UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CAFÉ (*Coffea arábica)*, COOPERATIVA CAFEL, SANTA RITA, COPÁN, HONDURAS

POR:

JOSE OSMIN PEREZ DERAS

DIAGNÓSTICO

OLANCHO **HONDURAS, C.A.**

ABRIL 2019

MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CAFÉ (*coffea arábica),* COOPERATIVA CAFEL, SANTA RITA, COPÁN, HONDURAS

POR:

JOSE OSMIN PEREZ DERAS

Asesor principal

GERARDO JAIR LAGOS HERNÁNDEZ, M.Sc.

Asesor adjunto

ING. JOSUÉ LEIVA

DIAGNÓSTICO

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO COMO
LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

OLANCHO **HONDURAS, C.A.**

ABRIL 2019

ACTA DE SUSTENTACION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en la Sala de Información Geográfica (SIG), adscrita a la Facultad Ciencias de la Tierra y la Conservación de la Universidad Nacional de Agricultura el: **M Sc. GERARDO JAIR LAGOS HERNÁNDEZ, M. Sc. SELVIN ANTONIO SARAVIA MALDONADO y la M Sc. NOELIA TOMASA LARIOS BOJÓRQUEZ**, miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **JOSÉ OSMÍN PÉREZ DERAS** del IV Año de la Carrera de Recursos Naturales y Ambiente presentó su informe.

"MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CAFÉ EN LA COOPERATIVA CAFEL, EN SANTA RITA, COPAN HONDURAS"

El cual a criterio de los examinadores, aprobó este requisito para optar al título Licenciado en Recursos Naturales y Ambiente

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los veintinueve días del mes de abril del año dos mil diecinueve.

M Sc. GERARDO JAIR LAGOS HERNÁNDEZ.
Consejero Principal

M. Sc. SELVIN ANTONIO SARAVIA M.
Examinador

M Sc. NOELIA TOMASA LARIOS BOJÓRQUEZ
Examinador

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso quien me brindó la sabiduría y fuerzas para poder perseverar en mi camino de estudiante y así alcanzar esta meta que tanto soñaba para lograr un desarrollo mejor en mi vida futura y la de mi familia.

A mis padres Angélica Deras y Renaldo Perez que han sido los pilares fuertes de motivación e impulso a seguir adelante y por el deseo de verme un día triunfar como profesional en mi vida.

A mis hermanos y hermanas por ayudarme en cada momento tanto en mi camino de estudios como en cualquier otro momento que los necesitaba, por su preocupación y confianza que han depositado en mí y sus palabras de aliento que han sido fundamentales y que son un orgullo de tenerlos siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTO

A **Dios creador del cielo** y tierra por su infinita ayuda e iluminación quien me dio la fortaleza para llegar a la meta.

A la **Madre del cielo** que siempre está intercediendo ante su **hijo Jesucristo** para que lograra avanzar en mi camino profesional y brindarme acompañamiento espiritual en cada momento.

A mis padres **Angelica Deras** y **Reynaldo Perez** por todo su esfuerzo para que lograra alcanzar mis objetivos y la meta propuesta ya que su apoyo ha sido incondicional en este proceso de estudio.

A mi asesor principal **Gerardo Jair Lagos Hernández** por su apoyo y orientación para culminar mi trabajo.

A mis asesores auxiliares **Noelia Larios Josué Leiva** y **Selvin Saravia** por sus consejos de motivación y acompañarme en el asesoramiento de mi trabajo de investigación.

Al Técnico. **Carlos Rosa** sub gerente de la cooperativa CAFEL por abrirnos las puertas y su apoyo incondicional durante el periodo de trabajo en la empresa.

A la municipalidad de San Sebastián, Lempira por brindarme apoyo logístico en los momentos que requería para mi trabajo y etapa de estudios.

CONTENIDO

Pág.

ACTA DE SUSTENTACION i
DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iii
LISTA DE CUADROS vi
LISTA DE FIGURAS vii
LISTA DE ANEXOS viii
RESUMEN ix
I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVOS 2
III. REVISIÓN DE LITERATURA 3
3.1 Antecedentes del cultivo de café 3
3.2 Especies de café comerciales 4
3.3 Variedades de café en Honduras a nivel comercial 4
3.4 Mercado del cultivo de café 4
3.4.1 Origen del Café y comercio en Honduras 4
3.4.2 A nivel nacional 5
3.5 Principales gases de efecto invernadero 6
3.6 Tratado Internacional sobre emisiones GEI 7
3.7. Los inventarios nacionales 8
3.8 La huella de carbono 8
3.8.1 Existen dos tipos de Huella de Carbono, una es la Corporativa y otra la del Producto. 8
3.8.2 Medición de la huella de carbono 9
3.8.3 Metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono 10
3.8.4 Método de Cálculo de Emisiones GEI de acuerdo a las directrices del IPCC 11
3.9 Estimación de la huella de carbono en Copán Honduras 13
3.10 Cooperativa CAFEL 13
IV. MATERIALES Y MÉTODO 14
4.1 Descripción del área de estudio 14
4.1.1 Ubicación geográfica y clima 14
4.1.2 Manejo del café 14

4.1.3 Variedades de café 14
4.1.4 Mercado del café 15
4.2 Materiales y equipo 15
4.3 Método 16
4.4 Procedimiento metodológico 16
4.5 Primera fase o Pre-campo 17
4.5.1 Organización para el reconocimiento del lugar de estudio 17
4.5.2 Definiendo muestra de productores. 17
4.5.3 Revisión de fuentes secundarias y primarias 19
4.6 Análisis del inventario 19
4.7 Segunda Fase II Campo 21
4.7.1 Inventario en el cultivo. 21
4.7.2 Consumo de energía eléctrica. 22
4.7.3 Generación de aguas mieles y pulpa. 22
4.7.4 Emisiones por transporte. 23
4.7.5 Emisiones por consumo de combustible 24
4.8 Tercera Fase III (post campo) 24
4.8.1 Factores de emisión. 24
4.8.2 Cálculo de huella de carbono. 25
4.8.3 Cálculo de incertidumbre. 26
4.8.4 Emisiones por abonos orgánico. 26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 27
5.1 Huella de carbono 2017-2018. 27
5.2 Estrategia reducción de emisiones 32
5.3 Buenas prácticas para la reducción de emisiones 33
5.3.1 Practicas en la Etapa de cultivo 33
5.3.2 Practicas en la Etapa de procesamiento 33
VI. CONCLUSIONES 35
VII. RECOMENDACIONES 36
VIII. BIBLIOGRAFÍA 37
ANEXOS 41

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Parcelas de los productores muestra..... 18
Cuadro 2. Factores de emisión utilizados en el cálculo de huella de carbono 25

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Índices de población mundial y consumo de café (2003-2017)..... 3
Figura 2. Producción de café regional (miles de bolsas de 60 Kg) 5
Figura 3. La proporción de algunos GEI en las atmósferas contempladas en el Protocolo de Kyoto. 6
Figura 4. Alcances de los Inventarios de GEI 10
Figura 5. Pasos para identificar y calcular emisiones de GEI 11
Figura 6. Categorías que evalúa el IPCC..... 11
Figura 7. Ubicación geográfica, Cooperativa CAFEL, Copán..... 15
Figura 8. Mapa de flujo de procesos actual (cultivo, procesamiento, distribución.)..... 20
Figura 9. Inventario de la etapa de cultivo 21
Figura 10. Inventario etapa de procesamiento..... 23
Figura 11. Inventario etapa de distribución. Fuente 24
Figura 12. Huella de carbono de Empresa Hermandad Ecológica Santa Rita, Copán.. 28
Figura 13. Inventario de emisiones etapa de cultivo Empresa Fraternidad Ecológica, Copán, Honduras. 28
Figura 14. Inventario emisiones etapa de procesamiento Empresa Fraternidad Ecológica, Copán, Honduras. 29
Figura 15. Inventario emisiones en la etapa de distribución de la Empresa, Fraternidad Ecológica, Copán, Honduras. 30
Figura 16. Mapa de rutas..... 30
Figura 17. Emisiones por categorías de la Empresa Hermandad Ecológica, Copán, Honduras..... 31
Figura 18. Ciclo de la estrategia de carbono 32

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1.Cálculos huella de carbono etapa de cultivo 42
Anexo 2. Cálculo huella de carbono en etapa de procesamiento 42
Anexo 3. Tipo de encuesta utilizada 43
Anexo 4. Toma de datos en el proceso del cultivo 45

Perez Deras O. 2019. Medición de la huella de Carbono en el proceso productivo de café (*coffea arábica),* Cooperativa Hermandad Ecológica Lda, Santa Rita, Copán, Honduras. Diagnóstico. Licenciado en Recursos Naturales y Ambiente, Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 50 p.

RESUMEN.

La huella de carbono es la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción, procesamiento y consumo de un producto o servicio. En el estudio se estimó la cantidad de CO_2 eq (Dióxido de Carbono equivalente) de septiembre 2017 a septiembre 2018 de la Empresa Cafetalera Hermandad Ecológica Lda, ubicada en Santa Rita, Copán, Honduras. Las normas PAS 2050: 2013 y PAS 14067: 2013 se utilizaron como referencia para tomar y calcular los datos. Se tomaron datos de consumo de electricidad, residuos, combustible, fertilizantes y agroquímicos. Se realizó el cálculo en Excel y en el programa Umberto NXT CO_2 (V7.1) utilizando factores de emisión del Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático y datos de Ecoinvent 3.3 otorgados por la secretaria de Mi Ambiente. La huella de carbono en el 2017/2018 fue de 843.26 t CO_2-eq, la etapa de procesado con un valor de 341.37 tCO_2 seguido por la etapa de cultivo con un impacto 165.8 tCO_2-eq. PAS 2050 considera las emisiones de huella de carbono de 1-3 kg CO2 eq/kg café oro de alto impacto al medio ambiente. El mayor impacto de la huella de carbono proviene de fertilizantes y sus emisiones, diésel y metano generado por aguas mieles en las lagunas de oxidación. La reducción de emisiones de carbono dentro de la empresa es posible mediante la implementación de un plan de eficiencia energética, uso de fertilizantes adecuado y capacitación de personal para encaminar la empresa hacia la certificación de carbono neutralidad.

Palabras Claves: PAS 14067, cambio climático, gases de efecto invernadero, huella de carbono de producto, caficultura.

I. INTRODUCCIÓN

Cada día se exige una producción mundial más amigable con el ambiente, con el fin de conocer el impacto real de un producto en el medio ambiente y que facilite evaluaciones ambientales en cada empresa (Bárcena *et al.* 2012). De igual modo se han desarrollado varios instrumentos que a la vez midan el impacto de un producto al ambiente, como ser: la medición de las emisiones de gases de efecto invernadero, a través de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), la huella hídrica, huella de energía, huella corporativa, huella del comercio y huella de carbón (CEPAL *et al*. 2017).

El objetivo del mercado internacional es que todas las fuentes proveedoras de productos de exportación se familiaricen con las nuevas herramientas y que les permita identificar mejoras y medidas de reducción, convirtiéndose como empresas de carbono neutral (Jiménez *et al.* 2011).

En este proceso de investigación se diagnosticaron las emisiones de gases de efecto invernadero producidos por el proceso de producción de café en la Cooperativa Cafetalera Ecológica Limitada (CAFEL), en Santa Rita, Copán. Dicho trabajo se desarrolló partiendo del método participativo y cuantitativo con el acompañamiento de los productores, con el objetivo de estimar la cantidad en toneladas de emisiones que se generan por cada actividad realizada. Esta investigación es importante, ya que así, se determinaron medidas en que la empresa productora de café se establezcan estrategias más tecnológicas que emitan menos cantidad de CO_2 al ambiente de acuerdo a los resultados obtenidos.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Determinar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en fincas de café (*coffea arábica*), de la Cooperativa CAFEL, Copán Ruinas, Copán.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Medir la cantidad de CO^2 por toneladas equivalente, generados por el cultivo de café (*coffea arábica)* desde el proceso de cultivo, hasta la exportación.

- ✓ Identificar los puntos de emisión más significativos y con mayor impacto dentro del cálculo de huella de carbono.

- ✓ Proponer nuevas medidas de compensación de emisiones que permitirán a la empresa CAFEL convertirse en una entidad de carbono neutral.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Antecedentes del cultivo de café

El café (*Coffea arabica*), es originario de las regiones tropicales altas de Etiopía, situadas entre 1,600 y 2,000 msnm, con temperaturas medias entre 18 y 20°C y que requieren entre 1,500 y 1,600 mm de precipitación media anual. Se adapta a zonas entre 600 a 1,800 metros de altitud. A su vez comprende muchas especies, sin embargo, sólo se cultivan Arábica y Robusta, para producción comercial, las cuales a su vez presentan distintas variedades (Chilena *et al.* 2007)

En 2015/16 el consumo alcanzó un nivel máximo histórico (Grafica 1) de 149.0 millones de sacos de 60 kg (2.1% más que el ciclo previo). En 2016/17 el consumo alcanzó un nuevo máximo histórico de 150.8 millones de sacos. ¿Quién bebe más café en el mundo? Está la Unión Europea (con 28.9% del consumo global), seguido de Estados Unidos (16.6%) y Brasil (13.8%). A nivel mundial, 85.4% lo toma tostado y molido y 14.6% lo toma soluble.

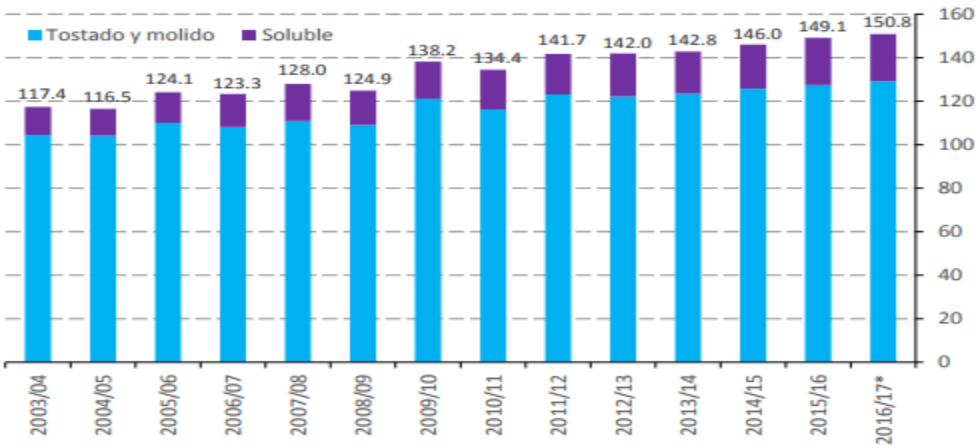


Figura 1. Índices de población mundial y consumo de café (2003-2017)

Fuente: USDA, Proyecto en junio de 2016/17.

3.2 Especies de café comerciales

Según SMALL (2009) las dos especies más importantes desde el punto de vista económico son *Coffea arabica,* y *Coffea canephora,* son las que más se cultivan en todas las regiones para el sustento económico. Existen otras especies también conocidas como *Coffea liberica* y *Coffea dewevrei* pero que son cultivadas a menor escala por su difícil adaptación a los tipos de clima y son de poco interés.

3.3 Variedades de café en Honduras a nivel comercial

De las dos especies más importantes, la única cultivada comercialmente en Honduras es *Coffea arabica*. Entre las variedades de la especie *arabica* más cultivadas en el país están: *Typica*, Bourbon, Caturra, Pacas, Villa Sarchí, Catuaí, Ihcafe-90 y Lempira. Así mismo, existen nuevas selecciones en variedades con resistencia a enfermedades y plagas de importancia económica que vendrán a contribuir al mejoramiento de la caficultura en Honduras (Ponce 2001).

3.4 Mercado del cultivo de café

3.4.1 Origen del Café y comercio en Honduras

El cultivo del café en Honduras se inició en la primera década del siglo XIX. En aquel tiempo, el café que se producía se destinaba al autoconsumo, a pesar de que los hondureños conocían el gran potencial de su aromático café y sobre todo la posibilidad de convertirlo fácilmente en un producto de exportación. Sin embargo, durante décadas, este continuó siendo un cultivo fundamentalmente familiar, del cual, únicamente se destinaba una mínima parte de la producción a la venta. (Caf 1804)

De acuerdo al informe regional centroamericano, para la temporada 2016/2017, en los cuatro países regionales analizados, se estima producción aproximada de 12 millones de sacos de 60 kg, que representa un leve aumento de 2.5 por ciento en la producción comparada con la temporada anterior. Se estima que los volúmenes de producción general

de la presente cosecha (2016-2017), serán similares a la cosecha anterior debido la prevalencia del impacto de la roya principalmente en Guatemala y El Salvador, así como también por la sequía que afectó en septiembre y octubre de 2016, lo que provocó menor rendimiento en la producción (Claves 2017)

Por lo tanto, antes que el actual brote de la roya de café comenzara en 2011/2012, la producción de café en El Salvador ya había disminuido en un 38 por ciento desde el pico durante la temporada 1992/1993 (Figura 2). La infestación de la roya ha reducido la producción aún más, con esto cabe mencionar que la tendencia en, el sector cafetalero en el país apenas ha iniciado a revertir. La producción en 2016/2017 se estima en 623,000 sacos de 60 kg, un 33 por ciento de la producción de 2010/2011.

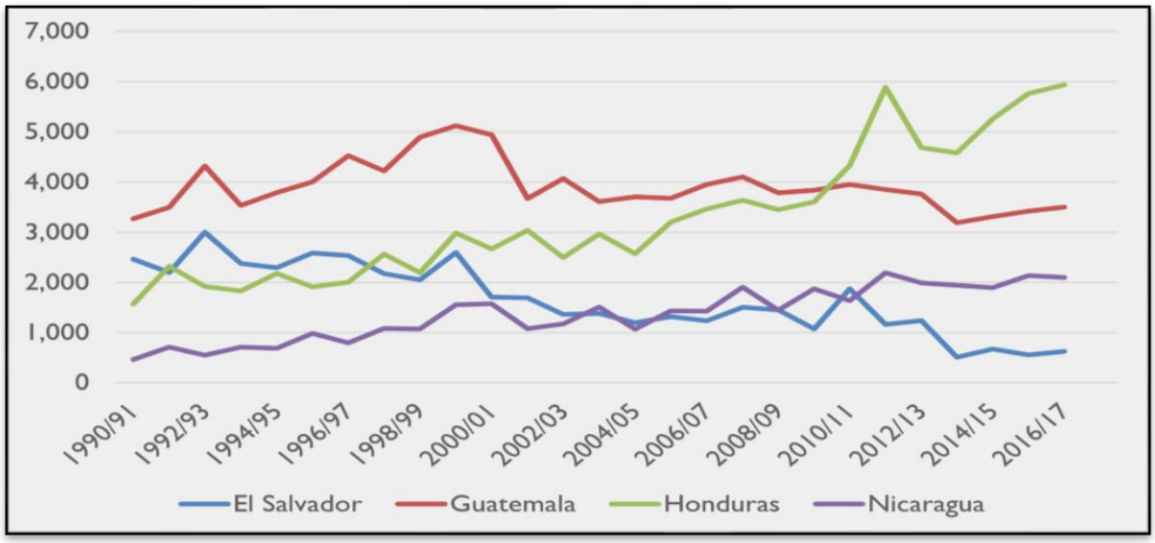


Figura 2. Producción de café regional (miles de bolsas de 60 Kg)

Fuente: Organización Internacional de Café (OIC, 2017)

3.4.2 A nivel nacional

De acuerdo a (IHCAFE), Desde la temporada 2010/2011, Honduras figura como el principal productor de la región, superando a la producción de Guatemala. Actualmente Honduras es el tercer productor de América Latina y el sexto a nivel mundial, con una extensión cultivada de 285,714 ha, de las cuales aproximadamente el 70% son con variedades resistentes a la roya, tales como Lempira, IHCAFE-90 y Parainema. (FEWS NET 2017).

En Honduras la producción de café tiene una importancia relevante en el valor agregado del sector agrícola, su participación es del 29%, mientras que su contribución en el producto interno bruto alcanza un 6.5% (IHCAFE 2017).

3.5 Principales gases de efecto invernadero

Las disposiciones de la Convención CMNUCC, hace referencia a todos los gases de efecto invernadero no incluidos en el Protocolo de Montreal de 1987 del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono. No obstante, en el Protocolo de Kioto se hace hincapié en los seis siguientes: (Figura:3) Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O). Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), Hexafluoruro de azufre (SF_6). Aunque estos gases son de origen natural, sus emisiones han aumentado de manera dramática en los dos últimos siglos, debido a las actividades humanas (Fig. 1). El CO_2, que es con gran diferencia la fuente más importante, ha crecido aproximadamente un 80% (un 28% desde 1990) (Santillán Jorge 2016).

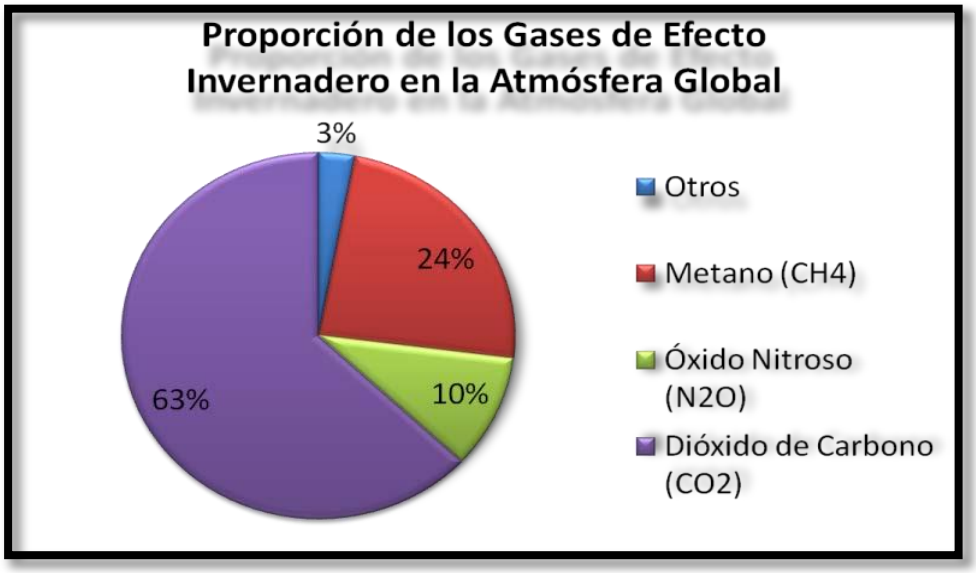


Figura 3. La proporción de algunos GEI en las atmósferas contempladas en el Protocolo de Kyoto.

Fuente: Tomado del libro "Cambio climático y calentamiento global.

En la tabla 1 se observa la fuente de emisión de cada uno de los Gases de Efecto Invernadero.

Tabla 1. Gases de Efecto Invernadero**.**

Gases de efecto Invernadero	Fuente
Dióxido de Carbono (CO_2)	Gas de invernadero producido por uso de combustible fósil (petróleo, gas, carbón, etc) y por el cambio de uso de la tierra (deforestación). Este gas ha contribuido a mantener una temperatura constante dentro de la tierra, sin embargo en la actualidad, es responsable de casi el 76 % del calentamiento global previsto para los próximos años.
Metano (CH_4)	Al igual que el CO_2, es producido por la combustión de combustible fósil, asimismo, se produce en los pozos de petróleo, minas de carbón al aire libre, cultivos de arroz y por la por la digestión alimenticia de los animales.
Oxido Nitroso N_2O	Liberado por la combustión de vehículos motorizados Diesel, así como el empleo de fertilizantes nitrogenados.
Vapor de Agua (H_2O)	Por evaporación, ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo.
Ozono (O3)	Presente en la estratosfera y la troposfera.
Hidrofluorocarbonos o HFC	Es usado por el hombre como disolvente para los aerosoles, refrigerantes y dispersores de espuma de uso industrial y doméstico.
Perfluorocarbonos o PFC	Es provocado por la acción del hombre por la producción de aluminio por electrólisis.
Hexafluoruro de azufre o SF6	Provocado por la acción del hombre en la producción de magnesio

Fuente: Colque *et al*, (2007)

3.6 Tratado Internacional sobre emisiones GEI

Una vez el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático 1988, reconoce científicamente el problema del calentamiento global, se establecen tratados y convenciones internacionales con el objetivo de exponer la problemática y comprometer a países desarrollados y subdesarrollados a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero al medioambiente (ONU 2009)

3.7. Los inventarios nacionales

En el artículo 4 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), se manifiesta que las Partes deberán elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el artículo 12, inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes (Chacón *et al.* 2012).

En los inventarios debe informarse sobre lo que sucede en los distintos sectores y las principales fuentes de emisión de cada país. Uno de los obstáculos/desafíos ha sido contar con mecanismos transparentes de monitoreo, información y verificación (MRV por sus siglas en inglés). De igual manera se está trabajando en avanzar, mejorar y comparar metodologías nacionales e internacionales de modo de aportar información más actualizada y transparente (Frohmann y Olmos 2013).

3.8 La huella de carbono

La huella de carbono (HC) es un indicador de la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) generados y emitidos por una empresa, proyecto, evento o producto. En este último caso, se considera todo el ciclo de vida del producto a lo largo de la cadena de producción, a veces incluyendo también su consumo, recuperación al final del ciclo y su eliminación (Elena, De Jesus 2012).

3.8.1 Existen dos tipos de Huella de Carbono, una es la Corporativa y otra la del Producto.

La Huella de Carbono Corporativa, mide las emisiones GEI de todas las actividades que lleva a cabo una organización, incluyendo las emisiones derivadas del consumo de los edificios que ocupa, las procedentes de los procesos industriales y las generadas por los vehículos que se utilicen. (En *et al.* 2016).

En cambio, la huella del producto es la medición en cantidad de emisiones que genera la empresa por sacar un producto al mercado. Par lo tanto, para conocer la HC del producto es necesario evaluar todas las fuentes de emisión utilizadas en el procesamiento del producto (Bruselas *et al.* 2015).

3.8.2 Medición de la huella de carbono

Medir la HC de un producto o confeccionar un inventario de GEI de una empresa implica realizar un ejercicio de contabilidad de emisiones. El objetivo final del mismo suele ser la reducción de dichas emisiones, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático.

Al conocer el nivel de emisiones de su producto o empresa, el productor puede realizar acciones. para reducirlas. Las mediciones de HC se han ido ampliando desde los registros corporativos hacia los de productos específicos, la mayoría de los cuales se realiza actualmente a partir del denominado "análisis del ciclo de vida" (Elena, De Jesus 2012). También menciona que una forma de definir el ciclo de vida de un producto, incorpora todas las etapas de la vida de un bien: adquisición de materias primas, fabricación, procesado y formulación de productos, distribución y transporte, uso/reutilización y mantenimiento, y gestión de residuos.

Según las normativas establecen que la organización debe cuantificar y documentar las emisiones GEI y las reducciones, mediante los siguientes pasos se estructura en las siguientes secciones (Tabla 2):

Tabla 2. Pasos para cuantificar la Huella de Carbono

Normativa para cuantificar los gases GEI		
1.Puesta en marcha	**2.**Cálculos de la huella del producto	**3.**Próximos pasos
-Establecimiento de objetivos	Creación de un mapa de procesos	Validación de los resultados
-Selección de productos	Comprobación de las fronteras y la priorización	La reducción de las emisiones
-Involucrar a los proveedores	Recolección de datos	Comunicar la huella y reclamar
	Cálculo de la huella	Reducciones
	Comprobación de incertidumbre (opcional)	

Fuente: Tomada de las Directrices del IPCC

3.8.3 Metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono

Elena, De Jesús (2012) comenta que El protocolo de Gases de Efecto invernadero funciona principalmente identificando los límites organizacionales de la empresa, luego se debe tener en cuenta los límites operacionales los cuales se clasifican en tres alcances. definir los límites de las mediciones a partir del nivel de cobertura o alcance (Figura 4).

Alcance 1: Emisiones directas de GEI, que ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa, como por ejemplo los vehículos, el cual son emisiones provenientes de combustión. Las emisiones de GEI no cubiertos por el Protocolo de Kioto, como CFCs, NOx, etc. no deben incluirse en el alcance 1, pudiendo ser reportadas de manera separada.

Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI, incluye emisiones de generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa.

Alcance 3: Otras emisiones indirectas, proceso en el que las emisiones son consecuencia de las actividades de la empresa, es decir que ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa.

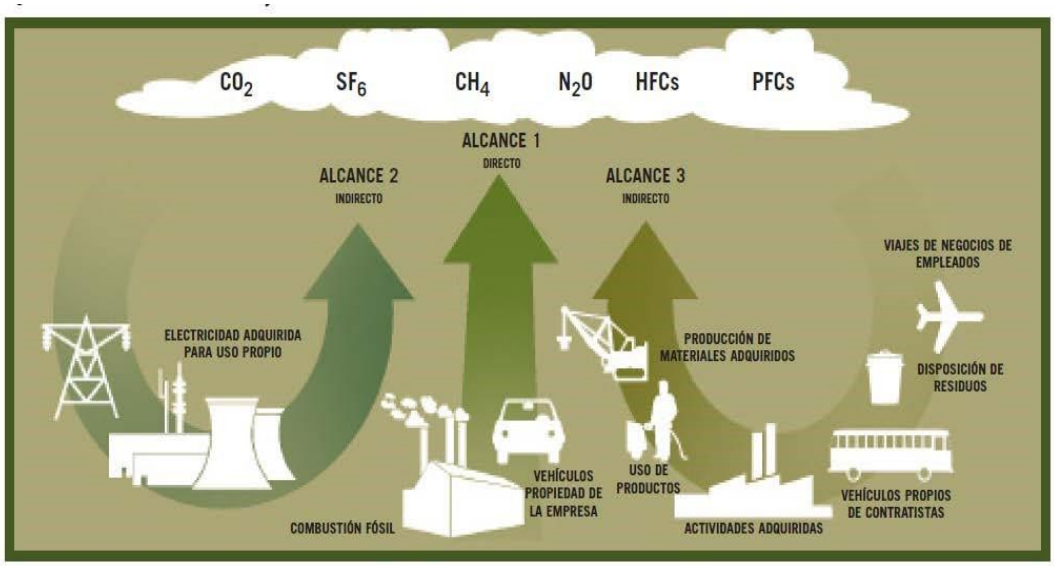


Figura 4. Alcances de los Inventarios de GEI

Fuente: Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte.

3.8.4 Método de Cálculo de Emisiones GEI de acuerdo a las directrices del IPCC

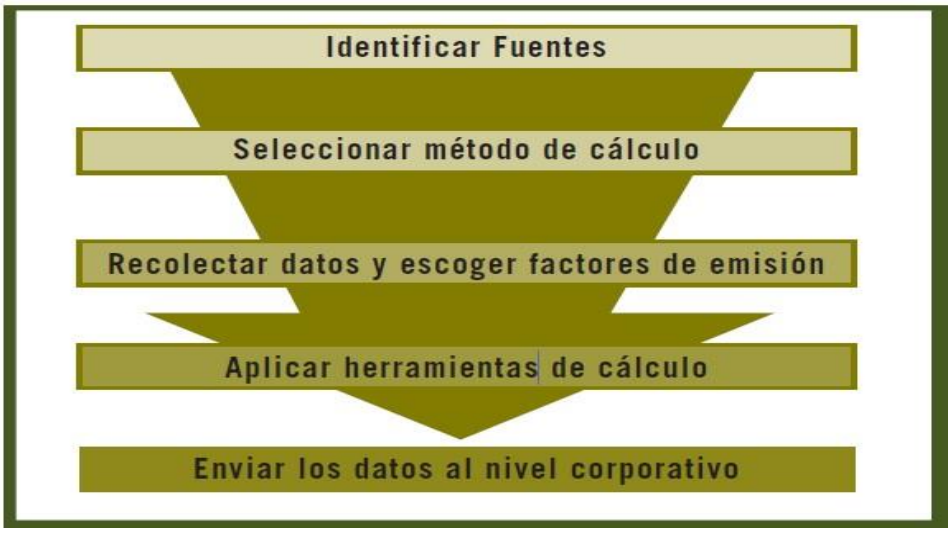


Figura 5. Pasos para identificar y calcular emisiones de GEI

Fuente: Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte, (Capítulo 6)

Las Directrices del IPCC proporcionan una estructura común para clasificar los sectores y categorías de fuentes y sumideros, a partir de informes que recomienden prácticas y gestión de los Inventarios Nacionales de GEI con base a los datos relativos de los factores de emisión (Figura 6)., Por ende, el IPCC declara estos volúmenes para hacer más ágil y fácil las mediciones GEI.

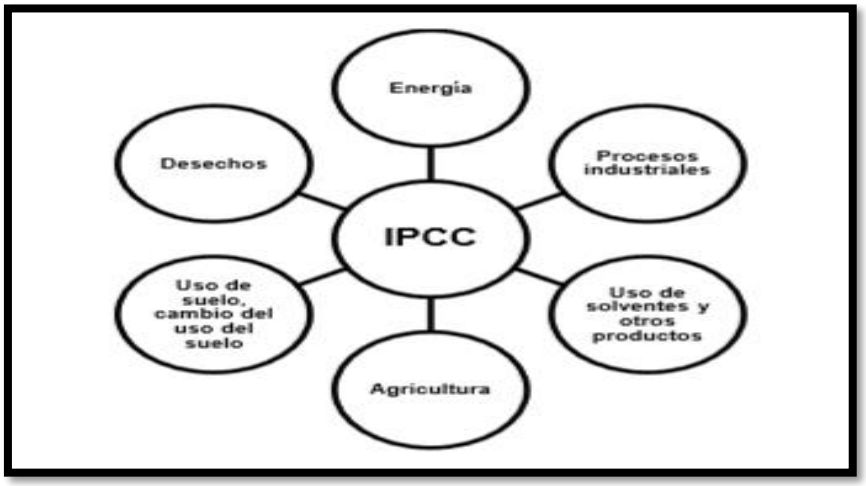


Figura 6. Categorías que evalúa el IPCC

Fuente: Ángel Meraz, 2012.

Estas categorías proporcionadas por el IPCC (Figua 6), se desarrollarán en los volúmenes 2 que incluye Energía, al igual que en el volumen 3, todos los procesos industriales con el fin de evaluar la maquinaría de Transporte Todo Terreno, y en el volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra para valorar la utilización de fertilizantes en la hectárea de cultivo de café desde la producción hasta el procesado del producto. Cada sector comprende categorías individuales (p. ej. transporte) y subcategorías (p. ej. automóviles). Por consiguiente, los países crean un inventario a partir del nivel de la subcategoría y se calculan las emisiones totales por sumatoria de las absorciones correspondientes a cada gas.

Una de las decisiones importantes a la hora de medir las emisiones de GEI incorporadas en un producto o servicio es determinar la metodología con la que se realizará el cálculo. No existe un único instrumento a nivel internacional, sino una gran variedad, los que han ido confluyendo, pero que presentan diferencias (CEPAL 2013).

El IPCC presenta un método de estimación que hace uso del abordaje metodológico simple más común:

$$Emisiones = AD.EF$$

Donde AD (Activity Data) se refiere a datos de la actividad, los cuales cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria. EF (Emission Factors) se refiere a los factores de emisión. Esta ecuación ayuda a seleccionar la metodología por niveles que sea adecuada a las circunstancias, sobre la base de su evaluación de las categorías principales.

Tras varios años de trabajo y discusión en el que participaron 56 países, se esperaba llegar a un consenso internacional. Sin embargo, en las etapas finales del proceso no se logró el apoyo necesario y la publicación de la norma fue rechazada, quedando sólo como una Especificación Técnica (ISO/TS 14067). Esto le resta fuerza, pues es una guía que puede ser o no adoptada por las empresas (Luis *et al*. 2011).

La ISO/TS 14067:2013 especifica los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de un producto. Para la cuantificación, se basa en las normas internacionales de evaluación del ciclo de vida: ISO 14040 e ISO 14044. Para la comunicación, se basa en las normas sobre etiquetas ambientales y declaraciones: ISO 14020, ISO 14024 e ISO 14025 (SEVILLA s. f.).

3.9 Estimación de la huella de carbono en Copán Honduras

En septiembre del 2015 La Empresa Asociativa Campesina Aruco en conjunto con SNV y Factor CO_2 ha realizado en dos ocasiones medición de la huella de carbono en el beneficio. En la cual se modificaron algunos procesos de la huella de carbono del 2012 y se implementaron medidas eficientes en el sistema. La unidad de referencia también cambió siendo antes en el proyecto piloto de un saco de 46 kg de café oro de exportación ahora ha cambiado a 1 kg de café oro (Osorio Andrea 2017).

El estudio de huella de carbono consistió en calcular la huella del año 2017. Con el fin de proveer de información a la medición anual de la Empresa Asociativa Campesina Aruco para llegar en un futuro a distinguirse con un certificado de Carbono neutral.

3.10 Cooperativa CAFEL

La Cooperativa CAFEL fue fundada en enero del 2003 con 22 productores de café organizados con el propósito de tener éxito en el mercado del café. En el año 2004 se inició con el proyecto de la instalación de una central de beneficiado húmedo y seco en "LAS DELICIAS", sector de San Fernando, Ocotepeque, Desde el año 2007 se inició con las primeras experiencias de exportación de café para el mercado europeo, actualmente contamos con una cartera de clientes de diferentes partes del mundo (Canadá, EEUU, Austria, Inglaterra, Alemania, Bélgica y Escocia). Este segmento ha ido creciendo gracias a la seriedad de nuestra organización al garantizarle al comprador el cumplimiento del 100% de los compromisos que se adquieren.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Descripción del área de estudio

4.1.1 Ubicación geográfica y clima

El estudio se realizó en la Empresa, Cafetalera "Fraternidad Ecológica Limitada" (CAFEL), ubicada en Santa Rita, departamento de Copán en el occidente de Honduras, en la región cafetalera del mismo nombre (Figura 7). Santa Rita de Copán se encuentra a una altura de 765 a 1100 msnm con una precipitación anual de 1,300-2,300 mm repartidos mayormente entre los meses de mayo a inicio de septiembre. La empresa se dedica a la producción y exportación de café (CAFEL, 2017).

4.1.2 Manejo del café

La cosecha de café inicia en el mes de octubre terminando en marzo o abril del siguiente año, dependiendo de la altura a la que se encuentre el cultivo y las condiciones climáticas. Los productores socios (120 activos a la fecha) llevan su café húmedo a la cooperativa quien lo recibe en sus instalaciones y realiza el proceso de beneficiado húmedo para luego darle el proceso de secado en patio para llevarlo a 44% de humedad. Luego entra al beneficio seco en el cual pasa a las secadoras horizontales para llegar a un 11.50% de humedad la cual es la adecuada para almacenarse en bodega.

4.1.3 Variedades de café

Los productores trabajan con distintas variedades de café entre ellas Maradojipe, Lempira, Parainema, Catuai, IHCAFE 90 y Obatá. La variedad de café a cultivar dependerá de varios factores como la altura de la finca, experiencia y tradiciones de los legados cafetaleros. Algunas fincas se dedican a la producción de café convencional otras en cambio han optado por convertirse a café orgánico debido a incentivos de mercado.

¿Referencia? Los cafés de altura son preferidos por sus características en taza debido que al madurar más lentamente el fruto tienen sabores y aromas únicos.

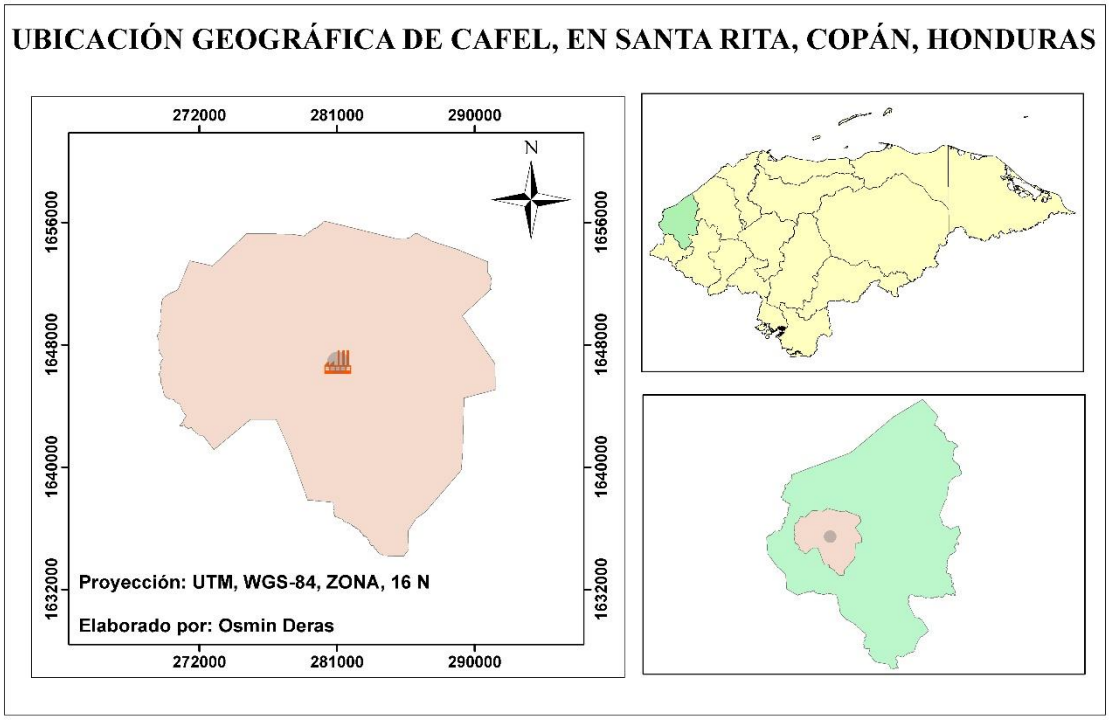


Figura 7. Ubicación geográfica, Cooperativa CAFEL, Copán

4.1.4 Mercado del café

La Empresa vende su café a compradores extranjeros quienes visitan las instalaciones para escoger el lote de café a comprar. Luego se transporta el café oro al puerto. Tras ser trillado y clasificado por el beneficio denominado exportadora (beneficio que prepara el grano de café con las características para exportar). Dependiendo de la calidad del café entregado pueden llegar a venderse en países como Estados Unidos, Noruega, Holanda, Alemania, Inglaterra, Ucrania y Honduras (CAFEL, 2017).

4.2 Materiales y equipo

Los materiales e insumos utilizados fueron: fotocopias de formato de encuestas, lápiz, libreta de campo, botiquín personal, tablero, formulario de encuestas, hojas de papel bond. El equipo y el software utilizado fue: GPS, memoria USB, computadora, proyector, impresora, QGIS.

4.3 Método

El método que se utilizó en la investigación el método "investigación y acción-participativo", el cual radicó en el involucramiento de los miembros directivos de la Cooperativa y de los productores afiliados los cuales fueron pieza clave para concretar la información de la investigación.

4.4 Procedimiento metodológico

Esta investigación se desarrolló en tres fases:

Fase I o Pre-campo: En la cual se elaboró la planificación de las actividades en conjunto con los técnicos de la Cooperativa y definición de la muestra identificando a productores que vivieran lo más cerca posible y que tuvieran de una hectárea a seis como máximo. Para el abordaje del estudio en la cooperativa, también la socialización con los afiliados mediante visitas y reuniones citadas por la cooperativa y de esa forma hacer la recolección de datos de campo.

Fase II Campo: Consistió en la recolección de datos de campo mediante la aplicación de encuestas a los 39 productores, tomando en cuenta lo estipulado en el procedimiento definido por las normas estandarizadas por la IPCC, que consiste en tomar datos de cada fuente de emisión en relación a la huella de carbono de un producto de una empresa.

Fase III Post campo: Consistió en el análisis de los resultados obtenidos a través de la aplicación de las encuestas y entrevistas a cada afiliado en la finca o en las viviendas visitadas a cada productor.

4.5 Primera fase o Pre-campo

4.5.1 Organización para el reconocimiento del lugar de estudio

Se realizó una reunión con el gerente y técnicos de la Cooperativa con el propósito de planificar las actividades a realizar durante la presente investigación, y poder de esta manera, definir la muestra aleatoria y para hacer más fácil la recolección de datos a los productores seleccionados en la muestra.

4.5.2 Definiendo muestra de productores.

La especificación técnica PAS 2050:2012 y su extensión PAS 2050-1:2012 establece para la huella de carbono de un producto hortícola la posibilidad que muchos productores lleven su producto a una única planta de proceso (British Standards Institution 2012). Por lo cual, se definió un grupo de muestra de acuerdo con la cantidad total de productores. La Empresa Cafetalera Hermandad Ecológica Lda, tiene 175 productores socios. Siguiendo la tabla de muestreo, se calculó una muestra de 41 socios para determinar sus emisiones de carbono en la etapa de cultivo del café (Cuadro 1). Los productores fueron escogidos debido a su nivel de avance en prácticas sostenibles ambientalmente, considerándose productores orgánicos, convencionales y productores en procesos de conversión orgánica.

Cuadro 1. Parcelas de los productores muestra

Nº	Nombre del Productor	Area de la finca (ha)	Nº	Nombre del productor	Area de la finca (ha)
1	Nahum Cardona	4.07	22	Andres Geronimo Arita	1,64
2	Oscar Donaldo Ortiz	3.05	23	Jorge Alberto Arita	3,49
3	Obed Enrique	1.04	24	Jose Prudencio Arita	2,44
4	Juventino Monrroy	1.05	25	Eliodoro Galvez Pinto	1,5
5	Rolando Monrroy	2.05	26	Oswaldo Moreira	1,5
6	Francisco Orellana	1.04	27	Oscar Mauricio Galvez	8
7	María Luisa Fuentes	5.06	28	Mario Lopez	1,5
8	Blanca Rosa Leiva	0.07	29	Edien Arnulfo Enriquez	2
9	Osman David Pinto	4.09	30	Juan Ramon Alvarado	3
10	Ana del Carmen Villeda	5.06	31	Fredy Humberto Lopez	2
11	David Andony Pinto	2.08	32	Jose Humberto Mejia	2,1
12	Jose Faustino Pinto	21	33	Gilverto de Jesus Lopez	2,8
13	Jose Juaquin Arita	1.4	34	Jose Rendolfo Seballos	1,4
14	Hector Manuel Arita	3	35	Maria Guadalupe Regalado	1,4
15	Angel Alfreo Arita	1.04	36	Centro de Acopio, Beneficio las Malbinas	
16	Gregorio Arita Guerra	1.39	37	CAFEL	
17	Manuel de Jesus	6,97	38	Centro de Acopio las Delicias	
18	Cresencio Arita Guerra	2,79	39	Orlando Oliva	3,8
19	Emilio Arita Geronimo	3,49	40	Doris de Oliva	2,5
20	David Rolando Arita	1,74	41	Exportacion	
21	Edwin Jonatán Leiva	4.07	42		

Los socios fueron escogidos de acuerdo con su nivel de avance y conocimiento en el desarrollo de prácticas ambientales en sus fincas. Se escogieron productores que aún no alcanzan el máximo de mejoras ambientales, actualmente cuentan con Certificados de Rain Forest Alliance Comercio Justo y UTZ. En promedio la edad de las fincas de los 41 productores está en 23.5 años bajo producción. El promedio es válido debido a que se trata de huella de carbono de producto, de manera que no es necesario extrapolar los datos de los 41 a los 175 productores (Cuadro 1). La producción anual para septiembre 2017-2018 de CAFEL fue de 4.762,719.885 kg café oro.

Dentro del análisis se incluyó un factor de emisión por establecimiento del cultivo, considerando en promedio que cada 20 años se renueva la plantación. El factor de emisión fue tomado de la base de datos de manejado por la secretaria MI AMBIENTE la cual ha sido calculado en base al café en Honduras (Oliva 2017)

4.5.3 Revisión de fuentes secundarias y primarias

Estas se utilizaron para recolectar más información acerca de temas relacionados con la huella de carbono (HC), o temas ambientales, en instituciones y empresas que se dedican a la exportación de productos dentro y fuera de Honduras y que tienen más influencia en la zona con el fin de extraer información más reciente y similar a la zona de estudio.

Por lo tanto, con relación a las fuentes de información primaria se obtuvo de los productores afiliados a la cooperativa empleados y demás personas aledañas a las instalaciones del beneficio de café.

4.6 Análisis del inventario.

Se dividió la producción del café en tres etapas (Figura. 8)

- Cultivo
- Procesamiento
- Distribución

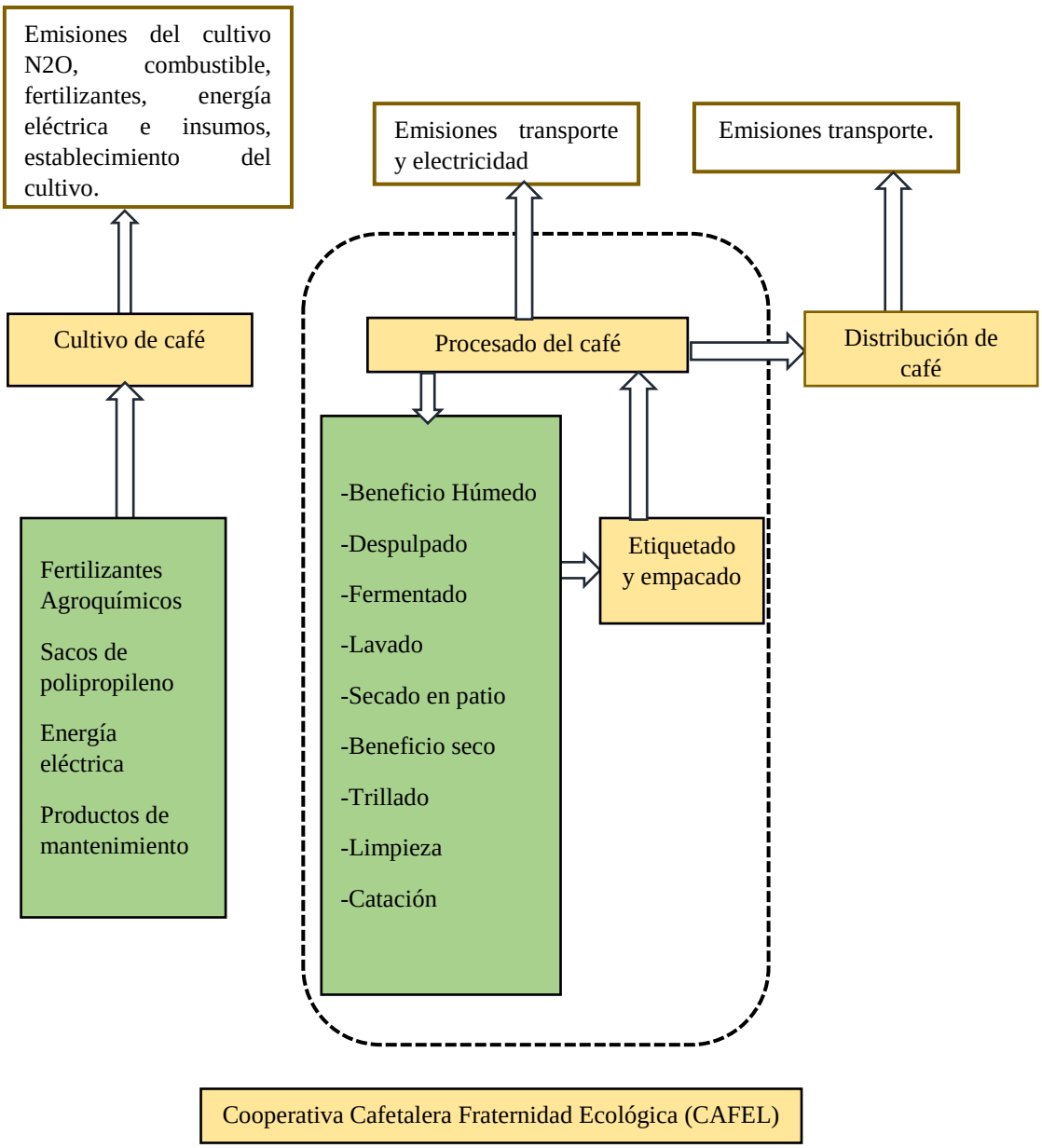


Figura 8. Mapa de flujo de procesos actual (cultivo, procesamiento, distribución.)

Se realizó visita al centro de acopio ubicado en las Malvinas Santa Rita de Copán donde se realizan todos los procesos de café en su totalidad del 2 al 10 de noviembre del 2018, para recopilar información de consumo de energía y materias primas en el procesado, datos de cultivo y transportes del café al puerto.

4.7 Segunda Fase II Campo

4.7.1 Inventario en el cultivo.

Se realizó mediante del plan de fertilización y control de plagas que realizan los productores socios a través de la asistencia técnica. Se promedió las cantidades de fertilizantes e insumos como fungicidas y herbecidas de los 39 productores para el cálculo de huella de carbono en la etapa de cultivo. Mediante encuestas, se estimaron los consumos de energía eléctrica, viajes para comprar insumos, combustible para trabajos de campo y residuos generados de la producción (Figura 3). Las huellas de la cuna a la puerta de la producción de fertilizantes se obtuvieron de la base de datos de Ecoinvent 3.3. Las emisiones por volatilización de urea y caliza al volatilizarse y lixiviarse en campo se obtuvieron de las directrices del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) (Cecile De Klein et al 2006)

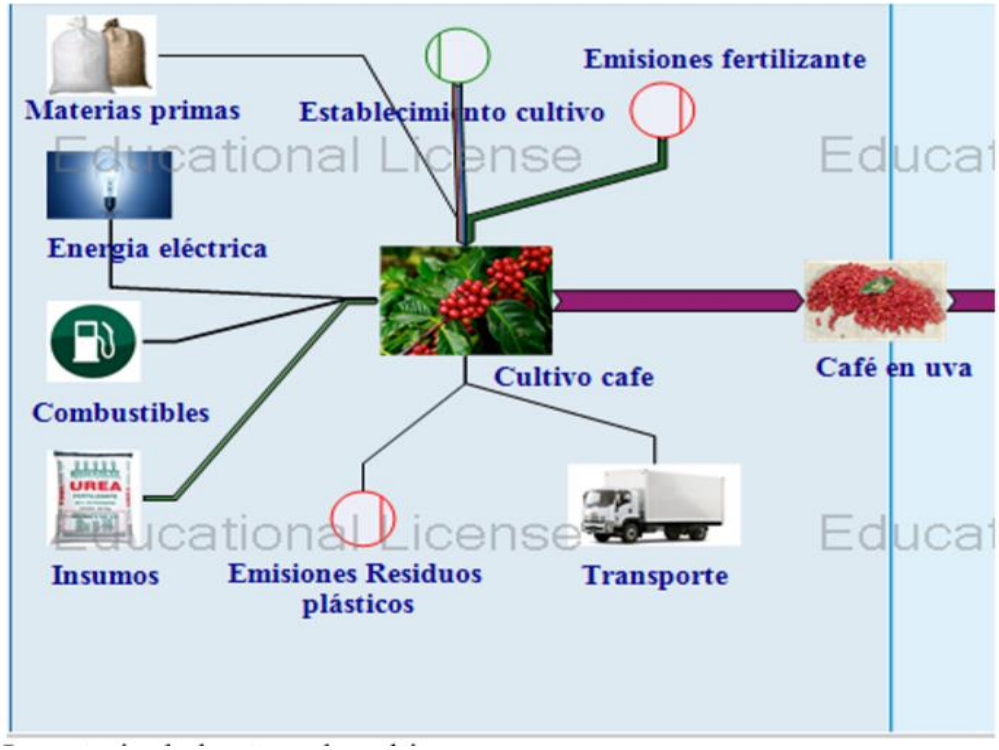


Figura 9. Inventario de la etapa de cultivo

4.7.2 Consumo de energía eléctrica.

Para la recolección de consumo de energía se solicitó las facturas mensuales de la Empresa de Energía de Honduras (EEH) y se determinó el consumo de energía eléctrica por el periodo de estudio. Se utilizó el factor de emisión de 0.370 kg CO2 eq/ kwh tomado de la matriz energética de Honduras establecida actualmente (Honduras 2018). A esto cabe destacar que la matriz energética de Honduras está compuesta por fuentes renovables, en la cual lidera la generación hidroeléctrica con un 36.8 por ciento, seguido de la eólica (13.2%), luego la energía solar (11.2%), en cuarto lugar, a base de biomasa (10.7%) y finalmente trasciende la incursión este año de la geotérmica (3.1%). (Fasquelle 2018).

4.7.3 Generación de aguas mieles y pulpa.

La Empresa Cafetalera Hermandad Ecológica cuenta con una laguna de oxidación construida con una membrana plástica que impide que el agua se percole en el suelo. Para determinar la cantidad de aguas mieles generadas en el proceso de beneficiado húmedo

Al terminar de evaporarse las aguas mieles se retira el lodo del fondo para prepararse para la siguiente temporada de cosecha.

De acuerdo a Directrices del Intergubernamental Panel on Climate Change (IPCC) de 2006 para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero las emisiones de CO_2 no se consideran dentro del cálculo de huella de carbono por ser de origen biogénico. Sin embargo, las aguas mieles si son fuentes de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) los residuos en forma de lodo que se acumulen en su fondo. El (CH_4) se forma a partir de temperaturas superiores a los 15°C en condiciones anaeróbicas. El factor de emisión utilizado para aguas mieles está basado en las emisiones de metano (CH_4) generado en el proceso de descomposición de las aguas en las lagunas de oxidación a cielo abierto. Los factores de emisión utilizados fueron tomados de las directrices del IPCC, con un factor de emisión de 0.6 kg CH_4/kg y un estimado de 22.25 kg CO_2 eq/kg CH4 (Cuadro 2).

En este caso La cascarilla de café y la pulpa de café no se toman en cuenta en sumatoria de la huella final debido a que se convierte en un producto con valor económico, mismo que es usado como biomasa para secar el café. Se considera las emisiones por cascarilla como mínimas porque es de ciclo biogénico y este se transforma en un producto con valor económico por lo cual no se toma en cuenta (Figura 9).

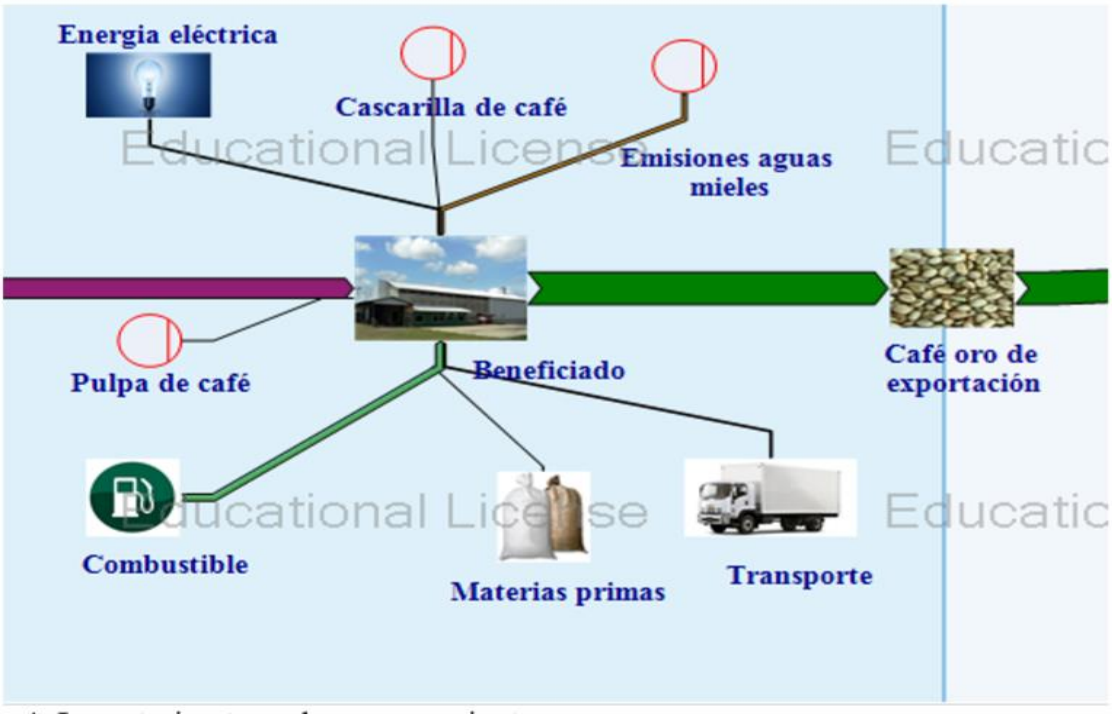


Figura 10. Inventario etapa de procesamiento

4.7.4 Emisiones por transporte.

Para la estimación de la HC, se elaboró un mapa por medio del que ubicó espacialmente a las fincas. Se promedió las distancias recorridas de los productores, empleados del beneficio y distancias recorridas al puerto y suministrar información sobre tipo de combustible, cantidad transportada por viaje, cantidad de viajes realizados y tipo de transporte empleado (transporte pesado y liviano) (Figura 10).

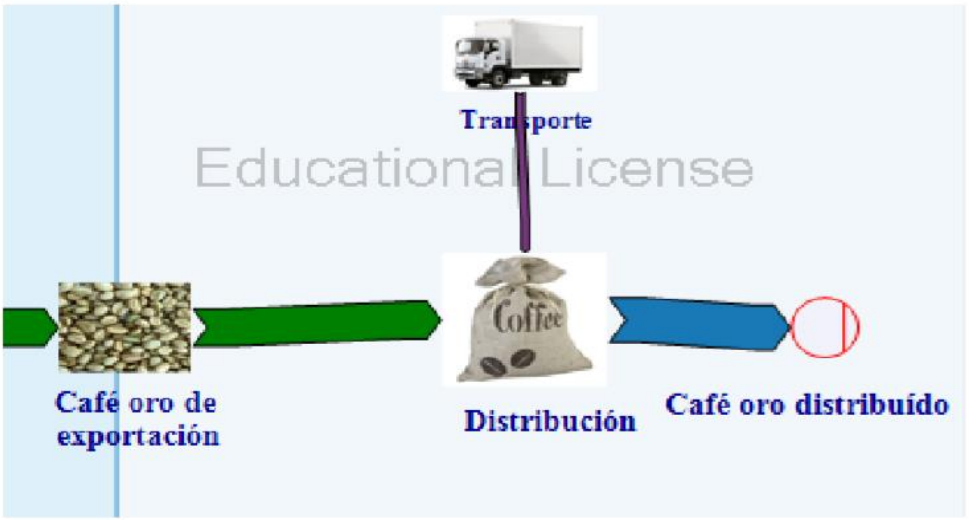


Figura 11. Inventario etapa de distribución. Fuente

4.7.5 Emisiones por consumo de combustible

En la etapa de cultivo se utiliza combustible para aplicación de productos. En la etapa de cultivo se han considerado los viajes realizados para comprar insumos, la de los cortadores de café y los viajes de gestión de residuos. En la etapa de procesamiento se han tomado en cuenta todos los viajes para compra de materia prima, transporte para gestión de residuos, entre otros viajes para actividades del café (Cuadro 10).

4.8 Tercera Fase III (post campo)

4.8.1 Factores de emisión.

Los factores de emisión empleados en el cálculo de huella de carbono fueron suministrados en la base de datos y factores de emisión que provienen del IPCC y de GHG Protocol y la base de datos de Ecoinvent.

Cuadro 2. Factores de emisión utilizados en el cálculo de huella de carbono

Categoría	Factor de emisión	Unidades
Energía eléctrica	0.6720	kg CO_2 eq/kWh
Urea	1.6300	kg CO_2 eq/kg
P_2O_5	2.0200	kg CO_2 eq/kg
K_2O	0.4970	kg CO_2 eq/kg
Caliza	0.0192	kg CO_2 eq/kg
Insecticidas	16.6000	kg CO_2 eq/kg
Fungicidas	10.6000	kg CO_2 eq/kg
Sacos polipropileno	1.9700	kg CO_2 eq/kg
Plásticos LDPE	2.1000	kg CO_2 eq/kg
Productos (mantenimiento)	1.0500	kg CO_2 eq/kg
Gasolina maquinaria	5.5300	kg CO_2 eq/kg
Gasolina otros procesos	4.1200	kg CO_2 eq/kg
Residuos orgánicos	0.3320	kg CO_2 eq/kg
Residuos plásticos	2.1000	kg CO_2 eq/kg
Plantación de árbol	2.0500	kg CO_2 eq/kg
Árbol frutal	1.3100	kg CO_2 eq/kg
Establecimiento huerto	0.8730	kg CO_2 eq/kg
Sistema trellis	883.0000	kg CO_2 eq/kg
N_2O urea	298.0000	kg CO_2 eq/kg
CO_2 urea	1.0000	kg CO_2 eq/kg
CO_2 caliza	1.0000	kg CO_2 eq/kg
Nylon e hilos	9.2700	kg CO_2 eq/kg
Etiquetas	0.00126	kg CO_2 eq/kg
LPG	0.604	kg CO_2 eq/kg
Gasolina	5.61	kg CO_2 eq/kg
Diesel	5.37	kg CO_2 eq/kg
CH_4 aguas mieles (Factor modelado)	234439.35	kg CO_2 eq
Transporte carga liviana	0.58651	kg CO_2 eq/t. km
Transporte carga pesada	0.25115	kg CO_2 eq/t. km

Fuente: (IPCC y cambio climático 2016)

4.8.2 Cálculo de huella de carbono.

Los datos de actividad se ordenaron en un cuadro de Excel y se organizó por etapa del ciclo de vida del cultivo, procesamiento y distribución al puerto. En la etapa de cultivo se incluyó información de consumo de energía eléctrica, fertilizantes, agroquímicos, materias primas (sacos de polipropileno, plásticos de baja densidad y productos de mantenimiento), combustible de maquinaria, residuos plásticos generados. En la etapa de procesamiento se consideró consumo de materias primas (sacos de polipropileno, nylon e hilos y plásticos), electricidad, combustibles. En la etapa de distribución se consideró todos los viajes realizados para el transporte del producto a Puerto Cortes en donde el producto café oro de exportación es embarcado hacia su destino.

Los datos de actividad organizados anteriormente por etapa fueron multiplicados por el factor de huella correspondiente de acuerdo a la ecuación [1]. En el caso de emisiones de urea se multiplico por los factores calculados de las directrices del IPCC. Estos son los mismos factores utilizados en el software Umberto para obtener similitud en los resultados. Luego se realizó una suma de todas las emisiones generadas, dividiéndose para la unidad de referencia 1 kg de café oro con 12% humedad. Luego se creó gráficos para facilitar su análisis.

(Huella de carbono= Factor de emisión X dato de actividad) [1]

4.8.3 Cálculo de incertidumbre.

El cálculo de la incertidumbre de la huella es opcional de acuerdo a la PAS 2050, permite conocer la fiabilidad de los datos. A través de la precisión de los mismos. Los certificadores lo utilizan para conocer los puntos donde deben enfocar la recopilación de datos más reales y lograr el menor error posible. Lo ideal es que la huella de carbono sea lo más representativa posible de lo que sucede en la realidad o del ciclo de vida de un producto o empresa (British Standards Institute [BSI], 2008).

4.8.4 Emisiones por abonos orgánico.

Las emisiones por la aplicación de abonos orgánicos en campo con factor de emisión 1.63 kg CO_2eq/kg. Las emisiones de N_2O se calcularon en base a la emisión de N_2O al aire con factor de 3.54 kg de N_2O/ha multiplicado por la cantidad de hectáreas. En el caso del estudio la cantidad de terreno por hectárea varia porque los productores tienen diferentes cantidades de ha, lo cual da como resultado la cantidad total de N_2O que se encuentra por el lote de tierra de muestra son diferentes. Luego se sumó este valor de kg de CO_2 con kg de N_2O obteniendo como resultado la cantidad de emisiones de $KgCO_2$-eq que se generan en kg CO_2e (de Klein et al., 2007).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Huella de carbono 2017-2018.

La producción, procesamiento y distribución de 1 kg de café oro emite a la atmósfera 3.42 kg CO_2 eq. La distribución de las emisiones se encuentra en la etapa de procesamiento (56%) seguido por la etapa de cultivo (40%) y finalizando en la distribución con un (4%) (Grafica 2). De acuerdo a la medición de huella de carbono realizada en el beneficio CAFEL las Malvinas en el 2017-2018. De acuerdo a PAS 2050 se consideran las emisiones de 1-3 kg CO2 eq/kg café oro como emisiones de alta intensidad, ya que es mayor a lo establecido por las directrices estandarizadas, por lo cual la huella de carbono de Empresa Cafetalera Fraternidad Ecológica es de alta intensidad de emisiones.

La etapa de distribución es la de menor valor dentro de la huella de carbono, esto sucede por las emisiones de combustibles. Es, por lo tanto, donde solo se evalúan los viajes de café en rastra o camión desde el beneficio las Malvinas hasta el punto de final que en este caso es el puerto donde será transportado al mercado internacional. Y con mayor emisión según (Figura 12) se encuentra la etapa de procesamiento que una de las etapas que adquiere más trabajo para poder encontrar la calidad de café en oro que exige el mercado.

La etapa de cultivo tiene un porcentaje bastante alto dentro de la huella de carbono a pesar de que los productores trabajan con mecanismos técnicos y abonos orgánicos siempre se emiten gases en su mayoría N_2O, esto se debe a la volatilización de algunos fertilizantes y productos sintéticos que son utilizados para el tiempo de postcosecha y antes de la producción.

a). Porcentaje de emisiones por etapa del cultivo de café

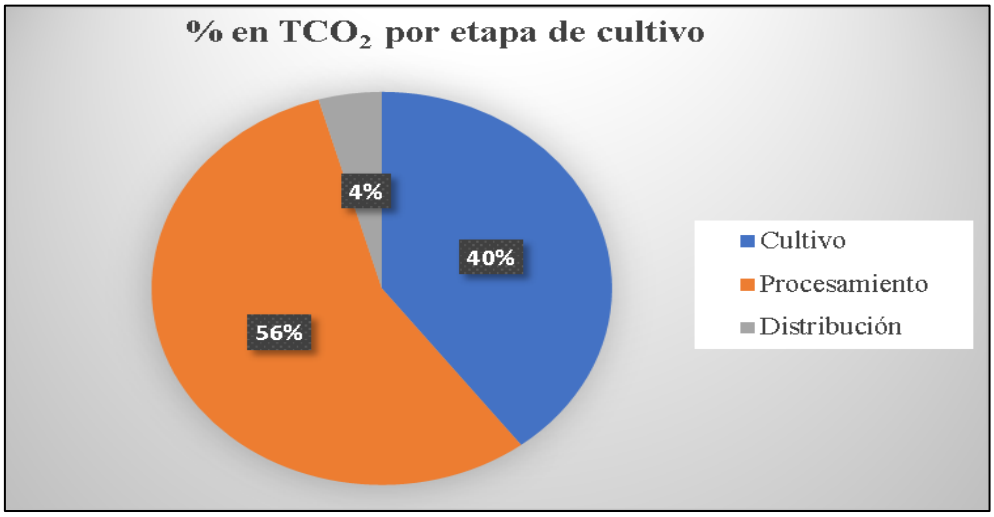


Figura 12. *Huella de carbono de Empresa Hermandad Ecológica Santa Rita, Copán.*

b). Etapa de cultivo

Al desglosar las emisiones de la etapa de cultivo (Figura 13), combustibles como gasolina, fertilizantes orgánicos y emisiones de N_2O por volatilización y lixiviación son los que más aportan a esta etapa. De acuerdo al estudio de a los resultados obtenidos. El mayor porcentaje de la etapa de cultivo proviene del uso de gasolina que es donde se hace bastante uso de automóvil u motocicleta tanto para compras y transporte de materias primas. Luego, con un porcentaje muy alto se encuentra la aplicación de fertilizantes orgánicos donde las emisiones son elevadas debido a su lixiviación y volatilización ya sea en la elaboración y en la aplicación.

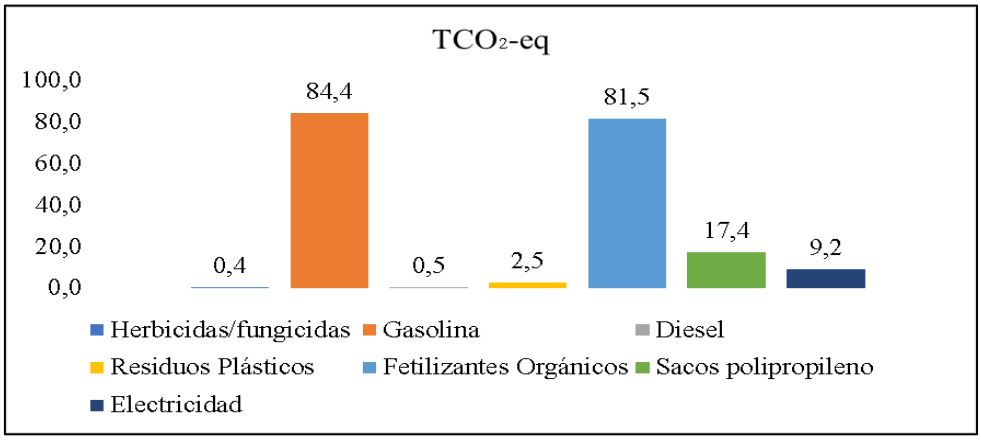


Figura 13. Inventario de emisiones etapa de cultivo Empresa Fraternidad Ecológica, Copán, Honduras.

c). Etapa de procesamiento

En la etapa de procesamiento se destaca como mayor fuente los usos de combustibles fósiles (Gas LPG) y las emisiones de las aguas mieles (Figura 14). La contribución de las aguas mieles aportan a la huella de carbono un total 18 tCO2-eq, en cambio el consumo de Gas es el que en su totalidad muestra un valor alto ya que es el producto que más se usa para el secado de café dentro del beneficio.

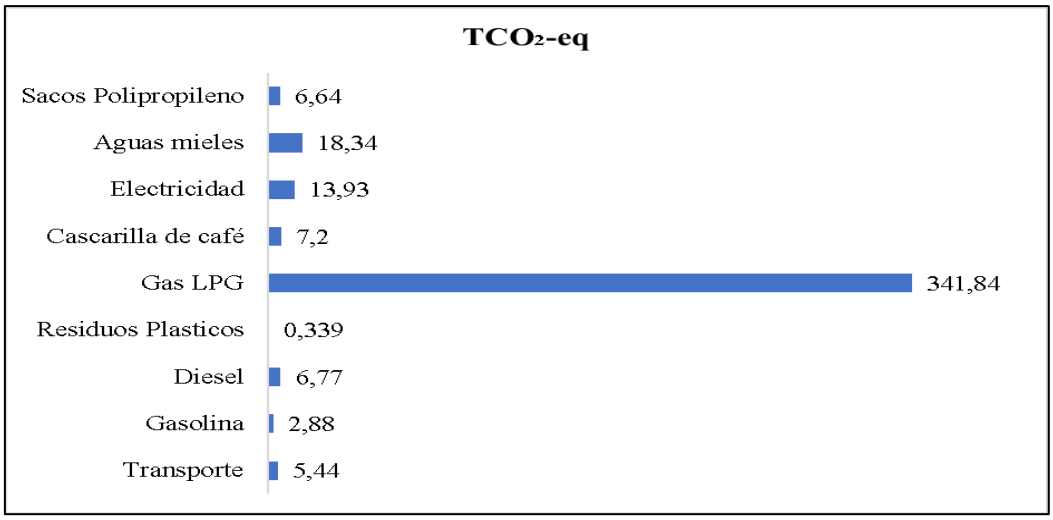


Figura 14. Inventario emisiones etapa de procesamiento Empresa Fraternidad Ecológica, Copán, Honduras.

d). Etapa de distribución

Las emisiones provenientes de la etapa de distribución aumentan por el número de viajes realizados como en el caso de los 80 viajes en rastra sobresalientes del beneficio de café ubicado en las Malvinas Santa Rita, Copán con destino al puerto donde será distribuido a diferentes partes del mundo. (Figura 15). El resultado en esta etapa varía de acuerdo al tipo de transporte que se utiliza y el número de viajes que se realizan, por lo tanto los resultados de emisión varía de acuerdo a cada factor y el tipo de combustible consumido.

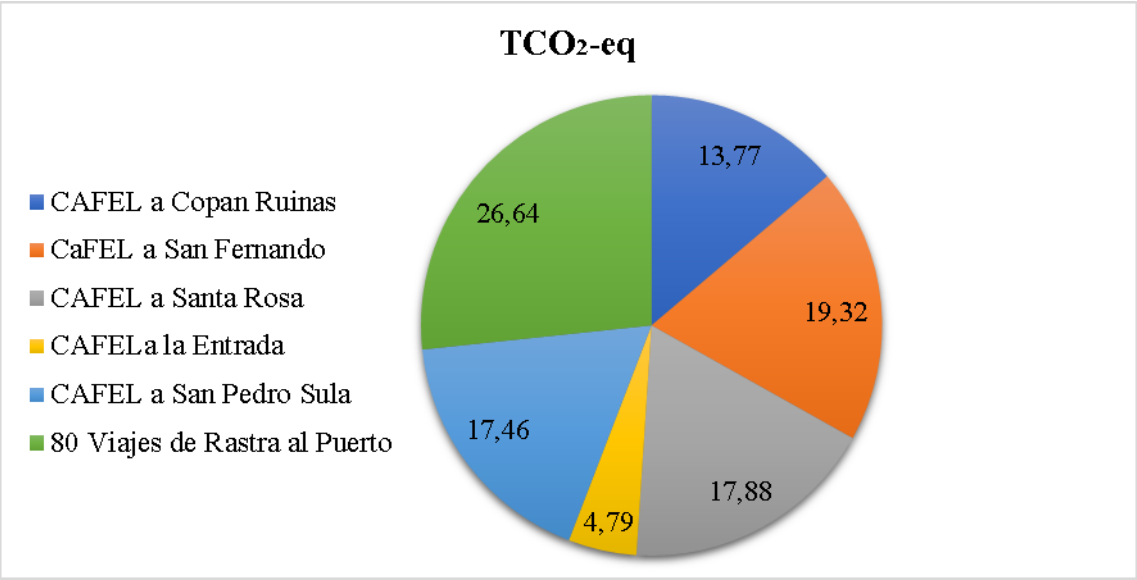


Figura 15. Inventario emisiones en la etapa de distribución de la Empresa, Fraternidad Ecológica, Copán, Honduras.

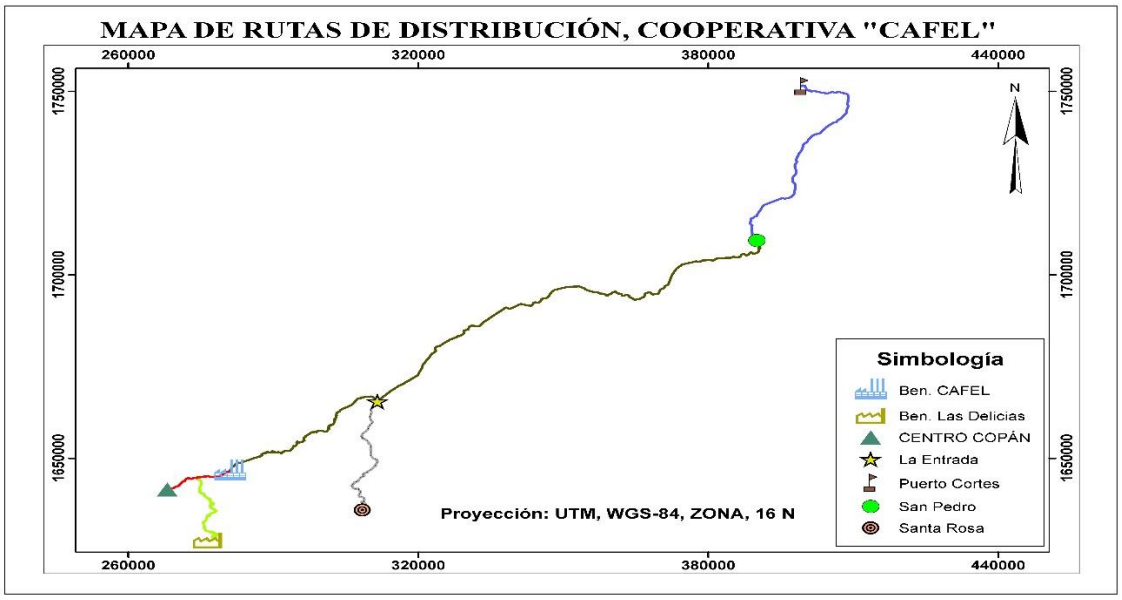


Figura 16. Mapa de rutas

En la etapa de distribución las emisiones están ligadas directamente al número de viajes que se realizan. Esto, especifica que el transporte varía de un beneficio a otro como es el caso del beneficio ubicado en la comunidad de las Delicias en San Fernando Ocotepeque ya que solo se utiliza transporte liviano como ser vehículos pequeños y camiones menores de 100 toneladas. En cambio, en el beneficio ubicado en las Malvinas Santa Rita, Copán se utiliza rastra camión para el transporte del producto ya procesado. Entre más pequeño

el medio de transporte mayor serán las emisiones por la cantidad de viajes que deberá de realizar dependiendo de su consumo de combustible por kilómetro.

e). Emisiones totales por fuente de emisión

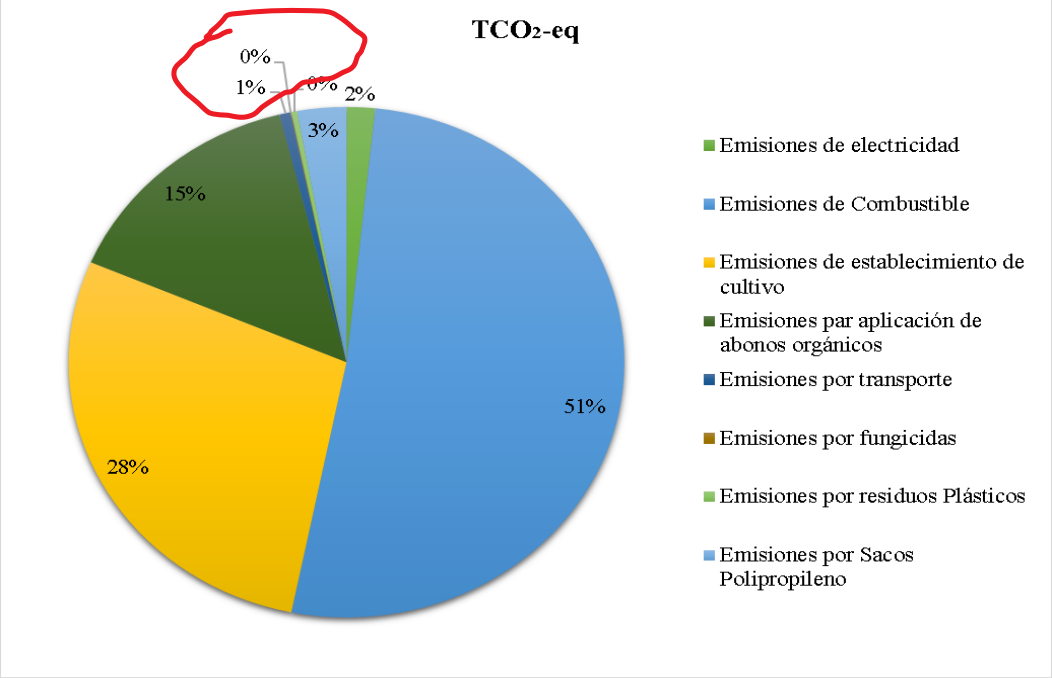


Figura 17. Emisiones por categorías de la Empresa Hermandad Ecológica, Copán, Honduras.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio (Figura 16) la mayor cantidad de emisiones proviene del consumo de combustibles, establecimiento del cultivo y en la aplicación de abonos orgánicos. Las emisiones quema de combustible representan el 51%, siendo la fuente de emisión más alta seguida por el establecimiento de cultivo con 28% y un 15% causada por la fertilización. Dentro del cálculo de la huella de carbono se encuentran con menor impacto las emisiones por transporte (3%), electricidad (2%), uso de sacos polipropileno (1%) fungicidas y residuos (0%). Ya que como no se producen en cantidades mayores su emisión es baja respecto a las demás fuentes de emisión.

En la etapa de cultivo, los sitios de mayor emisión están asociados en uso de combustible (Figura 13), esta al volatilizarse en el campo emite tanto óxido nitroso (N_2O) como dióxido de carbono (CO_2) el cual aumenta las emisiones de este tipo seguido de la aplicación de fertilizantes orgánicos. De acuerdo con proyectos de huella de carbono en café en América Latina realizados por la CEPAL, la huella promedio por etapa del ciclo de vida del café esta desglosada de la manera siguiente: Cultivo con un 50% de la huella,

procesamiento del café 46% y la distribución con 4% (Olmos 2016). De acuerdo a los resultados obtenidos los porcentajes de huella de carbono obtenidos son muy parecidos a los estimados en proyectos agrícolas pilotos en América Latina. En la etapa de procesamiento, la mayor fuente de emisión proviene del consumo de gas seguido de las emisiones por las aguas mieles. El factor de emisión de los combustibles afecta en el proceso debido al uso de energía y recursos que se generan al extraer y procesar el crudo (Yara Internacional 2016).

5.2 Estrategia reducción de emisiones

Para obtener una mejor estrategia de reducir emisiones de GEI es importante la medición de cada fuente relacionada a generar emisiones y este sería el primer paso para llegar a un plan de reducción de emisiones. La gestión completa requiere que tras realizar una medición se establezca límites de emisiones y medidas para su reducción. El logro de la reducción de emisiones se alcanza tras realizar varias mediciones de huella de carbono y encontrar reducción en la huella. Llegado el punto en que ya no se puedan reducir las emisiones se procede a compensar las mismas. Se le denomina estrategia de carbono a la práctica arriba explicada, compuesta de la siguiente manera.

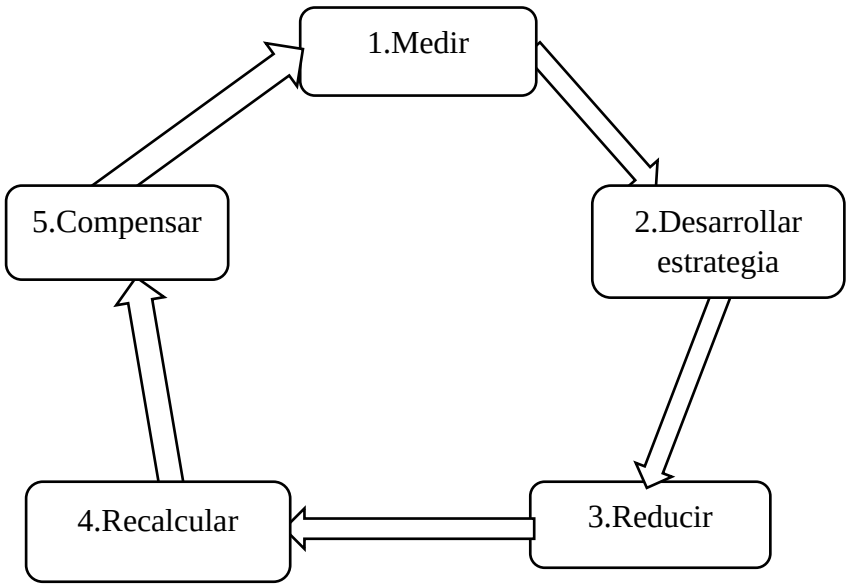


Figura 18. Ciclo de la estrategia de carbono

Fuente: Tomado de las Directrices del IPCC

5.3 Buenas prácticas para la reducción de emisiones

La medición de huella de carbono no es solo una herramienta para conocer las emisiones de CO_2 equivalente en la empresa. El cálculo permite conocer los sitios de mayor consumo de productos, energía, entre otros. El aprovechamiento de los recursos naturales y energéticos de manera eficiente mejorará los ingresos de la empresa y permitirá lograr los reconocimientos de una empresa responsable con el medio ambiente.

5.3.1 Practicas en la Etapa de cultivo

- Creación de plan de manejo para fertilizaciones y fumigaciones.
- Creación de un plan de manejo integrado de plagas y malezas para las fincas de los beneficiados de CAFEL.
- Establecer prácticas de conservación de suelos.
- Plan de manejo de residuos agrícolas en cada finca.
- Establecer un formato de recolección de datos de consumo dentro de esta etapa junto con una capacitación a empleados para que comprendan el uso correcto del mismo.
- Realizar análisis de suelos y foliares anual para determinar la demanda del cultivo y aplicar lo que en realidad necesite el mismo.
- Establecer rutas de tránsito que permitan el mejor acceso al beneficio y evitar consumo innecesario de combustibles en obstáculos en los caminos.
- Cargar los camiones o carros que transporten los frutos de café uva con la carga adecuada no mas no menos, logrando la eficiencia con la capacidad del transporte utilizado.

5.3.2 Practicas en la Etapa de procesamiento

- Instalación de lámparas LED en las instalaciones del beneficio.
- Apagado de luces que no se necesiten en cada área.
- Reducir el consumo de aires acondicionados dentro de las instalaciones de la parte administrativa del edificio en el beneficio en momentos en que el clima este fresco.
- Mejoramiento en el sistema de climatización.

- Instalación de biodigestores para digestión de los residuos de aguas mieles en el beneficio o en los lugares donde se despulpa el café.
- Reciclado de materiales como plásticos y cartón dentro de las instalaciones.
- Establecimiento de un plan de eficiencia energética.
- Capacitaciones de concientización sobre eficiencia de uso de recursos naturales, agua y el uso de formato de toma de datos a los empleados.

VI. CONCLUSIONES

La medición de huella para el año 2017-2018 resultó en 843,260 t CO_2, que distribuidos dentro de la producción anual da como resultado un porcentaje alto y un impacto negativo al medio ambiente.

Los sitios de mayor emisión observados varían de acuerdo a la etapa del ciclo de vida a analizar, en el caso del cultivo las mayores emisiones provienen del consumo y quema de combustible con 84.4 tCO_2-eq, seguido por la aplicación de fertilizantes en campo con 81.5 tCO_2-eq. Dentro de la etapa de procesamiento el mayor emisor proviene de las emisiones de consumo de gas con un valor 341.37 tCO_2-eq, en la etapa de distribución se contabilizan diversos viajes dentro de los cuales el que más aporta son los viajes en rastra y camión los cuales van hacia el puerto a dejar producto café oro.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la HC la Cooperativa cuenta con tres centros de acopio donde se llevan a cabo los procesos del producto. Dos beneficios donde se hace lavado, secado y trillado de café y un centro de acopio donde se realizan los tramites de mercado y administración del mismo. Por lo tanto, el beneficio que emite más gases GEI es el beneficio las Malvinas ya que es donde se hace todo el proceso final del producto para el mercado internacional y que cuenta con maquinaria tecnológica que requiere gastos de electricidad y combustibles para operar.

La Empresa Fraternidad Ecológica cuenta con diversas opciones para reducir sus emisiones y a la larga llegar a carbono neutralidad, entre ellas la implementación de energías renovables (ej. fotovoltaico y biodigestor), sistemas agroforestales en las fincas de los productores y asistencia técnica para evitar deforestación en las fincas de café.

VII. RECOMENDACIONES

La capacitación de los empleados y productores sobre medición de huella de carbono, eficiencia energética y los certificados ambientales es de vital importancia para lograr datos de mayor credibilidad y encaminar a la empresa hacia la sostenibilidad ambiental y carbono neutralidad.

La construcción de biodigestores como parte de un proyecto de donaciones en zonas cafetaleras sería ideal para reducir emisiones de las lagunas de oxidación de aguas mieles.

Revisar el plan de fertilización y manejo de las fincas cafetaleras realizando anualmente análisis foliares y de suelo para agregar al cultivo la cantidad de insumos necesarios evitando desperdicios e impactos ambientales adversos al suelo y agua y a la economía campesina.

Cuantificar anualmente el inventario de gases de efecto invernadero para determinar con mayor precisión la huella de carbono

Para estudios posteriores de huellas de carbono se debería de estandarizar la toma de datos mediante un formato de recopilación y mostrar a las personas involucradas como utilizarlo. Con el uso del formato se logra mayor precisión y exactitud contribuyendo a llegar a una huella más real de las actividades que se realizan en La Cooperativa.

La metodología no considera emisiones previas al establecimiento del cultivo. Se recomienda que se incluya debido a que los cambios que se realicen en la parcela previo al establecimiento del cultivo emiten emisiones como la corta de árboles, aclarado de vegetación, viajes realizados a las fincas, entre otras.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

ABG, E. 2014. Aspectos relevantes sobre los precios internacionales del Sector Cfetalero. :1-4.

Andrade-Castañeda, HJ; Arteaga-Céspedes, CC; Segura-Madrigal, MA. 2016. Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria 18(1):103. DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:561.

Bárcena, A; Beccaria, L; Pérez, R. 2012. 2012 Panorama Social de América Latina. s.l., s.e.

British Standards Institution. 2012. PUBLICLY AVAILABLE SPECIFICATION PAS 2050-1 : 2012 Assessment of life cycle greenhouse gas emissions from horticultural products. .

Bruselas, E; Comisi, IDELA; Europeo, ALP; Informe, ALC; Europeo, P; Europeo, P. 2015. INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO Informe. .

Caf, U. 1804. Origen del café en Honduras (en línea). s.l., s.e. Disponible en file:///C:/importanci del café-honduras.

Cecile De Klein et al. 2006. EMISIONES DE N 2 O DE LOS SUELOS GESTIONADOS Y EMISIONES DE CO 2 DERIVADAS DE LA APLICACIÓN DE. s.l., s.e. p. 1-56.

CEPAL. 2013. Metodologia de calculo de la huella de carbono y sus potenciales implicaciones para america latina. .

CEPAL; Rovira, S; Patiño, J; Schaper, M. 2017. Ecoinnovación y producción verde: Una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe. :105.

Chacón, A; Jiménez Valverde, G; Montenegro Ballestero, J; Sasa Marín, J; Blanco Salas, K. 2012. Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono en Costa Rica 2012. s.l., s.e. 70 p.

Chilena, S; Algunas, P V; Sobre, V; Caf, EL. 2007. Algunas Verdades Sobre El Café Some Trues Concerning the Coffee . 34.

Claves, M. 2017. INFORME ESPECIAL America Central Agosto 2017 A pesar de una recuperacion parcial , el sector cafetalero sigue afectado por la roya. .

Climático, C. 2009. El Comercio y. s.l., s.e.

Continente, V; Xiv, L. 2009. El café en Sudamérica (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://www.forumdelcafe.com/f-34_cafe_sudamerica.

Elena, De Jesus, C. 2012. Informe del cuarto Seminario internacional sobre la huella de carbono " Huella ambiental en las exportaciones de alimentos de América Latina : normativa internacional y prácticas empresariales " CEPAL , 11 y 12 de octubre de 2012.

En, S; Negocio, EL; Café, DEL; El, CRLY; La, H; Neutralidad, C; Rivera, L. 2016. SOSTENIBILIDAD EN. (October 2012).

Fasquelle, CP. 2018. Energías sostenibles : .

FEWS NET. 2017. Informe especial America Central. Fews Net/Promecafe :10.

Fgueroa Hernandez. 2012. La producción y el consumo del café. s.l., s.e. 180 p.

Frohmann, A; Olmos, X. 2013. Exportaciones Y ESTRATEGIAS EMPRESARIALES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO. .

Honduras, E. 2018. 1 100 100 100. .

Ibarra-Puón, JC; Aguirre-Medina, JF; Ley-De Coss, A; Cadena-Iñiguez, J; Zavala-Mata, GA. 2014. Coffea canephora (Pierre) ex Froehner INOCULATED WITH MYCORRHIZAE AND NITROGEN FIXING BACTERIA IN NURSERY. Revista Chapingo Serie Horticultura XX(2):201-213. DOI: https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.09.027.

IHCAFE. 2017. Memoria Cosecha. :52. 2018. Sistema de alerta temprana para el cultivo del café. .

Jiménez, L; De la Cruz, J; Carballo, A; Domench, J. 2011. Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono. Observatorio de la sostenibilidad en España :60.

Luis, L; Hernández, H; Sc, M. 2011. Huella De Carbono. 8(21):17-18.

Muñoz Marc. s. f. El cambio climatico y la calidad del café. s.l., s.e.

Oliva, RP. 2017. La demanda de energía del sector transporte y el cambio climático en Honduras Informe final. .

Olmos, X. 2016. Red Latinoamericana y del Caribe de la Huella Ambiental del Café. .

ONU. 2009. La Economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. .

Osorio Andrea. 2017. Huella de Carbono del café (Coffea arabica) en Empresa Asociativa Campesina Aruco en Copán, Honduras para el año 2016-2017. .

Ponce, RS. 2001. Variedades y Mejoramiento genético del café. Manual de caficultura :24-40.

René, LG. 2015. Informe Estadístico Anual. .

Santillán Jorge. 2016. Greenhouse Gas Emissions in Agricultural Systems in Mexico. Terra Latinoamericana 34(1):83-96.

Segura, M; Andrade, HJ. 2012. Huella de carbono en cadenas productivas de café (Coffea arabica L.) con diferentes estándares de certificación en Costa Rica. Luna Azul 35(35):60-77.

SEVILLA, U DE. s. f. Huella de Carbono. Relación con la ley Grenelle. :45-64.

UNFCC. 2007. Unidos por el Clima. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático .

Unidas, N. 2011. Naciones unidas. CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO :1-4.

Valderrama, JO; Espíndola, C; Quezada, R. 2011. Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias. Formación universitaria 4(3):3-12. DOI: https://doi.org/10.4067/S0718-50062011000300002.

Yara Internacional. 2016. Lo que yo quiero son cultivos, no CO2. s.l., s.e. p. 2-7.

ANEXOS

Anexo 1.Cálculos huella de carbono etapa de cultivo

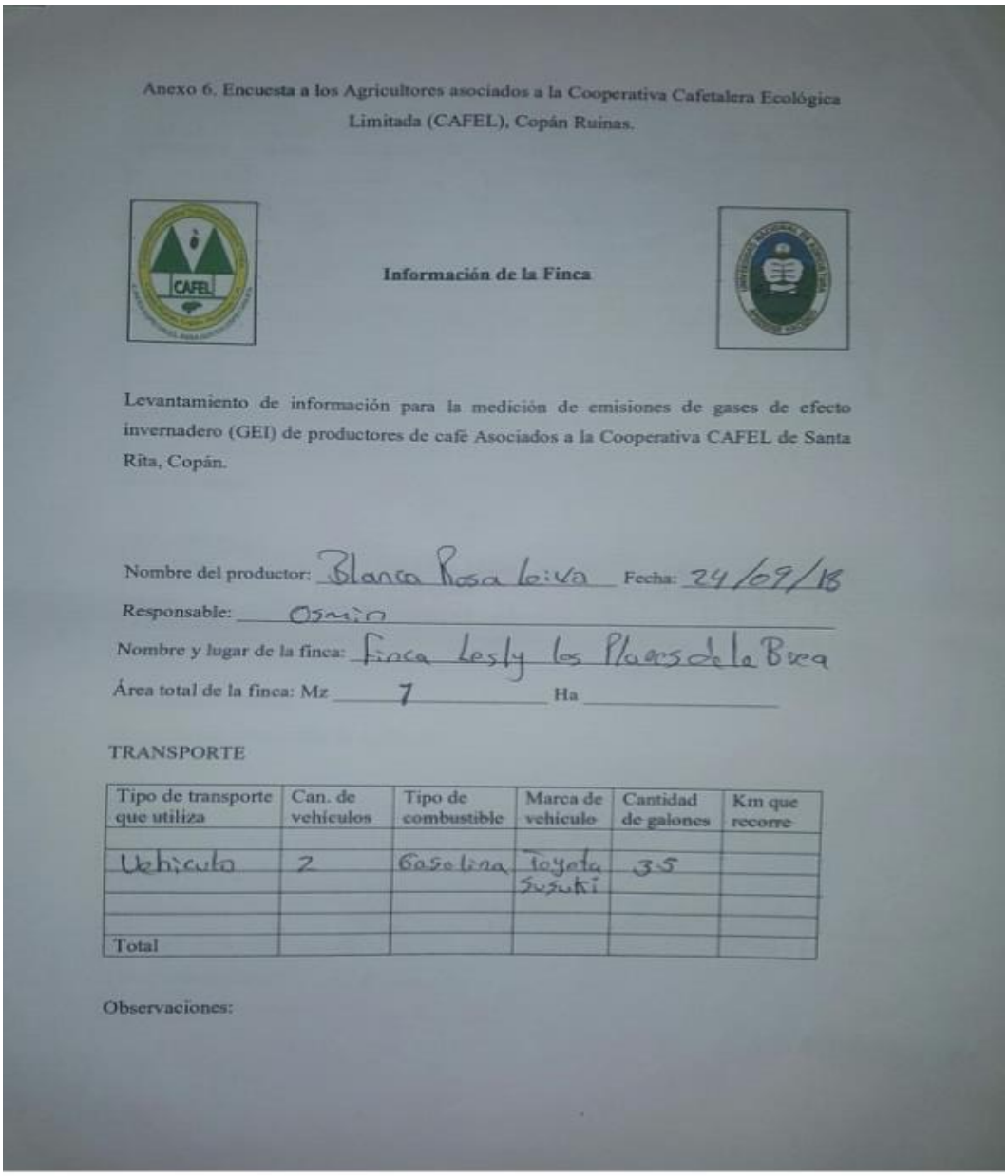
Inventario	Cantidad	Unidad	Factor emisión	Unidad	Total (kg CO_2 eq)
Energía eléctrica	75,298	kWh/año	0,37	kg CO_2e/kg	27,86026
Insecticidas	34	lt/año	16,6	kg CO_2e/kg	564,4
Fungicidas	45	lt/año	10,6	kg CO_2e/kg	477
Saco Polipropileno	17650,00	kg/año	0,11	kg CO_2e/kg	1924,34028
Gasolina procesos	70713,21	kg/año	3,30	kg CO_2e/kg	233353,583
Residuos plásticos	2337	kg/año	2,1	kg CO_2e/kg	4907,7
Fertilizantes orgánicos	83.001,26	kg/año	1,63	kg CO_2e/kg	135292,052
TOTAL					376546,936

Anexo 2. Cálculo huella de carbono en etapa de procesamiento

Inventario	Cantidad	Unidad	Factor emisión	Unidad	Total (kg CO_2 eq)
Sacos polipropileno	1765,0	kg/año	1,97	kg CO_2e/kg	3477,050
Plásticos	2337	kg/año	2,1	kg CO_2e/kg	4907,700
Electricidad	75298	kWh/año	0,37	kg CO_2e/kg	27860,260
Cascarilla de café	35.380.205	kg/año	0,02	kg CO_2e/kg	707604,100
LPG	71304,072	kg/año	0,6	kg CO_2e/kg	42782,443
Gasolina	98943,29	kg/año	2,3	kg CO_2e/kg	227569,567
Diesel	2046,7	kg/año	2,6	kg CO_2e/kg	5321,420
Residuos plásticos	2717	kg/año	2,1	kg CO_2e/kg	5705,700
TOTAL					1025228,24

Levantamiento de información para la medición de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de productores de café Asociados ala Cooperativa CAFEL de Santa Rita, Copán.

Anexo 3. Tipo de encuesta utilizada



Anexo 6. Encuesta a los Agricultores asociados a la Cooperativa Cafetalera Ecológica Limitada (CAFEL), Copán Ruinas.

Información de la Finca

Levantamiento de información para la medición de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de productores de café Asociados a la Cooperativa CAFEL de Santa Rita, Copán.

Nombre del productor: Blanca Rosa Leiva Fecha: 24/09/18

Responsable: Osmin

Nombre y lugar de la finca: Finca Lesly los Planes de la Brea

Área total de la finca: Mz 7 Ha

TRANSPORTE

Tipo de transporte que utiliza	Can. de vehículos	Tipo de combustible	Marca de vehículo	Cantidad de galones	Km que recorre
Vehículo	2	Gasolina	Toyota Susuki	3.5	
Total					

Observaciones:

AGRO_QUIMICOS

Tipo de Fertilizante	Kg por ha/año	Cant. de aplicaciones/año	Producto químico utilizado	Lt/Gal por ha/año	Cant. de aplicaciones/año
Formula	270	3	Glifosato	7lt	1
Total					

Kg/lt/gal por mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Observaciones:

ELECTRICIDAD

Consumo energético/mes (kwh)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	468	433	420	318	393	407	366	545	517	510	355	525
Total/Kwh/año												

Captación de Carbono

¿Tiene Árboles Forestales en su Finca?

SI [X] NO [ ]

Cantidad de árboles/ha: 150.

Especies de árboles: Madriado, Nance, Saguan, Pico guayabo Nance, caoba, cedro

Edad de la plantación: 4.

Cuantas ha con sombra: 0.7.

Cuantas ha sin Sombra: _____.

Anexo 4. Toma de datos en el proceso del cultivo



