

Diseño y Manejo del Sistema Agroforestal con Café Castillo (*Coffea arabica*) en la Finca el Pedregal, Municipio de Enciso, Provincia de García Rovira, Santander, Colombia.

Andrea Yesenia Ayala Barrera

Trabajo de grado para obtener el título de
Ingeniera Forestal

Director

Rubén Carvajal Caballero

Ingeniero Agrónomo

Universidad Industrial de Santander
Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

A mi familia, en especial a mi madre Alba Barrera, por darme la vida, su amor y por inculcarme que, con esfuerzo, dedicación y con fe en Dios, todos nuestros sueños se pueden lograr a mi esposo Gabriel Umaña y mi hijo Gabriel Alejandro Umaña por ser el motivo de luchar cada día por mis sueños.

Agradecimientos

A Dios todo poderoso por su gran misericordia, conmigo, con mi familia y con mis asesores al permitirles iluminar mi camino con sus conocimientos.

A mi pequeña familia que Dios me ha permitido formar, mi esposo Gabriel Francisco Umaña Torres por comprender y apoyar cada paso en mi vida; y a mi pequeño hijo Gabriel Alejandro Umaña Ayala la razón de mi vida y luz de mis ojos.

A mi madre Alba Inés Barrera Suarez por inculcar en mí el don del estudio y la dedicación.

A la familia GUARIN ANAYA por su acogimiento y buenos consejos desde mi niñez y a toda mi familia por el apoyo directo o indirecto que he recibido de ustedes, abuela, primos y primas, tíos y tías, y mis queridos suegros, al señor JUAN ORTIZ VARGAS propietario de la finca el pedregal por siempre ser tan atento y solícito a apoyarme en todo momento.

A mi director el ingeniero Rubén Carvajal que, con su paciencia, conocimientos y ayuda hizo posible realizar este proyecto.

A todos los docentes y administrativos de la universidad industrial de Santander sede Málaga los cuales desde el primer semestre ayudaron a formar una pasión y amor por esta profesión a los que ya partieron solo queda agradecerles por los momentos compartidos (profe Javier Moyano, ing. Luis Bernardo Torres y Ing. pedro pablo aceros) y regalarles una oración.

Finalmente, a todas aquellas personas que compartieron durante este proceso de formación sus conocimientos y experiencias en el desarrollo de mi carrera profesional.

Andrea Ayala

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	16
1. Problema	17
1.1 Descripción del problema	17
2. Objetivos	18
2.1 Objetivo general	18
2.2 Objetivos específicos	18
3. Marco referencial:	19
3.1 Marco teórico	19
3.1.1 Sistemas agroforestales con café	19
3.1.2 Interacciones café-árboles	20
3.1.3 Efectos sobre el cultivo	21
3.1.4 Sombra al cafetal	21
3.1.5 Servicios ambientales	22
3.1.5.1 Suelo	22
3.1.5.2 Agua	22
3.1.5.3 Reducción de gases de efecto de invernadero:	23
3.1.5.4 Árboles asociados a estructuras de conservación de suelos	23

DISEÑO Y MANEJO DEL SISTEMA AGROFORESTAL	5
3.1.5.5 Cultivos bajo cubierta arbórea	23
3.1.5.6 Animales y pastos bajo cubierta arbórea	24
3.1.5.7 Huertos familiares	24
3.1.6 La variedad Castillo®	25
3.1.6.1 Origen	25
3.1.6.1 Planta	25
3.1.8 Federación nacional de cafeteros	26
3.1.8.1 Fondo nacional de café	26
3.1.9 Situación cafetera en Colombia	27
3.2 Marco legal	27
3.3 Marco conceptual	28
4. Metodología.	30
4.1. Localización	30
4.2 Tipo de estudio	35
4.3 Duración del estudio	35
4.4 Delimitación	35
4.4.1 Tipo de suelo	36
4.4.2 Clases agrológicas del suelo	36
4.4.3 Cobertura vegetal y uso potencial del suelo	36
4.4.4 Perfil del suelo	37

DISEÑO Y MANEJO DEL SISTEMA AGROFORESTAL	6
4.5. Diseño y Modelo de Sistema Agroforestal	38
4.5.1. Diseño 1: café + maderables	38
4.5.2. Diseño 2: café + frutales	39
4.5.3. Diseño 3: café + especies nativas	40
4.5.4. Diseño 4: café + cultivos anuales	41
4.6. Plan de Manejo Productivo para el Aprovechamiento del Sistema Agroforestal.	42
5. Resultados	43
5.1 Descripción de las condiciones edafoclimáticas del sistema agroforestal con café <i>Coffe arabica</i>	43
5.1.1 Curvas de nivel	44
5.1.2 Tipo de suelo	45
5.1.3 Cobertura vegetal	46
5.1.4 Uso potencial del suelo	48
5.1.5 Perfil del suelo	50
5.1.5.1 Textura	52
5.1.5.2 Color	53
5.1.5.3 Estructura del suelo	54
5.1.5.4 Porosidad	57
5.1.5.6 Temperatura edáfica	58
5.1.5.7 Drenaje del suelo	59

DISEÑO Y MANEJO DEL SISTEMA AGROFORESTAL	7
5.1.5.8 pH	61
6. Diseño y modelo del sistema agroforestal con café	64
Diseño 1: café + maderables	66
Diseño 2: café + frutales	70
Diseño 3: café + especies nativas	73
Diseño 4: café + cultivos anuales	76
6. Plan de manejo productivo para el aprovechamiento del sistema agroforestal.	78
7.1 Producción de la planta:	78
7.2 Semilleros:	78
7.3 Almacigo del café:	79
7.4 Preparación del terreno	80
7.5 Fertilización	81
7.6 Control de plagas	82
7.7 Manejo de enfermedades	83
7.8 Manejo de malezas	84
7.9 Recolección del café	84
7.10 Despulpado del café	85
7.11 Fermentación del café	86
7.12 Lavado del café	87
7.13Secado del café	88

DISEÑO Y MANEJO DEL SISTEMA AGROFORESTAL	8
7.14 Trilla del café	89
7. Costo de la producción de café	90
10. Conclusiones	95
11. Recomendaciones	97
Referencias bibliográficas	99
Apéndice	102

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Localización del área de estudio	31
Figura 2. Zonas de vida según Holdridge, departamento de Santander	31
Figura 3. Clasificación climatológica de Santander	32
Figura 4. Temperatura media anual	32
Figura 5. Precipitación total anual	33
Figura 6. Precipitación Enciso	34
Figura 7. Diseño 1 café + maderables	38
Figura 8. Diseño 2 café + frutales	39
Figura 9. Diseño 3 café + especies nativas	40
Figura 10. Diseño 4 café + cultivos anuales	41
Figura 11. Curvas de nivel	44
Figura 12. Tipo de suelo	45
Figura 13. Cobertura vegetal	46
Figura 14. Cobertura vegetal Finca El Pedregal	47
Figura 15. Cobertura vegetal Finca El Pedregal	47
Figura 16. Cobertura vegetal Finca El Pedregal	48
Figura 17. Uso potencial del suelo	49
Figura 18. Calicata número 1	50
Figura 19. Calicata número 2	51
Figura 20. Calicata número 3	51

DISEÑO Y MANEJO DEL SISTEMA AGROFORESTAL	10
Figura 21. Textura del suelo	52
Figura 22. Color del suelo	54
Figura 23. Estructura presente en el área de estudio	55
Figura 24. Estructura laminar y de bloques	56
Figura 25. Porosidad del suelo	57
Figura 26. Raíces y profundidad efectiva del suelo	58
Figura 27. Temperatura edáfica	59
Figura 28. Determinación del drenaje	60
Figura 29. Clasificación del pH	61
Figura 30. Diagnóstico y diseño	64
Figura 31. Dimensiones del diseño de parcelas	65
Figura 32. Café + Maderables	66
Figura 33. Café + Frutales	70
Figura 35. Café + nativas	73
Figura 37. Café + cultivos anuales	76
Figura 38. Semillero	78
Figura 39. Almacigo	79
Figura 40. Preparación del terreno	80
Figura 41. Fertilización	81
Figura 42. Control de plagas	82
Figura 43. Manejo de enfermedades	83
Figura 44. Manejo de malezas	84
Figura 45. Recolección de café	85
Figura 46. Despulpado de café	86

Figura 47. Fermentado

87

Figura 48. Lavado del café

88

Figura 49. Secado del café

89

Figura 50. Trillado del café

89

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Características de las clases texturales del suelo al tacto	53
Tabla 2 Clasificación de los poros del suelo, según su tamaño	57
Tabla 3 Medidas para el cálculo del drenaje	60
Tabla 4 Caracterización de los factores de formación que actúan en el perfil del suelo del área de estudio	62
Tabla 5 Análisis del suelo	63
Tabla 6 Descripción de las especies de uso maderable establecidas en el área de estudio	67
Tabla 7 Descripción de las especies frutales en el área de estudio	72
Tabla 8 Descripción de las especies nativas en el área de estudio	74
Tabla 9 Costos en la etapa de germinador	90
Tabla 10 Costos en la etapa de almacigo y siembra de café	91
Tabla 11 Costos en la etapa de crecimiento y producción del café.	92
Tabla 12 Costos del control fitosanitario y en la etapa de cosecha del café	93
Tabla 13 Resumen general de costos	94

Lista de apéndices

	pág.
Apéndice A. Nomenclatura de los horizontes y capas maestros del suelo, según SSS (1998)	103
Apéndice B. Análisis de los suelos	105
Apéndice C. Terminología utilizada para describir variables ambientales y para caracterizar algunas propiedades físico- químicas del suelo, en el campo, con fines de descripción de perfiles de suelos (la mayoría sintetizados de SSDS, 1993)	106

RESUMEN

Título: Diseño y Manejo del Sistema Agroforestal con Café Castillo (*Coffea arabica*), en la Finca el Pedregal, Municipio de Enciso, provincia de García Rovira, Santander, Colombia.

Autor: Andrea Yesenia Ayala Barrera

Palabras claves: Agricultura, Sostenibilidad, Ecología, Producción, Condición Ambiental, Sostenibilidad y Beneficio.

Descripción: el presente proyecto se plantea con el objetivo de determinar la importancia de los sistemas agroforestales en el cultivo de café (*Coffea arabica*), y de igual manera analizar la interacción entre el cultivo y las especies arbóreas que forman el sistema, junto con las ventajas y desventajas en la plantación. Este trabajo se basa en la evaluación de las condiciones topográficas, capacidad del uso del suelo, composición florística de la zona de estudio y en la elaboración de un diseño que permita a los cultivadores aprovechar sus rendimientos.

Como principales resultados se encuentra que los sistemas agroforestales son implementados como modelos de producción eficientes y amigables con el medio ambiente, lo que permite mitigar los cambios de los recursos naturales que llevan a pérdidas de biodiversidad ocasionados por cambios climáticos e intervención de la mano del hombre aplicando una agricultura sostenible, y por consiguiente buscando mejorar la conservación de los recursos naturales y la reducción en aplicación de insumos contribuyendo a reducir los costos de producción mejorando la rentabilidad del cultivo para la población.

Trabajo de grado

Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia- IPRED. Programa Ingeniería Forestal.
Director: Rubén Carvajal Caballero, Ingeniero Agrónomo.

ABSTRAC

Title: Design and Management of the Agroforestry System with Castillo Coffee (*Coffea arabica*), in El Pedregal Farm, Municipality of Enciso, province of García Rovira, Santander, Colombia.

Author: Andrea Yesenia Ayala Barrera

Keywords: Agriculture, Sustainability, Ecology, Production, Environmental Condition, Sustainability and Profit.

Description: The present project aims to determine the importance of agroforestry systems in the cultivation of coffee (*Coffea arabica*), and likewise to analyze the interaction between the crop and the tree species that form the system, together with the advantages and disadvantages in the plantation. This work is based on the evaluation of the topographical conditions, soil use capacity, floristic composition of the study area and on the development of a design that allows growers to take advantage of their yields.

The main results are that the agroforestry systems are implemented as efficient and environmentally friendly production models, which allows to mitigate the changes in natural resources that lead to biodiversity losses caused by climate changes and human intervention by applying sustainable agriculture, and therefore seeking to improve the conservation of natural resources and the reduction in the application of inputs contributing to reduce production costs by improving the profitability of the crop for the population.

Trabajo de grado

Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia- IPRED. Programa Ingeniería Forestal.
Director: Rubén Carvajal Caballero, Ingeniero Agrónomo.

Introducción

En Colombia las condiciones geográficas permiten la presencia de diferentes cultivos en cualquier época del año, lo que resalta su diversidad en fauna y flora lo que genera que los campesinos adopten actividades agropecuarias y ganaderas en la misma zona. Debido a este tema se han identificado problemas asociados al impacto ambiental lo que produce pérdidas de biodiversidad, deterioro del medio ambiente y contaminación, daños que generalmente son producidos por el ser humano y productos químicos como abonos, plaguicidas y fungicidas que son utilizados para mitigar enfermedades y plagas. Lo cual genera contaminación en el agua, aire y suelo si no son utilizados adecuadamente.

Los Sistemas Agroforestales permiten mitigar los impactos anteriormente mencionados lo que genera progreso en la producción y calidad de los recursos y el bienestar humano (Staver, 2002). La implementación de los Sistemas Agroforestales con cultivos como el café (*Coffea arabica*) contribuyen al desarrollo y conservación de beneficios socioeconómicos y productivos de la plantación lo cual permite aprovechar plantaciones existentes, y a su vez influye significativamente sobre el crecimiento vegetativo, floración y carga de frutos de los cafeteros (Angrand, 2002)

El presente trabajo se enfoca en priorizar y destacar la implementación de los Sistemas Agroforestales en cultivos de café (*Coffea arabica*) de forma que genere equilibrio, productividad y valoración al medio ambiente y sus recursos, dando a entender los beneficios económicos y ambientales que su implementación genera.

1. Problema

1.1 Descripción del problema

En la última década, la temperatura y las precipitaciones han cambiado como consecuencias del cambio climático y se ha visto reflejado en la reducción de la producción, los rendimientos y el incremento sobre los impactos negativos en los cultivos tradicionales de la región como lo son el tabaco, maíz, frijol entre otros (Cortés, 2004). se analizó la posibilidad de nuevos cultivos que faciliten la restauración, aprovechamiento de los suelos y por ende mejorar la economía de la población. Las observaciones científicas que empezaron a realizarse hace unas décadas indicaron un calentamiento global del planeta además de encontrar un incremento en la frecuencia de eventos extremos que se evidencian a través de inundaciones, sequías, olas de calor entre otros (Jones, 2001).

Una de las mayores preocupaciones a nivel mundial es la influencia que ha tenido y tendrá el calentamiento global y por tanto el cambio climático en los diferentes sectores económicos especialmente en los países en vías desarrollo los cuales presentan mayor vulnerabilidad y menor resiliencia en su población (IDEAM, 2016). Con este referente se hace necesaria la implementación de Sistemas Agroforestales sostenibles los cuales aumente la producción y comercialización de nuevos cultivos que estabilicen los recursos naturales. Es de recalcar que el proyecto a trabajar es avalado por la federación nacional de cafeteros los cuales generan gran aporte tanto económico como educativo lo cual conlleva el mejoramiento socioeconómico de la región.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Mejorar las bondades y debilidades de un sistema agroforestal en la producción de café Castillo (*Coffea arabica*) en la finca El Pedregal municipio de Enciso, provincia de García Rovira, Santander, Colombia.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las condiciones edáfico-climáticas, topográficas y capacidad de uso de la tierra
- Establecer un diseño y modelo de sistema agroforestal
- Implementar un plan de manejo productivo para el aprovechamiento del sistema agroforestal.

3. Marco referencial:

3.1 Marco teórico

3.1.1 Sistemas agroforestales con café

Los sistemas agroforestales corresponden a una modalidad de uso de la tierra que combina espacialmente y/o temporalmente especies forestales con especies agrícolas o animales (Montagnini et al., 1993). Se observa que en la agroforestería se procura asignar eficientemente los recursos de luz, agua y nutrientes con el objetivo de aumentar el rendimiento económico y ambiental en busca de generar agro ecosistemas sostenibles y resilientes (Meylan, 2012).

Esta forma de uso del suelo se utiliza desde el inicio de la agricultura hace unos 12 000 años, pero a partir de la segunda mitad de la década de los 90's recobró importancia como una respuesta ante la demanda de una agricultura capaz de proveer múltiples servicios ambientales (Shibu, 2009). Lo que ha permitido el desarrollo de nuevos enfoques conceptuales y metodológicos en esta disciplina.

Rapidel, Alline, Cerdan, Meylan, Filho y Avelio, (2015) considera que en América Latina se pueden clasificar los sistemas agroforestales con café en dos grupos: los que asocian el café con árboles de servicio y los que lo asocian con árboles de producción de madera y frutos, obteniendo variedad de beneficios.

Los árboles productores de frutos y madera permiten crear condiciones micro climáticas que favorecen el desarrollo del café y a la vez diversifican la producción de la finca. Como los árboles maderables generan una sombra permanente es recomendable

utilizar especies de copa abierta y rala (Rojas, 2004). Para no generar competencia por luz en especies de menor altura. Altieri & Nicholls (2013) aseguran que los Sistemas Agroforestales al ser una tecnología asequible y capaz de adaptarse a diversos tamaños y sistemas productivos, pueden ser implementados con facilidad, principalmente por pequeños productores de las regiones tropicales y subtropicales lo que genera la rotación de cultivos y el mejoramiento de las tierras en producción.

3.1.2 Interacciones café-árboles

Efectos biofísicos temperatura y vientos: En condiciones sub-óptimas la sombra de los árboles ayuda a reducir las oscilaciones y la magnitud de la temperatura foliar de los cafetos (Kanten y Vaans, 2006). Esto genera mayor estabilidad en la producción. Beer (1987) expresa como interacción positiva un aumento significativo en la temperatura del microclima debido a la intercepción horizontal de niebla, lo que es beneficioso para evitar el estrés del cafetal. Sin embargo, durante la temporada seca existe competencia por humedad con el cultivo agrícola. Los árboles, también pueden perjudicar el cafetal al redistribuir la precipitación, dependiendo del tipo de especie y las hojas que estas posean (Beer, Muschler, Kass y Somarriba, 1998). Al tener en cuenta estas observaciones es de gran importancia en el momento de establecer sistemas agroforestales tener conocimiento de las especies que se van a utilizar para el sombrero.

3.1.3 Efectos sobre el cultivo

La sombra utilizada en forma excesiva puede significar una disminución en los rendimientos del cafetal, Méndez (2012) muestran que existe un conflicto entre la diversificación de provisión de servicios y de los rendimientos del principal producto agrícola.

Los árboles de sombra también pueden significar un efecto sobre la calidad del cultivo. Mushcler (2000) afirma que se puede mejorar la calidad del café, sobre todo en condiciones sub-óptimas, porque influye en el peso y tamaño del grano en un 20 a 29% más que a pleno sol (dependiendo de la variedad del café), lo que produce mayor cuerpo, rendimiento y acidez al café.

3.1.4 Sombra al cafetal

El cafeto es una especie de sotobosque que tiene su origen en la selva tropical de Etiopía, África y debido a esto es considerada como una especie que crece bien al sol, pero su mayor rendimiento es generado bajo sombra (Skès & Leroy, 2009). Sin embargo, la influencia de árboles de sombra depende mucho de las condiciones del suelo y clima en cada sitio; además de las características de las especies y su manejo (Siles, 2001).

En los Sistemas Agroforestales la distribución de luz transmitida por las copas de los árboles puede ser un factor limitante para el desarrollo productivo del café. Esta luz disponible para el cafetal depende del crecimiento del dosel y de la arquitectura de las especies arbóreas presentes en el mismo (Skès et al, 2009). Sin embargo, no toda la sombra

en el cultivo es proveniente del dosel, también influyen factores de sitio como: latitud, exposición y pendiente sombra lateral y nubosidad local (Somarriba et al., 2004).

3.1.5 Servicios ambientales

3.1.5.1 Suelo: El suelo da soporte a las plantas en forma de capa permeable para las raíces y es una especie de depósito para los nutrientes y el agua, su estudio genera gran importancia para los cultivos ya que es importante observar las características, los componentes y sus falencias (Sepulveda, 2005).

Melo y Vargas (2003) Afirman que los árboles de sombra en cultivos perennes aportan hojarasca y residuos de podas que cubren el suelo y generan gran cantidad de nutrientes en el momento de sus descomposiciones, reducen el impacto de las gotas de la lluvia sobre el suelo, así como la velocidad de escorrentía y erosión, mejorando su estructura, el contenido de Nitrógeno y la retención de nutrientes.

3.1.5.2 Agua: El potencial de los Sistemas Agroforestales para asegurar el suministro de agua (cantidad y calidad) es el servicio ambiental menos estudiado (Beer et al., 2003).

Según Cerda et al., (2017) Los caficultores consideran que el rol de los Sistemas Agroforestales en la provisión y regulación de agua se da principalmente de tres maneras:

- i) Incrementando la intercepción por medio de la cobertura arbórea del agua de la lluvia y la niebla;
- ii) Modificando las propiedades físicas del suelo causando una reducción en la erosión y un incremento en la infiltración;

iii) Protegiendo los cuerpos de agua por medio de la cobertura arbórea.

3.1.5.3 Reducción de gases de efecto de invernadero: Los sistemas agroforestales parecen incrementar su biomasa y contenidos de Carbono con la edad, por lo que pueden constituir una alternativa eficiente para el secuestro de Carbono (Beer et al., 2003).

El almacenamiento de CO₂ depende de la especie arbórea y densidad de siembra, de la materia orgánica presente en el suelo, de la edad de los componentes, tipo de suelos, características del sitio, factores climáticos y del manejo silvocultural al que se vea sometido (Cubero y Montoya, 1999)

3.1.5.4 Árboles asociados a estructuras de conservación de suelos: La utilización de árboles o arbustos en zonas secas y semiáridas, debe estar en correspondencia a la rehabilitación de las tierras degradadas por pérdida de la fertilidad y erosión. Se ha comprobado que los usos de especies arbóreas asociadas a prácticas de conservación de suelos contribuyen eficazmente a contrarrestar procesos de erosión y muy favorablemente a captar y retener el agua de lluvia.

Además de este efecto favorable, los árboles suministran otros beneficios directos tales como forraje, hojarasca, frutos, leña y otros productos que contribuyen al bienestar del productor y al mejoramiento de los sistemas de finca.

3.1.5.5 Cultivos bajo cubierta arbórea: En estos sistemas el componente maderable ejerce una función de cobertura sobre los cultivos; los ejemplos clásicos de este tipo son el cultivo de café, el cultivo de cacao y el de cardamomo, entre otros. En este punto la sombra juega un papel de regulador en las funciones fisiológicas de los cultivos, y ayuda a mejora el

rendimiento de la especie, por ejemplo, en el proceso de la fotosíntesis; asimismo, la sombra contribuye en gran manera al control de malezas (Ardila et al, 2007).

3.1.5.6 Animales y pastos bajo cubierta arbórea: El silvopastoreo es un tipo de agroforestería que combina la presencia de animales directamente pastando entre o bajo árboles. Los árboles pueden ser de vegetaciones naturales o plantadas con fines maderables, para productos industriales como caucho, palma de aceite, frutales tales como mangos y cítricos o árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal (Nair, 1993).

3.1.5.7 Huertos familiares: Los huertos familiares han despertado el interés mundial en los últimos años, no solo porque se consideran los sistemas de producción más antiguos que se conoce, sino porque entre otros beneficios complementan la dieta y la economía familiar, además, son una alternativa a las prácticas tradicionales de la diversidad vegetal, son fuente de germoplasma y sitios de domesticación de plantas silvestres.

Los huertos familiares indican que es un sistema de uso de la tierra que tiene límites definidos y una vivienda; además, en general posee una mezcla de plantas anuales y perennes, así como animales y ejerce una variedad de funciones biofísicas, económicas y socioculturales para su propietario. Este sistema de producción familiar contribuye significativamente al suministro de alimentos para la familia rural y esa cantidad de alimentos, aunque en pequeñas cantidades, contribuye significativamente a la seguridad alimentaria de la familia (Nair, 1993).

3.1.6 La variedad Castillo®

El nombre de la variedad se otorgó en honor al investigador Jaime Castillo Zapata, quien en ausencia de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) en Colombia, obtuvo la variedad Colombia, con resistencia a esta enfermedad.

Es la variedad recomendada por la Federación Nacional de Cafeteros dentro del Plan de Choque contra la Roya, que busca sustituir las áreas cafeteras que actualmente se encuentran en variedades susceptibles, especialmente en Caturra, por variedades resistentes.

3.1.6.1 Origen: La variedad Castillo® se obtuvo a partir del cruzamiento de la variedad Caturra x Híbrido de Timor. Después de sucesivas generaciones de selección hasta la generación F5, las mejores líneas (componentes) fueron propagadas y su semilla mezclada para la obtención de esta variedad. Las últimas evaluaciones se realizaron en diferentes lugares de la zona cafetera nacional. La variedad Castillo® es una variedad compuesta de porte bajo, ligeramente mayor que Caturra, de ramas largas, hojas grandes, vigorosa, de grano grande, excelente calidad en taza, producción superior a la de la variedad Caturra y resistente a la roya del cafeto.

3.1.6.1 Planta: Las líneas que la componen difieren de los genes de resistencia a la roya que poseen, lo cual les da estabilidad y duración frente a nuevas razas del patógeno. Algunas de estas líneas han mostrado resistencia a la enfermedad de los frutos del café (CBD, por su sigla en inglés), la cual no se encuentra en el país, pero es una amenaza para la caficultura. Su comportamiento frente a otras enfermedades y plagas, como el mal rosado, la mancha de hierro y la broca es similar al de las otras variedades comerciales. Es una variedad dinámica, en la cual, de acuerdo con la aparición de nuevas razas, va cambiando su composición,

incorporando nuevas líneas y retirando las que empiecen a mostrar graves daños por la roya. (Cenicafé, 2011).

3.1.8 Federación nacional de cafeteros

La creación de la federación nacional de cafeteros permitió a los productores establecer un mecanismo de dialogo con el gobierno y el impulso de políticas para el desarrollo del sector. La unión de campesinos y pequeños productores en torno a la federación les permitió afrontar retos comunes de logística y comercialización de este entonces.

3.1.8.1 Fondo nacional de café: En 1940, el Fondo Nacional del Café se define como una cuenta de naturaleza parafiscal (según la constitución de 1991) cuyo objetivo prioritario es contribuir a la estabilización del mercado cafetero. los ingresos corrientes del fondo provienen de la venta del café, que a su nombre realiza la federación en el interior del país y en el exterior; la remuneración por servicios que presente; los originados en impuestos y contribuciones, y los provenientes del rendimiento de las distintas inversiones, incluidas las financieras. La vigilancia del control fiscal está a cargo de la contraloría general de la república

Los objetivos básicos del Fondo Nacional del Café son tres: A) intervenir en el mercado cafetero nacional y exterior con el propósito de promover el consumo de café colombiano, regular la oferta y demanda de café y buscar un régimen estable de precios internos, adecuando a los requerimientos de la industria cafetera nacional y el manejo macro económico del país, mediante el ordenamiento de la producción, de la comercialización interna y externa, y la retención de los excedentes no exportables.

B) Contribuir, mediante la utilización de sus recursos, al cumplimiento de los pactos internacionales que en materia de café suscriba al estado

C) Promover y financiar programas de investigación científica, extensión, diversificación, educación, salud, cooperativos, bienestar social y demás que contribuya al desarrollo, fortalecimiento y defensa de la industria cafetera colombiana y al equilibrio social y económico de la población radicada en zonas cafeteras.

3.1.9 Situación cafetera en Colombia

Debido a los cambios que se han generado durante los años 2019- 2020 en temas relacionado con la economía, el café se ha visto duramente afectado como consecuencia a los bajos precios internacionales del grano; lo que genera la necesidad de plantear propuestas para minimizar los gastos en el proceso de producción y aumentar el rango de ganancias en el momento de la venta. Para llegar a competir con países como Brasil que son de las mayores producciones.

3.2 Marco legal

- Guía ambiental para el sector cafetero: El objetivo primordial de la guía ambiental para el subsector cafetero es brindar a los productores del sector agropecuario, las autoridades ambientales y al público en general una herramienta de consulta y orientación que contenga que contenga elementos jurídicos, técnicos, conceptuales, metodológicos y procedimentales, que faciliten y optimicen el proceso de gestión ambiental en el subsector productivo cafetero acorde con las políticas ambientales del país

- SENTENCIA C-840/03: Fondo nacional del café- naturaleza jurídica de los recursos provenientes de la industria cafetera impuesto por exportación de café-destinación a la protección del café ley anual de presupuesto para 1977 – asequibilidad exclusión de recursos parafiscales destinados a la industria del café contribución cafetera- establecimiento y destino al fondo nacional del café.
- LEY 101 DE 1993 decretos 2645 de 1993, 1840 de 1994 y considerando: Que corresponde al instituto colombiano agropecuario ICA, velar por la sanidad agropecuaria del país con el fin de prevenir la introducción y propagación de enfermedades y plagas que puedan afectar la agricultura y la ganadería.
- Ley 76 de 1927 sobre la protección y defensa del café.
- Ley 11 de 1972 por la cual se deroga el impuesto de importación del café y se dictan otras disposiciones
- Ley 9 de 1991 normas generales sobre cambios internacionales y medidas complementarias _ contribución cafetera

3.3 Marco conceptual

Cambio climático: es la variación del sistema climático, que perdura durante periodos de tiempo suficientemente largos hasta alcanzar un nuevo equilibrio. Generando cambios que afectan la tierra.

Precipitación: Es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación.

Resiliencia. Se define como la capacidad de un ecosistema para volver a su estado original después de una perturbación, manteniendo su característica esencial, composición florística, estructura, funciones de sus componentes y los diferentes procesos que en él se desarrollan.

Recolección: Proceso en el que se recoge el grano, se hace en seco aprovechando la gravedad

Despulpado: Es la manera en cómo se separa la cereza del grano, se debe hacer con agua.

Clasificación: Separación de los granos por su tamaño para ello se deben usar zarandas clasificadoras eficientes que funcionan sin agua.

Remoción del mucilago: Proceso de extraer la capa que cubre el pergamino haciendo que se descomponga tiene como fin hacer que el mucilago que cubre el pergamino se descomponga.

Fermentado: Transformación que tiene el producto después de permanecer en un periodo en agua, se produce al obtener la remoción del mucilago.

Lavado: Proceso por el cual se obtiene la limpieza del grano, se realiza con agua limpia.

Secado: Proceso que se hace con la energía solar para lo cual se utilizan carros secadores o marquesinas, con el fin de exponer los granos a la radiación solar y el viento

Fertilización: Concepto de nutrición para los cultivos está enmarcado dentro de lo que se conoce agricultura sostenible.

Agricultura sostenible: Es la optimización efectiva que tienen los insumos sin deteriorar el medio ambiente.

Sombrío: Oscuridad que genera un cuerpo o una especie arbórea sobre otra.

Sombrío transitorio: Proceso por el cual se da sombra durante los primeros años de vida de la plántula.

sombrío permanente: Es aquel que da sombra durante toda la vida de la planta.

Germinador: Lugar en el cual se lleva a cabo el proceso de germinación de la semilla.

Trilla: Proceso por el cual se eliminan las impurezas dejando el grano listo para ser clasificado por tamaño y peso.

3. Metodología.

4.1. Localización

El proyecto está localizado en la vereda Cortaderas Finca El Pedregal (Figura. 1), la cual cuenta con un área de 12 hectáreas productivas y de estas cinco hectáreas están enfocadas al cultivo del café. La finca está ubicada a tres kilómetros del municipio de Enciso, provincia de García Rovira, Santander, Colombia. Su altitud es 1530 m s. n. m. El área de estudio pertenece a la zona de vida de Bosque húmedo pre montano (bh-PM) (Holdridge, 1987) (Figura 2), debido a que el municipio de Enciso no cuenta con estación meteorológica fue necesario recurrir a los datos suministrados por el IDEAM donde se observa que la temperatura promedio varía entre 20,9 °C y 23,0 °C, los meses con menor precipitación (44 mm-enero, 53 mm-febrero y 71 mm-diciembre) y los de mayor precipitación (207mm-abril, 223mm-octubre y 237mm-mayo) con un promedio anual de 1684 mm (Figuras 3, 4 y 5)

Figura 1. Localización del área de estudio

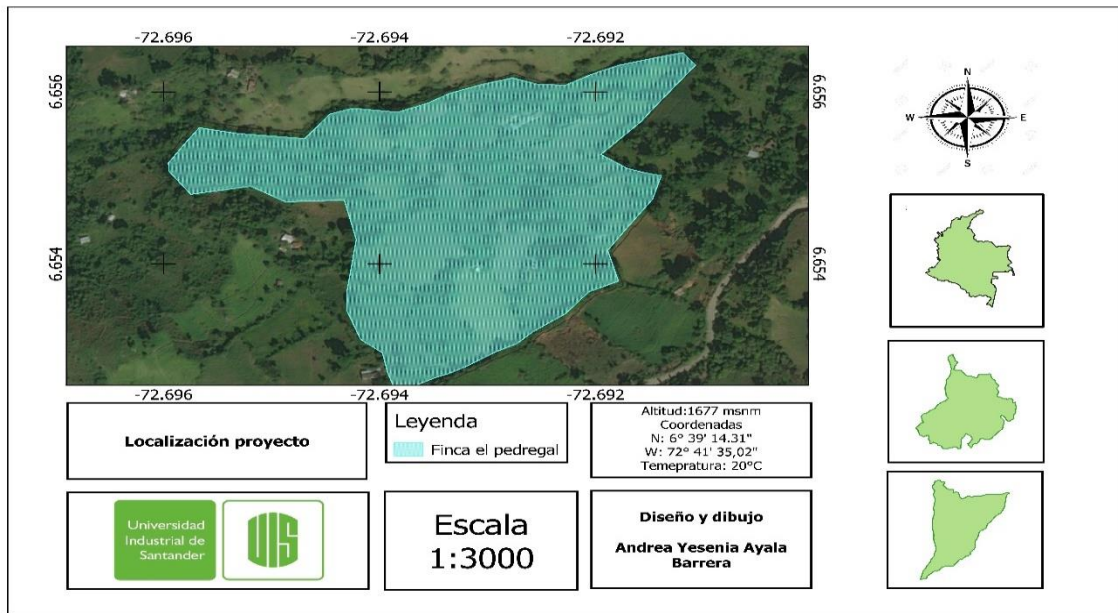


Figura 2. Zonas de vida según Holdridge, departamento de Santander

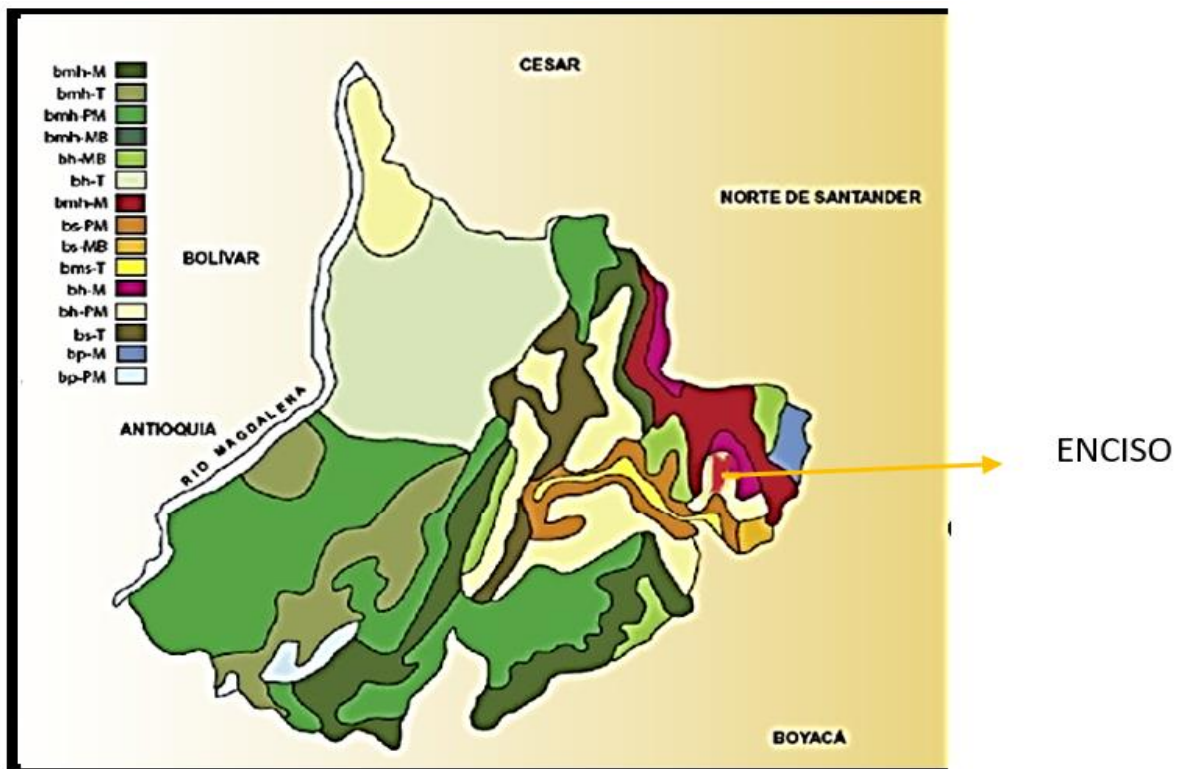


Figura 3. Clasificación climatológica de Santander

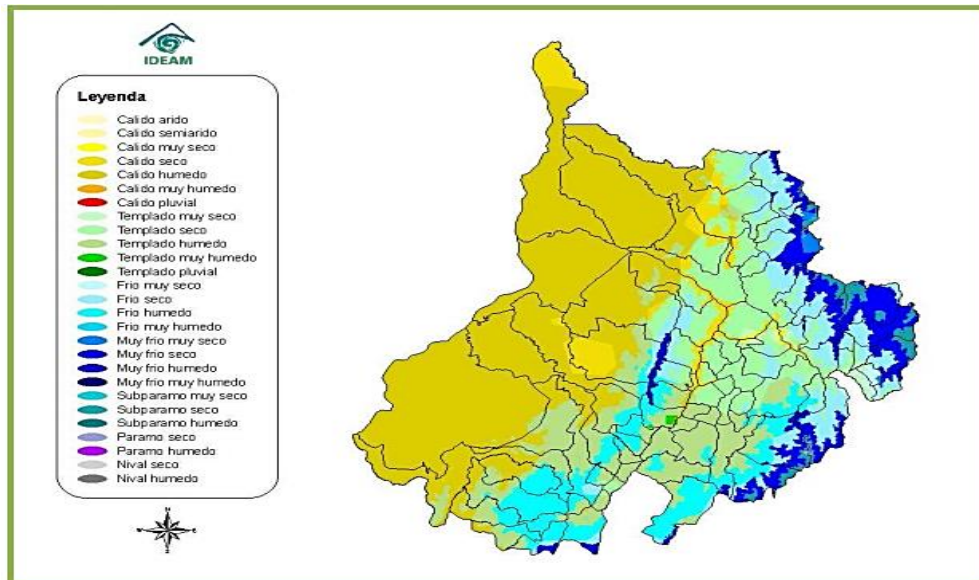


Figura 4. Temperatura media anual

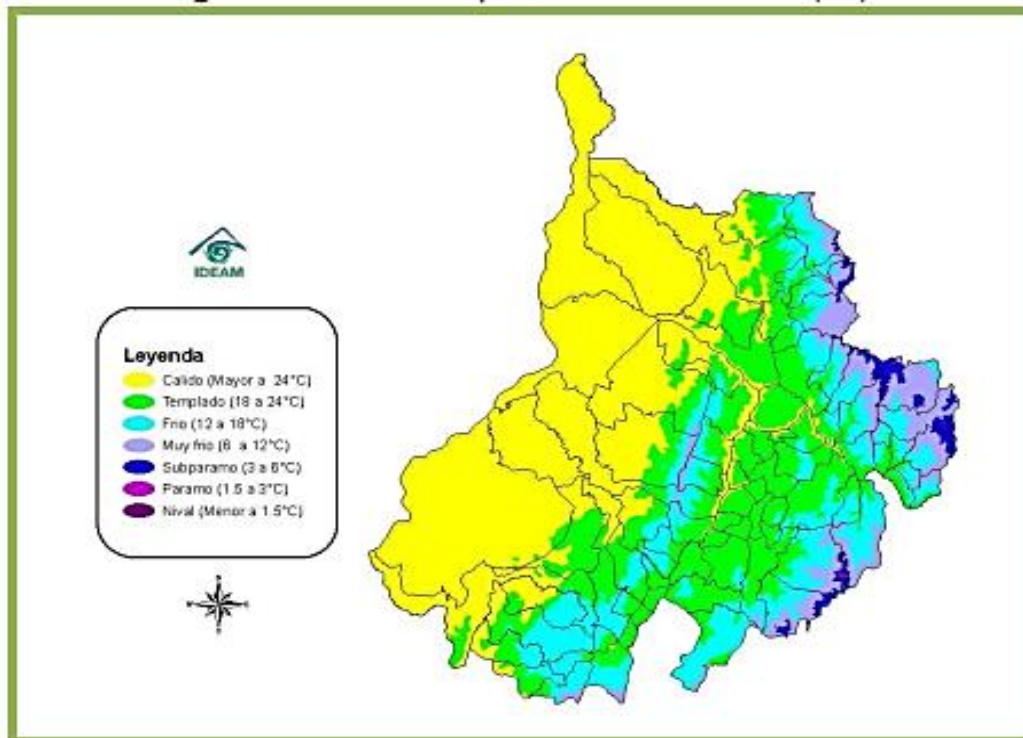


Figura 5. Precipitación total anual

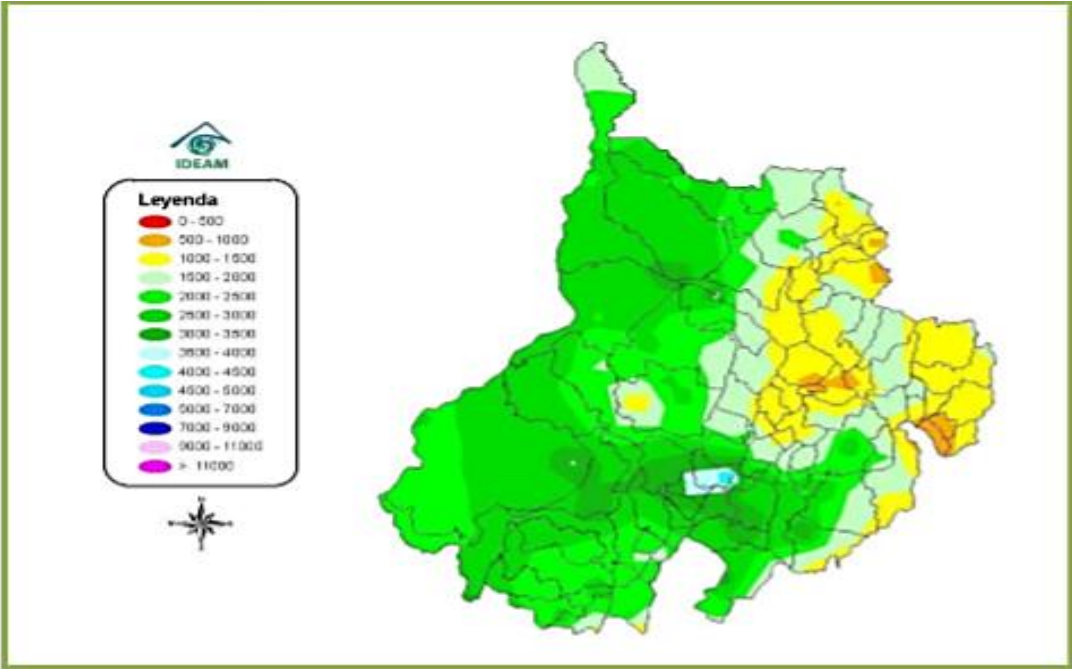
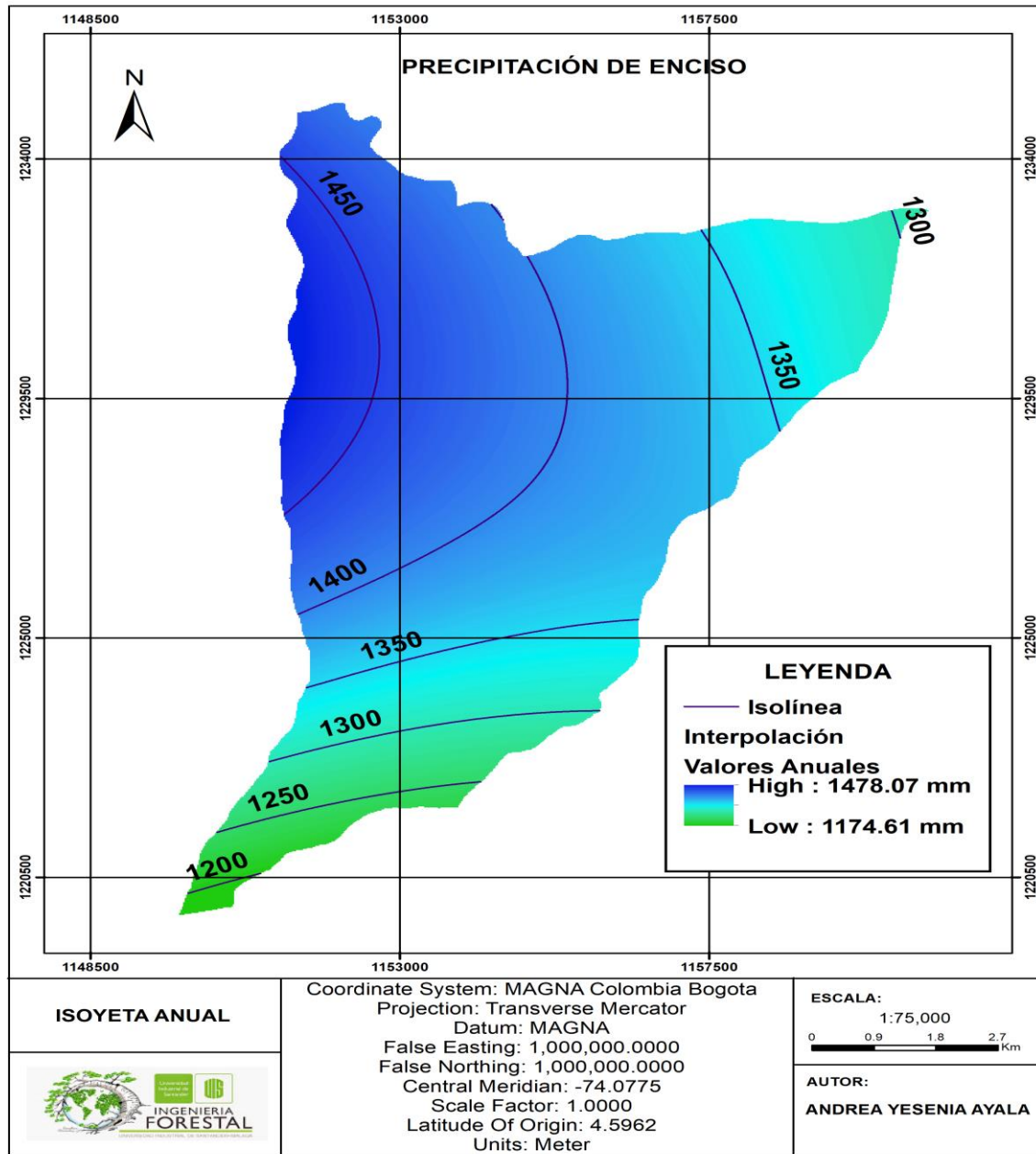


Figura 6. Precipitación Enciso



En el municipio de Enciso se muestran precipitaciones anuales que oscilan entre los 1478.07 mm y los 1174.61 mm. para el area de estudio se determino que las precipitaciones anuales se promedian en 1400 mm

4.2 Tipo de estudio

Este proyecto de grado se desarrolló bajo un modelo de investigación en el cual se caracterizó el área de estudio, de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas, y estado del sistema agroforestal en la plantación que facilitó el cumplimiento de los tres objetivos planteados para su completa aplicación.

4.3 Duración del estudio

El proyecto de grado se llevó a cabo en un periodo de dos años consecutivos con inicio en el mes de enero del año 2018 y terminación en febrero del año 2020, tiempo en el cual se ejecutó cada una de las actividades propuestas para el desarrollo de los objetivos planteados.

Fase 1. Descripción de las condiciones edafoclimáticas del sistema agroforestal finca El Pedregal. En este espacio se realizará la caracterización del suelo del sistema agroforestal con *Coffe arabica* desarrollando los siguientes puntos:

4.4 Delimitación

Se elabora con la ayuda de herramientas básicas como GPS, para delimitar el terreno se realiza el levantamiento de los puntos de georreferenciación y el software Qgis 3.6, el cual facilitó el diseño de mapas que muestran e integran las capas de información geográfica del terreno.

4.4.1 Tipo de suelo

Con la delimitación del terreno ya realizada se prosiguió a la descripción del tipo de suelo presente en el sistema agroforestal, el cual se desarrolló con la metodología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), donde se puede informar de forma detallada la estructura y composición del suelo, como referencia se aplicaron las tres letras mayúsculas que en su orden representan paisaje, clima y los suelos acompañados de subíndices referentes al rango de pendiente.

4.4.2 Clases agrológicas del suelo

Con ella se determinó el uso, la productividad y el desarrollo agropecuario de la zona, en este ítem se utilizó la metodología del IGAC en la que se aplican las unidades de mapeo del área de estudio la cual propone ocho clases identificadas con números romanos y sus respectivas subclases.

4.4.3 Cobertura vegetal y uso potencial del suelo

En este ítem se manejó la metodología propuesta por Corine Land Cover adaptada para Colombia, que describe el conocimiento de los recursos naturales y ocupación y apropiación del espacio geográfico de la zona de estudio, esta información se realiza con complemento a la cartografía tomada en el área y sobrepuesta en el mapa base cuya fuente es el Esquema de Ordenamiento Territorial EOT, adicional se describió el uso potencial del suelo por medio de la comparación cartográfica de la cual se obtiene la información real aplicada por la metodología del Corine Land Cover.

4.4.4 Perfil del suelo

Su estudio hace referencia a dos procesos importantes de observación y de calificación (cuantitativo, cualitativo) tomado como principal referencia a (Jaramillo, 2002) y uso de claves para la taxonomía propuestas por EL Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS), con el fin de conocer la clasificación taxonómica, caracterizar sus principales limitantes de uso y establecer su manejo más racional, como primer paso para la identificación de horizontes se realizó el proceso de elaboración de tres calicatas en la zona de estudio con una profundidad de 1 m³ lo que permitió observar detalladamente sus horizontes A y B (como se observa en las Figuras 18, 19, 20). ya que en él se encuentra el registro de la pedogénesis, distribuidas debido al grado de pendiente y a la cobertura vegetal presente en el sistema agroforestal con *Coffe arabica*, para luego aplicar la clasificación de Soil Survey Dvisión Staff (SSDS, 2007). E identificar las características morfológicas macroscópicas presentes en los siete horizontes o capas maestras del suelo; simbolizadas con letras mayúsculas (O, A, E, B, C, R y W). Además, se detalla las propiedades físicas que se puedan visualizar en capo al momento de la realización de las calicatas como lo son: espesor el cual se define con uso de cinta métrica donde el cambio de horizonte es el límite. Otras características es el color en cual se toma como referencia la tabla de Munsell. Otras características a tener en cuenta son la presencia de macro organismos y la estructura del suelo las cuales se analizan con factores como tamaño, grado de las unidades estructurales, evaluación de raíces presentes en el área de estudio, profundidad midiendo y tomando registro de su tamaño hasta encontrar obstáculos característicos tanto físicos como químicos se tiene como referencia la metodología del IGAC.

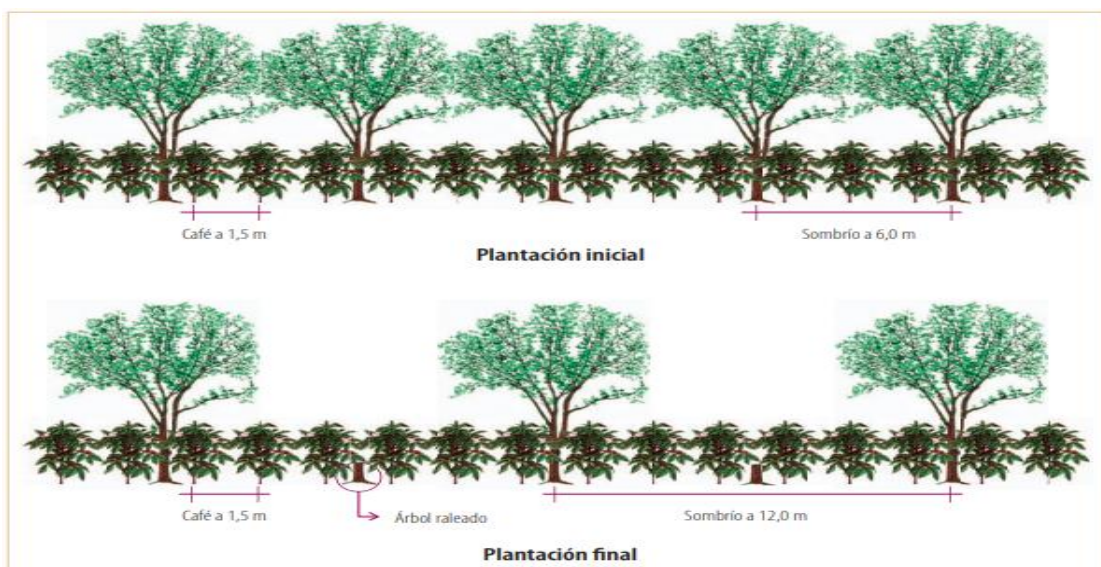
4.5. Diseño y Modelo de Sistema Agroforestal

El diseño planteado en este trabajo nos permite definir la ubicación de las parcelas, el número de plantas de café y arboles acompañantes, mejorando el uso del espacio, el agua y los nutrientes presentes en el sector; es de principal importancia el análisis de las especies a acompañar la plantación en temas de crecimiento, manejo que requieran para no generar alteraciones en el entorno.

4.5.1. Diseño 1: café + maderables

En este sistema se recomienda utilizar cobertura como el frijol para aportar cantidades de nitrógeno que ayudan a la nutrición del suelo, y sembrar plátanos o bananos para el consumo. Se establecen tres surcos de café y a los tres surcos se introduce uno de especies maderables con un distanciamiento de 1,5 metros entre planta de café y de seis metros entre plantas maderables. A consejo del agricultor se puede aprovechar para sembrar unas tres especies diferentes y realizar raleo cada cuatro años

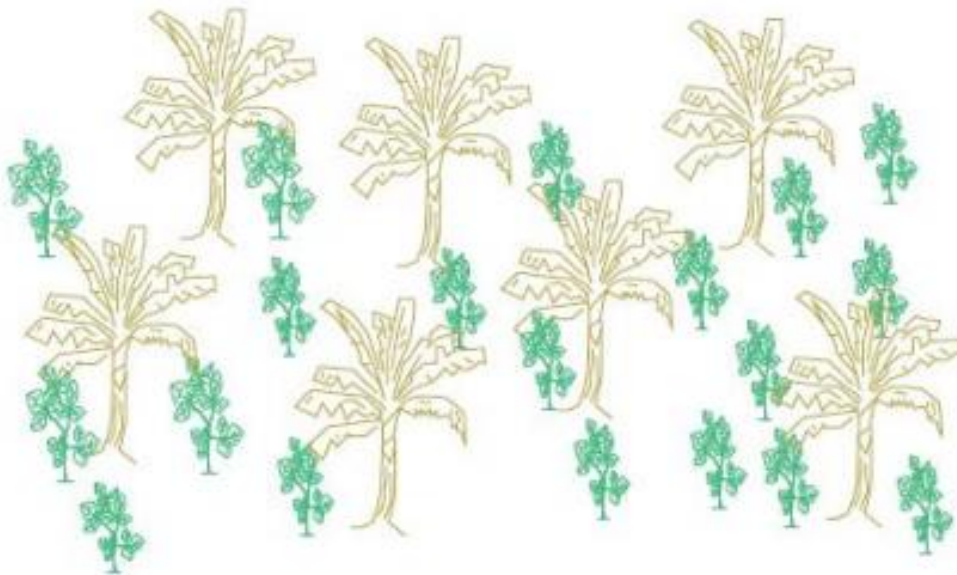
Figura 7. Diseño 1 café + maderables



4.5.2. Diseño 2: café + frutales

Este tiene como objetivo la producción de café, plátano, banano, aguacate, mangos y yuca para producir en un corto plazo de cuatro años, el café se establece a tres por tres metros, los frutales intercaladas a tres por tres metros. En este diseño las especies maderables deben tener un distanciamiento de nueve por nueve metros.

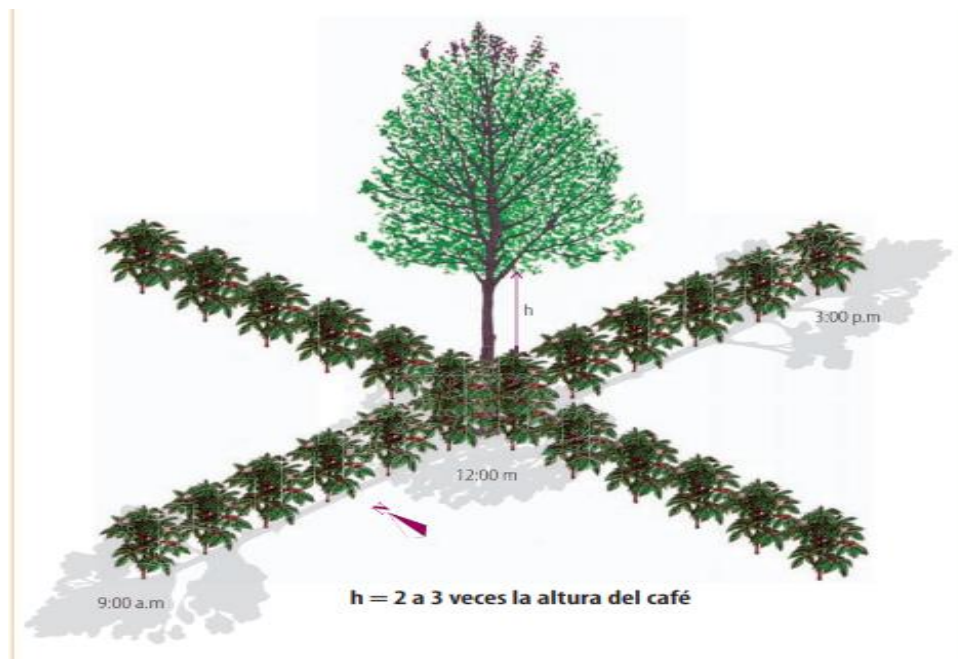
Figura 8. Diseño 2 café + frutales



4.5.3. Diseño 3: café + especies nativas

El café se establece a tres por tres metros de las especies ya presentes en la zona, las cuales quedan en el perímetro de la plantación; permitiendo que este tenga buen manejo de sombra lo cual le permitirá cumplir su periodo de ocho años y llegar a su máxima producción.

Figura 9. Diseño 3 café + especies nativas



4.5.4. Diseño 4: café + cultivos anuales

Se establece el café a tres por tres metros y en los surcos se maneja la siembra de maíz y frijol los suelos deben ser enriquecidos mientras crece el café, este sistema genera beneficios adicionales para el agricultor ya que puede rotar cultivos para su consumo o venta.

Figura 10. Diseño 4 café + cultivos anuales



4.6. Plan de Manejo Productivo para el Aprovechamiento del Sistema Agroforestal.

Este ítem está enfocado al mejoramiento de las prácticas en los cultivos para hacer la producción más rentable y sostenible, evitando daños futuros, buscando la conservación y beneficios para el desarrollo de la plantación.

- Producción de la planta: en esta etapa se establece el ingreso de la semilla se la generada por la Federación Nacional de Cafeteros la cual es certificada o la producida en la finca, una vez adquirida se procede a la preparación y el almacenamiento hasta la preparación del semillero
- Semillero: generalmente establecidos en suelos con pendientes menores al tres % con buen drenaje y sol, la cama del semillero debe tener 25 centímetros de alto por un metro de ancho, la distancia entre semillero es de 50 centímetros
- Trasplante a campo: se realiza a los cuatro meses de edad de las plantas con factores de climas lluviosos, con dimensiones de 30 centímetros de profundidad por 30 centímetros de ancho
- Fertilización: se realiza en etapa de crecimiento con cal agrícola para permitir mayor absorción de nutrientes, adicional se maneja la fertilización orgánica con residuos del almacigo y humus
- Manejo de plagas: se maneja culturalmente con la recolección oportuna del fruto maduro, y la supervisión de la plantación para sustraer plantas infectadas.

- Manejo de malezas: reducir la luz directa por medio de árboles de sombra, aplicar capa orgánica al suelo evitando el crecimiento de estas, manejo de extracción de maleza manual sin el uso de herramientas que generen pérdida de material principal.

5. Resultados

5.1 Descripción de las condiciones edafoclimáticas del sistema agroforestal con café

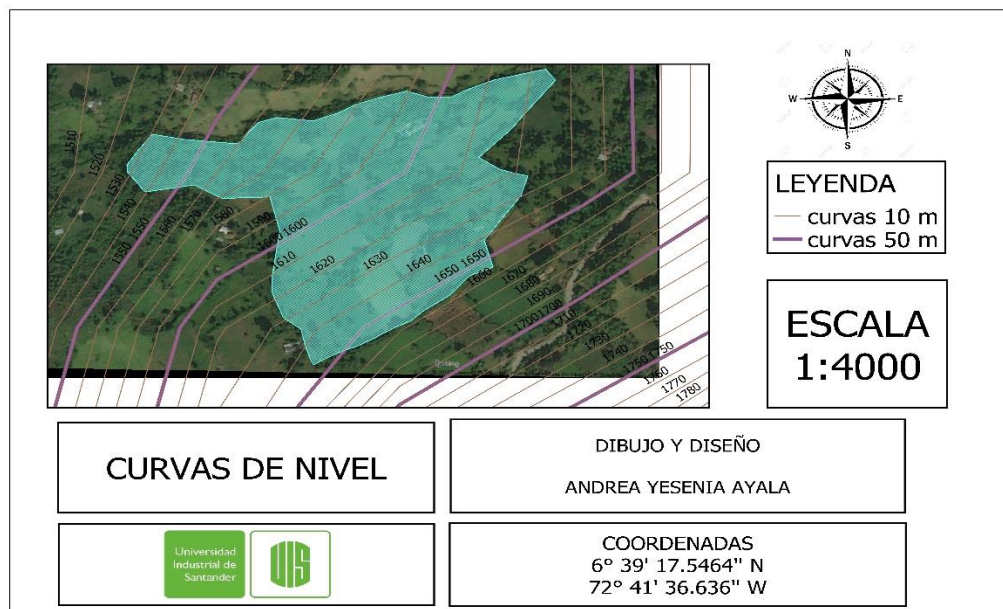
Coffe arabica

Como principal objetivo en la determinación de las características del suelo fueron utilizados parámetros básicos con los que se tiene como base registros presentes en la página del IDEAM con un rango de fechas de 1980 a 2010. Posteriormente se aplicó la metodología propuesta por (Boshell, 2010) para temperatura, donde los datos recopilados generaron la información necesaria para el estudio la cual es representada por tablas y gráficas.

5.1.1 Curvas de nivel

Por medio del programa QGIS se generaron las curvas con rango marcados de 10 metros y 50 metros como lo indica el mapa de la Figura 11 en el cual se observa que la zona de estudio se encuentra entre las curvas 1530 a la 1660

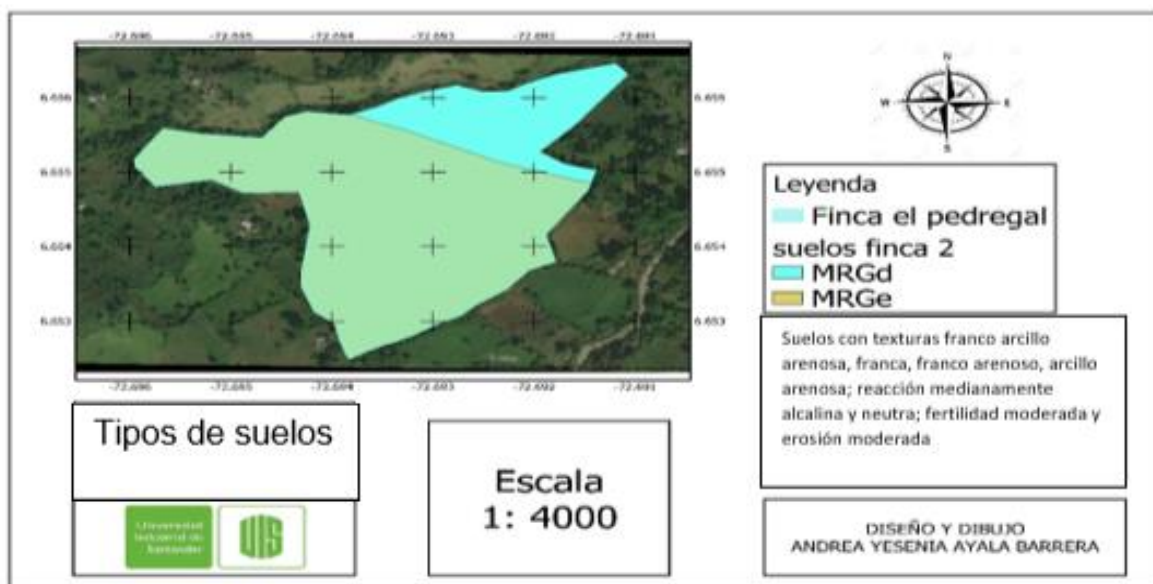
Figura 11. Curvas de nivel



5.1.2 Tipo de suelo

La zona de estudio se encuentra localizada en paisaje de montaña cuyo relieve es ondulado y topografía es escarpada con pendientes entre 12, 25 y 50%, donde el clima a través de las variables que lo caracterizan intervienen en el material parental derivado de rocas calizas y areniscas de procedencia sedimentarias tipo lutitas, su litología se define con respecto a la desembocadura del río Servita en el río Chicamocha producto del contacto entre el sedimentario mesozoico y el macizo. con predominan los suelos tipo IV (Figura 12), Se observan rocas, Con perfiles de texturas franco arcillo arenosas, franca, franco arenoso y arcillo arenosa, son suelos muy superficiales a moderadamente profundos afectados por la erosión. Estos tipos de suelos se caracterizan por tener tres horizontes de tipo A, B y C. con drenajes poco profundos con buena fertilizan y un nivel de pH cercano a neutro, Estas características se basan en las observaciones realizadas en la zona de estudio y en la información obtenida de la clasificación del IGAC.

Figura 12. Tipo de suelo



5.1.3 Cobertura vegetal

Al tener en cuenta la metodología propuesta con Corine Land Cover se identificaron los diferentes procesos a partir de la interpretación visual de las imágenes satelitales, en la que se identifican para la zona de estudio tres tipos de cobertura (Figura 13), la 2.3.1 pastos limpios, 2.2.2.2 identificado como cultivos de café y la 3.1.3 bosques fragmentados.

Figura 13. Cobertura vegetal

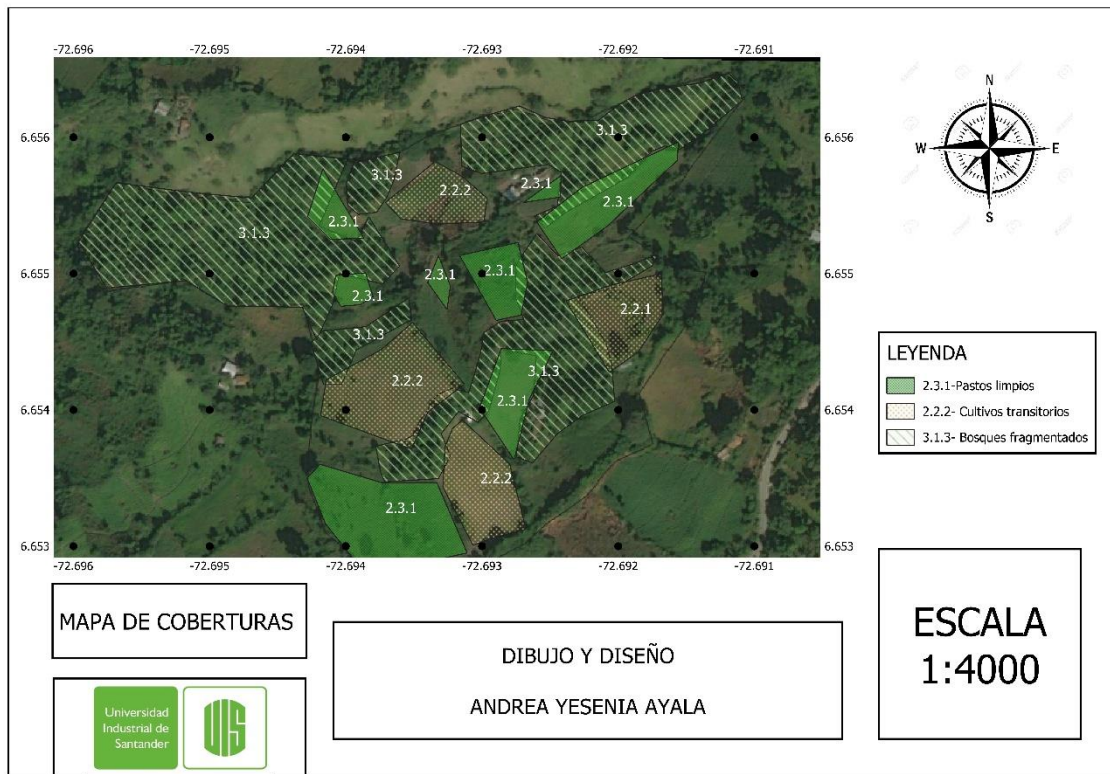


Figura 14. Cobertura vegetal Finca El Pedregal



Figura 15. Cobertura vegetal Finca El Pedregal



Figura 16. Cobertura vegetal Finca El Pedregal

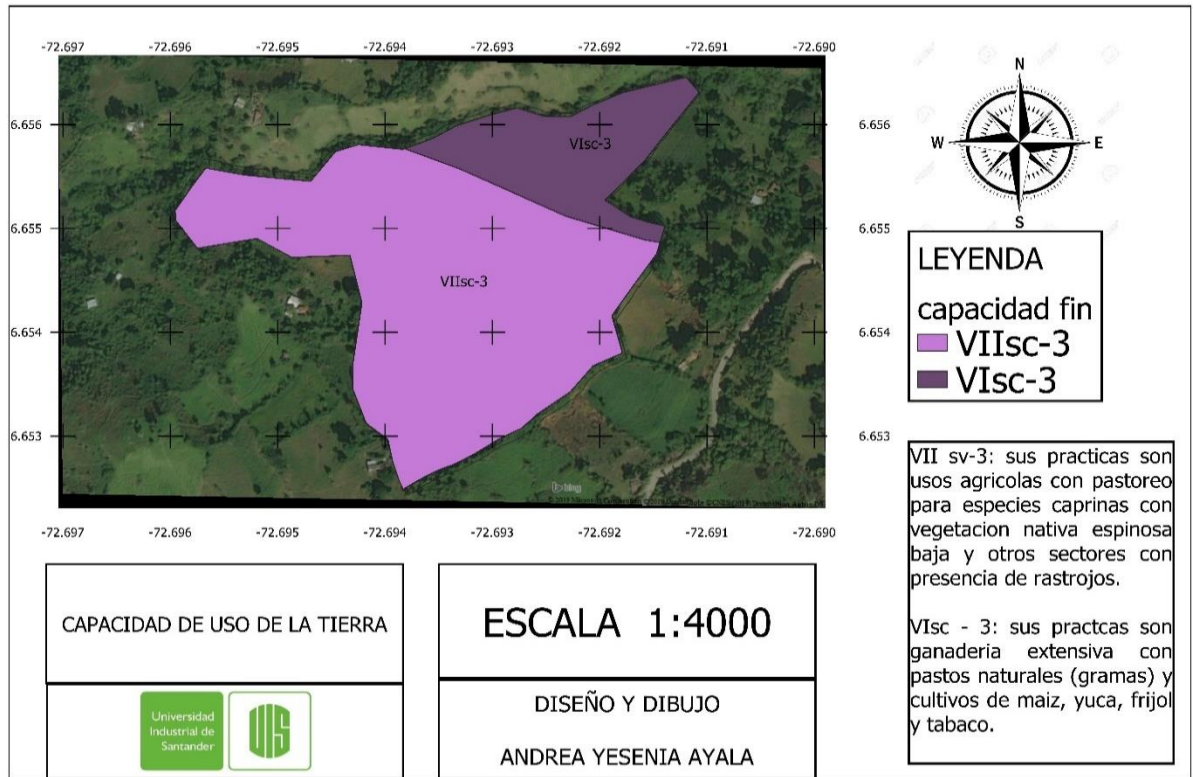


5.1.4 Uso potencial del suelo

Para determinar su adecuada clasificación se tuvieron en cuenta algunos aspectos importantes como la pendiente, clase agrológica, formación vegetal. Se tuvo como referencia el EOT del municipio de Enciso Santander, donde la identificación de cada uno de los aspectos nombrados anteriormente facilitó la caracterización del uso óptimo del suelo de la zona de estudio lo que garantiza la conservación y productividad del mismo.

Dentro de la zona de estudio se define que el suelo es apto para sistemas de monocultivos (Figura 17). Cabe mencionar que en este aspecto el uso del suelo tuvo un gran impacto debido a proceso de remoción de masa que se presentó en el año 2018 en cual generó cambio en el material rocoso y sus posibles usos.

Figura 17. Uso potencial del suelo



Se identificaron dos clasificaciones:

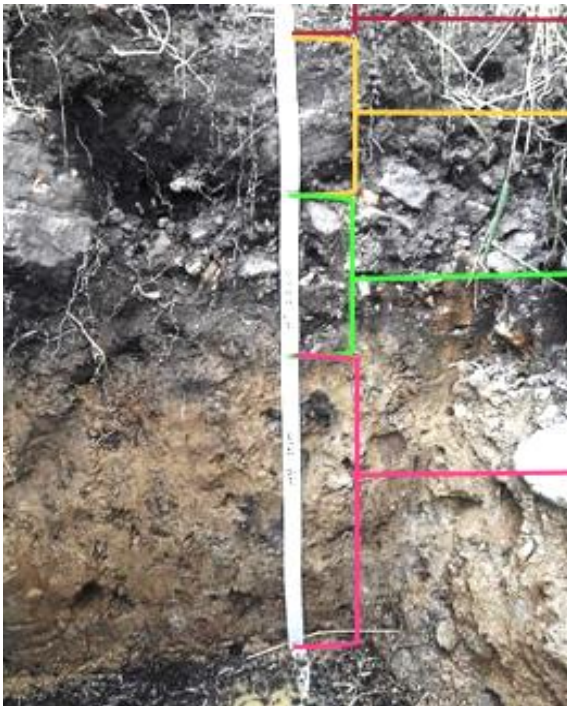
VIIsc-3: terrenos con pendiente pronunciada deficiente precipitación pluvial, escasa profundidad y erosión moderada los usos recomendados son reforestación con bosque protector y productor, protector con especies nativas y la conservación de la vida silvestre. Sus prácticas son usos agrícolas para el escaso pastoreo de especies caprinas con vegetación nativa espinosa baja y otros sectores con presencia de rastrojos.

VIsc-3: escasa precipitación pluvial en los dos semestres, presenta moderada profundidad efectiva, erosión moderada con fragmentos de piedras superficiales. Sus prácticas más comunes son la ganadería extensiva en pastos naturales (gramas) y en cultivos de maíz, yuca, frijol y tabaco.

5.1.5 Perfil del suelo

En el área de estudio se realizaron tres calicatas en puntos estratégicos con respecto a la posición del cultivo de café en el que se detalló el espesor y tipo de cada de horizonte (Figuras 18, 19, 20). Se dejaron a libre observación, encontrando un horizonte orgánico el cual se caracteriza por la presencia de material mineral llamado comúnmente horizonte “O”. Posteriormente se encontró el horizonte “A”, en el cual se encuentra material órgano-mineral y finalmente el horizonte “B” el cual posee material con minerales edificados, es decir muy afectados por procesos que ocurren en el suelo.

Figura 18. Calicata número 1



Oa: Residuo orgánico muy descompuesto (ocho centímetros)

Ah: Horizonte oscuro superficial con materia orgánica humificada acumulada por efecto aluvial con un buen desarrollo de su estructura (dieciocho centímetros)

Bw: Horizonte bien desarrollado con cambio de color y estructura por una gran acumulación de arcillas (cincuenta y cuatro centímetros)

ABrw: Horizonte con acumulación de orgánica con presencia de roca meteorizada que restringe la raíz, con un cambio de color notorio (veinte centímetros)

Figura 19. Calicata número 2



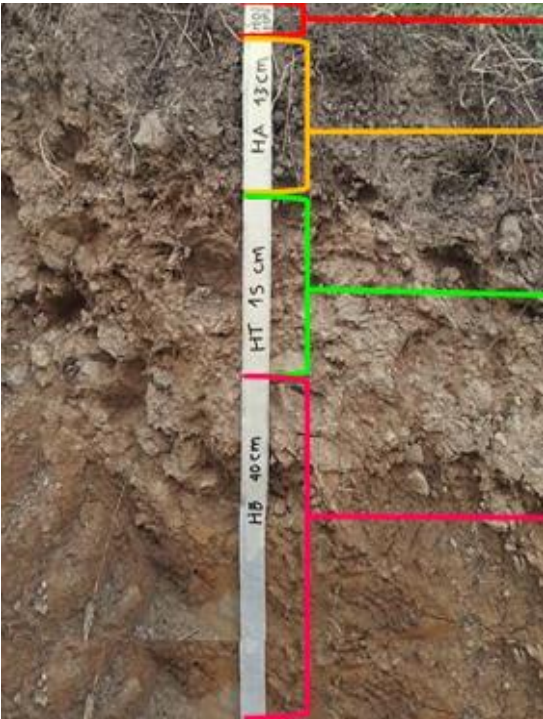
Oe: horizonte con residuo orgánico con grado de descomposición medio (cinco centímetros)

Ah: horizonte oscuro superficial con materia orgánica humificada acumulada por efecto iluvial con un buen desarrollo de su estructura (treinta cinco centímetros)

ABrw: horizonte con acumulación de orgánica con presencia de roca meteorizada que restringe la raíz, con un cambio de color notorio (catorce centímetros)

Bw: horizonte bien desarrollado con cambio de color y estructura por una gran acumulación de arcillas (cincuenta y cinco centímetros)

Figura 20. Calicata número 3



Oe: horizonte con residuo orgánico con grado de descomposición medio (cuatro centímetros)

Ah: horizonte oscuro superficial con materia orgánica humificada acumulada por efecto luvial con un buen desarrollo de su estructura (quince centímetros)

ABrw: horizonte con acumulación de orgánica con presencia de roca meteorizada que restringe la raíz, con un cambio de color notorio (dieciocho centímetros)

Bw: horizonte bien desarrollado con cambio de color y estructura por una gran acumulación de arcillas (sesenta y tres centímetros)

5.1.5.1 Textura: En el momento de realizar reconocimiento de suelos esta es una de las variables más importante ya que se requieren numerosas observaciones y descripciones del perfil del suelo donde se analizan en tamaño de las partículas que se encuentran dentro de suelo. En el análisis de suelos realizado en la zona de estudio se tuvo en cuenta como primer factor la elaboración de las calicatas, es de gran importancia aclarar que para una medición precisa de este ítem debe realizarse en el laboratorio, pero acarrea grandes costos por lo que no fue posible en este trabajo. Mejía (1983) considera que para muchos suelos la textura determinada al tacto es confiable. Para este estudio se realizó una estimación en campo la cual es considerable y aceptable ya que se desarrolló mediante el tacto (Figura 21).

Figura 21. Textura del suelo



Al realizar la clasificación textural al tacto se tuvieron en cuenta propiedades como: la sensación que se produce al moldearla muestra, la facilidad de formar figuras como bolas y la firmeza que se presenta en las mismas, así como la pegajosidad, o adhesión de las muestras al ser sometidas a compresión lo que nos demostró la presencia de arcillas.

Como referencia se tomó la metodología propuesta por Jaramillo (2002), (Tabla 1), donde las texturas que allí se definen fueron las encontradas en la zona de estudio.

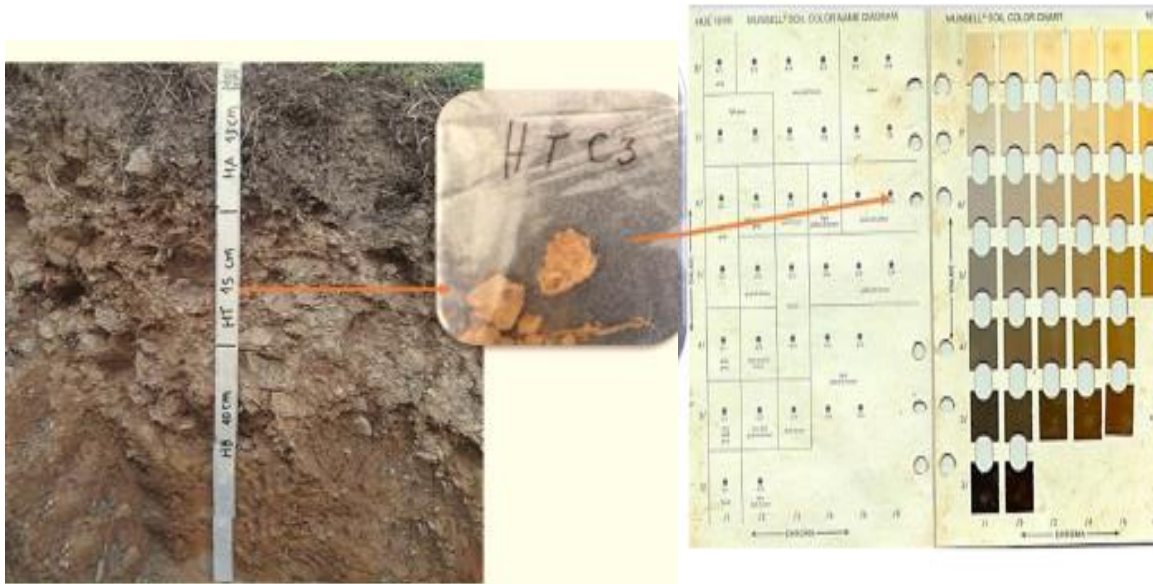
Tabla 1 Características de las clases texturales del suelo al tacto

Textura	Tacto	Cinta	Bolas	Adhesividad
Franco limoso (FL)	Suave	Rizada	Buena	Media
Limosa (L)	Harinoso	Rizada	Regular	Poca
Franco Arcilloso Arenoso (FArA)	Poco áspero	Regular	Buena	Alta
Franco Arcilloso Limoso (FArL)	Suave	Rizada	Buena	Alta
Arcillo Limoso (ArL)	Suave	Buena	Buena	Alta

Nota: * clases de textura presentes en suelos del área de estudio. Adaptado de “Jaramillo. D” (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Recuperado de <http://www.bdigital.una1.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>

5.1.5.2 Color: Es una de las características morfológica más evidentes del suelo, el cual guarda una estrecha relación con sus principales componentes sólidos (Jaramillo,2002) en la Figura 22, se muestra la determinación del color del suelo, el cual se determinó por medio de la comparación de muestras de cada horizonte y la tabla de color propuesta por Munsell, se asigna un nombre de color a una determinada notación, con el fin de uniformizar la nomenclatura que se dé a los colores, cabe mencionar que las consideraciones con respecto al color se realizaron con muestras secas.

Figura 22. Color del suelo



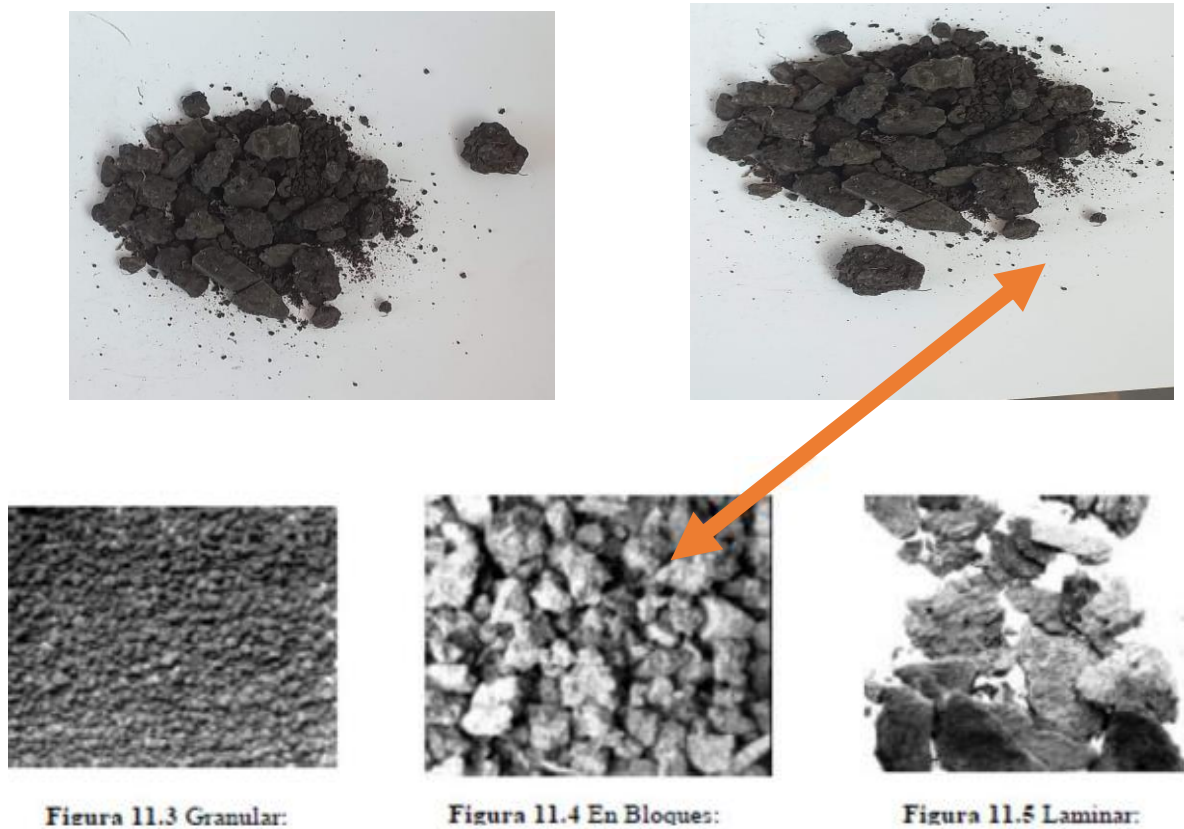
Actividad de macro organismos: al observar este parámetro se encontró que la biota edáfica está compuesta por fauna y flora donde la mayoría de los microorganismos viven en las capas superficiales donde se encuentra residuos vegetales frescos. Las condiciones de humedad, temperatura, ventilación, espacio y luminosidad favorecen sus necesidades, los que cumplen un papel fundamental en la transformación de la materia orgánica. (Porta, et al.,1994) argumenta que animales que poseen tamaños mayores a 6 mm son denominados macroorganismos.

5.1.5.3 Estructura del suelo: Los resultados obtenidos son la definición de la descripción de las calicatas en condiciones ligeramente húmedas a secas, se encuentra que la clasificación de la estructura está constituida por la clase combinada estructural débil a moderada, donde los agregados pueden ser visibles en el sitio. En donde una mala estructura significa daños para algunas plantas, como: exceso o deficiencia de agua, falta de aireación, poca actividad

microbial, impedimento en el crecimiento de las raíces incidencia de enfermedades y mal drenaje (Cock, et al., 2006).

En la Figura 23 se describe en términos de tipo y tamaño los agregados se tiene en cuenta la referencia guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo (USDA, 1999)

Figura 23. Estructura presente en el área de estudio



En el análisis del estudio se encontraron dos tipos de agregados:

Estructura laminar: Está compuesta en partículas agregadas en láminas o capas finas que se acumulan unas sobre otras a menudo estas se trasladan lo que dificulta la circulación del agua.

Estructura en bloques: Este tipo de partículas se encuentran congregadas en bloques casi cuadrados o angulares con los bordes más o menos acentuados (Figura 24). Los bloques relativamente grandes demuestran que el suelo resiste la penetración y el movimiento del agua.

En cuanto al tamaño de las partículas se puede afirmar que ésta característica varía con respecto al tipo de estructura, por ejemplo, para estructuras laminares son fino menor a (dos mm), medio de (dos a cinco mm), y grueso de (cinco a diez mm). La estructura de bloques se presentaron tamaños que van de muy fino (menor a cinco mm), fino de (cinco a diez mm) y medio mayor a (diez mm).

Figura 24. Estructura laminar y de bloques

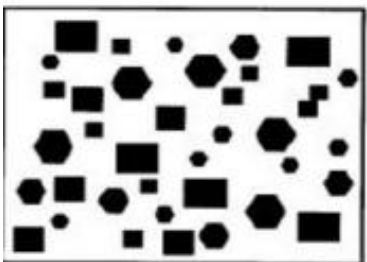


Figura 11.11
muy fino: < 5 mmm

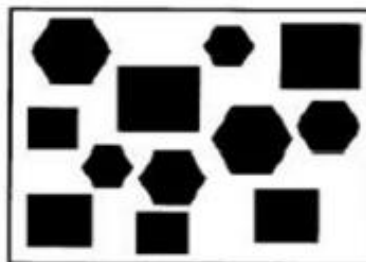


Figura 11.12
fino: 5 a 10 mm

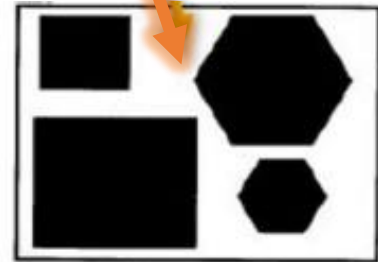


Figura 11.13
medio: 5 a 10 mm

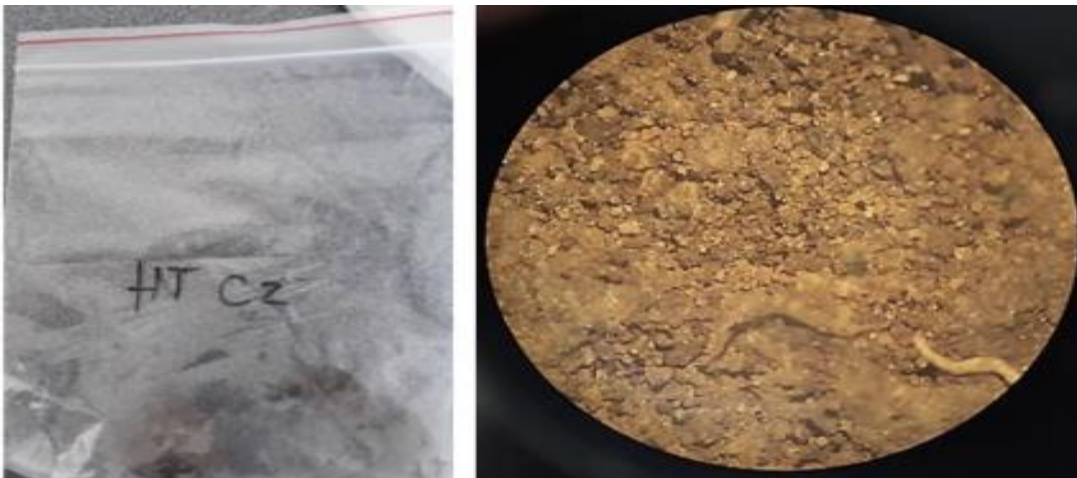
5.1.5.4 Porosidad: Para la determinación de las muestras tomadas de los perfiles del suelo en las tres calicatas en campo fue necesario el análisis de cada una de ellas en laboratorio de suelos, las cuales se observaron con la ayuda del estereoscopio, y compararon dichos valores por medidas expuestas por Jaramillo (2002).

Tabla 2 Clasificación de los poros del suelo, según su tamaño

Tipo de poros	Diámetro (mm)
Muy gruesos	Mayor a 10
Gruesos	10-5
Medios	5-2
Finos	2-0,5
Muy finos	Menor a 0,5

Nota. * Clasificación de los poros presentes en el suelo propuesta por SSDS (1993). Adaptado de "Jaramillo, D". (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Recuperado de <http://www.bdigital.una1.edu.co/2242/1/70060838.202.pdf>

Figura 25. Porosidad del suelo



5.1.5.5 Raíces y profundidad efectiva del suelo: Al observar el tamaño y la abundancia de las raíces se puede caracterizar la distribución de las mismas en el perfil del suelo como se muestra en la Figura 26. En las calicatas realizadas se observó presencia de raíces en su mayoría en el horizonte orgánico. Puesto que un incremento en la profundidad casi siempre va relacionado con la capacidad de anclaje y desarrollo en profundidad de la raíz de los árboles con una mayor cantidad de nutrientes (Rocha., 2019). Menor susceptibilidad a vientos fuertes y mayor capacidad de retención de agua.

Figura 26. Raíces y profundidad efectiva del suelo



5.1.5.6 Temperatura edáfica: para la plantación presente en el área de estudio se toma como referencia la realización del análisis de la temperatura edáfica ya que es un aspecto de gran importancia en el crecimiento y germinación de las especies vegetales en la etapa del desarrollo inicial de las plántulas se requieren mayor temperatura edáfica con respecto a los procesos de maduración de los órganos. Las plantas en sus órganos subterráneos no poseen la capacidad de termo regular su temperatura, por lo cual se contrastan más en los órganos aéreos.

Figura 27. Temperatura edáfica



5.1.5.7 Drenaje del suelo: Es una relación de factores como la precipitación, topografía del terreno, temperatura, pendiente, profundidad efectiva y la textura del suelo. En el área de estudio se marcaron como referentes tres tipos de drenajes.

La primera escorrentía superficial ya que este consiste en el movimiento del agua sobre la superficie del terreno.

Segundo interno, se clasificó como moderadamente drenado ya que en él se constituye el movimiento del agua a través del suelo

Y como tercero el natural, es la apreciación del conjunto de los dos drenajes anteriores, el terreno se ve moderadamente.

Para analizar en la zona de estudio se realizaron tres calicatas (Figura 28). Con medidas diferentes incluida la profundidad se realizaron depósitos de agua a cada una de ellas como se muestra en la tabla 3, en la que se contabilizó el tiempo que demora en drenar el

líquido. Este proceso se repitió dos veces para tener en cuenta la saturación de la tierra, se mantuvo como referencia la no disminución del líquido en cada calicata.

Tabla 3 Medidas para el cálculo del drenaje

Tamaño del hueco (cm)	Agua (l)	Tiempo de drenaje(min)	Promedio (min)
30x20x10	4	130	150
	4	170	
30x30x20	15	657	706
	15	755	
50x50x30	25	1444	1552
	25	1660	

Figura 28. Determinación del drenaje



Una vez analizadas las características más relevantes del suelo apoyadas y en la metodología propuesta por Jaramillo (2002) en términos de definiciones del SSDS (1993) que se encuentra en el Apéndice A, se recopiló la información en la tabla 4 la cual cuantifican y/o cualifican los factores de formación y las propiedades presentes en cada una de las calicatas evaluadas en campo.

5.1.5.8 pH: En los procesos de formación y caracterización del suelo es una de las características más importantes para determinar la disponibilidad y la capacidad de absorción de nutrientes del suelo, la descomposición de la materia orgánica y en el desarrollo de la cobertura vegetal ya que depende del nivel de pH y la concentración de componentes como aluminio, hierro y manganeso. En trabajo en campo se tuvieron resultados de pH entre 6,1; 6,3 y 6,5 (Figura 29). Los cuales podemos clasificar como suelos ácidos.

Figura 29. Clasificación del pH.

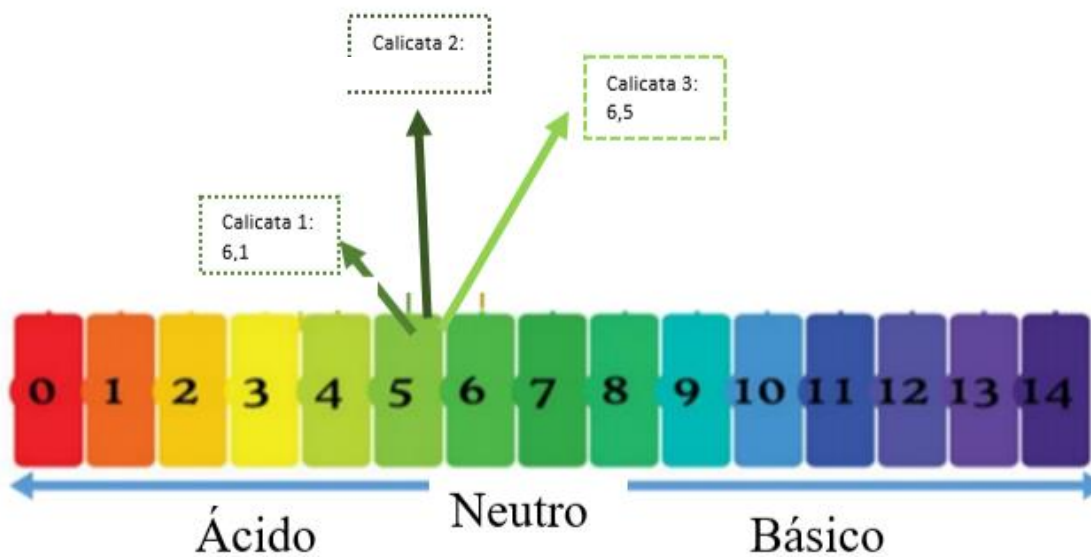


Tabla 4 Caracterización de los factores de formación que actúan en el perfil del suelo del área de estudio

Unidad cartográfica:		Unidad fisiográfica:		Símbolo:
Departamento: Santander		Municipio: Enciso		Vereda: El Pedregal
Distribución de lluvias: deficiencia durante los dos semestres, permite cultivos exclusivos				
Características		calicata		
		1	2	3
Altitud (m s. n. m)		1530	1570	1590
Coordenadas geográficas		6° 39' 20.1528'' N	6° 39' 17.478'' N	6° 39' 15.5464'' N
		72° 41' 33.6516'' O	72° 41' 36.3984'' O	72° 41' 30.636'' O
Precipitación (mm/año)		1400 mm		
Relieve		Escarpado	Moderadamente escarpado	Fuertemente inclinada
Pendiente (%)		25-50	12-25	7-12
Temperatura	Edáfica (c°)	22	19	19.5
	Ambiental (c°)	20	20	20
	Régimen (T)	Isométrico		
	Nivel freático	Profundo (100-150 cm)		
Régimen de humedad		Ustico		
Material parental		Depósitos coluviales, terrazas y aluviales		
Vegetación natural		Achote, yatago, higuera, uvo, guácimo, ceiba		
Uso actual de la tierra		Sistema agroforestal con café		
Evidencia erosión		Alta		
Profundidad efectiva		Superficial (25-50 cm)	Muy superficial (<25cm)	Superficial (25-50cm)
Limitante de profundidad		Aparición de rocas y textura		
Inundaciones/frecuencia		No hay		
Drenaje	externo	Superficial		
	Interno	Pobre o extremadamente pobre		
	natural	Pobre o extremadamente pobre		
Horizontes	Epipedon	Umbrico		
Diagnósticos	Endopedon	Cambico y argilico		
Clasificación taxonómica		inceptisol		
Identificar factores y procesos pedogenéticos mas importantes		El tipo de suelos presente en el área de estudio se encuentra determinado por cinco factores interrelacionados: clima (temperatura y humedad), material parental, organismos, tiempo y topografía. Entre los procesos se encuentra: adiciones, translocaciones, remociones y trasferencias.		
Identificar las principales limitantes para varios usos		Pendientes fuertemente inclinadas y quebradas con susceptibilidad a la erosión, suelos ácidos.		

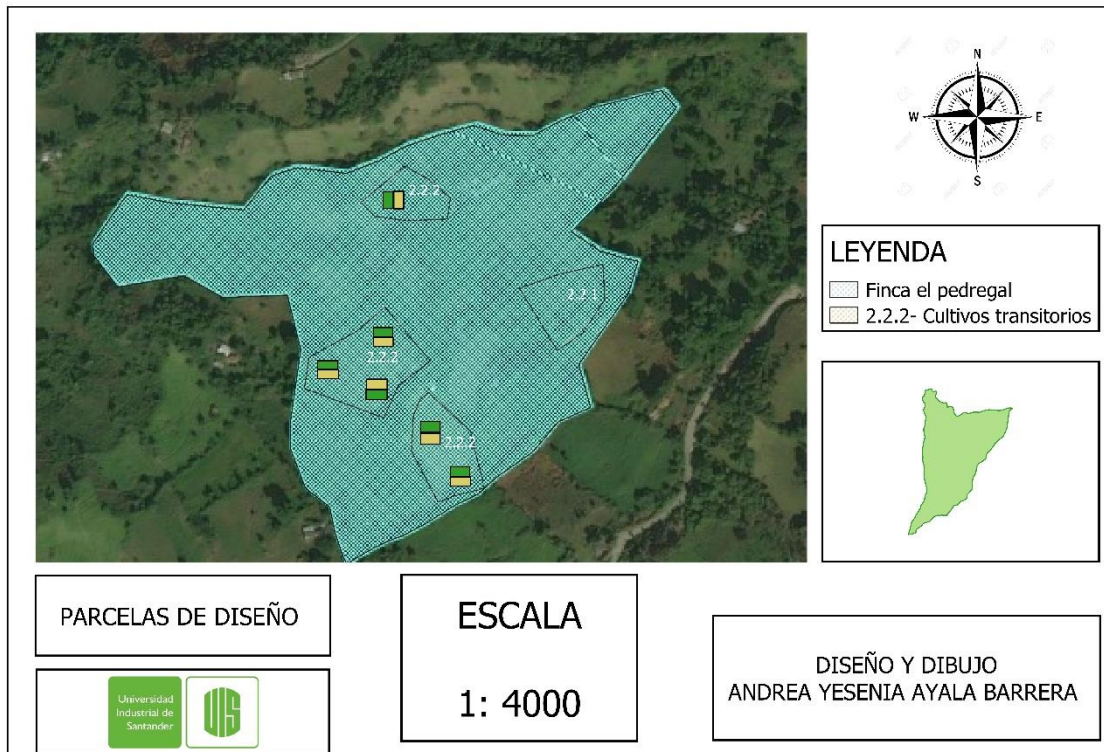
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO														
Profundidad cm	GRANULOMETRIA			CLASE TEXTURIAL	GRAVILL A %	Ph F1	Ph FNa	ACIDEZ INTERC MAG 1000g	SAT A.C.INTER	SALINIDAD			CaCO2	
	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %							CE (ds/ m)	PSi	CLASE	*	%
00-18	7,2	38,0	54,9	Ar		6,1								
18-38	7,8	44,0	48,2	ArL		6,3								
38-52	12,7	45,7	41,6	ArL		6,5								
52-84	6,4	52,0	41,6	ArL		6,3								
84-168X	8,1	35,5	56,4	Ar		6,4								
Complejo de cambio (mag/100gr)							SAT BASES %	Materia orgánica			fosforo	aluminio	hierro	
CICA	C ICE	C ICV	Ca	Mg	k	Na								
34,7	30,9	3,8	21,9	8,5	0,40	0,19	89,2	1,2	2,3		4,6			
30,9	28,7	2,3	19,7	8,4	0,33	0,28	92,6	0,59	1,1		3,3			
25,8	22,9	3,0	15,5	6,9	0,25	0,23	88,5	0,41	0,78		2,5			
26,7	22,9	3,0	15,7	7,5	0,29	0,22	88,7	0,33	0,63		1,7			
33,1	27,9	5,3	17,8	9,5	0,35	0,25	84,2	0,37	0,70		5,TA 0			

Tabla 5 Análisis del suelo

6. Diseño y modelo del sistema agroforestal con café

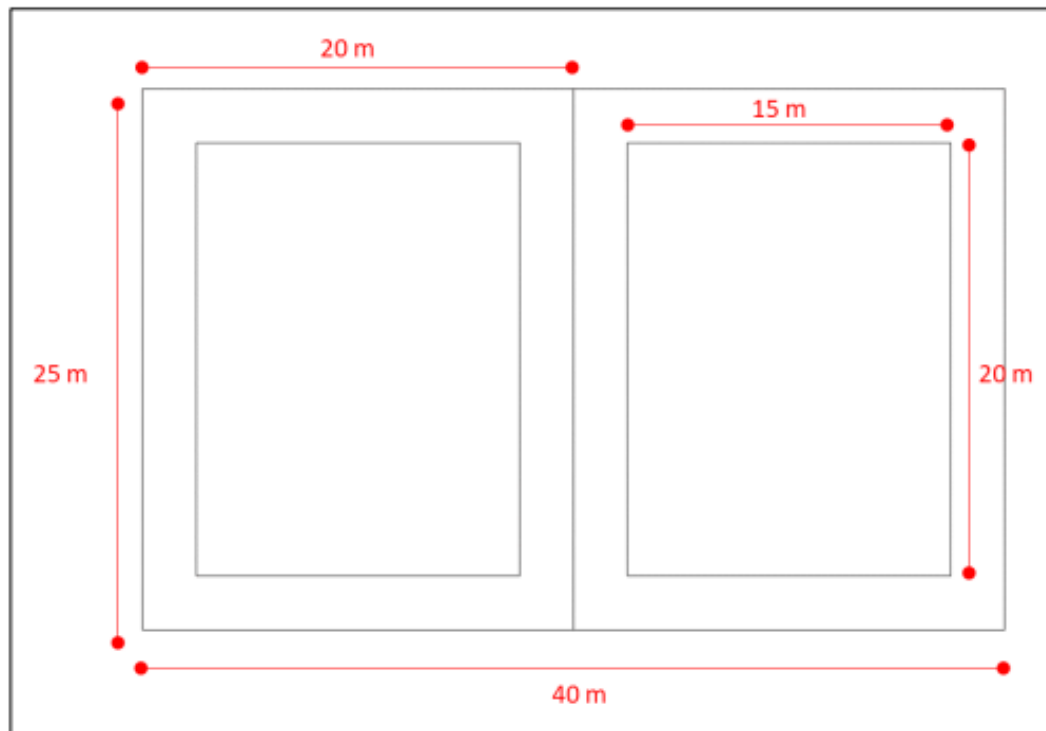
La distribución desarreglada de las parcelas en el terreno no es ideal, pero es común en experimentos de Sistemas Agroforestales (Atangana, 2014). En este proyecto se optó por un diseño de parcelas divididas dado que existe un factor (variedad de café) que es factible aplicarlo mientras que el factor de tipo de sombra se debe aplicar a las unidades completas.

Figura 30. Diagnóstico y diseño



Las dimensiones de las parcelas (Figura 31) serán las mismas que las utilizadas por (Virginio Filho, 2015 Y Hagggar, 2011); parcelas de 500 m² (20 m x 25 m) con parcelas de medición de 300 m² (15 m x 20 m), al juntar estas dos parcelas, se obtiene una parcela grande de 1000 m² (40 m x 25 m). Cada parcela de medición tendrá un área de amortiguamiento de 2,5 metros de ancho, con miras a reducir el efecto de borde. no se recomienda utilizar un borde de mayor dimensión (Langton, 1990).

Figura 31. Dimensiones del diseño de parcelas






Diseño 1: café + maderables




Este sistema se realizó con cobertura como el frijol para aportar cantidades de nitrógeno que ayudan a la nutrición del suelo, y la siembra de especies como plátanos o bananos para el consumo. Se establecieron tres surcos de café y a los tres surcos se introdujo una especie maderable con un distanciamiento de 1,5 metros entre planta de café y de seis metros entre plantas maderables. En este diseño las especies maderables como la Ceiba (*Ceiba pentandra*), Cedro (*Cedrela odorata*), Caracolí (*Anacardium excelsum*), Balso (*Ochroma pyramidale*), Pino (*Cupressus lusitanica*).


Figura 32 Café + Maderables



Tabla 6 Descripción de las especies de uso maderable establecidas en el área de estudio

	Nombre común	Nombre científico	Familia	Características	
a	Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	BOMBACACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Los frutos son capsulas con numerosas semillas cubiertas por un algodón castaño claro • Es adecuado para recuperar áreas degradadas <p>Es la madera comercial de menor densidad empleada en la fabricación de juguetes</p>	
b	Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>	ANACARDIACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 35 metros de altura aproximadamente • En Colombia se ha observado entre 0 y 1300 m s. n. m • Flor blancuzca agrupada • Frutos verdes con una sola semilla <p>La madera se utiliza en canoas, tablas, utensilios de cocina, cajones, comedores para animales y pilones</p>	
c	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	MELIACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 25 metros aproximadamente • En Colombia se ha observado entre 1200 y 3000 m s. n. m • Frutos en cápsula que al secarse toman forma de flor de palo con semillas aladas <p>La madera es utilizada en muebles finos</p>	

d	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	MALVACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 60 a 70 metros de altura • Es usado como centro de parques en climas cálidos • La semilla contiene hasta un 25% de aceite que es utilizado para encender lámparas. • Usos medicinales como diurético, antiespasmódica, antitérmico, astringente • Su madera es muy utilizada en cajonería 	
e	Higuerón	<i>Oreopanax bogotensis</i>	ARALIACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 15 metros aproximadamente • En Colombia se ha observado entre 2300 y 3000 m s. n. m • Frutos en bayas con múltiples semillas • Frutos de alimento para avifauna <p>Madera utilizada en carpintería y elaboración de cajas de frutas, palillos y cabos de escobas</p>	
f	Pino	<i>Cupressus lusitanica</i>	CUPRESSACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Alcanza una altura de 40 metros • Su madera es de color blanco a rojiza • Sus frutos son casi esféricos • Usos maderables • Se cultiva con fines navideños <p>Control de erosión y rompe vientos y como ornamental</p>	




g	Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	<i>BIGNONIACEAE</i>	<ul style="list-style-type: none">• Árbol de 8 metros aproximadamente• En Colombia se ha observado entre 0 y 1100 m s. n. m• Frutos ovalados con varias semillas• Madera utilizada en cabos para herramientas• La cascara de sus frutos es utilizada como artesanías, recipientes e instrumentos musicales• Sirve como cerca viva	
---	--------	------------------------------	---------------------	--	---

Diseño 2: café + frutales

Este diseño se realizó con el objetivo de la producción de café, plátano, banano, aguacate, mangos y yuca para producir en un corto plazo de cuatro años, el café se estableció a tres metros por tres metros, los frutales se intercalaron a tres metros por tres metros. En este diseño las especies maderables se manejaron con un distanciamiento de nueve por nueve metros. Las principales especies utilizadas fueron: Mango (*Mangifera indica*), Limón (*Citrus limón*), Papayo (*Carica papaya*), Aguacate (*Persea americana*) y Plátanos (*Musa x paradisiaca*).

Figura 33. Café + Frutales



	Nombre común	Nombre científico	familia	Características	
a	Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol 20 metros aproximadamente • En Colombia sea observado entre 0 y 2700 m s. n. m • Frutos verdes comestibles con semilla central • Fruto de consumo humano • Madera es útil en carpintería 	
b	Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	MYRTACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 7 metros de altura aproximadamente. • En Colombia se ha observado entre los 0 y 2300 m s. n. m • Los frutos son bayas redondeadas amarillas con múltiples semillas • Frutos de alimento humano y animal • La madera es utilizada en ebanistería, construcción y como leña 	
c	Limón	<i>Citrus limón</i>	RUTACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Puede alcanzar 4 metros de altura • Árbol con espinas con copa abierta muy ramificada • Sus frutos contienen un alto contenido de vitamina c y ácido cítrico • Usos alimenticios • Adicional tiene usos estéticos • El limonero posee una madera dura y corteza lisa utilizada para ebanistería 	




d	Mango	<i>Mangifera indica</i>	ANACARDIACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Es un árbol siempre verde que puede alcanzar una altura de 45 metros • Su fruto puede tener pulpa fibrosa o no fibrosa • No requiere riego y resiste a los incendios • Usos maderables cuando acaba su fase productiva • En Colombia la comunidad indígena Siona del putumayo la utiliza como desinfectante de heridas <p>Usos alimenticios</p>	
e	Papayo	<i>Carica papaya</i>	CARICACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 4 metros de altura aproximadamente • En Colombia se ha observado entre 1900 y 2900 m s. n. m • El fruto es una baya comestible con múltiples semillas • Usos comestibles y culinarios <p>Además posee usos medicinales</p>	
f	Plátanos	<i>Musa x paradisiaca</i>	MUSACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de altura de aproximada a los 7 metros • El fruto demora entre 80 y 180 días en desarrollarse por completo • No se propaga por semillas sino por corte potencial del rizoma como la papa • Uso gastronomía, la cascara del fruto es rica en taninos y se usa en el tratamiento del cuero. 	

Tabla 7 descripción de las especies frutales en el área de estudio

Diseño 3: café + especies nativas




En esta etapa del diseño se estableció el café con distanciamiento de a tres metros por tres metros de las especies ya presentes en la zona, las cuales quedaron en el perímetro de la plantación; permitiendo que este tenga buen manejo de sombra lo cual le permite cumplir su periodo de ocho años y llegar a su máxima producción.



*Entre las especies nativas que se manejaron en este diseño se encuentran: Achiote (*Bixa Orellana.*), Yatago (*Trichanthera gigantea*), Uvo (*Ficus soatensis*), Guásimo (*Guazuma ulmifolia.*) y Gallinero (*Pithecellobium dulce*).*

Figura 34. Café + nativas



Tabla 8 Descripción de las especies nativas en el área de estudio

	Nombre comun	Nombre científico	familia	Características	
a	Achiote	<i>Bixa orellana</i>	BIXACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 6 metros de altura aproximadamente. • Frutos en cápsula ovoide purpura. • En Colombia se ha observado entre 0 y 1700 m s. n. m • Uso medicinal • Teñido de textiles • Uso culinario • Emanan sustancias que repelen los insectos 	
b	Gallinero	<i>Pithecellobium dulce</i>	FABACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 15 a 20 metros de altura • Vainas delgadas de hasta 20 centímetros largo por 0,10 a 0,15 centímetros de ancho, enroscadas, constreñidas entre las semillas y dehiscentes. Se abren por ambos lados para liberar numerosas semillas • Se le considera antiparasitario y astringente. 	
c	Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	MALVACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 15 metros de altura aprox. • Flores amarillas agrupadas • Frutos en capsula negra rugosa y redonda con varias semillas • En Colombia se ha observado entre 0 y 1200 m s. n. m • Hojas de buen forraje para el ganado y sombrío • Frutos de consumo para ovinos y porcinos • Madera utilizada para leña • La corteza interna genera un exudado que sirve como tinte de cabello y aliviar fiebre 	

				<ul style="list-style-type: none"> • Es una especie útil para el control de la erosión 	
d	Uvo	<i>Ficus soatensis</i>	MORACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 15 metros aproximadamente • Frutos dentro de receptáculo común • En Colombia se observa entre 1800 y 3000 m s. n. m • Fruto de alimento para la avifauna <p>Presenta exudación lechosa y pegajosa al arrancar las ramas y las hojas.</p>	
e	Yatago	<i>Trichanthera gigantea</i>	ACANTHACEAE	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de 8 metros aproximadamente. • Frutos en cápsula redonda carmelita con varias semillas • En Colombia se ha observado entre los 0 y 2000 m s. n. m • Uso medicinal • Protección de riberas • Sirve como cerca viva • Alimento para animales. 	




Diseño 4: café + cultivos anuales

En el último diseño se estableció el café a tres metros por tres metros y en los surcos se manejó la siembra de maíz, yuca y frijol, los suelos fueron enriquecidos mientras crece el café, este sistema genera beneficios adicionales para el agricultor ya que puede rotar cultivos para su consumo o venta.

Figura 35. Café + cultivos anuales



Descripción de las especies anuales presentes en el área de estudio.

	Nombre común	Nombre científico	Familia	Características	
a	Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	FABACEAE	Esta planta es una hierba anual. Tiene muchas variedades, por lo que sus características son ligeramente diferentes entre sí. Algunas son pequeñas con sus 20 a 60 centímetros de altura, pero otras llegan a crecer y extenderse hasta alcanzar 2 o 3 metros de longitud. Si se le deja a sus anchas, trepa por estructuras a la manera de las vides. Tienen una raíz primaria con varias raicillas a los lados	
b	Maíz	<i>Zea mays</i>	POACEAE	proviene de la familia de las gramíneas, es de porte robusto, de fácil desarrollo y producción anual; es de inflorescencia monoica. El tallo es erecto, de elevada longitud puede alcanzar 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Las hojas son largas de gran tamaño, lanceoladas, alternas; se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presentan vellosidades, las hojas son afiladas y cortantes.	
c	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	EUPHORBIACEAE	Son plantas policárpicas, arborescentes, arbustivas o herbáceas, terrestre. Hojas agrupadas en las puntas de las ramas, linear-lanceoladas, rígidas, planas o convexas; ápice por lo general espinoso; márgenes enteros, fibrosos o denticulados. Inflorescencia una panícula erecta o péndula.	

6. Plan de manejo productivo para el aprovechamiento del sistema agroforestal.

El manejo se estableció en 12 etapas desde los semilleros y el tratamiento dado a las semillas hasta la etapa de trilla y empaque, como se demostrará a continuación:

7.1 Producción de la planta: En el cultivo se manejaron dos clases de semillas, la primera certificada y suministrada por la Federación Nacional de Cafeteros y la segunda fue seleccionada

7.2 Semilleros: En este ítem se llevó a cabo la siembra en bolsas y algunos germinadores con sustrato de arena de río la cual es llevada a un proceso de desinfección con agua caliente. Pasado un lapso de 37 días aproximadamente se observa el crecimiento de las primeras hojas verdes y es momento de la elección de las plántulas con características como vigorosidad, tallo recto, verde y con buen sistema radicular para que sean plantas con la mayor probabilidad de dar frutos.

Figura 36. Semillero



7.3 Almacigo del café: A los 60 días después de la siembra de la semilla se lleva al almacigo; trasplantándolas en nuevas bolsas de proporciones 7x 23 cm de polietileno negro con calibre de 1,5 perforadas en el fondo llenadas con tierra abonada y pulpa de café descompuesta, en este proceso lo primordial es el cuidado con la raíz ya que si esta se quiebra o queda doblada se pierde el material vegetal. Para la ubicación de las bolsas se realizan calles con separaciones de un metro entre sí, en la que se elaboran zanjas de 0,1 metro de profundidad para una mejor escorrentía y evitar problemas fitosanitarios. Esta etapa tiene como finalidad el desarrollo adecuado y la selección de las plantas que se van a llevar al cultivo el cual se prospecta realizar en un periodo de cuatro a seis meses de este proceso.

Figura 37. Almacigo



7.4 Preparación del terreno: Se realizó como primera parte la limpieza del terreno para eliminar residuos de cultivos anteriores, se araron de las tierras a cultivar, terminado este proceso se llevó a cabo un trazado en surcos a través de la pendiente para no desperdiciar espacio y acomodar la mayor cantidad de árboles por unidad de superficie, se utilizó herramientas como estacas, piola y varas (material de la finca). Se realizaron los hoyos de sembrado con dimensiones de 40 centímetros de profundidad por 30 centímetros de ancho. Para la siembra se tienen en cuenta los meses con mayores lluvias para mantener mejor disponibilidad de agua. Después de esta siembra las plantas se demoran 18 meses aproximadamente para dar sus primeros granos y su capacidad máxima de producción se encuentra alrededor de los tres años de haber sido sembrada la planta.

Figura 38. Preparación del terreno



7.5 Fertilización: Esta se realizó con subproductos proveniente del mismo cultivo como lo es la pulpa descompuesta y lombricompuesto, y de esta manera se maneja la menor cantidad de químicos ya que se pretende conservar el suelo y su capa orgánica. Durante el período lluvioso se realizan dos aplicaciones foliares con ácido bórico y zinc quelatado, para lo cual se pueden aprovechar las aspersiones de fungicidas para el control de enfermedades.

Cada año se debe aplicar a cada planta de café entre 6 a 8 kilos de abono orgánico fraccionadas en 5 o 6 aplicaciones, utilizando material proveniente de la finca.

Figura 39. Fertilización



7.6 Control de plagas: La principal plaga del café es la broca y para su manejo se recolecta el grano maduro y seco de la plantación con el fin de romper el ciclo biológico. Los insecticidas recomendados por la Federación de Cafeteros para el control de la broca y otras plagas deben pertenecer a las categorías toxicológicas III o IV, de bajo riesgo en la salud humana y en el ambiente. Como manejo químico para abejones se utiliza terbufos o carbofuran. 10 gramos/m² en almácigo. Y 5 gramos/planta al trasplante.

Figura 40. Control de plagas



7.7 Manejo de enfermedades: La roya del cafeto es la principal enfermedad del cultivo en Colombia. Para su control, además de la variedad Castillo, existe la alternativa del control químico mediante la determinación del porcentaje de infección por lote.

En plantaciones establecidas no se debe demorar la fertilización y el manejo integrado de enfermedades las cuales requiere la ejecución oportuna de las diferentes prácticas de cultivo. Esto involucra adecuada nutrición, desyerbas a tiempo y un concepto interiorizado en el caficultor de producir un café libre de enfermedades y de calidad, sin que se afecten las relaciones con el medio ambiente.

Figura 41. Manejo de enfermedades



7.8 Manejo de malezas: Este proceso de limpieza se utilizó con herramientas básicas como machetes y azadones para retirar las malezas entre las hileras del café y las especies acompañantes, se realizaron tres desyerbos durante el año.

Figura 42. Manejo de malezas



7.9 Recolección del café: En esta etapa se recolecta manualmente el grano de café que este en estado de madurez completa, los cuales se identifican por un color rojo y amarillo. En esta fase se debe tener cuidado en no recolectar los granos verdes o pintones ya que estos afectan la calidad del café, variando el sabor del café a la hora de su consumo. Se manejan recolecta de café durante todo el año y más si las siembras son escaladas. En la finca El Pedregal la recolección máxima se obtiene en los meses de octubre a enero. Se tiene como necesidad Contratar personal para la recolección más rápida y evitar la presencia de plagas en el cultivo.

Figura 43. Recolección de café



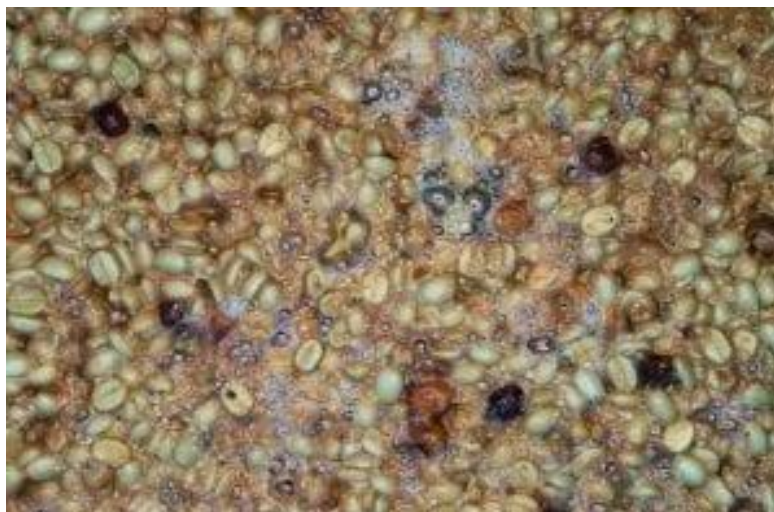
7.10 Despulpado del café: en esta etapa al café se le quita la cáscara que lo recubre este proceso es recomendable hacerlo el mismo día que se realiza la recolección. Se utiliza el beneficio tradicional de la despulpadora de manual. Para tener la mejor calidad, esta debe tener un mantenimiento frecuente con el objetivo de garantizar un adecuado proceso de despulpado. Una despulpadora en mal estado puede arruinar el grano de café, afectando el trabajo y cuidado del proceso.

Figura 44. Despulpado de café



7.11 Fermentación del café: La fermentación normalmente se hace en unos tanques. En este trabajo se realizó en tanques plásticos de 250 litros (Eternit) donde se introduce el café despulpado con agua limpia para lograr descomponer el mucílago (miel que cubre el pergamino de textura gelatinosa), el cual es disuelto con abundante agua por días hasta que el mucilago o capa fina que recubre el grano suelte completamente. El proceso de fermentación es de gran importancia, ya que en este se define la calidad del café en la taza, además se puede lograr resaltar sabores especiales en el café. Adicionalmente estos residuos son utilizados en los beneficiaderos ya que allí se colocan los desechos de la plantación.

Figura 45. Fermentado



7.12 Lavado del café: Cuando el fruto del café está en el punto apropiado de fermentación es decir luego de pasar el proceso de separación de la capa que recubre el grano, se debe proceder inmediatamente a lavarlo, lo cual se realiza en un canal. Para asegurarse de que el grano de café quede bien lavado, se utiliza como práctica coger un puñado de granos y frotarlos entre sí, si se sienten ásperos los granos, el lavado está correcto y si no es así se debe continuar con su lavado.

Figura 46. Lavado del café



7.13Secado del café: El proceso de secado del café debe hacerse de manera uniforme, lo cual se consigue regando el café en una superficie plana y en capas delgadas de unos tres centímetros de espesor sobre costales o plástico, sin olvidar revolver completamente cuatro veces al día. Para esta etapa se realizó un secador solar de túnel para facilitar y agilizar el secado del grano, el cual dura en este proceso de siete a quince días evitando por completo las lluvias, para pasar al trillado.

Figura 47. Secado del café



7.14 Trilla del café: En este proceso de trilla se observa cómo se quita el pergamino (película amarilla del café pergamino seco) a través de procesos físicos por fricción, el cual deja el grano de café en su presentación de exportación para ser encostalado posteriormente y trasladado para su transporte.

Figura 48. Trillado del café



7. Costo de la producción de café

Tabla 9 Costos en la etapa de germinador

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CAFÉ				
Información				
Área cafetal (hectáreas)	5			
Número de plantas en producción	5.000	cafeteros		
Jornal	\$40.000			
Valor kg. Cp.s	\$6.100			
Germinador 2*2				
Actividad	Cantidad	Unidad	Valor unitario \$	Valor total \$
Compra de semilla	2	kg	20.000	40.000
Arena de río	4	mts ³	12.000	48.000
Guaduas	4	guaduas	5.000	20.000
Alambre de marre	2	kg	4.000	8.000
Tierra cernida	3	mts ³	5.000	15.000
Mano de obra (construcción)	2	Jornal	40.000	80.000
Bugui carretilla	1	Bugui	100.000	100.000
Regadera	1	Unidad	20.000	20.000
Fungicida (volcamiento)	1	Frascos	20.000	20.000
Total				351.000

Tabla 10 Costos en la etapa de almacigo y siembra de café

ALMACIGA				
Actividad	Cantidad	Unidad	\$Valor unitario	\$Valor total
Compra de bolsas	60	Bolsa	1.200	72.000
Tierra	50	kg	5.000	250.000
Llenado y organización de las bolsas	2	jornales	40.000	80.000
Materiales cobertizo				
Construcción cobertizo	2	Jornales	40.000	80.000
Puntillas y alambre	2	kg	4.000	8.000
Siembra de plántulas	2	Jornales	40.000	80.000
Insecticidas y fungicidas	2	Jornales	40.000	80.000
Desyerba manual	2	Jornales	40.000	80.000
TOTAL				730.000
SIEMBRA				
Preparación terreno	5	Jornales	40.000	200.000
Trazado- ahoyado	10	Jornales	40.000	400.000
Palines	1	Herramienta	20.000	20.000
Abono orgánico	3	Bultos	20.000	60.000
TOTAL				680.000

Tabla 12 Costos del control fitosanitario y en la etapa de cosecha del café

Control fitosanitario						
Control broca						
Mano de obra	Jornales/hectárea	1	2	2	40.000	80.000
Insumos-insecticidas	Litro/hectárea	1	2	2	20.000	40.000
Fumigadora	Unidad	1	1	1	60.000	60.000
						180.000
Control roya y otras malezas						
Mano de obra	Jornales/hectárea	-	-	-	-	-
Insumos –fungicida	kilo/hectárea	-	-	-	-	-
						-
Cosecha						
Mano de obra recolección	Jornales/hectárea	14	1	14	40.000	560.000
						Insumo
Canastos recolectores	Unidad	2	1	2	30.000	60.000
Costales recolectores	Unidad	100	1	100	2.000	200.000
Pesa	Unidad	1	1	1	40.000	40.000
						300.000
TOTAL DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ POR HECTÁREA						\$4.036.000

Tabla 13 Resumen general de costos

Resumen	
Actividad	Valor
Germinador	\$351.000
Almacigo	\$730.000
Siembra	\$680.000
Crecimiento y producción	\$1.235.000
Control de arvenses	\$445.000
Fertilización	\$790.000
Control fitosanitario	\$180.000
Control broca	\$180.000
Control royal	-
Cosecha	\$560.000
Total de producción por hectárea	\$4.036.000

10. Conclusiones

La implementación de los sistemas agroforestales con café, generan beneficios ambientales como el mejoramiento notorio de la conservación del suelo, retención del carbono, la calidad del agua, y la conservación de la diversidad ecológica, lo que genera un microclima estable para el desarrollo de todos los componentes del ecosistema. Dichos sistemas permiten presentar arreglos en factores ambientales tales como: topografía, clima, altitud, precipitación y las especies arbóreas presentes en la región lo cual evita la pérdida de radiación solar y la competencia de los nutrientes entre las especies.

Adicionalmente, al realizar las observaciones al factor suelo se identificaron los posibles problemas de nutrientes y su acidez que presentaba la plantación y a su vez la forma de darle manejo para su mayor producción, de igual manera la adecuada recolección de los residuos para minimizarla presencia de plagas y enfermedades dentro de la plantación.

Al observar la ubicación del proyecto se concluye que es favorable, ya que la región y específicamente el municipio de Enciso está innovando en cultivo alternativos como el café, lo que resulta ya que la competencia directa no es significativa y la demanda está en aumento. La implementación de este sistema agroforestal facilitará el proceso para llevar a cabo el cultivo y la comercialización de café y otros productos a su vez. Este proyecto tendrá rentabilidad a mediano y largo plazo.

A nivel de Colombia es una oportunidad ya que seguirá la reputación de ser un país productor de cafés de calidad, lo que, a medida que se vaya replicando en más fincas, ayudara a aumentar las exportaciones de dicho tipo de café que es muy apetecido en el mundo. Para la región de Santander es factible ya que, aumentará el empleo e impulsará el crecimiento

económico y educativo dado que las personas encargadas de las parcelas tendrán capacitación sobre el manejo de cultivos especiales y, además, la calidad del café producido se incrementará.

11. Recomendaciones

Es necesario seguir con los controles silviculturales acordes con las malezas y fertilización del suelo. Debido a que con los cambios climáticos actuales es necesario llevar un control adecuado de las variaciones en factores bióticos y a bióticos que pueden alterar la plantación y continuar con la erosión que presenta la zona.

Según la información obtenida en la caracterización, se recomienda: Que para poder ser rentables y vivir del cultivo de café se deben tener en producción cinco hectáreas y con edades que no superen los ocho años de establecidas. Se recomienda utilizar variedades de café productivas y resistentes a la roya (variedad Colombia, Castillo, arábica) Se recomienda realizar renovaciones a los lotes de café mayores de ocho años de productividad por medio de una nueva siembra o por zoca tradicional. Se recomienda llevar registros de las actividades realizadas dentro de la finca en los lotes de café.

Adicionalmente, se recomienda plantar árboles de sombrío en las hectáreas alejadas a la vivienda ya que son las menos protegidas con cobertura vegetal, lo que genere beneficios ecológicos dentro del cultivo. Mejorar las condiciones fitosanitarias del fruto a cosechar, ya que se observa que es mejor el grano de café tratado bajo sombra debido a que retiene mayor peso y reduce las afecciones de cambios climáticos.

Así mismo, se recomienda el manejo cultural de los árboles de sombrío con podas de formación y descope periódicamente para controlar la sombra.

Finalmente, se recomienda continuar con las capacitaciones proporcionadas por la federación nacional de cafeteros, al igual que el mayor aprovechamiento de las

herramientas prestadas por dicha entidad tanto informativas como maquinaria para trabajo en campo.

Referencias bibliográficas

- Ardila. P., Farfan, F. Moreno. A, Salazar. L, y Hincapié. E. (2007). *Sistemas de producción de café en Colombia*. Recuperado de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/720/1/Sistemas%20producci%C3%B3n%20café%20Colombia.pdf>
- Altieri, M. A. C.I. (2013). *Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas*. *Agroecología*, 8(1), 7-20. Recuperado de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921>
- Angrand. (2002). *Floración, desarrollo vegetativo y fotosíntesis de coffea Arábica L. en diferentes Sistema de cultivo en Pérez Zeledón y Heradía*. Costa Rica. Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/5147>
- Beer. J.W. (1987). *Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea*. *Agroforestry Systems* 5(1):3-13. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00046410>
- Beer. J; Muschler, R; Somarriba,E; Kass,D. (1998). *Manejo de sombra en las plantaciones de café y cacao - una revisión*. *Sistemas Agroforestales* 38:139-164. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652007000100013
- Beer J, H. C, Ibrahim M, Harmand J.M., Somarriba E. y Jiménez F. (2003) *Funciones de servicio de los sistemas de agroforesteria*.Canada. Canada. Recuperado de <http://www.fao.org/3/XII/MS20-S.htm>
- Cenicafé. (2011). *Construyendo el modelo para la gestión integrada del recurso hídrico en la caficultura colombiana”, Chinchiná*. Colombia. Recuperado de https://www.cenicafe.org/es/documents/PROPUESTA_P_A_CENICAFE_ABRIL13.pdf
- Cerda, R. Allinne, C., Gary, C., Tixier, P., Harvey, CA., Krolezylc L., ...& Avelino, J. (2017). *Effects of shade altitude and management on multiple ecosystem services in coffee agroecosystems*. *Europeam jornal of Agronomy*, 82,308-319. Recuperado de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2017100127>
- Cortés. (2004). *Guía Práctica Producción de Café con sombra de maderables, fundación Hondureña de Investigación Agrícola*. Honduras. Recuperado de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/gpcafeconsombramaderables.pdf>
- Cubero Moya, J. A. (1999). *Fijación de carbono en plantaciones de melina (Gmelina arborea Roxb.), teca (Tectona grandis) y pochote (Bombacopsis quinata) en los cantones de Hojanca y Nicoya, Guanacaste*. Costa Rica. Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/2133>

- Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida (n° 83)*. Agroamérica. Recuperado de https://openlibrary.org/books/OL14664846M/Ecolog%C3%ADa_basada_en_zonas_de_vida
- IDEAM. (2016). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Indicadores Ambientales*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co>. Colombia.
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2244/1/70060838.2002.pdf>.
- Jones. (2001). *Analog forestry as a conservation and development approach: Lessons learned from the international analogue forestry network*. California.
- Shibu Jose. (2009). *Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview*. *Agroforestry systems*, 76(1), 1-10. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/227309053_Agroforestry_for_ecosystem_services_and_environmental_benefits_An_overview
- Kanten, v. R., & Vaast, P. (2006). *Transpiration of Arabica Coffee and Associated Shade Tree Species in Sub-optimal, Low-altitude Conditions of Costa Rica Agroforestry Systems* 67(2):187-202. Costa Rica. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/225691626>
- Leroy. (2009). *competencia denutrientes en cultivo de café (Coffea arabica.) asociado bajo sistemas agroforestales*.
- Leroy, T., Ribeyre, F., Bertrand, B., Charmetant, P., Dufour, M., Montagnon, C., ... & Pot, D. (2006). Genetics of coffee quality. *Brazilian journal of plant physiology*, 18(1), 229-242. Recuperado de https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1677-04202006000100016&script=sci_arttext
- Melo O. y Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibague Universidad del Tolima* . Recuperado de https://issuu.com/johnnydelva/docs/evaluacion_ecologica_silvicultural
- Méndez. J.C. (2012). *Estudio de la fertilidad de los suelos de Costa Rica con base en los registros de los análisis del laboratorio de suelos y foliares del CIA/UCR durante el período 2006-2010. (Tesis de Licenciatura)*. Universidad de Costa Rica, San Pedro,. San Pedro, Costa Rica. Recuperado de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/28919>
- Meylan. (2012). *Desing of cropping systems combining production and ecosystem services: developing a methodology combining numerical modeling and participation of farmers*. Tesis PhD. 145 pp Montpellier . Francia. Recuperado de https://agritrop.cirad.fr/569292/1/document_569292.pdf
- Montagnini. , F.; RAMSTAD, K.; [et al.]. (1993) *Litterfall, litter decomposition and the use of mulch of four indigenous tree species in the Atlantic lowlands of Costa Rica*. Costa Rica. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00704850>

- Mushcler, R. G. (2000). *Árboles en cafetales*. Turrialba, CATIE. 139p. (Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal. Módulo No. 5). Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3519/>
- Nair, P. (1993). *Una introducción a la silvicultura*. Kluwer Academic Publi-shers. Dordrecht, The Netherlands. p. 85. Recuperado de <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=download&path%5B%5D=961&path%5B%5D=1513&inline=1>
- Rapidel, B., Alline, C., Cerdán, C., Meylan, L., Virginio Filho, E., & Avelino, J. (2015). Efectos ecológicos y productivos del asocio de árboles de sombra con café en sistemas agroforestales En F. Montagnini., E. Somarraiba., Murgueito, E., Fassola, H., & Eibl, . Costa Rica. Recuperado de <http://agritrop.cirad.fr/575470/>
- Rocha., A. (2019). *Diagnóstico fisicoquímico de los componentes del suelo de la comunidad de San Antonio*. Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4028>
- Rojas., F. R., Canessa, R., & Ramírez, J. (2004). ¿Cómo incorporar linderos de árboles maderables en cafetales?. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 1(3), 51-53. Recuperado de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/564>
- Sepulveda. (2005). *Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de los territorios rurales (El Biograma)*. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/B0664e/B0664e.pdf>
- Siles, p. (2001). *Comportamiento fisiológico del café asociado con Eucaliptus deglupta blurne Terminalis rivorensis A. Cheyy sombra*. Recuperado 05 de Enero (2018) <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0402e/.pdf>.
<http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3337>
- Somarriba, E., Harvey, C. A., Samper, M., Anthony, F., González, J., Staver, C., & Rice, R. A. (2004). Biodiversity conservation in neotropical coffee (Coffea arabica) plantations. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Island Press, Washington, DC, 198-226.
- SSDS. (2007). *Onweremadu, UE Pedogenesis de suelos de una mina de carbon*. *Research Journal of Environmental Toxicology* 1(4), 184-190.
- Staver, H. y. (2002). *Avances y desafíos en el establecimiento de ensayo de largo plazo en sistemas agroforestales en café en zona baja húmeda*. Costa Rica. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/271212787>

Apéndices

Apéndice A. Nomenclatura de los horizontes y capas maestros del suelo, según SSS(1998)


Horizontes según SSS 1998	Significado abreviado
Oi	Residuos orgánicos muy poco descompuestos
Oa-Oe	Residuos orgánicos fuerte y moderadamente descompuestos, respectivamente
A	Horizonte superficial con materia orgánica humificada y mezclada con la fracción mineral o disturbado por el uso
E	Eluvial de coloides del suelo
AB-EB	Transicional entre A y B o entre E y B
E/B	Mezclado de E y B
AC	Transicional entre A y C
BA-BE	Transicional entre B y A o entre B y E
B/E	Mezclado de B y E
B	Horizonte B característico
BC-CB	Transicional entre B y C o entre C y B
C	Sedimentos, roca fragmentada y saprolitos
R	Sustrato rocoso duro y continuo
W	Capa de agua en el suelo
2,3,4, etc.	Discontinuidad litológica

Símbolos utilizados para identificar las características subordinadas de los horizontes y capas maestros del suelo, según el SSS (1998)

Símbolos según SSS 1998	Significado abreviado
a	Materia orgánica muy descompuesta
b	Horizonte sepultado Concreciones o nódulos (Cuerpos cementados de descomposición variada, con o sin organización concéntrica interna, respectivamente)
c	Restricción física a la raíz
d	Materia orgánica con un grado de descomposición medio
e	Horizonte con hielo permanente
f	Presencia de permafrost (Temperatura < 0°C) Seco (Sin congelamiento de agua)
ff	Gleización
g	Acumulación de materia orgánica iluvial
h	Materia orgánica poco descompuesta
i	Presencia de jarosita (Sulfato de Fe, amarillo)
j	

j	Crioturbación
	Acumulación de carbonatos, principalmente de Ca
k	
m	Cementación
n	Acumulación de sodio
o	Acumulación residual de sesquióxidos
p	Distribución por arado o similar
q	Acumulación de sílice
r	Roca meteorizada restrictiva para la raíz
s	Acumulación iluvial de complejos de materia orgánica y sesquióxidos
ss	Presencia de slickensides (Superficiales de agregados pulidas y estriadas)
t	Acumulación iluvial de arcilla silicatada
v	Presencia de plinita (Cuerpos discretos, muy duros en seco, rojizos, enriquecidos en Fe)
w	Horizonte B con desarrollo de color y/o de estructura
x	Fragipán
y	Acumulación de yeso
z	Acumulación de sales más solubles que el yeso

Apéndice B. Análisis de suelo

 INSTITUTO AGRARIO DE BOYACÁ INSTITUTO AGROQUÍMICO ASISTENTE TECNOLÓGICO		RESULTADOS ANÁLISIS QUÍMICO DIVISIÓN LABORATORIO DE SUELOS						FECHA					
								DÍA		MES			
								2	1	0	9	2	
DEPARTAMENTO		MUNICIPIO		LOCALIZACIÓN			IDENTIFICACIÓN DE CAMPO						
SANTANDER		ENCISO		FINCA EL PEDREGAL									
PROYECTO				REMITENTE			No. DE LABORATORIO						
URBAN FASE II				FNC			3-54261 A 265						
PROFUNDIDAD cm.	GRAVIMETRÍA			CLASE	GRAVILLA	pH	pH	ACIDEZ INTERO	SAT AC INTER	SALINIDAD			Ca
	ARENA %	LILO %	ARCILLA %	TEXTURAL	%	11	12	mg/100g	%	CE (g/100)	PE	CLASE	
00-18	7.2	38.0	54.9	Ar		6.1							
18-38	7.8	44.0	48.2	ArL		6.3							
38-52	12.7	45.7	41.6	ArL		6.5							
52-84	6.4	52.0	41.6	ArL		6.3							
84-168X	8.1	35.5	56.4	Ar		6.4							
COMPLEJO DE CAMBIO (mg/100g)							SAT	MATERIA ORGÁNICA			FOSFORO	ALBUMINO	YERBA
Ca	Co	CoV	Ca	Mg	K	Na	BASES	CO	MO	N TOTAL	ppm	ACTIVO	ACT
							%	%	%	%		%	%
34.7	30.9	3.8	21.9	8.5	0.40	0.19	89.2	1.2	2.3		4.6		
30.9	28.7	2.3	19.7	8.4	0.33	0.28	92.6	0.59	1.1		3.3		
25.8	22.9	3.0	15.5	6.9	0.25	0.23	88.5	0.41	0.78		2.5		
26.7	23.7	3.0	15.7	7.5	0.29	0.22	88.7	0.33	0.63		1.7		
33.1	27.9	5.3	17.8	9.5	0.35	0.25	84.2	0.37	0.70		5.0		

Apéndice C. Terminología utilizada para describir variables ambientales y para caracterizar algunas propiedades físico- químicas del suelo, en el campo, con fines de descripción de perfiles de suelos (la mayoría sintetizados de SSDS, 1993)

Clasificación del gradiente de la pendiente

CLASE	INCLINACIÓN (%)
Plana o casi plana	< 3
Ligeramente inclinada	3 – 7
Fuertemente inclinada	7 – 12
Moderadamente escarpada	12 – 25
Escarpada	25 – 50
Muy escarpada	> 50

Pisos altitudinales

PISO CLIMÁTICO	ALTITUD (msnm)
Cálido	0 -- 1000
Medio	1000 -- 2000
Frío	2000 -- 3000
Muy frío	3000 -- 3600
Paramuno	3600 -- 4200
Subnival y nival	> 4200

Régimen de humedad del suelo

RÉGIMEN	DEFINICIÓN
Aridico o Tórrico	Seco la mayor parte del año y húmedo menos de 90 días consecutivos
Ústico	Seco 90 días o más acumulativos; húmedo 90 días o más consecutivos o 180 días o más acumulativos al año
Údico	El suelo no está seco más de 90 días acumulativos al año
Perhúmedo	La evapotranspiración es menor que la precipitación durante todos los meses del año
Ácuico	Saturado con agua y sin oxígeno durante un tiempo suficiente para producir condiciones de reducción
Perácuico	Nivel freático en o cerca de la superficie permanentemente

Régimen de temperatura del suelo

RÉGIMEN	TEMPERATURA (°C)
Isofrígido	< 8
Isomésico	8 y 15
Isotérmico	15 y 22
Isohipertérmico	> 22

Frecuencia de las inundaciones

CLASE	EVENTO - FRECUENCIAS
No hay	
Rara	Una (1) cada 10 o más años
Ocasional	Una (1) cada 2 a 5 años
Frecuente	Una (1) a dos (2) por año
Muy frecuente	Más de dos (2) por año

Clases por profundidad del nivel freático

CLASE	(cm)
Muy superficial	0 -- 25
Superficial	25 -- 50
Moderadamente profundo	50 -- 100
Profundo	100 -- 150
Muy profundo	> 150
No observado	

Clases por profundidad efectiva del suelo

CLASE	PROFUNDIDAD (cm)
Muy superficial	< 25
Superficial	25 -- 50
Moderadamente superficial	50 -- 75
Moderadamente profunda	75 -- 100
Profunda	100 -- 150
Muy profunda	> 150

14. Anexo fotográfico

Módulo clasificador



vertedero de aguas mieles



Secador solar de túnel



Depósito del grano sacado de la espulpadora



Beneficiadero de aguas mieles de café



Módulo clasificador



Marquesina para el cafe



Tramamiento de las aguas mieles



Módulo clasificador



Módulo despulpador trabajando



Despulpado del café



Grano listo



Cultivo de café listo para recoger



Cultivo de café



Cultivo de café verde



Cultivo de café



Cultivo de maíz



Jardín vivienda



Plantas de sombra



Recorrido por la plantación



Cultivo de frutales (mango)



Cultivos alternativos (maíz)



Cultivos



Plantas de bananos



Revisión del cultivo



Recolección de la información

