

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



**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DEL SUELO Y PROPUESTA DE
ZONIFICACIÓN AMBIENTAL Y PRODUCTIVA EN LA COMUNIDAD FLOR DEL
CAFÉ, CATACAMAS, OLANCHO**

TESIS

Por:

Bessy Johana Navarro Rodríguez

Catacamas, Olancho

Septiembre de 2025

Evaluación de la capacidad de uso del suelo y propuesta de zonificación ambiental y productiva en la comunidad Flor del Café, Catacamas, Olancho

POR:

Bessy Johana Navarro Rodríguez

Jose Trinidad Reyes Sandoval, PhD.

Director de Tesis

TESIS

presentado como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO EN GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES

Catacamas, Olancho

Septiembre de 2025

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, iluminando mis decisiones y dándome la sabiduría para superar cada reto.

A mi mamá Belkis Rodríguez y a mi papá Wuesli Navarro, por su amor incondicional, apoyo constante y enseñanzas que me han formado como persona.

A mis hermanos Wuesli Navarro y Thiago Navarro, por ser mi alegría diaria y mi motivación para seguir esforzándome.

Y a mí misma, por la perseverancia, disciplina y entrega que me permitieron alcanzar esta meta, demostrando que la constancia vence cualquier obstáculo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme con salud, fuerzas y oportunidades para culminar esta etapa tan importante.

A mi familia, por su apoyo incondicional y por ser la base sobre la que he construido mis sueños.

A mis asesores, el Ing. Jose Trinidad Reyes, el Ing. Ramón Canaca y el Ing. Gerardo Lagos, por cada consejo, lección y acompañamiento a lo largo de este trabajo.

A él señor Melvin Rodríguez, líder de la comunidad La Flor del Café, por ser guía y compañía en los recorridos dentro de la comunidad, además por su disposición conforme se desarrolló este proyecto.

A él Ing. Irías por recibirme en el laboratorio de suelos agrícolas PhD. Elio Durón Andino y compartir sus conocimientos.

A mis amigos más cercanos, que encontré en la universidad y que se permanecerán en mi vida: Elmer Rivera, Esly Martínez, Mirna Ponce, Vivian Vásquez y Diego Martínez, por cada desvelo compartido y apoyo incondicional.

A todas aquellas personas y colaboradores que, de una u otra forma, aportaron con su tiempo, conocimientos y recursos para que este trabajo fuera posible.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos.....	2
III. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Generalidades y conceptos de suelo	4
4.1.1 Suelo.....	4
4.1.2 Agrología.....	5
4.1.3. Cobertura	5
4.1.4. Degradación del suelo	6
4.2. Usos del suelo y su importancia	6
4.3. Sistemas de clasificación de suelos por capacidad de uso.....	9
4.3.1. Características generales de los suelos de las regiones tropicales	10
4.3.2 Clasificación de suelos según sistemas internacionales y su relevancia en Latinoamérica.	10

4.3.3. Factores que determinan la capacidad de uso de suelo según Sheng y Michaelsen	12
4.4. Zonificación.....	14
4.4.1. Métodos de zonificación ambiental y productiva.....	15
4.5. Zonificación Ambiental	15
4.5.1. Modelos de zonificación ambiental en áreas rurales y aplicación en áreas productivas	16
4.5.2. Métodos de zonificación: análisis espacial, uso de SIG, y criterios de sostenibilidad	16
4.5.3. Beneficios de la zonificación ambiental y el desarrollo rural sostenible	17
4.6. Características del uso del suelo en Catacamas y la región de Olancho	18
4.6.1. Características físicas-químicas.....	18
4.6.2. Actividades agrícolas predominantes y su impacto en los suelos y el medio ambiente.....	19
4.6.3. Problemática de degradación y uso inadecuado del suelo en la región	20
V. MATERIALES Y MÉTODO.....	21
5.1. Ubicación del Área de Estudio	21
5.2. Materiales y equipo	22
5.3. Enfoque Metodológico	23
5.4. Procedimiento metodológico	23
5.5.1. Diagnóstico de la capacidad de uso del suelo	24
5.5.2. Clasificación del suelo según su capacidad de uso	25
5.5.3. Zonificación ambiental y productiva.....	25
5.5.4. Propuesta de manejo sostenible del territorio	26
VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	27
6.1. Ubicación de Puntos de muestreo.....	27
6.2. Propiedades físico-químicas del suelo.....	28
6.3. Capacidad de uso de suelo según Sheng y Michaelsen	33

6.4.	Capacidad de uso del suelo.....	36
6.5.	Uso actual de suelo	39
6.6.	Conflictos de Uso de Suelo	42
6.7.	Zonificación ambiental y productiva	44
6.8.	Marco legal y permisos de acuerdo con la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras	49
6.9.	Estrategias recomendadas para el manejo sostenible de la comunidad	49
	CONCLUSIONES	51
	RECOMENDACIONES	52
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	ANEXOS.....	59

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de los suelos según Sheng y Michaelsen.	13
Cuadro 2. Caracterización de las zonas de manejo, Zonificación Ambiental y Productiva de la comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Usos del suelo	7
Tabla 2. Propiedades físico-químicas del suelo, Comunidad de La Flor del Café, Catacamas, Olancho.....	29
Tabla 3. Superficie y porcentaje del área total según clases de pendiente.....	33
Tabla 4. Superficie y porcentaje del área total según clases de profundidades.	35
Tabla 5. Clases de capacidad de uso de suelo y su distribución en áreas (ha).....	37
Tabla 6. Clases de uso actual de suelo y su distribución en áreas (ha)	39
Tabla 7. Categorías de conflictos de uso de suelo y su distribución (ha)	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación de la Comunidad La Flor del Café.....	22
Figura 2. Diagrama de Enfoque metodológico.....	23
Figura 3 Diagrama del Procedimiento Metodológico.	23
Figura 4. Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo en la Comunidad La Flor del Café.	28
Figura 5. Mapa de pH en los suelos de la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.	30
Figura 6. Mapa de Materia Orgánica en los suelos de la Comunidad la Flor del Café, Catacamas, Olancho.	31
Figura 7. Mapa de Textura en los Suelos de la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.....	32
Figura 8. Mapa de pendientes Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.....	34
Figura 9. Mapa de profundidades de suelo en la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.....	35
Figura 10. Mapa de Capacidad de Uso del Suelo Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.....	38
Figura 11. Mapa de uso actual de suelo de la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.....	40
Figura 12. Mapa de conflictos de uso de suelo de la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.	43
Figura 13. Mapa de zonificación ambiental y productiva de la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.	45

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Esquema de gradiente y longitud de la pendiente de una ladera.	60
Anexo 2. Representación de la profundidad efectiva de suelo.....	60
Anexo 3. Socialización de la investigación con los habitantes de la comunidad La Flor del Café.....	61
Anexo 4. Levantamiento de información y recorridos para georreferenciar la comunidad La Flor del Café	61
Anexo 5. Análisis físico-químicos	62
Anexo 6. Generación de mapas temáticos.....	62
Anexo 7. Potreros, cafetales y cacaotales de donde se recolectaron las muestras.	64
Anexo 8. Expansión ganadera, fragmentación del bosque y uso actual del suelo.	64
Anexo 9. Categorías de Capacidad de uso de suelo.	65
Anexo 10. Representación de conflictos de uso de suelo.....	65
Anexo 11. Coordenadas del polígono de la comunidad La Flor del Café.	67
Anexo 12. Coordenadas de las muestras de suelo de la comunidad La For del Café.	68
Anexo 13. Coordenadas de las casas con nombre de propietario de la comunidad La For del Café.....	69

NAVARRO RODRIGUEZ, B.J. 2025. Evaluación de la capacidad de uso del suelo y propuesta de zonificación ambiental y productiva en la comunidad Flor del Café, Catacamas, Olancho. Tesis Ing. en Gestión Integral de los Recursos Naturales. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 85 p.

RESUMEN

La degradación de los suelos en zonas de ladera representa uno de los principales desafíos para las comunidades rurales de Honduras, debido a la expansión agrícola y ganadera sobre áreas de alta fragilidad. En este contexto, la comunidad La Flor del Café, Catacamas, localizada en el municipio de Catacamas, Olancho y situada en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sierra de Agalta, donde fue seleccionada como área de estudio. La investigación se orientó a evaluar la capacidad de uso del suelo y, con base en sus resultados, formular una propuesta de zonificación ambiental y productiva que contribuya al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el ordenamiento territorial de la microcuenca. El estudio buscó dar respuesta a la problemática de degradación de los suelos ocasionada por pendientes pronunciadas y suelos superficiales, sobreuso del territorio y la expansión de la frontera agrícola a áreas forestales. La metodología implementada integró trabajo de campo, análisis de laboratorio y sistemas de información geográfica. Se realizó un muestreo sistemático en 15 puntos para determinar propiedades físico-químicas del suelo (textura, pH y materia orgánica), se clasificó la aptitud del suelo bajo la metodología de Sheng y Michaelsen y se integraron los resultados en mapas de capacidad de uso, uso actual, conflictos y zonificación. Los principales resultados muestran que más del 70% del área presenta pendientes mayores al 30% y que más de la mitad de los suelos son superficiales, lo cual limita la agricultura. La capacidad de uso indica que el 53.7% del área tiene aptitud para pastos y un 33.6% corresponde a tierras forestales. El análisis de conflictos de uso muestra que el 46.3% del área se encuentra en sobreuso, asociado a ganadería y cultivos en áreas frágiles. La zonificación propuesta determinó subzonas de restauración ecológica, agroforestería y sistemas silvopastoriles como alternativas viables para equilibrar producción y conservación. Se concluye que la planificación territorial basada en la capacidad de uso del suelo es una herramienta esencial para reducir la degradación, orientar las actividades productivas y garantizar la sostenibilidad del territorio.

Palabras claves: suelo, capacidad, conflicto, físico-químicas, territorio.

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso fundamental para la producción de alimentos y la conservación de los ecosistemas, pero en Honduras, especialmente en zonas de ladera, enfrenta un proceso acelerado de degradación debido a la deforestación, la expansión agrícola y ganadera, y el uso inadecuado de tierras con limitaciones del suelo y del territorio. Estos procesos han generado erosión y disminución de la productividad, comprometiendo tanto el bienestar de las comunidades rurales como la sostenibilidad ambiental.

La comunidad La Flor del Café, ubicada en Catacamas, Olancho, es parte de la zona media de la microcuenca del Río Talgua formando parte a su vez de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sierra de Agalta espacio de gran importancia ecológica y social. Los habitantes dependen esencialmente de la agricultura y la ganadería pero factores como la pendiente y la escasa profundidad del suelo han derivado la ausencia de prácticas de conservación, lo que ha intensificado los conflictos de uso y la sobreexplotación del recurso.

Ante esta problemática, resulta necesario evaluar la capacidad de uso del suelo para proponer estrategias de manejo que permitan mejorar la producción con la conservación. La zonificación ambiental y productiva es una herramienta clave presentada para orientar la toma de decisiones, el uso adecuado del territorio, determinar áreas de restauración ecológica e impulsar sistemas productivos sostenibles como la agroforestería y los sistemas silvopastoriles.

En este sentido, la investigación tuvo como objetivo analizar la capacidad de uso del suelo en la comunidad La Flor del Café para desarrollar una propuesta de zonificación ambiental y productiva, esto con el fin de contribuir a la sostenibilidad del territorio y al fortalecimiento del desarrollo de la comunidad.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Analizar la capacidad de uso del suelo para proponer estrategias sostenibles de manejo territorial en la comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.

2.2. Específicos

Evaluar la capacidad de uso de suelo en la comunidad de La Flor del Café, destacando las características que determinan su aptitud para diversas actividades productivas.

Clasificar los suelos según su capacidad hidrológica y agrológica, identificando las limitaciones y potencialidades para una zonificación territorial sostenible.

Desarrollar una propuesta de zonificación basada en las características del suelo con enfoque en la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad de las actividades productivas.

III. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuáles son las características físicas y químicas del suelo en la comunidad de La Flor del Café que influyen en su capacidad de uso para actividades productivas sostenibles?
2. ¿Qué áreas específicas dentro de la comunidad de La Flor del Café son aptas para la implementación de prácticas productivas y de conservación ambiental, según los criterios de zonificación territorial?

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Generalidades y conceptos de suelo

4.1.1 Suelo

El suelo es un conjunto de partículas minerales y materia orgánica que se presenta en forma de depósito y puede separarse mediante acciones mecánicas sencillas. Este recurso, que incluye cantidades variables de agua y aire, es fundamental para la vida en la Tierra, ya que no solo sostiene la vegetación, sino que también es crucial para la infraestructura y el hábitat de la biodiversidad. Además, el suelo desempeña un papel esencial en el funcionamiento de los ecosistemas. Al igual que los bosques, el agua y los recursos minerales, el suelo es un recurso finito que forma parte del capital natural de cualquier país (Angelone 2020).

Según Dumanski citado por Ibáñez (2015), a lo largo de la historia, los edafólogos han propuesto diversas definiciones del suelo, que incluyen su función como sustrato para el crecimiento vegetal, cuerpo natural, manto estructural, manto transmisor de agua (en hidroedafología) y componente de ecosistemas. Ibáñez junto a colaboradores también identificaron el suelo como un ente geológico, holístico y parte de sistemas superficiales terrestres, destacando su complejidad a través de la edafogénesis. Otras propuestas consideran el suelo como un sistema de reciclado, según la nueva WRB (2006-2007), una concepción minimalista que incluye tecnosuelos y urbisuelos, reflejando así la diversidad y complejidad en la ciencia edafológica.

Por último, el suelo es un recurso natural esencial para el desarrollo de cualquier civilización. Sin embargo, como todos los demás, resulta ser un ente complejo, es decir multidimensional. El suelo es un componente vital del ambiente natural. Su disponibilidad es limitada y se encuentra constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro, meso y

microorganismos que desempeñan procesos fundamentales de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones indispensables para la sociedad y el planeta (FAO 2020).

4.1.2 Agrología

La agrología es la rama inicial de la agronomía que se enfoca en el estudio del suelo, su génesis, clasificación y distribución, además de uso y el manejo de las tierras agrícolas con fines de conservación y preservación, específicamente en la capa arable donde se desarrollan los cultivos (IGAC s.f.). Esta disciplina científica no solo se dedica a analizar las propiedades de los suelos que son beneficiosas para la agricultura, permitiendo a los agricultores identificar cuáles suelos son fértiles y cuáles son estériles, sino que también abarca el estudio de la génesis, clasificación y distribución del suelo.

Lagos U (s. f.) menciona que la agrología proporciona herramientas para mejorar la calidad del suelo, utilizando elementos de abono y técnicas adecuadas para enriquecerlo y hacerlo apto para el cultivo de diversas plantas. Además, se concentra en el uso y manejo de los suelos agrícolas con el objetivo de promover la conservación de este. En particular, la agrología busca asegurar prácticas que garanticen la sostenibilidad, la salud del suelo a largo plazo, contribuyendo así a la conservación del medio ambiente, así como el equilibrio entre la producción agrícola y la preservación de los ecosistemas.

4.1.3. Cobertura

De acuerdo con Corcuencas (2014), esta se refiere a las diversas formas de vegetación presentes en un área específica, en su dinámica influyen los factores climáticos, topográficos, del suelo, las características socioeconómicas y culturales de la población local. Esta cobertura abarca todo lo que ocupa la superficie terrestre, formando un ecosistema y su comprensión es esencial para el ordenamiento territorial. Permite identificar y cartografiar unidades ecológicas, zonas de riesgo, y evaluar la intervención humana en entornos naturales, además de impactar en la formación y evolución de los suelos. El uso del suelo se

relaciona con los servicios que proporciona la cobertura vegetal al ser humano, vinculándose a las actividades socioeconómicas que se ejecutan en una determinada área.

4.1.4. Degradación del suelo

La degradación del suelo se refiere a un cambio en su salud, resultando como una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios. Los suelos degradados no proporcionan sus funciones normales. Las definiciones de degradación, según Land Degradation Assessment in Drylands (LADA), son clave para entender estos procesos complejos. Aunque la erosión, que implica la pérdida de la capa superficial y nutrientes, es uno de los aspectos más visibles de la degradación que a menudo se agrava con malas prácticas de manejo (FAO 2024)

Según FAO (2024) la degradación de la tierra abarca más que solo la erosión y degradación del suelo, incluyendo todos los cambios negativos que afectan la capacidad del ecosistema para proporcionar bienes y servicios biológicos, hídricos, sociales y económicos. La desertificación se refiere a la degradación en tierras áridas o al cambio irreversible del suelo, prevenir se centra en la conservación para mantener los recursos naturales productivos, mientras que la mitigación busca reducir la degradación en curso con resultados a corto y mediano plazo.

Finalmente, la remediación se aplica cuando la tierra está tan degradada que requiere inversiones a largo plazo y más costosas para recuperar alguna funcionalidad productiva. Por ende, estas medidas son importantes para la gestión sostenible de los suelos y la preservación del ecosistema.

4.2. Usos del suelo y su importancia

De acuerdo con FAO (2020) los suelos sanos son necesarios para satisfacer las necesidades de alimentos, energía y otros productos, y son fundamentales para los ciclos del agua, aire y nutrientes. Sus funciones dependen de sus propiedades químicas, biológicas y físicas. Además, los suelos albergan una rica biodiversidad, que incluye microorganismos y diversas

especies, y esta biodiversidad apoya las funciones del suelo y los servicios ecosistémicos que proporciona.

Cárdenas Astudillo y Vélez Mera (2024) expresan que: “el uso del suelo es la utilización, arreglos o cambios que realizan los seres humanos sobre el suelo tangible, involucrando la gestión y transformación del suelo aprovechando sus recursos, realizando asentamientos poblacionales, hábitats seminaturales entre otros usos, es decir, las diferentes formas o funciones empleadas en un terreno y su cobertura vegetal y los cambios del suelo son de gran importancia para el desarrollo económico y social, en pocas palabras el uso de suelo (Tabla 1) se refiere a la cobertura desarrollada por el hombre”.

Tabla 1. Usos del suelo

Usos del suelo	Tipo
Agrícola	Cultivos anuales
	Cultivos semipermanentes
	Cultivos permanentes
Pecuario	Pasto cultivado
	Vegetación arbustiva (pastoreo)
	Vegetación herbácea (pastoreo)
Agroforestal	Pasto cultivado con presencia de árboles
Forestal	Plantación Forestal (producción)
	Vegetación Forestal (conservación-producción)
Conservación y/o protección	Bosque nativo
	Paramos
	PANE*
	Vegetación Arbustiva (conservación)
	Vegetación herbácea (conservación)

*PANE: Patrimonio de Áreas Naturales del Estado

Fuente: Componente 2: Geopedología y Amenazas Geológicas. CLIRSEN, 2010. Modificado por SIGTIERRAS, Darwin Sánchez, 2017.

Además, el uso del suelo permite que el territorio sea caracterizado según su uso actual y futuro, planificado con propósito funcional o socioeconómico (residencial, industrial, comercial, agricultura, forestería y recreacional) (ICF 2019).

Los diferentes usos del suelo en el desarrollo sostenible juegan un papel importante en la agricultura, la ganadería y la silvicultura, manteniendo la economía rural y la salud del medio ambiente. Según Cárdenas Astudillo y Vélez Mera (2024), el suelo es la base de la producción alimentaria y el sector pecuario tiene enfoque en la cría de animales para la alimentación. Además, el sistema agroforestal, que combina cultivos agrícolas con árboles, fomenta la sostenibilidad y genera productos variados, como madera y forraje. El uso forestal del suelo provee recursos maderables y contribuye a la protección de cuencas hidrográficas y la captura de CO₂. Finalmente, la conservación y protección del suelo asegura los servicios ecosistémicos, promueve un manejo responsable y sustentable de este recurso vital.

En Olancho, Honduras, los usos predominantes del suelo incluyen la agricultura, el pastoreo (pecuario), la agroforestería que forma parte del tipo de uso agroforestal y la conservación y protección ya que esta región cuenta con diferentes áreas protegidas. Estos reflejan la variedad de actividades económicas y ambientales que sustentan el desarrollo del lugar desde la producción de alimentos hasta la protección y conservación de los recursos naturales (ICF 2023).

Dentro de la agricultura de laderas los distintos usos de suelo juegan un papel importante, estas prácticas influyen en la sostenibilidad del suelo al prevenir la erosión, mejorar la retención de agua y aumentar la fertilidad (Buckles *et al.* 1999). Según Lagos (2013), la implementación de cultivos de cobertura, como el maíz y el frijol su siembra se hace generalmente con prácticas tradicionales de milpas en laderas (por lo general áreas que ha sido deforestadas y quemadas) demostrando ser efectivas en la conservación del suelo y en la mejora de su productividad.

4.3. Sistemas de clasificación de suelos por capacidad de uso

La clasificación de los suelos según su capacidad de uso es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos. Este ordenamiento proporciona una información básica que muestra la problemática de los suelos bajo los aspectos de limitaciones de uso, necesidades y prácticas de manejo que requieren y también suministra elementos de juicio necesarios para la formulación y programación de planes integrales de desarrollo agrícola (Gobierno de Panamá s. f.).

La agrupación de los suelos en Clases (Clase, Subclase y Unidades) de Capacidad de Uso, es una ordenación de los suelos existentes, para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos; además, indica las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos. Está basado en la capacidad de la tierra para producir, señalando las limitaciones naturales de los suelos (Encalada 2020).

El sistema de clasificación de tierras estructurado en tres niveles (Bolaños *et al.* s. f.):

1. Clases de Capacidad de Uso: Corresponde a grupos de tierras que presentan condiciones similares en el grado relativo de limitaciones y riesgo de deterioro para su uso en forma sostenible.
2. Subclases de Capacidad de Uso: Las subclases son grupos de tierras dentro de una clase que tienen limitaciones del mismo tipo.
3. Unidades de Manejo: Subdivisión de las Subclases que indican las limitaciones dentro de un mismo grupo muy homogéneas en sus condiciones.

Esta clasificación se han utilizado en distintas zonas del país a nivel de investigación por lo que proporcionan información valiosa, uno de los casos se encuentra en Tomalá, Lempira donde se llevó a cabo la Caracterización de los sistemas de producción de cultivos y determinación de la capacidad de uso de los suelos por Ramírez Nuñez (2012) donde generó mucha información cartográfica del lugar; otro caso se encuentra a nivel de microcuenca como la Caracterización de parámetros morfométricos y capacidad de uso de suelo de la microcuenca Quebrada Pelo de Conejo, Cerro del Vija por Cantarero Pérez (2018).

4.3.1. Características generales de los suelos de las regiones tropicales

Los suelos tropicales son variados y complejos, debido a cómo el clima, la vegetación y el relieve de cada zona influyen en ellos. Su manera de formarse es impulsada por mucha actividad biológica, así como procesos químicos que les otorgan características únicas según el ecosistema en que se encuentran (Sánchez 1981). Estos suelos tienen una temperatura constante, con variaciones menores a 6 °C entre estaciones, por eso los clasifica en regímenes “iso”. En cuanto a la humedad, pueden mantener su humedad y cambiar en periodos húmedos y secos o experimentar sequías prolongadas, dependiendo de los patrones de precipitación de cada región.

Sánchez (1981) señalan que la fertilidad de los suelos tropicales suele ser baja por el lavado de nutrientes provocado por lluvias intensas y altas temperaturas. Esto sugiere prácticas agrícolas específicas para mejorar su productividad. Además, su acidez puede afectar la disponibilidad de nutrientes esenciales como fósforo y aumentar la toxicidad del aluminio, esto impacta negativamente en la salud de las plantas. Aunque la materia orgánica se descompone rápidamente en climas cálidos y húmedos, los suelos tropicales tienden a tener niveles bajos de esta, lo que es crítico para la retención de agua y el suministro de nutrientes también son altamente vulnerables a la erosión, un problema que se agrava por el uso agrícola inadecuado.

4.3.2 Clasificación de suelos según sistemas internacionales y su relevancia en Latinoamérica.

Los primeros sistemas de clasificación de suelos eran muy simples y prácticos, sin embargo, al aumentar el desarrollo de la agricultura, los conocimientos sobre los suelos como conjuntos de cuerpos naturales independientes permitieron la diversidad y la complejidad de los usos de los suelos, haciendo que su clasificación fuera más científica y organizada (Ramírez Núñez 2012).

Los sistemas de clasificación de suelos fueron también desarrollados para otros fines como: la taxonomía de suelos para la interpretación de inventario de suelos, la leyenda revisada de la FAO para su distribución global y geográfica WRB para facilitar correlaciones entre diferentes sistemas de clasificación de suelos.

La clasificación de los suelos según su capacidad de uso es un sistema práctico e interpretativo basado en la capacidad natural del suelo para producir de manera continua bajo tratamientos y usos específicos (Álvarez Salinas y Martínez León 2019). Este proporciona información clave que resalta las limitaciones, potencialidades, necesidades y prácticas de manejo del suelo, y sirve como base para la planificación y programación de planes integrales de desarrollo agrícola.

En el ámbito de tierras marginales, la Clasificación por Capacidad de Uso del Suelo del USDA es especialmente pertinente. Este sistema clasifica los suelos en ocho categorías según su capacidad de uso, desde suelos que no tienen limitaciones significativas para el cultivo hasta aquellos que solo pueden soportar vegetación natural debido a severas restricciones. Esta clasificación es esencial para identificar las limitaciones de las tierras marginales y determinar las prácticas de manejo necesarias para mejorar su uso sostenible. Las tierras marginales, a menudo con limitaciones como baja fertilidad, drenaje deficiente o pendiente pronunciada, requieren estrategias de manejo específicas para maximizar su productividad sin comprometer su sostenibilidad (Álvarez Salinas y Martínez León 2019).

El sistema fue inicialmente presentado por Ted C. Sheng en Jamaica, como parte de un proyecto de la FAO a principios de los años setenta. Posteriormente, Sheng adaptó este sistema para El Salvador en los años siguientes (Ramírez Núñez 2012). En 1977, Tage Michaelsen, un experto de la FAO que trabajó junto a Sheng en Jamaica y El Salvador, llevó la metodología adaptada a Honduras, en el marco del primer proyecto de cuencas en el país. Desde entonces, ha experimentado diversas modificaciones para ajustarse a las necesidades locales.

4.3.3. Factores que determinan la capacidad de uso de suelo según Sheng y Michaelsen

Entre los factores considerados determinantes se encuentran la profundidad efectiva del suelo y la pendiente del terreno, variando en sus rangos según las diferentes regiones del país (INAB 1999).

Según (Watler 2021), los factores que determinan la capacidad de uso del suelo incluyen:

a. Pendiente

La pendiente de un terreno se expresa como el grado de inclinación o sea una relación entre las distancias vertical y horizontal de dos puntos en términos porcentuales (**Anexo 1**). Para estudios a nivel de detalle o superiores, la pendiente debe tener una mayor consideración en el microrelieve, por lo que la frecuencia de su medición debe ser mayor, pues afecta labores de labranza y movimiento del agua sobre el suelo (Gómez Giráldez *et al.* 2016).

b. Profundidad efectiva

Se define como la profundidad efectiva al espesor de las capas del suelo y subsuelo en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad, en busca de agua, nutrimentos y sostén (**Anexo 2**).

Su límite inferior está definido por capas u horizontes compactos que impiden el desarrollo de las raíces, como arcillas muy densas y compactas, horizontes cementados, compactos (panes endurecidos), estratos rocosos o pedregosos continuos, nivel freático asociado con gleización, horizontes con concentraciones tóxicas de algún elemento (Cu, Mn, Na).

Cuadro 1. Clasificación de los suelos según Sheng y Michaelsen.

(Melle 1984)

Pendiente Profundidad	0-12%	12-30%	30-50%	50-60%	>60%
> 90 cm	C ₁	C ₂	C ₃	A	F
50-90 cm	C ₁	C ₂	C ₃	A/F	F
20-50 cm	C ₁	C ₂ /P	P	F	F
< 20 cm	C ₁ /P	P	P	F	F

Representación:

C₁: Tierras cultivable en limpio sin necesidad de prácticas mecánicas de conservación de suelos.

C₂: Tierras cultivable con cultivos anuales con medidas intensivas de conservación de suelos.

C₃: Tierras cultivable a mano con medidas intensivas de conservación de Suelos.

P: Pastos.

A: Árboles frutales con medidas intensivas de Conservación de suelos.

F: Forestal.

Descripciones de ambos parámetros (Ramírez Nuñez 2012).

a) Descripción de la pendiente (%)

0-12%: Plano o suavemente ondulante

Tierras cultivables en limpio sin prácticas mecánicas de conservación de suelos o aplicando medidas sencillas tales como las barreras vegetativas, barreras de piedras, bordas de tierras y en unidades grandes, terrazas de base ancha, de camellón, etc.

12-30%: Moderadamente ondulante

Tierras cultivables con cultivos anuales mediante el sistema de terrazas de banco y. para cultivos semipermanentes con acequias de ladera. Terrazas individuales, hexágonos. La mecanización es posible tanto en la construcción de las obras de conservación como en el manejo de los cultivos.

30-50%: Fuertemente Ondulante

Tierras cultivables mediante la utilización del sistema de acequias de ladera y terrazas individuales con cultivos perennes. Para unidades pequeñas (minifundios) es posible realizar cultivos anuales con terrazas de banco. En la gran mayoría de los casos, los trabajos de construcción de las obras de conservación, así como en el manejo de los cultivos se harán a mano.

50-60%: Muy fuertemente ondulante

Tierras para cultivos permanentes con el ecosistema de terrazas de huerto. Todas las actividades a mano.

> 60%: Empinado

Cobertura forestal, suelos con vocación forestal.

b) Descripción de la profundidad

La profundidad del suelo se mantiene como la profundidad efectiva, o toda la capa meteorizada sin tomar en cuenta horizontes desarrollados o que no están en ella.

< 20 cm: Muy poco profundo; en este caso solo puede realizarse el cultivo en limpio en tierras casi a nivel o tierras planas.

20-50 cm: Poco profundo; este solo puede cultivarse con tratamientos mecánicos de conservación en las pendientes con menos de 30% de pendiente.

50-90 cm: Moderadamente profundo; tierras para realizar terrazas de 2m de ancho en una pendiente de 50%, haciendo un corte de aproximadamente 90 cm de profundidad.

>90 cm: La profundidad no presenta un factor limitante. En el caso de Honduras especialmente en la zona montañosa central, este si es un factor muy limitante.

4.4. Zonificación

La zonificación es un proceso de planificación basado en el principio de descentralización de territorios, considerando los recursos y cualidades diferenciadas de cada zona. Puebla y Gould (1994) expresa que, en muchos pueblos latinoamericanos la zonificación ha evolucionado desde la organización de comunas hacia divisiones más específicas como parroquias, cantones y provincias. En Ecuador, por ejemplo, las regiones se segmentan principalmente por el clima, según los Planes de Ordenamiento y Administración Territorial (POAT) que promueven la creación de nuevos sistemas de división para un crecimiento sostenible.

Niveles de zonificación se dividen en macrozonificación, mesozonificación y microzonificación. La macrozonificación abarca estudios nacionales o regionales con una escala de 1:250,000. La mesozonificación se utiliza para áreas más pequeñas como cuencas, con una escala de 1:100,000. La microzonificación, con una escala de 1:25,000, se enfoca en aspectos locales y específicos como una subcuenca o en este caso una comunidad (Puebla y Gould 1994).

La zonificación territorial comunal (ZTC) de San Pedro de Pichanaz, donde se encuentra la etnia Yanesha, se realizó como una herramienta para planificar el uso sostenible del territorio. Este proceso involucró talleres participativos en tres sectores de la comunidad (Pichanaz, San Francisco y Azulis) para recopilar información sobre historia, problemas y recursos locales. A través de mapas temáticos, se identificaron zonas de protección, reserva, uso múltiple y áreas poblacionales, considerando las características ecológicas, socioeconómicas y culturales. La ZTC buscó el equilibrio entre la conservación de los recursos naturales y las actividades económicas tradicionales como la agricultura, el ecoturismo, fortaleciendo la identidad cultural y promoviendo prácticas sostenibles para el beneficio de las generaciones futuras (Gómez 2024).

4.4.1. Métodos de zonificación ambiental y productiva

Los métodos de zonificación son herramientas utilizadas para dividir y organizar el territorio en distintas áreas de acuerdo con criterios específicos. Esto deja una planificación más segura y sostenible del uso del suelo (Berke 2006). Entre las categorías más importantes se encuentra la zonificación urbana, que se clasifica en áreas residenciales, comerciales, industriales y mixtas, asignando áreas concretas para viviendas, negocios, fábricas y combinaciones de estos usos. Otra categoría significativa es la zonificación agroecológica, que se centra en evaluar la aptitud del suelo para distintos tipos de cultivos y prácticas agrícolas sostenibles, así como en el manejo adecuado del agua y la conservación ambiental, esta forma es crucial para garantizar que las actividades agrícolas se realicen de manera que respeten y protejan los recursos naturales.

4.5. Zonificación Ambiental

La zonificación ambiental es igualmente crucial ya que identifica y protege áreas que son vitales para la biodiversidad y la ecología, incluyendo áreas protegidas y regiones con altos riesgos de desastres naturales (Leyes de Zonificación 2024). Por ejemplo, las zonas propensas a inundaciones o deslizamientos de tierra son gestionadas para minimizar los impactos negativos en la población y el medio ambiente. Además, la zonificación económica asigna áreas para el desarrollo de actividades económicas específicas, como zonas industriales o comerciales, así como para la infraestructura necesaria para sostener estas actividades, incluyendo carreteras, puertos y aeropuertos.

La zonificación social tiene como objetivo asegurar que las comunidades tengan acceso a servicios esenciales como hospitales, escuelas y áreas recreativas, mejorando la calidad de vida de los residentes. También se incluyen áreas para viviendas asequibles, apoyando así una distribución equitativa de recursos y oportunidades. Por último, la zonificación turística identifica áreas con potencial para el desarrollo de actividades turísticas, promoviendo el uso sostenible y beneficioso de los recursos naturales y culturales.

4.5.1. Modelos de zonificación ambiental en áreas rurales y aplicación en áreas productivas

Los modelos de zonificación ambiental son instrumentos de planificación territorial que segmentan un territorio en áreas específicas considerando sus características ambientales, ecológicas y socioeconómicas. Su propósito es determinar las zonas más aptas para ciertas actividades o proyectos, así como identificar aquellas que necesitan mayor protección debido a su relevancia ecológica o sensibilidad (Barrantes Sotela 2018).

Estos modelos se desarrollan a partir de la recopilación y el análisis de datos geoespaciales, evaluando factores como la biodiversidad, la calidad del suelo, la disponibilidad de recursos hídricos y la capacidad de carga de los ecosistemas (Barrantes Sotela 2018). Además, se utilizan como una estrategia para reducir los impactos ambientales y promover el uso sostenible de los recursos naturales.

4.5.2. Métodos de zonificación: análisis espacial, uso de SIG, y criterios de sostenibilidad

El análisis geoespacial consiste en interpretar y modelar datos de sistemas de información geográfica (SIG) utilizando software especializado, abarcando desde la recopilación de datos hasta la generación de resultados aplicables. Este proceso puede presentar diferentes niveles de complejidad, que van desde la visualización básica de información hasta análisis más exhaustivos (Kogut 2024). Se compone de cinco etapas: establecer objetivos, preparar los datos, elegir las herramientas adecuadas, llevar a cabo el análisis y evaluar los resultados obtenidos. Entre los ejemplos más comunes se encuentran la medición de distancias, la planificación de rutas y la correlación de objetos o lugares según su ubicación geográfica, ya sea actual o histórica.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de programas, equipos, metodologías, datos y usuarios integrados para recolectar, almacenar, procesar y analizar datos georreferenciados, permitiendo la producción de información derivada. Una característica clave que diferencia los SIG de otros métodos cartográficos es la creación de una base de datos georreferenciada, que facilita la combinación de información sobre un mapa. Esto permite relacionar datos formados por letras y números con ubicaciones geográficas específicas, utilizando capas que contienen diferentes tipos de información. Los SIG manejan grandes volúmenes de datos actualizables y utilizan modelos vectoriales y ráster para representar la información. La elección del modelo depende de la naturaleza de los datos y los objetivos específicos del análisis geográfico (Gatti *et al.* 2011).

Su uso se extiende a la administración pública, el sector privado y la investigación académica, facilitando tareas como el desarrollo de inventarios de usos del suelo, planificación urbana y análisis de geomarketing. Entre los softwares más utilizados destacan ArcGIS, QGIS y MapInfo, siendo ArcGIS especialmente valorado para la creación de cartografía detallada y análisis espacial. ArcGIS se distingue por su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos y ofrecer herramientas avanzadas para la representación topológica y la elaboración de mapas, convirtiéndolo en una elección preferida para proyectos de cartografía y análisis geográfico.

El enfoque de criterios sostenibles se refiere a un proceso adaptable y en constante cambio que permite identificar diversas opciones para el uso sostenible de un territorio específico. Esto se basa en la evaluación de las capacidades y limitaciones del área, teniendo en cuenta criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales (FAO 2024).

4.5.3. Beneficios de la zonificación ambiental y el desarrollo rural sostenible

La zonificación ambiental inicia el uso adecuado del territorio mediante la identificación de áreas específicas para la conservación, producción agrícola y actividades económicas sostenibles, como el ecoturismo. Esto contribuye a proteger los recursos naturales esenciales mientras se fomenta el desarrollo económico sostenible y equilibrado.

Además, este proceso integra conocimientos tradicionales con enfoques modernos, fortaleciendo la identidad cultural de las comunidades y promoviendo un sentido de responsabilidad colectiva hacia la conservación ambiental y el uso sostenible del territorio.

Entre los beneficios específicos destacan la diversificación de actividades económicas y la conservación de ecosistemas claves que brindan servicios ambientales esenciales. También se fomenta la capacitación técnica de las comunidades, fortaleciendo su capacidad de gestión autónoma y asegurando la sostenibilidad a largo plazo (Gómez 2024). Estos esfuerzos mejoran la calidad de vida de los habitantes, impulsan economías locales sostenibles y contribuyen a un desarrollo en armonía con el entorno natural y cultural.

4.6. Características del uso del suelo en Catacamas y la región de Olancho

Olancho cuenta con tierras en términos de clasificación agronómica, para el aprovechamiento agropecuario, especialmente en los valles de Lepaguare, Catacamas, Azacualpa y Agalta. Este aprovechamiento es esencialmente ganadero, pero tiene un gran potencial para el riego (hortalizas) de cucurbitáceas (sandía y melón) de mayor valor agregado Quiel y Pineda (2010) citado por (Lagos 2013).

4.6.1. Características físicas-químicas

a) Textura

Es la distribución de las partículas del suelo, expresada en porcentaje. Estas partículas son: la arena (2 - 0.02 mm), el limo (0.02 - 0.002 mm) y la arcilla (0.002). Esta característica influye sobre la velocidad de infiltración del agua, la facilidad de preparación o laboreo del suelo, el drenaje, etc. (Ramírez Carvajal 1997).

b) Materia Orgánica

“La materia orgánica (MO) del suelo es un elemento clave para mantener la productividad de los agro sistemas”, (Galantini *et al.* 2017). Según (FAO 2012), la materia orgánica se refiere a todo el material de origen vegetal o animal que este descompuesto, parcialmente descompuesto y sin descomposición.

c) pH

Para Ramírez Carvajal (1997) el pH es una de las propiedades físico-químicas más importante de los suelos, esta influye en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, afectando su solubilidad y la actividad de los microorganismos encargados de la mineralización de la materia orgánica. Además, regula la concentración de iones tóxicos y otras propiedades clave que impactan directamente a la fertilidad del suelo.

4.6.2. Actividades agrícolas predominantes y su impacto en los suelos y el medio ambiente

Según Quiel y Pineda (2010) citado por (Lagos 2013) las principales actividades económicas del departamento se derivan de los rubros tradicionales como: agricultura (granos básicos y café) y la ganadería. Estas actividades tienen un impacto significativo en los suelos y el medio ambiente. La agricultura intensiva especialmente de monocultivos como maíz y frijol lleva a la degradación de suelo debido a la pérdida de nutrientes y la erosión. Además, el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas tradicionales contamina el suelo, también los cuerpos de agua cercanos. La ganadería por otro lado contribuye a la compactación del suelo y la deforestación, aumentando el riesgo de erosión y pérdida de biodiversidad. Sin embargo, la implementación de prácticas sostenibles como la agroforestería y los cultivos de cobertura puede mitigar estos efectos negativos y promover la conservación del suelo y la salud del ecosistema.

4.6.3. Problemática de degradación y uso inadecuado del suelo en la región

Por otro lado, el uso insostenible del suelo ha sido uno de los principales factores de degradación ambiental en la comunidad de La Flor del Café. La deforestación para la expansión agrícola y la ganadería ha reducido la capacidad del suelo para retener nutrientes y ha incrementado los riesgos de erosión. A largo plazo, estas prácticas podrían amenazar la sostenibilidad del territorio y la calidad de vida de sus habitantes (Reyes Sandoval 2022). Para mitigar estos problemas, es esencial adoptar un enfoque integral que combine la restauración ecológica, el manejo sostenible de suelos y la educación ambiental. Iniciativas como la reforestación de áreas degradadas y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles pueden mejorar la productividad sin comprometer el equilibrio ecológico.

En términos generales, la comunidad de La Flor del Café muestra un gran potencial gracias a la riqueza de sus recursos naturales y el compromiso de instituciones locales y nacionales. Sin embargo, es clave fomentar la participación activa de la comunidad en la protección de sus recursos y en la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles. La implementación de estrategias de ordenamiento territorial, zonificación agroecológica y manejo sostenible de recursos es esencial para garantizar el equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación ambiental. Con una estrategia integrada, la comunidad de La Flor del Café puede convertirse en un modelo de desarrollo rural equilibrado más resiliente (Reyes Sandoval 2022).

V. MATERIALES Y MÉTODO

5.1. Ubicación del Área de Estudio

El área de estudio corresponde a la Comunidad La Flor del Café con una extensión de 404 ha, ubicada en la zona media alta de la microcuenca del Río Talgua, dentro del municipio de Catacamas, Olancho, formando parte de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sierra de Agalta. Según la clasificación de Köppen-Geiger, Catacamas presenta un clima de sabana con invierno seco (Aw), con una temperatura media anual de 25.8 °C y una precipitación anual aproximada de 1,032 mm (Weather Spark s. f.).

La comunidad basa su economía en la agricultura, principalmente en el cultivo de granos básicos y café, aunque enfrenta limitaciones derivadas de la erosión del suelo y la deforestación, que han reducido su fertilidad y capacidad de retención de nutrientes. La presencia de suelos superficiales y pendientes pronunciadas incrementa la vulnerabilidad a procesos de degradación, como la erosión y los deslizamientos, lo que condiciona el uso del suelo y evidencia la necesidad de un manejo sostenible del territorio.

En este sentido, resulta fundamental la implementación de una zonificación agroecológica que permita ordenar el territorio según su aptitud para la producción agrícola, la conservación forestal y la protección de fuentes hídricas. De esta manera, las áreas con menor pendiente y mayor fertilidad pueden destinarse al cultivo de granos básicos y café, mientras que las zonas más frágiles deben reservarse para la conservación, completándose con sistemas agroforestales en áreas intermedias, que favorezcan tanto la producción como la estabilidad ecológica de la microcuenca (Reyes Sandoval 2022).

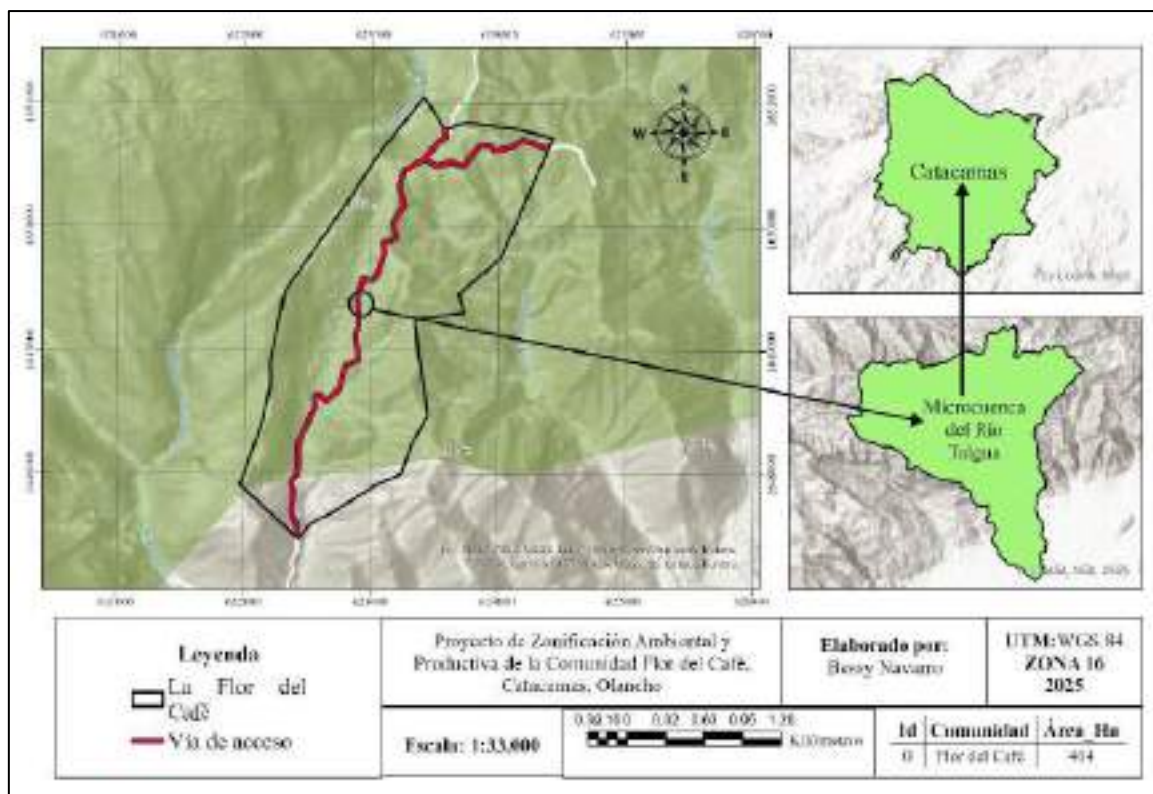


Figura 1. Mapa de Ubicación de la Comunidad La Flor del Café.

Se mencionó que la comunidad figura como un punto de caserío en el archivo de cartografía básica del país, lo que implicaba la ausencia de una delimitación específica **Anexo 11**. Desde el enfoque socioeconómico, la principal actividad es la siembra de granos básicos como maíz, frijoles, y en menor escala el cultivo de café, favorecido por las condiciones climáticas y topográficas, así como la implementación reciente del cultivo de cacao. Sin embargo, la comunidad enfrenta desafíos en el uso del suelo, ya que al encontrarse en una zona de ladera aumenta el riesgo de erosión y se limitan las opciones de uso sostenible del territorio.

5.2. Materiales y equipo

Para la toma y análisis de muestras de suelos se utilizó GPS para la localización de puntos de muestreo, cinta métrica y barreno de suelo para la extracción a diferentes profundidades, bolsas plásticas para almacenar las muestras, el equipo básico de campo como libreta y hojas de registro. Además, se hizo uso de equipo del laboratorio específico para análisis fisicoquímicos así como una computadora con software ArcGIS PRO para el procesamiento

de datos geoespaciales. El acceso al sitio en algunas ocasiones se realizó en motocicleta debido a la dificultad del terreno.

5.3. Enfoque Metodológico

La metodología ejecutada fue de carácter mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas. Esto permitió abordar las distintas preguntas de investigación de manera integral.

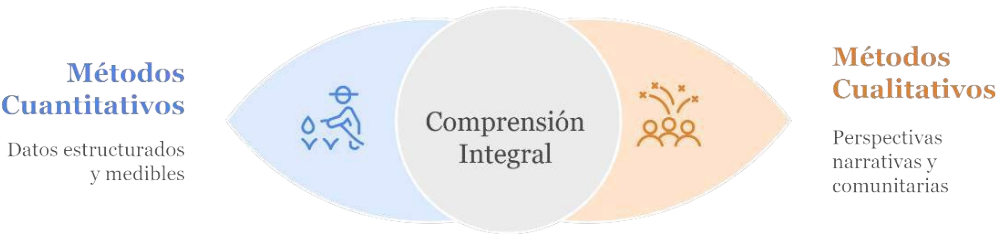


Figura 2. Diagrama de Enfoque metodológico.

Este enfoque permitió recopilar y analizar datos tanto numéricos como descriptivos, enriqueciendo la interpretación de los resultados.

5.4. Procedimiento metodológico

La estrategia metodológica que orientó esta investigación se divide en cuatro fases, cada una se desglosa en pasos específicos. Esta organización permitió que el proceso metodológico este alineado con los objetivos planteados facilitando la obtención de resultados significativos.



Figura 3 Diagrama del Procedimiento Metodológico.

Primera Fase

5.5.1. Diagnóstico de la capacidad de uso del suelo

En esta fase se realizó un diagnóstico preliminar que permita identificar las características físicas, químicas y socioeconómicas del área de estudio, enfocándose en las propiedades del suelo.

Para ello:

1. Levantamiento de información preliminar: Partiendo de recopilar información diversa mediante la socialización con los habitantes de la comunidad (**Anexo 3**), se obtuvo datos climáticos, topográficos y relacionados con el uso actual del suelo. Adicionalmente, se emplearon fuentes secundarias y herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) para generar un mapa base que facilitó la delimitación de la comunidad y la selección de puntos de muestreo (**Anexo 4**).
2. Muestreo de suelo: Se llevó a cabo un muestreo sistemático con enfoque aleatorio, en el que los puntos de muestreo se definieron una vez delimitada la comunidad. La selección se realizó por zonas, utilizando una cuadrícula generada en el software ArcGIS Pro, lo que permitió una distribución equitativa y representativa. En cada punto, se recolectó muestras a profundidad (0-20 cm) para analizar las características de los horizontes superficiales.
3. Análisis fisicoquímico: Las muestras recolectadas fueron trasladadas al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Agricultura, donde se analizó textura, pH, MO (%) (**Anexo 5**). Estos análisis proporcionaron información esencial para clasificar el suelo según su capacidad de uso.

Segunda Fase

5.5.2. Clasificación del suelo según su capacidad de uso

En esta fase, se clasificó los suelos de la comunidad de acuerdo con el sistema de Sheng y Michaelson, utilizando los resultados obtenidos de la pendiente y la profundidad del territorio.

1. Clasificación de suelos: se aplicaron los criterios del sistema de Sheng y Michaelson, evaluando las limitaciones físicas del suelo, como profundidad efectiva y pendiente, para categorizar el suelo en clases de capacidad de uso. Esto permitió identificar áreas óptimas para mayor uso intensivo en actividades agrícolas, forestales o de conservación.
2. Generación de mapas temáticos: Utilizando el software ArcGIS Pro, se creó mapas temáticos que muestran las diferentes categorías de capacidad de uso, facilitando la visualización clara de las potencialidades y limitaciones del territorio (**Anexo 6**).

Tercera Fase

5.5.3. Zonificación ambiental y productiva

En esta fase el objetivo fue desarrollar una propuesta de zonificación territorial basada en las características del suelo.

1. Elaboración de mapa de zonificación: a partir de los datos obtenidos en las fases anteriores, se generó el mapa que delimita áreas aptas para actividades agrícolas, forestales, de conservación y otras.
2. Consulta comunitaria: mediante la toma de puntos para la delimitación de la comunidad se realizó visitas a 39 casas de habitantes en la comunidad donde por medio de entrevistas se recolectó información y se comentó la relevancia del trabajo sobre prácticas agrícolas en una socialización general, la percepción de riesgos ambientales y prioridades para el desarrollo sostenible.

Cuarta Fase

5.5.4. Propuesta de manejo sostenible del territorio

La fase final integra los resultados de las fases previas para proponer estrategias sostenibles de manejo del territorio, alineadas con las capacidades del suelo y las necesidades de la comunidad.

1. Desarrollo de estrategias sostenibles: Se formularon estrategias que promuevan la conservación del agua, la biodiversidad y el manejo integrado el territorio. Además, se consideraron factores socioeconómicos para proponer medidas viables que fomenten la adopción por parte de los habitantes.
2. Documento final: Se presentó un documento final con la propuesta de zonificación y las estrategias de manejo sostenible, asegurando su funcionalidad y aceptación por parte de la comunidad.

VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Esta sección reúne el análisis realizado en la comunidad de La Flor del Café permitiendo obtener una visión integral de las condiciones biofísicas, el uso actual del territorio y las principales limitantes para su aprovechamiento productivo. A partir de la información generada en campo y en laboratorio, complementada con el procesamiento de datos geoespaciales, se identificaron patrones de distribución de los puntos de muestreo, propiedades físico-químicas del suelo, factores que determinan su aptitud según la metodología Sheng y Michaelsen lo que es capacidad de uso, uso actual, conflictos, y propuesta de zonificación. Estos resultados constituyen la base para comprender la relación entre las características del terreno, las prácticas productivas implementadas y su grado de sostenibilidad, así como para proponer estrategias de manejo que favorezcan el equilibrio entre la producción y la conservación de los recursos naturales.

6.1. Ubicación de Puntos de muestreo

La selección de los 15 puntos de muestreo en la comunidad de La Flor del Café (**Anexo 12**) se realizó mediante una grilla de 500 metros, lo que permitió abarcar de forma representativa los diferentes escenarios de uso de suelo. Estos puntos se localizan principalmente en potreros con pasto, cafetales, cacaotales y, en menor proporción, en áreas destinadas a cultivo de maíz y frijol (**Anexo 7**).

En la **Figura 4** se muestran los puntos de ubicación espacial donde se recolectaron las muestras de suelo, posteriormente enviadas al laboratorio para el análisis de sus propiedades físico-químicas.

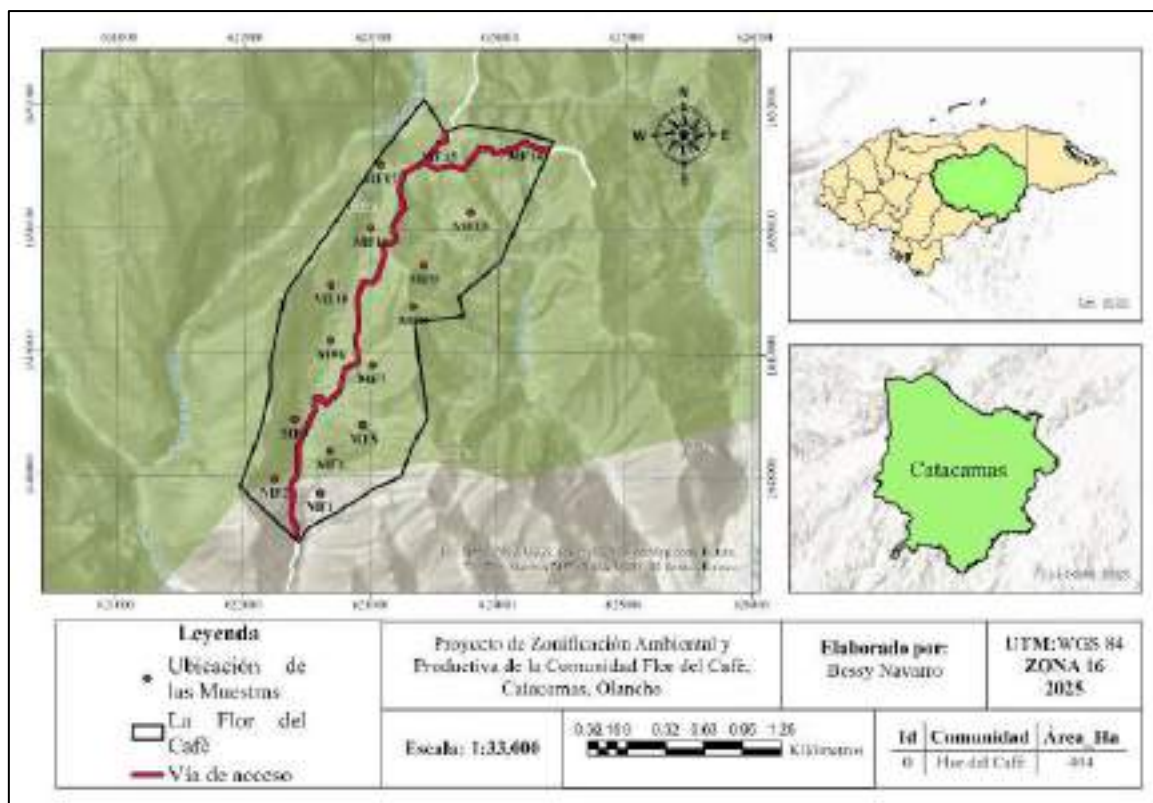


Figura 4. Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo en la Comunidad La Flor del Café.

Esto refleja el uso actual del suelo en la zona, en donde predominan los sistemas pecuarios, parcelas para cultivos de frijol, maíz y el café, cacao bajo sombra, una tendencia común en áreas de ladera con pendientes pronunciadas y limitaciones de profundidad efectiva según Ramírez Nuñez (2012). Estudios similares en comunidades de terreno accidentado en Honduras han evidenciado que la distribución de puntos de muestreo en diversos sistemas productivos permite obtener un diagnóstico más integral de la calidad del suelo (Cantarero Pérez 2018).

6.2. Propiedades físico-químicas del suelo

Algunas características del suelo como textura, pH y contenido de materia orgánica son fundamentales para determinar la fertilidad del suelo ya que influyen en la disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes. Por tal razón se definieron como esenciales para determinar la calidad del suelo.

La **Tabla 2** resume los principales rangos y proporciones, de las propiedades físico-químicas del suelo evaluadas, junto con su interpretación agronómica y recomendaciones de manejo. Está reduce de manera clara las condiciones del suelo determinadas por su pH, contenido de materia orgánica y textura que predominan en la comunidad, proporcionando una base cuantitativa para orientar el manejo localizado del suelo. Observando que destacan los suelos Franco arcillosos, el pH neutro y suelos pobres en cuanto a contenido de materia orgánica.

Tabla 2. Propiedades físico-químicas del suelo, Comunidad de La Flor del Café, Catacamas, Olancho.

Propiedad	Rango/Clase encontrada	% del área estimada	Condición agronómica	Recomendaciones de manejo
Textura	Franco arcilloso	45.00%	Alta retención de agua, riesgo de compactación	Cobertura vegetal
	Franco arenoso	35.00%	Buen drenaje, riesgo de lixiviación	Mayor fertilización y MO
	Arenoso franco	20.00%	Alta permeabilidad, baja retención	Riego frecuente, aporte de MO
pH	Moderadamente ácido (≤ 6.0)	20.00%	Limita disponibilidad de P y cationes	Aplicar encalado, uso de abonos orgánicos
	Neutro (6.6 – 7.3)	53.30%	Óptimo para la mayoría de cultivos	Mantener manejo actual
	Ligeramente alcalino (> 7.3)	26.60%	Puede reducir disponibilidad de micronutrientes	Uso de fertilizantes acidificantes
Materia orgánica (%)	Pobre (< 3 %)	40.00%	Baja fertilidad y retención de agua	Incorporar compost, abonos verdes
	Media (3 – 6 %)	35.00%	Condición aceptable	Mantener aportes orgánicos
	Alta (> 6 %)	25.00%	Buena fertilidad y estructura	Manejo conservacionista

La representación espacial de los valores de pH, determinada según la escala presentada en la **Figura 5** y aceptada por la FAO, evidencia que en la comunidad predomina un pH ligeramente ácido con tendencia a neutro, lo que indica que esta condición no representa una limitante para el establecimiento de cultivos.

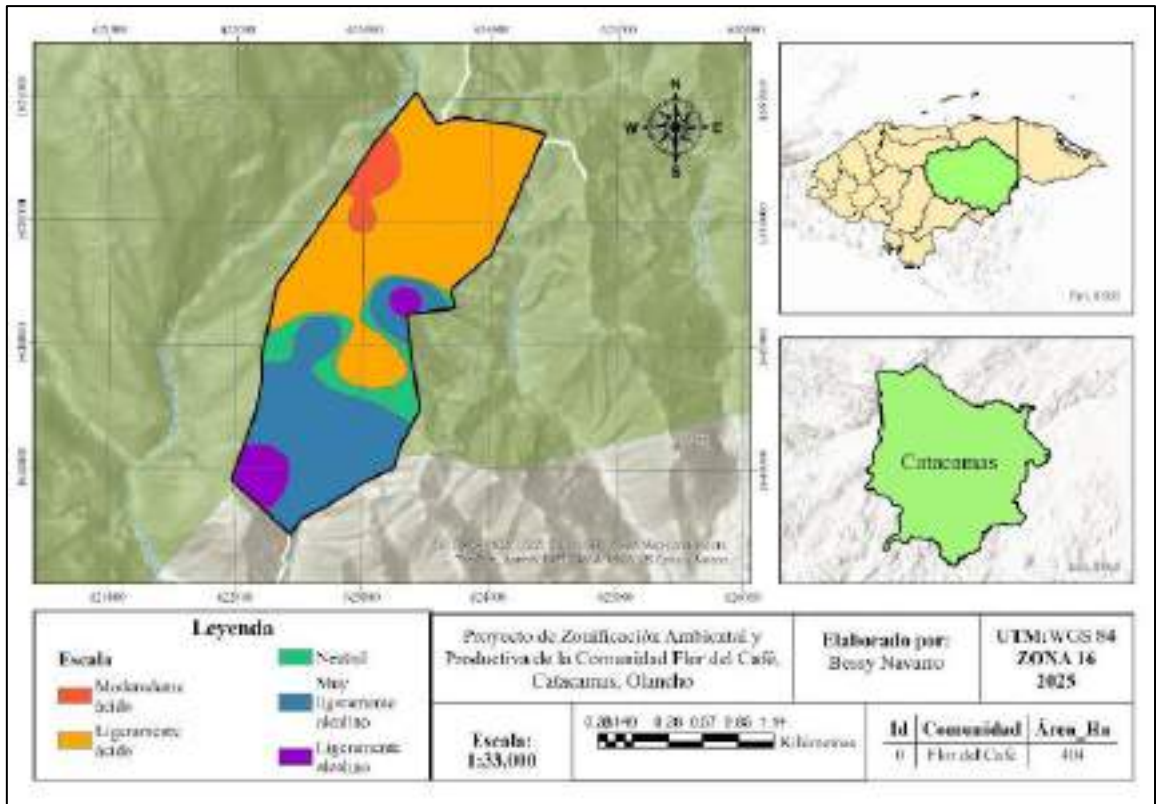
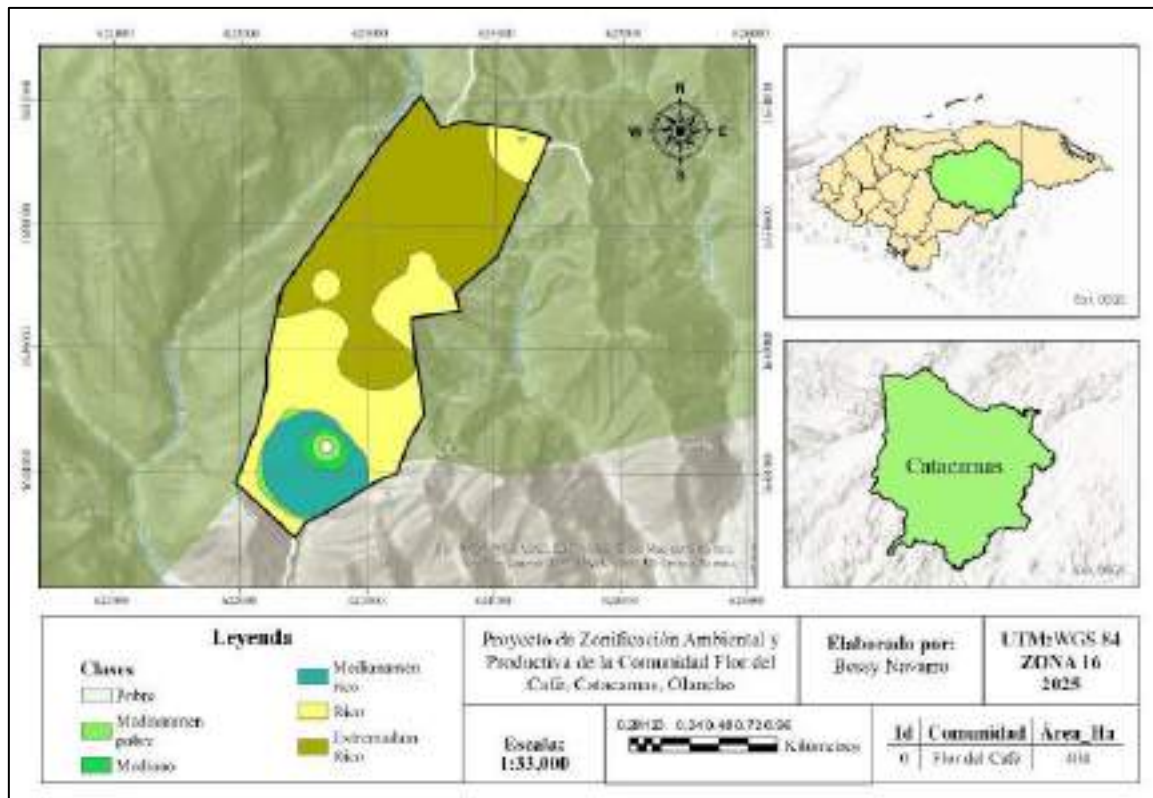


Figura 5. Mapa de pH en los suelos de la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.

En la comunidad de La Flor del Café, las condiciones edáficas presentan una marcada variabilidad que influye directamente en su potencial productivo. El pH se concentra mayoritariamente en el rango neutro, condición óptima para la mayoría de cultivos al favorecer la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana lo cual coincide con lo señalado por Ramírez Carvajal (1997). Sin embargo, en la **Tabla 2** un 20% de los suelos son moderadamente ácidos, lo que limita la disponibilidad de fósforo y cationes, y un 26.6% son ligeramente alcalinos, donde la absorción de micronutrientes esenciales puede verse reducida (FAO 2020).

En la **Figura 6** se encuentra la clasificación de los suelos de la comunidad La Flor del Café de acuerdo a su contenido de materia orgánica en donde los suelos clasificados como ricos se presenta un área más reducida de la comunidad.



En cuanto al contenido de materia orgánica, la mayor parte del área presenta valores bajos de materia orgánica, lo que según Cantarero Pérez (2018) suele estar asociado a baja fertilidad y a una menor capacidad de retención de humedad en suelos de ladera expuestos a erosión. Por otro lado, muestra niveles medios y la porción más pequeña del área niveles altos, lo que se traduce en mejor estructura del suelo, mayor capacidad de retención de agua y disponibilidad de nutrientes.

La **Figura 7** expone los tipos de texturas en los suelos de La Flor del Café donde resaltan los suelos franco arcillosos le siguen los suelos franco arenosos y los suelos arenosos franco identificados en menor área en la comunidad.

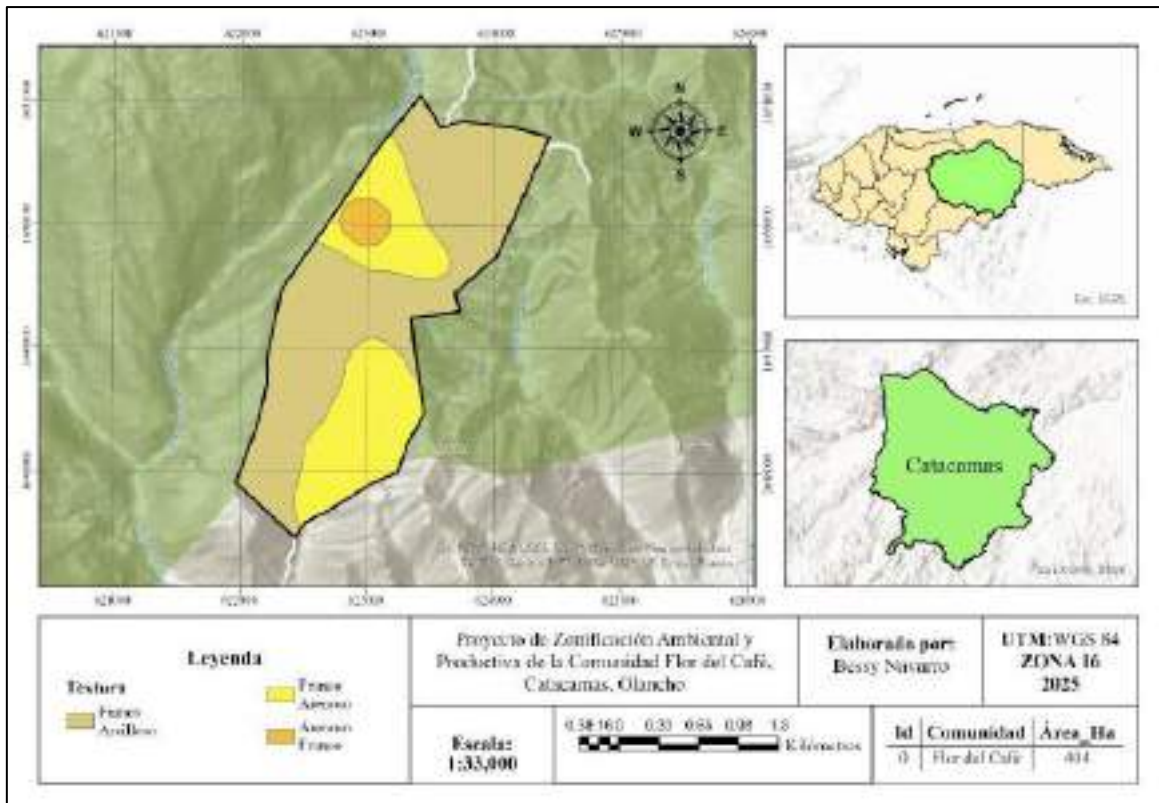


Figura 7. Mapa de Textura en los Suelos de la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.

Respecto a la textura, predomina el franco arcilloso caracterizado por alta retención de agua pero con riesgo de compactación, lo que requiere prácticas como labranza mínima y cobertura vegetal permanente (Suttie 2000). Luego el porcentaje que predomina corresponde a textura franco arenosa, con buen drenaje pero susceptible a lixiviación, y el restante a arenoso franco, de alta permeabilidad y baja retención, condiciones que demandan aportes frecuentes de materia orgánica y manejo del riego.

En conjunto, estos resultados reflejan que, si bien existe un potencial significativo para la producción agrícola sostenible, es necesario aplicar estrategias diferenciadas de manejo para cada condición, priorizando la corrección de acidez y alcalinidad, el incremento de materia orgánica y la implementación de prácticas de conservación que reduzcan la degradación y optimicen el uso del recurso suelo.

6.3. Capacidad de uso de suelo según Sheng y Michaelsen

Se obtuvo la capacidad de uso según Sheng y Michaelsen partiendo de dos propiedades del terreno que determinan la aptitud de un suelo.

Pendiente

El análisis del mapa de pendientes de la comunidad La Flor del Café se clasificó en cinco rangos establecidos en la metodología de Sheng y Michaelsen que van desde 0 a >60%. El área de la comunidad que corresponde a las clases menores de 30% de inclinación, abarcan una superficie de 99 hectáreas equivalentes al 24.6% del área total de la comunidad. Le sigue la clase de 30-60% con un área de 236 hectáreas corresponden al 58.4% lo que indica el predominio de estas, las pendientes clase >60% que representan un 17.1% del área total de la comunidad.

Tabla 3. Superficie y porcentaje del área total según clases de pendiente.

Pendiente (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Plano (0-12)	16	4
Moderadamente ondulante (12-30)	83	20.6
Fuertemente ondulante (30-50)	172	42.6
Muy fuertemente ondulante (50-60)	64	15.8
Empinado (>60)	69	17.1
Área total	404	100

Según la **Figura 8**, más del 70% del área de la comunidad presenta pendientes superiores al 30% (moderadamente onduladas), lo que constituye una limitante importante para la agricultura. Sin embargo, el 30% restante presenta pendientes menores al 30%, principalmente en la zona sur-centro de la comunidad, donde se localizan cultivos de café y cacao, así como hortalizas como tomate y chile, establecidos por algunos agricultores en sus parcelas. Cabe señalar que, independientemente del porcentaje de pendiente, el frijol constituye el cultivo predominante en la comunidad, ocupando la mayor parte de los terrenos.

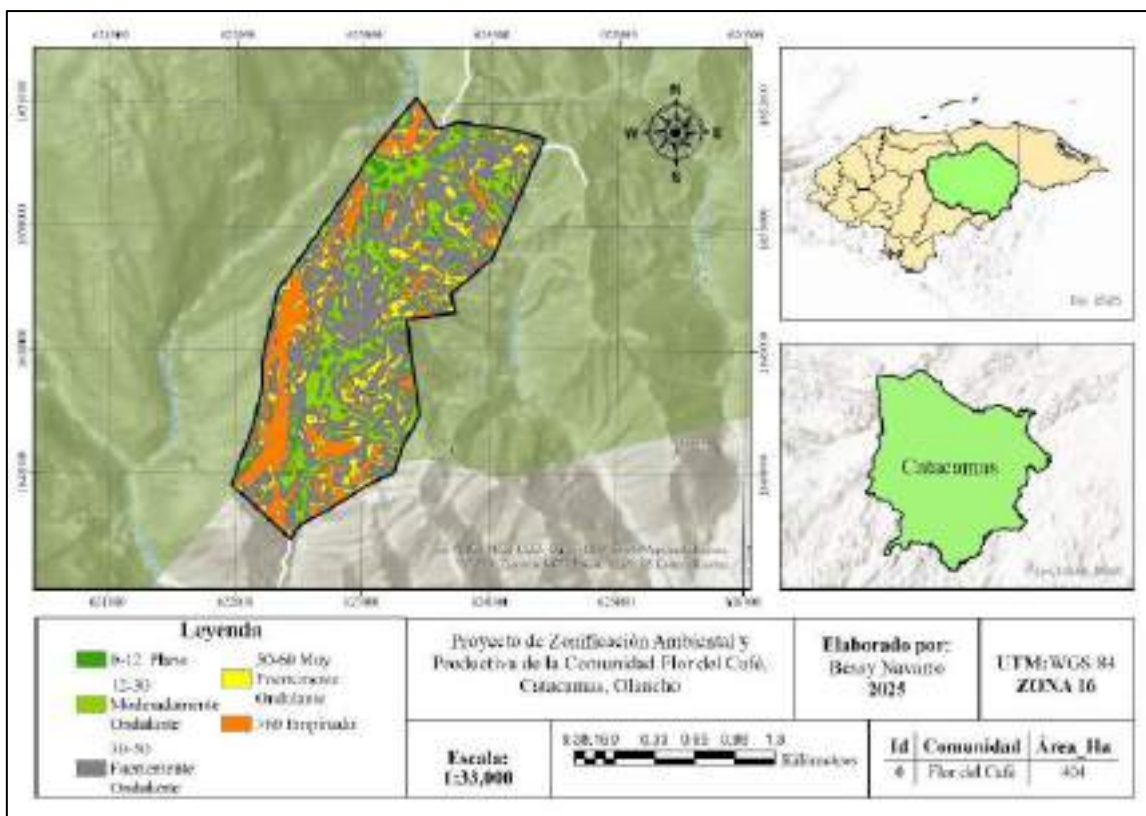


Figura 8. Mapa de pendientes Comunidad La Flor del Café, Catacumas, Olancho.

De acuerdo con Ramírez Núñez (2012), en terrenos con pendientes de 30-50% se recomienda el uso de sistemas de terrazas individuales para cultivos perennes, y en parcelas pequeñas (minifundios) que oscilan en 2 a 30 hectáreas de tamaño es posible realizar cultivos, pero las labores de conservación y manejo se hacen manualmente. Para pendientes muy fuertemente onduladas (50-60%), los suelos son adecuados para cultivos permanentes con terrazas de huerto, ejecutándose todas las actividades a mano. En superficies empinadas (>60%) generalmente se destina a conservación o forestal debido a la dificultad para cultivos.

Profundidad efectiva

La profundidad efectiva, obtenida en la comunidad de La Flor del Café, presenta dos clases donde predominan los suelos muy poco profundos con una extensión del 53.5% del área total de la comunidad mientras que el 43.5% restante les corresponde a suelos de clase poco profundos.

En la **Tabla 4** se muestra la distribución de áreas según la clase de profundidad del suelo, en la **Figura 9** se visualiza los suelos muy poco profundos (<20 cm) mayormente en la parte sur de la comunidad pero se identifica otra pequeña área de estos al norte de la comunidad, estos predominan en potreros y en áreas de laderas con pendientes muy pronunciadas, mientras que los suelos poco profundos (20-50 cm) están en la zona norte y centro de la comunidad en donde se ubican cacaotales, cafetales y algunos cultivos de hortalizas. No se identificaron suelos con profundidades superiores a 50 cm, lo que confirma la presencia de limitaciones significativas para la agricultura tradicional. Sin embargo, se recomienda intensificar el muestreo para verificar con mayor detalle si existen áreas con profundidades superiores a 50 cm, lo que podría ampliar las posibilidades de uso agrícola en la comunidad.

Tabla 4. Superficie y porcentaje del área total según clases de profundidades.

Profundidad (cm)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Muy poco profundo (<20)	216	53.5
Poco profundo (20-50)	188	46.5
Área total	404	100

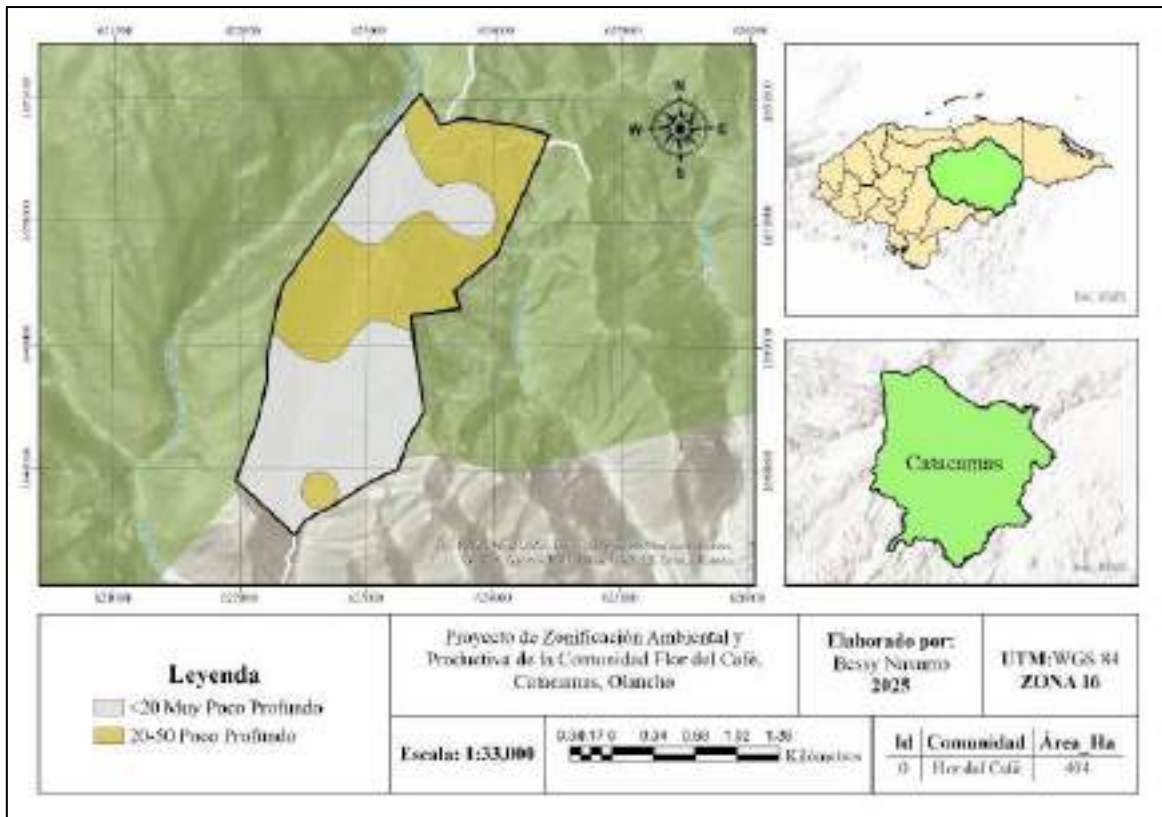


Figura 9. Mapa de profundidades de suelo en la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.

Uno de los parámetros críticos para determinar la capacidad productiva es la profundidad efectiva, ya que influye en el desarrollo radicular así como en la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas (Watler 2021). En la comunidad de La Flor del Café, más de la mitad del territorio presenta suelos muy poco profundos (< 20 cm), donde el uso agrícola convencional se encuentra altamente restringido, limitándose únicamente a cultivos en limpio en áreas prácticamente planas. Sin embargo, dado que la topografía predominante es inclinada, estas áreas presentan una vulnerabilidad considerable frente a procesos erosivos.

Por su parte, los suelos poco profundos (20-50 cm), son aptos para cultivos únicamente bajo la aplicación de prácticas mecánicas de conservación y en pendientes inferiores al 30%. No obstante, el estudio de esta comunidad indica que la mayoría del territorio supera dicho umbral, lo que reduce significativamente la posibilidad de uso agrícola sin degradar el recurso suelo.

La presencia de suelos superficiales (< 50 cm de profundidad) refuerza la limitante de la profundidad efectiva en esta región montañosa, lo cual coincide con lo señalado por Ramírez Nuñez (2012), quien menciona que, en las zonas altas, este factor constituye una restricción severa para la producción agrícola. Ante esta situación, la planificación del uso de suelo debe orientarse a sistemas agroforestales, cultivos anuales, de ciclo corto y reforestación en áreas críticas, con el fin de reducir la erosión y garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

6.4. Capacidad de uso del suelo

Dentro de la evaluación de capacidad de uso del suelo en la comunidad de La Flor del Café, Catacamas, Olancho, se muestra un marcado predominio de áreas destinadas a pastos (P), éstas comprenden el 53.7% del área de la comunidad. Por otro lado, un 33.6% de la comunidad se clasifican como tierras con aptitud forestal (F), el 12.6% restante representan tierras cultivables clasificadas como C1, C1/P y C2/P que agrupan suelos aptos para agricultura con diversos requerimientos de manejo (**Tabla 5**).

Tabla 5. Clases de capacidad de uso de suelo y su distribución en áreas (ha).

Categoría de Capacidad de Uso de Suelo	Descripción	Área (ha)	Porcentaje (%)
C1	Tierras cultivables en limpio sin necesidad de prácticas mecánicas de conservación.	5	1.2
C1/P	Tierras cultivables en limpio con aptitud tanto para cultivos como para pastos sin necesidad de prácticas mecánicas de conservación.	10	2.5
C2/P	Tierras cultivables en limpio con cultivos anuales que requieren medidas intensivas de conservación del suelo, también aptas para pastos.	36	8.9
P	Áreas para pastos permanente debido a limitaciones para cultivos.	217	53.7
F	Tierras cuya aptitud es forestal por sus características biofísicas.	136	33.7
Área Total		404	100

El Instituto de Conservación Forestal (2017) establece que determinar la capacidad de usos del suelo en áreas con una superficie < 1000 hectáreas tal es el caso de la comunidad La Flor del Café con 404 ha, se recomienda emplear los recursos económicos disponibles conforme al nivel de detalles requeridos. En estas áreas pequeñas se puede hacer el análisis y los estudios de suelos a través de: Pendiente, Textura y Profundidad efectiva.

Esto indica que más de la mitad de la comunidad posee características que limitan el uso agrícola, siendo aptas en su mayoría para actividades pecuarias o silvopastoriles. También la presencia de suelos con buenas condiciones biofísicas, favorecen la conservación y el desarrollo forestal sostenible. El hecho de que los suelos óptimos para cultivos en limpio y pastos sin prácticas especiales constituyan una porción menor del área total resalta la importancia de implementar sistemas agrícolas adaptados y de baja intensidad.

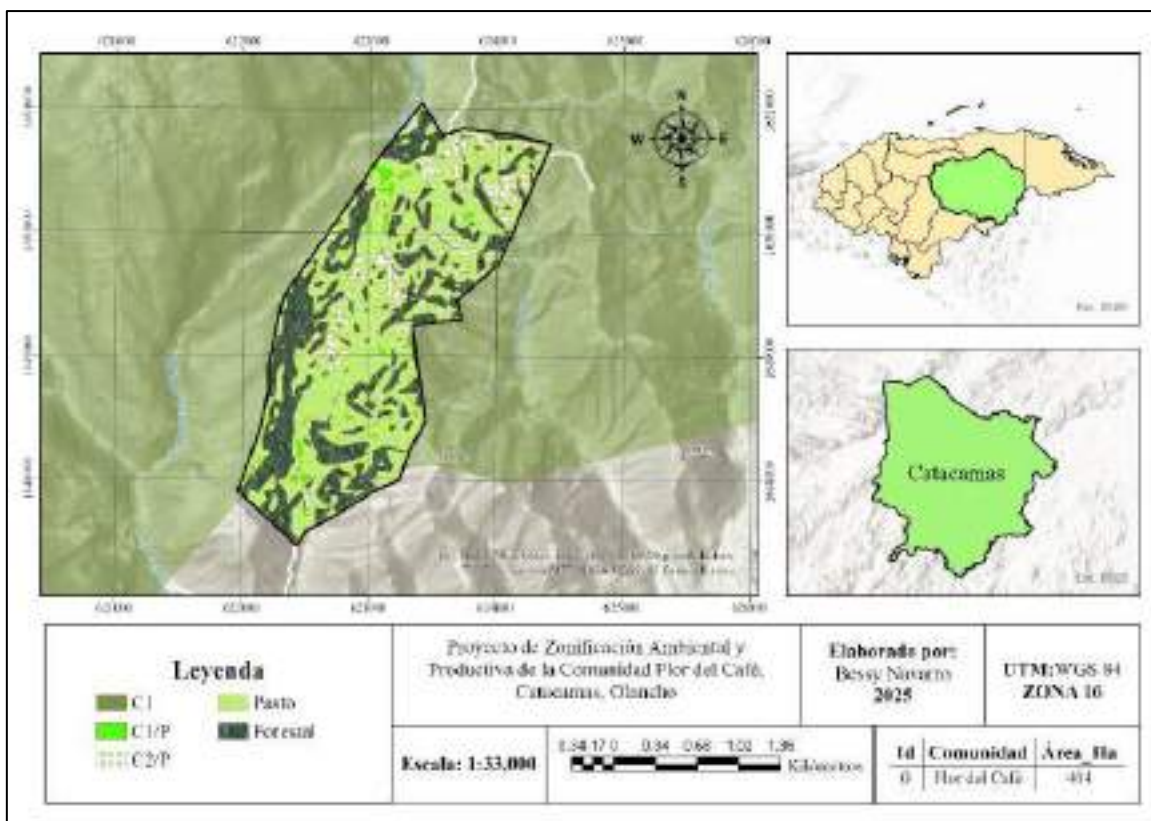


Figura 10. Mapa de Capacidad de Uso del Suelo Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.

A través de la **Figura 10** se observa la distribución espacial de estas categorías (**Anexo 9**), identificando que las zonas de mayor potencial agrícola se encuentran fragmentadas y rodeadas por extensos bloques de áreas para pastos o forestales, lo cual puede influir tanto en la planificación productiva como en la conservación ambiental de la comunidad.

Estos patrones de capacidad de uso del suelo concuerdan con investigaciones realizadas en regiones de topografía quebrada y suelos frágiles en Centroamérica. Estudios de Somarriba *et al.* (2021) y FAO (2015) han señalado que, en zonas de ladera hondureñas, es común que más de la mitad de la superficie se destine a pastos y usos forestales, debido a las limitaciones impuestas por la pendiente, la profundidad del suelo. En estos contextos, la agricultura de subsistencia solo es viable en pequeños fragmentos, con la implementación de prácticas de manejo sostenible, como barreras vegetativas, terrazas y sistemas agroforestales.

Asimismo, Kabelka *et al.* (2019) señalan que la asignación de amplias áreas a usos de conservación o silvopastoriles resulta fundamental para reducir la degradación del suelo, mantener la productividad a largo plazo y proteger las tierras forestales. La situación identificada en la comunidad La Flor del Café respalda este planteamiento y resalta la necesidad de promover políticas de manejo integral que articulen la producción con la conservación ambiental.

Por último, estos resultados demuestran la importancia de orientar la zonificación productiva sobre la base de criterios biofísicos, como lo propone la literatura (Suttie 2000), para avalar el aprovechamiento óptimo, la viabilidad social y la sostenibilidad ecológica de los sistemas productivos rurales en zonas similares.

6.5. Uso actual de suelo

La **Tabla 6** muestra las clases de uso actual del suelo y la distribución espacial de la comunidad La Flor del Café según los datos del mapa de cobertura forestal y uso de la tierra, República de Honduras generado por el ICF en 2024, el uso de tierra que predomina son los pastizales lo que representa el 51.3% del área. Le sigue la vegetación arbustiva/matorral (13.6%), el bosque latifoliado siempreverde (13.4%), el café (10.6%) y el bosque latifoliado deciduo (6.2%). Otras clases, como cultivos de ciclo corto, asentamientos y arrozales, tienen una representación menor al 1% cada una.

Tabla 6. Clases de uso actual de suelo y su distribución en áreas (ha)

Clase de uso actual	Área (ha)	Porcentaje (%)
Arrozales	1	0.2
Asentamientos	1	0.2
Bosque de conífera	4	1
Bosque latifoliado deciduo	25	6.2
Bosque latifoliado siempreverde	54	13.4
Bosque mixto	5	1.2
Café	43	10.6
Cultivos de ciclo corto y pastizales	209	51.8
Suelo desnudo	7	1.7
Vegetación arbustiva/matorral	55	13.6
Área total	404	100

La **Figura 11** detalla la distribución espacial de estas clases de uso actual de suelo, mostrando como se agrupan los bosques en zonas específicas, mientras que los pastizales ocupan grandes extensiones de terreno lo cual es crucial identificar debido a la ubicación de la comunidad dentro de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sierra de Agalta.

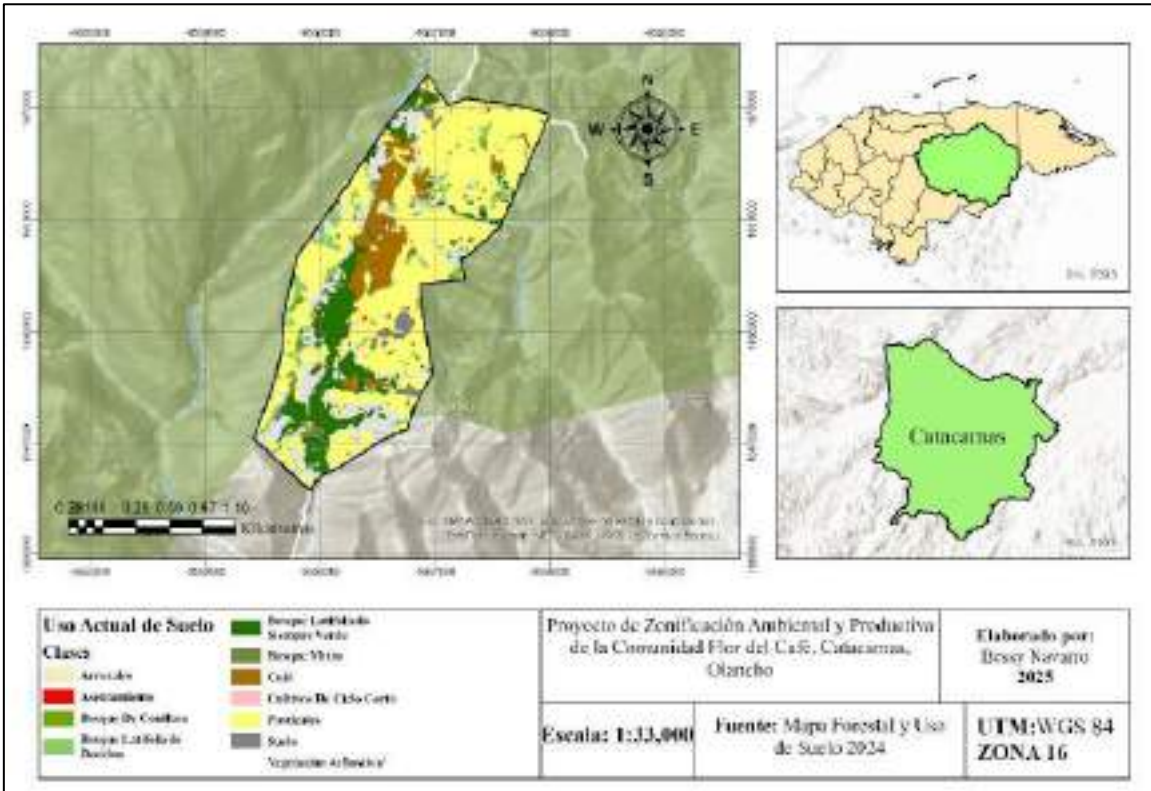


Figura 11. Mapa de uso actual de suelo de la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.

Con más del 50% del territorio dedicado a pastizales según ICF representado por el mapa de cobertura forestal y uso de la tierra del 2024, se observa una transformación significativa del paisaje original, supuestamente boscoso, hacia un sistema agropecuario, una situación común en zonas tropicales latinoamericanas donde la presencia de ganado (**Anexo 8**) es un motor clave de deforestación y pérdida de biodiversidad.

Sin embargo, la mayor parte de ese territorio que representa pastizales en la comunidad, su uso actual es el cultivo de frijol y luego de su cosecha estos espacios se dejan en barbecho hasta la siguiente siembra. Lo mencionado anteriormente se ve reflejado en el **Anexo 8**.

Dado que la comunidad es parte de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sierra de Agalta y es parte de la zona productora de agua, esta transformación adquiere aun mayor importancia, ya que las actividades productivas pueden afectar directamente los ecosistemas del área protegida (ICF/DAP 2009).

La literatura destaca que las zonas de amortiguamiento actúan como áreas de transición donde se busca equilibrar la conservación con el desarrollo productivo sostenible mediante prácticas compatibles, como la ganadería sostenible y sistemas agroforestales (AFE-COHDEFOR 2005).

La constancia de vegetación arbustiva y bosques fragmentados (**Anexo 8**) sugiere oportunidades para la restauración ecológica, fundamental para mantener los servicios ecosistémicos como la conservación del suelo, la regulación hídrica y la conectividad biológica dentro del corredor del parque. Según la normativa ICF/DAP (2009) la pérdida o fragmentación del bosque reduce estos servicios y aumenta problemas como la erosión y las emisiones de gases de efecto invernadero.

El cafetal que ocupa 10.6% del área de la comunidad, confirma su importancia económica en la zona. No obstante, prácticas no sostenibles pueden ocasionar degradación del suelo, erosión y contaminación hídrica, desafíos que deben abordarse mediante el fomento de manejo agroecológico compatible con la conservación, especialmente crítico en esta zona de amortiguamiento (Hernández s. f.).

Las pequeñas áreas de cultivos de ciclo corto que se muestran en la **Anexo 8** en realidad en la comunidad son más de extensas ya que son áreas que en el mapa se muestran como pastizales pero su uso actual es para la siembra y cosecha de frijol, cuando ya no es tiempo de este, el suelo pasa a descanso hasta la próxima temporada, esto indica cierta diversificación productiva.

Por lo tanto estos resultados señalan la necesidad de implementar estrategias integrales de manejo sostenible del paisaje de la Comunidad La Flor del Café, combinando ganadería sostenible, restauración de bosques y sistemas agroforestales en el cultivo de café y cacao, para proteger y potenciar los valores ecológicos del Parque Nacional Sierra de Agalta como zona productora de agua.

6.6. Conflictos de Uso de Suelo

El estudio de conflictos de uso del suelo en la comunidad de La Flor del Café muestra tres categorías las cuales son, Uso adecuado, Subuso y Sobreuso. El uso adecuado comprende el 36.6% del área evaluada, donde las actividades productivas se desarrollan conforme a la capacidad del suelo, evitando procesos de degradación significativos. El subuso, con un 17.1%, corresponde a terrenos con mayor potencial productivo que el aprovechado actualmente, siendo empleados en actividades menos intensivas de lo que sus condiciones permiten. Por su parte, el sobreuso ocupa el 46.3% restante y se asocia a prácticas más intensivas que la capacidad de soporte del suelo, lo que incrementa la vulnerabilidad a la erosión, la pérdida de fertilidad y otros procesos de degradación ambiental.

Tabla 7. Categorías de conflictos de uso de suelo y su distribución (ha)

Conflicto	Área (ha)	Porcentaje (%)
Uso adecuado	148	36.6
Subuso	69	17.1
Sobre uso	187	46.3
Área total	404	100

En la **Figura 12** se observa que las áreas en sobreuso (color rojo) se distribuyen ampliamente, en zonas de pendiente pronunciada y suelos muy poco profundos donde se identificaron potreros y zonas frijoleras sin prácticas de conservación. El sub uso (color anaranjado) aparece de forma dispersa, se posiciona en áreas con menor pendiente y suelos de mejor calidad, mientras que el uso adecuado (color verde) se concentra en zonas con poca pendiente donde actualmente se encuentran establecidos café y cacao bajo poca sombra.

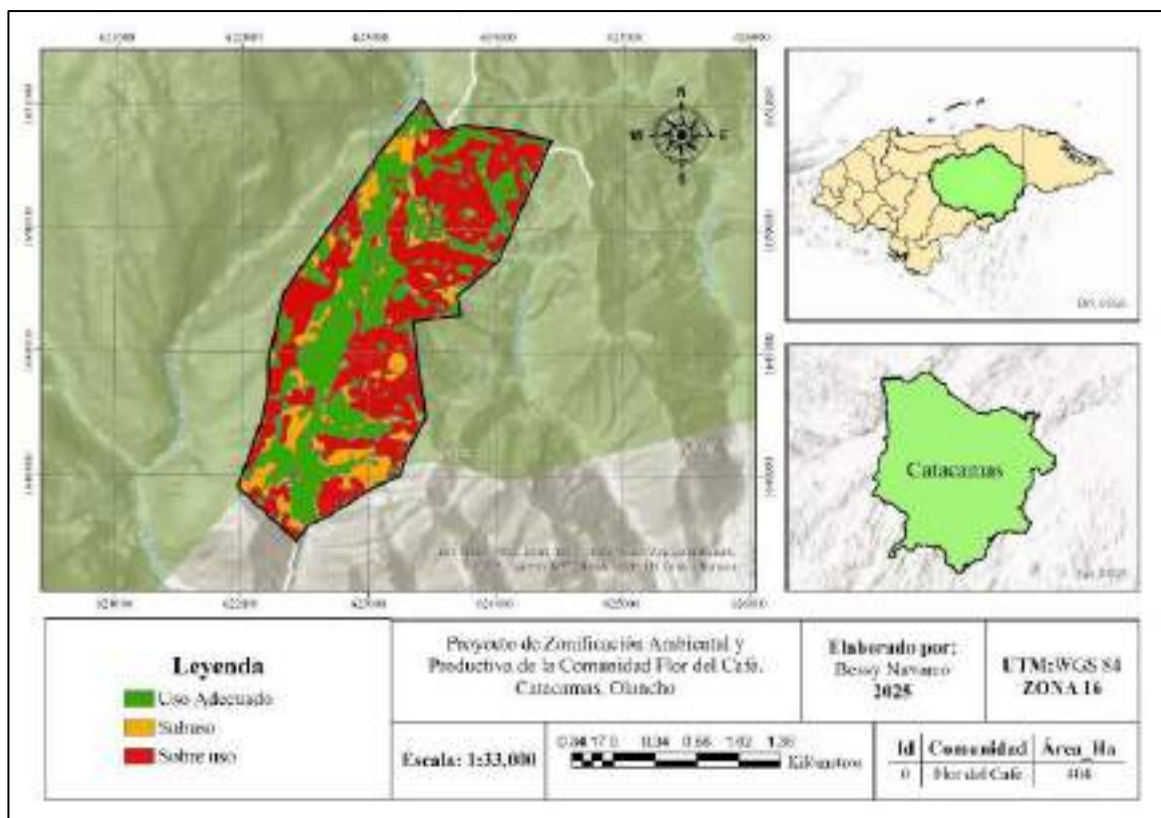


Figura 12. Mapa de conflictos de uso de suelo de la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.

La dominante área que se encuentra en sobre uso concuerda con estudios previos en regiones de ladera de Honduras, donde la presión sobre el suelo por expansión agrícola y ganadera suele superar la capacidad de uso sostenible, generando procesos de erosión acelerada y pérdida de materia orgánica (Reyes Sandoval 2022).

El sub uso, aunque menor en proporción, representa una oportunidad para incrementar la productividad mediante la incorporación de sistemas de cultivo adaptados y manejo sostenible, como la agroforestería y la rotación de cultivos (Kabelka *et al.* 2019).

Casos similares se recopilaban por Cantarero Pérez (2018) en microcuencas de Olancho, donde la zonificación ambiental permitió reorientar áreas subutilizadas hacia cultivos de mayor valor económico y ambientalmente sostenibles. Además, el alto porcentaje de sobre uso recalca la necesidad de implementar prácticas de conservación como barreras vivas, terrazas y cobertura vegetal permanente, tal como lo recomienda Ramírez Nuñez (2012).

La coincidencia de estos patrones con la literatura evidencia que el manejo actual del suelo en la comunidad de La Flor del Café requiere una intervención técnica para equilibrar el aprovechamiento productivo con la capacidad real del suelo, reduciendo la degradación y mejorando la sostenibilidad a largo plazo.

6.7. Zonificación ambiental y productiva

La zonificación de la comunidad La Flor del Café es el resultado del traslape de la capacidad de uso según Sheng y Michaelsen y conflictos de uso según Pinedo Mora (2006), donde se obtuvo cuatro zonas de manejo de donde se derivan seis sub zonas de manejo que son las que se representan en la **Figura 13**.

Está representa el área espacial de cada sub zona de manejo. La zona destinada al desarrollo agrícola con técnicas de conservación de suelos y sistemas agroforestales comprende 76 ha, le sigue un área potencial para la producción agroforestal, con una extensión de 44 ha. Asimismo, se identificó un área para producción forestal en bosque de pino, con 85 ha. El uso restringido para actividades agropecuarias, forestal o de expansión urbana abarca 4 ha. Por otro lado, la sub zona de restauración ecológica corresponde a 191 ha, y finalmente, la sub zona destinada a infraestructura para investigación y protección ocupa un área de 4 ha.

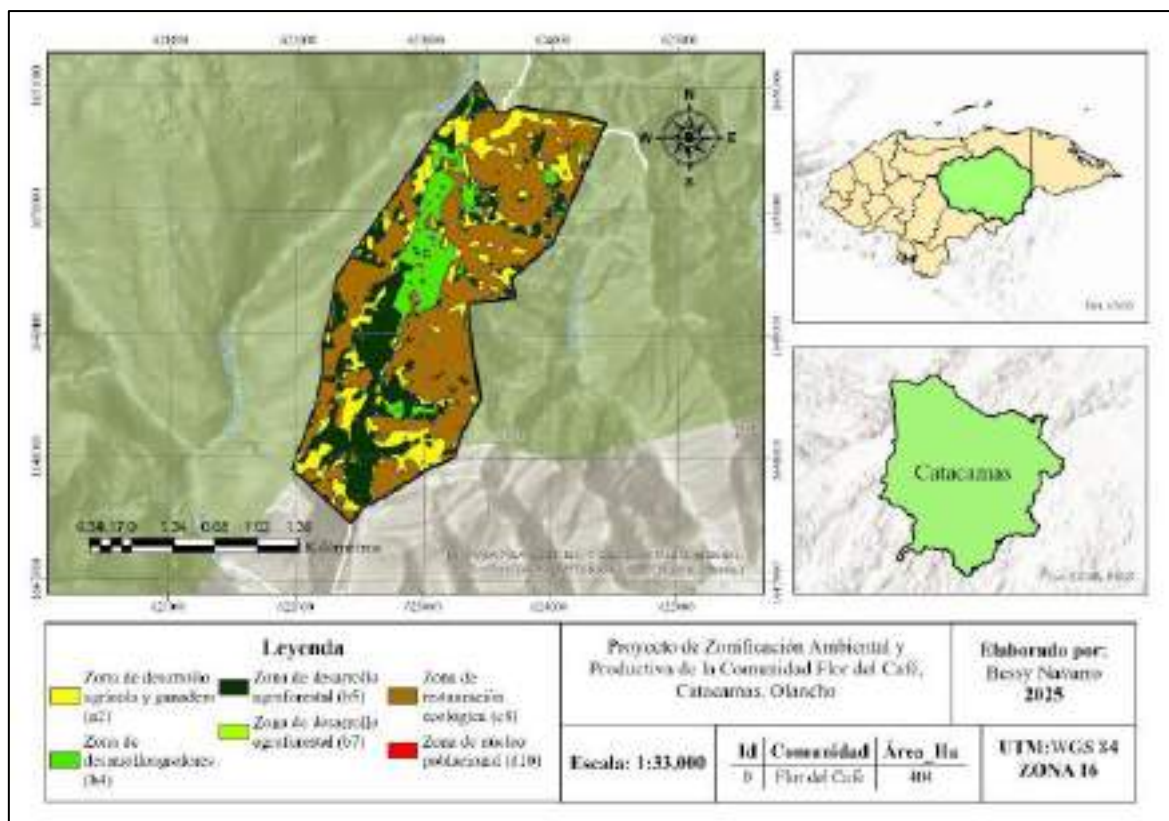


Figura 13. Mapa de zonificación ambiental y productiva de la Comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.

En el **Cuadro 2** se presenta un resumen que describen las zonas y sub zonas de manejo, sus características, objetivos, usos permitidos y propuestas de acción en función de la normativa aplicable. Este cuadro corresponde a la comunidad de La Flor del Café, ubicada en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sierra de Agalta.

Cuadro 2. Caracterización de las zonas de manejo, Zonificación Ambiental y Productiva de la comunidad La Flor del Café, Catacamas, Olancho.

Caracterización de las zonas de manejo						
Zona de Manejo	Sub zona	Características	Objetivos	Usos Permitidos	Prácticas de Manejo	Normativa de Manejo
Zonas de desarrollo agrícola y ganadero.	a2: Desarrollo para la agricultura con técnicas de conservación de suelos y sistemas agroforestales.	Áreas sin bosque, baja-media pendiente (12–50%), fácil acceso, sin conflicto de uso y dentro de la microcuenca. La Flor del café predominan pendientes 12–30% y 30–50% con suelos poco profundos y muy poco profundos.	Permitir la agricultura conservacionista introducir la agroforestería, reducir la erosión y mantener la productividad del suelo.	Cultivos en limpio solo en pendientes $\leq 12\%$ (sin terrazas). En pendientes de 12-30% cultivos perennes café, cacao, frutales y anuales con terrazas y barreras vivas, evitar los cultivos anuales en pendientes $>30\%$.	Curvas a nivel con barreras vivas de <i>Inga vera</i> (guamo), <i>Gliricidia sepium</i> (madreado). Cobertura viva/con rastrojo. Café/cacao bajo sombra con <i>Inga spp.</i> (paterna), <i>Cordia alliodora</i> (laurel). Cercas vivas con <i>Bursera simaruba</i> (indio desnudo).	Como parte de la microcuenca proteger y restaurar con especies nativas. Prohibida la tala rasa en zona de amortiguamiento. Manejo sostenible con planes aprobados por ICF. Fuente: (ICF/DAP 2009), (La Gaceta 2008).
	b4: Desarrollo potencial para la producción agroforestal.	Áreas preferiblemente con pendientes de 12-50% y suelos de 20-50 cm de profundidad, en profundidad >20 cm priorizar cultivos perennes/árboles maderables.	Incrementar la productividad integrando árboles maderables/especies forrajeras con cultivos o pastos.	Café y cacao bajo sombra, sistemas silvopastoriles, frutales y maderables dispersos en sistemas agroforestales, evitar cambio a cultivos anuales en pendientes $>30\%$.	Sombra y cercas vivas con <i>Inga spp.</i> (paterna), <i>Gliricidia sepium</i> (madreado). Maderables: <i>Cordia alliodora</i> (laurel), <i>Tabebuia rosea</i> (macuelizo), <i>Swietenia macrophylla</i> (caoba), <i>Cedrela odorata</i> (cedro). Forrajeros: <i>Guazuma ulmifolia</i> (caulote), <i>Arachis pintoii</i> (maní forrajero).	Normas técnicas para el Manejo Forestal en Zonas de Amortiguamiento de Áreas Protegidas sección Aprovechamiento Forestal punto 39-58, Producción forestal/agroforestal bajo rendimiento sostenido; preferencia por especies locales para reforestación. Fuente: (ICF/DAP 2009).
Zonas de desarrollo agroforestal .	b5: Desarrollo producción forestal en bosque de pino.	Predomina en áreas con ladera con $>30\%$ de pendiente donde cultivos anuales no son viables, encontramos suelos	Manejo forestal sostenible de coníferas y protección del suelo/agua.	Silvicultura con Pinos nativos, extracción selectiva solo con plan de manejo ente encargado ICF, prevención de	Reforestación y enriquecimiento del área con <i>Pinus oocarpa</i> (Pino ocote). Rondas corta-fuego. Clausura de áreas	Tratamientos silvícolas permitidos (podas, raleos, cortas selectivas). Prohibida la tala rasa. Uso de especies locales. Fuente: (La Gaceta 2008).

		superficiales <20 cm de profundidad lo que favorece la cobertura forestal.		incendios, no convertir a uso agrícola.	degradadas, regeneración natural asistida.	
	b7: Uso restringido para el desarrollo agropecuario, forestal o de expansión urbana.	Zonas con pendientes >50% y/o suelos <20 cm, áreas cercanas a cauces de ríos.	Prohibir intensificación, priorizar conservación y usos de baja intervención.	Zonas para protección, investigación, turismo de naturaleza controlado, sistemas silvopastoriles de baja carga siempre y cuando estén en áreas donde las condiciones pendiente y profundidad permitan.	Estabilización con barreras vivas y cercas con <i>Inga vera</i> (guamo), <i>Gliricidia sepium</i> (madreado), <i>Guazuma ulmifolia</i> (caulote). Reforestación con <i>Cordia alliodora</i> (laurel), <i>Tabebuia rosea</i> (macuelizo). Exclusión de cultivos anuales. Recuperación de ribera de ríos con <i>Inga spp.</i> (paterna), <i>Cecropia peltata</i> (guarumo).	Franjas de protección en ríos 150 metros si la pendiente es $\geq 30\%$, 50 metros si es $< 30\%$. Declarar y proteger microcuencia. Actividades solo con permisos y planes aprobados por ICF.
Zona de restauración ecológica	c8: Restauración ecológica.	Áreas sobreexplotadas en sobreuso con condiciones deterioradas antes, usualmente >30% de pendiente y suelos <20 cm de profundidad.	Recuperar cobertura, reducir las condiciones deterioradas antes y mejorar servicios ecosistémicos.	Reforestación, regeneración natural asistida, sitio de descanso (barbecho), investigación y educación ambiental.	Reforestación con <i>Pinus oocarpa</i> (Pino ocote), <i>Quercus spp.</i> (roble-encino), <i>Cordia alliodora</i> (laurel), <i>Tabebuia rosea</i> (macuelizo), <i>Guazuma ulmifolia</i> (caulote). Franjas ribereñas con <i>Inga vera</i> (guamo), zanjas de infiltración, acolchado, exclusión de pastoreo.	Restauración con especies nativas en microcuencas; prohibición de tala rasa; protección de vida silvestre; manejo conforme Plan aprobado por ICF. Fuente: (ICF/DAP 2009), (La Gaceta 2008).

Zona de núcleo poblacional	d10: Desarrollo infraestructura para investigación y protección	Pequeñas áreas para infraestructura mínima (vivero, estación de monitoreo) con accesos existentes.	Apoyar investigación y protección (parque nacional/microcuenca) con mínima huella.	Vivero forestal, centros de acopio de semillas, casetas de control e investigación, sin expansión urbana.	Paisajismo funcional con <i>Inga vera</i> (guamo), <i>Cordia alliodora</i> (laurel), <i>Tabebuia rosea</i> (macuelizo). Barreras vivas con <i>Gliricidia sepium</i> (madreado). Sistemas de aguas grises y de aguas lluvias.	Infraestructura sujeta a aprobación del ICF/Sub-Dirección de Áreas Protegidas y Vida Silvestre; cumplir planes de manejo; respetar franjas de protección y no afectar áreas de restauración. Fuente: (ICF/DAP 2009).
----------------------------	---	--	--	---	--	--

6.8. Marco legal y permisos de acuerdo con la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras

De acuerdo con la Ley Forestal, de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras (Decreto No. 98-2007) y los reglamentos de manejo para zonas de amortiguamiento con ciertos permisos y restricciones:

- Se permite el uso sostenible de los recursos naturales bajo estrictas medidas de conservación y protección.
- Es posible desarrollar actividades agropecuarias y forestales siempre y cuando sean manejadas de forma sostenible, se respeten las zonas de protección y se cuente con permisos y planes de manejo aprobados por el ICF.
- Está prohibido la tala indiscriminada, quemas, cambio de uso de suelo no regulado, actividades mineras y cualquier acción que degrade la cobertura boscosa, fuentes de agua o biodiversidad.
- Se debe priorizar la restauración, conservación, participación comunitaria y la promoción de bienes y servicios ambientales (La Gaceta 2008).

6.9. Estrategias recomendadas para el manejo sostenible de la comunidad

Este espacio se enfoca en prácticas que elevan la productividad y garantizan la sostenibilidad de los suelos y respetan el marco legal.

1. Adopción de sistemas silvopastoriles: “Se basan en la interacción de plantas leñosas perennes (árboles o arbustos), leguminosas herbáceas y pastos, en diferentes arreglos y estratos para la alimentación del ganado bovino” (Zepeda Cancino *et al.* 2016). La integración de árboles nativos con áreas de pasto, lo que aporta sombra, mejora la fertilidad, reduce la erosión y diversifica los ingresos agregando cultivos con buen rendimiento y que aparte hacen el papel de cobertura verde para el suelo como leucaena, canavalia, entre otros.
2. Adopción de sistemas agroforestales en rubros productivos como café y cacao: Estos sistemas han logrado integrar árboles, arbustos y flora endémica con una amplia gama de cultivos y animales además de que se convierten en una alternativa de producción agrícola y ganadera, estos favorecen en sistemas de café y cacao ya que ofrecen diferentes servicios tanto de sombra como de hábitat para ciertas especies polinizadoras, así como a la mejora del suelo (Vizuite-Montero 2024).

3. Conservación y restauración forestal: “La conservación forestal tiene especial importancia, porque los bosques contienen el 80% de todo el carbono almacenado en la vegetación terrestre” (Vistin *et al.* 2018). Aparte la restauración busca una manera de regresar al bosque esto se consigue con sistemas como el agroforestal que imita la estructura y la función de los ecosistemas forestales.
4. Manejo de suelos y agua: Este con el fin de conservar el suelo y el agua lo que es el caso del suelo busca disminuir a niveles aceptables la erosión y proteger el suelo de otros tipos de degradación en donde las más comunes son la compactación, la disminución de la fertilidad y reducción de la retención del agua. La conservación del agua es complementaria y factible en la mayoría de las prácticas de conservación de suelos, la conservación del suelo debe verse asociada a la conservación del agua (Radulovich 1994).
5. Diversificación productiva: significa que en el campo las familias realizan diferentes actividades no solo una para aprovechar mejor sus recursos y reducir riesgos. Esta estrategia es importante para un manejo territorial sostenible porque hace que las personas dependan menos de un solo producto o ingreso y proteja mejor el ambiente (Avila-Foucat 2012).
6. Capacitación y gobernanza comunitaria: La capacitación proporciona a los miembros de la comunidad los conocimientos y habilidades necesarios para involucrarse en la toma de decisiones y la ejecución de iniciativas que respondan a sus necesidades reales, mientras que la gobernanza comunitaria organiza y articula esa participación colectiva, garantizando transparencia, inclusión y una coordinación efectiva entre los distintos actores locales (Chilito Piamba 2018). La combinación de ambas fomenta la autonomía comunitaria, mejora la calidad de vida y fortalece la capacidad para enfrentar desafíos sociales, ambientales y culturales, consolidando así un proceso de desarrollo integral y sostenible en La Flor del Café.
7. Conservación de áreas críticas: “Combina la restauración de ecosistemas degradados con la promoción de servicios ecosistémicos para hacer frente al cambio climático. Mediante la plantación estratégica de especies nativas, se busca mejorar la resiliencia de los ecosistemas, conservar el suelo, regular los flujos de agua y aumentar la captación de carbono” (Áreas críticas s. f.).

CONCLUSIONES

La mayor parte de los suelos de la comunidad La Flor del Café presentan limitaciones por pendiente y profundidad efectiva, lo que condiciona su aptitud agrícola y los hace más adecuados para pastos.

La clasificación agrológica evidencia limitaciones severas en conservación y un predominio de áreas en sobreuso, lo que incrementa la degradación del suelo.

La zonificación ambiental y productiva identificó áreas prioritarias para restauración ecológica (c8) y la necesidad de manejo diferenciado para recuperar suelos degradados y conservar la cobertura forestal.

La zonificación propuesta constituye una herramienta clave para orientar el manejo sostenible del suelo y evitar la sobreexplotación en la comunidad.

RECOMENDACIONES

Implementar prácticas de conservación de suelos adaptadas a las condiciones de pendiente y profundidad, priorizando las zonas de ladera bajo la metodología de Sheng y Michaelson.

Destinar las áreas de mayor fragilidad a la restauración ecológica mediante reforestación con especies nativas y regeneración natural asistida.

Fortalecer el cumplimiento de la normativa ambiental y forestal para regular el uso del suelo en coherencia con la Ley Forestal y las disposiciones de zonas de amortiguamiento.

Impulsar la gestión comunitaria mediante mecanismos de monitoreo participativo y elaboración de mapas anuales de cobertura y uso del suelo.

Fomentar sistemas silvopastoriles y agroforestales en áreas de pastos y cultivos perennes, para mejorar la fertilidad y la productividad.

Promover programas de asistencia técnica y capacitación continua en manejo sostenible de suelos, silvopastoreo y agroforestería, en coordinación con instituciones como ICF, DICTA, SERNA y la academia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFE-COHDEFOR, U. 2005. Estado de la Gestión Compartida de Áreas Protegidas. s.l., s.e. Consultado 7 ago. 2025.

Álvarez Salinas, NF; Martínez León, W. 2019. Clasificación agrologica para el uso y manejo de los suelos en la finca Monte Carmelo, Municipio de Diría, Departamento de Granada. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional de Ingeniería. 134 p.

Angelone, S. 2020. Tipos de Suelos: Arcillas. s.l., s.e. Consultado 20 oct. 2024.

Áreas críticas. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 28 jul. 2025. Disponible en <https://reefresilience.org/es/resilient-mpa-design/critical-areas/>.

Avila-Foucat, VS. 2012. Diversificación productiva en el suelo de conservación de la ciudad de México: Caso San Nicolás Totolapan (en línea). Estudios sociales (Hermosillo, Son.) 20(40):355-375. Consultado 27 jul. 2025. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-45572012000200014&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Barrantes Sotela, OE. 2018. Modelos de zonificación urbana y su implementación en Costa Rica (en línea). Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 30 p. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788575114995.0012>.

Berke, P. 2006. Urban Land Use Planning (en línea). s.l., University of Illinois Press. Disponible en <https://books.google.hn/books?id=bSIUAAAAMAAJ>.

Bolaños, IR; Cubero, DD; Mojica, F; Sancho, F; Vargas, IR; Vásquez, IA; Watson, IV. s. f. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. 2021

- Buckles, D; Triomphe, B; Sain, G. 1999. Los cultivos de cobertura en la agricultura en laderas: Innovación de los agricultores con Mucuna (en línea). s.l., CIMMYT. Consultado 24 ene. 2025. Disponible en <http://hdl.handle.net/10883/541>.
- Cantarero Pérez, IB. 2018. Caracterización de parámetros morfométricos y capacidad de uso de suelo de la microcuenca Quebrada Pelo de Conejo, Cerro del Vija. Tesis Lic. En Recursos Naturales y Ambiente. Catacamas, Olancho, Universidad Nacional de Agricultura (UNAG). 54 p. Consultado 21 ene. 2025.
- Cárdenas Astudillo, AJ; Vélez Mera, JJ. 2024. Conflictos De Usos Del Suelo Como Aporte A La Sostenibilidad Agro productiva Del Bosque Politécnico De La Espam. s.l., s.e. Consultado 4 nov. 2024.
- Chilito Piamba, EA. 2018. Participación comunitaria, gobernanza y gobernabilidad. Experiencias de construcción de paz en el departamento del Cauca, Colombia, y su aporte al posconflicto, el caso del corregimiento de Lerma (en línea). Estudios Políticos (53):51-72. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.espo.n53a03>.
- Corcuencas. 2014. Cobertura y uso de suelo. s.l., s.e. Consultado 4 nov. 2024.
- Encalada, M. 2020. Pautas para estudios de suelo. s.l., s.e. Consultado 10 oct. 2024.
- FAO. 2012. Guía para la Descripción de Suelos. Roma, s.e. 99 p. Consultado 15 jun. 2025.
- FAO. 2015. Status of the world's soil resources: main report. Rome, FAO : ITPS.
- FAO. 2020. Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas (en línea, sitio web). Consultado 3 nov. 2024. Disponible en <https://www.fao.org/4/W1309S/w1309s04.htm>.
- FAO. 2024. Degradación/restauración (en línea, sitio web). Consultado 15 oct. 2024. Disponible en <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>.
- FAO. 2024. Plataforma de Territorios y Paisajes Inclusivos y Sostenibles. Repositorio de Organización (en línea, sitio web). Consultado 10 dic. 2024. Disponible en <https://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/instrumentos-planteamiento-territorial/es/>.

- Galantini, J; Landriscini, M; Hevia, C. 2017. Rotación de Cultivos en SD. APRESIED :5.
- Gatti, I; Mereb, JF; San Cristobal, D. 2011. Una mirada introductoria a los usos y aplicaciones de los SIG en geografía (en línea). s.l., Escuela Universitaria de Estudios Superiores IUSS Pavía. Consultado 25 oct. 2024. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/362634214_Una_mirada_introductoria_a_los_usos_y_aplicaciones_de_los_SIG_en_geografia.
- Gobierno de Panamá. 2024. Estudio de casos 2 - Estudio de la Región del Darién, Panamá. Repositorio (en línea, sitio web). Consultado 15 nov. 2024. Disponible en <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea72s/ch18.htm>.
- Gómez Giráldez, PJ; Espejo Pérez, AJ; Ortiz Berroca, F; Caño Vergara, AB. 2016. Manejo del Suelo Frente a la Erosión en DEHESA. s.l., s.e. Consultado 17 oct. 2024.
- Gómez, GM. 2024. Zonificación territorial de la Comunidad Nativa San Pedro de Pichanaz. s.l., Atycuy Perú. Consultado 17 ene. 2025.
- Hernández, NS. 2025. Informe de Investigación Sobre Zonas Protegidas de Honduras (en línea, sitio web). Consultado 7 ago. 2025. Disponible en <https://es.scribd.com/document/585933931/Informe-de-Investigacion-Sobre-Zonas-Protegidas-de-Honduras>.
- Ibáñez, JJ. 2015. El Concepto de Suelo, su Clasificación y Representaciones Canónicas. :5. Consultado 17 nov. 2024.
- ICF. 2017. Guía para la zonificación de cuencas hidrográficas. s.l., s.e. Consultado 6 ago. 2025.
- ICF. 2019. Ficha técnica del sistema de clasificación del mapa forestal y cobertura de la tierra de Honduras 2018. s.l., s.e. Consultado 5 nov. 2024.
- ICF. 2023. Cobertura Forestal y Uso de Suelo (en línea, sitio web). Consultado 5 ene. 2025. Disponible en <https://sigmof.icf.gob.hn/reportes/cobertura-forestal/>.
- ICF/DAP. 2009. Normativa para el Manejo de Zonas de Amortiguamiento en Áreas Protegidas. s.l., s.e. Consultado 6 ago. 2025.

- IGAC. 2025. Agrología | (en línea, sitio web). Consultado 21 ene. 2025. Disponible en <https://www.igac.gov.co/el-igac/areas-estrategicas/direccion-de-gestion-de-informacion-geografica/agrologia>.
- INAB. 1999. Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso. s.l., s.e. Consultado 7 nov. 2024.
- Kabelka, D; Kincl, D; Janeček, M; Vopravil, J; Vráblík, P. 2019. Reduction in soil organic matter loss caused by water erosion in inter-rows of hop gardens (en línea). Soil and Water Research 14(3):172-182. DOI: <https://doi.org/10.17221/135/2018-SWR>.
- Kogut. 2024. Análisis Espacial: Tipos Y Prácticas De Aplicación (en línea, sitio web). Consultado 10 dic. 2024. Disponible en <https://eos.com/es/blog/analisis-espacial/>.
- La Gaceta. 2008. Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. s.l., s.e. Consultado 15 jul. 2025.
- Lagos, G. 2013. Informe investigación renta del suelo, tenencia de la tierra y seguridad alimentaria, Olancho, Honduras (en línea, sitio web). Consultado 24 ene. 2025. Disponible en <https://es.slideshare.net/Gerardo1977/informe-investigacin-renta-del-suelo-tenencia-de-la-tierra-y-seguridad-alimentaria-olancho-honduras>.
- Lagos U, JA. s. f. Agronomía, Agrología. :65-68. Consultado 15 nov. 2024.
- Leyes de Zonificación. 2024. (en línea, sitio web). Consultado 18 nov. 2024. Disponible en <https://fastercapital.com/es/contenido/Leyes-de-zonificacion--líneas-en-el-mapa--leyes-de-zonificacion-y-el-legado-de-la-segregacion-espacial.html>.
- Melle, G van. 1984. Estudio sobre la capacidad de uso de la tierra en dos áreas de las subregiones Puriscal y Cariagres, Costa Rica (en línea) (En accepted: 2014-10-17t15:12:52z). . Consultado 24 ene. 2025. Disponible en <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1860>.
- Pinedo Mora, R. 2006. Zonificación como base para el ordenamiento territorial del municipio de Valle de Ángeles, Honduras (en línea). Maestría. s.l., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. . Consultado 14 ago. 2025. Disponible en <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4352>.
- Puebla, JG; Gould, M. 1994. SIG: Sistemas de información geográfica (en línea). s.l., Síntesis, (Espacios y Sociedades). Disponible en <https://books.google.hn/books?id=ncm8PQAACAAJ>.

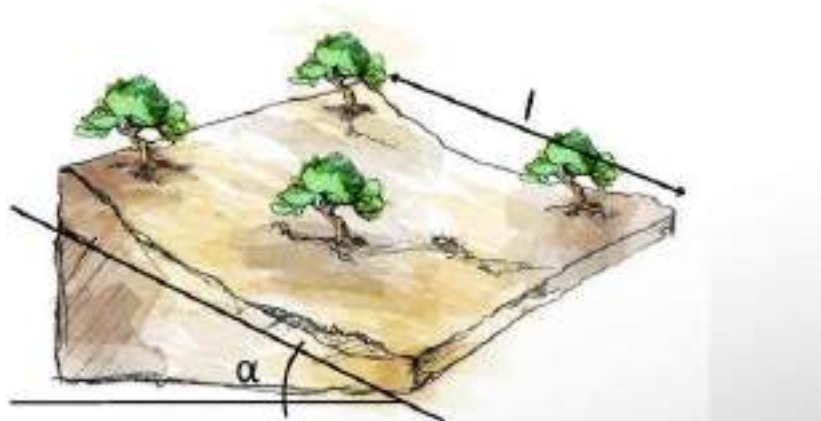
- Radulovich, RA. 1994. Tecnologías productivas para sistemas agrosilvopecuarios de ladera con sequía estacional. s.l., Bib. Orton IICA / CATIE. 204 p.
- Ramírez Carvajal, R. 1997. Propiedades del Suelo, físicas, químicas, biológicas.pdf (en línea, sitio web). Consultado 24 ene. 2025.
- Ramírez Núñez, NJ. 2012. Caracterización de los sistemas de producción de cultivos y determinación de la capacidad de uso de los suelos en el municipio de Tomalá, Lempira, Honduras. Catacamas, Olancho, UNAG,. 80 p. Consultado 8 nov. 2024.
- Reyes Sandoval, JT. 2022. Estrategia Local de Adaptación Agrícola al Cambio Climático en la Zona Media de la Cuenca del Río Talgua, Honduras. Tesis Doctoral. Arecibo, Puerto Rico, USA., Universidad Internacional Iberoamericana (UNIB). 182 p. Consultado 14 ene. 2025.
- Sánchez, P. 1981. Suelos del trópico: características y manejo (en línea). s.l., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Consultado 23 ene. 2025. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/16537>.
- Somarriba, E; López-Sampson, -Arlene; Sepúlveda, N; García, E; Sinclair, F. 2021. Trees on Farms to Improve Livelihoods and the Environment (en línea). s.l., Center for International Forestry Research (CIFOR). DOI: <https://doi.org/10.17528/cifor/008217>.
- Suttie, JM. 2000. Cover Crops in Hillside Agriculture, Farmer Innovation with Mucuna. (en línea). Experimental Agriculture 36(2):285-290. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0014479700232110>.
- Vistin, D; Muñoz, E; Barrero, H. 2018. Restauración forestal (en línea). Caribeña de Ciencias Sociales (mayo). Consultado 27 jul. 2025. Disponible en <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/restauracion-forestal-ecuador.html>.
- Vizuite-Montero, MO. 2024. Sostenibilidad de sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería en las provincias de Sucumbíos y Orellana (en línea). Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology 4(1):10-19. DOI: <https://doi.org/10.25127/riagrop.20241.966>.
- Watler R., W. 2021. Clasificación de las Tierras por Capacidad de Uso, Considerando a la Cuenca Hidrográfica como la Unidad de Planificación Territorial. ResearchGate . Consultado 2 dic. 2024.

- Watler, W. 2021. Bases del concepto agroecológico de la capacidad de uso de las tierras como base para la zonificación territorial de cuencas hidrográficas. s.l., s.e. Consultado 26 dic. 2024.
- Weather Spark. 2025. El clima en Catacamas, el tiempo por mes, temperatura promedio (Honduras) (en línea, sitio web). Consultado 3 jul. 2025.
- Zepeda Cancino, RM; Velasco Zebadúa, ME; Nahed Toral, J; Hernández Garay, A; Martínez Tinajero, JJ; Zepeda Cancino, RM; Velasco Zebadúa, ME; Nahed Toral, J; Hernández Garay, A; Martínez Tinajero, JJ. 2016. Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes (en línea). Revista mexicana de ciencias pecuarias 7(4):471-488. Consultado 27 jul. 2025. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-11242016000400471&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

ANEXOS

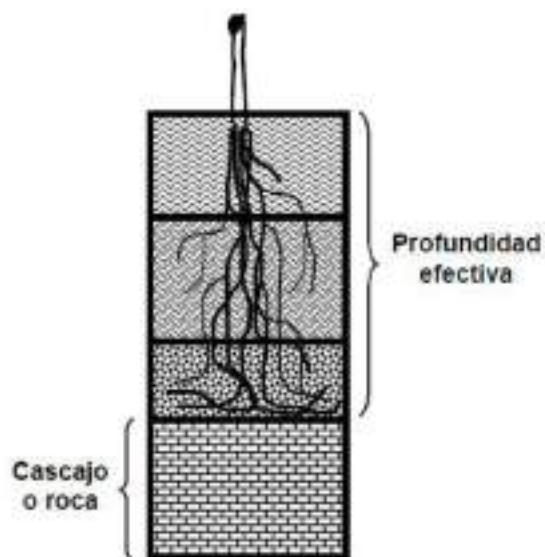
Anexo 1. Esquema de gradiente y longitud de la pendiente de una ladera.

Fuente: (Gómez Giráldez et al. 2016)



Anexo 2. Representación de la profundidad efectiva de suelo.

Fuente: (Watler R. 2021).



Anexo 3. Socialización de la investigación con los habitantes de la comunidad La Flor del Café.



Anexo 4. Levantamiento de información y recorridos para georreferenciar la comunidad La Flor del Café



A: Toma de puntos para la delimitación de la Comunidad La Flor del Café.

B: Recorridos junto a él Sr. Melvin Rodríguez por la Comunidad La Flor del Café.

C: Toma de puntos de muestras de suelos.

Anexo 5. Análisis físico-químicos

Análisis de Materia orgánica.



Toma de pH



Análisis de textura.



Análisis de textura.



Secado de muestras de suelo.



Anexo 6. Generación de mapas temáticos.



1: Mapa de delimitación de la Comunidad presentado a los habitantes.

2: Delimitación en google earth pro para muestrear.

A: Matriz de datos para obtener capacidad de uso de suelo según Sheng Michelsean.

B: Matriz de datos para obtener el mapa de conflictos de uso de suelo.

C: Matriz de datos para obtener el mapa de zonificación ambiental y productiva.

Posibilidad	Valor
0-12	1
13-16	2
17-20	3
21-24	4
25-28	5

Posibilidad	1	2	3	4	5
10	11	12	13	14	15
20	21	22	23	24	25

(Método 1984)

Posibilidad	Valor
0-20	10
21-26	12

VALORES	suma de ambos criterios	CUS
1	11	C1P
2	12	2
3	13	3
4	14	4
5	15	5
6	16	6
7	17	7
8	18	8
9	19	9
10	20	10
11	21	11
12	22	12
13	23	13
14	24	14
15	25	15

Posibilidad	1a	2a	3a	4a	5a
>90 cm	C1a	C1a	C1a	A1a	P1a
30-90 cm	C1a	C1a	C1a	A1a	P1a
20-30 cm	C1a	C1a	P1a	P1a	P1a
<20 cm	C1a	P1a	P1a	P1a	P1a

Clases de Posibilidad

1=0-12%

2=13-30%

3=31-50%

4=51-60%

5=>60%

A

Uno Actual	Capacidad de uso				
	C1	C1P	C1P	P	T
Agropecuaria Intensiva	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Sobresano	Sobresano
Bosque Denso	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado
Bosque ralo	Subuso	Subuso	Subuso	Subuso	Adecuado
Cafetales y Agroforesterias	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Subuso
Suelos desnudos	Subuso	Subuso	Subuso	Subuso	Subuso
Vegetación Secundaria	Subuso	Subuso	Subuso	Subuso	Subuso
Zonas Urbanas	Sobresano	Sobresano	Sobresano	Sobresano	Sobresano

Agropecuaria intensiva	11	12	13	14	15
Bosque denso	21	22	23	24	25
Bosque ralo		32	33	34	35
Cafetales y Agroforesterias	41	42	43	44	45
Suelos Desnudos		52	53	54	55
Vegetación Secundarias	61	62	63	64	65
Zonas Urbanas			73	74	

Uso Adecuado	1	11,12,13,21,22,23,24,25,35,41,42,43,44
Solo uso	2	12,13,34,43,52,53,54,55,61,62,63,64,65
Sobre uso	3	14,15,73,74

B

Uno Actual	Valor	Posibilidad	Valor	suma de ambos	POSICION
Agropecuaria intensiva	10	Adecuado	1	11	
		Subuso	2	12	
		Sobresano	3	13	
Bosque denso	20	Adecuado	1	21	
		Subuso	2	22	
		Sobresano	3	23	
Bosque ralo	30	Adecuado	1	31	
		Subuso	2	32	
		Sobresano	3	33	
Cafetales y Agroforesterias	40	Adecuado	1	41	
		Subuso	2	42	
		Sobresano	3	43	
Suelos desnudos	50	Adecuado	1	51	
		Subuso	2	52	
		Sobresano	3	53	
Vegetación secundaria	60	Adecuado	1	61	
		Subuso	2	62	
		Sobresano	3	63	
Zonas urbanas	70	Adecuado	1	71	
		Subuso	2	72	
		Sobresano	3	73	

C

Anexo 7. Potreros, cafetales y cacaotales de donde se recolectaron las muestras.



A: Potrero

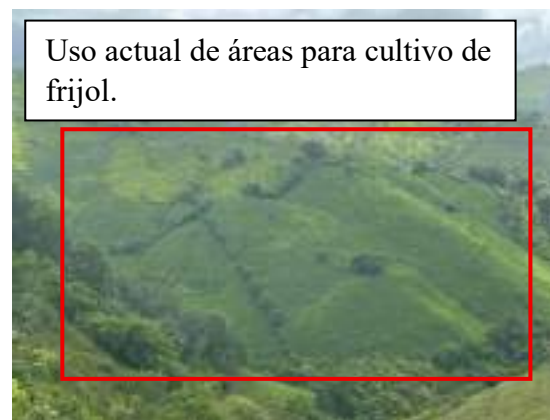


B: Cacaotal



C: Cafetal

Anexo 8. Expansión ganadera, fragmentación del bosque y uso actual del suelo.



Anexo 9. Categorías de Capacidad de uso de suelo.



Anexo 10. Representación de conflictos de uso de suelo.





Anexo 11. Coordenadas del polígono de la comunidad La Flor del Café.

N°	Latitud	Longitud	y_proj	x_proj	Puntos de límite
1	14.89826	-85.861943	1647385.751	622414.3176	FLOR 1
2	14.902262	-85.866252	1647826.099	621948.5172	FLOR 2
3	14.906871	-85.864579	1648336.875	622125.8903	FLOR 3
4	14.909489	-85.864003	1648626.8	622186.3745	FLOR 4
5	14.911399	-85.864005	1648838.088	622185.0813	FLOR 5
6	14.916439	-85.862907	1649396.229	622300.3451	FLOR 5
7	14.923078	-85.858272	1650133.207	622795.1528	FLOR 7
8	14.926578	-85.855975	1650521.657	623040.2371	FLOR 8
9	14.930611	-85.852722	1650969.602	623387.8373	FLOR 9
10	14.928772	-85.849719	1650767.835	623711.8952	FLOR 10
11	14.928251	-85.845812	1650712.378	624132.4389	FLOR 11
12	14.927585	-85.843285	1650640.115	624404.6321	FLOR 12
13	14.918791	-85.847173	1649665.122	623991.47	FLOR 13
14	14.916173	-85.850206	1649373.823	623666.7159	FLOR 14
15	14.914804	-85.84987	1649222.567	623703.6414	FLOR 15
16	14.914349	-85.853413	1649170.267	623322.7845	FLOR 16
17	14.911686	-85.853134	1648875.833	623354.3139	FLOR 17
18	14.907325	-85.852463	1648393.778	623428.9799	FLOR 18
19	14.905061	-85.853722	1648142.63	623294.8353	FLOR 19
20	14.903036	-85.854399	1647918.244	623223.1602	FLOR 20
21	14.902263	-85.856206	1647831.734	623029.2121	FLOR 21
22	14.900229	-85.859435	1647604.947	622683.005	FLOR 22
23	14.899382	-85.861122	1647510.321	622502.0037	FLOR 23

Anexo 12. Coordenadas de las muestras de suelo de la comunidad La For del Café.

ID Muestra	Este (X)	Norte (Y)	Profundidad (cm)	Textura	pH	MO %	Profundidad Efectiva (cm)
MF1	622602.85	1647859.9	20	Franco Arenoso	7.3	3	22
MF2	622245.97	1647974	20	Franco Arcilloso	8	2.6	12
MF3	622399.92	1648457	20	Franco Arcilloso	7.2	3.4	11
MF4	622680.26	1648204.2	20	Franco Arenoso	6.9	0.4	17
MF5	622936.51	1648411.9	20	Franco Arenoso	7.9	4	19
MF6	622681.6	1649096.7	20	Franco Arcilloso	7.02	3.7	24
MF7	623006.53	1648896.7	20	Franco Arenoso	7.2	4.6	16
MF8	623327.98	1649373.6	20	Franco Arcilloso	6.2	3.1	21
MF9	623406.17	1649708.7	20	Franco Arenoso	6.2	3.9	22
MF10	622682.65	1649543.3	20	Franco Arcilloso	7.05	3.8	25
MF11	622990.39	1650007	20	Arenoso Franco	6.6	9.6	19
MF12	623061.55	1650519.4	20	Franco Arenoso	6.8	9	14
MF13	623773.04	1650135.8	20	Franco Arcilloso	6.2	4.7	19
MF14	624201	1650704.8	20	Franco Arcilloso	5.3	3	26
MF15	623524.23	1650698.4	20	Franco Arcilloso	5.9	4.6	23

Anexo 13. Coordenadas de las casas con nombre de propietario de la comunidad La For del Café.

Número de Casa	Latitud	Longitud	y_proj	x_proj	Propietario de la casa
CASA 1	14.89934	-85.861569	1647505.429	622453.9409	Domingo Ortiz
CASA 2	14.899516	-85.860629	1647525.416	622554.9629	Rebeca Vásquez
CASA 3	14.899696	-85.860628	1647545.328	622554.9686	Iván Espino
CASA 4	14.900351	-85.859732	1647618.279	622650.9859	Esteban Ortiz
CASA 5	14.901733	-85.85963	1647771.216	622661.1761	Marcos Vásquez
CASA 6	14.901836	-85.860009	1647782.401	622620.3468	Santos Vásquez Ramírez
CASA 7	14.903686	-85.862342	1647985.77	622368.3293	Francisco Vásquez Ordoñez
CASA 8	14.903901	-85.861497	1648010.018	622459.1078	Abelino Ramírez
CASA 9	14.903872	-85.861332	1648006.901	622476.8739	Alonso Bu
CASA 10	14.906314	-85.860593	1648277.448	622554.989	Alberto Molina
CASA 11	14.908349	-85.860272	1648502.742	622588.3677	Vicente Domínguez
CASA 12	14.908308	-85.859851	1648498.438	622633.6786	Oscar Bu
CASA 13	14.90803	-85.85962	1648467.812	622658.6852	Aníbal Bu Ramírez
CASA 14	14.908092	-85.859554	1648474.707	622665.7498	Maximina Ramírez
CASA 15	14.909242	-85.859512	1648601.946	622669.6162	Darwin Bu
CASA 16	14.909466	-85.85933	1648626.826	622689.0673	Adrián Flores
CASA 17	14.909973	-85.858945	1648683.124	622730.1947	Alzazer Gámez
CASA 18	14.910565	-85.858773	1648748.707	622748.3613	Milton Gámez
ESCUELA	14.911106	-85.858761	1648808.561	622749.3453	Escuela R.M. 1 de Mayo Flor del Café
CASA 19	14.911299	-85.858408	1648830.106	622787.2082	Oscar Baca
IGLESIA	14.911633	-85.857821	1648867.378	622850.1624	Iglesia Católica
CASA 20	14.912333	-85.857286	1648945.109	622907.315	Nervi Rivera
CASA 21	14.912134	-85.856771	1648923.379	622962.8265	Wilmer Rivera

CASA 22	14.912784	-85.857395	1648994.94	622895.3338	Iban Gómez
CASA 23	14.914773	-85.857222	1649215.064	622912.8137	Marvin Aguilar
CASA 24	14.915527	-85.857348	1649298.404	622898.8319	Orlando Ordoñez
CASA 25	14.915738	-85.857286	1649321.78	622905.3813	Abilio Bu
CASA 26	14.9169	-85.857086	1649450.434	622926.2348	Gregorio Ordoñez
CASA 27	14.917874	-85.85693	1649558.267	622942.4619	Víctor Luis Molina
CASA 28	14.918057	-85.856689	1649578.644	622968.2815	Celestino Gómez
CASA 29	14.918295	-85.856515	1649605.068	622986.8629	Camilo Alexis Rodríguez
CASA 30	14.918691	-85.855805	1649649.268	623063.0102	Gabriel Rodríguez
CASA 31	14.919844	-85.85557	1649776.946	623087.6323	Walter Rodríguez
CASA 32	14.919822	-85.855439	1649774.585	623101.736	Alonzo Rivera
CASA 33	14.919867	-85.855359	1649779.607	623110.3157	Noe Aguilera
CASA 34	14.920304	-85.855298	1649827.983	623116.6285	Melvin Rodríguez
CASA 35	14.920427	-85.855378	1649841.545	623107.9533	Adalí Rodríguez
CASA 36	14.919317	-85.854804	1649719.071	623170.3281	Geiser Rivera
CASA 37	14.919325	-85.854641	1649720.047	623187.8568	Josué López
CASA 38	14.917956	-85.859191	1649566.09	622699.2063	Francisco Bu
CASA 39	14.921228	-85.85469	1649930.535	623181.5025	Anavilia Inestroza
CASA 40	14.921428	-85.854854	1649952.569	623163.7478	Juni Javier Bu
CASA 41	14.922351	-85.855228	1650054.467	623122.993	Denis Flores
CASA 42	14.92245	-85.855214	1650065.426	623124.4426	Joel Castellón
CASA 43	14.922542	-85.855185	1650075.62	623127.5096	Celín Bu
CASA 44	14.92314	-85.85495	1650141.902	623152.4468	Paola Ortiz
CASA 45	14.923633	-85.854093	1650196.914	623244.3487	Carlos Bu
CASA 46	14.924414	-85.854252	1650283.223	623226.801	Ángel Muñoz
CASA 47	14.924617	-85.854285	1650305.661	623223.1357	Eber Bu
CASA 48	14.924705	-85.854482	1650315.286	623201.8955	Augusto Bu

CASA 49	14.924661	-85.854737	1650310.278	623174.4918	Raúl Bu
CASA 50	14.924649	-85.854828	1650308.9	623164.7103	Wilmer Bu
IGLESIA	14.92471	-85.854944	1650315.584	623152.1982	Iglesia Manantial de Vida
CASA 51	14.924654	-85.854669	1650309.541	623181.8101	Jorge Castellón
CASA 52	14.924522	-85.854747	1650294.896	623173.4953	Jesús Castellón
CASA 53	14.925079	-85.854852	1650356.454	623161.8839	Olman Castellón
CASA 54	14.925167	-85.854729	1650366.257	623175.0641	Maricela Flores
CASA 55	14.925357	-85.85407	1650387.641	623245.8402	Marvin Flores
CASA 56	14.925348	-85.853983	1650386.693	623255.2033	Abelino López
CASA 57	14.925502	-85.854388	1650403.505	623211.5524	Dunia Bu
CASA 58	14.925562	-85.854576	1650410.038	623191.2963	Naamán Bu
CASA 59	14.925491	-85.854946	1650401.979	623151.5383	Sergio Bu
IGLESIA	14.925553	-85.855245	1650408.672	623119.3415	Iglesia Filadelfia
CASA 60	14.926488	-85.855764	1650511.817	623062.9841	Jimmy Bu
CASA 61	14.926436	-85.855854	1650506.015	623053.333	Antonio Bu
CASA 62	14.926582	-85.855696	1650522.254	623070.2448	Dayron Ortiz
CASA 63	14.926522	-85.855637	1650515.649	623076.6252	Ricardo Bu
CASA 64	14.925671	-85.855176	1650421.764	623126.6962	Jesús Bu Pineda
CASA 65	14.925737	-85.855121	1650429.095	623132.5746	Gricelda Castellón
CASA 66	14.925828	-85.854842	1650439.317	623162.5329	Donaldo Izaguirre
CASA 67	14.925741	-85.854206	1650430.045	623230.9927	Leonel Ponce
CASA 68	14.925825	-85.854199	1650439.341	623231.6978	Geovany Ortiz
CASA 69	14.925882	-85.854015	1650445.748	623251.4569	Eber Bu Ortega
CASA 70	14.926058	-85.853791	1650465.342	623275.4507	Wilson Bu
CASA 71	14.926121	-85.853748	1650472.335	623280.04	Erlin Bu
CASA 72	14.926294	-85.8535	1650491.611	623306.617	Darlin Castellón
CASA 73	14.926383	-85.850521	1650503.11	623626.9965	William Bu

CASA 74	14.924603	-85.847113	1650308.098	623994.5922	Jaime Bu
CASA 75	14.922897	-85.847778	1650119.004	623924.0397	Henry Bu
CEMENTERIO	14.926317	-85.853094	1650494.38	623350.2745	Cementerio La Flor del Café
CERRITO ROBLEDAL	14.923876	-85.854657	1650223.483	623183.544	Cerrito El Robledal