

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSERVACIÓN



**Estimación de la huella de carbono en 30 fincas de Café en el municipio de Moroceli,
El Paraíso.**

TESIS

Presentado a la Universidad Nacional de Agricultura como requisito previo a la obtención
del título de ingeniero en gestión integral de los recursos naturales

Por:

Delwin Misael Alvarez Rodríguez

Catacamas, Olancho

Septiembre 2025

**Estimación de la huella de carbono en 30 fincas de Café en el municipio de Moroceli,
El Paraíso**

Por:

Delwin Misael Alvarez Rodríguez

M.S.c. Noelia Tomasa Larios
Directora de Tesis

TESIS

Presentado como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN GESTION INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES

Catacamas, Olancho

Septiembre 2025

AGRADECIMIENTO.

En primer lugar, agradezco a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por haberme guiado en cada paso de este camino académico y personal, brindándome la oportunidad de culminar con éxito esta etapa importante de mi vida.

A mis padres, quienes con su esfuerzo, amor incondicional y apoyo constante me han dado las bases para seguir adelante, inculcándome valores que hoy son el pilar de mi formación profesional y personal.

A mis hermanos, por su compañía, comprensión y ánimo en los momentos más desafiantes, siendo siempre un motor de inspiración y motivación para continuar y no rendirme.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, aportaron a la realización de este trabajo, mi sincero agradecimiento.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III. PREGUNTAS DE INVESTIGACION	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Cambio climático.....	5
4.2. Importancia de los sistemas agroforestales en fijación de carbono.....	6
4.3. Importancia del café en la economía nacional.....	6
4.4. Aspectos socioeconómicos y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el cultivo de café.....	7
4.6. Vulnerabilidad climática y retos de adaptación en el sector cafetalero hondureño	8
4.7. Gases de efecto invernadero:	9
4.8. GEI en sistemas de producción	11
4.8.1. Fortalecimiento de la Resiliencia Climática.....	13
4.9. Normas Internacionales y Corporativas en Materia de Sostenibilidad y Cambio Climático	15
V. MATERIALES Y METODOS	17
5.1. Área de estudio	17
5.2. Enfoque metodológico.....	18
5.3. Procedimiento metodológico:.....	18
5.4. Variables del estudio	20
5.5. Caracterización de la finca	20
5.5.1. Definición de las variables:	21
5.5.2. Análisis estadístico de datos:	24
5.6. Emisiones de GEI.	24
5.6.1. Análisis de datos.....	25
5.7. Medición de captura de carbono:.....	25
5.7.1. Uso de herramienta de cuantificación:	27
5.7.2. Análisis de datos:.....	27
5.8. Percepción de los productores sobre la variabilidad climática e identificación de medidas para la reducción de las emisiones de GEI.....	27
5.8.1. Definición de variables	28
5.8.2. Análisis de datos:.....	29
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	30
VII. ANALISIS Y DISCUSION	41
VIII. CONCLUSIONES	43
IX. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ingresos obtenidos de la venta de café.....	17
Figura 2. Ingresos obtenidos de la venta de café.....	32
Figura 3. Emisiones de CO ₂ , N ₂ O y CH ₄	33
Figura 4. Punto crítico de emisión de GEI.	35
Figura 5. Emisiones y captura de carbono.....	36
Figura 6. Comparación de emisiones de fincas convencionales vs mixtas.	38
Figura 7. Percepción del cambio climático por los productores de Moroceli.	39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de parcelas de muestreo según el tamaño de la finca	19
Tabla 2. Categoría de indicadores para caracterizar las fincas	21
Tabla 3. Fuentes de Emisiones de GEI en una Finca Cafetera	25
Tabla 4. Categoría de indicadores de la percepción de la variabilidad climática.....	28
Tabla 5. caracterización de las fincas.	30

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Caracterización de fincas de café.....	527
Anexo 2. Encuesta de la percepción del cambio climático	538
Anexo 3. Encuesta de datos huella de carbono.	549
Anexo 4. Tabla de emisiones, absorciones y balances totales de GEI por finca.....	51

Alvarez Rodríguez, D. M. 2025. Estimación de la huella de carbono en 30 fincas de Café en el municipio de Moroceli, El Paraíso. ingeniería en Gestión Integral de los Recursos Naturales. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 60 pág.

RESUMEN

En el municipio de Moroceli, El Paraíso, donde una de las principales actividades económicas es la caficultura, se llevó a cabo un estudio con el fin de estimar el balance neto de emisiones y analizar los factores de manejo y socioeconómicos las cuales inciden en la sostenibilidad, para ello se aplicaron encuestas estructuradas, se registraron las prácticas de manejo y se midieron arboles de sombra mediante el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total. La información fue procesada en la herramienta *Cool Farm Tool*, el cual permitió calcular las emisiones y la captura de carbono en las fincas cafetaleras. Los resultados obtenidos evidencian que las fincas que fueron evaluadas generan un total de 58.71 T de CO₂ eq con una capacidad de captura de 52.25 T de CO₂ eq, lo que genera un valor negativo de 6.45 T de CO₂ eq, este valor indica que las emisiones son mayores que la captura, por lo tanto, son fincas emisoras netas. Como un principal punto de emisión se encontró que es el uso de fertilizantes sintéticos dentro de las fincas, alcanzando 28.04T de CO₂ eq, a nivel comparativo las fincas con un manejo convencional reportaron emisiones de 42.6 T de CO₂ eq, mientras que las fincas con manejo mixto (combinan insumos químicos y abonos orgánicos como la pulpa) registraron 16.10 T de CO₂ eq, evidenciando que una fuente diversificada de fertilización contribuye a mitigar las emisiones. En el análisis socioeconómico de las fincas mostro que el 73.33% de los productores dependen únicamente del ingreso generado por la venta del café, en contraste, solo el 53.33% de los productores reciben asistencia técnica, lo que limita la adopción de prácticas más sostenibles, los productores señalan que el aumento de temperatura favorece la incidencia de plagas y enfermedades, pudiendo reflejar una alta vulnerabilidad climática. los sistemas agroforestales presentan una baja densidad y diversidad arbórea, lo que reduce la capacidad para capturar las emisiones.

Palabras claves: Captura de carbono, Gases de Efecto Invernadero (GEI), Fertilización química y orgánica, variabilidad climática, Sistemas agroforestales, Sostenibilidad agrícola.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de café en Honduras representa una actividad económica fundamental, tanto a nivel nacional como en las comunidades rurales. La importancia del cultivo de café es debido a su alta producción a nivel de los trópicos y alta demanda por mercados internacionales. El cultivo genera impactos ambientales que requieren adecuado manejo. Es por ello que se ha tomado en consideración como uno de los sectores productivos que debe de mejorar para reducir emisiones (Albornoz, n.d, 2015). De acuerdo con diversos estudios, la agricultura es responsable de aproximadamente el 20% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), lo que subraya la relevancia de estudiar y mejorar las prácticas dentro del sector agrícola (FAO, 2022).

Honduras es un país altamente productor de café dentro de los departamentos con mayor producción para el 2015-2016. De los 298 municipios con los que cuenta el país 210 participan activamente en la producción de café, lo que evidencia su amplia distribución y relevancia en el territorio nacional. Esta actividad no solo representa una fuente significativa de empleo y sustento para miles de familias, sino que también tiene un impacto directo en el crecimiento económico y en el desarrollo de las comunidades rurales (IHCAFE, 2017).

El sector cafetalero contribuye con el 38% del producto interno bruto (PIB) agrícola, consolidándose como uno de los pilares fundamentales de la economía agrícola del país. Más allá de su impacto económico, la caficultura también desempeña un papel importante en la sostenibilidad ambiental, especialmente en los sistemas agroforestales, donde se promueve la conservación del suelo, la biodiversidad y la captura de carbono. Los países destino del café hondureño son Europa con el 60% de la producción, seguido por América del norte con un 30% y el 10% se destina para consumo interno (IHCAFE, 201

El municipio de Morocelí, en el departamento de El Paraíso, es una zona clave en la producción de café. Sin embargo, al igual que otras regiones las prácticas agrícolas en fincas de café generan una cantidad significativa de emisiones de GEI. Estas emisiones provienen de diversas fuentes como el uso de fertilizantes, el manejo de suelo y la gestión de los desechos orgánicos lo que subraya la necesidad de implementar medidas de mitigación específicas que minimicen estos impactos negativos sobre el medio ambiente (Alvarado *et al*, 2020).

Finalmente, se buscó que este estudio proporcionara una herramienta valiosa para los productores de café de Morocelí, facilitando el acceso a soluciones prácticas y adaptadas a las condiciones locales. A medida que la demanda de productos con bajo impacto ambiental crece a nivel mundial, los resultados obtenidos pueden también posicionar a los caficultores de la región como líderes en la producción sostenible de café, contribuyendo a un mercado más competitivo y responsable (Gutiérrez *et al*, 2021).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2 , N_2O y CH_4) y la captura de carbono en 30 fincas de Café en Morocelí, El Paraíso, considerando sus sistemas de producción y las prácticas de manejo agrícola.

2.2. Objetivos Específicos

Caracterizar según sus prácticas de manejo agrícola las fincas de Café en Morocelí, El Paraíso.

Estimar las emisiones de GEI (CO_2 , N_2O y CH_4) e identificaron los principales puntos de emisión en las fincas de Café.

Determinar el potencial de captura de carbono de las fincas de Café en Moroceli El Paraíso

Analizar la percepción de los productores sobre la variabilidad climática e identificar las medidas para la reducción de las emisiones de GEI en las fincas de Café en Morocelí, El Paraíso.

III. PREGUNTAS DE INVESTIGACION

¿Cómo se caracterizan las fincas de café en Morocelí, El Paraíso, ¿según sus prácticas de manejo agrícola?

¿Cuál es la cantidad estimada de emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂, N₂O y CH₄) producidas en las fincas de café en Morocelí, El Paraíso?

¿Cuál es el potencial de captura de carbono de las 30 fincas de café?

¿Cómo perciben los productores de café la variabilidad climática y qué medidas han implementado para mitigar sus efectos en la producción?

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1.Cambio climático

Según NASA, (2020) El cambio climático se define como modificaciones significativas y duraderas en los patrones climáticos de la tierra, principalmente causadas por la actividad humana. Factores como la quema de combustibles fósiles y la deforestación aumentan las concentraciones de gases de efecto invernadero, que atrapan el calor en la atmósfera y llevan al calentamiento global.

Este calentamiento provoca cambios en las temperaturas, los patrones de lluvia, el nivel del mar y eventos climáticos extremos. Las alteraciones afectan tanto a los ecosistemas como a las poblaciones humanas, generando desafíos en sectores como la salud, la agricultura y los recursos hídricos. la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define al cambio climático como el “atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (Zamora, 2018).

El cambio climático antropogénico podría generar alteraciones en la fenología, distribución, producción y calidad de los cultivos, incluidos el café, el cual tiene una importancia social, ambiental, económica e incluso cultural (Memoria del 1er Foro Estatal: “Vulnerabilidad y adaptación del sector cafetalero ante el cambio climático”, 2011). La temperatura es el componente más relacionado con el crecimiento de la planta del cafeto. Bajas temperaturas propician un desarrollo lento y una maduración de frutos tardía. Por otra parte, las temperaturas altas aceleran la senescencia del fruto.

Reduce el proceso de la fotosíntesis, el crecimiento y producción. Para modificar los efectos de temperaturas altas en el ambiente dentro del cafetal pueden establecerse patrones de sombra temporal y permanente (Monroig, 2016).

4.2. Importancia de los sistemas agroforestales en fijación de carbono.

Los SAF incluyen todas aquellas practicas sostenibles de bajo insumos que disminuyen la alteración de los suelos y plantas ya que pueden aumentar los rendimientos de la producción, lo cual contribuye a crear sumideros para el carbono en los árboles (Stella, 1993)

Por otro lado, los sistemas agroforestales con café desempeñan un papel importante en la captura de carbono, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático. Un estudio realizado por Ovalle Rivera *et al.* (2016) encontró que estos sistemas pueden almacenar entre 16.19 y 43.70 toneladas de carbono por hectárea, dependiendo de los árboles asociados, como especies de servicio, maderables, frutales o musáceas.

Por otro lado, en México, un estudio realizado por Soto *et al.* (2010) en la sierra Madre de Chiapas evaluó el almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales cafetaleros y encontró que estos pueden almacenar aproximadamente 63 toneladas de carbono por hectárea en biomasa aérea y raíces en regiones húmedas.

En Honduras, un estudio de Somarriba *et al.* (2013) indica que los sistemas agroforestales con café se consideran una fuente importante de almacenamiento de carbono. Los árboles del dosel de sombra en estos sistemas no solo contribuyen al secuestro de carbono, sino que también ofrecen beneficios económicos adicionales, como la producción de madera y frutos.

4.3. Importancia del café en la economía nacional

El café es un motor clave para la economía hondureña, no solo por su aporte al Producto Interno Bruto (PIB), sino también por su impacto en el comercio exterior. Representa uno de los principales productos de exportación, generando miles de millones de lempiras en ingresos anuales y contribuyendo significativamente a la estabilidad financiera del país.

Su producción también apoya a otras industrias, como el transporte, la logística y la agroindustria, fortaleciendo así la economía nacional de manera integral (PNUD, 2018).

Más de 102,000 familias en 15 de los 18 departamentos de Honduras dependen de la caficultura como fuente principal de ingresos. Este sector no solo crea empleos, sino que también impulsa el desarrollo rural, mejora las condiciones de vida en comunidades productoras y reduce la migración al proporcionar oportunidades económicas locales (PNUD, 2018).

4.4. Aspectos socioeconómicos y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el cultivo de café.

las emisiones de gases dentro de las fincas cafetaleras no solo dependen de factores productivos y ambientales, sino que también a las condiciones socioeconómicas que los productores tienen. Muchos estudios revelan que los niveles de ingresos, el acceso a créditos y la capacidad de inversiones en mejores tecnologías para la producción de café influyen de una manera directa en la adopción de prácticas sostenibles que reducen las emisiones de GEI. (Jha *et al*, 2014).

Productores con un mejor capital tienden a implementar sistemas agroforestales, fertilización orgánica y algunas tecnologías de eficiencia energética, mientras que aquellos pequeños productores con menos ingresos económicos dependen mucho de los fertilizantes químicos y un manejo convencional de las fincas, aumentando así la huella de carbono dentro de los sistemas de producción (Byrareddy *et al*, 2019).

4.5. Contribución de la caficultura al cambio climático.

La importancia del cultivo de café radica por su amplia producción en las regiones tropicales y en la alta demanda de los mercados internacionales. Sin embargo, este cultivo genera impactos negativos al ambiente que requieren de un manejo adecuado, razón por la cual se considera uno de los sectores productivos con un mayor potencial de mejora para reducir emisiones (Frohmann *et al*. 2015).

En términos generales, la agricultura contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), siendo principalmente por el uso de fertilizantes nitrogenados, el cual generan emisiones globales estimadas en 3.5 millones de toneladas de N₂O (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2004).

La producción de café genera emisiones significativas de GEI en diversas etapas. La aplicación de fertilizantes nitrogenados es la principal fuente, representando entre el 63% y el 82% de las emisiones totales, con valores de 0.21 a 0.73 kg CO₂e por kilogramo de café verde (López *et al.* 2020). La producción de compost en la finca también aporta aproximadamente 0.242 kg CO₂e por kilogramo de café (Sánchez *et al.* 2023), mientras que el beneficio húmedo, a través de las aguas residuales, genera hasta 0.6 toneladas de CO₂e por hectárea (Sánchez *et al.* 2023).

El transporte y empaque contribuyen con alrededor del 4% de la huella de carbono total del café (Pérez *et al.* 2024). Además, en algunas regiones, la expansión de las plantaciones ha causado deforestación, disminuyendo la capacidad de los ecosistemas para absorber CO₂ y aumentando las emisiones netas de GEI (Martínez *et al.* 2021).

4.6. Vulnerabilidad climática y retos de adaptación en el sector cafetalero hondureño

Honduras es un país altamente vulnerable al cambio climático debido a su ubicación geográfica y la limitada capacidad adaptativa tanto de su población como de sus instituciones. Entre los eventos climáticos que más afectan directamente al sector cafetalero están las sequías, las lluvias intensas y los huracanes, los cuales impactan en los volúmenes de producción, la calidad y la comercialización del café (Durón *et al.*, 2022).

En respuesta, nuestro país ha priorizado iniciativas como el “Mecanismo Nacional de Mitigación Apropriado para Café” (NAMA-Café), enfocándose en acciones clave para la sostenibilidad del paisaje productivo cafetalero. Estas incluyen la promoción de sistemas agroforestales diversificados, la restauración del paisaje, el aseguramiento de servicios ecosistémicos, el uso adecuado de fertilizantes nitrogenados y otros insumos agrícolas emisores de GEI, la conversión de la matriz energética en el sector agroindustrial, y la valorización de desechos para fines energéticos, alimentarios y agronómicos.

Además, se promueven buenas prácticas que buscan una caficultura más sostenible y adaptada al clima (Durón *et al*, 2022).

4.7. Gases de efecto invernadero:

Los gases de efecto invernadero (GEI) son aquellos compuestos presentes en la atmósfera que absorben y retienen la radiación infrarroja, contribuyendo al efecto invernadero y al cambio climático” (IPCC, 2021).

En los últimos años, se ha incrementado la percepción pública de que la agricultura es una de las principales actividades que contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero que controlan el potencial de calentamiento global y se ha achacado al uso de fertilizantes nitrogenados (Snyder et al 2007).

CO2 equivalente (CO2 eq):

Es una unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los gases efecto invernadero, expresado en términos del PCG de una unidad de dióxido de carbono. Se utiliza para evaluar la liberación (o el evitar la liberación) de diferentes gases efecto invernadero contra un común denominador (IPC, 2021).

Dióxido de Carbono (CO2)

El CO2 es el GEI más importante que está asociado a actividades humanas. Este gas tiene fuentes antropogénicas y naturales (Benavides, 2007). Se estima que 2/3 de las emisiones de CO2 provienen de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) mientras un 1/3 procede de los cambios en los patrones de uso del suelo (como la deforestación). Del total emitido solo el 45% permanece en la atmósfera, el 30% es absorbido por los océanos y el restante 25% pasa a la biosfera terrestre (Benito, 2016).

El dióxido de carbono (CO₂) se emite tanto por procesos naturales como por actividades humanas. En la agricultura y el ambiente, las principales fuentes son la descomposición de la materia orgánica, la respiración microbiana del suelo, la quema de combustibles fósiles

en maquinaria y transporte, la deforestación y el manejo inadecuado de residuos agrícolas. Estas emisiones se deben a la oxidación del carbono almacenado en biomasa, combustibles y suelos, constituyendo a la emisión del gas de efecto invernadero más abundante de origen antrópico (IPCC, 2021).

Óxido nitroso (N₂O)

Se estima que las actividades agrícolas emiten del 65 al 80% de los flujos totales de N₂O, la concentración atmosférica de N₂O es 19% mayor en comparación con los valores previos a la Revolución Industrial y tiene un tiempo de residencia en la atmósfera de 120 años (Saynes, F. Alvarado, L 2016).

Las emisiones de óxido nitroso en los suelos agrícolas provienen principalmente de los procesos microbiológicos de la nitrificación y desnitrificación del suelo. Se pueden distinguir tres tipos de emisiones: las directas desde el suelo, las generadas desde el suelo debido a la producción animal (pastoreo) y las indirectas generadas por el uso de fertilizantes (Benavides, 2007).

Procesos biológicos de generación de N₂O a partir de fertilización nitrogenada.

El óxido nitroso (N₂O) se genera en los suelos fertilizados con nitrógeno principalmente por dos transformaciones microbianas: la nitrificación, que en condiciones aeróbicas convierte el amonio (NH₄⁺) en nitrato (NO₃⁻) liberando N₂O como subproducto, y la desnitrificación, que en suelos con poco oxígeno reduce el nitrato hasta nitrógeno molecular (N₂), pero puede liberar N₂O cuando la reacción es incompleta (FAO 2020).

Metano (CH₄).

El metano (CH₄) es un gas de efecto invernadero que, aunque se encuentra en menor concentración que el dióxido de carbono (CO₂), tiene un potencial de calentamiento global 28 veces mayor que el CO₂ en un horizonte de 100 años (IPCC 2021).

En el cultivo de café, las emisiones de metano (CH₄) provienen principalmente del procesamiento poscosecha.

Durante el beneficio húmedo, el mucílago se elimina con grandes volúmenes de agua, generando aguas residuales con alta carga orgánica. Cuando estas se acumulan en condiciones anaeróbicas, microorganismos metanogénicos descomponen la materia orgánica y liberan CH₄, un gas con un potencial de calentamiento global 28 veces mayor que el CO₂ (ICO 2020).

4.8. GEI en sistemas de producción

Los Sistemas Agroforestales (SAF) son considerados como uno de los enfoques más importantes para promover sistemas alimentarios sostenibles a nivel mundial, ya que permiten integrar árboles y otros cultivos. Esta diversificación de la producción proporciona múltiples beneficios sociales, económicos y ambientales. Entre los principales beneficios que aportan los SAF se destacan el aumento de las reservas de carbono, la fijación biológica de nitrógeno, el reciclaje de nutrientes, la reducción de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad del suelo (Villa *et al*, 2020).

Los SAF han captado una atención especial por su capacidad para capturar carbono, debido a las ventajas que ofrecen los árboles, los cuales poseen una gran biomasa aérea y sistemas de raíces profundas. Estas características permiten que los SAF aumenten considerablemente la captura de carbono, especialmente por el volumen de la biomasa arbórea (Edith R 2021).

En un estudio realizado por Moguel y Toledo (1998) menciona que los SAF pueden llegar a almacenar o estabilizar el CO₂ emitido por tres maneras: 1) Pudiendo secuestrando el dióxido de carbono en las plantas y almacenando el carbono y nitrógeno de la vegetación en el suelo a un largo plazo, 2) proporcionando alimentos y fibra con el fin de reducir la deforestación y la degradación de los suelos, y 3) para la producción continua de leña dentro de los sistemas, ayudando a reducir el uso de combustibles fósiles.

Comparados con los monocultivos, los SAF promueven un enfoque más diversificado y sostenible del uso del suelo, mientras que los monocultivos se enfocan en la producción intensiva de una sola especie, con diferencias notables en cuanto a sus impactos ambientales y emisiones de gases de efecto invernadero.

En un estudio realizado por café, bosque y clima (2022), se observó que las fincas de monocultivo de café generaban emisiones de hasta 6.442 kg CO₂eq/ha, lo que es considerablemente más alto que las fincas de café con SAF, que registraban 4.552 kg CO₂eq/ha.

Las emisiones en los monocultivos se deben principalmente al uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, los cuales representan el 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La producción de café es generadora de gases de efecto invernadero (GEI) a lo largo del tiempo de producción, la international Coffee Organization (ICO, 2024) destaca la importancia de optar por prácticas más sostenibles en los países productores con el fin de reducir la huella de carbono. A nivel local y regional, la FAO (2021) impulsa estrategias de mitigación y adaptación que incluye el manejo agroforestal, la reducción de uso de fertilizantes nitrogenados y la diversificación de cultivos en Centroamérica.

En Honduras, el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE, 2020) promueve sistemas agroforestales con café y la incorporación de prácticas de fertilización orgánicas, estas medidas contribuyen a disminuir las emisiones y poder mejorar la resiliencia climática de los productores.

Para evaluar de manera objetiva el impacto de estas acciones y poder diseñar estrategias de mitigación que sean más efectivas resulta que es necesario contar con indicadores estandarizados. En este sentido la huella de carbono se consolidado como una herramienta fundamental, ya que es un indicador que mide la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos directa o indirectamente por una actividad, producto, o servicio a lo largo de su ciclo de vida. Este concepto se ha convertido en una herramienta fundamental para evaluar el impacto ambiental y diseñar estrategias de mitigación climática. Según la FAO (2021), “la HC es clave para identificar oportunidades de reducción de emisiones en sectores críticos como el agrícola, permitiendo un uso más eficiente de los recursos.

La medición de la huella de carbono (HC) en la agricultura permite identificar las principales fuentes de emisión a lo largo del ciclo de vida de un producto, desde la producción de insumos hasta la distribución y el consumo final. Esto resulta esencial para diseñar

estrategias de reducción de emisiones adaptadas a las necesidades de cada sistema productivo (Coz, 2020).

En el contexto de sistemas agroforestales, como los de café, la HC tiene una relevancia particular debido al potencial de estos sistemas para capturar carbono atmosférico. Estos sistemas también reducen las emisiones de gases como el óxido nitroso, asociado al uso de fertilizantes. Además, contribuyen a la adaptación al cambio climático al proteger los suelos y mejorar la biodiversidad (FAO, 2023).

Estudios recientes señalan que “los sistemas agroforestales no solo reducen la huella de carbono de la producción, sino que también actúan como sumideros de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático”. Según estudios, los agroecosistemas pueden almacenar hasta 12 gigatoneladas de CO₂ anualmente, lo que los convierte en una herramienta clave para mitigar el cambio climático.

Esta capacidad no solo ayuda a reducir las emisiones, sino que también promueve una agricultura más resiliente y sostenible, beneficiando tanto a los ecosistemas como a las comunidades rurales que dependen de estos sistemas para su sustento (FAO, 2023).

4.8.1. Fortalecimiento de la Resiliencia Climática

La implementación de SAF y la medición de su huella de carbono ofrecen múltiples beneficios al sector agrícola frente al cambio climático. Estas prácticas permiten identificar áreas de mejora en la gestión de emisiones, logrando una mayor eficiencia en los recursos utilizados.

En este sentido, los sistemas agroforestales no solo fortalecen la resiliencia climática al diversificar la producción y reducir la alta vulnerabilidad frente a eventos extremos, sino que también evidencia las sinergias con la mitigación, esto se debe a la capacidad de capturar y almacenar el carbono y la biomasa y el suelo, la capacidad para disminuir la presión sobre los bosques naturales y poder reducir el uso de fertilizantes químicos que tengan alta huella ambiental, así los sistemas agroforestales se caracterizan como una estrategia que combina adaptación y mitigación frente al cambio climático (FAO, 2023)

Según la FAO (2023), “los agricultores que adoptan prácticas climáticamente inteligentes fortalecen la resiliencia de sus sistemas productivos frente a eventos climáticos extremos.” En los SAF, la capacidad de captura de carbono se combina con ventajas como la mejora en la fertilidad del suelo, una gestión hídrica más eficiente y un incremento en la biodiversidad. Estos beneficios no solo contribuyen a la sostenibilidad ambiental, sino que también garantizan una mayor productividad y estabilidad económica para los agricultores a largo plazo.

Por el contrario, los monocultivos presentan un menor potencial para capturar carbono debido a la limitación de especies vegetales en su composición. Según la Comisión Europea (2023), “los monocultivos no solo tienen un potencial limitado para el secuestro de carbono, sino que su dependencia de fertilizantes y pesticidas incrementa significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Entre los impactos negativos destacan:

- La degradación del suelo, que reduce su capacidad de almacenamiento de carbono.
- El aumento de emisiones indirectas a través del uso de insumos agrícolas.
- Menor biodiversidad, lo que limita los servicios ecosistémicos.

Las buenas prácticas agrícolas (BPA), integra un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas que son aplicadas a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientados a asegurar la protección de la higiene, la salud humana y el medio ambiente, mediante métodos ecológicamente seguros, higiénicamente aceptables y económicamente factibles (CASAFE, 2015).

La aplicación de BPA puede mejorar los medios de vida de los productores y economías locales enteras, contribuyendo al logro de los objetivos de desarrollo nacional o de los objetivos de desarrollo sostenible. Por tanto, la agricultura debe adoptar nuevas prácticas que se acerquen a las tradicionales, pero a su vez, no comprometan la productividad actual. Además, en lugar de ser una actividad emisora de gases de efecto invernadero, en lo que se ha convertido en las últimas décadas, debe recuperar su capacidad de sumidero de carbono contribuyendo así a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (Adapta, 2011).

4.9. Normas Internacionales y Corporativas en Materia de Sostenibilidad y Cambio Climático

En junio de 2023, el Consejo de Normas Internacionales de Sostenibilidad (ISSB) de la Fundación IFRS lanzó las primeras Normas Internacionales de Información Financiera sobre Sostenibilidad (NIIF S1 y S2). La NIIF S1 establece lineamientos para que las empresas divulguen información financiera relacionada con la sostenibilidad de manera clara y uniforme, mientras que la NIIF S2 se enfoca en la gestión de riesgos y oportunidades relacionados con el cambio climático. Estas normas buscan estandarizar las prácticas corporativas a nivel mundial, fomentando una mayor transparencia y permitiendo a los inversionistas tomar decisiones informadas basadas en el desempeño climático de las empresas. Esto implica que las compañías deben incluir información sobre sus emisiones de gas.

Reglas de la ONU sobre mercados de carbono: En noviembre de 2024, durante la COP29 en Bakú, se aprobaron las normas pendientes para los mercados internacionales de carbono, estableciendo un marco regulatorio claro que permite la compra y venta de créditos de carbono entre países y empresas.

Este sistema permite a los actores que superen sus metas de reducción de emisiones vender sus excedentes como créditos a aquellos que necesitan compensar emisiones, promoviendo un equilibrio en los compromisos climáticos globales.

Regulaciones Corporativas en Mercados Internacionales: Un número creciente de países ha comenzado a implementar normativas climáticas estrictas para el sector empresarial.

Por ejemplo, en diciembre de 2023, la Comisión de Bolsa y Valores de Estados Unidos (SEC) propuso una regulación que obliga a las empresas públicas a informar sobre sus emisiones directas, indirectas y las asociadas al uso de sus productos (Poder legislativo, 2023).

De igual manera, más de 30 países están alineando sus políticas con las normas del ISSB, exigiendo la divulgación de riesgos climáticos y emisiones de GEI. Estas regulaciones internacionales no solo aumentan la responsabilidad corporativa, sino que también impulsan a países como Honduras a fortalecer su política (Poder legislativo, 2023).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Morocelí, El Paraíso, Honduras, ubicado entre los 700 y 1,200 msnm, con temperaturas promedio anuales de 18 °C a 24 °C y precipitaciones de 1,200 a 1,600 mm. Sus coordenadas aproximadas son 518312.80 m E 1576722.14 m N. La investigación abarcó 30 fincas de café, seleccionadas para evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas en sus procesos de producción. **(figura 1)**

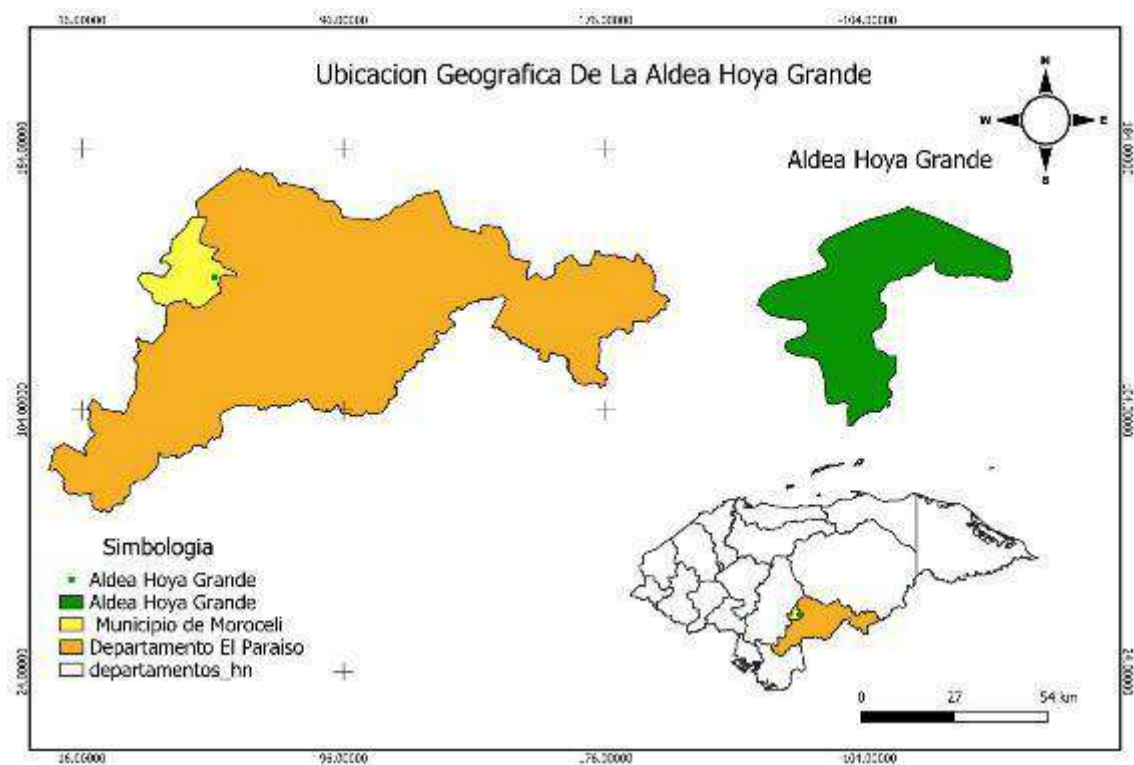


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.

5.2. Enfoque metodológico

El estudio adoptó un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para analizar la captura de carbono en sistemas agroforestales (SAF) de café en Morocelí, El Paraíso. La medición cuantitativa se realizó mediante la herramienta especializada *Cool Farm Tool*, lo que permitió obtener datos precisos y verificables sobre la captura de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero

Paralelamente, se emplearon técnicas cualitativas con el fin de poder recopilar información detallada sobre las prácticas de manejo agrícola implementadas por los productores en sus fincas. Esto permitió una interpretación integral del impacto de los SAF en la sostenibilidad ambiental y económica de las explotaciones cafetaleras. Además, se caracterizaron las fincas estudiadas y se analizó la percepción de los productores sobre el cambio climático y sus efectos en la producción de café.

5.3. Procedimiento metodológico:

El presente estudio se llevó a cabo en 30 fincas cafetaleras ubicadas en el municipio de Morocelí, departamento de El Paraíso, seleccionadas por su participación activa en el proyecto Paraíso Verde, que es financiado con recursos de la Unión Europea (UE), e implementado por Swisscontact en alianza con el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), la Mancomunidad de Municipios del Norte de El Paraíso (MANORPA), la Federación Hondureña de Cooperativas Agroforestales (FEHCAFOR), Fundación MAS y SOLIDARIDAD. La selección se basó en la dedicación exclusiva de dichas fincas a la producción de café. Para caracterizar los sistemas productivos, se aplicaron encuestas semiestructuradas a los productores con el propósito de recopilar información detallada sobre las características del cultivo y las prácticas de manejo agronómico empleadas

El instrumento aplicado permitió recopilar información específica sobre diversos aspectos del cultivo de café, esencial para caracterizar las fincas y evaluar las prácticas agrícolas. A través de visitas presenciales, se aplicaron encuestas directamente a los productores, lo que facilitó el registro preciso de datos, la resolución inmediata de dudas y la obtención de observaciones complementarias en campo, fortaleciendo el análisis de sostenibilidad y productividad

Una vez se realizaron las caracterizaciones de las fincas, se procedió a la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como CO₂, N₂O y CH₄. Para obtener los datos necesarios, se aplicó una encuesta estructurada (Anexo 3) a los 30 productores seleccionados, abarcando temas clave como uso de insumos agrícolas, manejo del suelo, consumo energético, manejo de residuos, sistemas de secado y transporte, los datos obtenidos se ingresaron a la herramienta *Cool Farm Tool*, ya que es una herramienta especializada y con precisión para generar reportes de las emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂, N₂O y CH₄.)

Para poder determinar el potencial de captura de carbono se estableció un muestreo de árboles en las fincas para la medición de parámetros en campo, el cual, se realizó siguiendo un criterio basado en el tamaño de la finca, con el objetivo de obtener datos representativos de la captura de carbono en los sistemas agroforestales. Para ello, se establecieron parcelas de muestreo de 500 metros cuadrados cada una, distribuidas de la siguiente manera según la extensión total de la finca

Tamaño de la finca (manzanas)	Número de parcelas	Tamaño de parcelas
De 1 a 4.99	1	500m ²
De 5 a 9.99	3	500m ²
10 o más	5	500m ²

Tabla 1. Distribución de parcelas de muestreo según el tamaño de la finca

Los parámetros por medir dentro del muestreo fueron: densidad de plantación, DAP y altura de los árboles. Esta información de igual manera fue procesada con el software *Cool Farm Tool* el cual cuantificará el potencial de carbono en cada finca.

Para conocer la percepción del cambio climático, se llevó a cabo talleres participativos con los 30 productores de café seleccionados, con el objetivo de introducir y discutir el tema de la variabilidad climática en la producción cafetalera. Posteriormente, se aplicó una encuesta semiestructurada de manera presencial, asegurando la comprensión de las preguntas y el consentimiento informado de los participantes.

Esta encuesta permitió conocer cómo los productores perciben la variabilidad climática y sus efectos en la producción de café, así como las estrategias que están implementando para reducir los cambios en la temperatura y las medidas de mitigación que están adoptando en sus fincas. **(ver anexo 2).**

5.4. Variables del estudio

1. caracterización de las fincas
2. Emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂, N₂O, CH₄).
3. Captura de carbono de las fincas.
4. Percepción de los productores sobre la variabilidad climática.

5.5. Caracterización de la finca

La caracterización de las fincas cafetaleras se llevó a cabo mediante un proceso de recopilación de información utilizando herramientas como encuesta semiestructurada e imágenes satelitales obtenidas a través del programa Google *Earth*, complementadas con datos georreferenciados mediante GPS. Esto permitió conocer información de los productores para caracterizar las fincas según las prácticas de manejo de los productores.

Asimismo, se recopiló información sobre la presencia de plagas y enfermedades de las fincas que inciden en la producción de café, dado que estos factores influyen directamente en el rendimiento de la producción, los costos de manejo y la resiliencia en los sistemas productivos.

Para caracterizar adecuadamente las fincas de café, fue importante considerar una serie de indicadores clave que proporcionaran una visión integral de las condiciones agrícolas, ambientales y económicas de la finca.

Categoría	Indicadores
Información general	· Ubicación geográfica
	· Tamaño total de la finca (ha)
	· Productividad anual del Café
	· Georeferenciación de la finca
Sistema de Producción	· Tipo de sistema
	· Edad promedio de los cafetos (años)
	· Especies forestales asociadas
	· Uso de sombra
Manejo Agrícola	· Variedad de café cultivada
	· Sistema de podas
	· Uso de fertilizantes
	· Frecuencia de fertilización (veces/año)
	· Uso de plaguicidas
	· Tipo de plaguicidas aplicados
	· Prácticas de conservación del suelo
Asistencia Técnica	· Tipo de manejo de malezas
	· Acceso a asistencia técnica
	· Fuente de asistencia técnica
Beneficios dentro de la finca	· Frecuencia de asistencia
	· Beneficio húmedo en finca
	· Manejo de aguas residuales
	· Uso de subproductos del café

Tabla 2. Categoría de indicadores para caracterizar las fincas

5.5.1. Definición de las variables:

➤ Datos generales de la finca:

Georreferenciación de la finca: Esta variable indica las coordenadas geográficas de la finca, permitiendo ubicarla de manera precisa en un sistema de información geográfica (SIG). Las coordenadas suelen incluir latitud y longitud.

Tamaño total de la finca (ha). Representa el área total de la finca en hectáreas. Esta medida es crucial para entender la extensión del terreno

Nombre de la finca: El nombre de la finca es la identificación del predio, que se utiliza para asociar la finca con sus características, productor y datos de gestión.

Propietario o responsable: Este campo especifica quién es el propietario o responsable de la finca, lo cual es importante para gestionar la propiedad y los recursos agrícolas.

➤ **Sistemas de producción:**

Tipo de sistema: El tipo de sistema de producción definió si la finca se dedica al monocultivo de café o al contrario si es un sistema agroforestal (SAF)

Uso de sombra: Este factor indicó si se utilizan árboles de sombra dentro de la finca de café, lo cual afecta el microclima de la finca y la sostenibilidad de la producción.

Especies forestales asociadas: En sistemas agroforestales, esta variable describe las especies de árboles y plantas que se encuentran en la finca.

Edad promedio de los cafetos: La edad promedio de los cafetos es una variable importante para estimar el ciclo productivo, la calidad de la cosecha y las necesidades de mantenimiento de los cultivos.

➤ **Manejo agrícola:**

Variedad de café cultivada: Esta variable indica el tipo de café cultivado en la finca, como **PARAINEMA, CATUAÍ, LEMPIRA, 90, ETC.**

Control de plagas y enfermedades: Se refiere a las prácticas implementadas para manejar las plagas y enfermedades que afectan al cultivo de café.

Sistemas de poda: Describe las técnicas y prácticas utilizadas para la poda de las plantas de café. La poda influye en la forma del árbol, su productividad y la facilidad de cosecha del café.

Frecuencia de fertilización: Se detalla cuántas veces al año se aplican fertilizantes, lo cual refleja las necesidades nutricionales del cultivo y las prácticas de manejo del productor.

Uso de plaguicidas: Es importante saber si se utilizan plaguicidas en la finca para controlar plagas y enfermedades. Esto tiene implicaciones tanto para la salud del cultivo como para el impacto ambiental.

Prácticas de conservación del suelo: Se describen las acciones que se llevan a cabo para proteger el suelo, como la implementación de barreras vivas, terrazas o cobertura vegetal. Esto es clave para asegurar la sostenibilidad del terreno a largo plazo.

Tipo de manejo de malezas: Se especifican los métodos empleados para controlar las malezas, los cuales pueden incluir técnicas manuales o químicas, dependiendo de las prácticas de manejo agrícola.

➤ **Beneficios dentro de la finca**

Beneficio húmedo en finca: Indica si el beneficio del café se realiza en la finca o en otro lugar. El beneficio húmedo es clave para la calidad del café.

Tipo de beneficio: Se refiere al proceso de procesamiento del café (húmedo, seco o mixto), lo que influye directamente en la calidad del grano.

Manejo de aguas residuales: Describe cómo se gestionan las aguas residuales generadas durante el beneficio del café, un aspecto importante para evitar la contaminación ambiental.

Uso de subproductos del café: Se refiere a cómo se gestionan los subproductos del café, como pulpa y cáscaras, que pueden utilizarse para compostaje o biogás.

Otros beneficios: Además del café, se puede incluir la venta de otros productos agrícolas, como naranjas, ciruelas, plátanos etc. que generen ingresos adicionales para la finca.

➤ **Asistencia técnica:**

Acceso a asistencia técnica: Esta variable indica si la finca recibe apoyo técnico en temas relacionados con la producción, el manejo agrícola o la comercialización del café.

Fuente de asistencia técnica: Especifica las entidades o fuentes de asistencia técnica que apoyan a los productores.

Frecuencia de asistencia: La frecuencia de asistencia técnica indica cuántas veces al año los productores reciben apoyo o capacitación.

5.5.2. Análisis estadístico de datos:

El análisis de los datos se realizó únicamente utilizando los programas SPSS y Excel. En SPSS se llevaron a cabo los procedimientos estadísticos necesarios, mientras que en Excel se elaboraron las gráficas para facilitar la interpretación visual de los resultados.

5.6. Emisiones de GEI.

Para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2 , N_2O y CH_4) Se utilizó la información obtenida de la encuesta estructurada (**Anexo 3**) aplicada a los 30 productores seleccionados, el cual esta información se contrastó con la observación directa de las prácticas realizadas en las fincas, lo que permitió identificar los principales puntos de emisión de cada finca y obtener una estimación más precisa de las emisiones de GEI, asegurando la confiabilidad y exactitud de los datos recolectados.

Las fincas de café ocasionan graves impactos al medio ambiente, un ejemplo claro está lo que son las emisiones de metano por las aguas mieles y la pulpa generada en el proceso. Ya que al no poder disponerse de una manera más adecuada tienen efecto negativo como contaminación de las fuentes de agua y pudiendo afectar la concentración de oxígeno en la misma (Cárdenas y Vásquez, 2013).

El dióxido de carbono es uno de los principales que causa el calentamiento del planeta tierra y proviene del uso de energía y combustibles fósiles para el procesamiento del café, el óxido nitroso proviene de la utilización de fertilizantes químicos dentro de la agricultura. Estos GEI alteran los patrones climáticos, generando temperaturas más altas, lluvias irregulares y eventos climáticos extremos que afectan la producción de café y contribuyen a la variabilidad climática global (García, 2020).

Fuente	Gases Emitidos	Indicadores
Uso de fertilizantes nitrogenados	N ₂ O (Óxido nitroso)	Descomposición de fertilizantes y materia orgánica
Beneficio húmedo del café	CH ₄ (Metano), CO ₂	Fermentación anaerobia en aguas residuales y residuos
Deforestación / Cambio de uso del suelo	CO ₂	Pérdida de árboles y descomposición de materia vegetal
Uso de combustibles fósiles	CO ₂	Maquinaria y transporte
Manejo del suelo y residuos orgánicos	N ₂ O, CH ₄	Compactación del suelo y descomposición de residuos

Tabla 3. Fuentes de Emisiones de GEI en una Finca Cafetera

5.6.1. Análisis de datos

Los datos recopilados se ingresaron en el software *Cool Farm Tool*, una herramienta especializada que analizó la información y generó reportes detallados sobre las emisiones de GEI por finca. Este software permitió calcular con precisión las emisiones de CO₂, N₂O y CH₄.

Se identificaron y clasificaron las principales fuentes de emisión de GEI en las fincas, como el uso de fertilizantes nitrogenados, el manejo de los residuos y la gestión del suelo. Esto se realizó mediante el análisis comparativo entre los puntos de emisión de cada finca, estos resultados fueron obtenidos con el *Cool Farm Tool*.

Además, se observaron directamente las prácticas agrícolas en campo para validar la información proporcionada en las encuestas.

5.7. Medición de captura de carbono:

Se cuantificó la captura de carbono en los sistemas agroforestales de café considerando las siguientes variables: densidad de plantación, sistema, DAP del árbol, altura del árbol y edad de plantación.

Parámetros por evaluar en las parcelas seleccionadas.

Dentro de cada parcela de 500 m² se midieron los siguientes parámetros clave para la cuantificación de carbono.

➤ Densidad de plantación:

La densidad de plantación se refiere al número de árboles por unidad de superficie, generalmente expresada en árboles por hectárea (árbol/ha). Para calcularla dentro de las fincas se usa la siguiente fórmula propuesta por Fonseca *et al.* 2009):

$$D = \frac{A_f}{D_p \times D_h}$$

Donde:

A_f = Área de la finca

D_h = Distancia entre hileras (m)

D_p = Distancia entre plantas (m)

➤ Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

Para medir el diámetro a la altura del pecho (DAP) de un árbol, se utilizó una cinta métrica. Primero, se ubicó la altura correcta para la medición, la cual es 1.30 metros desde la base del árbol. Se calculó mediante la fórmula propuesta por FAO (2004), dividiendo la circunferencia medida entre el valor de π (3.1416).

$$DAP = Circunferencia \div \pi$$

➤ Altura del árbol:

Para medir la altura de los árboles se hizo con el método de la vara, el cual se usará una vara de 1 metro y se sostiene verticalmente con el brazo extendido a la altura de los ojos.

Luego, la persona se aleja del árbol hasta que la vara cubra visualmente toda la altura del árbol.

Una vez en posición, se mide la distancia desde donde está hasta la base del árbol con una cinta métrica (Chainsaw Academy, 2024). Formula:

$$H = \frac{L_v}{L_a} \times d$$

Donde:

H = Altura del árbol (m).

L_v = Longitud de la vara (m) (por ejemplo, **1 metro**).

L_a = Longitud aparente de la vara (m) (normalmente **1 metro** si la vara cubre toda la altura).

d = Distancia desde donde se encuentra la persona hasta la base del árbol (m).

5.7.1. Uso de herramienta de cuantificación:

Los datos recopilados se ingresaron en el software *Cool Farm Tool*, una herramienta especializada en la evaluación ambiental. Este software calculó con precisión la captura de carbono en cada finca. Además, generó reportes detallados que facilitarán el análisis de los resultados.

5.7.2. Análisis de datos:

Para el respectivo análisis se emplearon dos herramientas principales como Excel para organizar los datos obtenidos de *Cool Farm Tool*, seguidamente se crearon las gráficas en Excel para un mejor análisis.

5.8. Percepción de los productores sobre la variabilidad climática e identificación de medidas para la reducción de las emisiones de GEI

Con la encuesta aplicada a los productores, pudimos conocer la percepción de la variabilidad climática y se identificaron las medidas de reducción que han implementado para mitigar sus efectos. Además, nos permitió analizar cómo estos productores están enfrentando los desafíos climáticos y qué prácticas consideran más efectivas en la adaptación al cambio climático.

La información obtenida pudo ser clave para desarrollar estrategias de apoyo que fortalezcan las capacidades de los productores y optimicen sus esfuerzos para reducir los impactos negativos del cambio climático en la producción de café.

Para abordar la percepción de los productores sobre la variabilidad climática, es clave estructurar las categorías e indicadores que permitan obtener información detallada sobre cómo perciben los agricultores los cambios climáticos y su impacto en la producción.

Categoría	Indicadores
Percepción de la Variabilidad Climática	· Variabilidad climática
	· Cambios percibidos en el clima
	· Impacto del cambio climático en la producción de café
Estrategias de Reducción de la Variabilidad Climática	· Prácticas implementadas para mitigar
	· Efectividad de las prácticas de adaptación

Tabla 4. Categoría de indicadores de la percepción de la variabilidad climática.

5.8.1. Definición de variables

➤ Percepción de la Variabilidad Climática:

Variabilidad climática: Mide si los productores de café han notado cambios en el clima en los últimos cinco años.

Tipos de cambios percibidos en el clima: Mide qué cambios específicos (lluvias, temperatura, heladas, sequías, tormentas) los productores de café han observado en su entorno.

Impacto del cambio climático en la producción de café: Mide cómo el cambio climático afecta la producción de café (rendimiento, calidad, plagas, costos).

➤ Estrategias de Reducción de la Variabilidad Climática:

Prácticas implementadas para mitigar el cambio climático: Mide las estrategias adoptadas por los productores para reducir el impacto del clima, como el uso de agroforestería o variedades resistentes.

Percepción de efectividad de las prácticas de adaptación: Mide cómo los productores de café valoran la efectividad de las prácticas implementadas para enfrentar la variabilidad climática.

5.8.2. Análisis de datos:

Los datos recopilados se organizaron en tablas de Excel para estructurar y facilitar su análisis. Posteriormente, se utilizaron los programas SPSS y Excel para procesar y analizar la información. Este enfoque permitió clasificar a los participantes en diferentes categorías según su percepción de la variabilidad climática, optimizando la interpretación de los resultados y facilitando su visualización a través de gráficos y representaciones estadísticas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación, se presentan los diferentes resultados de la investigación tales como la caracterización de las fincas de Moroceli el Paraíso, emisiones de gases de efecto invernaderos (GEI) N₂O, CH₄ Y CO₂ y percepción de la variabilidad climática.

En el estudio se caracterizaron las fincas según las practicas realizadas dentro de los sistemas agroforestales con café, esto para ver el tipo de sistemas que los productores tienen implementados y que prácticas realizan, como se muestra en el siguiente cuadro:

Categoría	Aspectos principales
Información general	Área de café mínima: 0.7 mz – Máxima: 7 mz – Promedio por productor: 2.4 mz
Sistema de producción	100% agroforestales; Variedad 90 cultivada en 83.3% de las fincas
Manejo agrícola	Malezas: 100% de las fincas lo hacen manual. Fertilización: 100% de las fincas químico Terraceo: 53.3% de las fincas Barreras vivas: 40% de las fincas
Especies arbóreas predominantes	Guaba encontrada en el (90% de las fincas), Madreado en el (66.7%), Cedro (50%) Otras: aguacate, vara blanca, matasano, naranjo, guachipilín, guayabo
Asistencia técnica	16 productores reciben asistencia. Mientras que 14 no reciben
Frecuencia de asistencia	5 de los productores cada 2–3 meses 10 anual

Tabla 5. caracterización de las fincas.

La caracterización de las fincas de café en Morocelí refleja un sistema productivo basado en sistemas agroforestales de pequeña y mediana escala, con un promedio de 2.4 manzanas cultivadas por productor. Este escenario evidencia que la caficultura local se sostiene en unidades productivas familiares, donde el manejo agrícola combina prácticas tradicionales como el control manual de malezas y la implementación de terraceo, a pesar de que en el 50% de las fincas se incorpora la pulpa como abono orgánico, la aplicación predominante de fertilización química no deja de existir en las fincas.

La presencia de especies arbóreas asociadas constituye un elemento estratégico dentro de los sistemas agroforestales, ya que aportan sombra, regulan el microclima y contribuyen a mejorar la calidad del grano. Estas condiciones no solo favorecen la productividad del cultivo, sino que también fortalecen la resiliencia de las fincas frente a la variabilidad climática y reducen la vulnerabilidad a plagas y enfermedades.

Finalmente, aunque un sector importante de los productores carece de asistencia técnica, aquellos que sí la reciben han podido acceder a prácticas de conservación de suelos y manejo más eficiente del cultivo. Esto pone en evidencia la importancia de ampliar los programas de extensión agrícola para consolidar una caficultura competitiva, sostenible y ambientalmente responsable en la región.

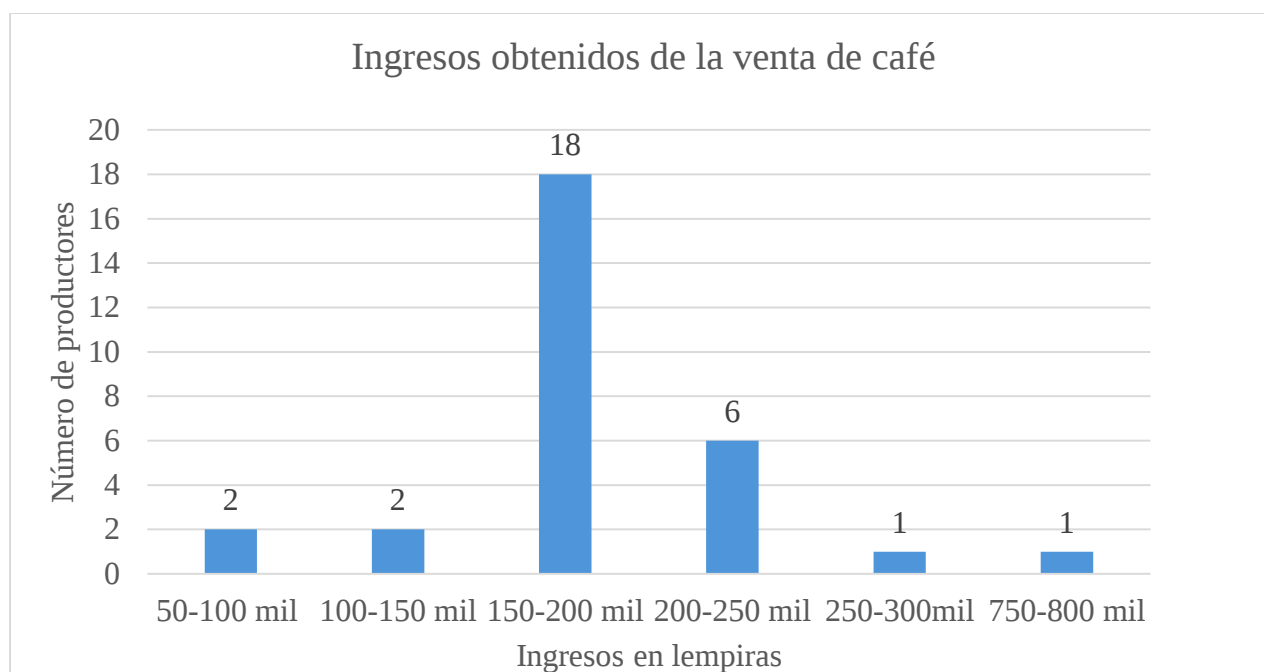


Figura 2. Ingresos obtenidos de la venta de café

En la figura del estudio se identifica que 18 productores de café en Moroceli obtienen ingresos anuales entre 50,000 y L.200,000 por venta de café húmedo, mientras que un grupo de 6 productores supera los L.250,000 también se identificó que de los 30 productores solamente un productor supera los L.750,000. La concentración de los productores en rangos medio-bajos pone en evidencia las debilidades de los sistemas agroforestales de café, esto relacionado con fincas de pequeña extensión, cafetales con un estado avanzado de edad, la ausencia de sombra en la mayoría de las fincas (75% de las fincas) y un manejo que no alcanza los niveles de eficiencia requeridos.

Aunque los 30 productores pertenecen a una caja rural el cual les permite comercializar de una manera colectiva el café húmedo, señalan que este producto se vende sin diferenciación de calidad ni certificaciones. Esta situación limita las posibilidades de poder acceder a mejores precios y mercados especializados, lo que reduce la rentabilidad de las fincas y mantiene a los productores en condiciones de ingresos bajos y, en consecuencia, reduce los ingresos obtenidos por la venta de café.

En este sentido, el estudio de la OIT sobre la cadena de valor del café en Honduras señala que: “la producción de café representa el 5% del PIB total en Honduras, se estima que un 80% son pequeños productores y la mayoría vende su café a intermediarios lo que también les impide negociar a un mejor precio (OIT, 2024).

Ante esta situación muchos productores de esta finca han optado en incorporar cultivos como plátano y naranjas para obtener beneficios económicos en épocas que el café no está produciendo, en este estudio realizado se identificó que en 20 fincas de café realizan la venta de plátanos, mientras que 6 fincas hacen venta de Naranjas.

Con el *Cool Farm Tool* se calcularon las emisiones de los tres gases de efecto invernadero (GEI) que a continuación se presentan en la siguiente figura:

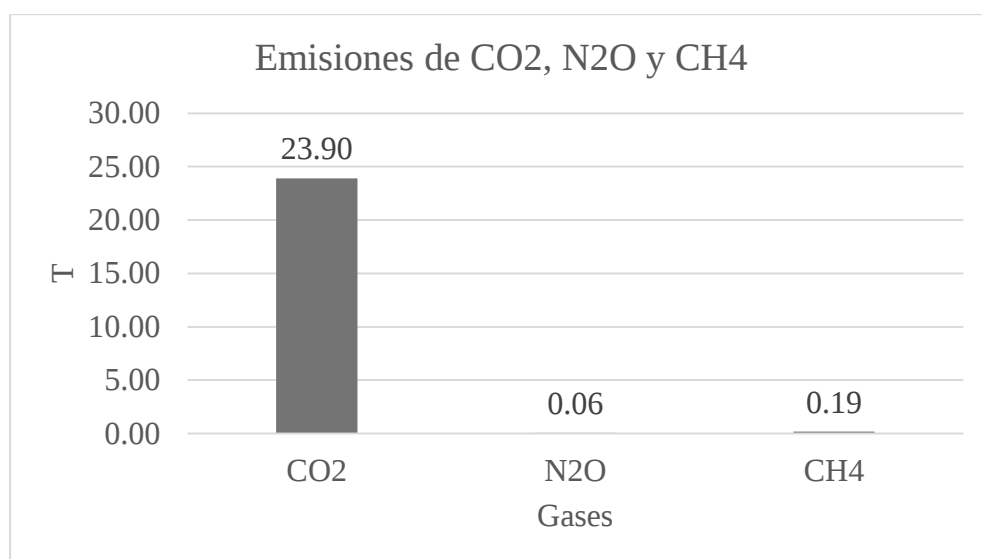


Figura 3. Emisiones de CO₂, N₂O y CH₄.

Como se muestra en la gráfica, de las 30 fincas de café evaluadas, las emisiones de gases de efecto invernadero fueron dominadas por el CO₂, que obtuvo un valor total de 23.90 T, superando las emisiones y dejando por debajo las emisiones de CH₄ (0.19 T) y N₂O (0.06 T).

A pesar de que las fincas de Moroceli no hacen uso de maquinaria agrícola, el alto valor de CO₂ se asocia a la descomposición de materia orgánica como la pulpa de café y restos de vegetación y las emisiones indirectas vinculadas a insumos utilizados en el manejo de las fincas. Según un estudio que se reportó en sistemas agroforestales con café en Centroamérica, donde el CO₂ representa más del 80 % de las emisiones totales debido a la vegetación (Hergoualc'h *et al.* 2022).

En el caso de N_2O y el CH_4 presentaron un valor mucho menor, aunque su importancia climática es elevada debido a su mayor capacidad de retener calor en la atmósfera, siendo el potencial de calentamiento global del N_2O aproximadamente 273 veces mayor y el del CH_4 unas 28 veces mayor que el del CO_2 (IPCC 2021).

El N_2O está relacionado con procesos de uso de fertilizantes químicos nitrogenados aplicados a las fincas, mientras que el CH_4 se origina en la descomposición anaerobia de residuos orgánicos como restos de café y aguas mieles que están presentes en áreas donde se procesa el café de las fincas.

Estos resultados de esta investigación confirman que, incluso sin mecanización, la dinámica de los suelos y la gestión de residuos dentro de la finca influyen de manera significativa en el perfil total de emisiones de las fincas de café en Moroceli el Paraíso.

Con los resultados obtenidos se identificó el punto crítico de emisión dentro de las 30 fincas como a continuación se presenta:

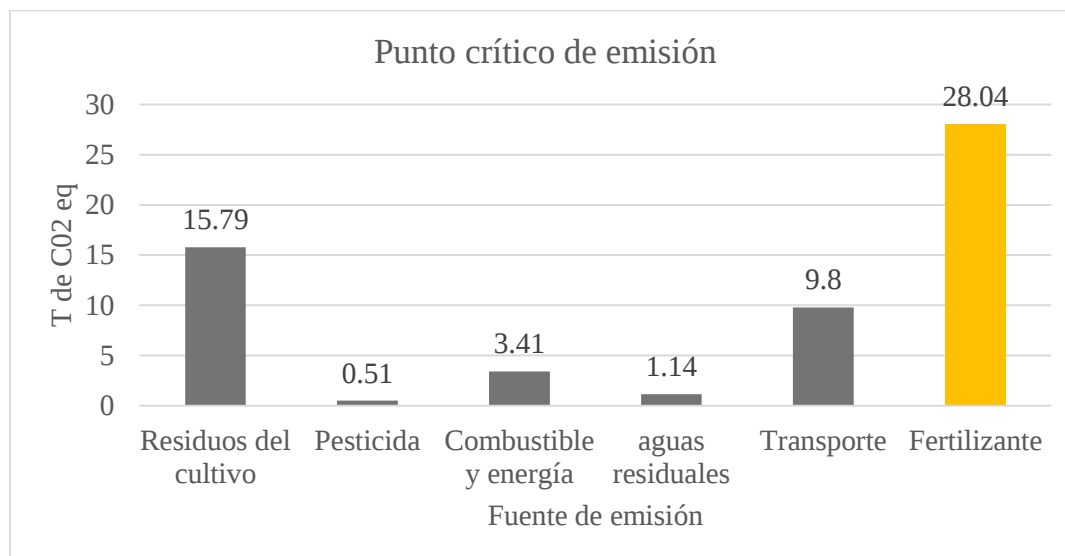


Figura 4. Punto crítico de emisión de GEI.

En la figura se observan los resultados de la medición de huella de carbono en las 30 fincas cafetaleras analizadas, esta gráfica indica el punto más crítico de emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) el cual se encontró que en estas fincas de café evaluadas corresponde al uso de fertilizantes, con una contribución total de 28.04 T de CO₂eq. Esta cifra representa el mayor impacto individual dentro del sistema productivo, y se relaciona principalmente con la aplicación de fertilizantes nitrogenados, esto se debe a que el café es un fuerte demandante de nitrógeno, este fertilizante se suministra en minerales como la urea, ya que el 85% de los productores se reportaron que aplican urea a las fincas.

A partir de ese punto es muy importante destacar que según los resultados obtenidos el fertilizante no solo genera emisiones directas de CO₂ (13.36 T), sino que también liberan 0.05 T de N₂O, en el estudio se estimó que en los residuos del cultivo emitieron 10.56 T de CO₂, 0.004 T de N₂O y 0.14 T de CH₄, se identificó que las emisiones de metano provienen de las aguas residuales de las fincas. En cuanto a los pesticidas utilizados por los productores de Moroceli no se reportan emisiones directas de los tres gases (CO₂, CH₄ Y N₂O) en la gráfica se refleja un valor de 0.51 T de CO₂eq. Esto se debe a que el software *Cool Farm Tool* estima las emisiones indirectas asociadas al uso de agroquímicos en las fincas.

Se realizó el análisis comparativo entre las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI), este análisis permitió identificar el balance de sostenibilidad de las fincas. Los resultados se presentan en la siguiente figura:

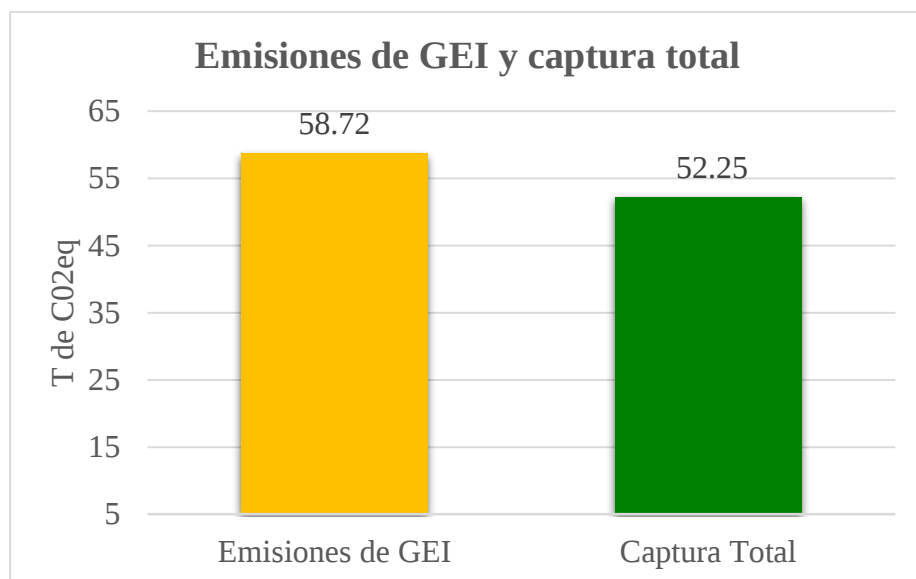


Figura 5. Emisiones y captura de carbono.

El análisis de las 30 fincas cafetaleras estudiadas en Morocelí, que en conjunto abarcan un total de 73 manzanas de terreno cultivado con café, los datos recopilados y procesados mediante la herramienta *Cool Farm Tool* muestra un balance neto de 6.47 T de CO₂ equivalente (CO₂ eq).

Este valor se obtiene de la diferencia entre las emisiones totales de gases de efecto invernadero que son (58.72 T de CO₂ eq) y la captura total de carbono registrada (52.25 T de CO₂ eq), calculadas mediante el software utilizado.

Con la información obtenida se identificó que la baja captura de carbono en las fincas está directamente relacionada con factores como la escasa incorporación de árboles a sistemas productivos de café, se notó la baja densidad de sombra que existe en las fincas, y una mala gestión en la fertilización, donde predomina el uso de fertilizantes nitrogenados sin un manejo técnico que optimice su aplicación. La baja cobertura arbórea en la zona reduce notablemente la capacidad de capturar carbono.

El estudio revela que en estas fincas existe un balance negativo entre las emisiones y captura de carbono, esto indica que las fincas emiten más de lo que logran capturar, no obstante, al analizar el detalle individual (ver anexo 4), se identifican diferencias entre fincas, ya que algunas presentan un balance menos desfavorable que otras, lo que nos permite establecer comparaciones entre ellas.

Los resultados obtenidos se compararon con un estudio similar, donde se observa que el balance obtenido en las fincas de Moroceli es menos favorable por los sistemas poco diversificados. Por ejemplo, Ávila *et al.* (2020) en un estudio reportó que las fincas de café bajo sombra en el occidente de Honduras lograron balances positivos de hasta 4.5 T de CO₂ eq anuales, gracias a una mayor densidad de árboles de sombra y un manejo más sostenible de los insumos. Esto indica que, aunque la captura medida en las fincas de Morocelí es considerable, el potencial de mitigación podría incrementarse notablemente mediante la reforestación de las fincas, diversificación de especies arbóreas y adopción de prácticas de fertilización más eficientes.

Con el fin de profundizar en los resultados que se obtuvieron de las 30 fincas, se realizó la correlación entre fincas convencionales y fincas mixtas entre convencionales y orgánicas, para poder entender si las fincas presentan tendencias diferentes o similares. Los resultados de la comparación se muestran en la siguiente figura:

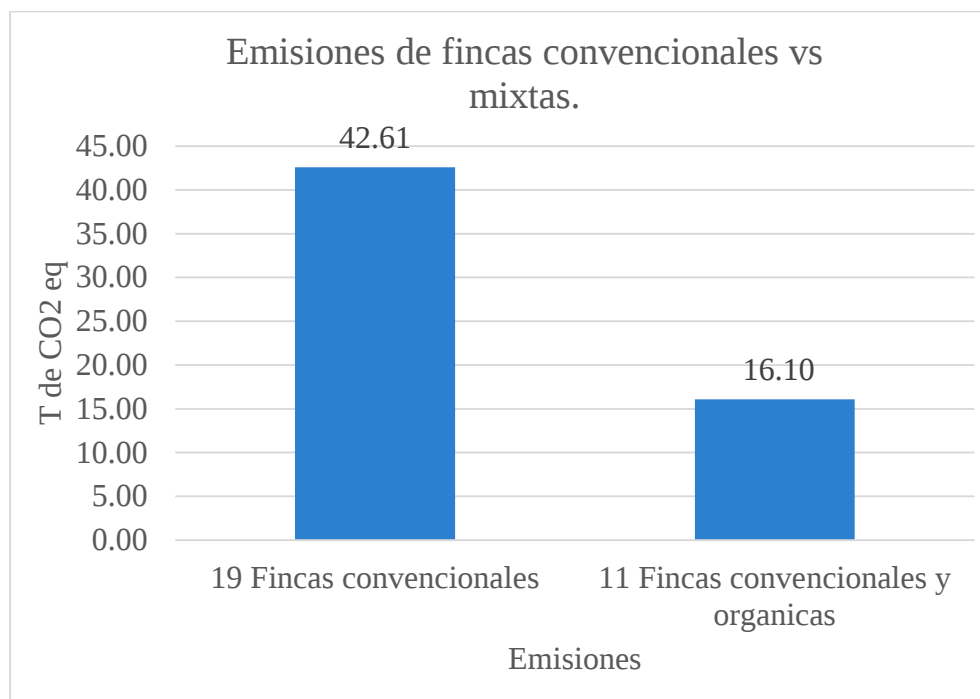


Figura 6. Comparación de emisiones de fincas convencionales vs mixtas.

Con los resultados obtenidos de emisiones en las fincas de Moroceli, se dividieron en dos grupos para realizar una comparación de emisiones, el primer grupo estuvo conformado por 19 fincas convencionales, el cual su producción se basa únicamente en la utilización de productos agroquímicos, el segundo grupo incluyó 11 fincas mixtas (convencional y orgánicas), que además de emplear insumos químicos dentro de la finca incorporan la pulpa de café a las fincas como fuente de nutriente.

La comparación evidencia una notable diferencia en las emisiones de gases de efecto invernadero (N_2O , CH_4 Y CO_2), las fincas convencionales alcanzaron emisiones con un total de 42.61 T de CO_2 eq, mientras que las fincas mixtas reportan 16.10 T de CO_2 eq, estos resultados evidencian que la incorporación de la pulpa de café a las fincas reduce significativamente las emisiones. De acuerdo con Ruiz (2021) quien afirma que la incorporación de pulpa de café permite reducir entre 49.7 % y 72 % las emisiones de GEI.

Percepción de los principales efectos de la variabilidad climática en Moroceli.

Con el objetivo de conocer la percepción de la variabilidad climática por los productores de Moroceli, se recopiló la información de los efectos principales que han notado, estos se presentan en la siguiente gráfica:

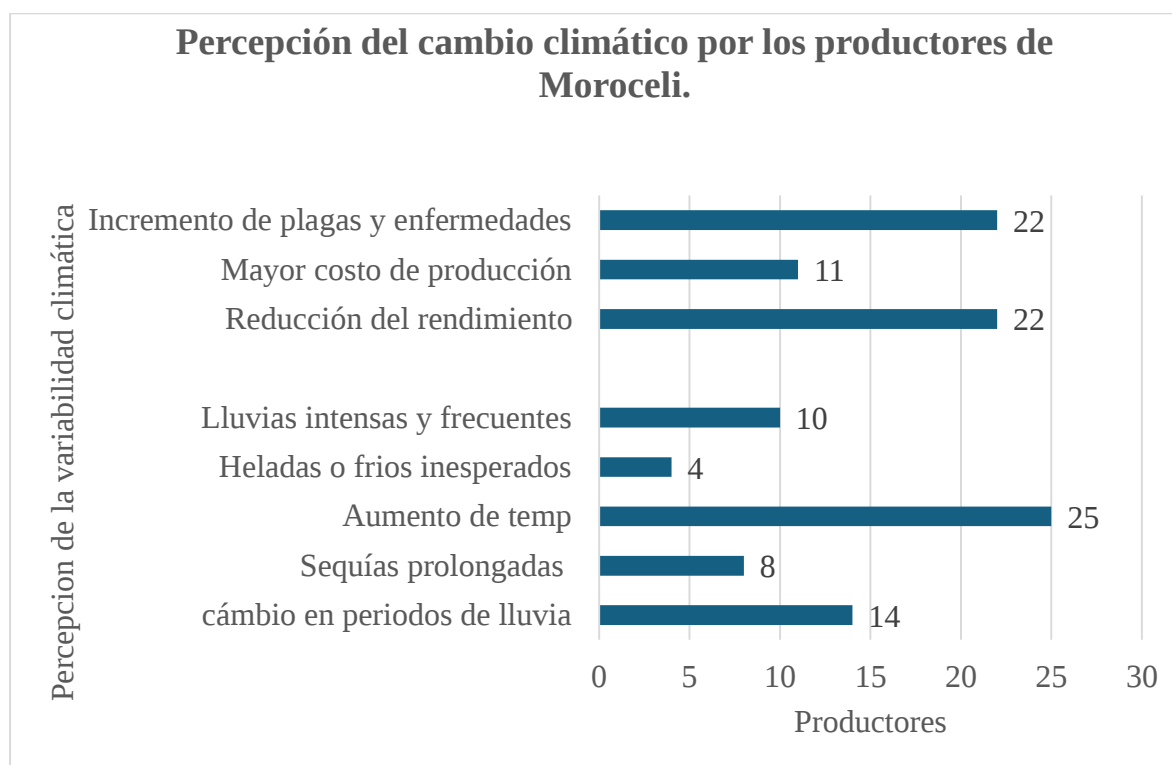


Figura 7. Percepción del cambio climático por los productores de Moroceli.

En la gráfica se observa la percepción de los productores de Moroceli ante la variabilidad climática en los sistemas de producción de café, ya que el aumento de temperatura es señalada por 25 productores, esto lo relacionan con el estrés hídrico que se observa en las plantas de café, estos productores han notado un rápido secado del suelo, el cual esto hace que el cultivo de café sea más vulnerable, de igual manera, 22 de estos productores identificaron la reducción del rendimiento del café debido a la proliferación de plagas y enfermedades, identificando insectos y hongos como la roya y la broca, observando así la pérdida de productividad en las fincas.

14 productores identificaron el cambio en periodos de lluvia lo que ha provocado un desajuste en los periodos de siembra que ellos normalmente mantienen, así mismo 10 productores identifican la presencia de lluvias intensas y muy frecuentes, esto lo vinculan con los encharcamientos y erosiones dentro de las fincas, sin embargo 11 caficultores han identificado costos de producción derivados principalmente al aumento de demanda de productos químicos y mano de obra para poder enfrentarse a plagas y enfermedades.

Mientras tanto, las sequias prolongadas fueron identificadas por 8 productores, debido a la baja disponibilidad de agua para las fincas, y únicamente 4 productores identifican las heladas y fríos inesperados, ya que los productores lo relacionan con pérdida de floración en las fincas.

Los productores de esta zona al verse afectado por el cambio climático optaron en implementar estrategias para poder enfrentarse a la variabilidad climática con el fin de poder mitigar el impacto. Entre las estrategias de manejo, todas las 30 fincas cuentan con arreglo forestal, pero 25 productores señalaron que están desarrollando más el sistema agroforestal (SAF) como una práctica para mitigar el impacto del clima y así asegurando una mayor producción y sostenibilidad de las fincas, aportando sombra y regulando la temperatura en los cafetales.

VII. ANALISIS Y DISCUSION

7.1 Balance de Emisiones de GEI en Fincas Cafetaleras.

El análisis realizado sobre las 30 fincas cafetaleras del municipio de Morocelí, El Paraíso, revela un sistema de producción agrícola que incorpora prácticas parcialmente sostenibles, pero que aún presenta un saldo neto negativo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). A través de la herramienta técnica *Cool Farm Tool*, se estimaron 58.72 T de CO₂ equivalente (CO₂eq) emitidos frente a 52.25 T de CO₂eq capturados, lo que genera un balance neto de 6.47 T de CO₂eq, posicionando al conjunto de fincas como emisoras netas de carbono.

Este resultado subraya la necesidad urgente de fortalecer estrategias de mitigación climática, especialmente en el uso de fertilizantes. Asimismo, un estudio realizado por Hergoualc'h et al. (2022) asegura que los sistemas agroforestales con café, aun bajo sombra, tienden a ser emisores netos si a estos no se les da la gestión adecuada al uso de fertilizantes y residuos.

El fertilizante identificado como la fuente principal de emisión, con 28.04 T CO₂eq. A pesar de que el 50 % de las fincas reporta el uso de abonos orgánicos, todas aplican fertilizantes químicos, lo cual aumenta la liberación de óxido nitroso (N₂O), un gas con 298 veces más poder de calentamiento que el CO₂ (FAO 2021).

7.2 Captura de Carbono y Limitaciones Estructurales.

Los datos también evidencian una limitada capacidad de captura de carbono, influenciada por la baja diversidad arbórea y una escasa cobertura vegetal, presente únicamente en el 6.67 % de las fincas. Si bien se identificaron prácticas de manejo de suelos como el terraceo (implementado en el **53.33 %**), estas no compensan completamente las emisiones generadas, lo que evidencia un sistema productivo aún en transición hacia la sostenibilidad integral.

7.3 Percepción de la variabilidad climática y Respuesta Adaptativa

La percepción de los productores ante el cambio climático es clara y consistente. Un **83.33 %** reportó incremento de temperatura, mientras que el 86.67 % indicó haber experimentado heladas o fríos inesperados, fenómenos que se asocian directamente con el aumento de plagas, enfermedades como la roya, y la disminución del rendimiento. Este hallazgo concuerda con Durón *et al.* (2022), el cual documentan que la variabilidad climática en Honduras está afectando la producción de café debido al incremento de plagas y enfermedades y los desajustes en la época de siembra. A pesar de este reconocimiento, la adopción de medidas de adaptación aún es limitada. Aunque el 70 % de los productores valoró las estrategias aplicadas como "muy efectivas", su implementación generalizada continúa enfrentando barreras como falta de capacitación, recursos técnicos y financiamiento.

7.4 Vulnerabilidad Productiva y Apoyo Institucional.

Otro hallazgo relevante es la limitada cobertura de asistencia técnica, presente únicamente en el **53.33 %** de los casos, lo cual puede restringir la transferencia de conocimientos, el acceso a tecnologías climáticamente inteligentes y la adopción de prácticas sostenibles. A ello se suma la baja diversificación productiva, donde el 73.33 % de los productores depende exclusivamente del café, lo que incrementa la vulnerabilidad económica y climática ante eventos extremos o cambios en la demanda del mercado. Los ingresos anuales promedio por finca varían entre L 68,000 y L 756,500, reflejando desigualdades estructurales en términos de productividad, acceso a insumos, infraestructura y vínculos comerciales, que deben ser abordadas desde un enfoque de equidad y desarrollo territorial inclusivo.

7.5 Herramientas Técnicas para la Toma de Decisiones.

La aplicación del *Cool Farm Tool* permitió una cuantificación precisa y contextualizada de las emisiones y capturas, ofreciendo información crítica para identificar puntos de intervención estratégica dentro del sistema cafetalero. Su utilidad como herramienta de evaluación y planificación queda demostrada al permitir la orientación de políticas públicas, iniciativas privadas y procesos de capacitación hacia una producción baja en carbono. Para reforzar el análisis Coz (2020) afirma que las herramientas de huella de carbono son de mucha importancia utilizarlas para orientar a los productores a una mejor toma de decisión.

VIII. CONCLUSIONES

1. Las fincas en Moroceli son emisoras netas de gases de efecto invernadero.

Las emisiones totales de las 30 fincas evaluadas muestran 58.72 T de CO₂ eq emitidos frente a 52.25 T de CO₂eq capturados por los sistemas agroforestales, resultando una diferencia de 6.5 T de CO₂eq, estos datos confirman que aun con presencia de sistemas agroforestales, las practicas actuales no logran neutralizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

2. El uso de fertilizantes nitrogenados es la principal fuente de emisiones.

Con 28.04 T de CO₂eq emitidos, aunque en 50% de los productores complementa con abonos orgánicos, la dependencia de fertilizantes sintéticos no deja de ser demandado por los productores de esta zona, siendo determinante en el impacto ambiental y productivo.

3. La poca incorporación arbórea dentro de las fincas reduce el potencial de captura.

La mayoría de las fincas restringió la capacidad para poder capturar CO₂ debido a su baja presencia de especies arbóreas dentro de los sistemas agroforestales, ya que existen situaciones donde estudios de captura de carbono en sistemas agroforestales con café, logran balances negativos.

4. Los productores de Moroceli perciben claramente la variabilidad climática, pero las medidas para la adaptación siguen siendo escasas.

La mayoría de los productores han notado aumentos en la temperatura, cambio en los periodos de lluvia y proliferación de plagas y enfermedades como la roya y la broca.

Las estrategias de mitigación empleadas son valoradas como muy eficientes, pero, no se han llevado a un grado más elevado debido a la ausencia de capacitación y apoyo institucional.

5. La asistencia técnica y la diversificación productiva son factores muy críticos para la sostenibilidad.

De los 30 productores solo el 53.33% recibe asistencia técnica en sus fincas y un 73.33% de estos dependen solo de la producción del café como fuente de ingreso, esta situación aumenta la vulnerabilidad económica y limita las practicas bajas en emisiones.

6. El uso de *Cool Farm Tool* es una herramienta clave ya que nos aporta información para la toma de decisiones.

Esta herramienta permitió identificar puntos críticos de emisión dentro de las fincas y cuantificar de manera precisa los balances de carbono, lo que constituye como un insumo estratégico para programas de asistencia técnica y decisiones de los productores hacia una caficultura más sostenible.

IX. RECOMENDACIONES

Mejorar el manejo integral de fertilizantes, priorizando insumos orgánicos y técnicas de aplicación eficiente, como análisis de suelos, micro-dosificaciones, y un uso razonable de fertilizantes con bajas emisiones de N₂O.

Ampliar la cobertura arbórea dentro de las fincas, mediante sistemas agroforestales, diversificación y cobertura vegetal, como cultivos de cobertura.

Reforzar la asistencia técnica, promoviendo redes locales de extensionismo, formación continua y asesoramiento contextualizado que mejoren la adopción de prácticas sostenibles.

Fomentar la diversificación productiva, que permita reducir los riesgos económicos y climáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, A. C. 2015. Huella de Carbono del café (*Coffea arabica*) en Empresa Asociativa Campesina Aruco en Copán, Honduras para el año 2016-2017. Recuperado el 22 de octubre de 2024, de Biblioteca Digital–Zamorano. DOI: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c52ef4cc-7fb0-4a0f-bd0b-6ee4b64a2169/content>
- Alvarado, J., Martínez, P., & Rodríguez, L. 2020. Impacto ambiental del sector agrícola en Honduras. DOI: [Revista de Sostenibilidad Agrícola, 15\(2\), 120-135.](#)
- Ana Moreno 2021. Sistemas Agroforestales de México. DOI: https://www.researchgate.net/profile/Martha-Micheline-Carino-Olvera/publication/367594964_Sistemas_Agroforestales_de_Mexico_Avances_experiencias_acciones_y_temas_emergentes/links/63dc301862d2a24f92ed53a5/Sistemas-Agroforestales-de-Mexico-Avances-experienc
- Adapta. 2011. Buenas prácticas agrícolas para mejorar la conservación de suelos y el secuestro de carbono. DOI: <https://granadaenergia.es/wpcontent/uploads/2022/02/proyecto-no-11--buenas-practicas-agricolas-para-mejorarla-conservacion-de-suelos.pdf>
- Byrareddy, V., et al. (2019). *Sustainable Production of Robusta Coffee under a Changing Climate: A 10-Year Monitoring of Fertilizer Management in Coffee Farms in Vietnam and Indonesia*. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090499>
- Benito, M. (2016). Guía específica de trabajo sobre CO₂ y cambio climático. Fundación San Patricio. Recuperado de: [http://www.programainvestiga.org/pdf/guias201617/Guia%20introdutoria%20al%20tema%20CO2%20y%20cambio%20climatico.p df](http://www.programainvestiga.org/pdf/guias201617/Guia%20introdutoria%20al%20tema%20CO2%20y%20cambio%20climatico.pdf)
- Cabrera Tirabanti, M. L., Vaca Marquina, S., Aguirre de los Ríos, F. F., & Aguirre de los Ríos, H. E. 7 de Diciembre de 2016. Imacenamiento de carbono en sistemas agroforestales cafetaleros en las provincias de Jaén y San Ignacio, Cajamarca. Pakamuros, 47. DOI: <https://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/42/42>
- Chainsaw Academy. (2024). Cómo medir la altura, el alcance y la inclinación del árbol. Recuperado de [\https://chainsawacademy.husqvarna.com/es/medicion-de-la-altura-el-alcance-y-la-inclinacion-del-arbo

- Café, Bosque y Clima" 2022. Datos sobre emisiones de gases de efecto invernadero en cultivos de café bajo diferentes manejos. DOI: acuerdocafebosqueyclima.com
- Coz, P. 2020. La huella de carbono como herramienta para la sostenibilidad en la agricultura. DOI: [Revista de Ciencias Ambientales, 15\(2\), 5-12.](#)
- Comisión Europea. 2023. Impacto de los sistemas de monocultivo en la sostenibilidad agrícola. DOI: [Unión Europea.](#)
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). 1997. Protocolo de Kioto al Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. DOI: <https://unfccc.int>
- Cárdenas, J. E. y Vásquez, J. R. (2013). Análisis del ciclo de vida del procesamiento y la distribución del café del beneficio ecológico en la finca Juancito y convencional en la finca La Montaña, Francisco Morazán, Honduras.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). 2015. Acuerdo de París. DOI: <https://unfccc.int>
- Congreso Nacional de Honduras. 2014. Ley General de Cambio Climático. Tegucigalpa, Honduras.
- Centro de Comercio Internacional [ITC]. 2012. Normas de la Huella de Carbono de Productos Agrícolas: Exportaciones para un desarrollo sostenible (núm. xi). Ginebra.
- Coz, P. (2020). La huella de carbono como una herramienta para la sostenibilidad en la agricultura. [Revista de Ciencias Ambientales, 15\(2\), 5–12.](#)
- CASAFE. (Camara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes). 2015. DOI: <https://www.casafe.org/buenas-practicas-agricolas/>
- Duron Gallardo, 2022. Política de Cambio Climático del Subsector Café Honduras. DOI: <file:///C:/Users/delwin%20alvarez/downloads/politica%20cambio%20climatico%20subsector%20cafe%20honduras%20compressed.pdf>
- Durón, G., Gallardo, J., & Martínez, R. (2022). *Política del cambio climático en el subsector café en Honduras*. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente.
- Edith, R. 2021. Captura de carbono en sistemas agroforestales y su comparación con monocultivos. DOI: [Revista Agroclimática, 17\(3\), 45-58.](#)
- Edith R. 2021. Captura de carbono en sistemas agroforestales en el Perú. DOI: [file:///C:/Users/DELWIN%20ALVAREZ/Downloads/2_51252_Art%C3%ADculo_\[RFP\]_V_E.pdf](file:///C:/Users/DELWIN%20ALVAREZ/Downloads/2_51252_Art%C3%ADculo_[RFP]_V_E.pdf)
- FAO. 2022. Agriculture and climate change: Reducing emissions through better farming practices. DOI: [Food and Agriculture Organization of the United Nations.](#)

- FAO. 2021. Evaluación de la huella de carbono en los sistemas alimentarios. DOI: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. 2021. Emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra. DOI: <https://www.fao.org/climate-change/es/>
- FAO. 2023. Manual de buenas prácticas para la reducción de emisiones en la agricultura. DOI: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2004). Manual de inventario forestal con énfasis en bosques tropicales y subtropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
- FAO. (2021). *Transformando la caficultura en Centroamérica frente al cambio climático.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2023). *El papel de la agroforestería en la acción climática.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2021). *Evaluación mundial del nitrógeno agrícola y su impacto en el cambio climático.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Frohmann, A., Herreros, S., Mulder, N. y Olmos, X. 2015. Sostenibilidad ambiental y competitividad internacional: La huella de carbono de las exportaciones de alimentos (Sostenibilidad ambiental y competitividad internacional). Naciones Unidas, Santiago de Chile. DOI: repositorio.cepal.org/bitstream/11362/38985/1/S1500638_es.pdf
- Fonseca, W., Alice, F. E., & Rey-Benayas, J. M. (2009). Carbon accumulation in aboveground and belowground biomass and soil of different age native forest plantations in the humid tropical lowlands of Costa Rica.
- FAO. (2020). *Emissions of nitrous oxide from agriculture.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org>
- García, B. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero: causas y consecuencias. Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, 24(1), 9–20. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2311/231117588003.pdf>
- Globalgap. 2022. Certificación Global G.A.P. DOI: <https://www.globalgap.org/es/forproducers/globalg.a.p.>
- Gómez 2022. Huella de carbono en cadenas productivas de café. Academia.edu. DOI: <https://www.academia.edu>
- Gutiérrez, M., & Martínez, E. 2021. Medidas de mitigación para la reducción de emisiones de GEI en la producción de café. DOI: Revista de Agroecología y Medio Ambiente, 10(3), 78-90.
- Gobierno de Honduras. 2010. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Tegucigalpa, Honduras.

- Hergoualc'h, K., Blanchart, E., & Harmand, J. M. (2022). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agroforestales de café: Una revisión. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 326, 107826.
- Hergoualc'h, K., Blanchart, E., & Harmand, J. M. (2022). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agroforestales de café: Una revisión. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 326, 107826.
- Instituto Hondureño del Café [IHCAFE]. 2017. Exportaciones. DOI: http://www.ihcafe.hn/?page_id=3728
- IHCAFE. (2020). *Informe de sostenibilidad de la caficultura hondureña*. Instituto Hondureño del Café.
- International Coffee Organization (ICO). (2024). *Report on global coffee funding mechanisms and sustainability*. ICO.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1>
- IPCC. (2021). Cambio climático 2021: Bases físicas. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.
- International Coffee Organization [ICO]. (2020). *Carbon footprint of the coffee supply chain*. International Coffee Organization. <https://www.ico.org>
- International Labour Organization (OIT). (2024). Mapeo de la cadena de valor del café en Honduras. Informe del proyecto “CLEAR Supply Chains”. Recuperado de <https://www.ilo.org/es/publications/mapeo-de-la-cadena-de-valor-del-cafe-en-honduras>
- Jaramillo, S. 2015. Estimación de la emisión y fijación de gases efecto invernadero en la producción de café en el departamento de Antioquia. DOI: [Tesis para obtener el grado de magíster en medio ambiente y desarrollo](#). Ciudad de Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 5 p.
- Jha, S., Bacon, C., Philpott, S., Méndez, V., Läderach, P., & Rice, R. (2014). *Shade Coffee: Update on a Disappearing Refuge for Biodiversity*.
- López 2020. Emisiones de gases de efecto invernadero en plantaciones de café. Lunazul. DOI: <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co>
- Martínez 2021. Huella de carbono del café y deforestación. Omawa. DOI: <https://omawa.es>
- Memoria del 1er Foro Estatal. 2011 “Vulnerabilidad y adaptación del sector cafetalero ante el cambio climático”. Café y cambio climático. Chiapas, México. DOI: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7608e/A7608e.pdf>

- Moguel, P. y Toledo, V. (1998). Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13(1), 11-21. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97153>.
- Monroig, M. 2016. El cafeto y el cambio climático. Puerto Rico. DOI: [http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj1657/El Cafeto y el Cambio Climatico.pdf](http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj1657/El_Cafeto_y_el_Cambio_Climatico.pdf)
- Maria Neira. 2020. “emisión y fijación de gases de efecto invernadero en el proceso de producción y post producción de café en parcelas agroforestales, en la coipa, san ignaciocajamarca”. DOI: [file:///c:/users/delwin%20alvarez/downloads/t016_46871950 T.pdf](file:///c:/users/delwin%20alvarez/downloads/t016_46871950_T.pdf)
- NASA. 2020. Climate Change and Global Warming. DOI: <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/>
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. 2014. Aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura. DOI: <http://www.fao.org/news/story/es/item/218907/icode/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. 2004. Estimaciones globales de las emisiones de NH₃, NO y N₂O provenientes de tierras agrícolas (núm. ISBN 92-5-304689-9). Roma. DOI: <http://www.fao.org/3/a-y2780s.pdf>
- Ovalle Rivera, O 2016. Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales con café en Costa Rica. DOI: [Alliance Bioversity-CIAT](#).
- Pérez 2024. Impacto del transporte en la huella de carbono del café. Era of We. DOI: <https://www.eraofwe.com>
- Poder legislativo. 2023. DECRETO No. 54. DOI: <https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Decreto-54-2023.pdf>
- PNUD. (2018). Cadena de valor del café en Honduras. DOI: [undp.org](#)
- Rainforest Alliance. 2020. Certificación Rainforest Alliance. DOI: <https://www.rainforest-alliance.org/es/>
- Sánchez, 2023. Emisión y fijación de gases de efecto invernadero en la producción de café. DOI: [Scribd](#). Recuperado de <https://es.scribd.com>
- SERNA-UNFCCC. 2022. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: Quinta Comunicación Nacional de Honduras. DOI: [Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente \(SERNA\)](#).
- Soto-Pinto, L., Anzueto, M., Mendoza, J., Ferrer, G. J., & de Jong, B. 2010. Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. DOI: [Agroforestry Systems](#), 78(1), 39-51.

- Saynes, V. Etchevers, J. Paz, F. Alvarado, L. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. Recuperado <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n1/2395-8030-tl-34-01-00083.pdf>
- Snyder, C. Bruulsema, T. Jensen, T. (2007). Mejores prácticas de manejo para minimizar emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el uso de fertilizantes. International plant nutrition institute. Recuperado de:
[https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/1523EB64F3E5C940052574CE00733B4F/\\$file/Mejores+Pr%C3%A1cticas+de+Manejo+para+Minimizar+Emisiones+de+Gases.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/1523EB64F3E5C940052574CE00733B4F/$file/Mejores+Pr%C3%A1cticas+de+Manejo+para+Minimizar+Emisiones+de+Gases.pdf)
- Somarriba, E., Cerda, R., Orozco, L., Cifuentes, M., Dávila, H., Espin, T., ... & Sáenz, J. C. 2013. Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central America. DOI: Agriculture, Ecosystems & Environment, 173, 46-57.
- San Martín-Ruiz, M. (2021, 27 de mayo). *Coffee's pulp waste becomes organic compost*. Universidad de Stuttgart. Proyecto desarrollado con la cooperativa Coopetarrazú
- Stella, R. 1999. La agrosilvicultura en Argentina: una alternativa del manejo forestal y desarrollo. No 20-21: 91-94.
- SAGyP. (s.f.). Mitigación o reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. DOI: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/mitigacion>
- UNA. (Universidad Nacional de Costa Rica). 2014. La certificación C-Neutral no es una marca país sino una marca-empresa. DOI: Ambientico (247), 3.
- Villa, R. 2020. Estrategias sostenibles en agroforestería. *Agroforestry Journal*, 25(4), 12-28.
- Villa. 2020. Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en los Llanos Orientales de Colombia. DOI: <https://www.sciencedirect.com/journal/forest-policy-and-economics/vol/118/suppl/C>
- Zamora, M. (2018). Cambio Climático. *Revista Mexicana De Ciencias Forestales*, 6(31), 4- 7. DOI: <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/190>

Anexo 1. caracterización de fincas de café

Encuesta caracterización de la finca	
Nombre del caficultor (productor principal): _____	
Nombre de la persona que recibe la visita: _____	
Ubicación:	
Departamento: _____	
Municipio: _____	
Aldea/Caserío: _____	
Coordenadas geográficas (si aplica): Latitud: _____ Longitud: _____	
Teléfono de contacto: _____	
Extensión total de la finca (ha): _____	
Altitud de la finca (msnm): _____	
1. Sistema de producción:	
Área total de la finca (ha): _____	
Tipo de sistema:	
Monocultivo ☐ Agroforestal ☐ Variedades de café cultivadas: _____	
Edad promedio del café: _____	
Especies forestales asociadas a la finca.	

2. Manejo agrícola.	
Tipos de podas.	
Poda de formación ☐ Poda de mantenimiento ☐ No realiza podas ☐	
¿Con qué frecuencia fertiliza la finca? (veces al año)	
1 vez ☐ 2 - 3 veces ☐ Más de 3 veces ☐	
¿Qué tipo de plaguicidas aplica?	
Químicos ☐ Biológicos ☐ Otros: _____	
¿Qué prácticas de conservación del suelo realiza?	
Uso de cobertura vegetal ☐ Técnicas de terrazo ☐ Manejo de la erosión ☐ Otras: _____	
¿Cómo maneja las malezas?	
Uso de herbicidas ☐ Control manual ☐ Control biológico ☐ No maneja malezas ☐	
Asistencia técnica	
¿Tiene acceso a asistencia técnica en su finca?	
Sí ☐ No ☐	
¿De qué fuente proviene la asistencia técnica?	
Instituciones gubernamentales ☐ ONG o asociaciones ☐ Empresas privadas ☐ No recibe asistencia técnica ☐	
¿Con qué frecuencia recibe asistencia técnica?	
Mensualmente ☐ Cada 2 - 3 meses ☐ Anualmente ☐ Nunca ☐	
¿Cuál es el destino principal de su producción de café?	
Lo vendo en su totalidad. ☐ Lo vendo en parte y dejo una cantidad para consumo propio. ☐	
Lo dejo únicamente para consumo familiar. ☐	
Productividad anual de la finca (qq) _____	
Beneficios dentro de la Finca	
¿Cómo maneja las aguas residuales del beneficio?	
Sistemas de tratamiento (filtros, estanques) ☐ Descarte directo en el ambiente ☐ Otro: _____	
¿Hace uso de los subproductos del café?	
Sí ☐ No ☐	
¿Que otros beneficios obtiene de la finca?	

Anexo 2. Encuesta de la percepción del cambio climático

I. Datos Generales

Edad: ____ años

Tiempo cultivando café: ☐ Menos de 5 años ☐ 5-10 años ☐ Más de 10 años

2. Percepción de la Variabilidad Climática

¿Ha notado cambios en el clima en los últimos 5 años?

☐ Sí ☐ No

¿Cuáles de los siguientes cambios ha percibido? (Marque los que correspondan)

- ☐ Cambios en los períodos de lluvia
- ☐ Aumento de la temperatura
- ☐ Heladas o fríos inesperados
- ☐ Sequías prolongadas
- ☐ Lluvias intensas o tormentas más frecuentes

¿Cómo ha afectado el cambio climático su producción de café?

- ☐ Reducción de rendimiento
- ☐ Incremento de plagas y enfermedades
- ☐ Mayor costo de producción
- ☐ No ha afectado
- ☐ Otros: _____

3. Estrategias de Reducción de la Variabilidad Climática

¿Ha implementado alguna de las siguientes prácticas para reducir el impacto de la variabilidad climática?

- ☐ Uso de sistemas agroforestales (sombra con árboles)
- ☐ Conservación del suelo (barreras vivas, terrazas, cobertura vegetal)
- ☐ Uso de variedades de café más resistentes al clima
- ☐ Cambio en fechas de siembra y cosecha

¿Qué nivel de efectividad considera que tienen estas prácticas en la reducción del impacto del clima en su producción?

- ☐ Muy efectivas
- ☐ Moderadamente efectivas
- ☐ Poco efectivas
- ☐ Nada efectivas

5. Opinión y Sugerencias

¿Cree que la variabilidad climática seguirá afectando la producción de café en el futuro?

☐ Sí ☐ No

Anexo 3. Encuesta de datos huella de carbono.

Formato captura de datos huella de Carbono						Solidaridad		
I. Información general								
1. Código de evaluación		1.1 Nombre del cafetalero				1.2 Celular		
1.3 Nombre de quien recibe la visita				2.1 Finca		2.2 Aldea		
2.3 Municipio		2.4 País		2.5 Organización			3. Año Medición	
II. Información de la finca (variables técnicas y localización)								
4.1 Latitud		4.2 Longitud		4.3 Altitud (msnm)		5.1 Área café		
						5.2 Unidad área ☐ Hectárea ☐ Cuadra ☐ Manzana		
6. Cantidad café cereza		6.1 Unidad peso ☐ Kilos ☐ Cargas ☐ Quintales		6.2 Café pergamino seco		6.3 Unidad ☐ Kilos ☐ Cargas ☐ Quintales		
						6.4 Producto terminado ☐ Uva ☐ Mojado ☐ Seco		
7. Manejo residuos ☐ A la intemperie en montones ☐ Aplicada fresca en lotes ☐ Procesa en galerías, sin volteos ☐ Procesa en galerías con volteos ☐ No procesa pulpa								
8. Propiedades del suelo								
8.1 Textura suelo ☐ Arenoso ☐ Limoso ☐ Arcilloso		8.2 Materia Orgánica ☐ 1,72 - 5,16 ☐ <= 1,72 ☐ 5,16 - 10,32 ☐ > 10,32		8.3 Humedad ☐ Húmedo ☐ Seco		8.4 Drenaje ☐ Bueno ☐ Pobre		
						8.5 pH del suelo ☐ 5,5 - 7,3 ☐ <= 5,5 ☐ 7,3 - 8,5 ☐ > 8,5		
9 Aplicación de fertilizantes químicos								
Nº	Nombre del fertilizante	Kilos aplicados	Fecha de aplicación	% Amonio N-NH4	% Nitrato N-NO3	% Ureico N-Urea	% Fósforo (P2O5)	% Potasio K2O
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
10. Uso de fertilizantes orgánicos								
10.1 Kilos (aireado con volteo)		10.2 Método aplicación ☐ Al voleo ☐ Incorporado				10.3 Años uso del fertilizante		
10.4 Kilos (aireado sin volteo)		10.5 Método aplicación ☐ Al voleo ☐ Incorporado				10.6 Años uso del fertilizante		
11. gestión de aguas residuales								
11.1 Tipo de beneficio ☐ Canal de correteo ☐ Pilas de fermentación ☐ Becolsub (desmucilaginado)						11.2 Porcentaje café lavado		
11.3 Tipo de tratamiento de agua ☐ Ninguno, aguas mieles directo a fuente de agua ☐ Ninguno, otra descarga diferente a fuentes de agua ☐ Biodigestor ☐ Decantador de sólidos ☐ Laguna de oxidación, profundidad menor a 2 mt ☐ Laguna de oxidación, profundidad superior a 2 mt								

12. Cambios en el carbono de los cultivos (cambios de uso y manejo del suelo)			
12.1 años de implementación del cambio 1		12.2 % de área que cambió	
12.3 Cambios en uso del suelo ☐ Cultivado - abandonado ☐ Cultivado - Pastizal ☐ Cultivado - sin cambios ☐ Cultivado - Bosque nativo ☐ Abandonado - cultivado			
12.4 Cambios en Labranza ☐ Reducida sin cambios ☐ Reducida a no labranza ☐ No labranza a reducida ☐ No labranza sin cambios ☐ Full a reducida ☐ Full a no labranza			
12.15 Cambios en entradas de Carbono ☐ Carbono alto (no cambios) ☐ Carbono medio (no cambios) ☐ Carbono bajo (no cambios) ☐ Input Carbono alto a Carbono bajo ☐ Input Carbono alto a Carbono medio ☐ Input Carbono medio a Carbono alto ☐ Input Carbono medio a Carbono bajo ☐ Input Carbono bajo a Carbono alto ☐ Input Carbono bajo a Carbono medio			
12.1 años de implementación del cambio 2		12.2 % de área que cambió	
12.3 Cambios en uso del suelo ☐ Cultivado - abandonado ☐ Cultivado - Pastizal ☐ Cultivado - sin cambios ☐ Abandonado - cultivado ☐ Cultivado - Bosque nativo			
12.4 Cambios en Labranza ☐ Reducida sin cambios ☐ Reducida a no labranza ☐ No labranza a reducida ☐ No labranza sin cambios		12.5 Cambios en entradas de Carbono ☐ Carbono alto sin estiércol (no cambios) ☐ Carbono alto con estiércol (no cambios) ☐ Carbono medio (no cambios) ☐ Carbono alto (no cambios)	
13. Cambios de biomasa fuera del cultivo			
Nº	Nombre del árbol	Perímetro (cm)	# Árboles cafetal
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
Observaciones			

14. Transporte	
14.1 Kilos transportados (incluye café e insumos)	
14.2 Kilómetros / trayecto	
14.3 Tipo de vehículo ☐ Vehículo diesel (<3.5 Ton) ☐ Vehículo gasolina (<3.5 Ton)	
Nombre del técnico	
Fecha de evaluación (dd/mm/aaa)	

Anexo 4. Tabla de emisiones, absorciones y balances totales de GEI por finca.

Identificador	Balance (kg)	Emisiones (kg)	Absorciones (kg)
Juan Calero	369.01	15,639.01	- 15,270.00
Orlín Torres	1,043.01	1,404.62	- 361.61
Henry Barrientos	- 62.36	1,307.64	- 1,370.00
Santiago Matamoros	218.60	1,928.60	- 1,710.00
Conan Romero	250.10	931.70	- 681.60
Emilio Padilla	207.47	2,117.47	- 1,910.00
Ángel Matamoros	657.65	1,727.65	- 1,070.00
José Roger	- 141.07	1,168.93	- 1,310.00
Douglas López	600.20	1,068.69	- 468.49
Ariel Espinal	- 353.81	2,166.19	- 2,520.00
Yessenia Matamoros	852.47	2,122.47	- 1,270.00
Juan Rodríguez	- 137.21	1,572.79	- 1,710.00
Ricardo Salinas	- 416.07	1,823.93	- 2,240.00
Yolanda	- 43.17	712.90	- 756.07
Alex Andino	729.00	950.44	- 221.44
Wilfredo Matamoros	- 158.07	1,511.93	- 1,670.00
Elizander Matamoros	847.59	1,377.55	- 529.96
Santos Matamoros	427.01	1,421.57	- 994.56
Luis Barrientos	- 123.01	1,466.99	- 1,590.00
Jorge Núñez	917.25	1,324.91	- 407.66
Eli Matamoros	- 225.62	1,054.38	- 1,280.00
Silvia Matamoros	- 217.97	1,842.03	- 2,060.00
Roberto Padilla	258.36	2,098.36	- 1,840.00
Fausto Padilla	553.88	1,623.88	- 1,070.00
Juan Gabriel	388.96	1,012.98	- 624.02
David Matamoros	- 74.58	1,591.42	- 1,666.00
Catalino Irias	477.62	1,030.15	- 552.53
Zendy David Matamoros	- 483.21	1,496.79	- 1,980.00
Noel Torres	355.97	1,149.40	- 793.43
Reimundo Matamoros	- 248.96	2,071.04	- 2,320.00
	6,469.04	58,716.41	- 52,247.37