UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

PROPIEDADES EDÁFICAS Y SU RELACIÓN CON LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN FINCAS AGROFORESTALES CON CAFÉ EN LA COMUNIDAD DE TRONCONES-PALMILLA EN DANLÍ, EL PARAÍSO

POR:

DARWIN REYNIERI CRUZ PADILLA

TESIS

CATACAMAS **OLANCHO**

MAYO, 2018

PROPIEDADES EDÁFICAS Y SU RELACIÓN CON LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN FINCAS AGROFORESTALES CON CAFÉ EN LA COMUNIDAD DE TRONCONES-PALMILLA EN DANLÍ, EL PARAÍSO

POR:

DARWIN REYNIERI CRUZ PADILLA

OSCAR FERREIRA, M.Sc

Asesor Principal

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CATACAMAS **OLANCHO**

MAYO, 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE

PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en la Sala de Videoconferencias de la Universidad Nacional de Agricultura el: **MSc. OSCAR IVAN FERREIRA CATRILEO, MSc. ERLIN VIANNEY ESCOTO VALLADARES** y el **MSc. EMILIO JAVIER FUENTES ZÚNIGA,** miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

La estudiante **DARWIN REYNIERI CRUZ PADILLA,** del IV Año de la carrera de Recursos Naturales y Ambiente, presentó su informe.

"PROPIEDADES EDÁFICAS Y SU RELACIÓN CON MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN FINCAS AGROFORESTALES CON CAFÉ EN LA COMUNIDAD DE TRONCONES PALMILLA, DANLÍ, EL PARAÍSO"

El cual a criterio de los examinadores, aprobó este requisito para optar al título de Licenciado en Recursos Naturales y Ambiente.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los siete días del mes de mayo del año dos mil dieciocho.

M Sc. OSCAR IVAN FERREIRA CATRILEO
ASESOR PRINCIPAL

MSc. ERLIN VIANNEY ESCOTO VALLADARES
ASESOR AUXILIAR

MSc. EMILIO JAVIER FUENTES ZÚNIGA
ASESOR AUXILIAR

DEDICATORIA

A la gran familia Cruz a los cuales amo mucho, en especial mi abuela **GLADYS CRUZ** por ser mi más grande consejera en toda mi vida y brindarme el amor y cariño de madre y padre cuando ellos no han estado.

A mi grandiosa madre **ANITA PADILLA**, hoy se apreciar el esfuerzo y dedicación con la cual has velado por mí, gracias por nunca dejarme de la mano, conmigo no ha sido en vano el sudor de tu trabajo en otro país. ¡Te amo!

A mi hijo **Reynieri Moisés Cruz Contreras** ¡*mis logros son tus logros*!

A mi carismático, ejemplar y talentoso amigo **DORIAN BADOS** (Q.D.D.G.) te fuiste sin despedirte hermano.

AGRADECIMIENTO

Al Dios todo poderoso por guiarme por el camino correcto e impulsarme a nunca rendirme cuando las cosas se pusieron difíciles a lo largo de mi vida universitaria. ¡Bendito seas!

Al Programa de adaptación al cambio climático en el sector forestal (CLIFOR) por su apoyo económico y logístico en la realización de mi trabajo.

A mi asesor principal Oscar Ferreira M.Sc. por su paciencia, dedicación, compresión a lo largo de mi vida universitaria y durante el asesoramiento de este trabajo de investigación y sobre todo por su amistad

A Erlin Escoto M.Sc. por brindarme sus consejos en los cuales siempre acertó, su ayuda y su amistad durante mi vida universitaria, brindarme sus vastos conocimientos durante el asesoramiento de este trabajo de investigación.

A M.Sc. Emilio Fuentes por brindarme su apoyo y sus conocimientos para la realización de este trabajo de investigación.

Al coordinador regional del proyecto CliFor en el municipio de Danlí M.Sc. Allan Toval por amistad, apoyo, tolerancia durante este trabajo de investigación y sobre todo por sus correcciones las cuales me sirvieron de mucho.

A los Ing. Julio Godoy y Gabriel Sierra por brindar su dedicación y ayuda para el cumplimiento de este trabajo de investigación.

CONTENIDO

Pág.

LISTA DE FIGURAS vii

LISTA DE CUADROS viii

LISTA DE ANEXOS x

RESUMEN 1

I. INTRODUCCION 2

II. OBJETIVOS 3

2.1 General 3

2.2 Específicos 3

III. REVISION DE LITERATURA 4

3.1 El suelo 4

3.1.1 Taxonomía de los suelos 5

3.2 Propiedades físicas del suelo 5

3.2.1 Textura 5

3.2.2 Estructura 6

3.2.3 Color 6

3.2.4 Consistencia 6

3.2.5 Densidad aparente 7

3.3 Propiedades químicas del suelo 7

3.3.1 Materia orgánica 8

3.3.2 pH 8

3.4 Propiedades biológicas del suelo 8

3.5 Sistemas agroforestales 9

3.6 Sistemas agroforestales con café 10
3.6.1 Generalidades del café 10
3.7 El cambio climático 11
3.8 Calidad del suelo 12
IV. MATERIALES Y METODO 13
4.1 Descripción de área de estudio 13
4.2 Materiales y equipo 14
4.3 Determinación de características físicas, químicas y macro organismos del suelo 14
4.4 Estimación de las propiedades físicas del suelo 15
4.5 Estimación de la densidad de macro organismos en el suelo 17
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 19
5.1 Finca del Sr. Eduar Campos 19
5.2 Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Eduar Campos 20
5.2.1 Resultados de las muestras de suelo en la finca del Sr. Eduar Campos 20
5.2.2 Evaluación de la macro fauna del suelo en la finca del Sr. Eduar Campos 22
5.2.3 Monitoreo de la condición climática en la zona de la finca del Sr. Eduar Campos 23
5.3 Finca del Sr. Enrique Castillo 24
5.4 Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Enrique Castillo 25
5.4.1 Resultados de las muestras de suelo en la finca del Sr. Enrique Castillo 26
5.4.2 Evaluación de la macro fauna del suelo en la finca del Sr. Enrique Castillo 28
5.4.3 Monitoreo de la condición climática en la zona de la finca del Sr. Enrique Castillo. .. 29
5.5 Finca del Sr. José Mendoza 30
5.6 Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. José Mendoza 31
5.6.1 Resultados de las muestras de suelo en la finca del Sr. José Mendoza 32
5.6.2 Evaluación de la macro fauna del suelo en la finca del Sr. José Mendoza 34

5.6.3 Monitoreo de la condición climática en la zona de la finca del Sr. José Mendoza 36
5.7 Finca de Sr. Gustavo Colindres 37
5.8 Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Gustavo Colindres 37
5.8.1 Resultados de las muestras de suelo en la finca del Sr. Gustavo Colindres 38
5.8.2 Evaluación de la macro fauna del suelo en la finca del Sr. Gustavo Colindres 40
5.8.3 Monitoreo de la condición climática en la zona de la finca del Sr. Gustavo Colindres 42
5.9 Análisis químico de las muestras de suelo en las fincas 43
5.9.1 pH 43
5.9.2 Materia Orgánica 43
5.9.3 Macronutrientes primarios 43
5.9.4 Macro nutrientes secundarios 44
5.9.5 Micronutrientes 45
5.10 Análisis de componentes principales (ACP) 47
5.11 Identificación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en las fincas 48
5.12 Capacitación sobre gestión del riesgo agroclimático con énfasis en Honduras 49
5.13 Distribución por meses de la temperatura y precipitación en las zonas de estudio 50
VI. CONCLUSIONES 52
VII. RECOMENDACIONES 53
VIII. BIBLIOGRAFIA 54
ANEXOS 56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad de Troncones, Palmilla, Danlí 13
Figura 2. Esquema para la extracción del volumen de suelo en el estudio 18
Figura 3. Ubicación geográfica de la finca del Sr. Eduar Campos en El Bosque, Palmilla 19
Figura 4. Textura en la finca del Sr. Eduar Campos en la comunidad del Bosque, Palmilla .. 22
Figura 5. Climograma de la finca del Sr. Eduar Campos en la comunidad de El Bosque, Palmilla 24
Figura 6. Ubicación geográfica de la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla 25
Figura 7. Textura en la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla 28
Figura 8. Climograma de la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla 30
Figura 9. Ubicación geográfica de la finca del Sr. José Mendoza en la comunidad de Palmilla, Danlí 31
Figura 10.Textura en la finca del Sr. José Mendoza en la comunidad de Palmilla, Danlí 34
Figura 11. Climograma de la finca del Sr. José Mendoza en la comunidad de Palmilla, Danlí 36
Figura 12. Ubicación geográfica de la finca del Sr. Gustavo Colindres en la comunidad de Palmilla, Danlí 37
Figura 13. Textura en la finca del Sr. Gustavo Colindres en la comunidad de Palmilla, Danlí 40
Figura 14. Climograma de la finca del Sr. Gustavo Colindres en la comunidad de Palmilla, Danlí 42
Figura 15. Representación de la variancia de los componentes principales considerando variables químicas y macroorganismos en fincas de la comunidad de El Bosque y Palmilla . 47

LISTA DE CUADROS

Tabla 1. Parámetros de la determinación de consistencia en suelo seco. 17
Tabla 2. Parámetros de la determinación de consistencia en suelo húmedo. 17
Tabla 3. Clasificación para cuantificar la densidad de macro organismos en el suelo..... 18
Tabla 4. Descripción del perfil del suelo en la finca del Sr. Eduar Campos en la comunidad de El Bosque, Palmilla 20
Tabla 5. Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Eduar Campos, en la comunidad de El Bosque, Palmilla 21
Tabla 6. Macro organismos en la finca del Sr. Eduar Campos en la comunidad de El Bosque, Palmilla 23
Tabla 7. Registro de temperatura y precipitación en la finca del Sr. Eduar Campos en la comunidad de El Bosque, Palmilla 24
Tabla 8. Descripción del perfil del suelo en la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla 26
Tabla 9. Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla 27
Tabla 10. Macroorganismos en la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla 29
Tabla 11. Registro de temperatura y precipitación en la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla 30
Tabla 12. Descripción del perfil del suelo en la finca del Sr. José Mendoza, en la comunidad de Palmilla, Danlí 32
Tabla 13. Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. José Mendoza, en la comunidad de Palmilla, Danlí 33
Tabla 14. Macroorganismos en la finca del Sr. José Mendoza en la comunidad de Palmilla, Danlí 35
Tabla 15. Registro de temperatura y precipitación en la finca del Sr. José Mendoza en la comunidad Palmilla, Danlí 36

Tabla 16. Descripción del perfil del suelo en la finca del Sr. Gustavo Colindres, en la comunidad de Palmilla. Danlí 38
Tabla 17. Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Gustavo Colindres, en la comunidad de Palmilla, Danlí 39
Tabla 18. Macroorganismos en la finca del Sr. Gustavo Colindres en la comunidad de Palmilla, Danlí 41
Tabla 19. Registro de temperatura y precipitación en la finca del Sr. Gustavo Colindres en Palmilla, Danlí 42
Tabla 20. Análisis químico de suelo en las fincas de estudio en la comunidad de Troncones y El Bosque, Palmilla, Danlí 46
Tabla 21. Medidas de adaptación y mitigación al CC observadas en las fincas de las comunidades de Troncones y El Bosque, Danlí 48

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Recolección de Muestras de suelo para análisis químico en el Laboratorio de El Zamorano 57

Anexo 2. Características y formas utilizadas para la determinación de la textura del suelo en campo 58

Anexo 3. Descripción y láminas para la determinación de la estructura del suelo 58

Anexo 4. Medición de monolitos en el suelo para la determinación de la cantidad de macro organismos en las fincas 58

Anexo 5. Capacitación a dueños de las fincas sobre gestión de riesgo agroclimático con énfasis en Honduras 58

Anexo 6. Certificado obtenido previo la capacitación sobre Gestión del Riesgo Agroclimático en la comunidad de Troncones, Palmilla 58

Cruz Padilla, D. R. 2018. Propiedades edáficas y su relación con medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en fincas agroforestales con café en la comunidad de Troncones-Palmilla, Danlí, El Paraíso. Tesis. Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales y Ambiente. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. C.A. 74p.

RESUMEN

El estudio se realizó en cuatro fincas de productores de café los cuales son beneficiarios del proyecto CliFor en el municipio de Danlí, específicamente en la comunidad de Palmilla y El Bosque, para el muestreo se georreferencio cada finca y con la herramienta Hawths Analysis Tools de ArcGis® se creó una malla de putos a los cuales se les dio coordenadas entre cada 15 y 20 m, luego los puntos se ubicaron en campo para tener un muestreo total de cada finca. Para la determinación de algunos parámetros físicos como la textura se utilizó la metodologías de Trejo *et al*. (1999), para la estructura la metodología de Hulak (1981). Los resultados obtenidos son muy similares entre las fincas donde predomina el suelo de textura franco arenoso, con una estructura granular, consistencia en seco ligeramente blanda y en húmedo friable. En el estudio se hizo una evaluación de la cantidad de macroorganismos presentes en el suelo de las fincas siguiendo la metodología TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) mediante la cual se puedo determinar una buena condición del perfil del suelo en las fincas. Se extrajeron muestras que se homogenizaron para su análisis químico lo cual la deficiencia más notable en las fincas es el poco contenido de Nitrógeno (N) y Fosforo (P). También se interpretaron datos de temperatura y precipitación los cuales fueron obtenidos mediante registros diarios que hacen los propietarios de las fincas, los resultados obtenidos corresponde a los meses de enero hasta septiembre donde la temperatura promedio osciló entre los 20 y 26 grados centígrados, en cuanto a precipitación el mes de enero y febrero fue donde se registraron las menores cantidades de precipitación (Finca del Sr. José= 35 y 52 mm, Sr. Eduar= 56 y 47 mm, Sr. Enrique= 72 y 57 mm y Sr. Gustavo= 64 y 3 mm) y el mes de julio donde se registró la mayor cantidad de precipitación (Finca del Sr. José= 436 mm, Sr. Eduar= 432 mm, Sr. Enrique= 467 mm y Sr. Gustavo= 426 mm), así mismo se evaluaron las fincas para conocer las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en donde se pudo observar que solo la finca del Sr. José Mendoza establece metódicamente las medidas y las demás fincas solo cuentan con sistemas agroforestales no definidos que sirven como sombra al cultivo de café, al final se reunió a los dueños de las fincas para brindarle el informe de los resultados y donde se les brindo una capacitación sobre la gestión del riesgo agroclimático en la cual se dio a conocer la importancia de las medidas de obras de conservación de suelos.

Palabras clave: Participación comunitaria, programa CliFor, propiedades físicas del suelo, TSBF y variables climáticas

I. INTRODUCCION

El programa de adaptación al cambio climático en el sector forestal (CliFor) brinda asesoría técnica a los beneficiarios en el sector de Troncones, Palmilla, Danlí ayudan al mejoramiento de las fincas de café, así como también la implementación de sistemas agroforestales y la adopción de medidas de adaptación al cambio climático para el mejoramiento de las condiciones edáficas de sus fincas.

Los sistemas agroforestales con café plantean una estrategia de adaptación y mitigación para zonas de alta vulnerabilidad y fragilidad ante eventos meteorológicos extremos. Esto debido principalmente a que aumentan y conservan la biodiversidad, contribuyen en la conservación de suelos y el recurso hídrico, disminuyen la incidencia de enfermedades y plagas, forman un microclima en el sistema que atenúa eventos climáticos extremos, por ejemplo, disminuye la temperatura permitiendo continuar la producción de café en zonas donde por el incremento de temperatura debido al cambio climático, ya no podría darse (Hayduk *et al*. 2014).

Este estudio se realizó con el objetivo de conocer las condiciones edáficas de las fincas de los propietarios y así conocer su estado actual y conforme con los resultados poder aplicar o no enmiendas al suelo, así mismo se tomó en cuenta las condiciones climáticas del sitio ya que son propiedades importantes que influencian el crecimiento de las plantas y la formación de suelos, se recolectó la temperatura máxima y mínima mensual en grados centígrados y la precipitación mensual en milímetros de la zona en las fincas, también se observaron las fincas para conocer sobre la implementación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, todo el trabajo se realizó implementado la metodología participativa ya que el proyecto uno de los intereses es la participación de los beneficiarios en las actividades.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar las propiedades edáficas y su relación con medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en fincas agroforestales con café en la comunidad de Troncones-Palmilla, Danlí, El Paraíso.

2.2 Específicos

a. Determinar las propiedades físicas, químicas, y biológicas del suelo en fincas con sistemas agroforestales con café

b. Evaluar el efecto de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático sobre las propiedades edáficas en los sistemas agroforestales con café a partir del monitoreo la variabilidad de la temperatura y la precipitación

c. Identificar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático utilizados por los productores de sistemas agroforestales con café

d. Capacitar a los productores en las temáticas de adaptación y mitigación al cambio climático, sistemas productivos sostenibles y forestaría comunitaria

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 El suelo

De acuerdo con Porta *et al*. (2003) la mayoría todos los suelos se forman a partir de roca llamada roca madre que es degradada paulatinamente en partículas cada vez más pequeñas por procesos de intemperismo biológico, químico y físico. Otros factores formadores del suelo son: el clima, los organismos vivos, el relieve y el tiempo. Su acción determina la dirección, velocidad y duración de los procesos formadores. La desintegración de la roca sólida en partículas minerales cada vez más finas y la acumulación de materia orgánica en el suelo requieren un tiempo muy largo, por lo común de miles de años. El suelo se forma de manera continua a medida que se va degradando la roca madre. El espesor del suelo varía desde una película delgada hasta más de 3 metros, en este caso suelos desarrollados.

El suelo está constituido por capas llamadas horizontes; el arreglo de los horizontes en el suelo se llama perfil edáfico, los horizontes se definen como una capa de suelo aproximadamente paralela a la superficie, con características producidas por los procesos de formación, la textura, el espesor, el color, la naturaleza química y la sucesión de los diferentes horizontes que caracterizan un suelo y determinan su calidad. Los niveles que resultan de los procesos de formación de un suelo se clasifican en seis grupos u horizontes principales O, A, E, B, C, R, los horizontes se observan en La mayoría de los suelos desarrollados poseen al menos los horizontes A, B, C, sin embargo, otros suelos no tan desarrollados carecen de estos horizontes (Vallejo 2005).

3.1.1 Taxonomía de los suelos

La clasificación de suelos se refiere a la agrupación con un rango de propiedades similares (químicas, físicas y biológicas) a unidades que puedan ser georreferenciadas y mapeadas. De hecho, los suelos se consideran como un recurso natural mucho más complejo que otros elementos como el aire y el agua. Los suelos por su naturaleza contienen elementos químicos y simultáneamente se combinan entre fases sólidas, líquidas y gaseosas. Además, el número de características físicas, químicas, biológicas y sus combinaciones llegan a ser casi infinitas.

Asimismo, no es de extrañar las varias propuestas y esquemas distintos para armonizar y correlacionar los tipos de suelo diferentes. Los sistemas de clasificación de suelos fueron también desarrollados para otros fines como: la taxonomía para la interpretación de inventario de suelos, la leyenda revisada de la FAO para su distribución global y geográfica y para facilitar correlaciones entre diferentes sistemas de clasificación de suelos (FAO 2009).

De otra manera USDA (1938) menciona que el proceso de ilustraciones de clasificación de suelos se puede distinguir en tres etapas; los primeros sistemas de clasificación de suelos (clasificación utilizada en Rusia) llevaba a cabo un enfoque en los factores de formación del suelo y su ambiente para clasificación de suelos zonales (determinados por el desarrollo de vegetación y clima), azonales e intrazonales (determinados por su material parental y tiempo de formación).

3.2 Propiedades físicas del suelo

3.2.1 Textura

La textura es la composición mineral de muestra de suelo, definida por las proporciones relativas de sus separados individuales en base a masa (arena, limo y arcilla). Los suelos minerales pueden agruparse de manera general en cinco clases texturales que son:

Textura arcillosa, textura arenosa, textura franca, textura franco-arenosa y textura franco-arcillosa (Arias 2007).

3.2.2 Estructura

La formación de estructura implica aglutinar y cementar las partículas individuales que componen los sólidos del suelo en unas más grandes llamadas agregados y que se mantienen unidas a través del tiempo. Un suelo con buena estructura es fácil de cultivar, no es arrastrado por la lluvia ni por el viento, el agua y el aire penetran muy bien, las raíces de las plantas tienen buen desarrollo. Por el contrario, en un suelo con mala estructura el aire no puede penetrar, se pegan las herramientas de trabajo ya que cuando están húmedos son como una masa (Hudson 2006).

3.2.3 Color

Un carácter del suelo, fácil de observar y de uso cómodo para identificar un tipo de suelo dentro del cuadro regional o local. Pero, por una parte, el proceso que colorea el suelo no es siempre fundamental, y, por otra parte, la misma coloración o matices vecinos bien pueden resultar de causas diferentes. Es así que ese carácter debe ser utilizado con circunspección y sabiendo que raramente tiene valor como criterio de clasificación al nivel de los grandes tipos de suelos (Hudson 2006).

3.2.4 Consistencia

Es la firmeza con que se unen los materiales que lo componen o la resistencia de los suelos a la deformación y la ruptura. La consistencia del suelo se mide por muestras de suelo mojado, húmedo y seco. En los suelos mojados, se expresa como adhesividad y plasticidad, tal como se define infra. La consistencia del suelo puede estimarse en el campo mediante ensayos sencillos, o medirse con mayor exactitud en el laboratorio (IICA 1985).

3.2.5 Densidad aparente

Se define como la masa de suelo por unidad de volumen. Describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso (Keller y Hakansson 2010). Es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces. También se usa para convertir datos expresados en concentraciones a masa o volumen, cálculos muy utilizados en fertilidad y fertilización de cultivos extensivos.

La densidad aparente varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica; puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo sobre todo en los suelos con arcillas expandentes (Taboada y Alvarez 2008).

3.3 Propiedades químicas del suelo

Los elementos químicos del suelo pueden estar contenidos en la fase sólida, formando parte de la estructura de los minerales o incluidos en compuestos orgánicos. La fase líquida, contenidos en el agua del suelo. Por lo general, las moléculas están total o parcialmente disociadas en iones. El agua del suelo, junto con los nutrientes disueltos, recibe el nombre de solución del suelo (Dewis y Freitas 1984).

Los componentes inorgánicos del suelo son los elementos más abundantes de la corteza terrestre son el oxígeno (O) y el silicio (Si), que representan el 75 % del total, le siguen el aluminio (Al), el hierro (Fe), el calcio (Ca), el sodio (Na), el potasio (K) y el magnesio (Mg).

Los compuestos inorgánicos más abundantes son Las arcillas. Son silicatos de aluminio hidratados, con estructura laminar. Existen diferentes tipos de arcillas: Caolinita, mica, montmorillonita, vermiculita, clorita, entre otras.

3.3.1 Materia orgánica

La materia orgánica es uno de los componentes del suelo, en pequeña porción, formada por los restos vegetales y animales que por la acción del micro biota del suelo son convertidos en una materia rica en reservas de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micronutrientes.

Cuando son agregados restos orgánicos de origen vegetal o animal, los microorganismos del suelo transforman los compuestos complejos de origen orgánico en nutrientes en forma mineral que son solubles para las plantas; pero este proceso es lento, por lo tanto, la materia orgánica no representa una fuente inmediata de nutrientes para las plantas, sino más bien una reserva de estos nutrientes para su liberación lenta en el suelo (Wild 1988).

3.3.2 pH

Potencial de hidrógeno determina el grado de adsorción de iones (H+) por las partículas del suelo e indica si un suelo está acido o alcalino. Es el indicador principal en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo. El valor del pH en el suelo oscila entre 3,5 (muy ácido) a 9,5 (muy alcalino).

Los suelos muy ácidos (<5,5) tienden presentar cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso. Los suelos muy alcalinos (>8,5) tienden a dispersarse. La actividad de los organismos del suelo es inhibida en suelos muy ácidos y para los cultivos agrícolas el valor del pH ideal se encuentra en 6,5 (Parra e*t al.* 2002).

3.4 Propiedades biológicas del suelo

Las propiedades biológicas están asociadas a la presencia de materia orgánica y de formas de vida animal, tales como microorganismos, lombrices e insectos. Contribuyen a definir su capacidad de uso.

Las propiedades biológicas del suelo son muy importantes, ya que está constituida por la micro fauna del suelo, como hongos, bacterias, nematodos, insectos y lombrices, los cuales mejoran las condiciones del suelo acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica, además que entre ellos ocurren procesos de antagonismo o sinergia que permite un balance entre poblaciones dañinas y benéficas que disminuyen los ataques de plagas a las plantas.

La biodiversidad, que define el abanico de especies que son parte viva del suelo, es fundamental en todo sistema de producción autosustentable. La diversidad de especies presentes en la macro y micro fauna del sistema suelo, conforman un mundo subterráneo que es más amplio y complejo que el sistema natural de superficie, esto revela la complejidad de interrelaciones que allí se suceden y la importancia de implementar prácticas agronómicas que tiendan a su conservación.

Somarriba (1987) menciona que suelo es un subsistema con identidad propia dentro de los ecosistemas terrestres, que deriva del hecho de un flujo neto de energía contenido en la necromasa (materia muerta) que se incorpora. Estas circunstancias tienen un carácter universal, al margen de la heterogeneidad de los diferentes tipos de suelo en el espacio y el tiempo, y da lugar a la gran diversidad estructural de la biocenosis heterótrofa que es capaz de utilizar dicha energía, aunque también puede reconocerse una considerable cantidad de mecanismos funcionales que dotan el suelo de una enorme diversidad funcional.

La biocenosis edáfica *sensu stricto* está constituida por la micro flora (bacterias, hongos y algas), por micro y meso fauna, y por un grupo conspicuo de macro fauna, como es el caso de los lumbricidos.

3.5 Sistemas agroforestales

Somarriba (1987) indica que la agroforestería es una forma de uso de la tierra en la que se cumplen las siguientes condiciones fundamentales: Existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente; al menos una especie es una leñosa perenne; al menos una de las especies tiene fines agrícolas.

USDA (2015) indica que la agroforestería son una serie de sistemas y tecnologías del uso de la tierra en las que se combinan o interactúan árboles con cultivos agrícolas (anuales o perennes), en función del tiempo y del espacio, para incrementar y optimizar la producción en forma sostenida.

3.6 Sistemas agroforestales con café

A menudo se elogian a los sistemas agroforestales por su valor en la conservación de la biodiversidad, sin embargo, estos sistemas son realmente diseñados para mejorar los medios de vida de los agricultores mediante el aumento general de la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad (Estrada 2014).

3.6.1 Generalidades del café

El café (*Coffea arabica* L.) es el segundo producto comercial de más valor después del petróleo. En la mayoría de los países del mundo se consume café. El cafeto es una planta arbustiva o un árbol de poca altura, 4.5 a 6 metros, aunque en condiciones silvestres puede alcanzar mayor altura. La corteza del tronco es de color gris claro y las hojas de unos doce centímetros de largo son de un verde oscuro brilloso. Las flores son pequeñas, blancas y olorosas; la floración que sólo dura unos cuantos días atrae a los insectos polinizadores.

Los frutos se desarrollan durante los 6 a 7 meses siguientes a la floración; son bayas llamadas cerezas que maduran de un color carmesí brillante, dentro se encuentran, cubiertos por una pulpa dulce, dos semillas o granos y más raramente sólo uno. Una planta tarde de 5 a 8 años para estar en plena producción y esta dura de 15 a 20 años.

El café es originario de Etiopía (antiguamente Abisinia) y del Sudán y se extendió a otras partes del mundo pasando por Arabia. En la actualidad dos tercios de todo el café se cultivan en América Latina donde llegó vía Europa en el siglo XVIII.

De las numerosas especies de cafeto, sólo tres son de importancia comercial, pero dos solamente se utilizan ampliamente, *Coffea arabica* es la que más se cultiva y tiene la mayor demanda, crece en tierras altas, entre mil y dos mil metros.

Algunos cafetos tienen un rendimiento de 0.9 a 1.3 kg (2 a 3 lb) aunque se considera como promedio anual 0.45 kg (1lb). La cosecha del café es una actividad que ocupa una mano de obra numerosa y calificada. La cosecha mecánica es relativamente reciente y se realiza en grandes plantaciones, después se tienen que separar las cerezas maduras de las no maduras para lo cual se han diseñado métodos ópticos.

3.7 El cambio climático

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) argumenta que el cambio climático se manifiesta en diversas transformaciones climáticas tales como un aumento de la temperatura media global, modificaciones en el patrón de precipitaciones, alza del nivel del mar y reducción de la criosfera y modificaciones en los patrones de eventos climáticos a extremos (IPCC 2013).

El cambio climático es consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se originan en diversas actividades antropogénicas, principalmente derivadas de la quema de combustibles fósiles, del cambio de uso de suelo, de las actividades agrícolas y ganaderas y de los desechos (IPCC 2007).

Estas transformaciones climáticas están ocasionadas efectos económicos, sociales y ambientales significativos (IPCC 2007 y Nordhaus 1993). En este sentido, el cambio climático, desde una óptica económica, puede entenderse como una externalidad negativa y que requiere por tanto la instrumentación de un conjunto de políticas públicas que permitan atender sus causas y consecuencias globales, ello destaca la importancia de diseñar e instrumentar diversas estrategias de política pública que contribuyan a los procesos de adaptación al cambio climático y de mitigación de las emisiones de GEI (IPCC *et al*. 2007).

3.8 Calidad del suelo

La calidad del suelo se define como la capacidad continua de este recurso para mantener el crecimiento sano de las plantas y la productividad del ecosistema, lo cual depende de las características químicas, físicas y biológicas del mismo (Doran y Parkin, 1994). Con el objetivo de evaluar la calidad o estado de salud de un suelo, se puede considerar a la macro fauna edáfica como uno de los componentes biológicos que lo caracterizan.

La macro fauna está integrada por organismos pequeños que habitan en el suelo pero fácilmente detectables, entre los que se encuentran las lombrices de tierra, las termitas, las hormigas, los milpiés, las cochinillas, las arañas, los ciempiés y otros, quienes realizan importantes procesos y servicios ecosistémicos como son el reciclaje de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica y la conservación de la estructura del terreno, lo que garantiza la calidad y fertilidad del medio edáfico en sistemas naturales, agrícolas y forestales (Brown *et al*. 2001).

IV. MATERIALES Y METODO

4.1 Descripción de área de estudio

La comunidad de Troncones-Palmilla está ubicada en el municipio de Danlí en el departamento de El Paraíso, con una población de 1,603 habitantes según el censo nacional del 2015 y una extensión territorial de 73 km^2, limita al norte con aldea Buena vista y Cerro de León; al sur con aldea El Sacrificio; al este con la comunidad de La Lapa y al oeste con la aldea La Tristeza, todas ellas dentro del municipio de Danlí. En la zonas existe una vegetación mayormente de bosque de coníferas y pequeñas áreas de bosque latifoliado, por su abundancia en bosque de coníferas la mayoría de sus habitantes se dedican a la recolección de resina para su venta, así como también a la producción y venta de granos de café donde el programa CliFor brinda asistencia para mejorar los ingresos de las familias, por otra parte existe un grupo pequeño de personas que se dedican a la ganadería (Figura 1).

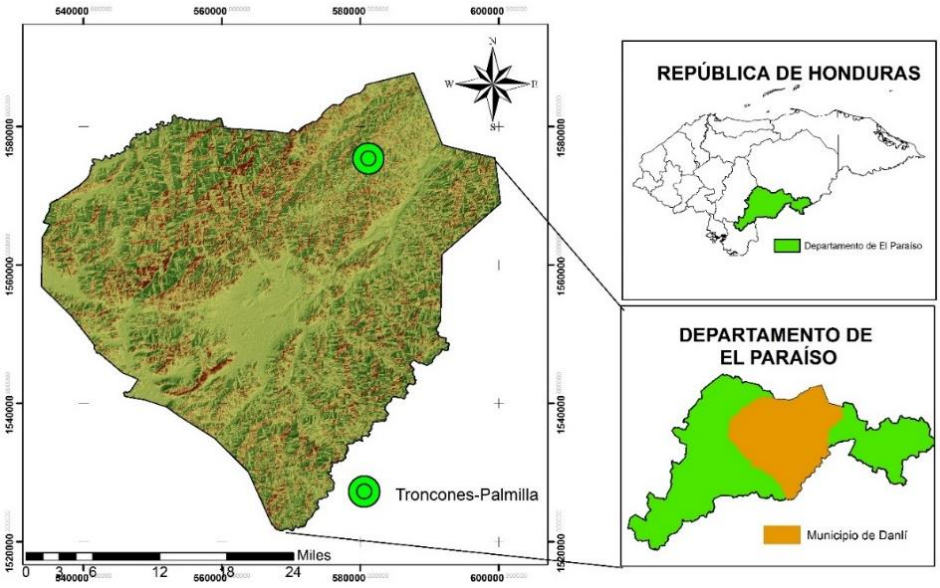


Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad de Troncones, Palmilla, Danlí

4.2 Materiales y equipo

El equipo utilizado para la ejecución del estudio es el siguiente: a nivel de oficina se utilizaron los software, ArcGis® y Microsoft Office®, A nivel de campo se utilizaron: para determinar algunos parámetros físicos, químicos y la cantidad de macro organismo, se utilizó para le extracción de la muestra de suelo herramientas como ser cilindro de tubo PVC, pala, bolsas plásticas, martillo, machete, balanza, goteros, tabla de Munsell y láminas ilustrativas, también se utilizó un horno microondas para eliminar el contenido de humedad de las muestras de suelo.

4.3 Determinación de características físicas, químicas y macro organismos del suelo

Al momento de realizar el muestreo se tomó en cuenta que no se hubiese fertilizado en las fincas ya que esto representaría una alteración en los resultados finales del análisis. Para la toma de muestras de suelo se utilizó la metodología de Calderón y Pavlova (1999) y la FHIA (2006) que indican inicialmente reconocer las parcelas las muestrear para poder decidir los puntos para tomar sub muestras.

Se hizo una excepción con la decisión de puntos de muestreo ya que se recorrieron las fincas tomando puntos con el GPS en los linderos de cada una con lo que mediante el software de ArcGis® se pudo obtener polígonos (mapas de la finca) y con la herramienta Hawths Analysis Tools® se hizo una cuadricula en cada finca a la cual cada 15 o 20 metros se le dio una coordenada y estos fueron los puntos de muestreo para su ubicación en campo. En cada punto de muestreo con una pala se hizo un corte en V, de entre 25 y 30 cm de profundidad.

Las muestras no se homogenizaron, se analizaron a nivel de campo e individual, para el análisis químico las muestras de suelo de cada finca se homogenizaron y posteriormente se enviaron al laboratorio de El Zamorano (Anexo 1).

4.4 Estimación de las propiedades físicas del suelo

En cada finca se realizó una calicata de un metro cuadrado, donde a cada horizonte encontrado se le determinó el color, la textura, la estructura y la consistencia. Así mismo esto sirvió para ver el grado de formación del suelo de los sitios bajo estudio.

a. Determinación de la textura del suelo

La determinación de la textura se hizo mediante la metodología Trejo *et al*. (1999), que indica tomar un volumen de suelo y colocarla en la mano izquierda después se agregó agua lentamente. Con la mano derecha se manipuló hasta que tomó consistencia pegajosa, con la cual se formó una bola de unos 2 a 5 cm de diámetro. Cuando el cual el volumen del suelo se vuelve maleable se puede determinar su textura. Para esta determinación se tuvo el cuidado de que el suelo no estuviera demasiado húmedo, ya que la investigación se desarrolló durante la época lluviosa, en algunos caso la muestra fue llevada para ser calculada bajo techo (Anexo 2).

b. Determinación de la estructura del suelo

Para la determinación de la estructura se utilizó la metodología de Hulak (1981). Se tomó una muestra de suelo, procurando mantenerlo con la forma original hasta que se procedió a manipularlo. Se presionó ligeramente al principio y poco a poco se aplicó mayor presión para permitir que se rompa, de manera tal que quedaron en la forma original los agregados. Cuando la muestra de suelo cedió, se identificó la estructura a través de la forma que tomó con láminas gráficas llevadas a campo debidamente laminadas para su protección (Anexo 3).

c. Determinación del color del suelo

Para la determinación se tomó una muestra de suelo de unos cinco cm, luego esta muestra se comparó con la matriz de colores en la tabla de Munsell. Posteriormente se obtuvo la nomenclatura y color. Las muestras para la terminación del color se pusieron en bolsas plásticas secas y limpias y debidamente etiquetas con la información del uso de suelo, el sitio y el productor, su determinación se realizó en la UNA.

d. Determinación de la densidad aparente

Se utilizó la metodología Donald y Lobo (2000) con la ayuda de un martillo y un pedazo de madera se introdujo un cilindro de dimensiones conocidas en el suelo aproximadamente en los primeros 15 cm, después con una pala se saca el cilindro y se corta el suelo sobrante de los extremos del cilindro. Después se sacó el suelo del cilindro y se colocó en una bolsa debidamente rotulada para secarlas al horno a una temperatura de 105ºC, luego de deshidratar las muestras se sacaron para pesarlas y calcular la densidad aparente con la ecuación:

$$Da = \frac{Pss}{Vc}$$

Dónde:

Da= Densidad aparente (g cm^{-3})

Pss= peso de suelo seco (g)

Vc= volumen del cilindro (cm^3)

e. Determinación de la consistencia del suelo

Para la estimación de la consistencia suelo en seco y húmedo se realizó siguiendo la metodología de Trejo *et al*. (1999). Que indica tomar un terrón de suelo seco y tratar de romperlo manualmente y categorizándole de acuerdo a la dureza del mismo desde blando a muy duro (Tabla 1).

Como el estudio se realizó en época lluviosa, las muestras de suelo para la determinación de la consistencia en suelo seco se dejaban varios días para que se secaran a temperatura ambiente.

Tabla 1. Parámetros de la determinación de consistencia en suelo seco. Modificado de Trejo *et al*. (1999)

Variable	Descripción
Blando	El terrón es débil, se rompe fácilmente y se desmenuza en polvo o granuloso
Ligeramente duro	El terrón es débilmente resistente a la presión y fácilmente quebradizo entre los dedos pulgar e índice
Duro a muy duro	El terrón es muy resistente a la presión, puede ser quebrado con las manos con dificultad, pero no podrá ser quebrado con la presión de los dedos índice y pulga

Para la determinación de consistencia con el suelo húmedo se agregó agua poco a poco permitiendo que el agua se filtre en su totalidad de la superficie del terrón, luego se procedió a determinar la consistencia. Se determinó la consistencia del suelo seco usando cuadros con información para ello, categorizando el suelo de friable a muy firme (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros de la determinación de consistencia en suelo húmedo. Modificado de Trejo *et al*. (1999)

Variable	Descripción
Fiable	El terrón se desmenuza fácilmente bajo una ligera presión de los dedos pulgar e índice
Firme	El terrón se desmenuza bajo una moderada presión entre los dedos; débilmente resistente a la presión y fácilmente quebradiza entre los dedos pulgar e índice, pero se distingue claramente su resistencia
Muy firme	El terrón es muy resistente a la presión, se desmenuza con dificultad

4.5 Estimación de la densidad de macro organismos en el suelo

Según la metodología TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) (Anderson e Ingram 1993) se recomienda por lo menos cinco unidades de muestreo, para este estudio se realizaron cinco puntos de muestreo en cada finca con orientación al azar, en cada punto se midieron bloques de 25 x 25 cm para marcar la posición del monolito, luego se cavó una zanja a su alrededor de 25 cm de ancho y 30 cm de profundidad.

En el procedimiento se recolectaron los macro invertebrados que se encuentran en la hojarasca y mediante se avanzaba en la excavación se iban recolectando los macro organismos del interior del suelo, y se hizo una clasificación de los macro organismos encontrados en cada finca (Figura 2).

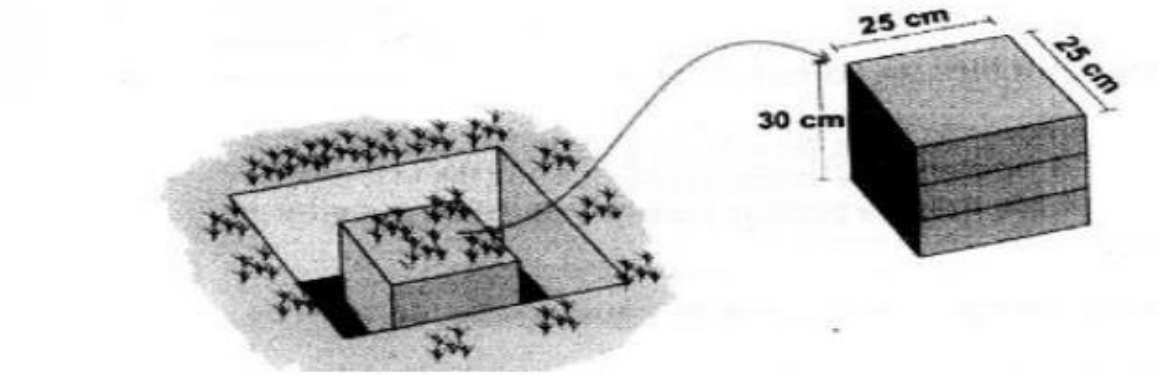


Figura 2. Esquema para la extracción del volumen de suelo en el estudio, modificado de Anderson e Ingram, 1993

De acuerdo al número total ínvidos encontrados se hizo una clasificación de acuerdo a la FAO (1981) (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación para cuantificar la densidad de macro organismos en el suelo. FAO (1981)

Nulo	No se observa ningún organismos (solo en casos excepcionales)
Bajo	Se observa de entre 1 – 20 organismos
Moderado	Se observan entre 21 – 60 organismos
Alto	Se observan más de 60 organismos

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Finca del Sr. Eduar Campos

La finca está ubicada en la comunidad de El Bosque (latitud: 14°19'52.81"N, longitud 86°13'39.79"O) municipio de Danlí, departamento de El Paraíso con una área de 0.37 ha, es una finca demostrativa del Proyecto CliFor con un sistema agroforestal no definido ya que solo cuenta con un poco cantidad de árboles maderables y algunas musáceas, la finca esta descuidada debido a la falta de interés del productor. Se tomaron puntos con el GPS del contorno de la finca, después se procedió a la elaboración del polígono de la finca (Figura 3).

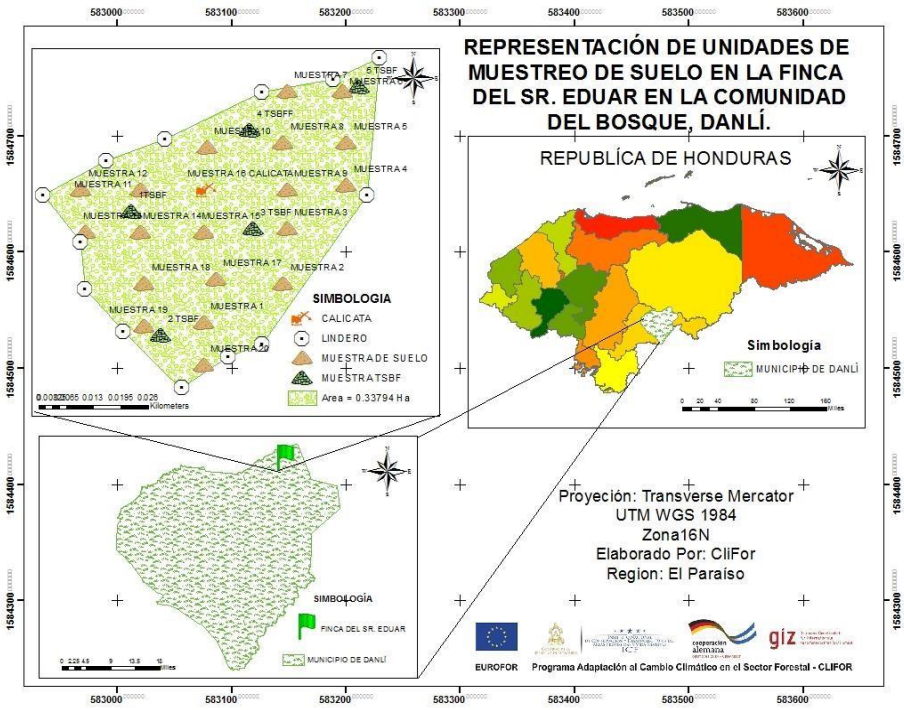


Figura 3. Ubicación geográfica de la finca del Sr. Eduar Campos en El Bosque, Palmilla

5.2 Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Eduar Campos

Para el conocimiento de los perfiles del suelo de la finca se realizó un levantamiento de suelo, donde se identificó sus horizontes permitiendo conocer en detalle las características edáficas del suelo de la finca (Tabla 4).

Tabla 4. Descripción del perfil del suelo en la finca del Sr. Eduar Campos en la comunidad de El Bosque, Palmilla

Horizonte	Profundidad	Evaluación
A	0-24 cm	Color 7.5 YR 4/2 Brown, textura: franco-arenosa, estructura: granular, consistencia en seco: blando y en húmedo friable.
B	24-42 cm	Color 10 YR 5/2 grayish Brown, textura: franco arenosa, estructura: granular, consistencia en seco: blando y en húmedo friable.
C	42-63 cm	A partir de esta profundidad el suelo es arenoso dificultando su identificación edáfica.



5.2.1 Resultados de las muestras de suelo en la finca del Sr. Eduar Campos

El análisis de las 20 muestras obtenidas de la finca presenta una estructura granular, una textura mayormente franco/arenosa y una consistencia en seco entre blando y ligeramente blando y en húmedo mayormente friable (Tabla 5).

Tabla 5. Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Eduar Campos, en la comunidad de El Bosque, Palmilla

Muestra #	X	Y	Elevación (msnm)	Estructura	Consistencia		Textura	Color	Da g cm3
					Seco	Humedo			
M1	583292	1584487	441	Granular	Ligeramente Blando	Muy Friable	Franco - Arenosa	10 YR 5/2 grayish brown	0.9
M2	583311	1584496	442	Granular	Blando	Friable	Franco - Arenosa	10 YR 5/2 grayish brown	0.9
M3	583312	1584509	439	Granular	Blando	Muy Friable	Franco - Arenosa	10 YR 5/2 grayish brown	1.2
M4	583326	1584519	432	Granular	Blando	Muy Friable	Franco - Arenosa	10 YR 5/2 grayish brown	1.3
M5	583326	1584529	430	Granular	Ligeramente Blando	Muy Friable	Franco - Arenosa	10 YR 5/2 grayish brown	1.3
M6	583325	1584541	429	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenosa	10 YR 5/2 grayish brown	1.2
M7	583312	1584541	428	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenosa	7.5 YR 4/2 brown	0.8
M8	583311	1584529	430	Granular	Ligeramente Blando	Muy Friable	Franco - Arenosa	7.5 YR 4/2 brown	1.4
M9	583312	1584518	431	Granular	Ligeramente Blando	Muy Friable	Franco - Arenosa	7.5 YR 4/2 brown	1.1
M10	583293	1584528	428	Granular	Ligeramente Blando	Muy Friable	Franco - Arenosa	7.5 YR 4/2 brown	1.3
M11	583277	1584518	430	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenosa	10 YR 5/4 yellowish brow	1.3
M12	583263	1584518	430	Granular	Blando	Friable	Franco - Arenosa	10 YR 5/4 yellowish brow	1.2
M13	583264	1584508	432	Granular	Blando	Friable	Franco - Arenosa	10 YR 5/4 yellowish brow	0.9
M14	583277	1584508	432	Granular	Blando	Friable	Franco	10 YR 5/4 yellowish brow	0.8
M15	583292	1584508	433	Granular	Blando	Friable	Franco	10 YR 5/4 yellowish brow	0.9
M16	583293	1584518	435	Granular	Blando	Friable	Franco	10 YR 5/4 yellowish brow	1.3
M17	583295	1584497	437	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenosa	7.5 YR 4/2 brown	1.3
M18	583278	1584496	437	Granular	Blando	Friable	Franco - Arenosa	7.5 YR 4/2 brown	1.3
M19	583278	1584486	441	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenosa	7.5 YR 4/2 brown	1.3
M20	583292	1584477	447	Granular	Blando	Friable	Franco - Arenosa	7.5 YR 4/2 brown	0.9

Con las propiedades físicas de la finca se pudo conocer la distribución de la textura en la finca la cual en su mayoría es franco/arenosa (Figura 4).

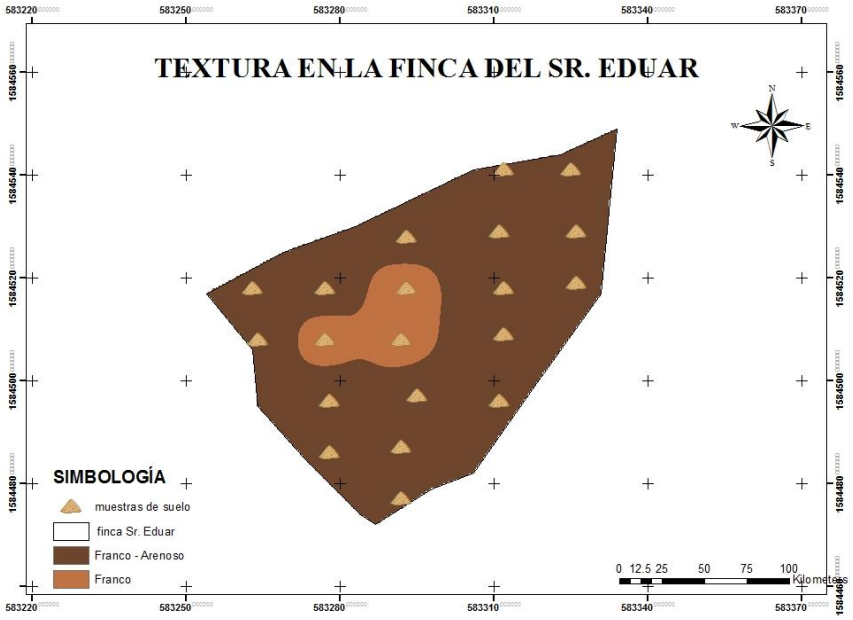


Figura 4. Textura en la finca del Sr. Eduar Campos en la comunidad del Bosque, Palmilla

5.2.2 Evaluación de la macro fauna del suelo en la finca del Sr. Eduar Campos

En la finca se realizaron cinco muestreos para conocer el balance de macro organismos en el primer bloque se encontraron 11 de la clase *Annelida*, lombrices (*Lumbricus terrestris*), en el segundo bloque seis *Lumbricus terrestris* y 12 hormigas de la familia *formicidae* en el tercer bloque se encontraron nueve *Lumbricus terrestris* y 18 *formicidae* en el cuarto bloque cinco *Lumbricus terrestris* y en el quinto bloque cinco *Lumbricus terrestris.* En la identificación de los macro organismos se concordó que las *Lumbricus terrestris* pertenecen a la categoría ecológica de las anécicas y endógenas ya que se encontraron al remover el suelo (Tabla 6).

Tabla 6. Macro organismos en la finca del Sr. Eduar Campos en la comunidad de El Bosque, Palmilla

Organismo de Macro Fauna	muestra 1	muestra 2	muestra 3	muestra 4	muestra 5	Total
Lombrices *(Lumbricus terrestris)*	11	6	9	5	6	37
Hormigas *(Formicidae)*	X	12	18	X	X	30
Total de Macro Fauna						67





Según la clasificación de la FAO la cantidad de macro organismos es la finca es alta ya que se encontraron más de 60 en total, lo que concuerda con la relación lombrices/hormigas: 37/30 = 1.23 que indica alta calidad del suelo.

5.2.3 Monitoreo de la condición climática en la zona de la finca del Sr. Eduar Campos

Los datos fueron obtenidos mediante el registro diario que hace el productor, los datos registrados corresponde al mes de enero hasta septiembre no se tomó en cuenta los meses de octubre y noviembre debido a datos incompletos (Tabla 7).

Tabla 7. Registro de temperatura y precipitación en la finca del Sr. Eduar Campos en la comunidad de El Bosque, Palmilla

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Precipitación (mm)	56	47	92	97	135	233	432	121	97
Temperatura (°C)	18.7	23.5	24.8	25.2	26.3	25.6	26.8	22.7	16.4

Según los datos de registro la cantidad de precipitación entre enero y septiembre fue de 1,310 mm y la temperatura se mantuvo en un promedio mensual entre los 16 y 27 centígrados siendo julio el mes que registró mayor temperatura 26.8°C y septiembre donde se registró la menor temperatura 16.4°C, en cuanto a la precipitación la mayor cantidad registrada fue en el mes de julio 432 mm y la menor en el mes de febrero 47 mm (Figura 5).

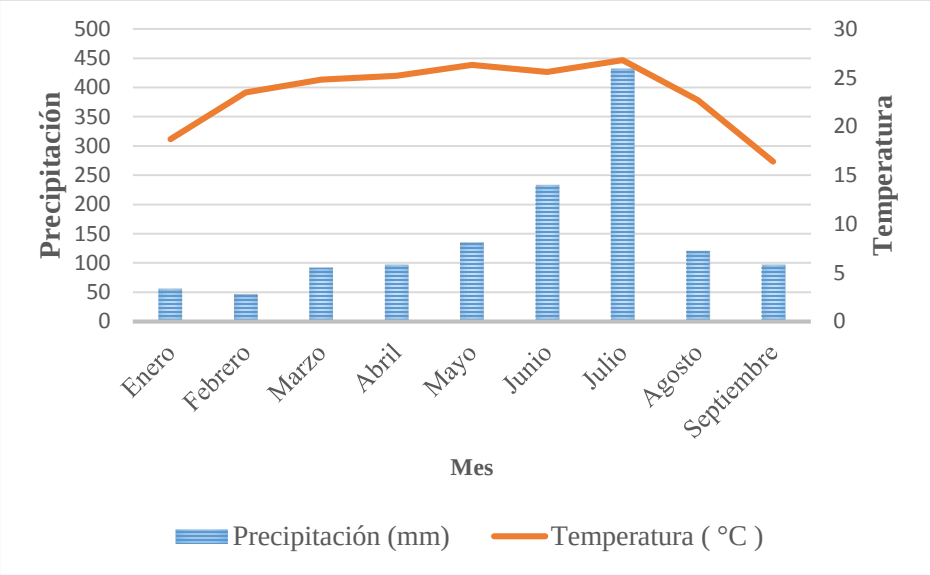


Figura 5. Climograma de la finca del Sr. Eduar Campos en la comunidad de El Bosque, Palmilla

5.3 Finca del Sr. Enrique Castillo

La finca está ubicada en la comunidad de El Bosque, Palmilla (latitud: 14°17'39.22"N, longitud 86°13'15.09"O) municipio de Danlí, departamento de El Paraíso con una área de 0.54 ha, es una finca demostrativa del Proyecto CliFor esta cuenta con plantas de una edad joven que han sido donadas por el proyecto, existe un sistema agroforestal definido lo que beneficia obtener una sombra de un 75% en la finca.

El sistema agroforestal está constituido mayormente por árboles forestales y musáceas aunque en los linderos se pueden encontrar diversidad de árboles frutales como ser: naranjo, limón, limón-mandarina, mandarina, ciruelo y cultivo de piña (Figura 6).

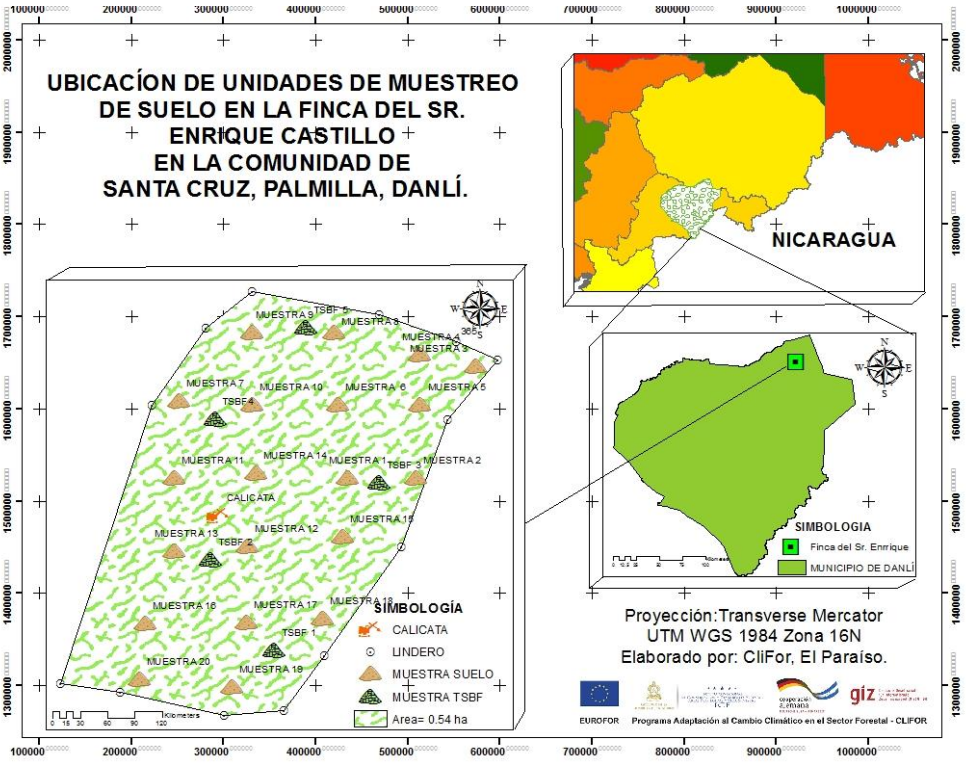


Figura 6. Ubicación geográfica de la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla

5.4 Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Enrique Castillo

En la finca se hizo un levantamiento de suelo al igual que en la finca del Sr. Eduar Mendoza con el objetivo de conocer los horizontes del suelo de la zona de estudio (Tabla 8).

Tabla 8. Descripción del perfil del suelo en la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla

Horizonte	Profundidad (cm)	Evaluación
A	0-34cm	Color 7.5 YR 5/3 Brown, textura: franco, estructura: granular, consistencia en seco: ligeramnete blando y en húmedo friable.
B	34-65 cm	Color 5YR 5/2 reddish gray, textura: franco arenosa, estructura: granular, consistencia en seco: blando y en húmedo friable.
C	65-80 cm	Color 10 YR 5/2 grayish brown partir de los 73 cm el suelo se vuelve arenoso dificultando su identificación edáfica.



5.4.1 Resultados de las muestras de suelo en la finca del Sr. Enrique Castillo

Se recolectaron un total de 20 muestras las cuales se evaluaron individualmente y en cuanto a la estructura presenta una similitud con la finca del Sr. Eduar ya que en los primeros cm de profundidad se presenta granular, en cuanto a la consistencia en seco predomina la ligeramente blando y en húmedo la consistencia friable (Tabla 9).

Tabla 9. Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla

Muestra #	X	Y	Elevación (msnm)	Estructura	Consistencia		Textura	Color	Da g cm3
					Seco	Humedo			
M1	584056	1580397	765	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco	7.5 YR 5/3 brown	1.2
M2	584071	1580397	772	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco	7.5 YR 5/3 brown	1.2
M3	584086	1580414	776	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco	7.5 YR 5/3 brown	1.2
M4	584072	1580424	784	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco	7.5 YR 5/3 brown	1.2
M5	584072	1580413	778	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco	7.5 YR 5/3 brown	1.1
M6	584054	1580413	777	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco	7.5 YR 5/3 brown	1.2
M7	584019	1580414	780	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco	10 YR 5/2 grayish brown	0.9
M8	584053	1580429	783	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco	11 YR 5/2 grayish brown	0.9
M9	584035	1580429	784	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco - Arenoso	12 YR 5/2 grayish brown	1.3
M10	584035	1580413	768	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco - Arenoso	5YR 5/2 reddish gray	1.1
M11	584018	1580397	761	Granular	Blando	Muy Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.1
M12	584034	1580382	766	Granular	Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.1
M13	584018	1580381	771	Granular	Blando	Friable	Franco - Arenoso	5YR 5/2 reddish gray	1.1
M14	584036	1580398	771	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	0.8
M15	584055	1580384	778	Granular	Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	0.9
M16	584018	1580365	777	Granular	Blando	Friable	Franco - Arcilloso	10 YR 5/2 grayish brown	0.9
M17	584035	1580366	782	Granular	Blando	Friable	Franco - Arenoso	11 YR 5/2 grayish brown	0.8
M18	584055	1580368	781	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco - Arenoso	12 YR 5/2 grayish brown	0.8
M19	584034	1580351	775	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.1
M20	584018	1580351	768	Granular	Ligeramente - Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.1

En la finca se observó una diferencia en cuanto a la textura del suelo con respecto a la finca del Sr. Eduar ya que aunque en esta predomina la franco/arenosa se pudo observar más presencia de la textura franco en el área de la finca (Figura 7).

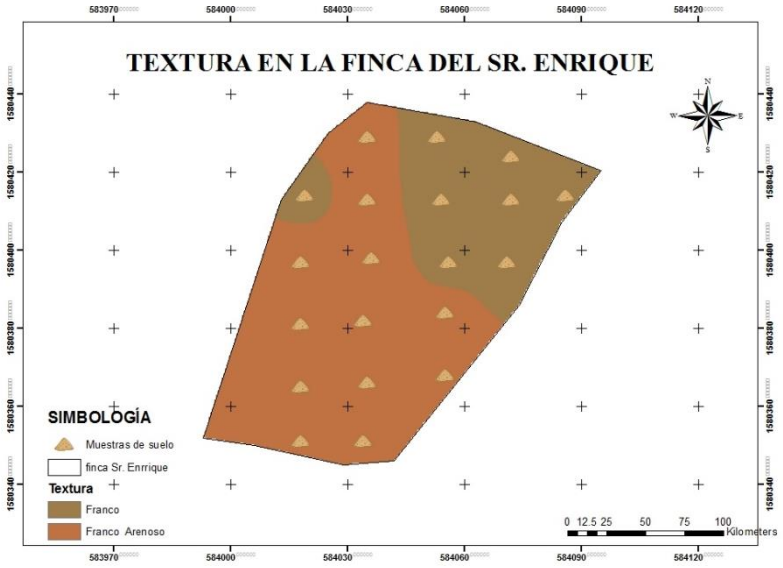


Figura 7. Textura en la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla

5.4.2 Evaluación de la macro fauna del suelo en la finca del Sr. Enrique Castillo

Se realizaron cinco muestreos en la zona de la finca con ubicación al azar en el primer bloque se identificaron seis de la clase *Annelida*, lombrices (*Lumbricus terrestris*), tres de la familia *Myrmecinae*, hormiga brava especie *Solenopsis geminata*, en el segundo bloque se encontraron ocho *Lumbricus terrestris* y siete *Solenopsis geminata*, en el tercer bloque se encontraron 14 *Lumbricus terrestris* y dos gallina ciega (*Phyllophaga spp*.), en el cuarto bloque se encontraron seis *Lumbricus terrestris*, cinco *Solenopsis geminata* y un *Phyllophaga spp* en el quinto bloque de muestreo se encontraron nueve *Lumbricus terrestris*, tres *Solenopsis geminata* y un *Phyllophaga spp* (Tabla 10).

Tabla 10. Macroorganismos en la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla

Organismo de Macro Fauna	muestra 1	muestra 2	muestra 3	muestra 4	muestra 5	Total
Lombrices *(Lumbricus terrestris*)	6	8	14	6	9	43
Hormigas *(Solenopsis geminata)*	3	7	X	5	3	18
gallina ciega (*Phyllophaga spp* .)	X	X	2	1	1	4
Total de macro fauna						65







En el muestreo en la finca se encontró la hormiga *Solenopsis geminata*, con respecto a la finca del Sr. Eduar Mendoza y la gallina ciega (*Phyllophaga spp*.). Los resultados obtenidos al igual que en la finca del Sr. Eduar Mendoza muestran una alta cantidad de macro organismos ya que superan el numero establecido por la FAO de 60 macro organismos, esto también se ve reflejado en la relación lombrices/ hormigas: 43/18= 2.3 lo que refleja una alta calidad del suelo.

5.4.3 Monitoreo de la condición climática en la zona de la finca del Sr. Enrique Castillo.

En la finca se tomaron registros entre los meses de enero hasta septiembre para tener unificación con las demás fincas estudiadas (Tabla 11).

Tabla 11. Registro de temperatura y precipitación en la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Precipitación (mm)	72	57	86	73	106	223	467	152	102
Temperatura (°C)	21.6	26.4	23.5	23	24.8	26.2	25.8	24.8	19.6

Según los datos de registro la cantidad de precipitación entre enero y septiembre fue de 1,406 mm, la temperatura se mantuvo en un promedio mensual entre los 19.5 y 26.5 °C siendo febrero el mes que registró mayor temperatura 26.4°C y septiembre donde se registró la menor temperatura 19.6°C, en cuanto a la precipitación la mayor cantidad registrada fue en el mes de julio 467 mm y la menor en el mes de febrero 57 mm (Figura 8).

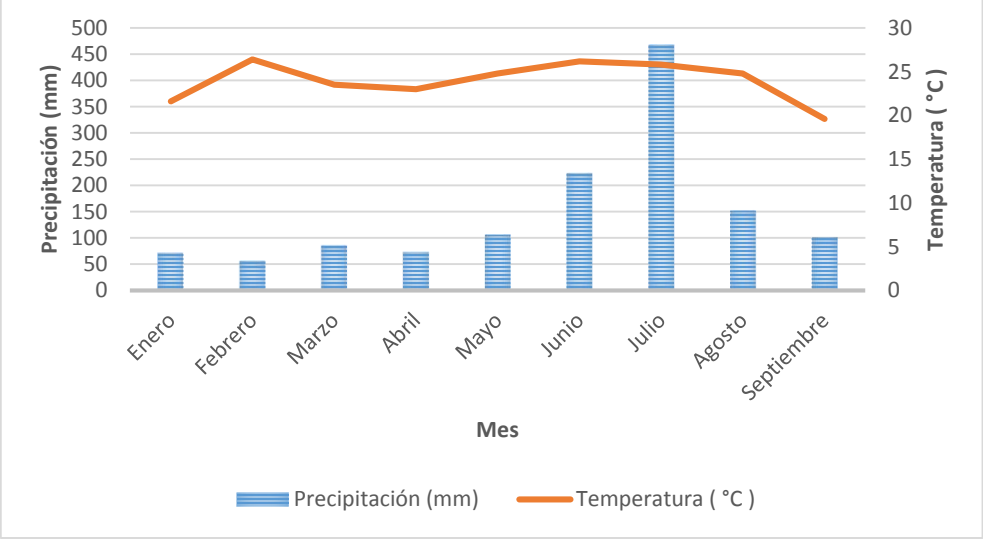


Figura 8. Climograma de la finca del Sr. Enrique Castillo en la comunidad de El Bosque, Palmilla

5.5 Finca del Sr. José Mendoza

La finca está ubicada en la comunidad de Palmilla (latitud: 14°18'7.73"N, longitud 86°14'10.26"O) municipio de Danlí, departamento de El Paraíso con una área de 1.05 ha, es una finca demostrativa del Proyecto CliFor en la cual se han obtenidos los mejores resultados y se puede tomar como ejemplo sobre la buena implementación de técnicas para mejorar y conservar el suelo.

Se tiene un aproximado de 5000 plantas de café sembradas, es un sistema agroforestal bien establecido. Cuenta con plantas forestales de guama, guayaquil mejorado, laurel, cedro, gandul, aguacate, 5 tipos de musáceas, cultivos de tomate, chile, pataste, caña, piña y yerbabuena (Figura 9).

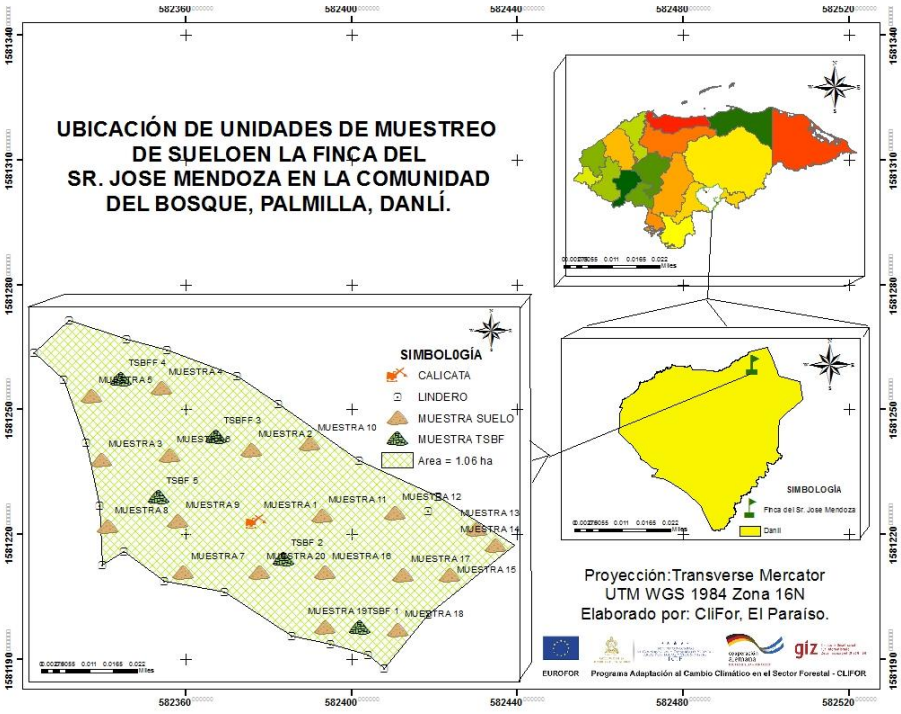


Figura 9. Ubicación geográfica de la finca del Sr. José Mendoza en la comunidad de Palmilla, Danlí

5.6 Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. José Mendoza

En la finca se hizo un levantamiento de suelo con el objetivo de conocer los horizontes del suelo de la zona de estudio los cuales denotaron las transiciones entre los horizontes del suelo (Tabla 12).

Tabla 12. Descripción del perfil del suelo en la finca del Sr. José Mendoza, en la comunidad de Palmilla, Danlí

Horizonte	Profundidad	Evaluación
A	0-26cm	Color 5 YR 3/2 dark reddish brown, textura: franco/arenosa, estructura: granular, consistencia en seco: ligeramnete blando y en húmedo friable.
B	26-54 cm	Color 7.5 YR 5/3 bronw, textura: franco arenosa, estructura: granular, consistencia en seco: blando y en húmedo friable.
C	54-100 cm	Color 10 YR 5/8 yellowish brown partir de los 82 cm el suelo se vuelve arenoso dificultando su identificación edáfica.



5.6.1 Resultados de las muestras de suelo en la finca del Sr. José Mendoza

Al igual que en las fincas anteriores se recolectaron un total de 20 muestras, las cuales se evaluaron individualmente. Los resultados obtenidos muestran el mantenimiento de la estructura granular, la consistencia en seco ligeramente blando en la mayoría de muestras (Tabla 13).

Tabla 13. Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. José Mendoza, en la comunidad de Palmilla, Danlí

Muestra #	X	Y	Elevación (msnm)	Estructura	Consistencia		Textura	Color	Da g cm3
					Seco	Humedo			
M1	582419	1581253	748	granular	Ligeramete duro	friable	franco - arenoso	5 YR 3/2 dark reddish brown	1.3
M2	582417	1581279	737	granular	Ligeramete duro	friable	franco - arenoso	5 YR 3/2 dark reddish brown	1.2
M3	582359	1581275	737	granular	Ligeramete duro	friable	franco - arenoso	5 YR 3/2 dark reddish brown	1.2
M4	582384	1581302	727	granular	Ligeramete duro	firme	franco	5 YR 3/2 dark reddish brown	1.3
M5	582358	1581299	728	granular	Ligeramete duro	friable	franco - arenoso	5 YR 3/2 dark reddish brown	0.9
M6	582387	1581277	737	granular	Ligeramete duro	friable	franco - arenoso	5 YR 3/2 dark reddish brown	0.9
M7	582392	1581234	754	granular	Duro	firme	franco	5 YR 3/2 dark reddish brown	0.9
M8	582364	1581251	747	granular	Ligeramete duro	firme	franco - arenoso	5 YR 3/2 dark reddish brown	0.9
M9	582390	1581253	747	granular	Duro	firme	franco - arenoso	5 YR 3/2 dark reddish brown	1.1
M10	582442	1581281	738	granular	Ligeramete duro	friable	franco - arenoso	5 YR 3/2 dark reddish brown	1.1
M11	582443	1581255	745	granular	Ligeramete duro	friable	franco - arenoso	7.5 YR 5/3 bronw	1.1
M12	582470	1581256	746	granular	Ligeramete duro	friable	franco	7.5 YR 5/3 bronw	1.1
M13	582500	1581250	755	granular	Ligeramete duro	friable	franco	7.5 YR 5/3 bronw	1.1
M14	582507	1581244	757	granular	Ligeramete duro	firme	franco - arenoso	7.5 YR 5/3 bronw	1.1
M15	582490	1581233	752	granular	Ligeramete duro	friable	franco - arenoso	10 YR 5/8 yellowish brown	1.2
M16	582444	1581234	754	granular	Ligeramete duro	friable	franco - arenoso	10 YR 5/8 yellowish brown	1.1
M17	582473	1581233	752	granular	Ligeramete duro	firme	franco - arenoso	5YR 5/8 yellowish red	1.1
M18	582471	1581213	757	granular	Ligeramete duro	friable	franco	5YR 5/8 yellowish red	1.2
M19	582444	1581214	760	granular	Ligeramete duro	friable	franco - arenoso	5YR 5/8 yellowish red	1.2
M20	582420	1581234	755	granular	Ligeramete duro	fierme	franco - arenoso	5YR 5/8 yellowish red	1.1

La finca del Sr. José Mendoza presentó una textura prácticamente franco/arenosa lo cual tiene similitud con la finca del Sr. Eduar Mendoza donde también se encontró una mayoría de esa textura (Figura 10).

5.6.2 Evaluación de la macro fauna del suelo en la finca del Sr. José Mendoza

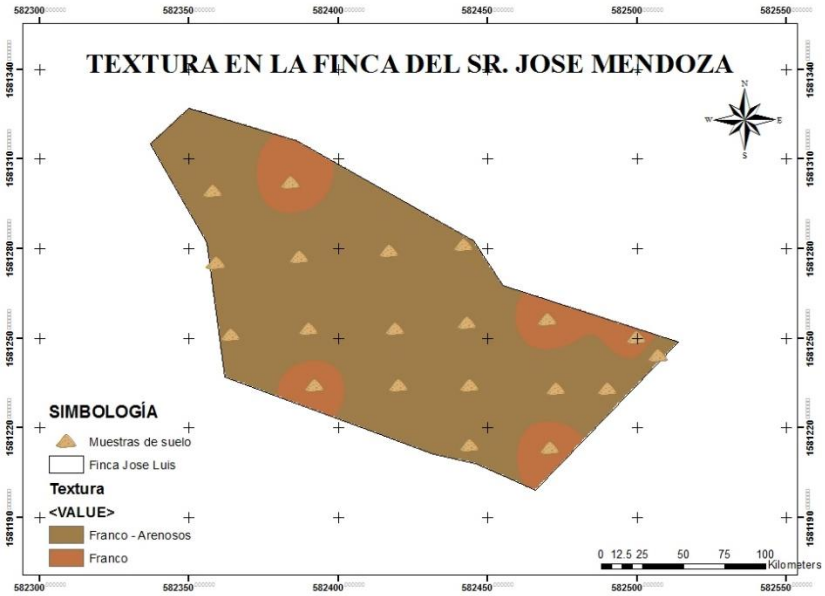


Figura 10.Textura en la finca del Sr. José Mendoza en la comunidad de Palmilla, Danlí

Se realizaron cinco muestreos en la zona de la finca con ubicación al azar en el primer bloque se identificaron siete de la clase *Annélida*, lombrices (*Lumbricus terrestris*), cinco de la familia Myrmecinae, hormiga brava especie *Solenopsis geminata*, en el segundo bloque se encontraron 13 *Lumbricus terrestris* y cinco *Solenopsis geminata*, en el tercer bloque se encontraron 14 *Lumbricus terrestris* y un escarabajo de la familia *Scarabaeidae* adulto, en el cuarto bloque se encontraron ocho *Lumbricus terrestris*, ocho *Solenopsis geminata* y un escarabajo adulto y en el quinto bloque de muestreo se encontraron nueve *Lumbricus terrestris*, y seis Solenopsis geminata (Tabla 14).

Tabla 14. Macroorganismos en la finca del Sr. José Mendoza en la comunidad de Palmilla, Danlí

Organismo de Macro Fauna	muestra 1	muestra 2	muestra 3	muestra 4	muestra 5	Total
Lombrices *(Lumbricus terrestris*)	7	13	14	8	9	51
Hormigas *(Solenopsis geminata)*	5	5	X	8	6	24
Escarabajo (Scarabaeidae)	X	X	1	x	1	2
Total de macro fauna						77







En esta finca, al igual que en la finca del Sr. Enrique se encontró la hormiga *Solenopsis geminata*, también se encontró el escarabajo de la familia *Scarabaeidae* pero no en larva si no en su forma adulta. Los resultado en la finca muestran una alta cantidad de macro organismos ya que superan el numero establecido por la FAO de 60 macro organismos, esto también se ve reflejado en la relación lombrices/ hormigas: 51/24= 2.1 lo que refleja una alta calidad del suelo.

5.6.3 Monitoreo de la condición climática en la zona de la finca del Sr. José Mendoza

En la finca se tomaron registros entre los meses de enero hasta septiembre para tener unificación con las demás fincas estudiadas (Tabla 15).

Tabla 15. Registro de temperatura y precipitación en la finca del Sr. José Mendoza en la comunidad Palmilla, Danlí

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Precipitación (mm)	35	52	132	57	84	280	436	202	92
Temperatura (°C)	19.6	24	22.2	23.5	22.8	27.2	23.7	24.2	20.7

Según los datos de registro la cantidad de precipitación entre enero y septiembre fue de 1,370 mm y la temperatura se mantuvo en un promedio mensual entre los 19.5 y 27.5 centígrados siendo junio el mes que registró mayor temperatura 27.2°C y enero donde se registró la menor temperatura 19.2°C, en cuanto a la precipitación la mayor cantidad registrada fue en el mes de julio 436 mm y la menor en el mes de enero 35 mm (Figura 11).

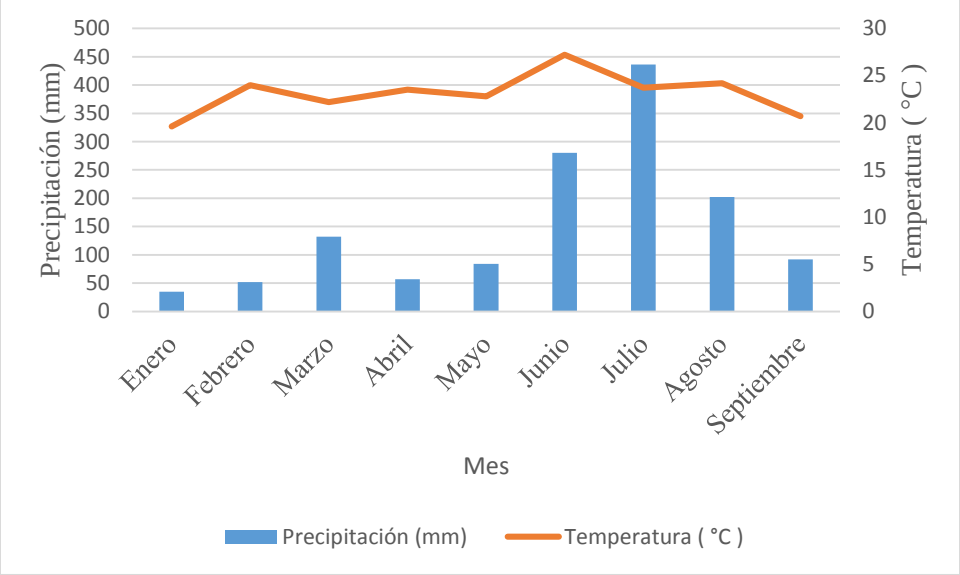


Figura 11. Climograma de la finca del Sr. José Mendoza en la comunidad de Palmilla, Danlí

5.7 Finca de Sr. Gustavo Colindres

La finca del Sr. Gustavo está ubicada en la comunidad de Palmilla (latitud14°14'45.65"N, longitud 86°15'35.45"O), municipio de Danlí, departamento de El Paraíso. Tiene un área de 3.2 ha, es una finca que cuenta con un sistema agroforestal de plantas maderables de las que se cuenta con más de 300 caobas certificadas según el propietario (Figura 12).

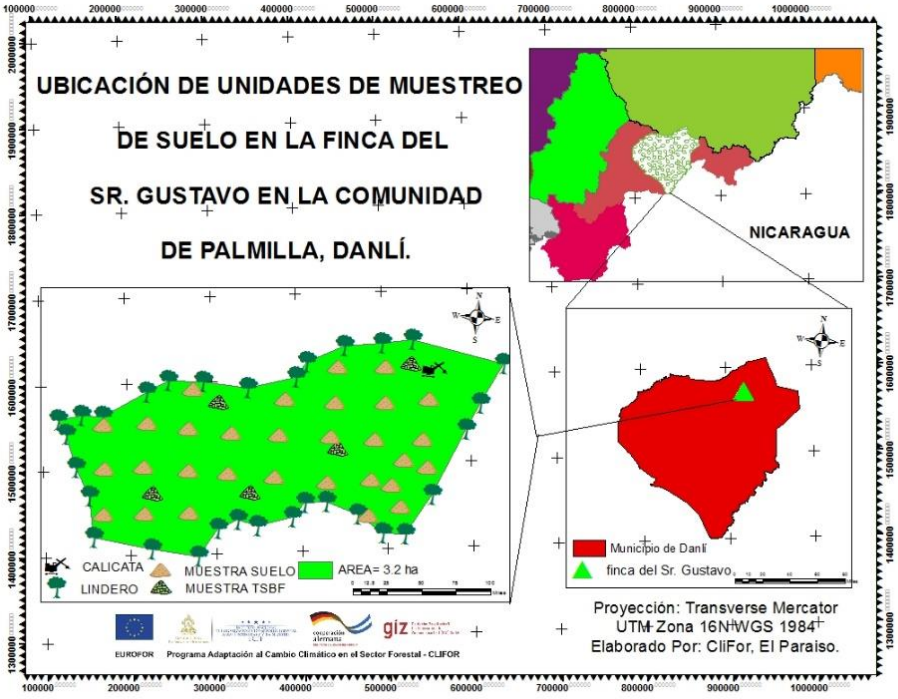


Figura 12. Ubicación geográfica de la finca del Sr. Gustavo Colindres en la comunidad de Palmilla, Danlí

5.8 Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Gustavo Colindres

Al igual que en las fincas anteriores se el levantamiento de suelo para conocer los perfiles del suelo de la finca y así mismo tener una conocimiento de su formación edáfica (Tabla 16).

Tabla 16. Descripción del perfil del suelo en la finca del Sr. Gustavo Colindres, en la comunidad de Palmilla. Danlí

Horizonte	Profundidad	Evaluación
A	0-38cm	Color 7.5 YR 4/2 brown, textura: franco/arenosa, estructura: granular, consistencia en seco: ligeramnete blando y en húmedo friable.
B	30-74 cm	Color 10 YR 5/2 grayish brown, textura: franco arenosa, estructura: granular, consistencia en seco: blando y en húmedo friable.
C	74-100 cm	Color 10 YR 5/2 grayish brown partir de los 78 cm el suelo se vuelve arenoso y rocoso dificultando su identificación edáfica.



5.8.1 Resultados de las muestras de suelo en la finca del Sr. Gustavo Colindres

En la finca se recolectaron 30 unidades de muestreo de suelo puesto que fue la finca es la más grande en el estudio, pero al igual que en las fincas anteriores el análisis de las muestras fue individual donde se encontró una homogenización de estructura granular, consistencia en seco ligeramente blando en la mayoría de las muestras y en húmedo friable en todas las muestras, en cuanto a la estructura parcialmente se encontró la franco/arenosa (Tabla 17).

Tabla 17. Propiedades físicas del suelo en la finca del Sr. Gustavo Colindres, en la comunidad del Palmilla, Danlí

Muestra #	X	Y	Elevación (msnm)	Estructura	Consistencia		Textura	Color	Da g cm3
					Seco	Húmedo			
M1	579999	1575133	691	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 4/2 brown	0.9
M2	580073	1575066	731	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 4/2 brown	0.9
M3	580048	1575050	728	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 4/2 brown	0.9
M4	580055	1575069	729	Granular	Blando	Friable	Franco	7.5 YR 4/2 brown	0.8
M5	580033	1575026	730	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 4/2 brown	1.1
M6	580000	1575047	727	Granular	Blando	Friable	Franco	10 YR 5/2 grayish brown	1.1
M7	580032	1575052	724	Granular	Blando	Friable	Franco	10 YR 5/2 grayish brown	1.1
M8	580032	1575082	723	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	10 YR 5/2 grayish brown	1.1
M9	580067	1575086	725	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 4/2 brown	1.1
M10	580069	1575116	723	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 4/2 brown	1.4
M11	580056	1575035	733	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 4/2 brown	1.4
M12	580037	1575110	719	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	10 YR 5/2 grayish brown	1.3
M13	580034	1575136	716	Granular	Blando	Friable	Franco	11 YR 5/2 grayish brown	1.1
M14	579999	1575081	713	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 4/2 brown	1.1
M15	580000	1575106	710	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	5YR 5/2 reddish gray	1.1
M16	579961	1575047	718	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	5YR 5/2 reddish gray	1.1
M17	579961	1575078	719	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	5YR 5/2 reddish gray	1.2
M18	579963	1575105	719	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.3
M19	579926	1575046	720	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.2
M20	579897	1575045	713	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.1
M21	579926	1575076	713	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	5YR 5/2 reddish gray	1.1
M22	579894	1575076	718	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	5YR 5/2 reddish gray	1.3
M23	579894	1575105	721	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	5YR 5/2 reddish gray	0.9
M24	579901	1575014	719	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.2
M25	579868	1575010	714	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.1
M26	579864	1575044	711	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.1
M27	579863	1575077	700	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.2
M28	579831	1575072	704	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.1
M29	579835	1575040	708	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.2
M30	579838	1575006	704	Granular	Ligeramente Blando	Friable	Franco - Arenoso	7.5 YR 5/3 brown	1.1

La finca presentó en 26 de las 30 muestras evaluadas una distribución la textura franco/arenosa esto tiene una similitud con las demás fincas evaluadas ya que presentaron en su mayoría un alto contenido de esa textura

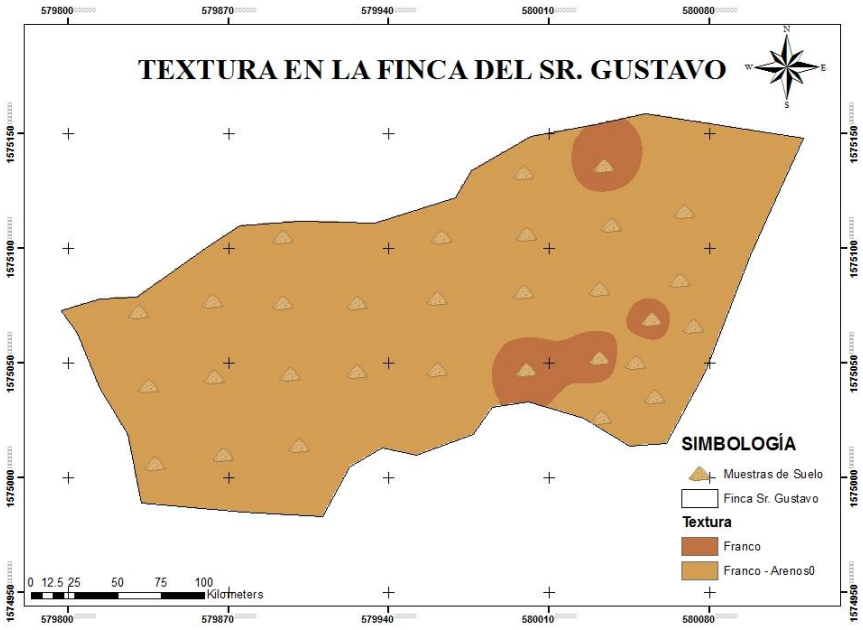


Figura 13. Textura en la finca del Sr. Gustavo Colindres en la comunidad de Palmilla, Danlí

5.8.2 Evaluación de la macro fauna del suelo en la finca del Sr. Gustavo Colindres

Se realizaron cinco muestreos en la zona de la finca con ubicación al azar en el primer bloque se identificaron tres de la clase Annélida, lombrices (*Lumbricus terrestris*), y cinco hormigas de la familia formicidae en el segundo bloque se encontraron seis *Lumbricus terrestris*, y ocho formicidae, en el tercer bloque se encontraron ocho *Lumbricus terrestres*, y una mariquita (*Coccinellidae*), en el cuarto bloque se encontraron siete *Lumbricus terrestris*, y seis formicidae en el quinto bloque de muestreo se encontraron nueve *Lumbricus terrestris*, y un organismo no identificado (Tabla 18).

Tabla 18. Macroorganismos en la finca del Sr. Gustavo Colindres en la comunidad de Palmilla, Danlí

Organismo de Macro Fauna	muestra 1	muestra 2	muestra 3	muestra 4	muestra 5	Total
Lombrices *(Lumbricus terrestris*)	3	6	8	7	9	33
Hormigas *(Formicidae)*	5	8	X	6	X	19
Mariquita (Coccinellidae)	X	X	1	X	X	1
Organismo no identificado	X	X	X	X	1	1
TOTAL						54









En la finca al igual que en la finca del Sr. Eduar Campos se encontró la hormiga de la familia *Formicidae,* en el tercer muestreo se encontró una mariquita y en el último muestreo un organismo no identificado. Los resultado en la finca muestran una moderada cantidad de macro organismos ya se encuentran en el rango de 21 y 60 establecidos por la FAO, aunque la relación lombrices/ hormigas: 33/19= 1.7 refleja una alta calidad del suelo.

5.8.3 Monitoreo de la condición climática en la zona de la finca del Sr. Gustavo Colindres

En la finca se tomaron registros entre los meses de enero hasta septiembre para tener unificación con las demás fincas estudiadas (Tabla 19).

Tabla 19. Registro de temperatura y precipitación en la finca del Sr. Gustavo Colindres en Palmilla, Danlí

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Precipitación (mm)	64	3	94	31	111	132	426	113	86
Temperatura (°C)	22.9	25.2	24.8	25.6	26.3	25.7	23.2	25.6	21.4

Según los datos de registro la cantidad de precipitación entre enero y septiembre fue de 960 mm y la temperatura se mantuvo en un promedio mensual entre los 21.5 y 26.5 centígrados siendo mayo el mes que registró mayor temperatura 26.3°C y septiembre donde se registró la menor temperatura 21.4°C, en cuanto a la precipitación la mayor cantidad registrada fue en el mes de julio con 426 mm y la menor en el mes de febrero con 3 mm (Figura 14).

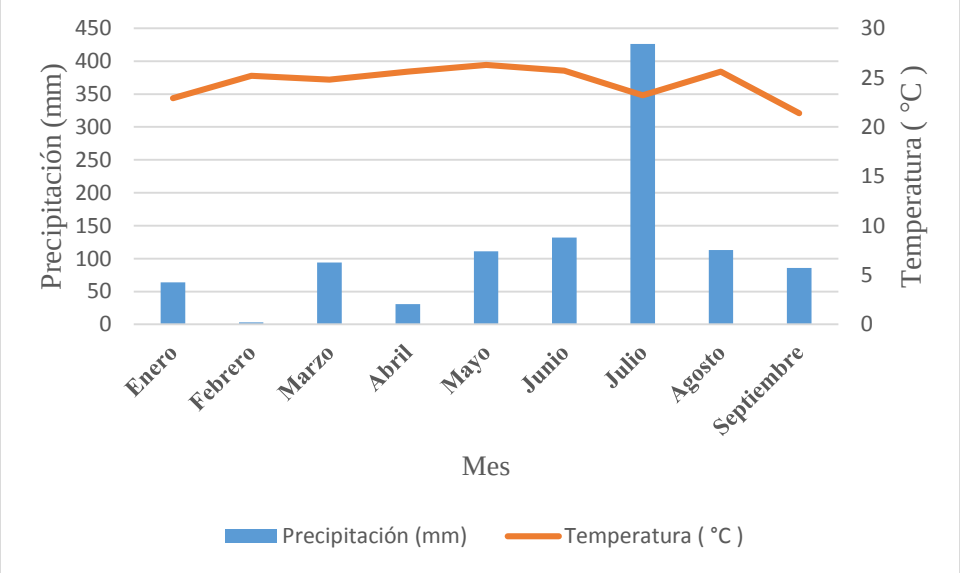


Figura 14. Climograma de la finca del Sr. Gustavo Colindres en la comunidad de Palmilla, Danlí

5.9 Análisis químico de las muestras de suelo en las fincas

5.9.1 pH

El pH de las fincas en la zona de EL Bosque y Palmilla presentó valores de 6.2 en la finca de Eduar Campos, 5.7 en la finca de Enrique Castillo, 5.7 en la finca de José Mendoza y 5.9 en la finca de Gustavo Colindres lo que representa valores buenos ya que se recomienda mantener valores de pH entre 5.5 y 6.5 ya que es el rango en el cual, todos los nutrientes mantienen un buen balance de absorción.

5.9.2 Materia Orgánica

Los resultados obtenidos mostraron que la materia orgánica (MO) en la finca de Eduar Campos es de 5.3 %, en la finca de Gustavo Colindres 4.11%, valores altos según el rango de análisis, en la finca de Enrique Castillo 3.8 %, en la finca de José Mendoza 3.11 %, esto represento valores medios en la cantidad de materia orgánica. Estos resultados no reflejan los requerimientos de MO básica para el cultivo ya que los suelos buenos para cultivo del cafeto deben tener contenidos de materia orgánica mayores al 8%.

5.9.3 Macronutrientes primarios

Nitrógeno total: los resultados obtenidos mostraron datos de 0.2 g/100g en la finca de Eduar Campos, Gustavo Colindres y José Mendoza, según la tabla de interpretación estos valores son medios, en la finca de Enrique Castillo 0.1 g/100g lo que es una cantidad baja en el contenido de N, en el cultivo de café la falta de nitrógeno en el suelo puede provocar que las hojas viejas muestran amarillamiento y luego caen mientras que los frutos se vuelven amarillos, son pequeños y caen con facilidad.

Fósforo (P): la cantidad de P en las fincas mostraron valores bajos según la tabla de interpretación, en la finca de Eduar Campos, José Mendoza y Gustavo Colindres se obtuvieron los datos de 5,3, y 3 mg/kg respectivamente y valor medio de 28 mg/kg en la finca de Enrique Castillo, estos valores son relativamente bajos para todas las fincas lo que puede afectar en el desarrollo del cultivo ya que se pueden presentar manchas amarillentas en las hojas con coloraciones rojizas y en casos severos puede llegar a la caída total de las hojas y de ramas con fruto en proceso de maduración.

Potasio (K): Las cantidades de potasio en las fincas según los resultados obtenidos muestran un alta cantidad de K en la finca de Eduar Campos con 269 mg/kg y valores medios en la fincas de Enrique Castillo 124 mg/kg, Gustavo Colindres 216 mg/kg y 217 mg/kg en la finca de José Mendoza. Las fincas no muestran problemas de K aunque estos valores pueden ser mejorados.

5.9.4 Macro nutrientes secundarios

Calcio (Ca): Los valores obtenidos en las fincas son medios según la tabla de interpretación con datos de 1856 mg/kg en la finca de Eduar Campos, 1241 mg/kg donde Enrique Castillo, 1820 mg/kg donde Gustavo Colindres y 1744 mg/kg en la finca de José Mendoza esto refleja cantidades aceptables para el cultivo de café.

Magnesio (Mg): Los resultados muestran valores altos de Mg en las fincas, 404 mg/kg en la finca de Eduar Campos, 245 mg/kg Enrique Castillo, 257 mg/kg Gustavo Colindres y 285 mg/kg en la finca de José Mendoza, aunque los valores sean altos la toxicidad del Mg es muy rara este elemento compite con el calcio y el potasio para ser absorbido por la planta, pudiendo causar deficiencia de ellos en el tejido foliar.

Azufre (S): La cantidad de azufre en el suelo de las fincas son bajos según los datos obtenidos de los análisis de suelo, en la finca de Eduar Campos 9 mg/kg, Enrique Castillo 9 mg/kg Gustavo Colindres 8 mg/kg y José Mendoza 8 mg/kg.

Se debe mejorar el contenido de S en el suelo ya que el árbol con deficiencia de azufre va a presentar las hojas de color verde amarillento. El árbol con deficiencia de azufre se parece al árbol con deficiencias de nitrógeno, pero con la deficiencia de nitrógeno primero se ponen amarillas las hojas viejas.

5.9.5 Micronutrientes

Cobre (Cu): Según los resultados el contenido de Cu en el suelo son medios con valores de 3.1 mg/kg en la finca de Eduar Campos, 2.3 mg/kg, Enrique Castillo, 2.4 mg/kg Gustavo Colindres y 2 mg/kg en la finca de José Mendoza estos valores son básicamente buenos ya que no se puede tener un exceso de Cu ya que el sustrato puede afectar el desarrollo de la raíz; este quema sus puntas provocándole un crecimiento lateral excesivo.

Hierro (Fe): Los datos obtenidos muestran altos contenidos de Fe con valores de 178 mg/Kg en la finca de Eduar Campos, 254 mg/Kg Enrique Castillo, 181 mg/Kg Gustavo Colindres y 17 mg/Kg en la finca de José Mendoza, estos valores son altos y se debe tener en cuenta al momento de fertilizar las fincas.

Manganeso (Mn): Al igual que con el Fe los resultados del análisis del suelo mostraron alto contenido de Mn en las muestras de suelo con valores de 224 mg/kg en la finca de Eduar Campos, 191 mg/kg Enrique castillo, 154 mg/kg Gustavo Colindres y 163 mg/kg en la finca de José Mendoza, existe una relación en el alto contenido de Mn con el alto contenido de Fe lo cual se debe tomar en cuanta al momento de la fertilización.

Zinc (Zn): Los datos obtenidos en las fincas reflejaron altos contenidos de Zn en las muestras de suelo con valores de 8.3 mg/kg en la finca de Eduar Campos, 11.2 mg/kg Enrique Castillo, 3.5 mg/kg Gustavo Colindres y 3.5 mg/kg en la finca de José Mendoza. Estos valores son altos lo que puede ocasionar menor tamaño en las hojas, clorosis en las hojas más nuevas, hojas con puntas necrosadas, retraso en el crecimiento de la planta y/o crecimiento radicular reducido.

Boro (B): Los resultados obtenidos muestran medios contenidos de B en las muestras de suelo de las fincas con datos de 0.7 mg/kg donde Eduar Campos, 0.5 mg/kg enrique castillo, 0.6 mg/kg Gustavo Colindres y 0.6 mg/kg en la finca de José Mendoza lo que refleja una cantidad aceptable de B en las fincas de estudio (Tabla 20).

Tabla 20. Análisis químico de suelo en las fincas de estudio en la comunidad de Troncones y El Bosque, Palmilla, Danlí

Variable	Unidad	Fincas								
		Eduar Campos		Enrique Catillo		Jose Mendoza		Gustavo Colindres		Rango medio
Ph		6.2		5.7		5.7		5.9		
M.O.	g/100g	5.3		3.8		4.11		3.9		2.00 - 4.00
N	g/100g	0.2		0.1		0.2		0.2		0.20 - 0.50
P	mg /kg	5		28		3		3		13 - 30
K	mg /kg	258		124		216		217		Por saturación de bases
Ca	mg /kg	1856		1241		1820		1744		
Mg	mg /kg	404		215		227		255		
S	mg /kg	9		9		8		8		20 - 80
Cu	mg /kg	3.1		2.3		2.4		2.4		1.7 - 6.5
Fe	mg /kg	179		258		181		178		56 - 112
Mn	mg /kg	222		191		154		143		28 - 112
Zn	mg /kg	6.5		11.3		3.8		3.6		1.7 - 3.4
B	mg /kg	0.7		0.5		0.6		0.6		0.5 8

Los colores representan niveles	Alto	Medio	Bajo

5.10 Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de correlación se hizo entre los datos obtenidos de las muestras químicas y la cantidad de macroorganismos donde existe una similitud entre la finca de José Mendoza y Gustavo Colindres ya que se encuentra en el mismo cuadrante mientras que en las otras fincas se pueda hacer una relación de acuerdo al pH que es lo que condiciona la disponibilidad de algunos nutrientes como en P y N.

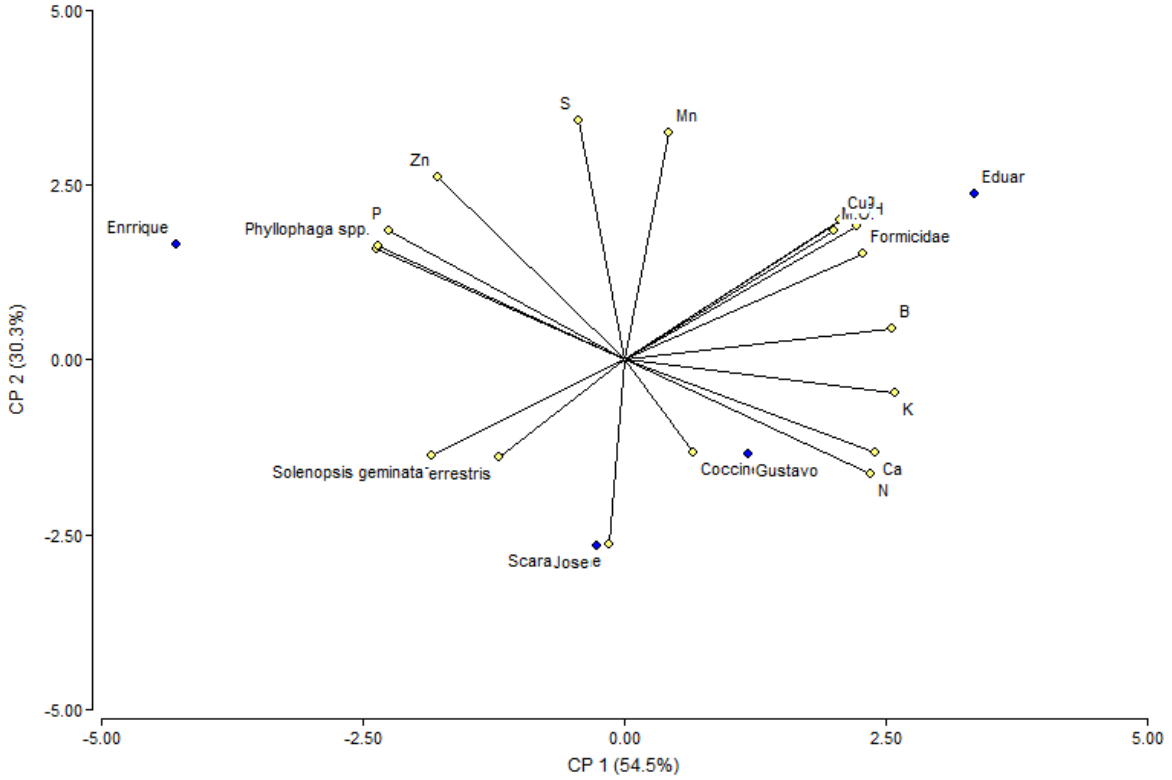
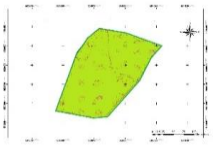
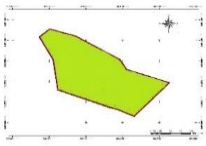


Figura 15. Representación de la variancia de los componentes principales considerando variables químicas y macroorganismos en fincas de la comunidad de El Bosque y Palmilla

5.11 Identificación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en las fincas

Con apoyo de los propietarios de las fincas se logró hacer un recorrido para conocer la implementación de medidas de adaptación y mitigación al CC donde se observó que tres de las fincas tan solo cuentan con el sistema agroforestal mientras que una de las fincas si aplica obras de bioingeniería para evitar la erosión y reducir la temperatura del suelo (Tabla 21).

Tabla 21. Medidas de adaptación y mitigación al CC observadas en las fincas de las comunidades de Troncones y El Bosque, Danlí

Comunidad	Productor	Area (ha)	Descrpcion de la finca	Croquis de la parcela	Medidas de adaptación y mitigación al CC
El Bosque, Danlí, El Paraíso.	Eduar Campos	0.37	Sistema agroforestal no definido solo cuenta conun poco cantidad de arboles maderables y algunas musaceas.		Sistema agroforestal
El Bosque, Danlí, El Paraíso.	Enrique Castillo	0.54	sistema agroforestal definido lo cual es el responsable de una sombra de un un 75% en la finca el sistema agroforestal esta constituido mayormente por arboles forestales y musaceas aunque en los linderos se pueden encontrar diversidad de arboles frutales como ser: naranjo, limon, limonmandarina. Mandarina, ciruelo y culttivo de pina.		Sistema agroforestal
El Bosque, Danlí, El Paraíso.	Jose Mendoza	1.5	Se tiene un aproximado de 5000 planas de café sembradas, es un sistema agroforestal bien establecido cuenta conplantas forestales de, guama, guanaquil mejorado, laurel, cedro, gandul, aguacate, musaceas de 5 especies, cultivos de tomate, chile, patastio, cana piña, yerbabuena		Sistema agroforestal, barreras vivas con zacate bracaria al crecer se corta y se recubre el pie de las plantas para mantener la humedad, curvas a nivel con gandul que sirve de sombra a las plantas jovenes de café
Troncones, Danlí, El Paraíso.	Gustavo Colindres	3.2	sistema agroforestal de plantas maderables de las que se cuenta con mas de 300 caobas certificadas y algunos arboles frutales		Sistema agroforestal

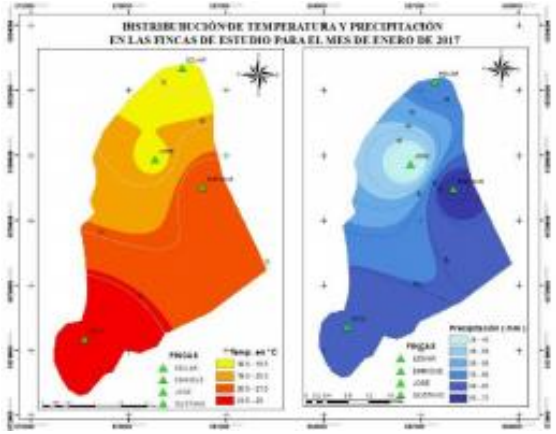
5.12 Capacitación sobre gestión del riesgo agroclimático con énfasis en Honduras

La capacitación fue en la comunidad de El Bosque, Palmilla, se contó con la participación de los dueños de las fincas donde se realizó el estudio y se les habló sobre la gestión del riesgo agroclimático con énfasis en Honduras. Previo a la capacitación con los productores, el impartidor se preparó realizando un curso sobre el mismo tema pero enfocado en América Latina.

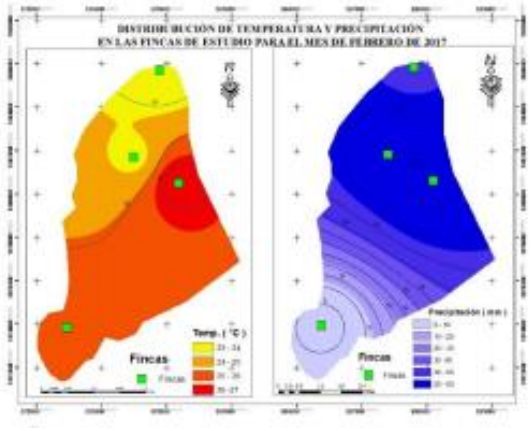
El objetivo principal de la capacitación fue mostrar a los productores sobre el efecto del cambio climático en los cultivos y como los fenómenos ocasionados por las modificaciones climáticas pueden ocasionar deficiencias fenológicas en el rendimiento de los cultivos, también se habló sobre el efecto del cambio climático en el suelo y la importancia de aplicar medidas de obras de conservación de suelo ya que esto ayuda de gran manera a mantener las características edáficas del suelo.

Por último se dio a conocer los resultados del estudio a los productores explicándoles los datos obtenidos y los resultados del análisis químico del suelo dándole las recomendaciones adecuadas para el mejoramiento del suelo de sus fincas.

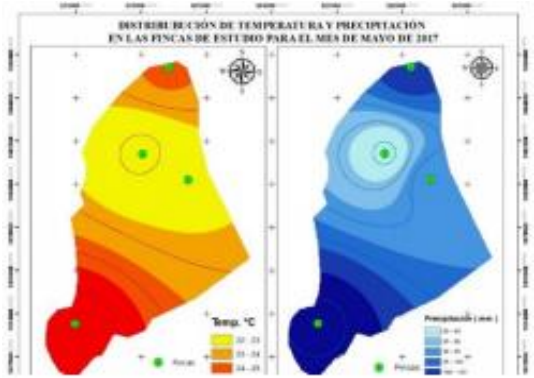
5.13 Distribución por meses de la temperatura y precipitación en las zonas de estudio



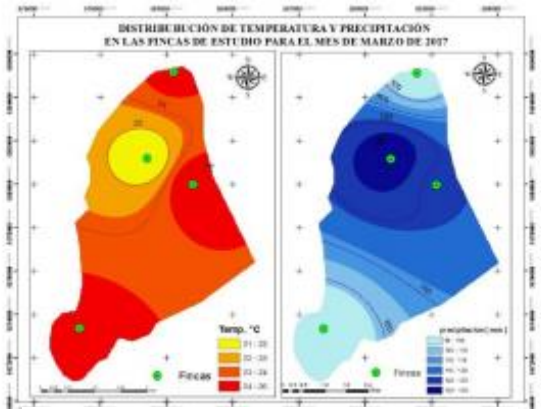
a) Enero



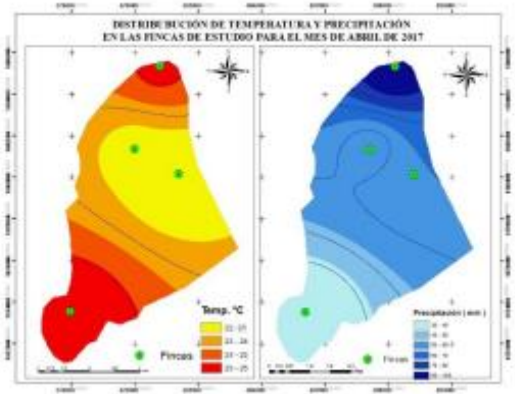
b) Febrero



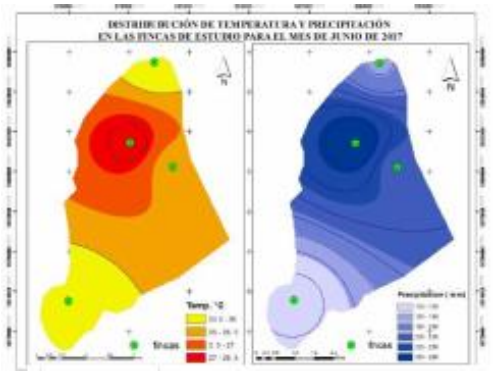
c) Marzo



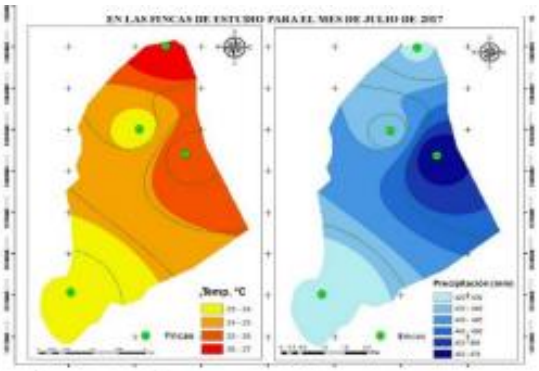
d) Abril



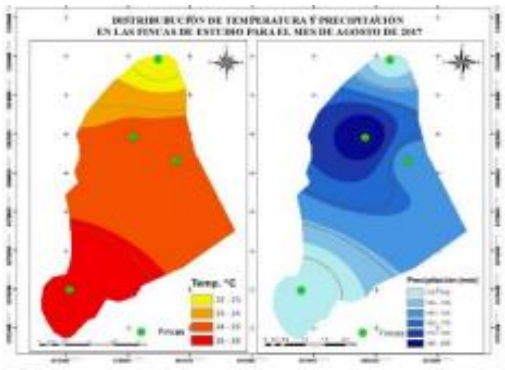
e) Mayo



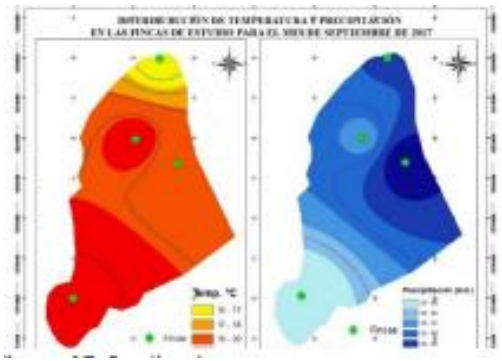
f) Junio



g) Julio



h) Agosto



i) Septiembre

VI. CONCLUSIONES

a. El apoyo que el programa CliFor brinda a los beneficiarios de la comunidad de Troncones, Palmilla es de suma importancia, ya que brinda asistencia técnica en la implementación de otros rubros económicos como el cultivo de café, evitando la dependencia económica de otros rubros como la venta de resina.

b. La participación en las actividades de campo por parte de los dueños de las fincas en la comunidad de Troncones fue satisfactoria, mostrando interés al momento de la toma de datos y las capacitaciones.

c. A pesar del interés del Programa CliFor en la implementación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, únicamente en la finca de José Mendoza se pudo observar la implementación de medidas de conservación de suelos.

d. Las cuatro fincas incluidas en este estudio presentaron condiciones similares en las propiedades edáficas y se considera que son adecuadas para el cultivo de café.

VII.RECOMENDACIONES

a. Es necesario el seguimiento de los beneficios que el programa brinda a los productores ya que se comprobó que en algunos casos los beneficios no son aplicados.

b. En la finca de los Sres. Eduar, Enrique y Gustavo es necesario aplicar obras de conservación de suelo como barreras vivas para evitar la erosión, en la finca del Sr. Enrique es necesario tener un control sobre la *Phyllophaga spp* ya que se tiene comprobado que esta especie afecta el crecimiento radicular de los cultivos.

c. El análisis de suelo mostró bajos contenidos de N y P de acuerdo al pH por lo que se debe mejorar la disponibilidad de estos nutrientes, con respecto al N se recomienda aplicar materia orgánica descompuesta como pulpa de café, gallinaza o compost, fertilizantes como urea al suelo en dosis de 40 a 80 g por árbol y para P se recomienda aplicar al suelo Superfosfato doble 60 gramos por árbol o Superfosfato simple 120 gramos por árbol.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Arias, A. 2007. Suelos tropicales. edit. Por Zamora, C. 1ra edición. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 143p.

Balzarini, MG. González, L. Tablada, M. Casanoves, F. Di Rienzo, JA. Robledo, CW. 2008. Manual del Usuario. Editorial Brujas. Córdoba, Argentina. 366p.

Cabrera, DG. 2014. Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo. Fundación Rufford. La Habana, Cuba. 34p.

Calderón, F. Pavlova, M. 1999. Metodología para análisis químico. (En línea). Consultado el 25/03/18. Disponible en http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Suelos/MetodosQuimicosSuelos.hm

Chavarría, NA. Velo, LC. 2010. Clasificación de un suelo basado en su color. Universidad autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México. 3p.

Dewis, J. Freitas, F.1984. Métodos físicos y químicos para análisis de suelo y agua. FAO. Roma, Italia. 252p.

Donald, G. Lobo D. 2000. Methods for determining granulometry and bulk density of the soil. Caracas, Venezuela.Vol. 14. 48p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. Guía para la descripción de suelos. edit. Por: Rojas, RV. 4ta edición. Roma, Italia. 111p.

Gutiérrez, A. 2010. La densidad aparente en suelos forestales. 47 Universitaria Técnica Agrícola. Universidad de Sevilla.47p.

Hans W. 1975. Énfasis de suelos en América Latina. 1ra edición. Turrialba, Costa Rica. 398p.

Hernández, A. Ascanio, MO. Morales, M. Bojórquez, JI. García, NE. García, D. 2010. Fundamentos de la formación del suelo, cambios globales y su manejo. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 25p.

Huerta, EL. 2004. Relación entre la fertilidad del suelo y su población de macroinvertebrados. Tabasco, Mexico. 11p.

Ibáñez J. 2011. Lumbricus terrestris de tierra. Grupos ecológicos. (En línea).Valencia, España. Consultado el 018/2/18. Disponible en http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/08/31/138383

IICA (Instituto interamericano de cooperación para la agricultura). 1985. Física de los suelos: manual de laboratorio. Ed Julio b. 2da Edición. San José, Costa Rica.295p.

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2013. Evaluación de Impactos del cambio climático. 54p.

Ingram, JS. 1993. Tropical soil biology and fertility: 2da edition. International. Wallingford. 221p.

Keller, T. Hakansson, I. 2010. Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. Geoderma 154. 406p.

Munsell. 1990. Munsell Soil Color Charts. Edition revised. 99p.

Porta, E. Casanellas, J. López, AM, Roquero De Laburu, C. 2003. Edafología. 929p

Salamanca, A. Sadeghian, S. 2005. La densidad aparente y su relación con otras propiedades en los suelos de la zona cafetera de Colombia. Cenicafé. 397p.

Silva, M. Los elementos secundarios (Ca, Mg, S) y el silicio en la agricultura. Sociedad colombiana de la ciencia del suelo. Comité regional de Cundinamarca y Boyacá. 85–104p.

Swift, MJ. Bignell, DE. Moreira, FM. Huisin, EJ. 2005. El inventario de la biodiversidad biológica del suelo: conceptos y guía general (en línea). Consultado el 2/03/2018 Disponible en la web: http://www2.ine.gob.mx

Taboada, M.A. Alvarez, C.R. 2008. Fertilidad física de los suelos. 2da edición. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 34p.

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de Muestras de suelo para análisis químico en el laboratorio de El Zamorano



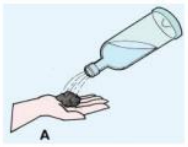






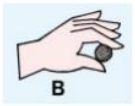
Anexo 2. Características y formas utilizadas para la determinación de la textura del suelo en campo

- Tome una muestra de suelo (A); mójela un poco en la mano hasta que sus partículas comiencen a unirse, pero sin que se adhiera a la mano;



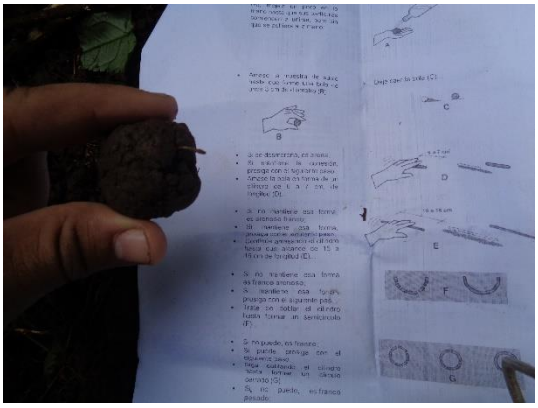


- Amáse la muestra de suelo hasta que forme una bola de unos 3 cm de diametro (B);

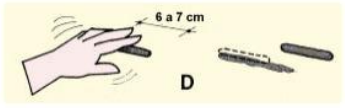


- Deje caer la bola (C)...

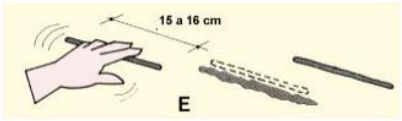




- Si se desmorona, es **arena**;
- Si mantiene la cohesión, prosiga con el siguiente paso.
- Amase la bola en forma de un cilindro de 6 a 7 cm, de longitud (D)...



- Si no mantiene esa forma, es **arenoso franco;**
- Si mantiene esa forma, prosiga con el siguiente paso.
- Continúe amasando el cilindro hasta que alcance de 15 a 16 cm de longitud (E)...



- Si no mantiene esa forma es **franco arenoso;**
- Si mantiene esa forma, prosiga con el siguiente paso.
- Trate de doblar el cilindro hasta formar un semicírculo (F)...



- Si no puede, es **franco;**
- Si puede, prosiga con el siguiente paso.
- Siga doblando el cilindro hasta formar un círculo cerrado (G)...
- Si no puede, es **franco pesado;**
- Si puede, y se forman ligeras grietas en el cilindro, es **arcilla ligera;**
- Si puede hacerlo sin que el cilindro se agriete, es **arcilla**.

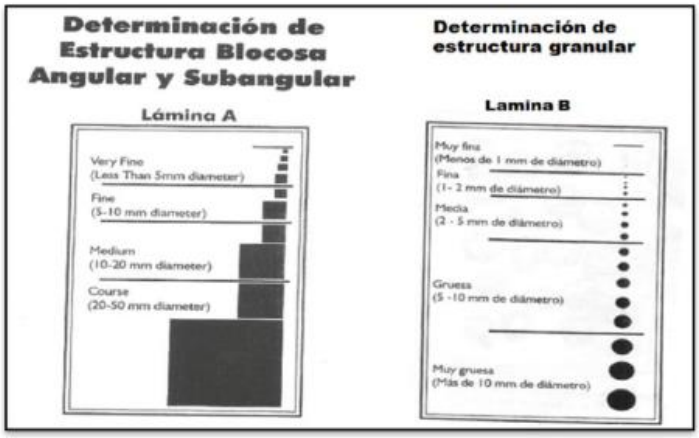




Anexo 3. Descripción y láminas para la determinación de la estructura del suelo

Forma	Descripción	Lámina
Blocoso angular	Las tres dimensiones son casi del mismo tamaño, las caras son angulares y los vértices fuertemente angulares	Lamina A
Blocoso sub angular	Similar al anterior, pero las caras son un tanto aplanadas como curvadas y muchos de los vértices redondeados	Lamina A
Granular	Las tres dimensiones son aproximadamente de la misma magnitud; superficies planas o curvas. Los agregados son relativamente no porosos	Lamina B
Prismática	Forma semejando prismas, con orientación vertical, caras verticales bien definidas; vértices angulares, la parte superior no es redondeada	Lamina C
Columnar	Semejando prismas como el anterior, pero la parte superior de ellos es redondeada.	Lamina C
Laminar	Forma de láminas, con una orientación en un plano horizontal; sus caras son en su mayoría horizontal	Lamina D

Fuente: Hulak, (1981)





Anexo 4. Medición de monolitos en el suelo para la determinación de la cantidad de macro organismos en las fincas









Anexo 5. Capacitación a dueños de las fincas sobre gestión de riesgo agroclimático con énfasis en Honduras









Anexo 6. Certificado obtenido previo la capacitación sobre Gestión del Riesgo Agroclimático en la comunidad de Troncones, Palmilla



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Núcleo de Capacitación en Políticas Públicas

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Otorga el presente certificado a:

Darwin reynieri Cruz Padilla

Por haber aprobado el curso de autoaprendizaje:
"Gestión del Riesgo Agroclimático en América Latina"
con una dedicación de 36 horas cronológicas
12 de abril de 2018

Jan Van Wambeke
Oficial Principal de Tierras y Aguas

Sr. Julio Berdegué
Subdirector General
Representante Regional de la FAO
para América Latina y el Caribe

Iniciativa América Latina y Caribe SIN HAMBRE

Folio: 111-78508