TRABAJO DE GRADO:

FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA FINCA "LA BIENVENIDA" UBICADA EN LA INSPECCIÓN LA ESPERANZA, VEREDA LA PESQUERA, MUNICIPIO DE LA MESA, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

PROYECTO DE MONOGRAFIA COMO MODALIDAD DE GRADO

Presentado por:
Jorge Fernando Pedroza Gómez
20191180007

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.
2025

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 8
2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 9
3 JUSTIFICACIÓN 11
4 OBJETIVOS 12
4.1 Objetivo General 12
4.2 Objetivos Específicos 12
5 MARCO DE REFERENCIA 13
5.1 Marco Geográfico 13
5.1.1. Límites Geográficos 13
5.1.2. Vías de Comunicación 14
5.1.3. División Político Administrativa Municipal 14
5.1.4. Generalidades Finca La Bienvenida. 15
5.2. Marco Teórico 16
5.2.1. Teoría del desarrollo sostenible 16
5.2.2. Teoría general de sistemas 18
5.2.3. Agroecología 18
5.2.4. Economía regenerativa 19
5.3. Marco Conceptual 20
6 METODOLOGÍA 26
6.1. Revisión Bibliográfica 26
6.2. Visitas de campo 26
6.3. Identificación y Análisis de Procesos 26
6.4. Identificación de Impactos Ambientales 27
6.5. Análisis de Alternativas 27
6.6. Diseño de Alternativas 27
6.7. Plan de Seguimiento y Monitoreo 27
6.8. Plan de Contingencias 27
7 AREA DE INFLUENCIA Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MEDIOS ABIÓTICO, BIÓTICO Y SOCIOECONOMICO 29
7.1. Área de influencia 29
7.2. Medio abiótico 29
7.2.1. Clima y meteorología 29
7.2.2. Geología 34
7.2.3. Suelos 37
7.2.4. Hidrografía y microcuencas 39

7.3. Medio biótico 39
7.3.1. Ecosistemas 39
7.3.2. Flora 40
7.3.3. Fauna 43
7.4. Medio socioeconómico 45
7.4.1. Infraestructura 45
7.4.2. Cultura 47
7.4.3. Servicios públicos 48
8 IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS 50
8.1. Manejo del cafetal 50
8.2. Productos directos del café 55
8.2.1. Café Natural 56
8.2.2. Café Pergamino 57
8.2.3. Café Honey 58
8.3. Subproductos del Café 59
8.3.1. Té de cereza de Café 59
8.3.2. Compostaje 59
8.4. Balance de materias 60
9 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 63
9.1. Metodología CONESA 63
9.2. Análisis de impactos 64
9.2.1. Impactos positivos significativos 65
9.2.2. Impactos negativos significativos 65
10 FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL 67
10.1. Resumen económico y cronológico de las medidas de manejo 68
11 FICHAS DE SEGUMIENTO Y MONITOREO 69
11.1. Objetivo general 69
11.2. Objetivos específicos 69
11.3. Fichas de seguimiento y monitoreo 69
12 PLAN DE CONTINGENCIA 70
12.1. Objetivo general 70
12.2. Objetivos específicos 70
12.3. Metodología 70
12.3.1. Identificación de amenazas 71
12.3.2. Elementos y escenarios de riesgo 72
12.3.3. Análisis de vulnerabilidad 73

13 CONCLUSIONES 75
14 RECOMENDACIONES 77
15 BIBLIOGRAFÍA 79

INDICE DE FIGURAS

Imagen 1 Localización Municipio de La Mesa....13
Imagen 2 División Político-Administrativa del Municipio de La Mesa....15
Imagen 3 Localización Finca La Bienvenida....16
Imagen 4 Diagrama metodológico....28
Imagen 5 Área de influencia....29
Imagen 6 Temperatura promedio mensual estación La Esperanza....31
Imagen 7 Radiación solar promedio mensual estación La Esperanza....32
Imagen 8 Precipitación promedio mensual estación La Esperanza....33
Imagen 9 Humedad relativa promedio mensual estación La Esperanza....34
Imagen 10. Mandarino....41
Imagen 11. Limonero....41
Imagen 12. Árbol de mango....41
Imagen 13 Plátano....41
Imagen 14. Guamo....42
Imagen 15. Gualanday....42
Imagen 16. Masato....42
Imagen 17. Caucho....42
Imagen 18 Veraneras....43
Imagen 19. Higueron....43
Imagen 20 Sinsonte Comun....43
Imagen 21 Mayo....44
Imagen 22 Abeja nativa....44
Imagen 23 Chinche apestoso....44
Imagen 24 Mariposas....44
Imagen 25 Vivienda....45
Imagen 26 Cuarto de almacenamiento....45
Imagen 27 Zona de despulpe....46
Imagen 28.Patio....46
Imagen 29.Tanque de recolección de agua lluvia....46
Imagen 30.Zona de secado....47
Imagen 31.Árbol de Higueron....48
Imagen 32 Cafetal e Higueron Finca La Bienvenida....50
Imagen 33 Distribución de especies forestales en la Finca La Bienvenida....51
Imagen 34 Poda, zoca y descope....52
Imagen 35 Pasos de la zoca....53
Imagen 36 Cafeto afectado por roya en la Finca La Bienvenida....54
Imagen 37 Afectación al cafetal por caída de árboles....55
Imagen 38 Diagrama de proceso del café natural....56
Imagen 39 Grano de café con optimo secado....57
Imagen 40 Diagrama de proceso del café pergamino....58
Imagen 41 Diagrama de procesos café honey....59
Imagen 42 Compostaje....60
Imagen 43 Residuos generados en el beneficio de café (1000 g)....61
Imagen 44 Balance de masas anual Finca La Bienvenida....62

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites Geográficos de La Mesa 14
Tabla 2 Temperatura mensual estación La Esperanza 30
Tabla 3 Radiación solar mensual estación La Esperanza (Cal/cm2) 31
Tabla 4 Humedad relativa mensual estación La Esperanza (%) 33
Tabla 5. Clasificación geológica municipio de la Mesa 35
Tabla 6. Ficha resumen ecosistema presente en la Finca La Bienvenida. 40
Tabla 7 Especies vegetales Finca la Bienvenida. 40
Tabla 8 Fauna avistada Finca La Bienvenida 43
Tabla 9 Fauna mencionada en la zona. 44
Tabla 10 Infraestructura presente en la Finca La Bienvenida 45
Tabla 11 Criterios de calificación metodología CONESA 63
Tabla 12 Tabla resumen de los programas establecidos 67
Tabla 13. Tabla resumen económico y cronológico de las medidas de manejo. 68
Tabla 14. Tabla de identificación de amenazas. 71
Tabla 15. Calificación de probabilidad. 72
Tabla 16. Calificación de gravedad 72
Tabla 17. Matriz de probabilidad vs gravedad. 73
Tabla 18 Vulnerabilidad. 73
Tabla 19. Índice de planes de contingencia para la finca la Bienvenida 73

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de impactos ambientales.
Anexo 2. Fichas de manejo ambiental
Anexo 3. Fichas de seguimiento y monitoreo
Anexo 4. Plan de Contingencia
Anexo 5. Mapas de diagnostico
Anexo 6. Planos de detalle

1 INTRODUCCIÓN

La implementación de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) en la Finca "La Bienvenida" se presenta como una respuesta prioritaria a los problemas ambientales derivados de sus actividades productivas. El uso indiscriminado de agroquímicos, como parte del paquete tecnológico estándar, ha generado efectos negativos acumulativos en suelos, aguas superficiales y subterráneas, así como en la biodiversidad local. Esta práctica, generalizada para toda la población, no considera las necesidades específicas de cada suelo, lo que plantea preocupaciones sobre la salud de los trabajadores y comunidades cercanas. Además, el manejo inadecuado de los residuos sólidos, como la cereza del café proveniente del despulpe, también ha sido un desafío.

El PMA propuesto busca identificar, evaluar y proponer alternativas adecuadas para abordar estos problemas. Se enfocará en promover prácticas agrícolas sostenibles, reducir el uso de agroquímicos, restaurar suelos degradados y establecer un sistema de gestión de residuos sólidos eficiente. El objetivo es mejorar la calidad del ecosistema y la salud de los habitantes de la zona en el corto, mediano y largo plazo, con la mejora de la calidad del ecosistema y principalmente del suelo con base en el nuevo sistema orgánico y sostenible se espera que la taza del café mejore su calidad, sumando a esto mejorar las eficiencias actuales de la finca con base en un análisis de las líneas de producción y un mapa de las actividades productivas de la finca.

Este proyecto no solo busca resolver problemas ambientales y mejorar eficiencias, sino también sentar las bases para una nueva economía en la zona. Se pretende transformar la finca en un modelo más agroecológico y atractivo para el turismo, lo que podría generar oportunidades económicas adicionales para la comunidad local promoviendo así la cultura cafetera del municipio y vendiendo el producto directamente a los consumidores brindándoles toda la experiencia completa.

La formulación del Plan de Manejo Ambiental para la Finca "La Bienvenida" representa un paso crucial hacia un desarrollo sostenible en la agricultura del municipio. Con un enfoque integral y participativo, se busca garantizar la conservación del medio ambiente y la mejora de la calidad de vida de quienes dependen de la finca y su entorno.

2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

"En Colombia el sector cafetero ha tenido gran relevancia desde el siglo XX debido a su calidad a nivel mundial, siendo el segundo productor de café suave" (Flores & Garces, 2000, citado por Montalvo, Barriga, & Rojas, 2017) esto aumentando cada vez más hasta la década de los 70 que debido a las fuertes heladas ocurridas en Brasil el café colombiano tuvo una excesiva demanda, por todo esto y con la organización cafetera se emplearon paquetes tecnológicos, los cuales prometían aumentar la eficiencia del mismo por medio de distintas prácticas, como la aplicación de agroquímicos, sin embargo, por razones como la falta de recursos económicos y el conocimiento de los agricultores tradicionales no fueron totalmente aprovechados (Montalvo, Barriga, & Rojas, 2017)

El uso de nuevas tecnologías en la producción agrícola conlleva una mayor inversión inicial, esta situación (Altieri & Toledo, 2011), está vinculada al creciente aumento en los precios de los alimentos. Este aumento de precios presiona a los agricultores, llevándolos a migrar de sus lugares de origen debido a la difícil situación económica, marcada por costos más altos de insumos como los agroquímicos necesarios para la producción.

Este desplazamiento hacia prácticas intensivas en tecnología agrícola no solo afecta la economía local, sino que también tiene un impacto negativo en el medio ambiente. Los fertilizantes sintéticos, uno de los principales elementos utilizados en este tipo de producción, generan efectos adversos en la naturaleza. Estos fertilizantes son responsables de la contaminación de fuentes hídricas debido a su desplazamiento y acumulación en los cuerpos de agua este proceso conduce a la eutrofización y la hipoxia, fenómenos que reducen la calidad del agua y afectan la biodiversidad acuática. Además de las consecuencias ambientales, el uso de plaguicidas en la agricultura moderna también presenta riesgos para la salud humana. Estos productos pueden provocar desde irritaciones hasta enfermedades graves como infertilidad y cáncer. Incluso pueden resultar letales en casos de envenenamiento agudo (Yánez, 2019).

En el municipio de La Mesa, en Cundinamarca, se evidencia un riesgo de contaminación hídrica, sobre todo por el uso de agroquímicos en el sector agrícola Según señalan Moreno & Serrano (2009) en estudios realizados, este riesgo se concentra especialmente en los acuíferos de la zona. El empleo de estos productos no solo afecta el recurso hídrico, sino que también genera importantes repercusiones en el suelo, el aire y el equilibrio ecosistémico, como indica Izquierdo (2017).

Enfocándose más en la Finca “La Bienvenida”, se evidencian principalmente los efectos mencionados por el uso de agroquímicos, ya que estos son usados en las actividades productivas cotidianas, cuya principal es el cultivo de café, en la finca se emplea el paquete tecnológico que se propone de manera general para todos los productores de café, este tiende a no ser eficiente ya que no todas las fincas poseen las mismas condiciones para su implementación, por lo que el uso de dichos productos pueden generar un desequilibrio en el entorno, afectando así las condiciones del ecosistema como lo menciona (Izquierdo, 2017), sumado a esto con el uso de plaguicidas no solo se contaminan diversos componentes sino que entre mayor sea su aplicación los mal llamados “insectos plagas” o “malas hierbas” generan una resistencia a este tipo de productos (ONU, 2022).

Además, se presenta un manejo inadecuado de los residuos sólidos generados en las actividades cotidianas en la finca, por lo que se generan afectaciones al componente suelo e hídrico, ya sea directa o indirecta por transporte de lixiviaciones de estos residuos, los impactos ambientales que se presentan en la Finca “La Bienvenida” se han acumulado desde los inicios de las actividades productivas conllevando a que los recursos de los que se suple la finca se vean afectados.

3 JUSTIFICACIÓN

La implementación de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) es una herramienta prioritaria para abordar los problemas ambientales de la zona por el manejo de sus actividades productivas, el proyecto busca generar un desarrollo sostenible en la agricultura del municipio velando por la calidad del medio ambiente y salud de quienes inciden en la finca "La Bienvenida".

El uso poco planeado de agroquímicos como parte del paquete tecnológico ha tenido un efecto negativo acumulativo en suelos, aguas superficiales y subterráneas y en la biodiversidad local, ya que este se encuentra generalizado para toda la población y esto no debería ser así, cada suelo requiere tratamientos, fertilizantes e insumos diferenciados según las condiciones del mismo, esta práctica también plantea preocupaciones sobre la salud de los trabajadores de la finca y de las comunidades cercanas. Sumado a esto el bajo tratamiento o manejo de los residuos sólidos no ha sido el adecuado pudiendo incluso mejorar rendimientos en la productividad con un correcto tratamiento de la cereza del café proveniente del despulpe y que no logra aprovecharse.

Por lo tanto, la implementación de un PMA se presenta como una solución para identificar, evaluar y proponer alternativas apropiadas para la finca la "Bienvenida". Este plan se enfocará en promover prácticas agrícolas sostenibles, reducir el uso de agroquímicos, restaurar suelos degradados y establecer un sistema de gestión de residuos sólidos adecuado mejorando así en un corto, mediano y largo plazo la calidad del ecosistema y habitantes de la zona de estudio. Este proyecto a su vez podrá sentar las bases de una nueva economía en la zona, ya que buscará volver la finca con un modelo más agroecológico y atrayente para la población turística.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Formular el plan de manejo ambiental para la finca “LA BIENVENIDA” ubicada en el municipio de La Mesa departamento de Cundinamarca.

4.2 Objetivos Específicos

a. Caracterizar los componentes del área de estudio bióticos, abióticos y socioeconómicos.
b. Identificar y delimitar las zonas donde se realizan las actividades productivas de la finca.
c. Realizar los balances de masas de los procesos productivos teniendo en cuenta las entradas y salidas de estos
d. Proponer medidas de manejo que prevengan, mitiguen, corrijan o compensen al ambiente y que sean acordes a las necesidades específicas de cada proceso

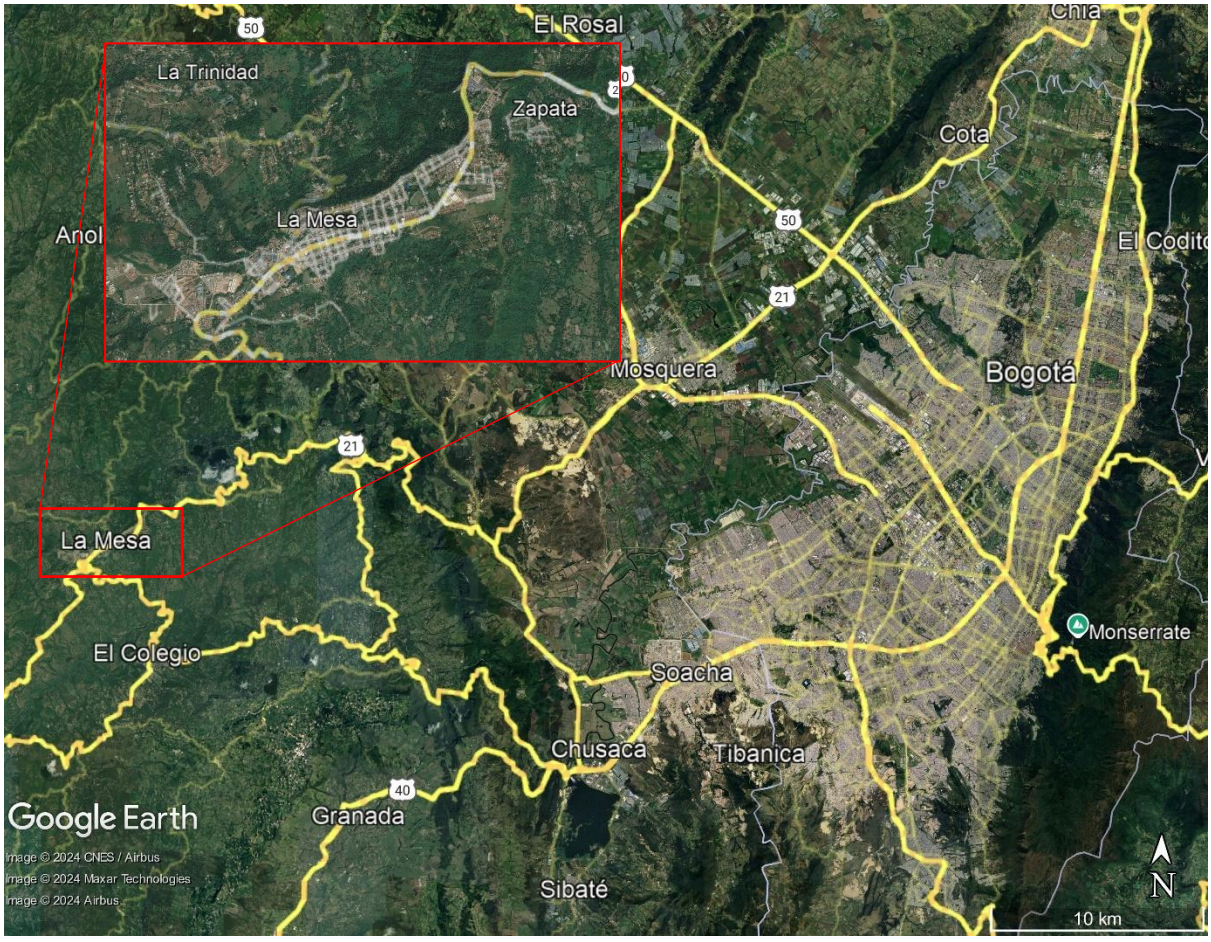
5 MARCO DE REFERENCIA

5.1 Marco Geográfico

El municipio de La Mesa pertenece a la Región Centro Oriente del Departamento de Cundinamarca, formando parte de la subregión del Tequendama. Es conocido por su belleza natural y su clima templado.

Se encuentra ubicado al sureste de Cundinamarca, a aproximadamente 50 km de la capital de la república. Actualmente, el municipio tiene una superficie de alrededor de 174 km², y está situado en la cuenca hidrográfica del río Bogotá. La cabecera municipal es La Mesa, que se localiza a una altitud de aproximadamente 1,800 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas de 4°16' de latitud norte y 74°24' de longitud al oeste de Greenwich.

Imagen 1 Localización Municipio de La Mesa



Fuente: Google Earth, 2024.

5.1.1. Límites Geográficos

El municipio de La Mesa colinda al Norte con el municipio de Cachipay, Quipile y Zipacón, al Sur con el municipio de Anapoima y El Colegio, al Oriente con el municipio de Tena y

Bojacá, y finalmente al Occidente con el municipio de Quipile y Anapoima. Según el DANE, la población de La Mesa en el año 2018 era de 29452 habitantes, distribuidos entre la cabecera municipal con un total de 16502, centros poblados para un total de 1857, y finalmente el rural disperso con un total de 11093.

Tabla 1. Límites Geográficos de La Mesa

Límites Geográficos de La Mesa	
Norte	Cachipay, Quipile y Zipacón
Oriente	Tena y Bojacá
Sur	Anapoima y El Colegio
Occidente	Quipile y Anapoima

Fuente: Alcaldía de La Mesa Cundinamarca, 2025.

5.1.2. Vías de Comunicación

El Municipio de la Mesa Cundinamarca cuenta con la vía Nacional que comunica con el Centro del paisa a su vez tiene acceso sencillo a los municipios cercanos de Anapoima, El Colegio y Cachipay.

- **Carrera 7 (Vía La Mesa – Bogotá)**: Esta carretera conecta directamente a La Mesa con la capital del país y por la cual se puede dirigir en sentido norte al municipio de Cachipay, siendo una de las rutas más importantes para el tránsito de viajeros y mercancías.
- **Vía La Mesa – Anapoima**: Esta carretera secundaria conecta el municipio con el vecino municipio de Anapoima hacia el occidente de Cundinamarca, permitiendo el acceso a una importante zona turística y agrícola.
- **Vía La Mesa – El Colegio**: Esta vía, aunque menos transitada, es crucial para la conexión con el municipio vecino.

5.1.3. División Político Administrativa Municipal

El Municipio de la Mesa se compone principalmente por su Casco Urbano, tres inspecciones municipales las cuales son San Joaquin, La Esperanza y San Javier, y 42 Veredas las cuales son: La Vega, Capata, El Espino, Ojo de Agua, Hungría, El Espinal, San Martín, Santa Lucía, La Margarita, Santa Bárbara, San Esteban, Alto de Flores, Camposanto, San Pablo, La Pesquera, Lagunas, La Concha, El Palmar, Alto de Frisol, El Paraíso, Hato Norte, San Andrés, Laguna Verde, Zapata, San Nicolás, Doima, San Lorenzo, Florían, Guayabal,

Guayabal II, Anatolí, Buenavista, Payacal, Alto del Tigre, Hospicio, Honduras, La Trinidad, Calucata, San Nicolas Bajo y La Trinita.

Imagen 2 División Político-Administrativa del Municipio de La Mesa



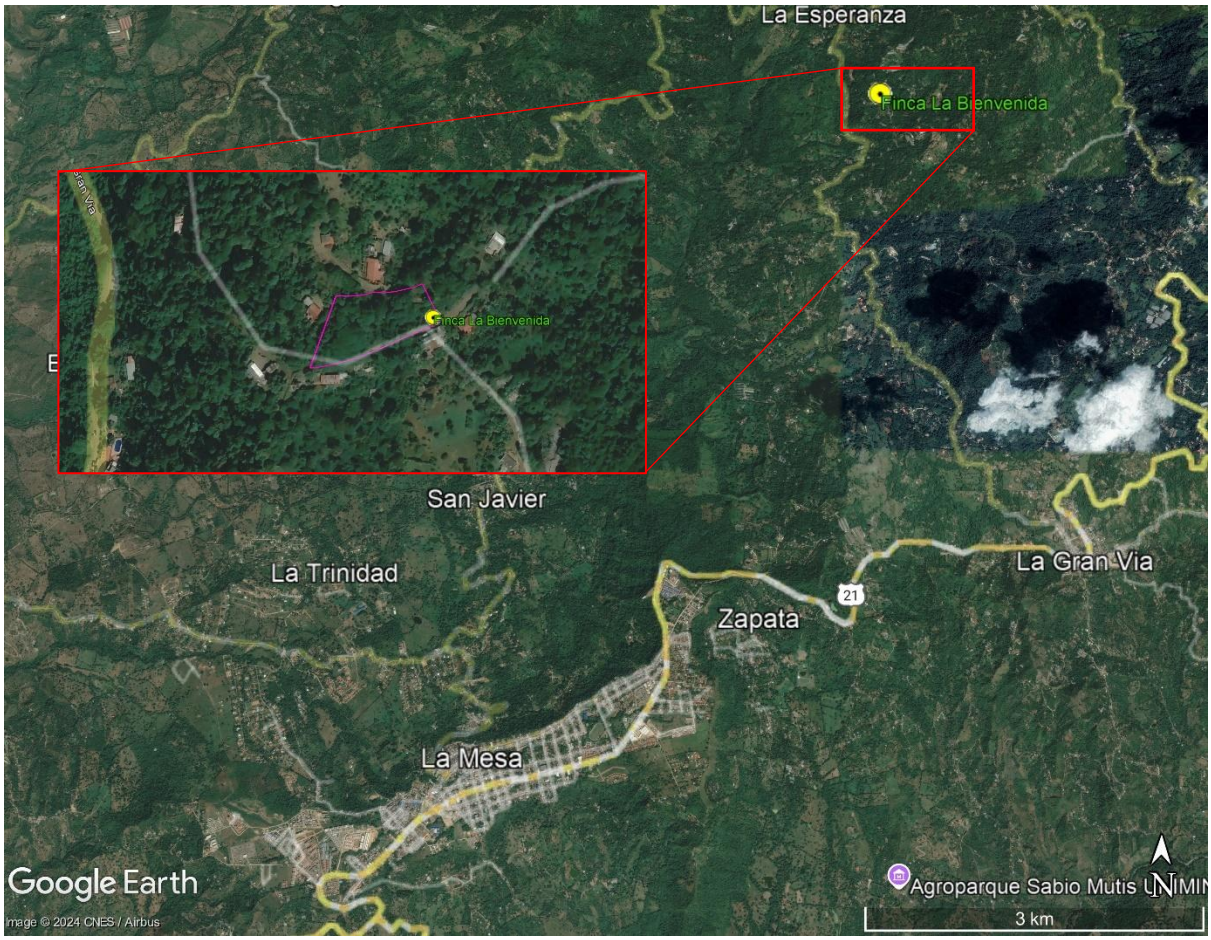
Fuente: Adaptado de IDER Cundinamarca, 2024.

5.1.4. Generalidades Finca La Bienvenida.

La finca la Bienvenida se encuentra ubicada al Nororiente del Municipio de La Mesa, esta se encuentra en la Inspección La Esperanza, aproximadamente a 1.4 Km de la misma en la Vereda La Pesquera, a la zona se puede acceder principalmente desde la Inspección la Esperanza cuyo acceso es desde el norte, llegando del Municipio vecino de Cachipay o desde la zona sur llegando desde la Gran Vía, en el municipio de Tena, aunque esta ubicación también tiene acceso a través de vías terciarias desde Anatolí

Cuenta con un área total de 5088 m2, esta se encuentra ubicada entre los 1288 y 1312 msnm, la finca cuenta con 10 años de experiencia en la producción de café, esta área se encuentra compuesta por un cafetal de aproximadamente 3000 plantas de café y una vivienda en la cual se encuentra a su vez constituida por dos pisos, una zona de almacenaje, una zona de despulpe, lavado del café y una zona de secado.

Imagen 3 Localización Finca La Bienvenida



Fuente: Adaptado de Google Earth, 2024.

5.2.Marco Teórico

5.2.1. Teoría del desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible surgió de la necesidad de generar cambios en los modelos económicos existentes ya que estos no tenían en cuenta factores cruciales para su estabilidad a largo plazo debido a su acelerado crecimiento, aumento en la producción, la explotación ilimitada de recursos y la única intención de solo velar por el aumento de capital, por este motivo desde los años sesenta se inició el planteamiento de problemas ecológicos derivados del intenso desarrollo económico que se ha venido llevando a lo largo de los años. Sin embargo para los años setenta los países del tercer mundo solicitaban conciliar una forma para aumentar su desarrollo, planteando una solución a esta solicitud Ignacy Sachs quien era el consultor de las Naciones Unidas para temas de medio ambiente y desarrollo propuso el concepto de Ecodesarrollo el cual consistía en el aumento de la producción con el respeto a los ecosistemas que permitirían mantener las condiciones de la habitabilidad de la tierra, este término posteriormente sería remplazado por el presidente del programa de las naciones unidas

a desarrollo sostenible debido a una desaprobación del jefe de la diplomacia norteamericana. (Larrouyet, 2015)

Posteriormente en 1972 debido al informe de Meadows sobre los límites del crecimiento se generó una alarma a los sistemas económicos y ecológicos, esta alarma hizo que se aumentaran las investigaciones en el ámbito ambiental, no fue sino hasta 1987 con el informe de Brundtland "Nuestro futuro en común" que se definió que era el desarrollo sostenible, el cual es "Aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias", de manera tal que se generara una relación entre conceptos ambientales, sociales y económicos. (Larrouyet, 2015)

Conseguir este desarrollo requiere que se apliquen varios sistemas y fuerzas que aporten a este tipo de desarrollo como lo menciona Isis Gómez (2020), estos son:

- Político: Asegura una participación justa y real en procesos resolutivos.
- Económico: Capaz de generar excedente y conocimientos técnicos que ofrezcan continuidad y confianza.
- Social: Aportar soluciones a problemas causados por un desarrollo ambiguo y desequilibrado

  Productivo: Respetando que se preserve la integridad de la base ecológica.
- Tecnológico: Buscando nuevas y optimas soluciones. Internacional: Favoreciendo la equidad en modelos de comercio y financiación. Administrativo: Flexible y capaz de autocorregirse.

Con la organización de la Cumbre de la Tierra en 1992 realizada en Rio de Janeiro se estructuro la Declaración de Rio sobre Medio Ambiente y Desarrollo, esta asume a nivel mundial el desarrollo sostenible como una guía para la formulación de políticas de desarrollo racional y regional. (Larrouyet, 2015)

Este concepto se ha adaptado y evolucionado con el tiempo según los autores, como para el economista estadounidense Herman Daly, que hace parte del Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial, y menciona que para que se consiga un desarrollo sostenible hay que velar porque la gestión de recursos se haga de forma que (Gómez, 2020):

- La tasa de recolección de los recursos renovables se limite a su tasa de regeneración.
- La tasa de emisión de residuos se limite a la asimilación del ecosistema afectado.
- La tasa de consumo de recursos no renovables se limite a la creación de sustitutos renovables.

- La tecnología apropiada para un desarrollo sostenible es aquella que aumenta la productividad de los recursos sin requerir una mayor extracción.

5.2.2. Teoría general de sistemas

La Teoría General de Sistemas (TGS) surge como un enfoque interdisciplinario que busca comprender y explicar el funcionamiento de sistemas complejos presentes en diversas áreas del conocimiento. Sus inicios se remontan a la década de 1920, cuando el biólogo alemán Ludwig von Bertalanffy comenzó a desarrollar sus ideas sobre la necesidad de un enfoque holístico para estudiar los fenómenos naturales y sociales. No fue sino hasta la década de 1950 la creación formal de la TGS, cuando Bertalanffy publicó su obra seminal "Teoría General de los Sistemas". En esta obra, Bertalanffy postuló que los sistemas son conjuntos de elementos interrelacionados que forman totalidades organizadas, y propuso un marco conceptual para estudiar su estructura, funcionamiento e interacción (UV, S.F).

La TGS trata de entender los sistemas como entidades complejas compuestas por elementos interconectados que interactúan entre sí y con su entorno. Estos sistemas pueden ser físicos, biológicos, sociales, económicos o tecnológicos, y presentan propiedades emergentes que no pueden explicarse únicamente mediante el análisis de sus partes individuales (Ludwig von, 1968).

La TGS se ha adaptado continuamente en el tiempo, en respuesta a los avances científicos y tecnológicos, y a los desafíos y demandas de la sociedad. Se ha aplicado con éxito en campos tan diversos como la biología, la psicología, la ingeniería, la administración de empresas y la sociología, entre otros. Actualmente, la TGS sigue siendo una herramienta invaluable para comprender la complejidad del mundo y abordar problemas y desafíos multidisciplinarios. Su enfoque integrador y holístico nos permite analizar y diseñar soluciones efectivas para problemas complejos, promoviendo así un enfoque más sistemático y sostenible para abordar los desafíos del siglo XXI (García, 2018).

5.2.3. Agroecología

La agroecología emerge como una respuesta a las crecientes preocupaciones sobre la sostenibilidad, la seguridad alimentaria y la conservación ambiental en el ámbito agrícola. Sus raíces se remontan a los 70 y 80, cuando académicos y activistas cuestionaron los modelos convencionales de agricultura intensiva y monocultivo, que dependían en gran medida de insumos externos como fertilizantes químicos y pesticidas (Cifuentes, 2018).

Este enfoque multidisciplinario tiene sus fundamentos en diversas corrientes de pensamiento, como la ecología, la agronomía, la antropología y la sociología rural. René Dumont, un

agrónomo y ecólogo francés, fue uno de los pioneros en este campo, abogando por una agricultura más sostenible y respetuosa con el medio ambiente en su obra "L'Afrique noire est mal partie" (África está mal encaminada), publicada en 1962. Sin embargo, el término "agroecología" fue popularizado por el investigador colombiano Miguel Altieri en la década de 1980, quien lo definió como "la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles" (Altieri & Toledo, 2011).

La agroecología se define como un enfoque holístico que integra los principios ecológicos en la gestión agrícola, para promover la sostenibilidad, la resiliencia y la equidad en los sistemas alimentarios. Se basa en la comprensión de los procesos ecológicos que regulan la dinámica de los agroecosistemas, buscando fomentar prácticas agrícolas que fortalezcan la biodiversidad, mejoren la calidad del suelo, conserven los recursos hídricos y reduzcan la dependencia de insumos externos (Tomayo, Martínez, Monforte, & Munguía, 2014)

El desarrollo de la agroecología ha sido motivado por diversos factores, incluyendo la creciente preocupación por los impactos ambientales y sociales de la agricultura industrial, así como la búsqueda de alternativas más sostenibles y resilientes. En las últimas décadas, la agroecología ha ganado reconocimiento a nivel mundial como un enfoque prometedor para abordar los desafíos de la agricultura del siglo XXI. Organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2024) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han subrayado su importancia en la promoción de sistemas alimentarios más justos, saludables y sostenibles.

5.2.4. Economía regenerativa

La economía regenerativa surge como una respuesta innovadora y urgente a los desafíos ambientales, sociales y económicos de la humanidad hoy. Este enfoque económico busca transformar radicalmente nuestra relación con el mundo, alejándonos de un modelo basado en la extracción y el agotamiento de recursos hacia uno que promueva la regeneración, la resiliencia y la equidad. Su fundamento radica en la comprensión de que los sistemas económicos están intrínsecamente entrelazados con los sistemas naturales y sociales, y que es esencial restaurar y fortalecer estos sistemas para asegurar un futuro sostenible para todos (Espinoza, 2023).

El concepto de economía regenerativa tiene sus raíces en diversas corrientes de pensamiento y movimientos sociales que han emergido en las últimas décadas en respuesta a los desafíos globales. Uno de estos movimientos clave es el de diseño regenerativo, surgido en la década de 1970 a partir de la permacultura y la ecología del diseño. Esta corriente se basa

en los principios observados en la naturaleza y busca crear sistemas humanos que imiten los patrones y procesos de los ecosistemas naturales (Lares, 2021).

Otra influencia importante en el surgimiento de la economía regenerativa ha sido el movimiento de economía del bien común, liderado por el economista austriaco Christian Felber. Esta perspectiva propone un cambio fundamental en los valores y estructuras económicas, priorizando el bienestar humano, la justicia social y la sostenibilidad ambiental sobre el crecimiento económico ilimitado.

Además, la economía regenerativa ha sido modelada por la creciente conciencia sobre los límites planetarios y la necesidad de transitar hacia un modelo económico que sea compatible con la capacidad de carga de la Tierra. El informe "Planetary Boundaries" publicado en 2009 por un equipo de científicos, liderado por Johan Rockström y Will Steffen, identificó nueve límites planetarios críticos que la humanidad debe respetar para mantener un ambiente seguro y estable, marcando un punto de inflexión en la comprensión de los desafíos globales (Morelle, 2022).

La economía regenerativa se basa en una serie de principios y prácticas que orientan las decisiones y acciones en todos los niveles, desde el individual hasta el global. Estos principios incluyen el respeto a los límites planetarios, la equidad social, la resiliencia, la diversidad, la adaptabilidad y la participación comunitaria. Esta se manifiesta mediante iniciativas y proyectos que buscan transformar los sistemas económicos en varios sectores, desde la agricultura hasta la energía, la construcción, la industria y las finanzas, estas iniciativas van desde la creación de empresas sociales y cooperativas hasta la implementación de políticas públicas que promuevan la regeneración y la sostenibilidad (Espinoza, 2023).

Según el economista John Fullerton en la entrevista que le realizaron en "A la Raíz EDS" (2023) la economía regenerativa enfrenta desafíos como la resistencia de los sistemas económicos y políticos establecidos y la falta de apoyo institucional, sin embargo, esta ofrece un camino esperanzador hacia un futuro más próspero, equitativo y sostenible para todas las formas de vida en el planeta. Al reconectar la economía con la naturaleza y la comunidad, y al promover la regeneración y la resiliencia en lugar de la degradación y el agotamiento, la economía regenerativa ofrece un enfoque transformador que puede ayudar a construir un mundo mejor para las generaciones presentes y futuras.

5.3.Marco Conceptual

- Plan de Manejo Ambiental (PMA): Es un instrumento técnico-legal de la gestión ambiental que reúne el conjunto detallado de programas, medidas y actividades

orientadas a prevenir, mitigar, corregir, compensar y monitorear los impactos y efectos ambientales generados por un proyecto, obra o actividad. Según el Decreto 1076 de 2015, el PMA "incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad" (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, 2015).

En este sentido, el PMA no solo busca atender los impactos negativos una vez ocurridos, sino que también incorpora acciones preventivas, de restauración ecológica y de participación social, con el fin de garantizar que el desarrollo del proyecto se realice bajo criterios de sostenibilidad y en cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

- Impacto ambiental: Se entiende como cualquier alteración, positiva o negativa, que una acción humana produce sobre el medio ambiente, afectando sus componentes físicos, bióticos o socioeconómicos. En el marco jurídico colombiano, el Decreto 1076 de 2015 lo define como "cualquier alteración del medio ambiente, biofísico o socioeconómico, que pueda ser atribuida a la ejecución de un proyecto, obra o actividad" (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, 2015).

  En la literatura especializada, autores como Conesa plantean que el impacto ambiental es la diferencia entre la situación futura del ambiente con la ejecución de un proyecto y la situación futura del mismo ambiente en ausencia del proyecto, lo que permite evaluar la magnitud y significancia de los cambios ocasionados (Conesa, 2006).
- Contaminante es cualquier sustancia, agente físico o químico, o forma de energía que, al incorporarse al medio ambiente, puede provocar efectos adversos sobre los seres vivos, los ecosistemas o los recursos naturales. Los contaminantes pueden ser de origen natural (como sedimentos arrastrados por lluvias intensas) o antropogénico (derivados de actividades humanas, como residuos industriales, agroquímicos o emisiones de gases) (MinAmbiente, 2015).

  Los contaminantes se clasifican según su naturaleza (químicos, biológicos, físicos), su persistencia, toxicidad o capacidad de bioacumulación. Su presencia en el ambiente puede generar alteraciones en la calidad del aire, agua o suelo, afectando la salud humana, la biodiversidad y los ecosistemas en general.
- Medidas ambientales: son las acciones específicas, de carácter preventivo, correctivo, mitigador, compensatorio o de control, que se diseñan e implementan con el fin de gestionar los impactos ambientales generados por un proyecto, obra o actividad. Estas

medidas forman parte integral de los instrumentos de manejo ambiental y se estructuran en función de los impactos identificados en la etapa de evaluación.

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, las medidas ambientales deben responder directamente a los impactos detectados, estableciendo acciones claras para prevenir su ocurrencia, reducir su magnitud, corregir los daños ocasionados o compensar las pérdidas inevitables. Asimismo, deben incluir procedimientos de monitoreo y seguimiento que garanticen su efectividad en el tiempo (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, 2015).

- Tecnología apropiada: hace referencia a aquellas herramientas, métodos, equipos o procesos diseñados para responder a necesidades locales específicas, caracterizándose por ser económicamente viables, ambientalmente sostenibles, culturalmente aceptadas y socialmente inclusivas.

  Son aquellas que, a diferencia de las altamente industrializadas, se adaptan a la escala de las comunidades y buscan un equilibrio entre eficiencia técnica, bajo costo y respeto por el entorno natural y social (Schumacher, 1973). En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible promueve el uso de tecnologías apropiadas como una estrategia para optimizar el aprovechamiento de recursos, reducir impactos ambientales y fortalecer la autogestión comunitaria.

  Características esenciales de las tecnologías apropiadas son:

  - Uso eficiente de recursos y energía.
  - Facilidad de operación y mantenimiento por parte de las comunidades locales.
  - Reducción de impactos ambientales negativos.
  - Adaptación a las condiciones culturales, sociales y económicas del territorio.
  - Promoción de la participación comunitaria en su implementación.
- Cosecha principal: corresponde al período del año en el cual ocurre la mayor producción de granos maduros, siendo el momento más importante para la recolección del café. Este período se determina por factores agroclimáticos como la altitud, la temperatura, el régimen de lluvias y la distribución de floraciones en cada zona cafetera. La cosecha principal concentra la mayor parte de la producción anual del país, representando entre el 70% y el 80% del volumen total. Por lo general, se presenta en el segundo semestre del año (septiembre a diciembre), aunque su calendario específico depende de la región productora (CENICAFÉ, 2006).

- Mitaca: corresponde a la cosecha secundaria del café, es decir, el período del año en que se recolecta una menor proporción de la producción total, complementando la cosecha principal. Generalmente, la mitaca ocurre en el primer semestre del año (entre abril y junio), dependiendo de las condiciones climáticas y de la zona productora.

  La mitaca aporta entre un 20% y 30% de la producción anual de café, y es fundamental para mantener ingresos constantes en los caficultores, así como para asegurar un flujo continuo de café al mercado interno y externo. Su presencia se debe a la diversidad de pisos térmicos y regímenes de lluvias en el país, que permiten varias floraciones a lo largo del año (CENICAFÉ, 2006).
- El beneficio húmedo del café es el proceso postcosecha mediante el cual se transforma el fruto recolectado (cereza de café) en café pergamino seco, listo para su almacenamiento y posterior trilla. Este proceso se realiza mayoritariamente en Colombia debido a que permite preservar la calidad del grano y resaltar sus características sensoriales (CENICAFÉ, 2006).

  El proceso de beneficio húmedo incluye las siguientes etapas principales:
  - Despulpado: separación de la pulpa y el mucílago del grano.
  - Fermentación: descomposición natural del mucílago que recubre al grano, generalmente en tanques de agua.
  - Lavado: limpieza de los granos fermentados para eliminar residuos de mucílago.
  - Secado: reducción de la humedad del grano hasta un 10–12%, ya sea mediante secado al sol o sistemas mecánicos.
- Aguas mieles: son los líquidos residuales generados durante el proceso de beneficio húmedo del café, principalmente durante la fermentación y el lavado del grano. Estos líquidos contienen azúcares, mucílago, restos de pulpa y otras sustancias orgánicas provenientes de la cereza de café (CENICAFÉ, 2006).
- Mucílago: es la capa viscosa y gelatinosa que recubre al grano de café dentro de la cereza, ubicada entre la pulpa y la piel del pergamino. Esta capa está compuesta principalmente por azúcares y compuestos orgánicos, y se elimina durante el proceso de beneficio húmedo mediante fermentación y lavado (CENICAFÉ, 2021).
- Pulpa de café: es la parte carnosa de la cereza de café que envuelve el grano y que se separa durante el proceso de despulpado en el beneficio húmedo. Está compuesta por

agua, azúcares, celulosa y otros nutrientes, y representa aproximadamente el 40–50% del peso total de la cereza (CENICAFÉ, 2021).

- Compostaje: es un proceso biológico controlado mediante el cual los residuos orgánicos, se transforman en compost o abono orgánico rico en nutrientes, que puede utilizarse para mejorar la fertilidad del suelo y cerrar ciclos de nutrientes en sistemas agrícolas.

  El compostaje combina microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetos), oxígeno, humedad y temperatura controlada para descomponer la materia orgánica. El resultado es un material estable, libre de patógenos y listo para ser incorporado en suelos agrícolas como fertilizante natural (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

  Etapas del Compostaje

  - preparación de los materiales: consiste en recolectar los residuos, triturarlos para aumentar la superficie de descomposición y mezclarlos con materiales estructurantes como hojas secas o paja para mejorar la aireación y la relación carbono/nitrógeno.
  - Fase de descomposición inicial o mesófila: los microorganismos comienzan a degradar los azúcares y compuestos simples, incrementando gradualmente la temperatura hasta alrededor de 25–40 °C.
  - Fase termófila: los microorganismos especializados descomponen compuestos más complejos como la celulosa y la lignina, elevando la temperatura a 50–70 °C y eliminando patógenos y semillas no deseadas.
  - Fase de maduración: la temperatura disminuye, la actividad microbiana se estabiliza y el material se humifica, adquiriendo una textura suelta, color oscuro y olor a tierra húmeda, listo para ser aplicado como fertilizante natural en el suelo.

  El compost obtenido mejora la estructura del suelo, incrementa su capacidad de retención de agua, aporta nutrientes de forma gradual y contribuye a la reducción de fertilizantes químicos, generando un ciclo agrícola más sostenible.

- Lixiviado: líquido resultante de la percolación del agua a través de materiales orgánicos o residuos sólidos, que arrastra consigo sustancias solubles, nutrientes y, en ocasiones, contaminantes (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).
- Agroquímicos: sustancias químicas utilizadas en la agricultura para proteger cultivos, mejorar la producción y controlar plagas, enfermedades y malezas. Incluyen productos

como fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas y reguladores de crecimiento, cada uno con funciones específicas en el manejo del cultivo (Sadeghian, 2013).

6 METODOLOGÍA

La metodología propuesta permite abordar de manera integral las problemáticas ambientales presentes en la finca cafetera de La Mesa, Cundinamarca, mediante un enfoque participativo y colaborativo que involucra a todos los actores clave, la metodología propuesta se divide en diversas fases las cuales son:

6.1. Revisión Bibliográfica

Principalmente en esta fase se realizó una revisión exhaustiva de la literatura científica relacionada con conceptos clave como desarrollo sostenible, agroecología, permacultura y tecnologías apropiadas, pero de una manera más enfocada a la producción agrícola, como complemento de la búsqueda preliminar investigarán casos de éxito de fincas o procesos de producción agrícola que implementen sistemas ecológicos y sostenibles, con el objetivo de aprender de experiencias previas y mejores prácticas así como obtener información secundaria de la zona de estudio, otorgando una vista preliminar a las respectivas visitas de campo.

6.2. Visitas de campo

En esta fase se busca realizar un diagnóstico inicial de las condiciones del predio, incluyendo aspectos bióticos, abióticos y socioeconómicos, identificar la biodiversidad presente en la zona de estudio, así como los recursos naturales disponibles y su estado, otorgando así una información primaria del sector, validando y actualizando la información recolectada en la primera fase, con base en esta información se obtendrá el área de influencia de la zona de estudio.

6.3. Identificación y Análisis de Procesos

Con el fin de identificar todos los procesos que se realizan en la finca, desde la producción de café hasta la gestión de residuos se realizaran diversas visitas de campo que buscaran recolectar información directa de la zona de estudio para de esta manera tener una visión actual y propia de la situación de la finca "La Bienvenida".

Según las visitas y la información recolectará se realizará un balance de materias para cada proceso, registrando las materias primas, tiempos del proceso, costos y sus respectivos residuos, así se tendrá registro especifico de cada elemento que pueda conllevar a ser un contaminante proveniente del proceso.

Para dar una vista más detallada de la distribución de la finca "La Bienvenida" se realizará un mapa que clasifique los diferentes procesos y zonas de la finca, facilitando la identificación de áreas de intervención y la planificación de acciones específicas.

6.4. Identificación de Impactos Ambientales

Con base las líneas de procesos y el mapa, se evaluarán los impactos ambientales generados por cada actividad y proceso de la finca, considerando aspectos como la contaminación del suelo, el agua y el aire, la pérdida de biodiversidad, la degradación del paisaje y la salud humana. En este punto también se identificarán las posibilidades de mejora que puedan conllevar a la finca a tener una mayor eficiencia en sus procesos.

6.5. Análisis de Alternativas

Teniendo en cuenta los impactos ambientales detectados y su afectación se propondrán diversas alternativas para cada impacto identificado, considerando diferentes enfoques y tecnologías disponibles.

Con respecto a esto se realizará una reunión con la encargada de la finca para validar la viabilidad y factibilidad de las propuestas, asegurando su aceptación y compromiso con la implementación del PMA.

6.6. Diseño de Alternativas

Según las características propias de la finca se realizará el diseño de las alternativas seleccionadas, incluyendo detalles como cálculos, beneficios esperados para el ecosistema y la comunidad. Con esto se elaborará un plan de acción detallado que indique los pasos a seguir para implementar cada alternativa, asignando responsabilidades y estableciendo plazos de ejecución.

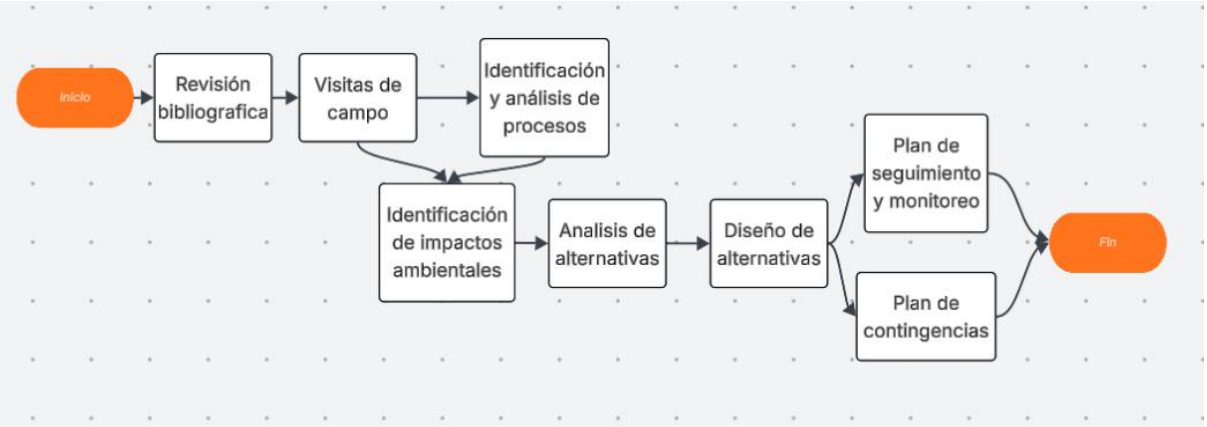
6.7.Plan de Seguimiento y Monitoreo

Complementando se establecerán indicadores de seguimiento y monitoreo para evaluar el progreso y los resultados de las acciones implementadas. Así como un plan de evaluaciones periódicas del PMA para identificar áreas de mejora y ajustar estrategias según sea necesario, garantizando la adaptabilidad y la eficacia del plan a largo plazo.

6.8.Plan de Contingencias

Finalmente se establece el plan de contingencia el cual busca establecer un conjunto de procedimientos alternativos que permite resolver situaciones en caso de presentar casos de gran complejidad, indicando la manera de proceder para la correcta evacuación del lugar en el que se presente el percance ya sea por factores internos o externos.

Imagen 4 Diagrama metodológico.



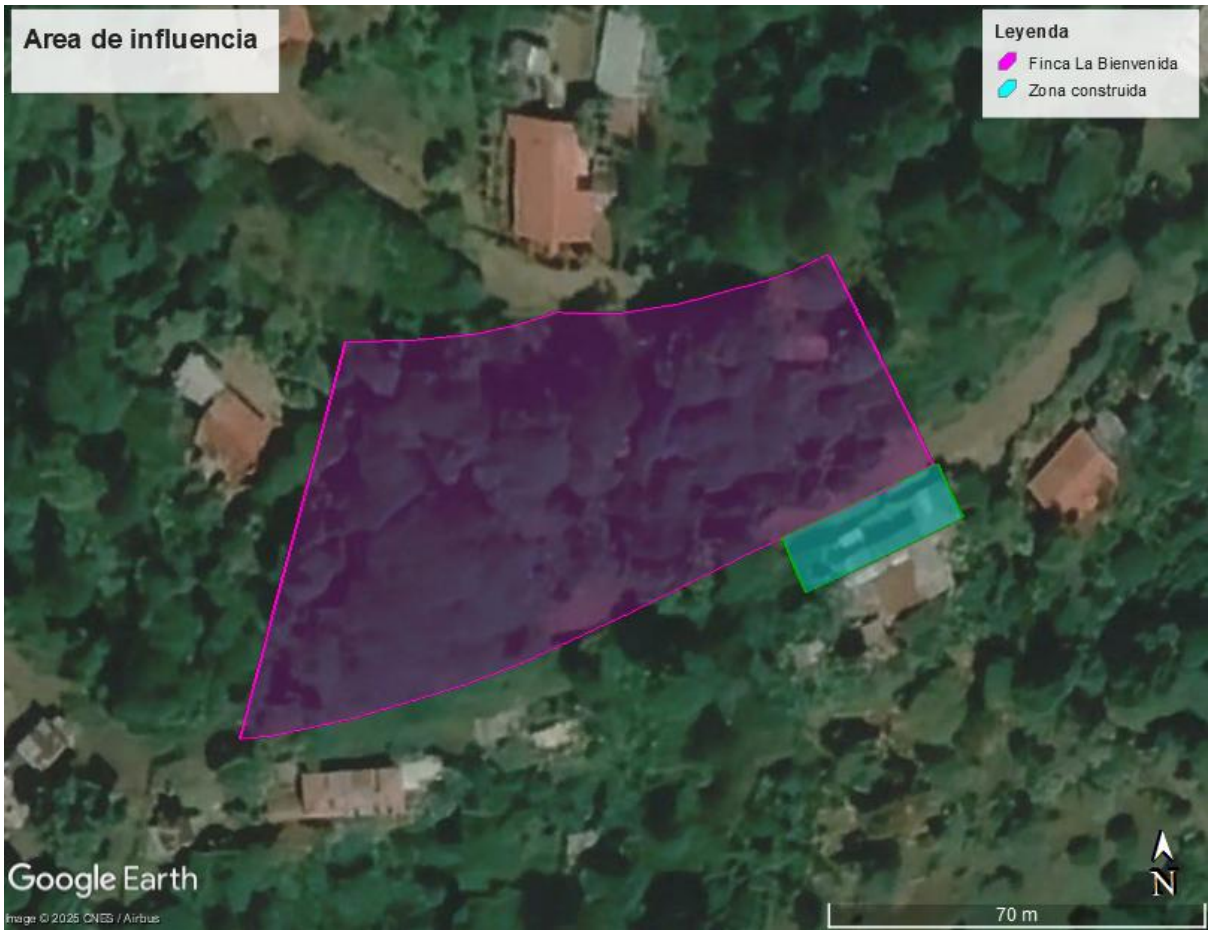
Fuente: Autor, 2024.

7 AREA DE INFLUENCIA Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MEDIOS ABIÓTICO, BIÓTICO Y SOCIOECONOMICO

7.1. Área de influencia

Para la zona de estudio el área de influencia identificada para los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos son los 5081.82 m2 correspondientes a la finca la bienvenida y una zona de 300 m2 donde se encuentra ubicada la vivienda y las zonas de beneficio, abarcando de esta manera toda el área donde se realizan actividades, tal como se visualiza en la imagen 5, siendo este más detallado en el Anexo 5 (Mapas de diagnóstico).

Imagen 5 Área de influencia.



Fuente: Autor, 2024.

7.2.Medio abiótico

En el siguiente componente se caracterizarán los componentes del medio abiótico para el área de influencia.

7.2.1. Clima y meteorología

El municipio de la mesa cuenta principalmente con clima cálido semiárido y templado semihúmedo, este último siendo en el que se encuentra la zona de estudio según la zonificación

climática municipal realizada en la actualización del PBOT de la mesa. (Alcaldia Municipal La Mesa, 2022)

Los datos utilizados en el presente apartado fueron obtenidos de la estación climática convencional "La Esperanza", identificada con el código 2120647, la cual cuenta con un registro histórico de 25 años. Aunque esta estación se encuentra ubicada en el municipio vecino de Zipacón, es la más próxima a la zona de interés y, por tanto, la que ofrece la información más representativa y confiable para el análisis climático. Según el Catálogo de Estaciones Hidrometeorológicas de la CAR, "La Esperanza" está situada a una altitud de 1391 metros sobre el nivel del mar (msnm), en las coordenadas 4°42'21,888" N y 74°25'49,008" W.

7.2.1.1.Temperatura

La temperatura mensual, basado en los registros de la estación climática "La Esperanza", muestra un comportamiento térmico relativamente estable a lo largo del año, con temperaturas promedio que oscilan entre 20,2 °C en diciembre y 21,5 °C entre agosto y septiembre. Esta ligera variación anual, característica de los climas templados de montaña, favorece el desarrollo de cultivos sensibles como el café. Las temperaturas máximas más elevadas se presentan entre mayo y julio, con un valor pico de 27,5 °C en junio, mientras que las más bajas se observan en febrero (22,3 °C). Por su parte, las temperaturas mínimas alcanzan sus niveles más bajos en enero (14,1 °C) y diciembre (16,2 °C), y las más altas en abril (19,5 °C), lo que sugiere noches más cálidas en el segundo semestre del año.

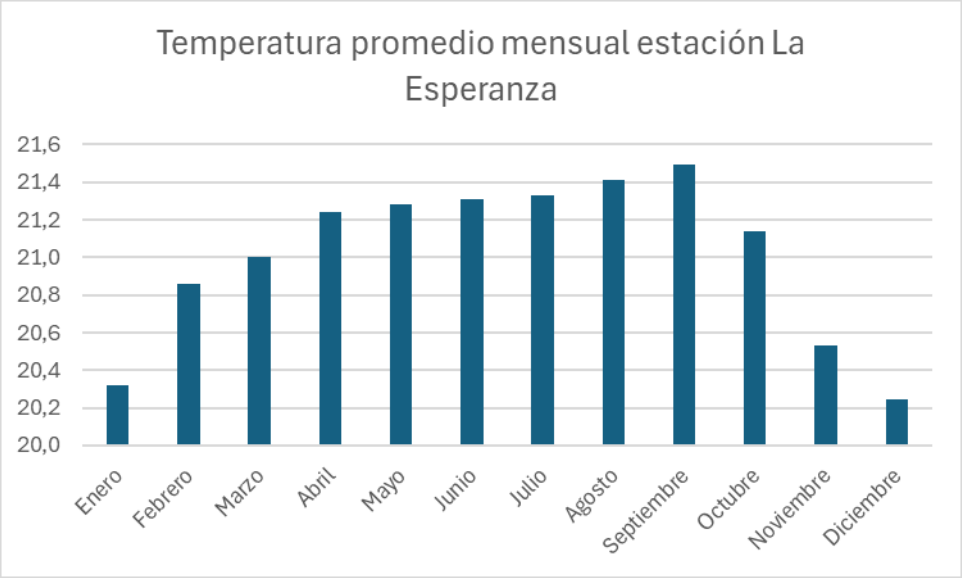
Tabla 2 Temperatura mensual estación La Esperanza

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mínimo	14,1	19	18,9	19,5	18,9	16,8	19,2	18,2	18,5	17,9	18,4	16,2
Máximo	22,5	22,3	24,1	27	27,5	27,5	26,4	26	24,3	24,7	24,1	22,5
Promedio	20,3	20,9	21,0	21,2	21,3	21,3	21,3	21,4	21,5	21,1	20,5	20,2

Fuente: Autor, 2024.

En términos generales, el rango térmico anual se mantiene moderado, con una diferencia promedio de 6 a 7 °C entre los valores mínimos y máximos mensuales. Esta estabilidad térmica, sumada a la altitud y a la regularidad en las condiciones atmosféricas, convierte al sector de La Esperanza en una zona agroecológicamente favorable para la producción cafetera en especial por sus temperaturas medias entre 18 °C y 22 °C siendo esta óptima para la variedad castillo (Chamorro & Enriquez, 2012).

Imagen 6 Temperatura promedio mensual estación La Esperanza.



Fuente: Autor, 2024.

7.2.1.2.Radiación solar

La radiación solar mensual promedio en la estación "La Esperanza" fluctúa entre un mínimo de 283 cal/cm² (marzo) y un máximo de 336 cal/cm² (agosto), con valores promedio comprendidos entre 290 y 330 cal/cm² durante la mayor parte del año. Estas oscilaciones reflejan una disponibilidad lumínica adecuada para procesos fisiológicos del café Castillo, principalmente la fotosíntesis y la síntesis de compuestos de calidad. Aunque no alcanza los picos que podrían generar estrés por exceso de luz, sí garantiza una luz suficiente para mantener un crecimiento equilibrado del área foliar, sin inducir fotoinhibición ni afectar la eficiencia del dosel, lo cual es clave para optimizar el rendimiento.

Tabla 3 Radiación solar mensual estación La Esperanza (Cal/cm2)

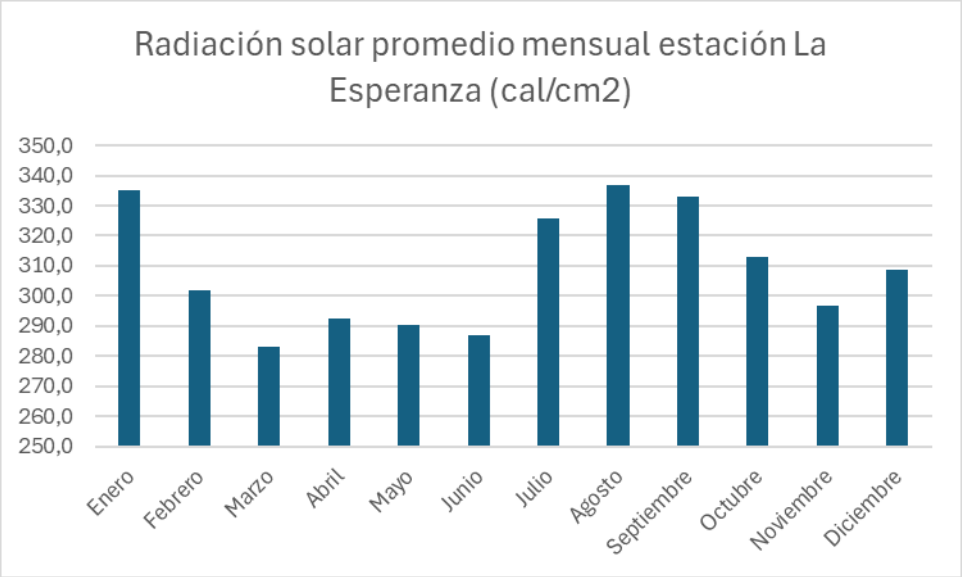
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mínimo	133	118	147	159	157	149	184	177	147	204	163	148
Máximo	571	509	504	443	500	437	554	557	532	478	491	536
Promedio	335,1	302,0	283,0	292,3	290,2	287,0	325,9	336,7	333,0	313,2	296,7	308,6

Fuente: Autor, 2024.

Estudios en café Coffea arabica, incluida la variedad Castillo, han demostrado que la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) es un factor determinante del rendimiento, ya que se relaciona directamente con la capacidad fotosintética de la planta y, por lo tanto, con su

producción de masa seca y granos cosechables (Montoya, Hernandez, Unigarro, & Flórez, S.F) En este contexto, los valores registrados en La Esperanza (con una radiación promedio anual de alrededor de 300 cal/cm²) favorecen una óptima producción y calidad, siempre que se mantenga una adecuada densidad de follaje y un régimen moderado de sombra para permitir un aprovechamiento eficiente de la luz. En resumen, el comportamiento de radiación solar observado es idóneo para la variedad Castillo, pues promueve el equilibrio entre fotosíntesis eficiente y desarrollo estructural, elementos esenciales para una caficultura de alta productividad y calidad sensorial.

Imagen 7 Radiación solar promedio mensual estación La Esperanza.

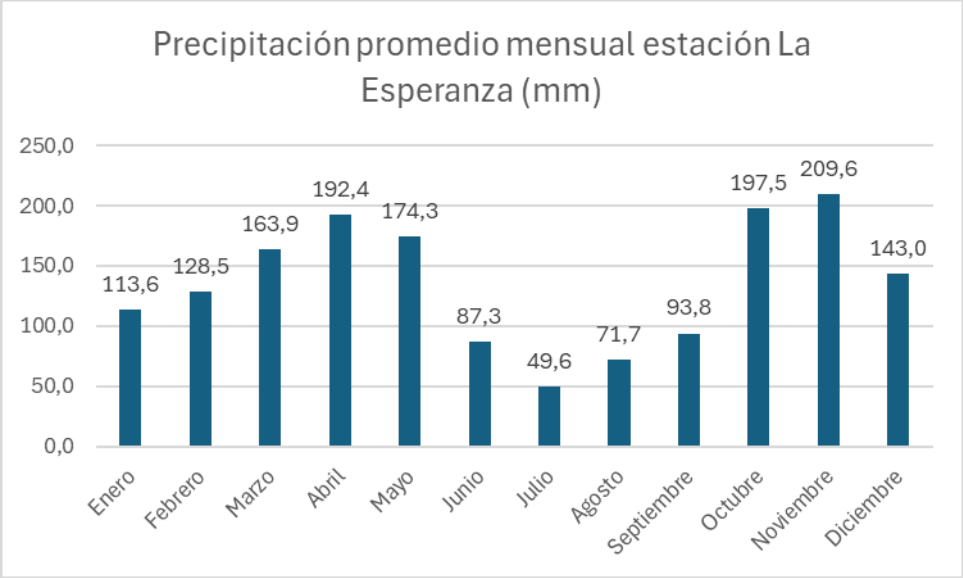


Fuente: Autor, 2024.

7.2.1.3.Precipitación

La gráfica de precipitación promedio mensual correspondiente a la estación "La Esperanza" evidencia un régimen bimodal de lluvias, característico de la región andina colombiana. Este patrón presenta dos temporadas lluviosas bien definidas: la primera entre los meses de marzo y mayo, y la segunda entre octubre y noviembre, durante los cuales los valores de precipitación superan los 150 mm mensuales, alcanzando picos por encima de 200 mm en abril y noviembre. Estas fases húmedas están intercaladas por dos periodos secos: el primero entre junio y septiembre, con mínimos cercanos a 50 mm en julio y agosto, y otro menos marcado en enero y febrero, aunque con lluvias superiores a los 100 mm.

Imagen 8 Precipitación promedio mensual estación La Esperanza.



Fuente: Autor, 2024.

Este comportamiento bimodal de la precipitación resulta fundamental para la planificación agrícola, especialmente en cultivos como el café. En efecto, la temporada principal de cosecha en esta zona coincide con la primera temporada húmeda del año (marzo–junio), cuando las lluvias favorecen el llenado del grano y su maduración. Por otro lado, la traviesa o segunda cosecha suele desarrollarse entre noviembre y diciembre, en correspondencia con la segunda temporada de lluvias, lo cual garantiza condiciones hídricas óptimas para la recolección de frutos de buena calidad.

7.2.1.4.Humedad Relativa

La tabla de humedad relativa promedio mensual muestran valores que oscilan entre un mínimo de 71,9 % en septiembre y un máximo de 84,8 % en noviembre. En términos mensuales, los valores más bajos de humedad relativa promedio se presentan entre julio y septiembre (por debajo del 75 %), coincidiendo con la temporada seca identificada en el análisis de precipitación, mientras que los valores más altos se concentran entre abril, mayo, noviembre y diciembre, meses que corresponden a las temporadas lluviosas. Esta relación directa confirma cómo el aumento en las precipitaciones incrementa la humedad ambiental, mientras que su disminución reduce la retención de humedad en el aire.

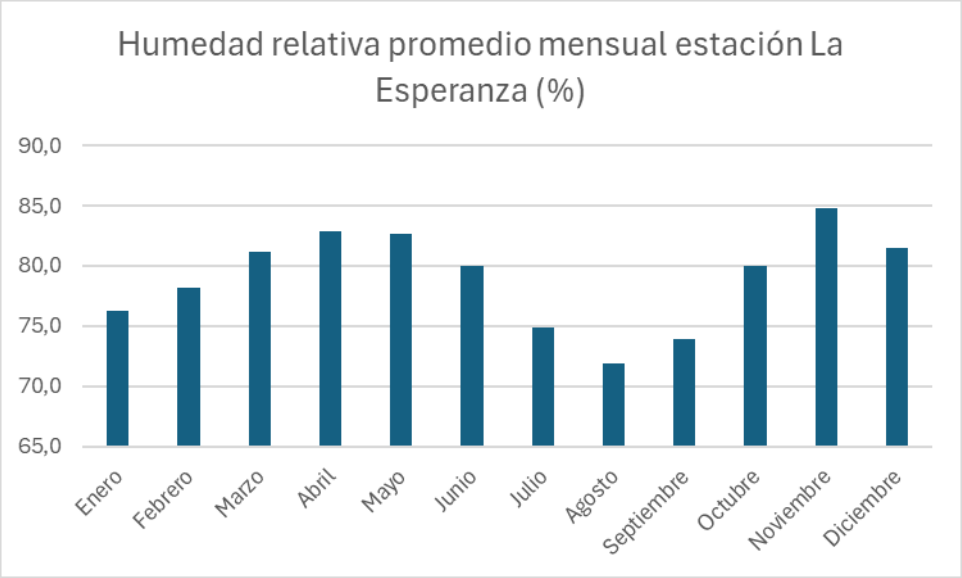
Tabla 4 Humedad relativa mensual estación La Esperanza (%)

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mínimo	64	53	71	74	74	72	64	55	64	68	73	69

Máximo	92	90	91	90	91	89	87	86	84	92	92	91
Promedio	76,3	78,2	81,2	82,9	82,6	80,0	74,9	71,9	74,0	80,0	84,8	81,5

Fuente: Autor, 2024.

Imagen 9 Humedad relativa promedio mensual estación La Esperanza.



Fuente: Autor, 2024.

La gráfica refuerza visualmente el patrón anteriormente mencionado, mostrando que los valores promedio de humedad relativa más altos se dan durante los meses de alta pluviosidad y que disminuyen de manera notoria durante los meses secos, como agosto. Este comportamiento es relevante para el cultivo de café variedad Castillo, ya que niveles altos de humedad relativa, combinados con temperaturas moderadas y adecuada precipitación, favorecen los procesos fisiológicos del cafeto, especialmente durante la floración y el llenado del grano.

No obstante, una humedad excesiva y sostenida también puede aumentar el riesgo de enfermedades fúngicas como la roya (Hemileia vastatrix), por lo que el monitoreo constante es fundamental en estas temporadas. En suma, los datos de humedad relativa complementan y confirman el régimen climático bimodal observado en la estación, ofreciendo una base sólida para una planificación agrícola ajustada a las condiciones locales.

7.2.2. Geología

El municipio presenta una diversidad significativa de formaciones geológicas, principalmente asociadas al grupo "Villeta", caracterizadas en su mayoría por ser estratos rocosos de formación reciente. Esta condición influye directamente en la estabilidad del suelo,

el cual en ciertas zonas críticas es propenso a movimientos en masa, debido a factores como la pendiente del terreno y su capacidad de carga y retención (Alcaldia Municipal La Mesa, 2022).

Tabla 5. Clasificación geológica municipio de la Mesa

GEOLOGIA MUNICIPAL (LA MESA)			
Unidad	Nombre	Área (Ha)	Área (%)
Kic	Capotes	1346.51	9.06%
K2c	Conejo	577.92	3.89%
Q1f	Deposito Fluvioflaciar	3548.1	23.88%
Q2al	Deposito Aluvial	1090.6	7.34%
Q2c	Deposito Coluvial	2553.54	17.18%
K2d	Arenisca Dura	159.87	1.08%
K2f	La Frontera	115.77	0.78%
Kih	Hilo	2.69	0.02%
Kip	Pacho	1.09	0.01%
K2s	Simijaca	1096.25	7.38%
Kis	Socotá	1115.92	7.51%
Kitra	Trincheras – Anapoima	1848.61	12.44%
Kiltrt	Trincheras – Tigre	1403.98	9.45%
Total		14860.85	100%

Fuente: Adaptado de Actualización PBOT de La Mesa, 2022.

La formación que ocupa la totalidad del área de estudio es la formación Conejo (K2c), siendo también de interés la formación La Frontera (K2f) ubicada al costado occidente del área de influencia.

Formación Conejo (K2c)

La Formación Conejo corresponde a una secuencia de lutitas que subyacen a las unidades Formación Arenisca Dura y Formación Plaeners. Litológicamente, está compuesta por lutitas de color gris oscuro a negro, ocasionalmente calcáreas, con intercalaciones delgadas de areniscas de grano fino, así como calizas, arcillolitas calcáreas, limolitas silíceas y margas. El contacto inferior de esta formación es concordante y se localiza sobre el techo de una limolita cuarzosa perteneciente a la Formación La Frontera (K2f), mientras que el contacto superior, también concordante, se define en la base de la capa más baja de arenita cuarzosa de la Formación Arenisca Dura (K2d). Con base en cortes geológicos, se estima un espesor aproximado de 400 metros (Alcaldia Municipal La Mesa, 2022).

Formación La Frontera

Desde el punto de vista litológico, la unidad está conformada por lodolitas calcáreas de color gris a café (producto de meteorización), dispuestas en capas delgadas con laminación paralela, intercaladas con niveles de lidita y micrita de tonalidad gris oscuro. Se observan

concreciones de hasta 60 cm de diámetro. Hacia la parte superior de la unidad predominan las limolitas silíceas ligeramente calcáreas, junto con niveles de liditas.

El contacto inferior es concordante y se ubica en la base de la capa inferior de lodolitas calcáreas, las cuales suprayacen directamente a una capa de arenitas cuarzosas pertenecientes a la Formación Simijaca. El contacto superior, también concordante, se define en el techo de la capa más alta de limolitas silíceas, que subyace a una sucesión de lodolitas gris oscuro, correspondientes a la Formación Guaguaquí. El espesor registrado en las secciones medidas es de aproximadamente 70 metros (Alcaldia Municipal La Mesa, 2022).

7.2.2.1.Geomorfología

El municipio de La Mesa presenta una geomorfología dominada por unidades de flujo fluvioglaciar (Gfg), que abarcan aproximadamente el 18,35 % del territorio, seguida por conos y lóbulos coluviales y de solifluxión (Dco) con un 17,72 %, y por laderas moderadas (Dlm) que representan cerca del 22,73 %. El área específica de estudio se encuentra conformada por estas dos últimas unidades geomorfológicas: las laderas moderadas, ubicadas principalmente en la zona occidental, y los conos y lóbulos coluviales y de solifluxión, también localizados hacia el occidente del municipio.

Conos y lóbulos coluviales y de solifluxion (Dco)

Se trata de geoformas con morfología de cono o lóbulos, que pueden variar en longitud desde corta hasta extensa, y presentan superficies convexas con pendientes que van desde suaves hasta abruptas. Estas se originan principalmente por la acumulación de materiales en laderas, producto tanto de la escorrentía superficial como de procesos de flujo lento y viscoso de suelos saturados o no saturados. Están compuestas por bloques angulares a subangulares de diversos tamaños, incrustados en una matriz arcillosa, con espesores que pueden variar entre 5 y 35 metros.

Estas geoformas son comunes en la base de las laderas de las sierras homoclinales que cruzan la sabana de Bogotá de sur a norte. Generalmente, adoptan forma de cono con extensiones de 3 a 5 hectáreas y pendientes entre 5° y 15°, organizándose en franjas de 100 a 500 metros de ancho a lo largo de la base de las laderas. En las zonas más elevadas, particularmente en los bordes de la sabana donde la humedad ambiental es elevada, pueden alcanzar dimensiones kilométricas y se asocian con procesos de solifluxión. Los conos coluviales están constituidos por bloques de areniscas y arcillolitas de diversos tamaños, embebidos en una matriz compuesta por material arcilloso o arcillo arenoso, que recubre parcialmente la base de las laderas (Alcaldia Municipal La Mesa, 2022).

Laderas moderadas (Dlm)

La unidad geomorfológica denominada laderas moderadas (Dlm) se caracteriza por presentar pendientes comprendidas entre los 25° y 35°, lo que les confiere una inclinación intermedia dentro del relieve montañoso (Alcaldia Municipal La Mesa, 2022). Estas laderas se desarrollan de forma alargada y continua, con formas superficiales que varían entre onduladas, festoneadas e irregulares, resultado de la interacción prolongada entre procesos erosivos, escorrentía superficial y dinámica gravitacional. Las laderas moderadas pueden extenderse a lo largo de trayectos considerables, y en algunos casos alcanzar anchuras importantes, especialmente en zonas donde el modelado del terreno ha sido condicionado por características litológicas o estructurales particulares.

Estas geoformas suelen ubicarse en sectores de transición entre áreas de fuerte pendiente y zonas más planas o de acumulación, lo cual las convierte en espacios geomorfológicamente activos, pero relativamente estables en comparación con pendientes más abruptas. Su morfología facilita, en muchos casos, la infiltración de agua y el desarrollo de coberturas vegetales, aunque en presencia de suelos poco consolidados o bajo intervención antrópica, pueden estar sujetas a fenómenos de remoción en masa, como deslizamientos o reptación lenta (González, 2016).

7.2.3. Suelos

La vereda La Pesquera está compuesta principalmente por clases agrológicas IV, VI y VII, siendo esta última representativa de las rondas de protección de los principales cauces hídricos que atraviesan la zona. Dentro del área de influencia directa, el suelo se distribuye entre las clases IV y VI, las cuales se caracterizan por ser superficiales, bien drenadas y con alta pedregosidad, además de presentar una susceptibilidad considerable a la erosión. En cuanto a su textura, predominan las fracciones medias a gruesas, y desde el punto de vista químico, se trata de suelos ácidos, con una saturación media de aluminio y baja fertilidad natural. En términos geomorfológicos y edafológicos, estos suelos se clasifican dentro de la unidad geomorfopedológica MsR05 (Alcaldia Municipal La Mesa, 2022).

Según el mapa de ecosistemas continentales y marinos del IDEAM la zona de estudio cuenta con 3 principales suelos los cuales son:

Typic Hapludands

Son suelos profundos, bien drenados y de origen volcánico, típicos de relieves moderados en zonas de montaña. Presentan un horizonte superficial oscuro ($26 - 50$ cm) con textura franco-arenosa, buena estructura y consistencia friable. Por debajo, un horizonte B cambico

ofrece estructura débil, y más profundo se localiza un horizonte C con colores variados. Químicamente son suelos ácidos, con alto contenido de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico, aunque presentan bajos niveles de bases y fósforo asimilable, con fertilidad moderada (Instituto Humbolt y CORTOLIMA, 2015).

Acrudoxic Hapludands

Los Acrudoxic Hapludands se desarrollan sobre depósitos de ceniza volcánica y están ubicados en laderas altas de coladas de lava. Se caracterizan por ser suelos profundos a muy profundos y bien drenados, con un perfil típico de tipo A/AB/Bw/C. El horizonte superficial (Ap) es delgado (aproximadamente 5 cm), de color pardo oscuro, con textura franco-arenosa y estructura granular, a menudo con fragmentos de gravilla independiente de su origen volcánico. Inmediatamente debajo aparece el horizonte AB, más grande con estructura en bloques subangulares y textura franca. Le sigue un horizonte Bw de alteración y, finalmente, un horizonte C parental de roca volcánica (CORPONARIÑO, 2007).

Alic Hapludands

Estos suelos se encuentran en zonas templadas a cálidas y tienen una acidez muy marcada por su elevado contenido de aluminio intercambiable (propiedad "alic"), lo que los hace muy ácidos. Se desarrollan sobre cenizas volcánicas y muestran una estructura de perfil completa (Horizontes A/Bw/C). El horizonte A es oscuro, franco (hasta 30 cm de espesor), y debajo aparece un horizonte Bw con estructura blocosa. Son suelos profundos, acidificados, con alta capacidad de intercambio catiónico y fertilidad moderada, pero bajos en bases y fósforo disponible (Instituto Humbolt y CORTOLIMA, 2015).

Con el propósito de realizar una caracterización más precisa de las condiciones edáficas, se llevó a cabo un muestreo en el área de estudio siguiendo los lineamientos establecidos por la Guía de Muestreo de Suelos del IGAC. El análisis del material recolectado permitió obtener una muestra homogénea, en la cual se registraron los siguientes valores: un pH de 6.2, una temperatura del suelo de 19.5 °C, y una conductividad eléctrica de 34.7 µS/cm.

Desde el punto de vista agronómico, estas variables son fundamentales para evaluar la aptitud del suelo para el cultivo de café variedad Castillo en sistemas bajo sombra. El pH de 6.2 se encuentra dentro del rango ligeramente ácido, ideal para el café arábigo, ya que favorece la disponibilidad de nutrientes esenciales y no presenta riesgos de toxicidad por aluminio. Por su parte, la temperatura del suelo de 19.5 °C es adecuada para esta variedad, ya que permite un desarrollo radicular eficiente y un metabolismo activo de la planta, especialmente en zonas de altitud media bajo sombra, donde se busca evitar el estrés térmico. Finalmente, la

conductividad eléctrica de 34.7 µS/cm indica un contenido de sales solubles bajo, lo cual es favorable, ya que evita problemas de salinidad que podrían afectar la absorción de agua y nutrientes (FNC, 2013).

7.2.4. Hidrografía y microcuencas

El municipio de La Mesa se encuentra dividido por las subcuencas de los ríos Bogotá (sector Salto – Apulo) y Apulo, que riegan su territorio desde los extremos norte y sur, respectivamente. Dentro de la jurisdicción municipal, se destaca una mayor influencia de la subcuenca del río Apulo, la cual ocupa una porción significativa del área y juega un papel importante en la dinámica hídrica del municipio.

La vereda La Pesquera se localiza dentro de la subcuenca del río Apulo, formando parte de la microcuenca alta del mismo río (código 2120-1603), la cual se extiende sobre gran parte del sector nororiental del municipio de La Mesa. Esta microcuenca, clasificada como de orden 5, presenta un patrón de drenaje dendrítico, de acuerdo con la tipificación establecida en el POMCA del río Bogotá.

En el área específica de estudio no se identifican corrientes de agua que atraviesen directamente los predios de interés, por lo que no se evidencia una afectación hídrica directa. Las fuentes superficiales más próximas corresponden a ramales de las quebradas La Pesquera y Puente Jaula, localizadas a 100 metros y 300 metros, respectivamente, del límite más cercano a la finca.

7.3.Medio biótico

En el siguiente componente se caracterizarán los componentes del medio biótico para el área de influencia.

7.3.1. Ecosistemas

La zona evaluada se clasifica como un ecosistema terrestre transformado, lo cual indica que ha sido significativamente alterado por actividades humanas, principalmente agrícolas. Según la categorización ecológica, el área pertenece al Gran Bioma "Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical", y en una escala más detallada se clasifica como Orobioma Azonal Subandino, específicamente Subandino Tolima Grande, de acuerdo con el Instituto Humboldt (IAvH).

El ecosistema de síntesis corresponde a un agroecosistema, con una caracterización general de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, lo cual refleja una interacción entre actividades agrícolas, ganaderas y remanentes de vegetación nativa. En cuanto a la unidad de síntesis, se identifica como un agroecosistema de mosaico ubicado en zonas de lomas y colinas, bajo condiciones de clima templado semihúmedo, y sobre suelos formados por cenizas

volcánicas. Esta combinación edafoclimática sugiere una alta capacidad agrícola, aunque con requerimientos de manejo y conservación del suelo.

El área pertenece al subsistema andino semi-estricto, con un régimen climático templado semihúmedo, y un relieve dominado por lomas y colinas, lo que implica cierta limitación por pendiente para algunas actividades productivas. El ambiente edafogénico se origina sobre material de ceniza volcánica, lo que favorece su fertilidad, aunque puede presentar problemas de erosión. En términos de cobertura, se confirma la presencia de un agroecosistema con mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, lo cual refleja el uso mixto del suelo en la región.

Tabla 6. Ficha resumen ecosistema presente en la Finca La Bienvenida.

Clasificación	Descripción
Tipo de ecosistema	Terrestre
Grado de transformación	Transformado
Gran Bioma	Orobioma Azonal del Zonobioma húmedo Tropical
Bioma Preliminar	Orobioma Azonal Subandino
Bioma asociado por el instituto Humboldt (IavH)	Orobioma Azonal Subandino Tolima Grande
Ecosistema síntesis	Agroecosistema
Ecosistema general	Agroecosistema de mosaico de cultivos pastos y espacios naturales
Unidad de síntesis	Agroecosistema de Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales en áreas que predomina Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales de clima Templado semiárido sobre Lomas y colinas en suelos con Materiales de cenizas volcánicas
Subsistema	Andino Semi-estricto
Clima	Templado Semiárido
Relieve	Lomas y colinas
Ambiente Edafogénico	Material de ceniza volcánica
Cobertura	Agroecosistema de Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales

Fuente: Adaptado de IDEAM, 2017.

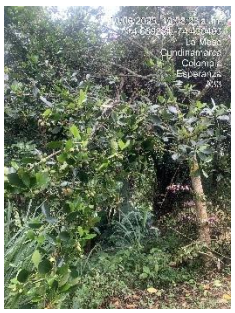
7.3.2. Flora

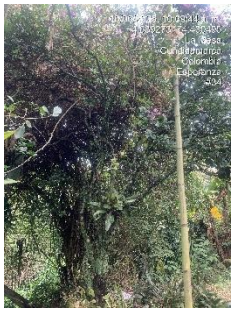
Con base en las salidas de campo realizadas a la Finca la Bienvenida se realizó un inventario de especies vegetales presentes en el área de estudio las cuales se evidencian en la siguiente tabla y se encuentran representadas en el mapa de especies vegetales.

Tabla 7 Especies vegetales Finca la Bienvenida.

Nombre Común	Nombre Científico	Registro fotográfico

Mandarino	Citrus reticulata	*Imagen 10. Mandarino.*  *Fuente: Autor, 2025.*
Limonero	Citrus × limon	*Imagen 11. Limonero.*  *Fuente: Autor, 2025.*
Árbol de mango de azúcar	Mangifera indica L.	*Imagen 12. Árbol de mango.*  Fuente: Autor, 2025.
Planta de plátano	Musa x paradisiaca	*Imagen 13 Plátano.*  Fuente: Autor, 2025.

Guamo	Inga edulis	*Imagen 14. Guamo*  Fuente: Autor, 2025.
Gualanday	Jacaranda Mimosifolia	*Imagen 15. Gualanday*  Fuente: Autor, 2025.
Masato	Alchornea latifolia	*Imagen 16. Masato*  Fuente: Autor, 2025.
Caucho	Ficus elastica	*Imagen 17. Caucho*  Fuente: Autor, 2025.

Buganvilla o Veraneras	Bougainvillea spectabilis	*Imagen 18 Veraneras*  Fuente: Autor, 2025.
Higueron	Ficus insipida	*Imagen 19. Higueron*  Fuente: Autor, 2025.

Fuente: Autor, 2025.

7.3.3. Fauna

Con base en las salidas de campo realizadas a la Finca La Bienvenida, y gracias a la información proporcionada por la propietaria y sus colaboradores, se elaboró un inventario de las especies animales observadas en el área de estudio. Dichas especies se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8 Fauna avistada Finca La Bienvenida

Nombre común	Nombre científico	Registro fotográfico
Ave		
Sinsonte Comun	Mimus gilvus	*Imagen 20 Sinsonte Comun*  Fuente: Autor, 2025.

Mayo	Turdus ignobilis	*Imagen 21 Mayo*  *Fuente: Autor, 2025.*
Insectos		
Abeja nativa	Tribu Meliponini	*Imagen 22 Abeja nativa*  *Fuente: Autor, 2025.*
Chinche apestosa	Edessa rufomarginata	*Imagen 23 Chinche apestoso*  *Fuente: Autor, 2025.*
Mariposa creciente manchada	Castilia eranites	*Imagen 24 Mariposas*  *Fuente: Autor, 2025.*

Fuente: Autor, 2025.

Tabla 9 Fauna mencionada en la zona.

Nombre común	Nombre científico
Mamíferos	
Conejo silvestre	Sylvilagus brasiliensis
Ardilla colorada	Sciurus granatensis
Serpientes	
Cazadora negra	Clelia clelia

Rabo de ají	Micrurus mipartitus
Bejuca	Oxybelis aeneus
Aves	
Azulejo	Thraupis episcopus
Colibrí	Colibrí de mulsant
Mirla común	Turdus fuscater
Golondrina blanquiazul	Pygochelidon cyanoleuca

Fuente: Adaptado de Plan de Desarrollo La Mesa, 2008.

7.4.Medio socioeconómico

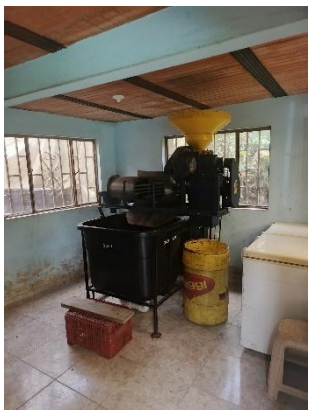
En el siguiente componente se caracterizarán los componentes del medio socioeconómico para el área de influencia.

7.4.1. Infraestructura

El área construida de la finca la bienvenida está constituida por un total de 300 m2 como se mencionó en la delimitación de la zona de estudio, esta se divide de la siguiente manera:

Tabla 10 Infraestructura presente en la Finca La Bienvenida

Estructura	Descripción	Registro fotografico
Vivienda	La propiedad está compuesta por dos pisos construida en guadua y esterilla. En el primer piso reside actualmente una persona mayor y se están realizando adecuaciones para destinar parte del espacio a una zona de ventas; este nivel cuenta con dos cocinas, dos baños, una sala y una habitación. Por su parte, el segundo piso se encuentra deshabitado y dispone de una sala, una habitación y un baño.	*Imagen 25 Vivienda.*  *Fuente: Autor, 2024.*
Cuarto de almacenamiento	Es un cuarto de la propiedad adecuado para el almacenamiento de herramientas y productos de la finca, como los bultos de café ya finalizados.	*Imagen 26 Cuarto de almacenamiento.*  Fuente: Autor, 2024.

Zona de despulpe	En esta zona se realiza el despulpe del café implementando la Gaviota 300 la cual es una despulpadora eléctrica con capacidad de procesamiento de 300 Kg/h, esta zona también se usa en ocasiones para el almacenamiento.	*Imagen 27 Zona de despulpe.*  Fuente: Autor, 2024.
Patio	En esta zona se realiza el proceso de flote y se cuenta con una estufa de carbón	*Imagen 28.Patio*  Fuente: Autor, 2024.
Tanque de recolección de agua lluvia	La vivienda cuenta con un sistema de recolección de aguas lluvias constituido por un tanque de 1000 L, este recoge el agua lluvia de la zona sur de la vivienda.	*Imagen 29.Tanque de recolección de agua lluvia.*  Fuente: Autor, 2024.

Zona de secado	El área de secado cuenta con una extensión de 3.7 m de ancho con 7.6 m de largo y 2.38 m de altura, cuenta con una estructura de madera y recubrimiento plástico con techo triangular. Esta cuenta con 5 camillas principales en las que se distribuye el café para su correcto secado con medidas de 1.18 m de ancho con 2.97 m de largo, construidas con madera y textil malla.	*Imagen 30.Zona de secado.*  *Fuente: Autor, 2024.*

Fuente: Autor, 2024.

7.4.2. Cultura

En el contexto cultural y espiritual de la finca, el árbol de higuerón ocupa un lugar central y profundamente significativo. Según lo expresado por la propietaria, este majestuoso ejemplar (con más de 150 años de existencia, según lo mencionado por la propietaria y residentes del sector) no solo representa la conexión viva con la naturaleza, sino también un vínculo sagrado con los ancestros. Su imponente presencia ha convertido este árbol en el símbolo más representativo de la finca, siendo considerado un ser guardián del territorio.

Tanto para los habitantes locales como para los visitantes, el higuerón es un punto de encuentro espiritual y de contemplación. Quienes llegan al lugar son recibidos con una introducción cultural y religiosa, que invita a abrir los sentidos y el corazón para establecer una conexión consciente con la tierra y su memoria viva a través de este árbol. Sin duda, su longevidad, fuerza y belleza lo convierten en el principal atractivo natural y cultural cafetera.

Imagen 31.Árbol de Higueron.



Fuente: Autor, 2024.

7.4.3. Servicios públicos

La vivienda cuenta con algunos servicios públicos básicos, aunque presenta ausencia de otros, lo que limita ciertas condiciones de habitabilidad.

Pipeta de gas

7.4.3.1.Acueducto

La vivienda cuenta actualmente con servicio de agua proveniente del acueducto veredal "Asociación de Usuarios de Acueducto Urbano y Rural Inspección La Esperanza La Mesa – ACUAESPERANZA", el cual, como su nombre lo indica, abastece de recurso hídrico a la inspección La Esperanza y a las zonas rurales aledañas, incluyendo la Finca La Bienvenida. Este sistema se surte del río Apulo y, según lo manifestado por la propietaria y lo señalado en el informe de la Contraloría de Cundinamarca (2019), presta servicio de manera continua durante todos los días de la semana. En el mismo informe se indica que, para el año 2018, un estudio realizado por el laboratorio de UNISALUD reportó un Índice de Riesgo de la Calidad

del Agua para el Consumo Humano (IRCA) de 21.448, lo que representa un riesgo medio para la salud (CUNDINAMARCA, 2019).

No obstante, el acueducto se encuentra actualmente en proceso de mejoramiento, ya que en diciembre de 2024 se realizó su inscripción al programa departamental “Agua a la Vereda”, iniciativa liderada por la Gobernación de Cundinamarca para fortalecer el acceso a agua segura en las zonas rurales (La Mesa, 2024).

7.4.3.2.Alcantarillado

La vivienda cuenta con dos pozos sépticos, el primero ubicado en la zona oriental que es compartido con la vivienda aledaña a la finca, que reúne las aguas residuales residenciales y el segundo se encuentra ubicado en la zona occidental que se encarga exclusivamente de las aguas mieles

7.4.3.3.Energía

El servicio de energía eléctrica es suministrado por la empresa pública Enel-CODENSA, con cobertura continua en toda la vivienda, incluyendo la zona de despulpe, la cual, durante su operación, demanda un consumo energético considerable

7.4.3.4.Gas

El suministro de gas en la vivienda se realiza mediante pipetas de gas propano, dado que actualmente solo reside una persona, lo que hace que la frecuencia de reposición sea baja debido al bajo consumo.

8 IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

8.1.Manejo del cafetal

La finca la bienvenida cuenta con un área total de 5823 m2 en los que se encuentran ubicados 3000 plantas de café castillo con sombrío con un distanciamiento menor a 1 m entre planta de café, este es proporcionado principalmente por un gran árbol de higueron y complementado por diversos árboles frutales de mandarina, mangos dulces, plátano y otros árboles.

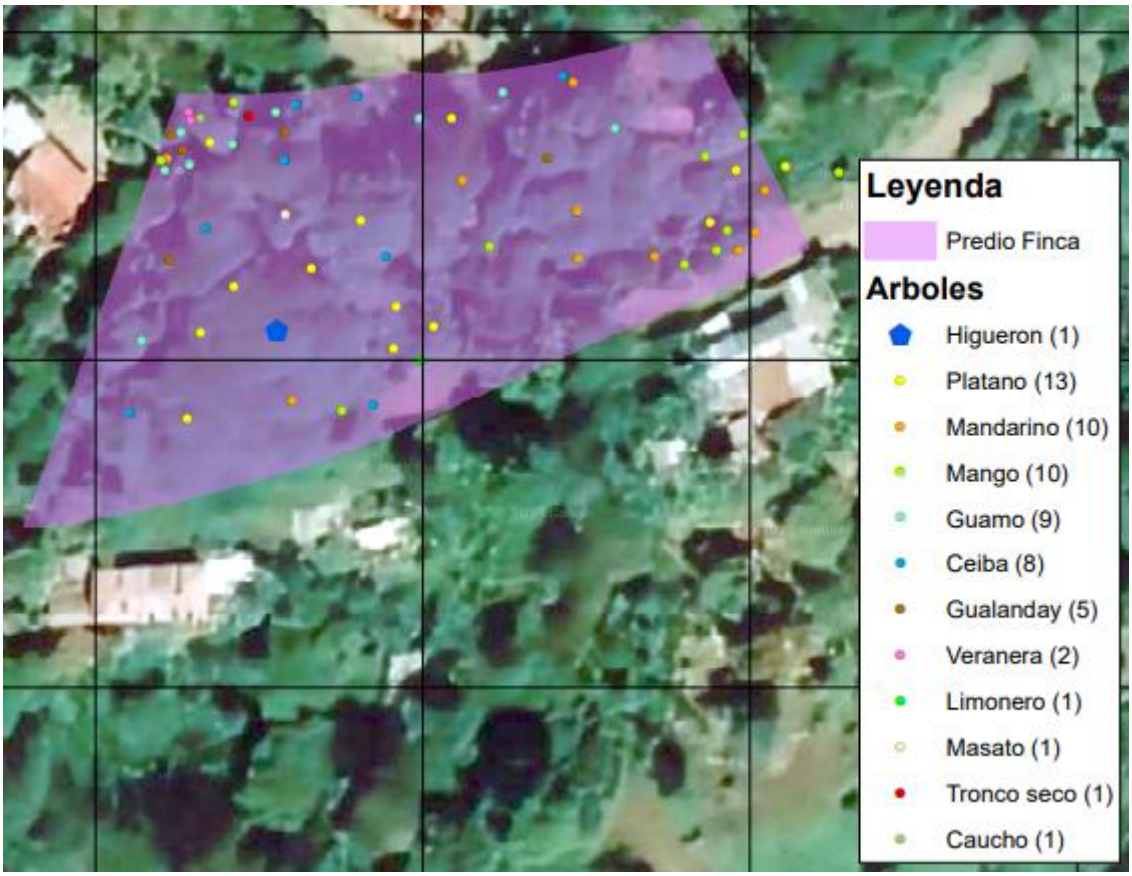
Imagen 32 Cafetal e Higueron Finca La Bienvenida



Fuente: Autor, 2024.

En la siguiente imagen se puede apreciar la distribución espacial de las especies encontradas

Imagen 33 Distribución de especies forestales en la Finca La Bienvenida

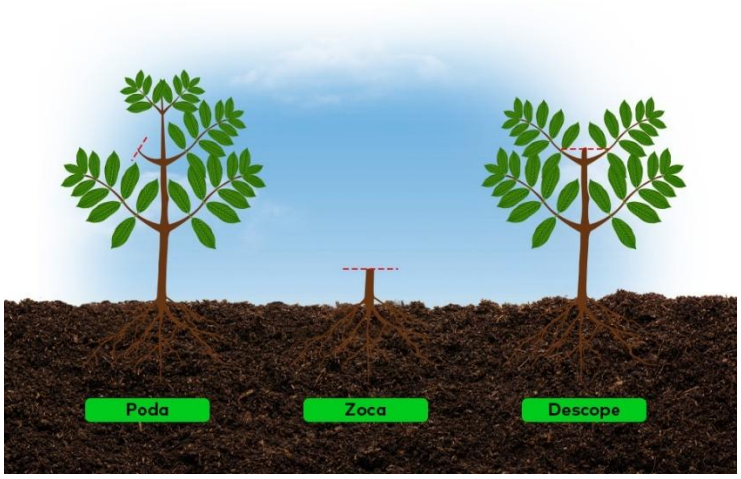


Fuente: Autor, 2025.

El manejo que se realiza es principalmente abono químico cada 4 meses preferiblemente en tiempo húmedo, en la etapa de crecimiento se utiliza NUTRIFERT 25-4-24, fertilizante mezclado NPK para suelo granulado denominado también crecimiento y desarrollo, el cual es el recomendado por la federación cafetera, se aplica "un puñado" por árbol, en la zona más alta de la finca el fertilizante se cubre con tierra, ya que las gallinas de los vecinos llegan y pueden sufrir intoxicaciones al ingerir alguna de estas sustancias, cuando el árbol alcanza aproximadamente los 75 cm se le aplica el fertilizante denominado "Crecimiento y florescencia" y finalmente cuando llegue al metro de alto se le aplica "florescencia y levante".

Cuando el árbol de café alcanza una altura de 1.5 m se realiza el descope del mismo, el cual es un procedimiento que busca evitar el crecimiento vertical del árbol, facilitando así la recolección del café, estimula el desarrollo horizontal, promoviendo el desarrollo y la productividad del cultivo.

Imagen 34 Poda, zoca y descope.



Fuente: Blog.Cambiagro, 2024.

Aproximadamente al 7mo año, cuando la productividad del café disminuye considerablemente se realiza la zoca, la cual es una práctica que consiste en cortar el cafeto a una altura aproximada de 30 cm con respecto al suelo, esta se realiza principalmente retirando todas las ramificaciones que posee el árbol para evitar que al momento de cortarlo en la parte inferior este pueda rasgarse y dañar el tallo principal, el corte se realiza únicamente con serrucho, ya que con herramientas como la motosierra que utilicen aceites en su lubricación puede llegar a afectar el tallo, de este tallo crecerán nuevos brotes, de los cuales se recomienda conservar solamente los 2 o 3 en las mejores condiciones, este proceso se complementa con abono para darle la energía necesaria para el proceso.

Imagen 35 Pasos de la zoca.



Fuente: Autor, 2024.

La zoca es una práctica en la caficultura con el objetivo de renovar su estructura vegetativa y estimular el crecimiento de nuevos brotes productivos. Esta técnica se realiza comúnmente en plantas envejecidas, afectadas por plagas o enfermedades, o con baja productividad, y forma parte del proceso de renovación de cafetales. Entre sus principales beneficios se encuentran el rejuvenecimiento de la planta, el mejoramiento de su arquitectura para una mayor eficiencia en la producción de frutos y la posibilidad de mantener un ciclo productivo sostenible sin necesidad de realizar una resiembra total. Además, al eliminar ramas enfermas o poco productivas, se contribuye a reducir la incidencia de enfermedades como la roya y a mejorar la calidad del grano en las cosechas posteriores. Los residuos generados durante el proceso de zoca son usados como abono natural para el cafetal y los árboles que generan la sombra, sin embargo, los palos grandes son grandes son recolectados para ser usados como leña.

En la finca existe la presencia de Roya, causada por el hongo Hemileia vastatrix, es una de las enfermedades más destructivas que afectan los cultivos de café a nivel mundial. Este hongo fitopatógeno ataca principalmente las hojas de la planta, produciendo lesiones amarillas en el haz y pústulas anaranjadas en el envés, lo que reduce drásticamente la capacidad fotosintética y, en consecuencia, la producción y calidad del grano. Su impacto económico es significativo, ya que puede causar pérdidas de rendimiento superiores al 30 % si no se controla

debido a su alta capacidad de dispersión y a la pérdida de área foliar que ocasiona. (CATIE, 2004)

El manejo que se realiza en la finca es la fumigación con oxicloruro de cobre cuando se evidencia la presencia del hongo el cual es el tratamiento recomendado por CENICAFÉ.

Imagen 36 Cafeto afectado por roya en la Finca La Bienvenida



Fuente: Autor, 2024.

En la finca no se ha detectado la presencia de broca del café (Hypothenemus hampei), sin embargo, productores del sector han reportado afectaciones significativas causadas por este insecto en sus cultivos. El manejo preventivo que se implementa frente a esta plaga consiste en la recolección total de los frutos, incluyendo todas sus etapas de maduración, con el fin de eliminar posibles hospederos y reducir la probabilidad de infestación. Posteriormente, el café recolectado es sometido a un proceso de secado y entregado a la Federación Nacional de Cafeteros, donde es adquirido y destinado para tostar.

Actualmente existen inconvenientes con la caída de árboles que han afectado algunas zonas del cultivo.

Imagen 37 Afectación al cafetal por caída de árboles.



Fuente: Autor, 2024.

Todo el café recolectado se encuentra preferiblemente en estado de uva carmín, es decir, en su punto óptimo de maduración, lo cual garantiza una mejor calidad del grano para los procesos posteriores. Esta selección cuidadosa permite obtener un café con mejores características físicas y organolépticas, adecuadas según el tipo de procesamiento que se vaya a realizar.

La etapa principal de cosecha en la finca se desarrolla entre los meses de marzo y junio, mientras que la traviesa o mitaca tiene lugar hacia noviembre o diciembre, siempre que se presenten condiciones climáticas favorables. Durante la cosecha principal, es posible recolectar hasta 8 cargas de café, lo que refleja una buena productividad y equivale aproximadamente a una tonelada de grano.

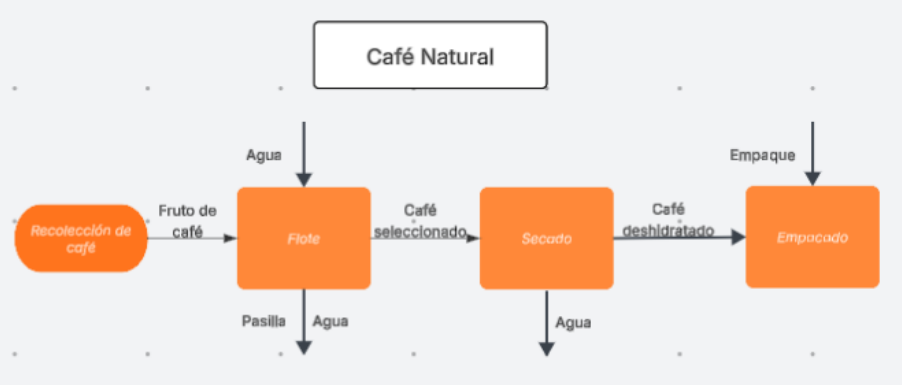
8.2. Productos directos del café

El café que se recolecta en la Finca La Bienvenida puede derivarse principalmente en 3 productos, los cuales son el café natural, café pergamino y café honey, dentro de estas líneas de proceso se encuentran 3 zonas principales que realizan procesos fundamentales en los distintos productos, las cuales son la zona de flote, despulpe y secado, mencionado en el apartado 7.4.1. de infraestructuras.

Con base en estas zonas se realizan los principales procesos de las 3 variantes de productos que se realizan en la Finca La Bienvenida, en la que mediante tazas realizadas a los mismos se ha calificado como tasa 87 tasa limpia, resaltando sabores cítricos, manzana verde y paneloso, debido a los árboles frutales presentes en la plantación, así como la calidad de los suelos.

8.2.1. Café Natural

Imagen 38 Diagrama de proceso del café natural.



Fuente: Autor, 2025.

El proceso de café natural es uno de los más simples dentro de los métodos de beneficio. Consiste inicialmente en la recolección manual de los frutos (Uva Carmín) durante toda la jornada. Una vez recolectado, el café se deposita en un recipiente plástico para realizar el proceso de flote, el cual permite separar los granos defectuosos (es decir, aquellos que flotan), ya que suelen estar malformados, afectados por plagas o inmaduros, y no cumplen con los estándares de calidad requeridos. Los granos que superan el proceso de selección se trasladan al área de secado, donde se someten a las condiciones adecuadas antes de su posterior empacado, el método para identificar su correcto secado es muy artesanal, se aproxima un tiempo de secado entre 1 mes y 3 meses según el clima, posteriormente se abre un grano de café hasta encontrar un color café claro evidenciado en la siguiente imagen.

Imagen 39 Grano de café con optimo secado.

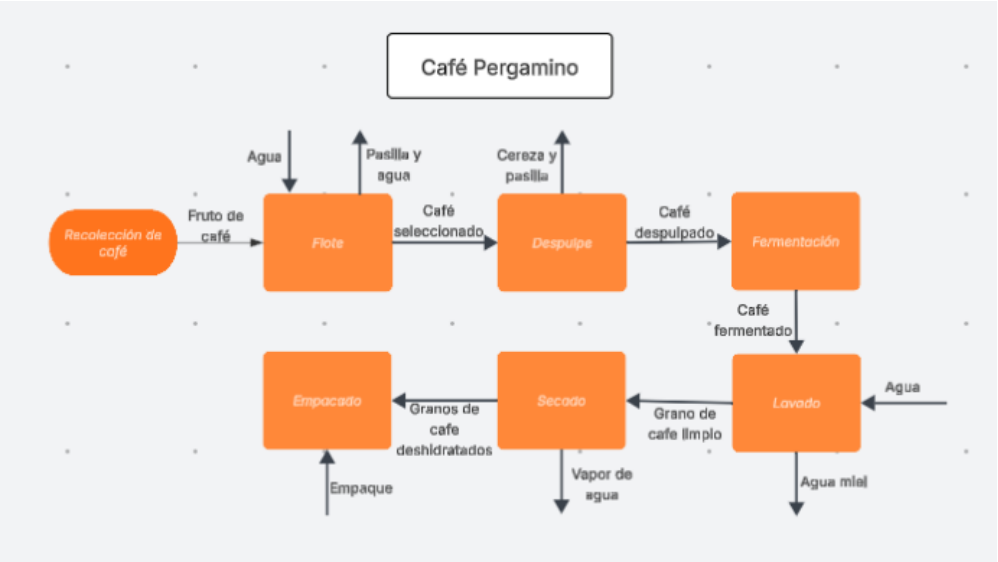


Fuente: Autor, 2025.

8.2.2. Café Pergamino

Para la elaboración de café pergamino, el proceso inicia con la recolección manual y el flote de los frutos, tal como se realiza en el café natural, con el objetivo de eliminar los granos defectuosos. A continuación, se lleva a cabo el despulpado o descerezado, que consiste en la separación mecánica de la pulpa y la cáscara del fruto con la ayuda de maquinaria especializada. En la finca La Bienvenida, este proceso se realiza mediante la Gaviota 300. Una vez separada la pulpa, el grano se deja en fermentación durante un periodo de 12 a 14 horas, y en la mañana siguiente se realizan tres lavados consecutivos para eliminar completamente el mucílago. Finalmente, el café lavado se traslada al área de secado y, una vez alcanzado el nivel de humedad adecuado que se evidencia cuando el grano de café tenga el color optimo después de 15 días o mes y medio (imagen 39), se procede a su empaque.

Imagen 40 Diagrama de proceso del café pergamino.

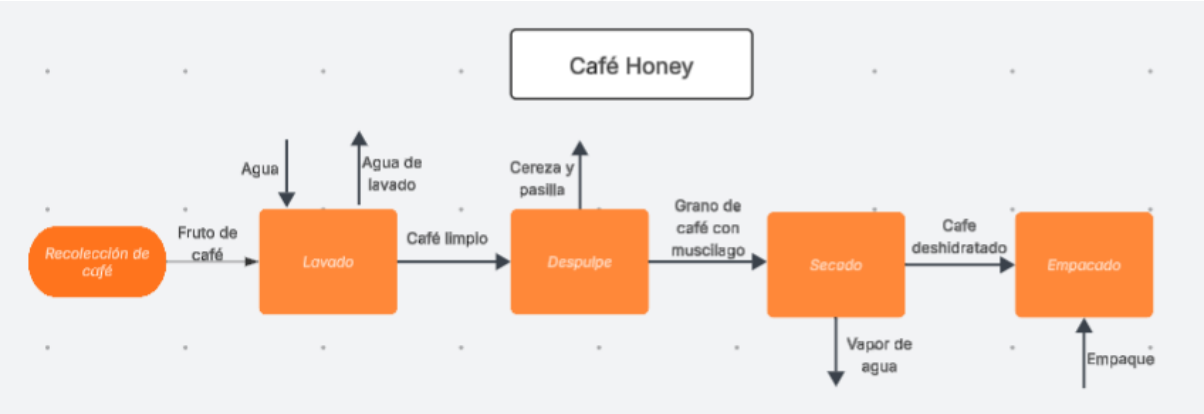


Fuente: Autor, 2025.

8.2.3. Café Honey

El café tipo honey se caracteriza por tener un perfil más dulce y afrutado en comparación con otras variedades de procesamiento, debido a que conserva parte del mucílago durante el secado. A diferencia de los demás métodos, la recolección se realiza exclusivamente en horas de la mañana, antes de las 9 a.m., con el fin de evitar la pérdida de azúcares volátiles causada por la exposición prolongada al sol. Además, los frutos deben estar en su punto óptimo de maduración, es decir, en estado de uva carmín. Una vez recolectado, el café se somete directamente a tres lavados consecutivos, luego se realiza el despulpado y finalmente se traslada al área de secado, donde el grano se deshidrata por 15 días a mes y medio conservando parte del mucílago, lo que le confiere su sabor distintivo.

Imagen 41 Diagrama de procesos café honey.



Fuente: Autor, 2025.

8.3.Subproductos del Café

Durante los diversos procesos que se realizan existen algunos “residuos” que son base para otros que se hacen en la misma

8.3.1. Té de cereza de Café

El té de cereza de café se hace en base a la cereza del café resultante del despulpe en el proceso de café honey, ya que este es el único al que se le realiza un lavado previo al mismo, asegurando así la higiene de dicha cereza, esta posteriormente al proceso de despulpe mencionado del que se deriva se lleva a la zona de secado en el que se busca deshidratar la cascara para su posterior empaquetado.

8.3.2. Compostaje

Actualmente en la finca no se tiene zona específica para el compostaje y este se realiza de una manera poco eficiente, haciéndose por pila y solo dejando secar la cereza del café desechada en el proceso de café pergamino.

Imagen 42 Compostaje.



Fuente: Autor, 2025.

8.4.Balance de materias

Con el propósito de realizar el balance de materias en la Finca La Bienvenida, se optó por trabajar con datos anuales, recopilados a partir de la experiencia de la propietaria y sus ayudantes, complementados con información bibliográfica pertinente.

Durante el desarrollo metabólico del cultivo, se aplica un total de 270 kg de fertilizante químico al año, equivalente a aproximadamente un puñado (30 g) por planta (3000 plantas), repartido en tres aplicaciones anuales. Este proceso también se ve influenciado por la precipitación natural: según datos de la estación meteorológica La Esperanza, el área recibe en promedio 1625 mm de lluvia al año. Al aplicar esta cifra sobre la superficie del cultivo (5823 m^2), se puede estimar el volumen total de agua lluvia que ingresa al sistema. No obstante, parte de este recurso se pierde por infiltración, evaporación y escorrentía.

Adicionalmente, el sistema se retroalimenta con materia orgánica, como el compost producido a partir de la pulpa deshidratada del café y los residuos generados durante el proceso de flote (estimados en 1400,46 kg). La vegetación también contribuye con su propio ciclo de nutrientes, mediante la degradación natural de hojas y restos vegetales.

En cuanto a la producción, la finca, en su punto máximo de productividad con 3000 plantas de café, alcanza una cosecha de aproximadamente 8 cargas (1000 kg). Teniendo en cuenta la cosecha principal y la traviesa (o mitaca), y según lo señalado por Camilo Merizalde, históricamente se asume que el 70% corresponde a la cosecha principal y el 30% a la mitaca. Esto permite estimar una producción anual de 1428,57 kg de café en pergamino seco (Merizalde, 2022).

Posteriormente, se calcularon los residuos asociados a los procesos de secado, lavado y despulpado (ver imagen 43). Según el ayudante de la finca, para lavar 125 kg de café en

pergamino seco se requieren 2.5 m³ de agua, dato que coincide con lo reportado en la bibliografía consultada (CENICAFÉ, LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ: FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE, 2010). A partir de esta relación y del cálculo de mucílago generado, se estima que anualmente se producen 29.443,76 kg de aguas mieles y 20.095,8 kg de aguas residuales durante el proceso de flote.

Imagen 43 Residuos generados en el beneficio de café (1000 g).

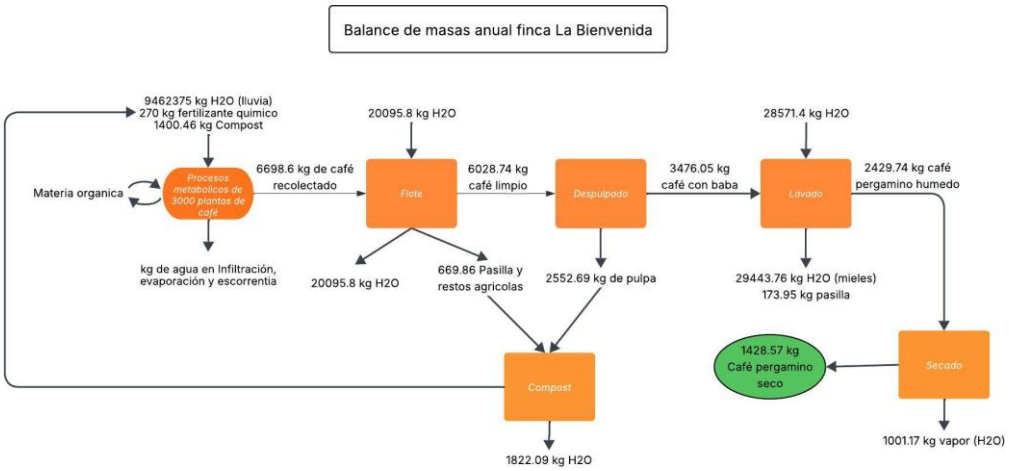
Proceso	Residuo obtenido	Pérdida (en gramos)
Despulpado	Pulpa fresca	436
Desmucilaginado	Mucílago	149
Secado	Agua	171

Fuente: CENICAFE, 2010.

Dentro del balance general de masas también se consideraron las pérdidas que ocurren durante el procesamiento del café. En la etapa de lavado, aproximadamente el 5% del café, conocido como pasilla (granos que flotan y no cumplen con los estándares de calidad), es separado y posteriormente comercializado por aparte a través de la Federación.

Por otro lado, en el proceso de flote se genera un 10% de residuos agrícolas y granos de baja calidad, los cuales, junto con los 2552,69 kg de pulpa generados durante el despulpado, ingresan al proceso de compostaje. En la finca, este material orgánico se somete únicamente a un proceso de deshidratación, reduciendo su humedad hasta un 50%. Considerando que, según la bibliografía, la pulpa de café contiene un 85,7% de humedad y que el fruto maduro posee cerca del 50%, se estima una producción final de compost de aproximadamente 1400,46 kg, como se mencionó anteriormente (Ortiz, Anaya, Vizcarra, & Pineda, S.F).

Imagen 44 Balance de masas anual Finca La Bienvenida.



Fuente: Autor, 2025.

9 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

9.1.Metodología CONESA

En primera instancia, se elaboró una tabla de evaluación de impactos (ver anexos), la cual incluye columnas correspondientes a las etapas y actividades previstas para el desarrollo del proyecto, y filas que agrupan los medios, componentes, categorías y posibles impactos ambientales. La identificación y valoración de estos efectos se llevó a cabo con base en la "Lista de impactos ambientales específicos" publicada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, detallada en el Anexo X (MINAMBIENTE, 2021).

Las interacciones identificadas entre actividades e impactos se representaron mediante símbolos: el signo positivo (+) indica efectos beneficiosos, el negativo (–) refleja impactos adversos, y el valor cero (0) señala la ausencia de relación. Una vez establecidos los impactos potenciales, se procedió a su evaluación cuantitativa aplicando la metodología propuesta por Conesa, la cual contempla once (11) elementos específicos, descritos en la siguiente tabla:

Tabla 11 Criterios de calificación metodología CONESA

Criterios	Rango	Calificación	Descripción
SIGNO	Impacto benéfico	+1	Hace alusión a si las acciones van a actuar en beneficio (+) o perjuicio (-) del factor considerado
	Impacto perjudicial	-1	
INTENSIDAD	Baja	1	Grado de afectación sobre el factor ambiental en el contexto de la acción, cuando la destrucción es total se califica con 12, cuando la afectación es mínima el valor correspondiente es 1
	Media	2	
	Alta	4	
	Muy Alta	8	
	Total	12	
EXTENSIÓN	Puntual	1	¿Cuál es la extensión del impacto con respecto al área de influencia del POA? si la acción produce un efecto localizado en el área es puntual mientras que cuando la influencia del efecto es generalizada la extensión califica como total. Por otro lado, cuando el efecto alcanza un área critica (p.e áreas de exclusión), es necesario sumar 4 puntos con respecto a la consideración principal del criterio (calificaba como extenso (4), sin embargo, alcanza a afectar un área protegida (4+4=8))
	Parcial	2	
	Extensa	4	
	Total	8	
	Crítica (+4)	(+4)	
MOMENTO	Largo plazo	1	Alude al plazo o tiempo de manifestación del efecto en el factor ambiental a partir de la ejecución de la actividad. Si el tiempo es muy corto (inmediato) o inferior a 1 año (corto plazo) la calificación será de 4. Por otro lado, si el plazo es mayor a 5 años se considera que es un efecto a largo plazo.
	Medio plazo	2	
	Inmediato	4	
	Crítico	(+4)	

PERSISTENCIA	Fugaz	1	¿Cuánto tiempo se estima permanecerá el efecto desde su aparición retornando a las condiciones iniciales? es decir, de manera natural aun sin contemplar la introducción de medidas.
	Temporal	2	
	Permanente	4	
REVERSIBILIDAD	Corto plazo	1	Una vez se deje de actuar sobre el medio, ¿cuánto tiempo tardara en reestablecerse el mismo? (resiliencia del componente)
	Medio plazo	2	
	Irreversible	4	
RECUPERABILIDAD	Recuperable inmediato	1	Se refiere al plazo de recuperación total o parcial del medio afectado por medio de la implementación de medidas antrópicas (ya que se superaron los límites del delta ambiental). Asimismo, se incluyen las categorías de "irrecuperable" cuando ya no hay no existe la posibilidad de reparar de algún modo, o cuando las medidas de compensación subsanen este, de modo que el impacto será todavía "mitigable o compensable"
	Recuperable a medio plazo	2	
	Mitigable o compensable	4	
	Irrecuperable	8	
SINERGÍA	Sin sinergismo	1	Se evalúa si el impacto es complejo al reforzarse con impactos de anteriores proyectos o se reconoce su interacción con otros identificados.
	Sinérgico	2	
	Muy sinérgico	4	
ACUMULACIÓN	Simple	1	Se refiere a si la manifestación del efecto se aumenta progresivamente conforme continúen las operaciones, o si por el contrario se produce de manera simple en el momento.
	Acumulativo	4	
EFECTO	Indirecto	1	Alude a si el efecto se deriva directamente a partir de la actividad o si antes existe un efecto primario que lo desencadena, de modo que se categoriza como indirecto.
	Directo	4	
PERIODICIDAD	Irregular	1	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (periódico), de forma impredecible (irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo)
	Periódico	2	
	Continuo	4	

Fuente: Adaptado de Hidroar S.A., S.F.

Una vez obtenidas las calificaciones correspondientes a cada uno de los factores evaluados, se procedió a calcular la importancia del impacto ambiental aplicando la fórmula establecida. La interpretación de los resultados se realiza según el siguiente criterio: una calificación inferior a 25 indica un impacto leve; entre 25 y 50, un impacto moderado; de 50 a 75, un impacto severo; y superior a 75, se clasifica como un impacto crítico.

$$I = (3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

9.2. Análisis de impactos

La matriz de impactos ambientales con su respectiva calificación se puede encontrar en el Anexo 1.

9.2.1. Impactos positivos significativos

Entre los impactos positivos identificados en la matriz, destaca principalmente el incremento en la oferta de empleo, considerado el más significativo. Esto se debe a que la mayoría de las etapas productivas del cultivo de café requieren apoyo constante de mano de obra. Al analizar cada actividad con mayor detalle, se observa que este impacto es clasificado como positivo leve en casi todas las fases, excepto en la etapa de mantenimiento, donde adquiere mayor relevancia debido a su carácter continuo y sostenido en el tiempo.

Este impacto se relaciona estrechamente con otro efecto positivo importante: el aumento de las actividades económicas del sector primario, ya que el dinamismo en la producción genera oportunidades para otras labores asociadas.

Como tercer impacto positivo relevante se identifica la disminución de poblaciones de especies plaga. Esto ocurre porque, durante las labores de mantenimiento, al detectar la presencia de plagas que puedan afectar el cultivo u otras especies ya sean árboles frutales o que proporcionan sombra, se implementan acciones de manejo oportuno que contribuyen al control y reducción de estas especies.

9.2.2. Impactos negativos significativos

Dentro de los impactos negativos identificados, el de mayor grado de afectación corresponde al incremento en la infiltración de aguas residuales, el cual se presenta en cuatro actividades desarrolladas en la finca. Este impacto alcanza un nivel moderado en las cuatro actividades siendo estas el flote, fermentación y lavado, compostaje y actividades domésticas. En los primeros dos casos, la afectación se da por la alta carga contaminante propia de las aguas mieles, que pueden infiltrarse en el suelo y afectar los cuerpos hídricos subterráneos. En el segundo caso, se da por la poca tecnificación del compostaje realizado en la finca, generando así que todos los lixiviados tengan un contacto directo con el sustrato y por último se encuentra las aguas generadas durante las actividades domesticas las cuales llegan directamente a un pozo séptico los cuales no cuentan con las características necesarias para evitar su infiltración, lixiviación y contaminación del subsuelo.

El segundo impacto con mayor grado de afectación es el incremento en el consumo de agua, ya que se presenta en tres de los procesos productivos. La actividad que más incide en este impacto es el lavado del café, debido a que requiere un volumen considerable de agua, lo que representa una presión importante sobre el recurso hídrico disponible.

El tercer impacto más significativo es el incremento de las sustancias peligrosas en el recurso hídrico, este se encuentra presente en tres procesos y su calificación más alta se

encuentra en el mantenimiento del cultivo en un nivel moderado, ya que debido al uso de agentes de control químicos específicamente el oxicloruro de cobre posee características que lo hacen altamente tóxicos a ecosistemas acuáticos.

Finalmente, los impactos relacionados con el aumento de emisiones gaseosas producto de la descomposición anaerobia de materia orgánica (Amoniacos y Sulfuros), los cambio en las características químicas del suelo, disminución en la tasa del café y el incremento a la exposición de agentes contaminantes se encuentran con valores similares y cercanos entre sí. Todos están relacionados principalmente con el manejo que posee el cultivo ya que este no cuenta con procedimientos tecnificados y ambientalmente sostenible lo que genera afectación por mala disposición de residuos, fertilización inadecuada y exposición de agroquímicos a los trabajadores y ecosistema.

10 FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL

A continuación, se muestra una tabla resumen con los programas establecidos para las fichas de manejo ambiental ya sean para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales más significativos hallados por medio de la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales que se encuentra en el Anexo 1.

Tabla 12 Tabla resumen de los programas establecidos

COMPONENTE	PROGRAMA	N° ficha	IMPACTO AMBIENTAL SEVERO
ABIOTICO	MANEJO DE AGUAS MIELES	1	Infiltración de aguas residuales
			Aumento o disminución de emisiones gaseosas producto de la descomposición anaerobia de materia orgánica (Amoniacos y Sulfuros)
SOCIOECONOMICO	MEJORA EN EL BENEFICIO DEL CAFÉ	2	Incremento o disminución del consumo de agua
			Incremento o disminución en la tasa del café
ABIOTICO	SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA	3	Incremento o disminución del consumo de agua
ABIOTICO	MANEJO DE AGUAS MIELES	4	Infiltración de aguas residuales
ABIOTICO	FILTRAR PARA ASEGURAR	5	Incremento o disminución de enfermedades por consumo de agua
ABIOTICO	PROGRAMA DE CONTROL ADECUADO DE RESIDUOS	6	Infiltración de aguas residuales
			Aumento o disminución de emisiones gaseosas producto de la descomposición anaerobia de materia orgánica (Amoniacos y Sulfuros)
ABIOTICO	PROGRAMA DE ADECUACIÓN DEL CULTIVO	7	Incremento o disminución de infiltraciones de sustancias peligrosas
			Incremento o disminución de la exposición a agentes contaminantes
			Incremento o disminución de fauna
			Cambio en las características químicas del suelo

Fuente: Autor. 2025.

10.1. Resumen económico y cronológico de las medidas de manejo

En la tabla 13 se encuentra el resumen económico y cronológico de las medidas de manejo ambiental detalladas en el Anexo 2.

Tabla 13. Tabla resumen económico y cronológico de las medidas de manejo.

COMPONENTE	PROGRAMA	N° ficha	VALOR TOTAL	TIEMPO ESTIMADO (Días)
ABIOTICO	MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS	1	2.367.750,00 COP	19
BIOTICO	MEJORA EN EL BENEFICIO DEL CAFÉ	2	3.555.510,00 COP	15
ABIOTICO	SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA	3	2.647.575,00 COP	17
ABIOTICO	MANEJO DE AGUAS MIELES	4	1.916.250,00 COP	18
SOCIOECONOMICO	FILTRAR PARA ASEGURAR	5	441.000,00 COP	12
ABIOTICO	PROGRAMA DE CONTROL ADECUADO DE RESIDUOS	6	1.990.800,00 COP	22
ABIOTICO	PROGRAMA DE ADECUACIÓN DEL CULTIVO	7	32.799.375,00 COP	140
TOTAL			45.718.260,00 COP	243

Fuente: Autor. 2025.

11 FICHAS DE SEGUMIENTO Y MONITOREO

Para la elaboración del plan de seguimiento y monitoreo se requiere la evaluación de indicadores que permitan medir la efectividad de los planes de manejo ambiental implementados en la Finca La Bienvenida. Para ello, se tomaron como referencia documentos técnicos que sirvieron de base para la formulación de las medidas, así como para la definición de los indicadores y métodos de verificación. De esta manera, se busca garantizar que el plan cuente con herramientas de evaluación claras y confiables, asegurando en gran medida una adecuada implementación y el cumplimiento de los objetivos propuestos.

11.1. Objetivo general

Evaluar la efectividad de las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental, con el fin de identificar oportunidades de mejora y garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos durante su implementación.

11.2. Objetivos específicos

- Verificar la correcta aplicación y ejecución de las acciones contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.
- Verificar la correcta aplicación y ejecución de las acciones contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.
- Detectar de manera temprana posibles desviaciones o fallas en la implementación de las medidas y proponer ajustes oportunos.

11.3. Fichas de seguimiento y monitoreo

Las fichas de seguimiento y monitoreo se evidencian detalladamente en el Anexo 3.

12 PLAN DE CONTINGENCIA

De acuerdo con el Foro Latinoamericano de Seguridad, un plan de contingencia es una herramienta operativa que reúne un conjunto de procedimientos alternativos, orientados a garantizar la continuidad de las actividades y el funcionamiento de las operaciones. Asimismo, establece las acciones a seguir en caso de presentarse situaciones de gran complejidad, incluyendo protocolos para una correcta evacuación del lugar donde ocurran los percances, ya sean originados por factores internos o externos al proyecto (Ortiz A. , S.F).

En concordancia con la normatividad colombiana, específicamente con el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo (Decreto 1072 de 2015) del Ministerio de Trabajo, toda empresa, ya sea del sector público o privado, debe contar con condiciones adecuadas para brindar atención inmediata en situaciones de emergencia. Esto incluye la implementación de planes y brigadas de primeros auxilios, control de incendios y procedimientos de evacuación, que permitan garantizar la seguridad e integridad de los trabajadores frente a eventuales riesgos.

12.1. Objetivo general

Definir medidas y acciones concretas que permitan mitigar, prevenir e identificar riesgos, garantizando una respuesta oportuna, organizada y efectiva frente a eventos inesperados o situaciones de emergencia en la Finca La Bienvenida, ubicada en La Mesa – Cundinamarca.

12.2. Objetivos específicos

- Identificar las posibles amenazas mediante la elaboración de una matriz que clasifique y codifique los diferentes riesgos presentes en el proyecto.
- Establecer una matriz de valoración que determine el nivel de prioridad y criticidad de cada amenaza identificada.
- Formular e implementar los planes de contingencia necesarios para el proyecto, de acuerdo con los resultados de la matriz de valoración.

12.3. Metodología

La metodología implementada para la formulación del plan de contingencia del proyecto vía variante La Mesa – Cundinamarca se implementó la utilizada en el documento "FORMULACIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIA DE LAS SALIDAS DE CAMPO DE LA FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" la cual presenta el siguiente procedimiento (Fonseca Bernal & Ramírez Pinzon, 2020):

12.3.1. Identificación de amenazas

Teniendo en cuenta las Teniendo en cuenta las actividades desarrolladas en la Finca La Bienvenida y los procesos observados en su ejecución, se busca identificar las posibles amenazas que puedan surgir. Dichas amenazas se sintetizan en la matriz de riesgos y se clasifican en dos categorías principales: naturales y antrópicas, tal como se presenta en la tabla 14.

Tabla 14. Tabla de identificación de amenazas.

Amenaza			
Naturales	**Geoclimáticas**	**Geodinámica interna**	Sismos.
		Hidrometeorológicas	Granizadas
			Lluvias torrenciales
			Tormentas eléctricas
	Físicas	**Animales**	Ataque de avispas
			Ataque de perros
			Ataque de roedores
			Ataque de serpientes
		Plantas	Espinas
			Desprendimiento
		Exposición	Hipotermia
			Rayos UV
	Químicas	**Plantas**	Toxicas
			Irritantes
		Animales	Veneno
	Biológicas	**Bacterias**	Salmonella
			E. Coli
			Clostridium tetani (Tetano)
			Gastroenteritis
		Virus	Resfriado común
			Influenza
			Rabia
		Hongos	Aspergillus
			Dermatofitos
			Moho
			Hemileia vastatrix
Antrópicas	**Físicas**	**Presión sonora**	Ruido
		Condiciones de seguridad	Caída de objetos
			Caídas
			Fallas estructurales
			Fallas eléctricas
			Incendios

			Atrapamiento en maquinas
		Incidentes viales	Atropellamiento
			Choques
	Químicas	**Compuestos inorgánicos**	Plaguicidas
			Fertilizantes
			Derrame de sustancias peligrosas
		Compuestos orgánicos	Polvo
		Líquidos	Aguas residuales
		Gases	Metano
			Monóxido de carbono
			Dióxido de carbono
		Material Particulado	PM 10
			PM 2.5
	Seguridad	**Social**	Robos
			Secuestros

Fuente: Adaptado de Fonseca y Ramírez. 2020.

12.3.2. Elementos y escenarios de riesgo

A partir de las amenazas identificadas, el siguiente paso consiste en enumerar los elementos en riesgo. La categoría más relevante corresponde a las vidas humanas, que incluyen principalmente a todas las personas que trabajan o visitan la Finca La Bienvenida: trabajadores, habitantes, ingenieros, transeúntes/vecinos y turistas.

Adicionalmente, se consideran como elementos vulnerables los cuerpos de agua, el suelo, el aire, la fauna y la flora, los cuales también pueden verse afectados por las amenazas presentes en el área de influencia del proyecto.

Con base en esta identificación, se establecieron criterios de probabilidad y gravedad, los cuales sirvieron como referencia para la elaboración de la matriz de valoración (Anexo 4).

Tabla 15. Calificación de probabilidad.

Probabilidad		Calificación
Imposible	Muy difícil que ocurra. puede presentarse si acaso una vez cada 20 años	1
Improbable	Muy baja probabilidad, ocurrirá de 11 a 20 años	2
Remoto	Limitada posibilidad de ocurrencia podría ocurrir cada 6 a 10 años	3
Ocasional	Ha ocurrido varias veces, podría ocurrir cada 1 a 5 años	4
Moderada	Ha ocurrido varias veces, podría ocurrir cada 3 a 12 meses	5
Frecuente	Alta posibilidad de ocurrencia podría presentarse una vez por mes o bimestre	6

Fuente: Adaptado de Fonseca y Ramírez. 2020.

Tabla 16. Calificación de gravedad

Gravedad	Definición	Calificación
Insignificante	Sin lesiones, o lesiones sin atención	1

Marginal	Lesiones leves que requieren atención	2
Moderada	Lesiones de mediana complejidad	3
Critica	Lesiones de alta complejidad	4
Catastrófica	Muertes	5

Fuente: Adaptado de Fonseca y Ramírez. 2020.

12.3.3. Análisis de vulnerabilidad

Se llevará a cabo un análisis de vulnerabilidad a partir de la combinación de los valores asignados a la probabilidad y la gravedad de las amenazas identificadas. Con base en este análisis, se estableció un rango de clasificación que permite determinar si se requiere la elaboración de un plan detallado, un plan general o si, por el contrario, no es necesario implementar un plan.

Tabla 17. Matriz de probabilidad vs gravedad.

Matriz probabilidad vs gravedad		**Gravedad**				
		Insignificante	**Marginal**	**Moderada**	**Critica**	**Catastrófica**
Probabilidad	**Frecuente**	6	12	18	24	30
	Moderada	5	10	15	20	25
	Ocasional	4	8	12	16	20
	Remoto	3	6	9	12	15
	Improbable	2	4	6	8	10
	Imposible	1	2	3	4	5

Fuente: Adaptado de Fonseca y Ramírez. 2020.

Tabla 18 Vulnerabilidad.

Vulnerabilidad	1-5	Recomendaciones
	6-12	Plan General
	15-30	Plan Detallado

Fuente: Adaptado de Fonseca y Ramírez. 2020.

Finalmente, en la siguiente tabla se presenta el índice de planes de contingencia diseñados para las amenazas, categorizados plan detallado, plan general y recomendaciones para todas las personas vinculadas al proyecto, la respectiva calificación y distribución de las amenazas se encuentra detallado en el Anexo 4.

Tabla 19. Índice de planes de contingencia para la finca la Bienvenida

GRADO	**TIPO**	**PLAN**	**N° ficha**
PLAN DETALLADO	**NATURAL**	PLAN DE MANTENIMIENTO DE ARBOLADO	1
		PLAN DE PREVENCIÓN DE LA ROYA	2
	ANTROPICO	PLAN DE CONTROL ANTE DERRAME DE CONTAMINANTES O AGUAS RESIDUALES	3

PLAN GENERAL	**NATURAL**	PLAN ANTE ATAQUE DE FAUNA	4
		PLAN ANTE PLANTAS NOCIVAS	5
	ANTROPICO	PLAN DE PREVENCIÓN POR CONSUMO O CONTACTO POR SUSTANCIAS TOXICAS	6
		PLAN DE CUIDADO DE LA FAUNA SILVESTRE	7
		PLAN PARA EL CUIDADO Y SALUD DE LOS TRABAJADORES	8
		PLAN ANTE FALLAS ELECTRICAS O ESTRUCTURALES	9
		PLAN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS	10
		ROBOS Y SECUESTROS	11
RECOMENDACIÓNES	**NATURAL**	FACTORES METEOROLOGICOS	12
		SISMOS	

Fuente: Autor. 2025.

Los respectivos planes de contingencia detallados, generales y recomendaciones se encuentran en el Anexo 4.

13 CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió evidenciar que la Finca La Bienvenida, localizada en La Mesa - Cundinamarca, enfrenta desafíos similares a los que viven muchos pequeños productores de café en el país. Aunque dispone de suelos fértiles y condiciones climáticas favorables, presenta dificultades relacionadas con el reducido espacio disponible, lo cual limita el adecuado desarrollo de los procesos de beneficio y dificulta la implementación de tecnologías convencionales. Este contexto ha exigido que las medidas propuestas fueran diseñadas y adaptadas cuidadosamente para suplir las necesidades de la finca, sin desconocer sus condiciones físicas y operativas.

La incorporación de tecnologías apropiadas como el sistema séptico con tanques prefabricados, la tecnificación del compostaje y la recolección de aguas lluvias contribuye a mejorar la gestión de los recursos, reducir la presión ambiental y dar un uso más eficiente al espacio limitado. De igual forma, la transición hacia un manejo orgánico y tecnificado del cultivo de café, acompañada de la modernización de procesos como la fermentación controlada con FERMAESTRO y la mejora en la infraestructura de secado, fortalece la calidad del producto, disminuye la dependencia de insumos químicos y aporta sostenibilidad a largo plazo.

El plan integral de manejo ambiental propuesto no se centra únicamente en la productividad, sino que también abre la puerta a un aprovechamiento turístico del predio. La organización de los espacios, la ubicación estratégica de la zona de beneficio y la adecuación de procesos ofrecen mejores condiciones para trabajadores y visitantes, lo que potencia tanto la eficiencia como la experiencia dentro de la finca.

Por otra parte, el plan de seguimiento y monitoreo, con fichas específicas para cada medida, garantiza la evaluación constante del desempeño ambiental. Este sistema permitirá detectar a tiempo necesidades de ajuste, mantener el control de indicadores clave y asegurar que los objetivos planteados se traduzcan en beneficios concretos para la finca.

Del mismo modo, el plan de contingencia formulado, que contempla tanto amenazas naturales como antrópicas, constituye un elemento vital para salvaguardar la integridad de las personas, proteger los recursos y minimizar los efectos negativos de situaciones adversas. Al contar con lineamientos claros de prevención, respuesta y recuperación, se fortalece la seguridad y la capacidad de resiliencia frente a emergencias.

En conjunto, todas estas estrategias convierten a la Finca La Bienvenida en un ejemplo de cómo los pequeños agricultores pueden avanzar hacia un modelo de sostenibilidad adaptado a sus propias limitaciones. Este trabajo demuestra que, con una adecuada planificación, es

posible optimizar el uso de los recursos disponibles, mantener la productividad agrícola y a la vez proteger el entorno natural.

Finalmente, se resalta que la sostenibilidad no debe entenderse solo como un objetivo global, sino como una práctica viable y tangible en el ámbito local. La experiencia de la Finca La Bienvenida evidencia que es posible alcanzar un equilibrio entre productividad, calidad de vida y conservación ambiental, siempre que las medidas se diseñen tomando en cuenta las particularidades del territorio y se respalden con procesos de seguimiento y mejora continua.

14 RECOMENDACIONES

- Se sugiere dotar a la finca con instrumentos sencillos y de bajo costo, como un termohigrómetro o un pluviómetro artesanal, que permitan obtener datos más precisos sobre las condiciones micro climáticas del predio. Esta información facilitará la toma de decisiones y la identificación de ajustes específicos en las medidas ambientales implementadas.
- Previo a la ejecución de las medidas de manejo, es recomendable realizar la correcta estructuración de la vivienda con un enfoque hacia el turismo rural. Esto permitirá una adecuada separación entre las áreas turísticas y la zona de beneficio del café, garantizando que no se afecte la calidad de los procesos productivos ni la experiencia de los visitantes, y que la inversión en infraestructura cumpla plenamente su propósito.
- Considerando que la finca corresponde a un pequeño productor, se recomienda priorizar la autoconstrucción en la implementación de la mayor parte de las medidas de manejo ambiental. Este enfoque permite optimizar los recursos disponibles, reducir costos y lograr soluciones funcionales sin comprometer la calidad técnica de las intervenciones.
- Se aconseja fortalecer el vínculo con el Clúster Turístico Ecopanche, con el cual la propietaria ya mantiene contacto. Esta articulación facilitará el trabajo comunitario, impulsará la adopción de tecnologías adaptadas en otras fincas y fomentará el desarrollo del turismo rural sostenible en La Mesa, Cundinamarca. De esta forma, se podrá consolidar un modelo agroturístico que genere beneficios colectivos y promueva la sostenibilidad en la región.
- Es fundamental que las medidas de manejo ambiental se apliquen con la mayor precisión posible para garantizar su óptimo funcionamiento. En caso de identificarse fallas o limitaciones a través del plan de seguimiento y monitoreo, se recomienda realizar los ajustes y actualizaciones de manera oportuna y eficaz, asegurando así la continuidad y efectividad de los procesos de gestión ambiental en la finca.
- Se recomienda fomentar en mayor medida la producción de café Honey, dado que este proceso genera una menor cantidad de residuos en comparación con otros métodos de beneficio, lo que se traduce en impactos ambientales más reducidos. Esta estrategia resulta especialmente importante en la etapa previa a la construcción del compostador y del campo de infiltración, que son las medidas principales para minimizar los efectos del beneficio del café. Asimismo, se debe garantizar el uso adecuado del sistema

Fermaestro durante el beneficio de café Honey, con el fin de asegurar uniformidad en la fermentación y mantener la calidad sensorial del grano.

15 BIBLIOGRAFÍA

Alcaldia Municipal La Mesa. (2022). *Alcaldía Municipal de La Mesa, Cundinamarca*. Obtenido de Proyecto de PBOT: https://www.lamesa-cundinamarca.gov.co/Transparencia/Paginas/Proyecto-de-PBOT.aspx#gsc.tab=0

Altieri, M., & Toledo, V. (2011). La revolución agroecológica de América Latina : Rescatar la naturaleza, asegurar la soberania alimentaria y empoderar al campesino (Versión en español). *SOCLA*, 7.

CAR. (2019). *POMCA RIO BOGOTÁ*. Obtenido de CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA: https://www.car.gov.co/vercontenido/94

CATIE, C. A. (2004). *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología.*

CENICAFÉ. (2006). Buenas Prácticas Agrícolas para el café.

CENICAFÉ. (2010). *LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ: FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE.*

CENICAFÉ. (2021). *Guía más agronomía, más productividad, más calidad.*

Chamorro, H., & Enriquez, R. (2012). *Monografia sobre productividad y calidad Coffea Arabica, variedad castillo y variedad caturra.*

Cifuentes, A. (2018). *Universidad Jorge Tadeo Lozano: DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN AGROECOLÓGICA EN COLOMBIA.* Obtenido de https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/4142/Artículo%20de%20Revisión%20Agroecología.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=El%20término%20agroecología%20o%20agroecológico,la%20ecología%20en%20la%20agricultura.

Conesa, F. (2006). *GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.*

CORPONARIÑO. (2007). *PROYECTO ESTADO DEL ARTE DE LA INFORMACIÓN BIOFISICA Y SOCIOECONÓMICA DE LOS PARAMOS DEL NARIÑO.*

CUNDINAMARCA, C. D. (2019). *AGUA POTABLE EN CUNDINAMARCA.*

Espinoza, A. (2023). ECONOMÍA CIRCULAR: UNA APROXIMACIÓN A SU ORIGEN, EVOLUCIÓN E IMPORTANCIA COMO MODELO DE DESARROLLO SOSTENIBLE. *Revista de Economía Institucional*.

FAO. (2024). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Centro de conocimientos sobre agroecología*. Obtenido de https://www.fao.org/agroecology/overview/es/

FNC, F. (2013). *Manual Técnico del Caficultor Colombiano.*

Fonseca Bernal, K., & Ramírez Pinzon, G. P. (2020). *FORMULACIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIA DE LAS SALIDAS DE CAMPO DE LA FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.*

Fullerton, J. (2023). A la Raíz: En Busca del Equilibrio Perdido. (J. v. Wolfersdorff, Entrevistador)

García, M. (2018). *Ciencias de la Complejidad: Teoría General de Sistemas, Pensamiento Sistémico y Sus Aplicaciones Prácticas en Las Ciencias Económicas, Ambientales y Sociales.* España.

Gómez, I. (2020). *Desarrollo Sostenible.* España: ELEARNING S.L.

González, V. (2016). GEOMORFOLOGÍA Y SUSCEPTIBILIDAD DE LADERAS A MOVIMIENTOS GRAVITACIONALES EN EL VALLE DEL RÍO CUEVAS, ENTRE QUEBRADA DE MATIENZO Y CURVA DE LA SOBERANÍA ARGENTINA. *Boletín de Estudios Geográficos*, 91-105.

Instituto Humbolt y CORTOLIMA. (2015). *ESTUDIOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES COMPLEJO DE PÁRAMOS LAS HERMOSAS Y NEVADO DEL HUILA-MORAS.*

Izquierdo, J. (2017). *Universidad Politecnica Salesiana: CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS AGRICOLAS PROVOCADOS POR EL USO DE LOS AGROQUÍMICOS EN LA PARROQUIA SAN JOAQUÍN.* Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14712/1/UPS-CT007228.pdf

La Mesa. (11 de Diciembre de 2024). *Alcaldía Municipal de La Mesa, Cundinamarca*. Obtenido de Alcaldía Municipal de La Mesa, Cundinamarca: https://www.lamesa-cundinamarca.gov.co/NuestraAlcaldia/SaladePrensa/Paginas/"AGUA-A-LA-VEREDA".aspx#gsc.tab=0

Lares, L. H. (2021). *Diseño Regenerativo y Economía Circular.* Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi37YbwuoGFAxVzbTABHZtCAr8QFnoECCwQAQ&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F8371845.pdf&usg=AOvVaw17beX8Zez50eW0qAGZyvCz&opi=89978449

Larrouyet, M. (2015). *Universidad Nacional de Quilmes: Desarrollo sustentable : origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta.* Obtenido de https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/154/TFI_2015_larrouyet_003.pdf?sequence=1

Ludwig von, B. (1968). *TEORÍA GENERAL DE LOS SISTEMAS: Fundamentos, desarrollo, aplicaciones (Traducido).* Nueva York: George Braziller.

Merizalde, C. (11 de abril de 2022). *Perfect Daily Grind*. Obtenido de https://perfectdailygrind.com/es/2022/04/11/que-es-la-traviesa-o-cosecha-secundaria/#:~:text="Históricamente%20teníamos%20un%2070%20%25%20en,en%20la%20Amazonía%2C%20también".

Mesa, A. d. (2008). *DOCUMENTO TECNICO PLAN DE DESARROLLO "EL RENACER DE LA MESA 2008- 2011".*

Mesa, A. d. (2025). Obtenido de https://www.lamesa-cundinamarca.gov.co/Paginas/default.aspx#gsc.tab=0

MinAmbiente. (2015). *Decreto 1076 de 2015.*

MinAmbiente. (2015). *Glosario Ambiental.*

MINAMBIENTE. (2021). *LISTADO DE IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS 2021.*

Montalvo, S., Barriga, O., & Rojas, M. (2017). *Universidad de la Salle: Tecnología aplicada en el agro colombiano: asimetrías evidenciadas en la competitividad entre los subsectores café y maíz durante el periodo 2005 - 2015.* Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/6fe514e1-945d-4647-8f4e-aa1c23dcbfc1/content

Montoya, E., Hernandez, J., Unigarro, C., & Flórez, C. (S.F). *ESTIMACIÓN DEL AREA FOLIAR EN CAFÉ VARIEDAD CASTILLO A LIBRE EXPOSICIÓN Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN.* Revista Cenicafé.

Morelle, E. (2022). Introducción a los límites planetarios desde la ecocriminología: análisis de la seguridad integral frente al cambio climático. *BOLETÍN CRIMINOLÓGICO.*

Moreno, G., & Serrano, J. (2009). *Universidad de la Salle: Evaluación de los riesgos de contaminación de los acuiferos pertenecientes al municipio de La Mesa Cundinamarca.* Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/d2959aa9-9e29-4c26-9339-f3c96e4e6aee/content

ONU. (2022). *Efectos de plaguicidas y fertilizantes sobre el medio ambiente y la salud y formas de reducirlos.* Obtenido de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEPPF_Sp.pdf

Ortiz, A. (S.F). *La importancia de un plan de contingencia.* Obtenido de Foro Latino Americano: http://www.forodeseguridad.com/artic/discipl/4132

Ortiz, A., Anaya, I., Vizcarra, M., & Pineda, T. (S.F). *ESTUDIO DE LA DESHIDRATACION DE PULPA DE CAFÉ EN UN EQUIPO DE LECHO FLUIDIZADO.*

Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR: Experiencias en América Latina.*

Sadeghian, S. (2013). *Nutrición de cafetales.*

Schumacher, E. (1973). *Small is Beautiful: Economics as if People Mattered. Blond & Briggs.*

Tomayo, J., Martínez, E., Monforte, G., & Munguía, A. R. (2014). LA AGROECOLOGíA COMO PROPUESTA DE MODELO DE PRODUCCIÓN APLICADO AL CULTIVO DE CHILE HABANERO EN PETO, YUCATÁN. *REVISTA MEXICANA DE AGRONEGOCIOS*, 969-978.

Valle, U. d. (S.F.). *Biblioteca Digital Universidad del Valle: TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS: Un Poco De Historía.* Obtenido de https://libros.univalle.edu.co/index.php/programaeditorial/catalog/download/88/51/1015?inline=1

Yánez, F. (2019). *FLACSO Ecuador: Implicaciones ambientales y sociales del uso y manejo de agroquímicos en la producción de maiz suave en la Provincia de Bolívar. Estudio de caso: Recinto Achupallas, Cantón San Miguel.* Obtenido de https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/15759/8/TFLACSO-2019FRYV.pdf