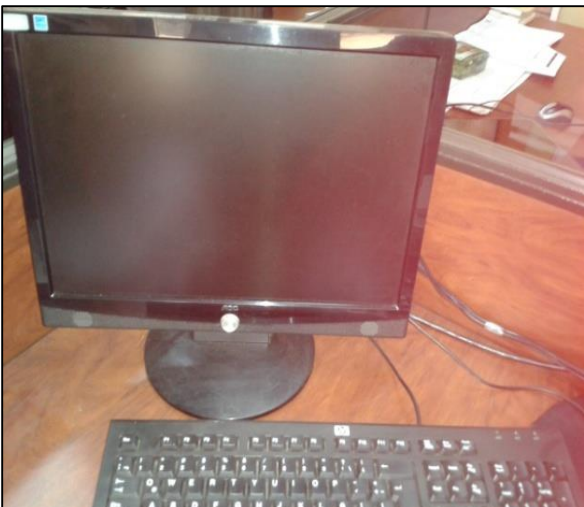
Anexo 7. Fotografías de las diferentes actividades realizadas durante la ejecución de la investigación.



Fotografía 1. Identificación de las áreas de consumo energético.



Fotografía 2. Inspección y realización de inventario de luminarias.



Fotografía 3. Inspección y realización de inventario de equipos eléctricos.



Fotografía 4. Caracterización e inspección de fogones



Fotografía 5. Establecimiento de tarimas para la cubicación de leña.



Fotografía 6. Cubicación de leña en la finca El Cascajal, 2014.

USAC
Universidad San Carlos de Guatemala-USAC
Centro Universitario de Oriente -CUNORI-

BOLETA DEL CONSUMO DE LEÑA EN FINCA EL CASCAJAL, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIMULULA 2014.

Nombre del encargado: Carlos Miranda Edad: 67 Sector: Municipio IE
No. De Trabajadores del sector: _____ Tipo de fogón: _____ Fecha De: 31/12/14

Semana 2.	No. De Personas Alimentadas	Usos de la leña (Cocer frijoles, maíz, etc.)	Especie indicar que especie prefiere usar	Tipo (rama, palito, leña rajada)	Procedencia (Bosque o sistema Agroforestal)	Vol. M3/m3
Lunes	87	✓	Guayule, caña	rama, leña	Bosque	
Martes	87	✓	✓	✓	Bosque	
Miércoles	87	✓	✓	✓	Bosque	
Jueves	87	✓	✓	✓	Bosque	
Viernes	87	✓	✓	✓	Bosque	
Sábado	87	✓	✓	✓	Bosque	
Domingo	87	✓	✓	✓	Bosque	
TOTAL						

Fuente: Karen Martínez, estudiante CUNORI 2014.

Fotografía 7. Recopilación y tabulación de la información.