

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Ciencias Agronómicas**

**Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente**

**Gestión Integral de Sistemas Productivos Agroecológicos**



**Guía para el diseño e implementación de prácticas de conservación  
de suelo y agua en cultivo de café (*Coffea arabica L.*) en Finca  
Leticia, Colón, La Libertad.**

**Por:**

**Jesús Alberto Candelario Presidente**

**Presentada como requisito para obtener el Título de:**

**Ingeniero Agroindustrial**

**San Salvador, El Salvador, Centro América, 2022**

**Universidad de El Salvador**

**Rector:**

**Lic. M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado**

**Secretario General:**

**Lic. M.Sc. Francisco Antonio Alarcón Sandoval**

**Facultad de Ciencias Agronómicas**

**Decano:**

**Ing. Agr. Dr. Francisco Lara Asencio**

**Secretario:**

**Ing. Agr. M. Sc. Balmore Martínez Sierra**

Esta investigación fue realizada bajo la dirección del Tutor asignado por el departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, ha sido aprobada por el Tribunal Evaluador respectivo, como requisito para obtener el Título de

## **Ingeniero Agroindustrial**

### **Comité de Tesina**

Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre Castro

---

Tutor de Tesina

Ing. M. Sc. Ph. D. Miguel Ángel Hernández Martínez

---

Co- Tutor de la Tesina

Ing. M. Sc. José Mauricio Tejada Ascencio

---

Jefe Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente

Ing. Agr. M. Sc. Nelson Bernabé Granados

---

Coordinador de Procesos de Graduación  
Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente

## **Dedicatoria**

A DIOS todo poderoso por iluminarme el camino de la superación, en poder culminar mis estudios y tener el privilegio de estudiar la carrera profesional.

A mis padres, Ana Edith Presidente y José Orlando Candelario por su apoyo incondicional en toda mi vida de muchos sacrificios, para alcanzar el anhelo máspreciado de convertirme en profesional.

A mis hermanas, Dorena Candelario y Deisi Candelario, a mi hermano José Candelario, gracias por su apoyo moral e incondicional en el camino de mi superación.

A mi abuela, Olivia Calderón, por ser ese ejemplo a seguir en todo momento.

A mi sobrino, Ian Alessandro, por ser esa motivación para convertirme en alguien importante en su vida.

A mi novia, Francesca Martínez, por motivarme día con día a culminar mi carrera profesional, siendo un ejemplo a seguir por su perseverancia, constancia y determinación.

A mis amigos, por siempre compartir conmigo momentos inolvidables en nuestro proceso de formación.

A mi asesor, Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre por la disponibilidad en realizar los aportes necesarios para la investigación y tener la paciencia suficiente para guiar a lo largo de la investigación.

## **Agradecimientos**

A Dios todo poderoso por permitir en mi vida avanzar a las metas propuestas y darme la oportunidad de obtener un triunfo más, y la fuerza suficiente para salir adelante.

A mi familia, por ser el apoyo incondicional y moral en toda la carrera y sobre todo por su dedicación y comprensión en todo momento.

Al alma mater, la Universidad de El Salvador, por brindarme el gran privilegio de pasar por sus aulas y adquirir el conocimiento necesario para poder alcanzar la superación y ponerlos en práctica ante la sociedad salvadoreña

A Leticia Rivera, por brindarme la oportunidad de conocer de cerca el agroecosistema de café, por tener esa disponibilidad de transferirme conocimientos y por confiar en mí.

A los docentes, que a lo largo de la carrera tuvieron que ver con mi formación y por compartir sus conocimientos que me servirán como futuro profesional.

## Índice General

RESUMEN.....	ix
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
3. OBJETIVOS .....	3
3.1. Objetivo general .....	3
3.2. Objetivos específicos.....	3
4. ESTADO DEL ARTE.....	4
4.1. Visión agroecológica .....	4
4.2. Sostenibilidad en Fincas .....	5
4.3. Conservación de suelo y agua .....	5
5. REVISIÓN DE LITERATURA .....	8
5.1. Agroecología .....	8
5.2. El Agroecosistema de Café en El Salvador .....	8
5.2.1. Breve reseña histórica del café en El Salvador .....	8
5.2.2. Importancia de la caficultura en El Salvador .....	9
5.2.3. Aporte a la biodiversidad .....	9
5.3. Generalidades del cultivo del café.....	9
5.3.1. Aspectos botánicos.....	9
5.3.2. Morfología del cafeto .....	10
5.3.3. Condiciones agroecológicas.....	11
5.4. El suelo .....	12
5.4.1. Composición del suelo .....	13
5.4.2. Textura de suelo .....	14
5.4.3. Importancia del Suelo.....	14

5.4.4.	Servicios ecosistémicos asociados al suelo .....	14
5.4.5.	Calidad de Suelo.....	14
5.4.6.	Uso del suelo .....	15
5.4.7.	Capacidad de uso de suelo .....	15
5.4.8.	Conflicto de Uso de Suelo.....	16
5.5.	Municipio de Colón.....	16
5.5.1.	Generalidades .....	16
5.5.2.	Geología .....	17
6.	METODOLOGÍA.....	18
6.1.	Descripción del lugar de estudio. ....	18
6.2.	Tipo de investigación .....	18
6.3.	Fases del estudio.....	19
7.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	22
7.1.	Caracterización de la finca .....	22
7.1.1.	Relieve de los terrenos. ....	22
7.1.2.	Caracterización del suelo Agrícola. ....	22
7.1.3.	Prácticas de manejo y conservación de suelos y agua .....	23
7.1.4.	Humedad del suelo y fuentes de agua de la finca .....	23
7.1.5.	Diversificación de la finca.....	23
7.1.6.	Mano de obra.....	24
7.1.7.	Situación anterior de la finca.....	24
7.2.	Estimación de la calidad de suelo y planta y potencial de uso del suelo.....	25
7.2.1.	Análisis cromatográfico del suelo de la finca .....	28
7.2.2.	Capacidad de uso del suelo .....	29
7.3.	Prácticas promisorias de conservación de suelo y agua .....	31
7.3.1.	Implementación de una práctica promisoría .....	33

7.3.2.	Estrategias que se pueden llevar a cabo en Terreno Aceituno .....	36
7.3.3.	Estrategia que se pueden llevar a cabo en Terreno Nonis.....	39
7.3.4.	Estrategia para ambos terrenos .....	42
8.	CONCLUSIONES .....	44
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	45
	ANEXOS.....	49

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Clasificación de la materia mineral del suelo por tamaño de partículas .....	13
Cuadro 2. Clasificación de los suelos según su capacidad de uso .....	15
Cuadro 3. Generalidades del municipio Colón .....	17
Cuadro 4. Información de Finca Leticia.....	22
Cuadro 5 Valores asignados a los indicadores de calidad de suelo y salud de cultivo en Terreno Nonis y Terreno Aceituno, Finca Leticia, Colón, La Libertad .....	26
Cuadro 6. Determinación de la capacidad de uso se suelo en Terreno Aceituno y Terreno Nonis ...	30
Cuadro 7 Prácticas promisorias de conservación de suelo y agua para Terreno Aceituno .....	31
Cuadro 8 Prácticas promisorias de conservación de suelo y agua para Terreno Nonis .....	31

## Índice de Figuras

Figura 1 Horizontes del suelo.....	13
Figura 2. Ubicación geográfica de los dos terrenos de Finca Leticia. ....	18
Figura 3. Selección de tecnologías promisorias a través de los criterios aplicados en la Guía Técnica de CSA .....	21
Figura 4. Materia orgánica en descomposición en Terreno Nonis.....	23
Figura 5. Agroecosistema café en Finca Leticia .....	24
Figura 6. Antonio y Rufino después de un día de trabajo en Terreno Nonis .....	24
Figura 7 Uso anterior y uso actual de Terreno Aceituno .....	25
Figura 8. "Ameba" representativa del estado de calidad de suelo en Terreno Nonis y Terreno Aceituno, Finca Leticia, Colón, La Libertad.....	27
Figura 9. "Ameba" representativa del estado de salud de cultivo en Terreno Nonis y Terreno Aceituno, Finca Leticia, Colón, La Libertad.....	27
Figura 10 Cromatograma de suelo en Terreno Aceituno .....	28
Figura 11 Cromatograma de suelo en Terreno Nonis .....	29
Figura 12 Clase de suelo por capacidad de uso en cantón El Capulín.....	31
Figura 13 Secciones del terreno para la realización de prácticas de conservación de suelo y agua en Terreno Aceituno.....	32
Figura 14 Secciones del terreno para la realización de prácticas de conservación de suelo y agua en Terreno Nonis.....	33
Figura 15 Arreglo espacial de la práctica cajueleado en Terreno Aceituno.....	34
Figura 16 Cajueleado en Terreno Aceituno .....	34
Figura 17 Cajuelas medianamente profundas en Terreno Aceituno .....	35
Figura 18. Suelo que entra en las cajuelas por la lluvia, 15 días después de implementada la práctica .....	36
Figura 19. Café con cultivo de cobertura de Canavalia .....	37
Figura 20 Sección de Terreno Aceituno donde hay café joven.....	38
Figura 21 Barrera viva utilizando como material vegetativo Izote en Terreno Nonis.....	39
Figura 22. Imagen satelital y en el sitio de la zona donde se juntan dos laderas en Terreno Nonis y un terreno vecino.....	40
Figura 23. Diques de madera en laderas .....	40
Figura 24 Diagrama de diques de madera en Terreno Nonis.....	41

Figura 25. Cerco de Terreno Nonis que está haciendo en parte la función de los diques de madera 42  
Figura 26 Agroforestería con regeneración natural en finca Leticia..... 43

## **Índice de Anexos**

Anexo 1. Mapa pedológico del departamento de La Libertad, El Salvador. ....	49
Anexo 2. Condiciones agroecológicas en la zona y en la finca .....	49
Anexo 3. Condiciones de producción en la finca.....	51
Anexo 4. Objetivos del Productor y Necesidades en la Finca .....	52

## RESUMEN

Guía para el diseño e implementación de prácticas de conservación de suelo y agua en cultivo de café (*Coffea arabica L.*) en Finca Leticia, Colón, La Libertad. Candelario, J.<sup>1</sup>

La conservación de los recursos suelo y agua son motivo de gran preocupación para la sostenibilidad del planeta en cuanto a la soberanía alimentaria y el desarrollo de la vida en general, esto se remarca en los países en vías de desarrollo, como El Salvador, que presentan fuertes contrastes socioeconómicos y ambientales. Esta investigación se llevó a cabo Finca Leticia, cuya ubicación es cantón El Capulín, municipio de Colón, departamento de La Libertad, durante los meses de mayo a septiembre de 2021. El objetivo de esta investigación fue analizar las prácticas de conservación de suelo y agua promisorias en cafetales. Para determinar cuáles de las prácticas de conservación de suelo eran factibles para la finca, se estimó la calidad del suelo y la salud de un cultivo, a través de un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales, se realizó un análisis cromatográfico de los suelos y se tomaron datos topográficos y profundidad de suelo; posteriormente con la Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua (PASOLAC) se definieron las prácticas que se adaptan a la finca. Las prácticas promisorias fueron el uso de barreras vivas, agroforestería, cultivo de cobertura y obras físicas que se adaptan a la Finca.

Palabras clave: conservación, sostenibilidad, calidad de suelo, cromatografía, salud de cultivo.

---

<sup>1</sup> Estudiante de Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Universidad de El Salvador

## **Abstract**

The conservation of soil and water resources are a matter of great concern for the sustainability of the planet in terms of food sovereignty and the development of life in general, this is highlighted in developing countries, such as El Salvador, which present strong socioeconomic and environmental contrasts. This research was carried out at Finca Leticia, whose location is El Capulín canton, Colón municipality, La Libertad department, during the months of May to September 2021. The objective of this research was to analyze soil and water conservation practices promising in coffee plantations. To determine which of the soil conservation practices were feasible for the farm, the soil quality and the health of a crop were estimated, through a rapid agroecological method for the evaluation of the sustainability of coffee plantations, a chromatographic analysis was carried out. Of the soils and topographic data and soil depth were taken; later, with the Soil and Water Conservation Technical Guide (PASOLAC), the practices that are adapted to the farm were defined. Promising practices were the use of living barriers, agroforestry, cover cultivation, and physical works.

Keywords: conservation, sustainability, soil quality, chromatography, crop health.

# 1. INTRODUCCIÓN

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre que ofrece anclaje y nutrición a las plantas. Para que los cultivos ofrezcan rendimientos satisfactorios en la producción, y por consiguiente ingresos económicos, es necesario conservar los suelos con un buen grado de fertilidad, un suelo fértil es aquel que tiene buenas propiedades físicas, químicas y microbiológicas.

Por acción de la erosión causada por el aire, el agua y prácticas de cultivo inadecuadas, se va perdiendo fertilidad en los suelos, de tal manera que es necesario llevar a cabo prácticas de conservación de suelos y agua.

El municipio de Colón, catalogado en 2012 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como uno de los 193 municipios de El Salvador cuya ubicación está en la franja de sequía alta, es uno de los municipios más afectados en la época seca del país, ya que la escases de agua y la degradación de sus suelos afectan especialmente a los agricultores familiares, que dependen altamente de su producción para su sustento.

La investigación tuvo como objetivo analizar las prácticas de conservación de suelos y agua promisorias a ser adoptadas en el agroecosistema de café, para ello se estimó la calidad del suelo y salud del cultivo, se identificaron prácticas de conservación de suelo y agua aplicables a la finca tomando en cuenta las características del terreno y se diseñó e implementó la práctica de cajuleado individual para incrementar la resistencia del suelo a las fuerzas erosivas hídricas.

A partir de eso, la investigación pretende ser punto de referencia y de partida para el impulso de actividades en CSA que contribuyan a combatir la degradación de tierras y favorezcan, conjuntamente con los demás cimientos de la sostenibilidad, un desarrollo auténticamente sustentable.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La bebida de café es uno de los productos más consumidos a nivel mundial con un enorme potencial dentro del mercado, los productores que se dedican al desarrollo de agroecosistemas con café de manera convencional, a pesar de ser un sistema agroforestal se ven afectados por la disminución de rendimiento y calidad del producto, debido a la degradación permanente de los suelos, por la continua extracción de nutrientes por el cultivo, la poca cobertura en los suelos por la baja producción de biomasa, que hace susceptible a la superficie del suelo a ser erosionada; también se puede mencionar que los agroecosistemas presentan porcentajes de pendientes mayores del 15 %, para el caso de El Salvador, que influye, lo que menciona la FAO (2016) que cerca del 70% de los suelos cultivados de la región presentan algún grado de degradación por efectos de erosión, la nula aplicación de prácticas de conservación de suelo y agua, lo que significa que los agricultores deben adquirir mayor capacidad de manejo y la aplicación de una serie de métodos y prácticas que permitan recuperar los suelos degradados y a la vez preservarlos para las generaciones actuales y futuras.

Esto representa un gran reto para los productores, ya que se ven limitados en cuanto a la tecnificación de las prácticas de cultivo, que compromete la conservación de los recursos de suelo y agua, los resultados de rendimiento y también su calidad de vida; convirtiéndolos más vulnerables a los factores climáticos, geográficos y sociales.

Existen diferentes causas de erosión en el suelo, la erosión hídrica es la principal en cuanto al agroecosistema café en la región, y por ello es necesario que los productores tengan alternativas para contrarrestarla, las prácticas de conservación de suelo podrían ser fundamentales para que el agroecosistema reduzca la erosión y a la vez sea sostenible en el tiempo.

Existen numerosas experiencias que respaldan las prácticas de conservación de suelo y agua, obteniendo resultados positivos en términos de producción y conservación de la biodiversidad, en el caso del café, se ha trabajado como parte de agricultura familiar, conservación de la agrobiodiversidad y protección de los recursos naturales, lo cual representa ser una base para la promoción y adopción de las prácticas en zona donde se ubica la finca, que sería de gran utilidad en el manejo del agroecosistema, la conservación del recurso suelo y una mayor infiltración del agua lluvia, resultando en beneficios del rendimiento, sostenibilidad de los recursos y aseguramiento de la economía de los productores.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1.Objetivo general**

- Identificar las prácticas de conservación de suelo y agua promisorias a ser adoptadas en el agroecosistema del cultivo de café, de acuerdo a las condiciones agroecológicas de la finca.

### **3.2.Objetivos específicos**

- Estimar la calidad del suelo y la salud del cultivo, utilizando indicadores de características del suelo, potencial de uso y planta.
- Identificar las prácticas de conservación de suelo y agua aplicables a agroecosistemas de cultivo café de acuerdo a las características del terreno.
- Implementar al menos una práctica de conservación de suelo y agua en cultivo de café

## 4. ESTADO DEL ARTE

### 4.1. Visión agroecológica

Mohammadian (2019) presenta un artículo de la ciencia holística interdisciplinaria de la Bioeconomía y su brazo operativo, la Economía del Tercer Camino (ETC). Se critica la teoría reduccionista neoclásica por sus falsas suposiciones del equilibrio del mercado y la racionalidad y presenta el equilibrio bioeconómico con sus ventajas. Anteriormente en Ecuador, Malavé (2015) explica que la bioeconomía representa la visión de una sociedad futura mucho menos dependiente de los recursos fósiles, principalmente petróleo, que abarca la producción sostenible de los recursos biológicos renovables (biomasa) y su conversión para suplir las demandas de una población cada vez más creciente., se establece la relación que tiene con el café, ya que es un cultivo con un alto potencial para el desarrollo de este tipo de modelos que respetan el medio ambiente.

Los resultados que obtienen es que la base de una bioeconomía la constituyen los recursos biológicos que incluyen a todas las formas de vida, que en conjunto con el agua y los suelos, conforman la gran biodiversidad de los ecosistemas característicos de América Latina que la destacan como una de las mayores reservas de biomasa; cuyo uso vislumbra amplias perspectivas de desarrollo por medio no sólo de su transformación sostenible

El centro regional de diálogo PRISMA (2016), realizó un mapeo de experiencias agroecológicas con potencial de escalamiento en El Salvador, el objetivo del estudio fue identificar y caracterizar experiencias agroecológicas con potencial de escalamiento, analizando limitantes y potencialidades para su implementación y su contribución al impacto económico, social y ambiental considerando la participación activa de organizaciones de productores, mujeres y jóvenes. El proceso de selección se inició solicitando a los integrantes del Comité de Seguimiento de la consultoría propuestas de experiencias agroecológicas que consideraban cumplieren con los criterios establecidos, en respuesta se preseleccionaron 81 propuestas, por razones de ubicación geográfica, tiempo, logística y consulta con los técnicos de enlace se visitaron 41; 22 de las cuales cumplieron con los seis criterios establecidos (diversidad de cultivos, buen manejo de suelo y agua, abandono del uso de agroquímicos, aceptable nivel de soberanía y seguridad alimentaria, uso predominante de recursos locales y disposición a compartir experiencias). De estas finalmente se seleccionaron las diez mejores para profundizar en el entendimiento del proceso que los ha conducido hasta su estado actual, cuáles han sido los obstáculos o limitaciones encontradas, los apoyos recibidos y los impactos

generados, con el propósito de obtener lecciones que contribuyan al fomento de la agroecología como opción clave para la agricultura familiar.

#### **4.2. Sostenibilidad en Fincas**

En Costa Rica, Altieri y Nicholls (2002) proponen una metodología para estimar la calidad del suelo y la salud de un cultivo, utilizando indicadores sencillos de emplear. Con base en la estimación de estos indicadores, el productor y el investigador pueden determinar el estado agroecológico de la plantación.

Con los valores obtenidos para cada indicador se construyen diagramas tipo "ameba", que permiten visualizar el estado general de la calidad del suelo y la salud del cultivo, considerando que mientras más se aproxime la "ameba" al diámetro del círculo (valor 10, óptimo) el sistema es más sostenible. La metodología, aunque fue diseñada para café, es aplicable a otros agroecosistemas. Además permite estimar la sostenibilidad en forma comparativa o relativa, monitoreando la evolución de un mismo agroecosistema a través del tiempo, o comparando dos o más agroecosistemas con diferente manejo o estados de transición

En países como El Salvador, se encuentra una enorme diversidad de paisajes relacionados con la cobertura vegetal y el uso del suelo; producto de las variaciones a distancias cortas de la topografía, clima, suelos, entre otros (Pineda *et al.* 2013). Es por ello que Láinez *et al.* (2011) evaluó la sostenibilidad de las fincas por medio de la metodología “Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS)”. El estudio permitió determinar que veintitrés fincas, las cuales poseen el 95.1% del área cultivada de café, están respondiendo positivamente a esta visión.

#### **4.3. Conservación de suelo y agua**

A escala global muchos países que presentan elevada degradación de sus recursos como el suelo y agua, se encuentran con fuertes condiciones climáticas y topográficas (Wilkinson y McElroy 2007). Tal es el caso de Antioquia, Colombia, en donde un estudio realizado por Castaño (2015) permitió definir debilidades de 25 microcuencas en el uso y estado actual del suelo. Se construyó una Guía Práctica para la Conservación y Manejo de Suelos y Agua, también se ideó una estrategia para la formación a los técnicos de implementación y la posterior transferencia del conocimiento a los

caficultores, lo cual significó un gran aporte para el desarrollo socioeconómico del lugar.

En Caracas, Venezuela, El libro escrito por Rodríguez (2018) presenta una serie de experiencias que se llevaron a cabo en la Cátedra de Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela durante más de 25 años, las cuales se combinan con otras experiencias, ideas y conceptos que en Conservación de Suelos y Aguas se han desarrollado a nivel nacional e internacional, de manera de contribuir al desarrollo y aplicación de esta disciplina, que puede considerarse una premisa del desarrollo sustentable. Se desarrollaron una serie de temas, partiendo de la problemática ambiental y la conservación de los recursos naturales en general, que los ubicó y relacionó con los principios ecológicos, económicos y sociales, de manera que se logre una visión integral a la hora de tomar decisiones y ejecutar acciones en CSA. Su objetivo fue dejar en evidencia que esta disciplina puede contribuir, no solo a solucionar los problemas inmediatos de degradación de tierras, sino que puede jugar un rol fundamental en la solución de problemas ambientales de diversa naturaleza.

En Colombia, como reacción a los crecientes problemas de degradación de suelos, la FAO y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018), se unieron para aportar elementos a la protección y conservación de los suelos del país, a través de una guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales. Entre las prácticas presentadas en la guía, se encuentran igualmente métodos y técnicas agroecológicas, que hacen parte de los procesos habitualmente utilizados en los proyectos productivos promovidos por la FAO. Se presentan tecnologías específicas del manejo de suelos provenientes de diversas experiencias de conservación de suelos y se integran prácticas provenientes de metodologías preventivas de la gestión del riesgo agroclimático.

Arrevillaga (2018) a través del CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdoba”), con el fin de contribuir al incremento de la producción y productividad sostenible de la actividad agropecuaria y forestal en El Salvador, puso a disposición la GUÍA TÉCNICA DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA, cuyo principal objetivo fue hacer la guía accesible a los diferentes actores de la actividad agrícola, a estudiantes, profesionales y productores, de tal manera que fuera una herramienta de investigación, aprendizaje y adopción de tecnologías; que ayuden a las familias productoras a adquirir los conocimientos básicos

acerca de las prácticas más importantes que pueden aplicar para conservar y mejorar la calidad de los suelos de sus áreas de producción, como parte de la estrategia para desarrollar una agricultura con enfoque de sostenibilidad como un aporte al proceso de desarrollo tecnológico agropecuario y forestal de nuestro país.

La Guía propuesta por Arrevillaga (2018), toma ciertos principios que se desarrollan en la Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua propuesta por PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América) (2000), la cual es una herramienta de toma de decisión. Así, la guía ofrece un mecanismo para identificar de un total de 47 tecnologías de CSA, aquellas que tienen alto potencial de ser adaptadas a las condiciones agroecológicas, sistemas productivos, y objetivos y necesidades específicas del agricultor.

## **5. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **5.1. Agroecología**

Cualquier definición de la agroecología debe incluir que se examina el sistema de producción como un agroecosistema. Se debe mirar al sistema en su conjunto. Esta definición se debe mover más allá de la visión estrecha de la agricultura que se enfoca primeramente en el desarrollo de prácticas o tecnologías diseñadas para incrementar los rendimientos y mejorar los márgenes de beneficio. Estas prácticas y tecnologías se deben evaluar a la luz de las contribuciones que hacen a la sostenibilidad total del sistema de producción. Las nuevas tecnologías tienen poca esperanza de contribuir a la sostenibilidad a menos que se incluyan en su evaluación, el largo plazo e impactos más complejos sobre el sistema agrícola en su totalidad. El sistema agrícola es un componente importante del sistema alimentario mayor (Francis *et al.* 2003).

Un fundamento básico de la agroecología es el concepto de ecosistema, definido como sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivos y su ambiente, delimitado por fronteras definidas arbitrariamente, en un tiempo y espacio que parece mantener un estado estable de equilibrio, pero a la vez dinámico (Gliessman 1998).

Aplicamos la agroecología cuando trabajamos con agricultores que están en el proceso de transición a prácticas de manejo ambientalmente más sanas, y así obtenemos el potencial de contribuir a la sostenibilidad del largo plazo. Esta transición ya está ocurriendo. Muchos agricultores, a pesar de la fuerte presión económica que hay sobre la agricultura, están en el proceso de convertir sus unidades de producción a manejos y diseños más sostenibles (USDA 2000).

### **5.2. El Agroecosistema de Café en El Salvador**

#### **5.2.1. Breve reseña histórica del café en El Salvador**

Cuadras y López (2013) plantearon que en nuestro país se introdujo el café desde el año 1800, desde esta fecha hasta la actualidad se ha posicionado como uno de los principales productos de exportación. Por casi 200 años, el café producido en Mesoamérica fue cultivado bajo sombra. A partir de la década de los setentas, los monocultivos de café al sol han sustituido rápidamente grandes extensiones de cultivos rústicos y bajo sombra, llegando a ocupar, en el más drástico de los casos (Costa Rica) el 40% de la superficie cultivada. En El Salvador la conversión de café tradicional a tecnificado ha sido una de las más moderadas de la región. La modificación ha

sido más significativa en plantaciones mayores a 35 ha, mientras que las plantaciones más pequeñas (que son además las más numerosas) conservan los sistemas tradicionales y de policultivos (Bolaños y Cuellar 2019).

### **5.2.2. Importancia de la caficultura en El Salvador**

Para nuestro país, el café continúa siendo una actividad de importancia estratégica para la sostenibilidad económica, social y ambiental, a pesar de una pérdida relativa en el impacto dentro de la economía, favorecida por la evolución de El Salvador hacia una de las economías más libres del mundo, que ha permitido la reconversión de los sectores productivos. A continuación se resaltan algunos aspectos que recalcan la importancia del café para El Salvador (Laínez 2011).

### **5.2.3. Aporte a la biodiversidad**

El suelo es uno de los ecosistemas más diversos y complejos que existen en la naturaleza; en ningún sitio del planeta existe en un pequeño espacio tanta diversidad de vida. El suelo es el único ambiente que combina las fases sólida, líquida y gaseosa formando una matriz tridimensional. La compleja naturaleza física y química, su estructura porosa y el suministro de materiales orgánicos extremadamente diferentes, proporcionan una heterogeneidad de alimento y de hábitat que permiten en él la coexistencia simultánea de una gran diversidad de flora y fauna.

El manejo de áreas de café bajo sombra con especies nativas ha permitido a El Salvador mantener una biodiversidad en flora y fauna. En las zonas de bosque cafetalero se albergan especies de árboles nativos y exóticos, aves residentes y migratorias (amenazadas y en peligro de extinción a nivel local); además de especies de pequeños mamíferos, especies de reptiles y especies de anfibios que poseen varias especies en peligro de extinción, entre otros. Gracias a los cafetales bajo sombra se podrían conservar alejadas del peligro y reducir la amenaza de extinción (PROCAFE, 2000).

## **5.3. Generalidades del cultivo del café**

### **5.3.1. Aspectos botánicos**

De acuerdo con Garza (2012) el Cafeto se clasifica de la siguiente manera:

Género: Coffea

Especie: Coffea Arábica

Familia: Rubiaceae

En el mundo, el 69% de la producción proviene de la especie arábica y el 31% de la especie *Coffea canephora* y otras. La participación de El Salvador en el mercado es 100% arábigo (Bolaños y Cuellar 2019).

### **5.3.2. Morfología del cafeto**

#### **5.3.2.1. Sistema Radicular**

Está constituido por la raíz principal o pivotante que puede alcanzar 50 o más centímetros de profundidad, de la cual se originan las raíces secundarias que ejercen la función de anclaje y las raíces terciarias de las que emergen las raicillas (cabellera), que sirven a la planta para la absorción de agua y nutrientes (Morán y Menjívar 2007).

#### **5.3.2.2. Tallo**

El cafeto es un arbusto que está formado por un tallo central en cuyo extremo se encuentra la “yema” terminal u ortotrópica”, que es la responsable del crecimiento vertical, formando nudos y entrenudos. De los nudos se forman las ramas laterales o bandolas y las crinolinias o palmillas (crecimiento plagiotrópico). A través de ambos tipos de crecimiento se conforma la arquitectura del cafeto, es decir su sistema vegetativo y productivo (Bolaños y Cuellar 2019).

#### **5.3.2.3. Hojas**

Las hojas nacen en la parte terminal del tallo y en las ramas o bandolas laterales. Crecen en disposición opuesta, son de forma elíptica. Su tamaño, color y cantidad varía de acuerdo a la especie y variedad. La función principal de las hojas está asociada a la fotosíntesis y fotorespiración, procesos indispensables para regular la actividad productiva (Monroig 2007).

#### **5.3.2.4. Flores**

Las flores son pequeñas, de color blanco y de olor fragante. Los cinco pétalos de la corola se unen formando un tubo. El número de pétalos puede variar de 4 a 9 dependiendo de la especie y la variedad. El cáliz está dividido en 4 a 5 sépalos (Monroig 2007).

Al igual que la mayoría de especies de la familia Rubiaceae, la disposición floral del cafeto es distal o sea, en grupos separados de yemas, que brotan en los nudos a lo largo de las ramas laterales. Cada flor tiene en la base un receptáculo corto que se prolonga en el cáliz de color verde que mide de 1 a 2 milímetros (mm) de largo, con cinco picos terminales (Morán y Menjívar 2007).

#### **5.3.2.5. Fruto**

El fruto, es una drupa que normalmente, contiene dos semillas con una longitud de 10 a 17 mm que se conoce como café uva. Dependiendo de la variedad se necesitan 7 a 8 meses para que madure, su cubierta (pulpa) es roja o amarilla en algunas variedades. El fruto está formado por: la pulpa (exocarpio y mesocarpio), el pergamino (endocarpio), la película plateada (testa), la semilla (endosperma) y el embrión (Bolaños y Cuellar 2019).

#### **5.3.3. Condiciones agroecológicas**

El cafeto en El Salvador se ha adaptado a diferentes condiciones agroecológicas, no obstante, para alcanzar su máximo crecimiento y desarrollo es importante considerar los siguientes elementos:

##### **5.3.3.1. Altitud**

Es la altura de un punto geográfico con respecto al nivel del mar, expresado en metros o pies. En El Salvador, el rango ideal de altitud para el cultivo del cafeto es de 500 a 1,500 msnm., fuera de esos rangos de altitud no se recomienda su cultivo (Garza 2012).

Según Bolaños y Cuellar (2019) la zona cafetalera del país está distribuida en los siguientes estratos de altitud: Central Standard, menos de 800 msnm, Media Altura (de 800 a 1200 msnm) Estricta Altura (más de 1200 msnm).

##### **5.3.3.2. Temperatura**

La temperatura es el resultado de la radiación solar sobre la superficie terrestre y es uno de los elementos del clima que influye en la regulación de los procesos fisiológicos del cafeto, tales como: germinación de semilla, respiración, transpiración, fotosíntesis, absorción de agua y nutrientes, floración, fructificación y maduración, entre otros. La temperatura óptima para el cultivo del cafeto varía según la especie, siendo en general de 20 a 25° C. Si la temperatura es muy fría (menos de 15° C), el cafeto se desarrolla lentamente y si la temperatura es muy alta (mayores de 30° C), el proceso de desarrollo es precoz y la planta se agota más rápidamente (Bolaños y Cuellar 2019).

##### **5.3.3.3. Precipitación**

El rango óptimo de precipitación pluvial (lluvia) para una buena producción de café se encuentra entre 1200 y 1800 mm por año, distribuidos en 5 o 6 meses. En El Salvador, se presenta un período seco, que usualmente va de noviembre a abril y otro lluvioso, de mayo a octubre (Bolaños y Cuellar 2019).

#### **5.3.3.4. Humedad Relativa**

La humedad relativa (HR) está en función de la cantidad de agua en forma de vapor, presente en el aire a una temperatura dada. En los cafetales bajo sombra, la HR será siempre mayor que la de aquellos que se encuentran expuestos al sol, debido a que la sombra reduce la temperatura y en consecuencia la evaporación, transpiración y la velocidad del viento. En general, el cafeto requiere HR medias que oscilen entre el 65% al 85% (Garza 2012).

#### **5.3.3.5. Luz Solar**

La historia muestra que el cafeto se encontró en un ambiente natural bajo sombra. En El Salvador, considerando ese origen, se cultiva café bajo sombra ya que ésta permite regular la penetración de luz solar necesaria, para propiciar un mejor desarrollo y mayor longevidad de los cafetales (Cuadras y López 2013).

#### **5.3.3.6. Viento**

Los vientos suaves o moderados de 5 a 15 kilómetros por hora favorecen el microclima de los cafetales, mientras que vientos mayores de 15 kilómetros por hora provocan daños mecánicos en hojas, ramas y tallos, además de la caída de frutos y pérdida de humedad del suelo, acentuándose más éstos problemas cuando los vientos ocurren en la época seca (Garza 2012).

#### **5.3.3.7. Suelo**

Las condiciones físicas del suelo, como la profundidad efectiva, textura, estructura, topografía y pedregosidad, así como las condiciones químicas, tales como el contenido de materia orgánica, de nutrientes y pH, inciden en el desarrollo del cultivo. El cafeto crece mejor en suelos de textura Franca (F); sin embargo, se adapta a suelos Franco Arcilloso (FC y Franco Arenoso (FA), con una profundidad efectiva mínima de 50 cms y una capa de 20 cms de horizonte orgánico. El pH óptimo es de 5.5 a 6.5 (Cuadras y López 2013).

Los suelos ideales para el cafeto son los de pendiente suave (5 – 12%) y los de pendiente moderada (más de 12 a 25%); sin embargo, en El Salvador, se cultiva en suelos con pendientes que van de moderadas a muy pronunciadas (entre 25 y 60%), por lo que es obligatoria la realización de obras de conservación de suelos (Bolaños y Cuellar 2019).

### **5.4. El suelo**

Según Plaster (2000), el suelo es un conjunto de cuerpos naturales de la superficie terrestre que contienen materia viva, capaz de soportar el crecimiento de las plantas. Jordán (2006) lo considera como un sistema disperso de tres fases (sólida, líquida y gaseosa). Por otra parte,

Sullivan (2007) lo describe con cuatro componentes básicos: minerales, aire, agua y materia orgánica. En un suelo típico los minerales representan alrededor de 45% del volumen total, el agua y aire cerca de 25 % del espacio poroso cada uno; estas proporciones de agua y aire están en constante variación, y la materia orgánica entre 2 y 5%.



Figura 1 Horizontes del suelo.

#### 5.4.1. Composición del suelo

El suelo tiene cuatro grupos de componentes:

- Materia mineral
- Materia orgánica
- Agua
- Aire

Según INIA (2015) la materia mineral es el componente más abundante del suelo. Está formada por partículas que varían de tamaño desde pequeñas piedras hasta partículas de arcilla que no se pueden ver siquiera con un microscopio común. La materia mineral que forma el suelo se agrupa según su tamaño en tres fracciones (Ver cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de la materia mineral del suelo por tamaño de partículas

Arena	de 2 a 0.05 mm
Limo	de 0.05 a 0.002 mm
Arcilla	menor a 0.002 mm

Fuente: Tomado de INIA 2015

La materia orgánica (humus) se forma con la incorporación de restos animales y vegetales. Es muy importante para la fertilidad ya que desde ella, los microorganismos que viven en el suelo, liberan nutrientes para las plantas. La materia orgánica le da al suelo su color oscuro característico (Plaster 2000).

#### **5.4.2. Textura de suelo**

El conjunto de arenas, limos y arcillas del suelo es el componente sólido y es lo que se denomina "textura del suelo" en función de su composición los suelos poseen diferente capacidad de retención de humedad, que depende también del contenido de materia orgánica presente, aspectos fundamentales que son básicos para la técnica y buenas prácticas del riego (Sullivan 2007)

#### **5.4.3. Importancia del Suelo**

Una gestión adecuada del suelo constituye un factor esencial en la agricultura sostenible y proporciona también un resorte valioso para regular el clima y salvaguardar los servicios ecosistémicos y la biodiversidad. Los suelos saludables son un requisito previo básico para satisfacer las diversas necesidades de alimentos, biomasa (energía), fibra, forraje y otros productos, y para garantizar la prestación de los servicios ecosistémicos esenciales en todas las regiones del mundo (FAO 2015).

#### **5.4.4. Servicios ecosistémicos asociados al suelo**

Los servicios ecosistémicos se definen como aquellos procesos y funciones de los ecosistemas que son percibidos por los seres humanos como un beneficio (de tipo ecológico, cultural o económico) directo o indirecto. Incluyen aquellos de aprovisionamiento, como comida y agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, sequías, degradación del terreno y enfermedades; servicios de sustento como la formación del sustrato y el reciclaje de los nutrientes; y servicios culturales, ya sean recreacionales, espirituales, religiosos u otros beneficios no materiales (MINAMBIENTE 2012)

#### **5.4.5. Calidad de Suelo**

La calidad del suelo se define como la capacidad específica que tiene un suelo para funcionar en un ecosistema natural o antrópico de acuerdo a sus funciones: (1) promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas; (2) atenuar contaminantes ambientales y patógenos; y (3) favorecer la salud de plantas, animales y humanos (Doran y Parkin 1994). De esta

manera, los servicios ecosistémicos asociados al suelo están directamente relacionados con su calidad.

#### 5.4.6. Uso del suelo

El uso del suelo es la modificación antrópica del ambiente natural o naturaleza en ambiente construido como campos de cultivo, pasturas, asentamientos urbanos. Los efectos más recientes significativos del uso de la tierra incluyen: crecimiento urbano descontrolado, erosión del suelo, degradación del suelo, salinización, desertificación y cambios en el uso de la tierra (Aguirre 2009).

Cuando existe discrepancia entre el uso actual y la capacidad de uso de los suelos, se presentan desequilibrios debido a que el uso actual no es el más adecuado, causando erosión y degradación de las tierras. El inadecuado uso del suelo afecta la estabilidad de los ecosistemas e incide en la pérdida de recursos valiosos (Dubón y Rodríguez 2011).

#### 5.4.7. Capacidad de uso de suelo

Según Perdomo (2006) la clasificación de los suelos según su capacidad de uso es el ordenamiento de acuerdo a la aptitud natural del suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos. Los suelos poseen diferentes niveles o categorías sistemáticas de agrupación, los cuales se catalogan según su potencialidad y sus características predominantes de estos, siendo así, que se agrupan en las siguientes categorías (ver cuadro 2):

Cuadro 2. Clasificación de los suelos según su capacidad de uso

Clase I	Pueden cultivarse en forma continua y sin riesgo, también tienen la facultad de ser laborables con maquinaria agrícola corriente y adecuada para la mayoría de los cultivos intensivos propios de la zona.
Clase II	Aptos para la labranza intensiva con maquinaria agrícola corriente que, a causa del pobre drenaje poseen peligro de inundación y en algunos casos se puede tener el riesgo moderado de erosión, ya que poseen pendientes muy suaves de 2 – 4 %, pueden o no necesitar prácticas de corrección sencillas.
Clase III	Suelos con limitaciones moderadas, con mayores restricciones para la elección de cultivos y generalmente con mayores medidas de conservación en forma combinada, con pendientes de 4% - 12%.
Clase IV	Poco aptas para la labranza intensiva, con pendiente de 12 – 25 %, que corren riesgo de erosión y poseen características desfavorables, puede o no necesitar de prácticas

	de conservación y correcciones muy intensivas.
Clase V	Suelos sin problemas de erosión, en terrenos planos, pero con otras limitaciones permanentes que limitan su uso para pastos, árboles, vida silvestre o para algunos pocos cultivos con requerimientos muy específicos, poseen pendientes entre 0 – 6 %.
Clase VI	Son tierras aprovechables, no aptas para cultivos intensivos a causa de la pendiente que tiene un rango de 25 – 45 %, siempre y cuando el suelo tenga una profundidad efectiva mayor de 60 cm; por eso, poseen peligro muy grave de erosión, se utilizan para cultivos permanentes con el empleo de adecuadas prácticas de conservación.
Clase VII	A causa del peligro de erosión se usan únicamente para vegetación natural y no para el uso agropecuario, esto debido a las pendientes que van desde 45% - 60% y la limitada profundidad efectiva, que va de los 25 cm en adelante
Clase VIII	Por sus condiciones topográficas no pueden ser incorporadas a la actividad agropecuaria, pero si deben orientarse a su conservación y protección, esto porque poseen pendientes mayores del 60%

Fuente: Tomado de Perdomo 2006

#### **5.4.8. Conflicto de Uso de Suelo**

Según Dubón y Rodríguez (2011) se define como la magnitud de la diferencia existente entre la capacidad de uso del suelo y las exigencias del uso actual del mismo; tales diferencias se definen como conflictos. El inadecuado uso del suelo afecta la estabilidad de los ecosistemas e incide en la pérdida de recursos valiosos. En este caso, los suelos sobreexplotados aceleran su degradación a través de la ocurrencia de procesos erosivos, pérdida de fertilidad, compactación y reducción en la permeabilidad.

### **5.5. Municipio de Colón**

#### **5.5.1. Generalidades**

Colón es uno de los municipios del departamento de La Libertad, El Salvador (ver cuadro 3). Cuenta con una población de 96,989 habitantes en un área de 80 km<sup>2</sup>. Es un municipio pequeño, conformado por 12 cantones, siendo el más poblado y desarrollado de ellos el de El Capulín, con una urbe de 73,498 habitantes, lugar en donde se ha construido un novedoso centro comercial y varios proyectos urbanísticos (ANDA 2000)

Cuadro 3. Generalidades del municipio Colón

Municipio	Altura Media en msnm	Latitud	Longitud	Departamento
Colón	541	13.7267	-89.3689	La Libertad

Fuente: Tomado de ANDA 2000

### 5.5.2. Geología

De acuerdo al mapa “Clasificación de suelos por división política de El Salvador, C.A.” (ver anexo 1), en El Capulín, Colón, casi toda su extensión los principales componentes de la zona son rocas piroclásticas acidas o tierra blanca y epiclastitas volcánicas (tobas color café) de la formación de San Salvador.

## 6. METODOLOGÍA.

### 6.1. Descripción del lugar de estudio.

Finca Leticia cuenta con dos terrenos, cada terreno posee una extensión  $\frac{1}{2}$  mz, pertenece a ex cooperativa Agua Fría, está ubicada en Colón, La Libertad, El Salvador, a una altura de 650 msnm. Con una Latitud de  $13^{\circ}42'26.39''N$  y Longitud de  $89^{\circ}21'47.03''O$ , en la que se hicieron observaciones en el periodo de mayo-septiembre del 2021, el clima es tropical seco (Clasificación climática de Köppen: Aw), con una temperatura entre  $19^{\circ} C$  y  $33^{\circ} C$  y humedad relativa de 85 %.



Figura 2. Ubicación geográfica de los dos terrenos de Finca Leticia.

Fuente: Tomado de Google Earth

### 6.2. Tipo de investigación

La investigación según su alcance fue de tipo documental y aplicación, que consistió en la identificación y selección de las prácticas de conservación de suelo y agua que tienen un efecto en la retención de suelo e infiltración del agua de acuerdo a las características de las prácticas y del suelo.

### 6.3. Fases del estudio

La investigación tuvo dos fases, una de oficina y una de campo.

**Fase de oficina:** estuvo enfocada en la recolección de información bibliográfica basándose en resultados de experiencias de programas de conservación, que ratifican los beneficios de estas, libros, artículos y revistas científicas, planes de manejo de instituciones y tesis. Así como también experiencias de investigadores, agricultores de la zona y los resultados que estos hayan obtenidos bajo sus métodos.

**Fase de campo:** la segunda fase fue de campo y consistió en lo siguiente:

**Caracterización de la finca:** Se describieron las condiciones del lugar y conjuntamente con la propietaria se efectuaron recorridos por la finca para observar. La investigación se basó en la técnica de observación participante, que permite descubrir lo particular de cada lugar (Sánchez *et al.* 2002). Con el diagnóstico agroecológico se precisó en aspectos como el relieve del terreno, fuentes de agua cercana, diversificación de la finca, uso anterior de los terrenos, humedad de los terrenos, entre otros.

**Estimación de la calidad de suelo y planta y potencial de uso del suelo:** para conocer el estado actual se utilizó el método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales, propuesto por Miguel Altieri y Clara Nicholls. Este método contiene 10 indicadores para suelo y 10 indicadores para el cultivo. Cada indicador presenta una calificación de 1 a 10, que se aplica observando y midiendo los parámetros con diversos instrumentos de campo (pala, cinta métrica, agua oxigenada, agua, pala jardinera, entre otros.); para el caso del cultivo se aplicaron criterios de percepción (aparición de cultivo, crecimiento del cultivo, resistencia o tolerancia al estrés, incidencia de enfermedades, competencia por maleza, rendimiento, diversidad genética, diversidad vegetal, diversidad natural circundante, sistema de manejo de cultivo); en el caso del suelo también se aplicaron criterios de percepción (estructura, infiltración, profundidad, estado de residuos, estado de materia orgánica, retención de humedad, desarrollo de raíces, cobertura del suelo, erosión y actividad biológica).

También se realizó un análisis cromatográfico de los suelos de la Finca, el cual fue llevado a cabo en el laboratorio de La Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, este es un análisis cualitativo que manifiesta mediante papel las diferentes zonas en que es posible leer un cromatograma, presentando así diferentes estructuras, intensidad de colores, presencia, ausencia,

deficiencia o exceso de los minerales que se encuentran en el suelo. Se tomó una cantidad de suelo aproximadamente de 100 gramos para ser utilizado en el proceso de análisis cromatográfico, posteriormente se realizó la interpretación de la situación de fertilidad del suelo; dichos análisis permitieron contrastar los resultados.

En el caso de la determinación de la clase de suelo por capacidad de uso, se realizó a través de los parámetros siguientes: la pendiente, erosión, textura de suelo, profundidad, drenaje, pedregosidad, fertilidad e inundación.

**Selección de las prácticas de conservación de suelo y agua aplicables a agroecosistemas:** De acuerdo a las características anteriores, se identificaron las prácticas promisorias a través de la Guía Técnica de conservación de suelo y agua propuesta por PASOLAC, la cual toma en cuenta criterios para caracterizar de forma sistemática la realidad del productor. En base de esta caracterización, se identificaron las prácticas que más coincidían con la realidad de la finca. Estas prácticas cumplen lo siguiente:

- A. se adaptan al ambiente agroecológico de la zona y de la finca;
- B. se integran a las condiciones de producción de la finca;
- C. contribuyen a los objetivos y necesidades del productor.

Para ello, se realizaron tres pasos que consistieron en lo siguiente:

1. **La caracterización de la realidad del productor:** para la determinación de esta condición se aplicaron criterios agroecológicos (altura y precipitación de la zona, textura, profundidad del suelo, pendiente, etc. de la finca), criterios de condiciones de producción (acceso a insumos, disponibilidad de mano de obra, sistema de producción, etc. de la finca) y criterios de objetivos y necesidades del productor (control de erosión, mejoramiento de la fertilidad del suelo, etc.).
2. **Identificación de las prácticas de CSA promisorias que coinciden con la realidad determinada:** se realizó una comparación de las condiciones identificadas en el paso 1 con las características de las prácticas de conservación de suelo y agua, esto permitió la selección de las prácticas promisorias.
3. **Implementación de una práctica:** Para la implementación de la práctica promisoriosa a realizar en campo, se tomó en cuenta el tiempo de implementación, el costo y la mano de obra.

**4. Definir las estrategias que se puede llevar a cabo en la finca:** Las estrategias a llevar a cabo en la finca se definieron tomando como base las prácticas promisorias que fueron determinadas

Cabe mencionar que todo el proceso se puede realizar tanto con el documento de la Guía Técnica de conservación de suelo y agua propuesta por PASOLAC como con el software propuesto por el mismo, ya que es un programa de computadora que facilita el manejo de los datos de la finca y selecciona automáticamente mediante algoritmos, las prácticas promisorias.

En forma simple, la selección de las prácticas promisorias es resultantes de “filtros” representados en la siguiente figura (ver figura 3).

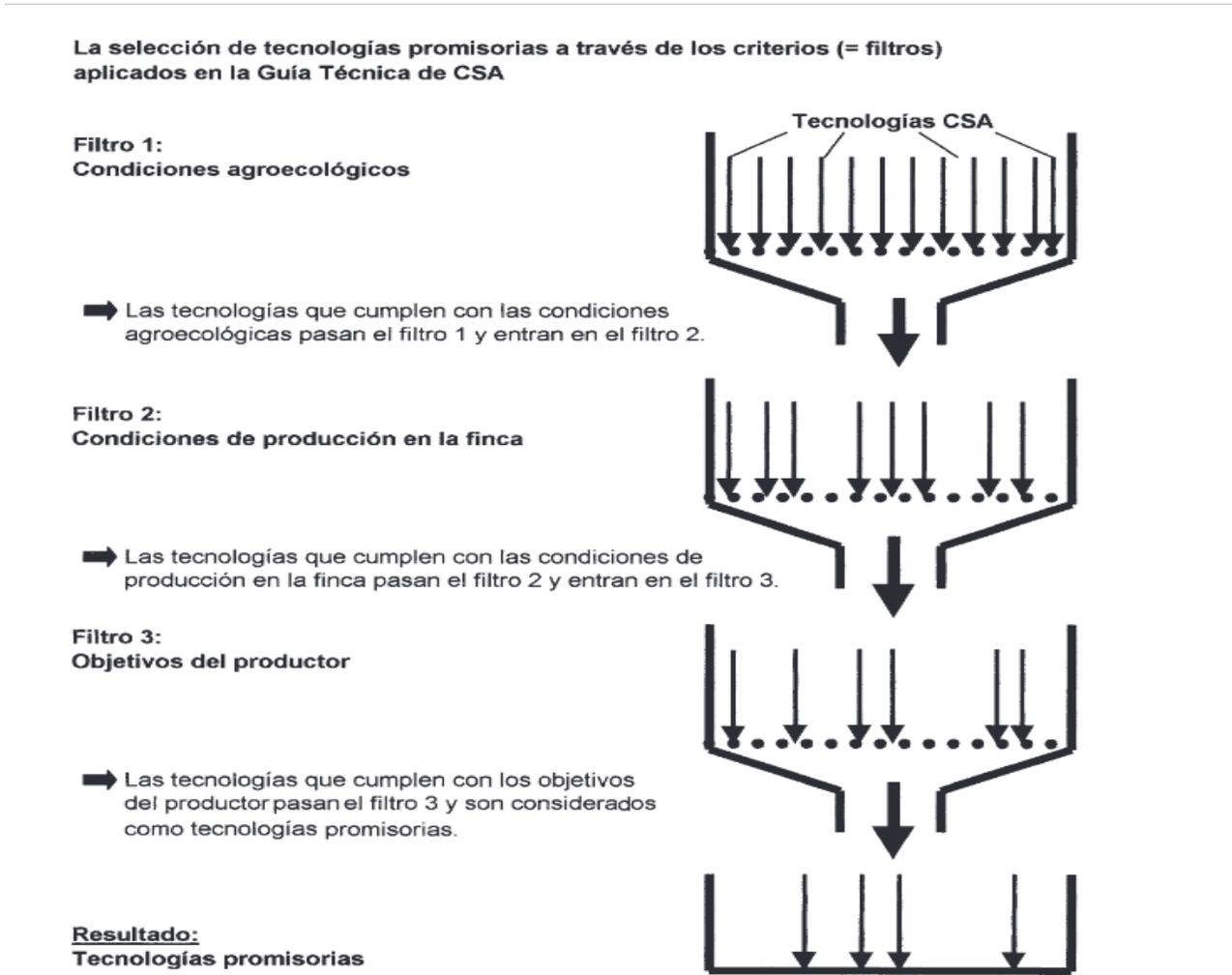


Figura 3. Selección de tecnologías promisorias a través de los criterios aplicados en la Guía Técnica de CSA

Fuente: Tomado de Guía Técnica de CSA propuesta por PASOLAC

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 7.1. Caracterización de la finca

Para conocer el estado actual de la finca, se recolectó información básica de esta, la cual está representada en el siguiente cuadro (ver cuadro 4), así como también, aspectos de relieve, diversificación, mano de obra, entre otros, que serán descritos posteriormente.

Cuadro 4. Información de Finca Leticia

<b>Nombre de Finca:</b>	<b>Finca Leticia</b>
Agroecosistema:	Cafetal
Servicios que ofrece:	Producción de café.
Ubicación:	Cantón El Capulín, Colón, La Libertad
País:	El Salvador
Distancia al centro poblacional más cercano	1/2 km
Ubicación Geográfica:	Latitud 13°42'26.39"N y Longitud de 89°21'47.03"O
Elevación sobre el nivel del mar:	650 msnm.
Área total:	1 mz
No. De lotes y áreas:	2 lotes de ½ manzana cada uno
Temperatura promedio:	24°C
Precipitación pluvial anual:	1800 a 1900 mm.
Componentes y especies más predominantes que conforman el agroecosistema:	Café, Frutales (mango, nance, aguacate, jocote, guayaba, etc.) y especies arbóreas de la zona (cuje, pepeto, árbol de fuego, etc.)
Clasificación de Holdridge:	Bosque Seco
Árboles maderables:	Cedro

Fuente: Elaboración propia

#### 7.1.1. Relieve de los terrenos.

Tanto el Terreno Aceituno como el Terreno Nonis, se encuentran en laderas, teniendo una pendiente de 27 % y 33 % respectivamente, cabe destacar que el Terreno Aceituno cuenta con una pequeña parte con pendiente de 5 %, esta zona se encuentra actualmente en regeneración de árboles de café, de aproximadamente 2 años de edad.

#### 7.1.2. Caracterización del suelo Agrícola.

Tanto el Terreno Aceituno como el Terreno Nonis poseen cobertura viva y muerta, aparentemente con suelo fértil, pues el cultivo crece bastante bien, cabe destacar que se observa una mayor cantidad de materia orgánica en descomposición en Terreno Nonis (ver figura 4), así como también, que se utiliza abono químico en ciertas etapas de la producción. Se observaron rasgos moderados de erosión

hídrica en ambos terrenos. No se observó pedregosidad.



Figura 4. Materia orgánica en descomposición en Terreno Nonis

#### **7.1.3. Prácticas de manejo y conservación de suelos y agua**

Actualmente no se realiza ninguna práctica, sin embargo, en años anteriores se han hecho aplicaciones de abono orgánico (gallinaza) y un cajuleado individual para retener humedad en el suelo del Terreno Aceituno.

#### **7.1.4. Humedad del suelo y fuentes de agua de la finca**

No cuentan con fuentes de agua, tampoco realizan captación de agua lluvia. Durante la época seca, en el terreno Aceituno se realizan riegos a las plantas jóvenes de café utilizando cantaros y barriles, por otra parte, en el terreno Nonis, no se realiza ningún tipo de riego en la época seca, la humedad se mantiene bastante bien.

#### **7.1.5. Diversificación de la finca**

En la finca cuentan con agroecosistema de café (ver figura 5), para la sombra utilizan árboles como pepeto, árbol de fuego y frutales. En un futuro se pretende asociar el cultivo con Cacao.



Figura 5. Agroecosistema café en Finca Leticia

#### **7.1.6. Mano de obra**

Para realizar todas las actividades durante el año, en la finca trabajan cuatro personas que son: Leticia Rivera (dueña de la Finca) y Ramón, Antonio y Rufino (ver figura 6).



Figura 6. Antonio y Rufino después de un día de trabajo en Terreno Nonis

#### **7.1.7. Situación anterior de la finca.**

En el Terreno Nonis se cultiva café desde hace 100 años aproximadamente, cuando toda la zona se dedicaba a esta actividad, es por ello que posee árboles viejos de café, por otra parte, el Terreno Aceituno es un agroecosistema de café de una edad de 6 años, ya que anteriormente era utilizado para el cultivo de granos básicos (ver figura 7).



Figura 7 Uso anterior y uso actual de Terreno Aceituno

Fuente: Tomado de Google Earth

## 7.2. Estimación de la calidad de suelo y planta y potencial de uso del suelo

Durante la investigación, se aplicó la metodología para estimar la calidad de suelo y salud del cultivo (Altieri y Nichols 2002) en los dos terrenos de la finca: el Terreno Nonis que es un cafetal con sombra manejado de manera integrada, es decir, se hace uso de químicos solo cuando es necesario, tiene una edad de aproximadamente 100 años y el Terreno Aceituno que es un cafetal convencional con sombra con una edad de 6 años. El cuadro 5 presenta los valores asignados a cada indicador. El Terreno Aceituno presenta un promedio de 5.3 para calidad de suelo y de 5.4 para salud del cultivo. El Terreno Nonis presenta un promedio positivo en cuanto a calidad de suelo (6.8) y un poco más alto en lo que respecta a la salud del cultivo (7.1) ambos valores son superiores a los del Terreno Aceituno.

La comparación de la calidad de suelo en los dos terrenos evaluados de la finca, muestra que el Terreno Nonis tiene mejor calidad de suelo con respecto al Terreno Aceituno (Ver figura 8). Además se logró determinar que este último terreno requiere mejoras como prácticas enfocadas en la retención de humedad, uso de cobertura de suelo, control de la erosión e incrementar la actividad biológica del suelo.

En cuanto a salud del cultivo, los dos agroecosistemas requieren intervenciones claves para incrementar la diversidad genética, aunque el Terreno Aceituno requiere prácticas adicionales para

incrementar la resistencia a sequías, diversidad natural circundante y disminuir la incidencia de enfermedades (ver figura 9).

Cuadro 5 Valores asignados a los indicadores de calidad de suelo y salud de cultivo en Terreno Nonis y Terreno Aceituno, Finca Leticia, Colón, La Libertad

Indicadores		Valor	
<b>Calidad del suelo</b>		<b>Terreno Nonis</b>	<b>Terreno Aceituno</b>
1	Estructura	7	5
2	Compactación e infiltración	6	5
3	Profundidad de suelo	7	6
4	Estado de residuos	6	6
5	Color, olor y materia orgánica	8	6
6	Retención de humedad	8	5
7	Desarrollo de raíces	7	5
8	Cobertura del suelo	7	6
9	Erosión	6	4
10	Actividad biológica	6	5
	<b>Promedio</b>	<b>6.8</b>	<b>5.3</b>
<b>Salud del cultivo</b>		<b>Terreno Nonis</b>	<b>Terreno Aceituno</b>
1	Apariencia del cultivo	8	6
2	Crecimiento del cultivo	7	6
3	Tolerancia al estrés	8	4
4	Incidencia de enfermedades	7	4
5	Competencia por maleza	8	7
6	Rendimiento actual o potencial	8	6
7	Diversidad genética	5	5
8	Diversidad vegetal	7	6
9	Diversidad natural circundante	7	4
10	Sistema de manejo de cultivo	6	6
	<b>Promedio</b>	<b>7.1</b>	<b>5.4</b>

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. "Ameba" representativa del estado de calidad de suelo en Terreno Nonis y Terreno Aceituno, Finca Leticia, Colón, La Libertad

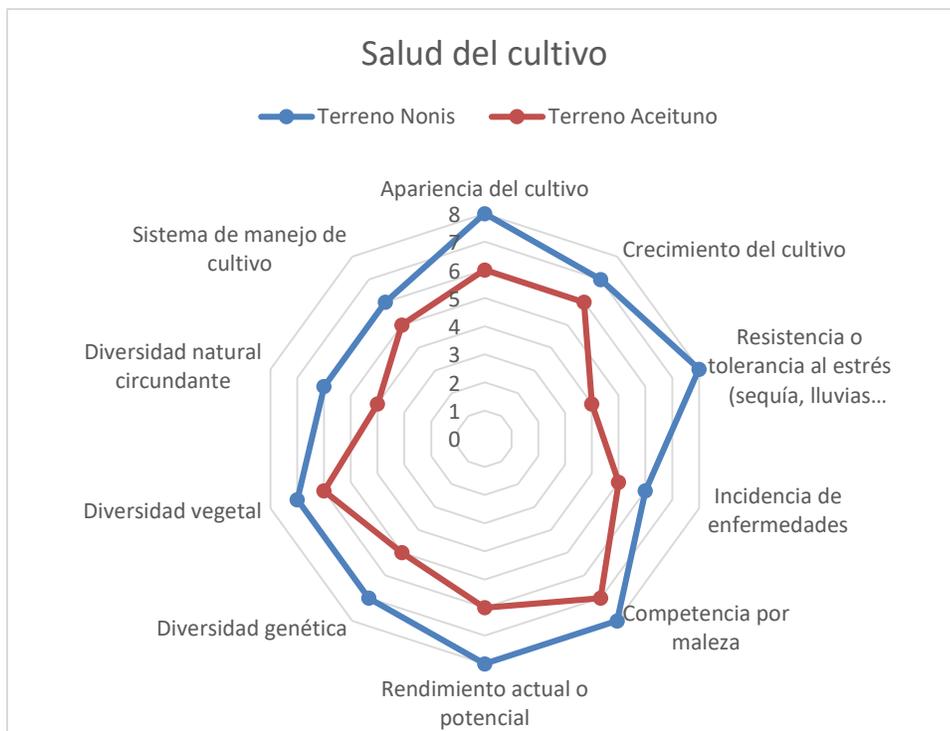


Figura 9. "Ameba" representativa del estado de salud de cultivo en Terreno Nonis y Terreno Aceituno, Finca Leticia, Colón, La Libertad

### **7.2.1. Análisis cromatográfico del suelo de la finca**

El análisis cualitativo que se realizó con los suelos de la finca, sirvió para observar rápidamente la relación que guardan los microorganismos, la materia orgánica y los minerales, como elementos que los componen. Esto es importante saberlo, ya que al conocer las condiciones del suelo, se pueden implementar prácticas de cultivo y de conservación de suelo y agua que ayuden a tener los mejores resultados de un cultivo, de una manera sostenible. El objetivo del análisis, fue realizar la cromatografía para analizar los suelos de la finca y comparar algunas características cualitativas. El suelo de la finca posee pendientes predominantes que varían del 15 al 40 %, la textura es franca arcillosa, posee un buen drenaje natural, poca pedregosidad y fertilidad media.

#### **7.2.1.1. Terreno Aceituno**

El análisis del suelo mediante el método cromatográfico reflejó (ver figura 10) una zona nitrogenada luce muy pequeña; se nota muy poco definida la interacción mineral-orgánica, una zona proteica poco significativa a pesar de ser un cafetal que recibe materia orgánica arbórea, sin embargo, no ha sido suficiente para mostrar una mejor interacción entre la materia orgánica y mineral debido al uso de agroquímicos, en general el cromatograma muestra buena apariencia en el contraste de colores, es posible que responda positivamente a procesos de mejora.

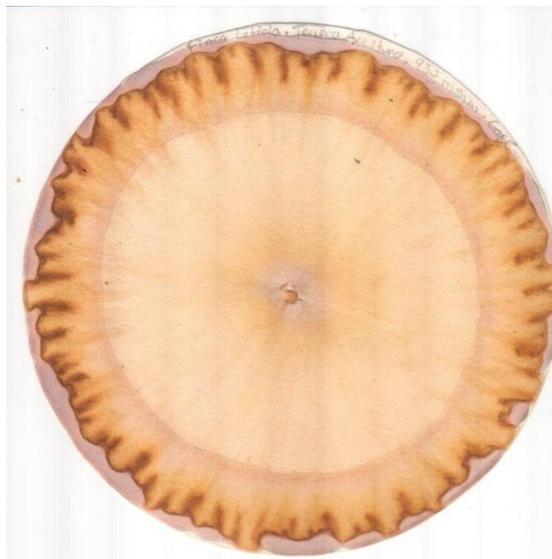


Figura 10 Cromatograma de suelo en Terreno Aceituno

Es necesario implementar acciones tendientes a reducir los riesgos de degradación de este suelo, evitando aplicar productos químicos sintéticos; debe procurarse el establecimiento de abonos verdes para la fijación de nitrógeno atmosférico y mantener buenos niveles de materia orgánica. Impulsar prácticas para mejorar las condiciones de fertilidad que presenta el suelo, realizando

aplicaciones de harina de rocas, adición de materia orgánica o adición de compost para que favorezcan los procesos naturales; realizar obras de conservación de suelo como lo es el cajueado, uso de barreras vivas o acequias de nivel tipo trinchera, especialmente porque el suelo presenta pendientes que favorecen los procesos de erosión.

#### **7.2.1.2. Terreno Nonis**

El análisis del suelo mediante el método cromatográfico reflejó (ver figura 11) que la zona nitrogenada luce poco desarrollada aunque existe una mejor interacción entre la materia orgánica y los minerales con respecto al Terreno Aceituno, así como también mayor actividad enzimática, presencia de materia orgánica y minerales integrados por la actividad biológica. La coloración del cromatograma está asociado a ligeramente buenas condiciones de fertilidad con ciertas limitantes, lo anterior puede ser un indicador que este suelo puede responder positivamente a procesos de mejora.

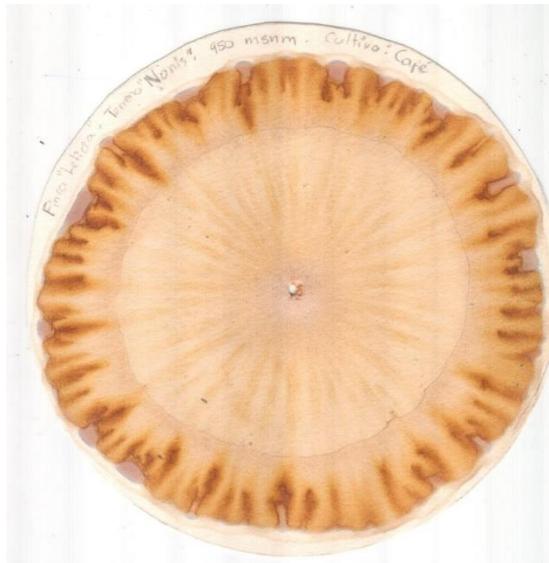


Figura 11 Cromatograma de suelo en Terreno Nonis

Es necesario implementar acciones tendientes a reducir los niveles de degradación del suelo, promover la incorporación de abonos naturales como composta, bocashi, gallinaza u otro de una forma controlada. Realizar obras de conservación de la misma forma que en el Terreno Aceituno a través de barreras vivas, porque el suelo presenta pendientes que favorecen la erosión.

#### **7.2.2. Capacidad de uso del suelo**

La determinación de la capacidad de uso del suelo se realizó a través del Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso, que empleó el programa Determinación del Uso Potencial del Suelo,

ejecutado por la Dirección General de Recursos Naturales Renovables, del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador. Este sistema lo diseñó el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América y fue adaptado a las condiciones de El Salvador por M.A. Rico en 1965. L

Luego de observar características de factores permanentes de los suelos como pendiente, profundidad efectiva, erosión y textura en combinación con otros factores temporales o modificables como lo es la fertilidad, el drenaje y en algunas ocasiones la pedregosidad. El resultado es que ambos terrenos de la finca poseen una clase de suelo VI (ver cuadro 6), las características son muy similares entre sí, con un relieve alto ya que sus pendientes son mayores a 25 %, en términos generales, no son aptas para la mayoría de cultivos, pero sí se pueden desarrollar agroecosistemas como lo es el café. La agricultura a desarrollar debe ser bajo sistemas de manejo que incluya prácticas de conservación de suelo y agua.

Cuadro 6. Determinación de la capacidad de uso se suelo en Terreno Aceituno y Terreno Nonis

<b>Características</b>		<b>Terreno Nonis</b>	<b>Terreno Aceituno</b>
1	Pendiente	27 %	33 %
2	Erosión	moderada	moderada
3	Drenaje natural	bueno	bueno
4	Profundidad efectiva	0.55 m	0.50 m
5	Textura	franca arcillosa	franca arcillosa
6	Pedregosidad superficial	3 – 15 %	3 – 15 %
7	Afloramiento rocoso	2 – 10 %	2 – 10 %
8	Fertilidad	media	media
<b>Clase de suelo</b>		<b>Vles1</b>	<b>Vles1</b>

Fuente: Elaboración propia

La determinación de la clase por capacidad de uso de suelo en los terrenos de la finca, coincide con la mostrada en el cuadrante de clase capacidad de uso de suelos para el cantón El Capulín (ver figura 12).

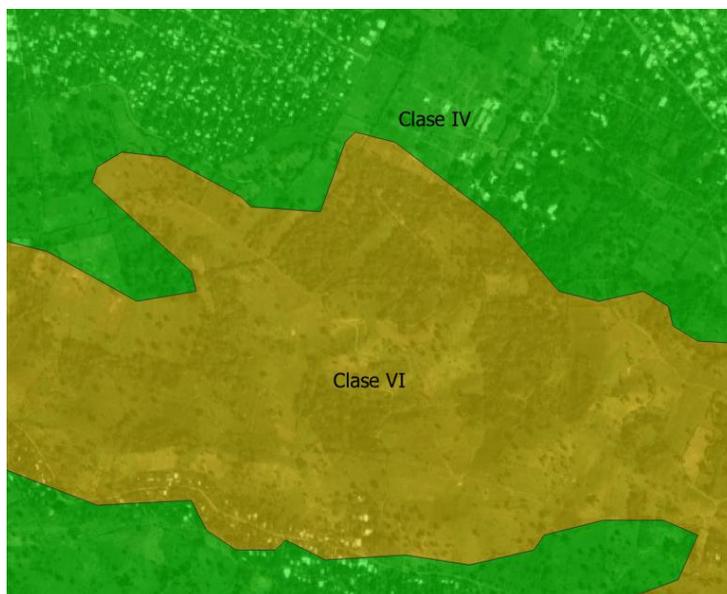


Figura 12 Clase de suelo por capacidad de uso en cantón El Capulín

### 7.3. Prácticas promisorias de conservación de suelo y agua

Tomando como referencia la Guía Técnica de conservación de suelo y agua propuesta por PASOLAC, se lograron identificar las prácticas promisorias, para definir las se tomaron en cuenta datos de las condiciones agroecológicas en la zona y en la finca (ver anexo 2), condiciones de producción en la finca (ver anexo 3) y los objetivos del productor (ver anexo 4), se le aplicó en Terreno Aceituno (ver cuadro 7) y Terreno Nonis (ver cuadro 8), obteniendo los resultados siguientes:

Cuadro 7 Prácticas promisorias de conservación de suelo y agua para Terreno Aceituno

<b>Terreno Aceituno</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Práctica</b>
Barreras Vivas	Barrera viva utilizando Izote
Agroforestería	Agroforestería con regeneración natural
Cultivo de Cobertura	Siembra intercalada con Canavalia (frijol espada)
Obras Físicas	Tinas ciegas (cajueleado)

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8 Prácticas promisorias de conservación de suelo y agua para Terreno Nonis

<b>Terreno Nonis</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Práctica</b>
Agroforestería	Agroforestería con regeneración natural
Obras Físicas	Diques de madera

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que estas prácticas seleccionadas responden a el caso específico de la finca y el productor, existen otras prácticas que son aplicables pero estas que han sido seleccionadas son las que marcan el inicio para resolver los problemas de erosión y conservación de humedad que hay en

la finca, a medida se van aplicando prácticas, se puede dar el enfoque para mejorar otros aspectos de la finca.

Los lugares del terreno seleccionados para realizar las prácticas de conservación de suelo y agua se muestran a continuación tanto para Terreno Aceituno (ver figura 13), como para Terreno Nonis (ver figura 14) y son secciones específicas que cumplen con los requisitos mencionados anteriormente.



Figura 13 Secciones del terreno para la realización de prácticas de conservación de suelo y agua en Terreno Aceituno

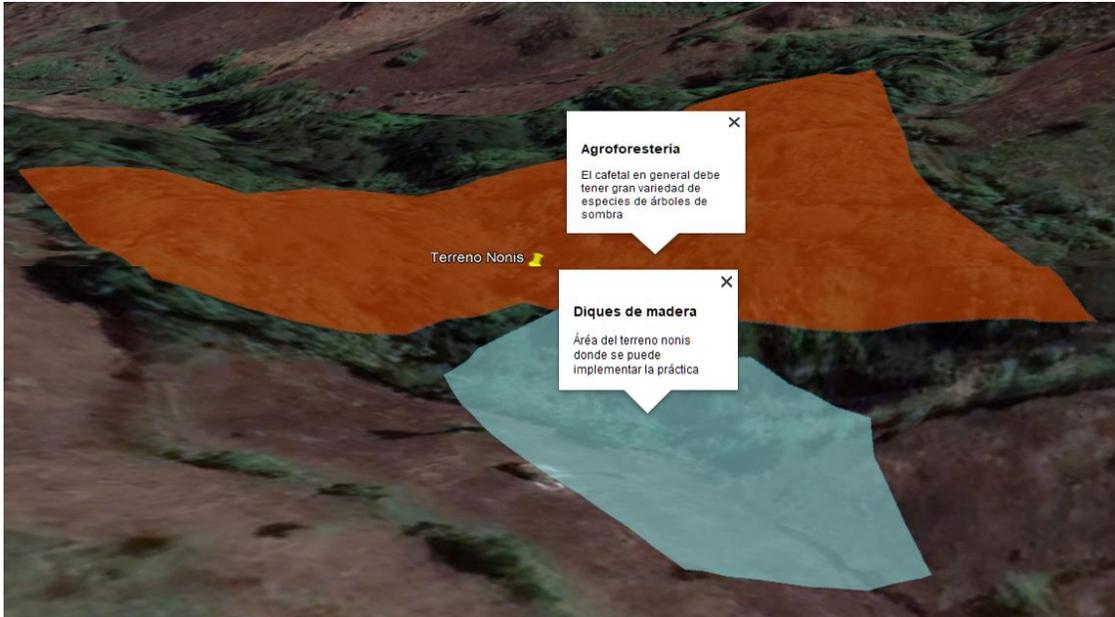


Figura 14 Secciones del terreno para la realización de prácticas de conservación de suelo y agua en Terreno Nonis

### 7.3.1. Implementación de una práctica promisoría

La práctica de conservación de suelo y agua promisoría seleccionada para implementar fue una obra física, específicamente las tinas ciegas (cajueleado), y fue aplicada en el Terreno Aceituno, que de los dos terrenos que conforman la finca, es el que requiere mayor intervención para la conservación de suelo y agua.

#### 7.3.1.1. Tinas ciegas (cajueleado)

Fosas o cajuelas individuales de forma trapezoidal. La finalidad de las Tinas ciegas es en primer lugar la conservación de agua sirviendo como acumulador de agua que luego infiltra en la zanja. Se utiliza sobre todo en cultivos perennes para mejorar la infiltración de agua.

Para la implementación se realizó entre surcos de café con la excavación de zanjas rectangulares de 0.5 - 0.8 m de longitud, 0.3 - 0.5 m de ancho y 0.3-0.4m de profundidad (ver figura 15). El distanciamiento entre cajueleado fue de 2-3 m (ver figura 16)

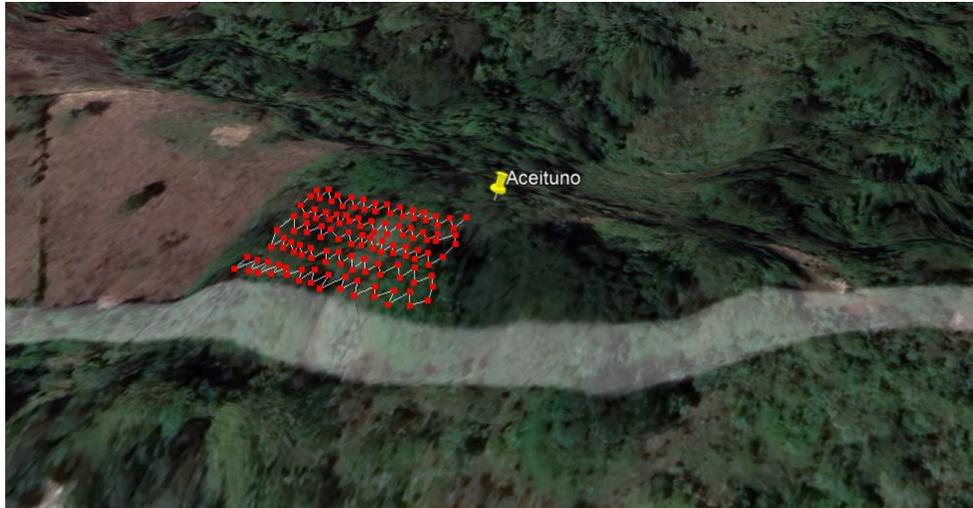


Figura 15 Arreglo espacial de la práctica cajueleado en Terreno Aceituno



Figura 16 Cajueleado en Terreno Aceituno

### 7.3.1.2. Condiciones ecológicas en la zona

Es aplicable en la zona debido a que se utiliza en todas las alturas, las Tinas ciegas tienen el objetivo principal de mejorar la infiltración de agua, por esta razón se utilizan en zonas secas y zonas con irregularidad de precipitación.

### 7.3.1.3. Condiciones ecológicas en la finca

Por el tipo de suelo de la finca, se deben hacer cajuelas medianamente profundas (ver figura 17), debido a que el suelo es de baja infiltración, se acumula más agua en las zanjas. El efecto de Tinas ciegas sobre la disponibilidad de agua para los árboles en Terreno Aceituno puede ser muy significativo. El suelo posee buen drenaje, lo cual es positivo ya que este tipo de prácticas no es recomendable hacerlas en suelos con mal drenaje por el riesgo a que aumenten el problema de erosión.

Este tipo de práctica se recomienda en el terreno del Aceituno porque su pendiente es de 28 % aproximadamente, en pendientes más fuertes es preferible hacer otro tipo de prácticas.



Figura 17 Cajuelas medianamente profundas en Terreno Aceituno

#### **7.3.1.4. Compatibilidad con las condiciones en la finca**

Para la construcción se necesita cinta métrica, nivel de manila y herramientas menores. Cabe destacar que las zanjas se limpian de una a tres veces por año, dependiendo de la cantidad de suelo que entra con el agua (ver figura 18). Es una práctica que se adapta a la finca ya que se utiliza sobre todo en fincas pequeñas y medianas. En fincas más grandes se prefiere la construcción de acequias a nivel.



Figura 18. Suelo que entra en las cajuelas por la lluvia, 15 días después de implementada la práctica

#### **7.3.1.5. Contribución a objetivos del productor**

Las Tinajas ciegas mejorarán la infiltración del agua y apoyarán la retención de agua en Terreno Aceituno. También hará un aporte en la conservación de humedad del suelo. Este efecto mejora la sobrevivencia de los árboles en la época seca, los hace más fuertes y se recuperan mejor después del verano.

#### **7.3.2. Estrategias que se pueden llevar a cabo en Terreno Aceituno**

Las estrategias a llevar a cabo en Terreno Aceituno se definieron tomando como base las prácticas promisorias que fueron determinadas anteriormente.

##### **7.3.2.1. Cobertura de suelo**

En la Naturaleza, el suelo nunca está descubierto, siempre tiene alguna cobertura de plantas o de hojarasca para protegerlo. En el cafetal, debe ser lo mismo. Debe haber una cobertura natural de hojarasca o de plantas silvestres que lo proteja contra los rayos del sol y contra la erosión. La cobertura del suelo tiene otras ventajas muy importantes: aporta materia orgánica al suelo, mantiene la humedad en períodos secos, disminuye las pérdidas de abono y aumenta la biodiversidad. Por ello es que también se utilizan cultivos de cobertura, y en ese sentido una de las prácticas promisorias es el uso de cultivos de cobertura, específicamente la siembra intercalada con Canavalia (frijol espada) (ver figura 19). La Canavalia es una leguminosa de ciclo semiperenne y puede sobrevivir en zonas semihúmedas unos 3-5 años.



Figura 19. Café con cultivo de cobertura de Canavalia

#### **7.3.2.1.1. Condiciones ecológicas en la zona**

Se adapta a las condiciones de la zona debido a que se desarrolla en zonas de 0-1800 msnm y crece en zonas secas y húmedas entre 600-2500 mm, su adaptación óptima es entre 900-1200 mm.

#### **7.3.2.1.2. Compatibilidad con las condiciones en la finca**

Para implementar la práctica se hace una chapia y se siembran entre los surcos de café con chuzo, dos surcos de Canavalia a una distancia de 50cm entre surcos y 40 cm entre plantas con 2 semillas por postura.

Para mantener la obra se hacen podas mensuales en la época lluviosa, en la época seca no se poda. Cada poda se hace más alta que la anterior (alrededor del 50% de la altura de la planta); así la planta se mantiene 2-3 años. Se mantiene mejor en campos con sombra.

El manejo del sistema, sobre todo de la poda, requiere cuidado y experiencia para asegurar una buena sobrevivencia de la Canavalia sin afectar el cultivo. Una vez que los productores ven y hacen la práctica se vuelve sencilla.

En el caso de la finca por ser pequeña, la contribución más apreciada es a la fertilidad, que se implementa en café por 2-3 años. Se puede utilizar como cultivo de cobertura en la sección de Terreno Aceituno donde está la renovación de café (ver figura 20).



Figura 20 Sección de Terreno Aceituno donde hay café joven

#### **7.3.2.1.3. Contribución a objetivos del productor**

Contribuye a la protección del suelo y al control de la erosión por 2-3 años. El mulch de Canavalia contribuye a mantener la humedad en el suelo. También contribuye al control de la velocidad del viento en la renovación de café mejorando la sobrevivencia de los árboles.

La descomposición de la biomasa es rápida. La colocación de los residuos de la poda a los surcos de café mejora el crecimiento de la planta. A través de sus raíces contribuye a aumentar la materia orgánica del suelo. También mejora la estructura del suelo. En adición a esto, contribuye al control de malezas en la renovación de café hasta que el café mismo cubre el suelo.

#### **7.3.2.2. Barreras vivas**

Las barreras vivas podrían contribuir en Terreno Aceituno para mermar de manera significativa la escorrentía superficial, la erosión y la pérdida de suelo. También ayudaría en la conservación de materia orgánica. Estas barreras vivas se pueden hacer utilizando material vegetativo que se encuentra en la finca, como el izote (ver figura 21), ya que en Terreno Nonis ha tenido buenos resultados, las cuales pueden ser colocadas en curvas a nivel. Sirven para reducir la velocidad del agua por cortar la ladera en pendientes más cortas, sirviendo además como filtro captando los sedimentos que van en el agua de escurrimiento.



Figura 21 Barrera viva utilizando como material vegetativo Izote en Terreno Nonis

#### **7.3.2.2.1. Condiciones ecológicas en la zona**

Se adapta bien a las condiciones de la zona, ya que se desarrolla en zonas bajas y medianas (0-2000 msnm), así como también, se adapta a zonas secas y húmedas con precipitaciones entre 600-3000 mm, lo cual está dentro del rango de precipitación en el Cantón El Capulín.

#### **7.3.2.2.2. Condiciones ecológicas en la finca**

Es ideal para aplicar en la finca, si bien es cierto que se adapta a un amplio rango de suelos, prefiere suelos franco-arcillosos, en cuanto a la profundidad de los suelos, deben ser profundos y con moderada infiltración. No se adapta a suelos mal drenados ni con presencia de piedras, se adapta bien a pendientes moderadas como es el caso de la finca.

#### **7.3.2.2.3. Contribución a objetivos del productor**

Controlará bien la erosión una vez bien establecida. La barrera reducirá la escorrentía y mejorará la infiltración del agua.

### **7.3.3. Estrategia que se pueden llevar a cabo en Terreno Nonis**

La estrategia a llevar a cabo en Terreno Nonis se definió tomando como base las prácticas promisorias que fueron determinadas anteriormente

### 7.3.3.1. Obra Física

Debido a las cárcavas que se forman donde se juntan dos o más laderas en Terreno Nonis (ver figura 22), es necesario realizar obras físicas para la reducción de la fuerza de las correntadas de agua. La velocidad del agua que pasa por la cárcava puede ser muy fuerte, por tanto una obra que se adapta bien para contrarrestarla es el uso de diques de madera (ver figura 23), que son estructuras de postes para contener el agua y la tierra erosionada. Se construyen con estacas gruesas perpendicularmente y en forma de media luna a la cárcava.



Figura 22. Imagen satelital y en el sitio de la zona donde se juntan dos laderas en Terreno Nonis y un terreno vecino.



Figura 23. Diques de madera en laderas

Fuente: Tomado de la Guía Técnica de CSA propuesta por CENTA

#### 7.3.3.1.1. Condiciones ecológicas en la finca/parcela

Al ser un suelo franco arcilloso, la estabilidad de los diques será buena, no tanto como es en suelos arenosos o francos netamente, pero se adapta a las condiciones de textura del suelo, ya que también es un suelo profundo, se debe implementar en la parte del terreno en el cual se comparte con el vecino (ver figura 24). Los postes podrían elaborarse con material vegetativo de madrecaao (*Giricidia sepium*), bambú (*Bambusoideae*) o tigüilote (*Cordia alba*), que ya son utilizados en los cercos de la finca.

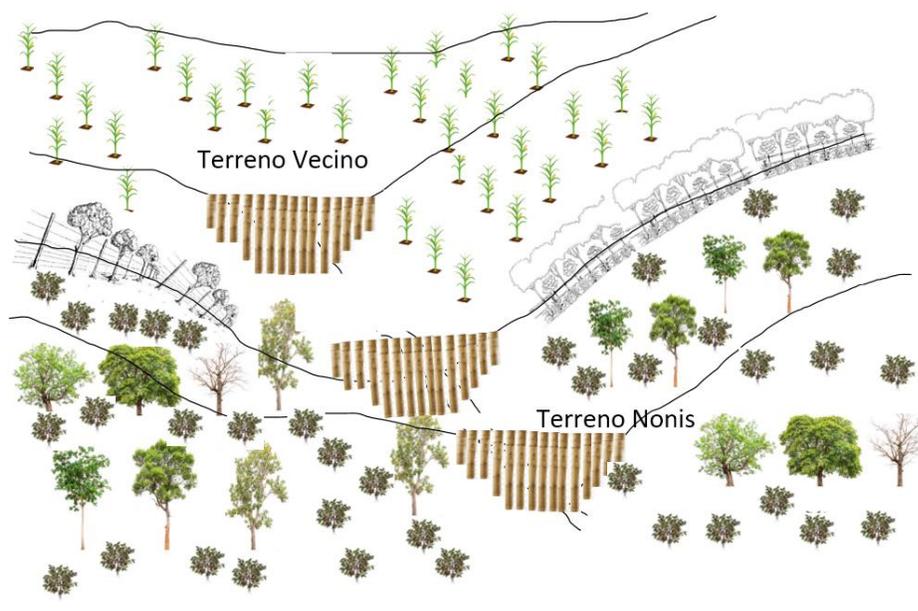


Figura 24 Diagrama de diques de madera en Terreno Nonis

#### 7.3.3.1.2. Compatibilidad con las condiciones en la finca

Se necesita cintra métrica y dependiendo del tamaño y de la pendiente de la cárcava, se necesita un número alto de estacas y postes gruesas para la construcción de los diques.

#### 7.3.3.1.3 Actividades para establecer la obra

1. Limpieza del terreno
2. Trazo y estaquillado de la curva a nivel
3. Transporte de materiales vegetativos hasta el lugar donde se realizara la obra
4. Apertura de una zanja de 0.75 m de profundidad
5. Preparación del material vegetativo se cortan postes de 1.50 m de largo con un diámetro de 12 a 15 cm de diámetro
6. Sembrar los postes a una profundidad de 75 cm teniendo cuidado que al colocarlos no se dañe la corteza de estos para asegurar su enraizamiento

#### **7.3.3.1.4 Actividades para mantener la obra**

1. Después de uno o varios inviernos el dique se va a rellenar con toda la tierra que las corrientes traen con ellas
2. La tierra que se acumula detrás del dique es buenísima. Una vez estabilizado el equilibrio en el fondo del zanjón, se puede proceder a la rehabilitación de la cárcava. Esto incluye la reducción de la inclinación de los taludes y la siembra de vegetación protectora

#### **7.3.3.1.5 Contribución a objetivos del productor**

La función principal es el control de la erosión en cárcavas, tal como lo muestra esta imagen dentro del mismo, en la cual el cerco está haciendo en parte la función de los diques de madera (ver figura 25), se puede observar que en ellos se detiene la. Los diques reducen las correntadas y la pérdida de agua. De esta manera mejoran la infiltración.



Figura 25. Cerco de Terreno Nonis que está haciendo en parte la función de los diques de madera

#### **7.3.4. Estrategia para ambos terrenos**

Los árboles representan la base de la sostenibilidad; aportan materia orgánica y nutrientes al suelo, aumentan la infiltración del agua en el suelo, reciclan los nutrientes que se profundizan en la tierra para que sean de nuevo aprovechables para los cultivos, moderan el calor ambiental, ayudan a mantener la humedad del aire y del suelo en períodos secos, capturan CO<sub>2</sub> y producen oxígeno y pueden aportar beneficios económicos (frutales, maderables, leña). Es por ello que la agroforestería con regeneración natural (ver figura 26) es una estrategia dentro de ambos terrenos, ya que se aprovecha la diversidad natural y existente de especies de árboles en la zona en vez de introducir materiales del exterior. El objetivo principal de la regeneración natural es el aprovechamiento del

mismo terreno con diferentes cultivos o rubros, la diversificación del ecosistema y la protección del suelo a través del establecimiento de árboles.



Figura 26 Agroforestería con regeneración natural en finca Leticia

#### **7.3.4.1 Condiciones ecológicas en la zona**

Se adapta a la zona ya que se utiliza en todas las alturas y no importa el nivel de precipitaciones que se tengan en el lugar, Sin embargo, el proceso de la regeneración es más lento en zonas secas.

#### **7.3.4.2 Condiciones ecológicas en la finca/parcela**

La regeneración natural funciona en suelos profundos y superficiales. La hojarasca mejora la infiltración del agua. La reforestación se puede utilizar en todas las pendientes. Se recomienda sobre todo en pendientes fuertes como es el caso de ambos terrenos.

#### **7.3.4.3 Compatibilidad con las condiciones en la finca**

No demanda mayores insumos externos e internos. Las actividades de mantenimiento dependen de los objetivos del productor, en este caso sirven para proporcionar sombra al café entonces anualmente se hacen podas y raleos, se hacen sobre todo durante la época seca y al inicio de la época lluviosa. Es una práctica muy recomendada en el cultivo de café.

#### **7.3.4.4 Contribución a objetivos del productor**

Las raíces de los árboles y la hojarasca protegen el suelo contra la erosión mejoran la infiltración y conserva la humedad. Dependiendo de la densidad, los árboles protegen el suelo contra el viento. Por otra parte las raíces profundas de los árboles extraen nutrientes de capas profundas del suelo, lo incorporan en su biomasa la cual enriquece las capas superficiales del suelo a través de la hojarasca. También, contribuye en el control de las malezas aunque depende de la densidad de siembra y de las podas.

## 8. CONCLUSIONES

- La estimación de calidad de suelo y salud del cultivo permitió conocer el estado actual de los terrenos de la finca, de este modo, se identificaron los atributos en los cuales establecer el enfoque para la toma de decisiones.
- Con el uso de indicadores sencillos es fácil la recolección de información, ya que el productor tiene un rol muy participativo, con esto se logró establecer una comparación entre Terreno Nonis y Terreno Aceituno, se concluye que este último es el que necesita más intervenciones en cuanto a obras de conservación.
- La identificación de prácticas de conservación de suelo y agua de acuerdo a las características del terreno permitió asegurar que estas tendrán resultados positivos a mediano y largo plazo, en cuanto el productor ve estos resultados, es motivado a continuar realizando dichas prácticas.
- En virtud de lo estudiado, la implementación del cajuleado en el Terreno Aceituno, tendrá un efecto positivo para el cafetal en la próxima época seca, ya que conservará la humedad del suelo a través de la infiltración del agua lluvia, de este modo, los árboles de café tendrán menos problemas para resistir la sequía y una mayor absorción de nutrientes, también ayudará a controlar la erosión hídrica durante las lluvias, el material que es arrastrado será captado por estas cajuelas.
- Por todo lo expuesto, se considera que los resultados de la investigación son la base para la aplicación de prácticas de conservación de suelo y agua en la finca, de este modo el cafetal será sostenible y resistente a problemas como el cambio climático, plagas y enfermedades.
- Finalmente, la utilización de barreras vivas y el uso de los diques de madera controlará la erosión hídrica que presentan ambos terrenos de la finca durante la época lluviosa, mientras que el uso de la agroforestería contribuirá a reducir los efectos de la época seca, reciclará nutrientes y mantendrá la fertilidad del suelo.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M; Nicholls, C. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (64):17-24.
- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados). 200. Informe técnico final de perforación de pozo El Pital, Lourdes Colón, Perforaciones 2000 S.A. de C.V. Colón, El Salvador. 85 p.
- Arrevillaga, F. 2018. GUÍA TÉCNICA DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL “Enrique Álvarez Córdova”. Ciudad Arce, El Salvador. 25 p.
- Bolaños, F; Cuellar, C. 2019. CRISIS DE LOS PRECIOS DEL CAFÉ Y SUS EFECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES EN EL SALVADOR, PERÍODO 1992-2016. ESTUDIO DE CASOS: RESPUESTA DE LOS PRODUCTORES. Tesis Lic. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 206 p.
- Castaño, W; Castro, A; Bedoya, M. Conservación de Suelos y Aguas. CENICAFÉ (Centro Nacional de Investigaciones de Café), Antioquia, Colombia. 150 p.
- Cuadras, S; López A. 2013. Orígenes del Café: El Café de El Salvador. *Revista Forum Cafe*. (En línea) 50(3):5-10. Consultado el 28 de ago. de 2021. Disponible en: [http://www.forumdelcafe.com/pdf/F-50\\_Caf%C3%A9\\_Salvador1.pdf](http://www.forumdelcafe.com/pdf/F-50_Caf%C3%A9_Salvador1.pdf)
- Doran, J; Parkin. B. 1994. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. *Soil Science Society of America, Publicación Especial* (35). Madison. Wisconsin, Estados Unidos.
- Dubón, M; Rodríguez, O. 2011. Las Tierras Subutilizadas y su impacto en el Desarrollo Socioeconómico en el departamento de Chalatenango. Tesis Ing. Agr. San Salvador. El Salvador. Universidad de El Salvador. 72 p
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. Las Amenazas a Nuestros Suelos (en línea). Roma, Italia. 12 p. Consultado el 30 de ago. de 2021. Disponible en: <https://www.fao.org/3/mn997s/mn997s.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. Estado Mundial del Recurso Suelo. Roma, Italia. 92 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2012. Estudio de caracterización del Corredor Seco Centroamericano. 1ª edición. Tegucigalpa, Honduras. 92 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia); MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia). 2012. GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS SUELOS EN ÁREAS RURALES. Construcción participativa del diagnóstico de suelos. Bogotá, Colombia. 144 p.

Francis, C; Lieblein, G; Gliessman, S; Breland, T. A; Creamer, N; Harwood, R; Salomonsson, L; Helenius, J; Rickerl, D; Salvador, R; Wiedenhoef, M; Simmons, S; Allen, P; Altieri, M; Flora, C; Poincelot, R. 2003. Agroecology: The ecology of food systems. Journal of Sustainable Agriculture (En línea) (22):99-118. Consultado el 2 de ago. 2021. Disponible en: [https://doi.org/10.1300/J064v22n03\\_10](https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10)

Garza, J. 2012. Caracterización de la Cadena Agro productiva del Café en El Salvador (En línea). 86 p. Consultado el 2 de ago. de 2021. Disponible en: <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/Contribuciones2014311105354.pdf>

Gliessman, S. 1998. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Boca Raton, Florida. Lewis Publishes. 340 p.

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2015. Semana de la Ciencia y Tecnología: Los Recursos Naturales. Tacuarembó, Uruguay. 19 p.

Jordán, L. 2006. MANUAL DE EDAFOLOGÍA. Sevilla, España. Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla. 143 p.

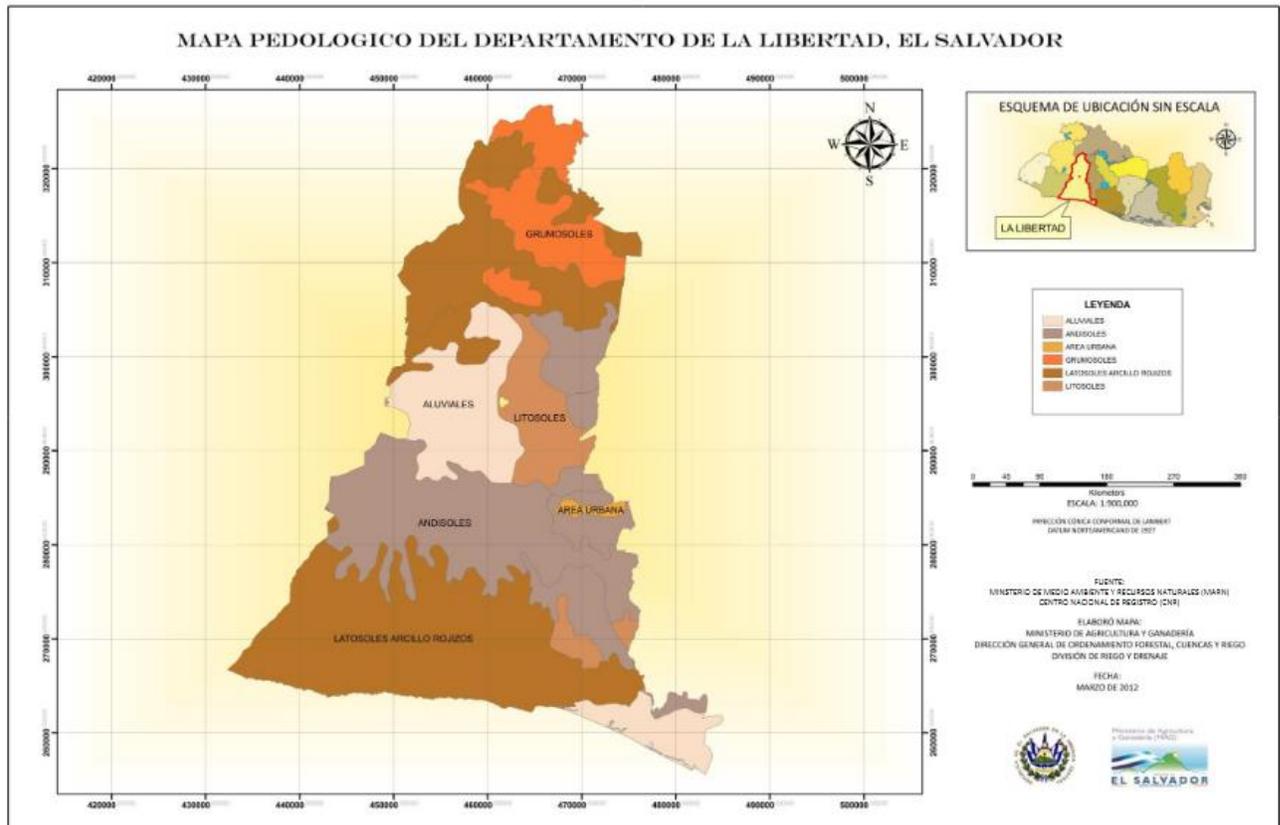
Laínez, C. 2011. Evaluación de la sostenibilidad de fincas de café administradas por Tropical El Salvador, durante el período 2004 - 2009. Maestro en Agricultura Sostenible. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 134 p.

- López, F; Escamilla, E; Zamarripa. A; Cruz, C. 2016. PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN VERACRUZ, MÉXICO. Rev. Fitotec. Mex. Vol 39. 297:304.
- Malavé, A; Maza, F. 2015. América Latina ¿Epicentro de la Bioeconomía Mundial? Caso: Agroindustria del Café. Primera Edición. Machala, Ecuador, UTMACH. 140 p.
- MINAMBIENTE (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). 2012. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos – PNGIBSE. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 128 p.
- Mohammadian, M. 2019. ECONOMÍA DEL TERCER CAMINO: DE LA TEORÍA DE LA BIOECONOMÍA A LA PRÁCTICA. Encuentros Multidisciplinarios E.M. n° 62. 62:84.
- Monroig, F. 2007. MORFOLOGÍA DEL CAFETO. 17 p.
- Morán, A; Menjívar, F. 2007. ESTUDIO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE POSIBLES SUBPRODUCTOS A DESARROLLAR EN LOS BOSQUES DEL SUSTENTO DEL CAFETAL (En línea). Tesis Ing. San Salvador, El Salvador, Universidad Dr. José Matías Delgado. 280 p. Consultado 10 de jun. de 2021. Disponible en: <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/05/INI/ADME0000279.pdf>
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 2000. Guía Técnica de conservación de suelo y agua. 1ª edición. San Salvador, El Salvador. 222 p.
- Perdomo, L. 2006. Capacidad de uso agrológico del suelo (en línea). El Salvador. Consultado 7 oct. 2021. Disponible en: <http://www.elsalvadorforestal.com/nota.php?id=37>
- Pineda, L; Ntegeka, V; Willems, P. 2013. Rainfall variability related to sea surface temperature anomalies in a Pacific Coast basin into Central America. Adv. Geosci. (33): 53–62.

- Plaster, E. 2000. La Ciencia del Suelo y su Manejo. 1ª edición. Madrid, España. Editorial Paraninfo. 286 p.
- PRISMA (Programa Regional de Investigación Sobre el Medio Ambiente). 2016. Mapeo de experiencias agroecológicas con potencial de escalamiento en El Salvador. San Salvador, El Salvador. 52 p.
- Rodríguez, O. 2018. Conservación de suelos y agua: una premisa del desarrollo sustentable. 2ª edición. Caracas. Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV). 460 p.
- Sullivan, F. 2007. LA EDAFOSFERA: EL SUELO COMO INTERFASE: COMPOSICIÓN, TEXTURA Y ESTRUCTURA. Murcia, España. 26 p.
- U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. 2000. Demand for Organic Vegetables is Growing Vegetables and Specialties Situation. Washington, Estados Unidos. 17 p.
- Wilkinson, B; McElroy, B. 2007. The impact of human son continental erosion and sedimentation. GSA Bulletin (119):140–156.

# ANEXOS

Anexo 1. Mapa pedológico del departamento de La Libertad, El Salvador.



Fuente: Tomado de MAG 2012

Anexo 2. Condiciones agroecológicas en la zona y en la finca

## Terreno Aceituno

A. Condiciones Agroecológicas en la Zona y en la Finca		
Altura sobre el nivel del mar en metros	1.1 Altura en msnm <ul style="list-style-type: none"> <li>Baja (menos de 800 m)</li> <li>Mediana (800-1500 m)</li> <li>Alta (más de 1500 m)</li> </ul>	1 2 3
Precipitación anual en milímetros en la zona	1.2 Precipitación en mm <ul style="list-style-type: none"> <li>Baja (menos de 600 mm)</li> <li>Baja-mediana (600-900 mm)</li> <li>Mediana-alta (900-1500 mm)</li> <li>Alta (1500-2500 mm)</li> <li>Muy alta (más de 2500 mm)</li> </ul>	4 5 6 7 8
Estimado de la textura del suelo valuando al tacto el porcentaje de arena y arcilla	2.1 Textura del suelo <ul style="list-style-type: none"> <li>Arenosa a franco-arenosa</li> <li>Franca a franca-arcillosa</li> <li>Arcillosa</li> </ul>	9 10 11

Profundidad del suelo disponible para enraizamiento en centímetros	2.2 Profundidad del suelo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficial (menos de 30 cm)</li> <li>• Moderado (más de 30 cm)</li> </ul>	12 13
Capacidad del suelo de permitir la infiltración de agua de lluvias	2.3 Capacidad de infiltración <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja</li> <li>• Moderada o buena</li> </ul>	14 15
Capacidad del suelo de drenar el agua para evitar la formación de charcos	2.4 Drenaje de agua: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo (formación de charcos)</li> <li>• Moderado o bueno</li> </ul>	16 17
Cantidad de piedras en la capa superior o en la superficie del suelo	2.5 Presencia de piedras <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy pedregoso</li> <li>• Poco pedregoso</li> </ul>	18 19
Pendiente promedio en parcela de conservación	2.6 Porcentaje de pendiente <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suave a moderada (hasta 15 %)</li> <li>• Moderada (15-30 %)</li> <li>• Fuerte (más de 30 %)</li> </ul>	20 21 22
Estimado del estado general de la fertilidad del suelo con énfasis en la capacidad del suelo de proporcionar nutrientes a las plantas	2.7 Fertilidad del suelo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja y degradada</li> <li>• Baja</li> <li>• Moderada</li> </ul>	23 24 25
Acidez del suelo que puede afectar el crecimiento de las plantas	2.8 Acidez del suelo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido (pH menor de 5.0)</li> <li>• Moderado (pH mayor de 5.0)</li> </ul>	26 27

### Terreno Nonis

A. Condiciones Agroecológicas en la Zona y en la Finca		
Altura sobre el nivel del mar en metros	1.1 Altura en msnm <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja (menos de 800 m)</li> <li>• Mediana (800-1500 m)</li> <li>• Alta (más de 1500 m)</li> </ul>	1 2 3
Precipitación anual en milímetros en la zona	1.2 Precipitación en mm <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja (menos de 600 mm)</li> <li>• Baja-mediana (600-900 mm)</li> <li>• Mediana-alta (900-1500 mm)</li> <li>• Alta (1500-2500 mm)</li> <li>• Muy alta (más de 2500 mm)</li> </ul>	4 5 6 7 8
Estimado de la textura del suelo valuando al tacto el porcentaje de arena y arcilla	2.1 Textura del suelo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arenosa a franco-arenosa</li> <li>• Franca a franca-arcillosa</li> <li>• Arcillosa</li> </ul>	9 10 11
Profundidad del suelo disponible para enraizamiento en centímetros	2.2 Profundidad del suelo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficial (menos de 30 cm)</li> <li>• Moderado (más de 30 cm)</li> </ul>	12 13
Capacidad del suelo de permitir la infiltración de agua de lluvias	2.3 Capacidad de infiltración <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja</li> </ul>	14

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moderada o buena</li> </ul>	15
Capacidad del suelo de drenar el agua para evitar la formación de charcos	2.4 Drenaje de agua: <ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo (formación de charcos)</li> <li>Moderado o bueno</li> </ul>	16 17
Cantidad de piedras en la capa superior o en la superficie del suelo	2.5 Presencia de piedras <ul style="list-style-type: none"> <li>Muy pedregoso</li> <li>Poco pedregoso</li> </ul>	18 19
Pendiente promedia en parcela de conservación	2.6 Porcentaje de pendiente <ul style="list-style-type: none"> <li>Suave a moderada (hasta 15 %)</li> <li>Moderada (15-30 %)</li> <li>Fuerte (más de 30 %)</li> </ul>	20 21 22
Estimado del estado general de la fertilidad del suelo con énfasis en la capacidad del suelo de proporcionar nutrientes a las plantas	2.7 Fertilidad del suelo <ul style="list-style-type: none"> <li>Baja y degradada</li> <li>Baja</li> <li>Moderada</li> </ul>	23 24 25
Acidez del suelo que puede afectar el crecimiento de las plantas	2.8 Acidez del suelo <ul style="list-style-type: none"> <li>Ácido (pH menor de 5.0)</li> <li>Moderado (pH mayor de 5.0)</li> </ul>	26 27

### Anexo 3. Condiciones de producción en la finca

B. Condiciones de Producción en la Finca		
3.1/3.2 Acceso a insumos en la finca: Acceso en la zona en general y la finca en particular a insumos externos. Disponibilidad de insumos externos de la finca que se podría aprovechar	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay problemas mayores</li> <li>Muy poco acceso a insumos externos</li> <li>Poca disponibilidad de insumos externos</li> </ul>	1 2 3
3.5 Época de fuerte escasez de mano de obra: Épocas del año con la más alta carga de trabajo en la finca y donde hay poca disponibilidad adicional de mano de obra familiar o contratada para la CSA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay problemas mayores</li> <li>Fuerte escasez en época de invierno</li> <li>Fuerte escasez en época de verano</li> </ul>	4 5 6
3.6 Dificultad de productores de capacitarse: Dificultad de productores de tener acceso a información y capacitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay mayor dificultad</li> <li>Poca acceso a información y capacitación</li> </ul>	7 8
3.7 Tipo de productor y finca: Clasificación de los productores según su combinación específica de recursos, tierra, equipos e infraestructura y fuerza de trabajo, lo cual orienta su estrategia de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campesino de subsistencia</li> <li>Pequeño finquero</li> <li>Campesino finquero</li> </ul>	9 10 11
3.8 Tenencia de la tierra: Seguridad de acceso a la parcela a conservar. Acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acceso a la tierra no es seguro</li> </ul>	12

inseguro en el caso de que la parcela no es propia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso seguro o Moderada o buena</li> </ul>	13
3.9 Sistema de producción/rubros principales: Identificación del sistema de producción basado en la combinación de los rubros más importantes que se producen en la finca. Cada sistema tiene varios subsistemas. En ciertos casos se pueden encontrar dentro de la finca dos sistemas diferentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema basado en granos básicos</li> </ul>	14
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema basado en café</li> </ul>	15
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema basado en ganadería</li> </ul>	16
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema basado en Hortalizas</li> </ul>	17
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema basado en Frutales</li> </ul>	18

#### Anexo 4. Objetivos del Productor y Necesidades en la Finca

##### Terreno Aceituno

C. Objetivos del Productor y Necesidades en la Finca		
4.1 Controlar la erosión: Gravedad del problema de la erosión percibido por el productor y la importancia de implementar prácticas de CSA que controlen el tipo de erosión predominante en la parcela	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de erosión</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de erosión en canículas</li> </ul>	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de la escorrentía en cárcavas</li> </ul>	3
4.2 Mejorar la conservación de la humedad del suelo: Importancia de mejorar la capacidad del suelo de infiltrar y retener la humedad y la época más crítica para hacerlo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de humedad en el invierno</li> </ul>	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de humedad en verano</li> </ul>	5
4.3 Proteger el suelo y los cultivos contra el viento: Importancia de controlar la erosión del suelo por los vientos o de proteger los cultivos a través de rompevientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rompevientos para la protección de cultivos</li> </ul>	6
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección del suelo en verano</li> </ul>	7
4.4 Mejorar la fertilidad y estructura del suelo: Importancia de mejorar la fertilidad del suelo, de mejorar o mantener el nivel de materia orgánica en el suelo, o de mejorar la estructura física del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la disponibilidad de N en el suelo</li> </ul>	8
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar o mantener la materia orgánica</li> </ul>	9
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar estructura física del suelo</li> </ul>	10
4.5 Contribuir al control de las malezas: Importancia de implementar prácticas de CSA que contribuyen al mismo tiempo al control de las malezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supresión de malezas en cultivos anuales</li> </ul>	11
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supresión de malezas en cultivos perennes</li> </ul>	12
4.6/4.7/4.8: Contribuir alimentos, forraje o productos forestales: Escasez de alimentos, forraje o productos forestales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forraje verde o seco para el ganado</li> </ul>	13
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentrados para</li> </ul>	14

energéticos en la finca durante ciertas épocas del año.	aves y cerdos	
	• Granos comestibles para la alimentación	15
	• Verduras o frutas para la alimentación	16
	• Productos forestales energéticos	17

### Terreno Nonis

C. Objetivos del Productor y Necesidades en la Finca		
4.1 <b>Controlar la erosión:</b> Gravedad del problema de la erosión percibido por el productor y la importancia de implementar prácticas de CSA que controlen el tipo de erosión predominante en la parcela	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de erosión</li> <li>• Control de erosión en canículas</li> <li>• Control de la escorrentía en cárcavas</li> </ul>	1 2 3
4.2 Mejorar la conservación de la humedad del suelo: Importancia de mejorar la capacidad del suelo de infiltrar y retener la humedad y la época más crítica para hacerlo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de humedad en el invierno</li> <li>• Conservación de humedad en verano</li> </ul>	4 5
4.3 Proteger el suelo y los cultivos contra el viento: Importancia de controlar la erosión del suelo por los vientos o de proteger los cultivos a través de rompevientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rompevientos para la protección de cultivos</li> <li>• Protección del suelo en verano</li> </ul>	6 7
4.4 <b>Mejorar la fertilidad y estructura del suelo:</b> Importancia de mejorar la fertilidad del suelo, de mejorar o mantener el nivel de materia orgánica en el suelo, o de mejorar la estructura física del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la disponibilidad de N en el suelo</li> <li>• Aumentar o mantener la materia orgánica</li> <li>• Mejorar estructura física del suelo</li> </ul>	8 9 10
4.5 Contribuir al control de las malezas: Importancia de implementar prácticas de CSA que contribuyen al mismo tiempo al control de las malezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supresión de malezas en cultivos anuales</li> <li>• Supresión de malezas en cultivos perennes</li> </ul>	11 12
4.6/4.7/4.8: Contribuir alimentos, forraje o productos forestales: Escasez de alimentos, forraje o productos forestales energéticos en la finca durante ciertas épocas del año.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forraje verde o seco para el ganado</li> <li>• Concentrados para aves y cerdos</li> <li>• Granos comestibles para la alimentación</li> <li>• Verduras o frutas para la alimentación</li> <li>• Productos forestales energéticos</li> </ul>	13 14 15 16 17