UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

PROPIEDADES EDÁFICAS Y SU RELACIÓN CON LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN FINCAS CON FRIJOL EN DOS COMUNIDADES DE TEUPASENTI EN EL PARAÍSO, HONDURAS

POR:

CARLOS ALCIDES GAMERO TORRES

TESIS

CATACAMAS **OLANCHO**

MAYO, 2018

PROPIEDADES EDÁFICAS Y SU RELACIÓN CON LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN FINCAS CON FRIJOL EN DOS COMUNIDADES DE TEUPASENTI EN EL PARAÍSO, HONDURAS

POR

CARLOS ALCIDES GAMERO TORRES

OSCAR FERREIRA, M.Sc.
Asesor Principal

TESIS PRESENTADO 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

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en la Sala de Información Geográfica (SIG) del Departamento Académico Manejo de Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Nacional de Agricultura el: **M Sc. OSCAR IVÁN FERREIRA CATRILEO, M Sc. ERLIN VIANNEY ESCOTO VALLADARES** y el **M Sc. EMILIO JAVIER FUENTES ZÚNIGA,** miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **CARLOS ALCIDES GAMERO TORRES,** del IV Año de la carrera de Recursos Naturales y Ambiente, presentó su informe.

"PROPIEDADES EDÁFICAS Y SU RELACIÓN CON LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN FINCAS CON FRIJOL EN DOS COMUNIDADES DE TEUPASENTI EN EL PARAÍSO, HONDURAS"

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 nueve días del mes de mayo del año dos mil dieciocho.

M Sc. OSCAR IVAN FERREIRA CATRILEO
ASESOR PRINCIPAL

M Sc. ERLIN VIANNEY ESCOTO VALLADARES
ASESOR AUXILIAR

M Sc. EMILIO JAVIER FUENTES ZÚNIGA
ASESOR AUXILIAR

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Por darme la fortaleza y sabiduría, para poder culminar con éxito mi meta y ayudarme a salir adelante de toda dificultad. Y por mi familia que me apoyó y depositó su confianza y fe en mí, y que ahora es parte de este logro tan importante en mi vida gracias padre todo poderoso.

A MIS PADRES

Luis Alberto Gamero Cuevas y Norma Haydee Torres Gonzales y abuela Sonia cuevas también a mi abuela y abuelos, que ahora están contigo Dios Aminda Gonzales, Carlos Gamero y Adán Torres. Por ser un ejemplo a seguir por sus consejos y apoyo incondicional. Mil gracias mis viejos.

A MIS HERMANOS

Luis y Jessy por regañarme brindarme su apoyo y estar siempre conmigo por su cariño. Y ser un ejemplo de superación.

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por darme día a día fuerza, valor y entendimiento durante mi vida estudiantil

A mis padres por darme su apoyo en todo momento

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, por haberme formado profesional y como ser humano

A mi asesor principal Óscar Ferreira Msc, Por regalarme su tiempo y dedicación en la asesoría de este trabajo

A Erlin Escoto Msc, por brindarme su ayuda y formación durante mi vida estudiantil en este centro de estudios

Al Msc. Emilio Fuentes por, Por haberme dado el apoyo necesario este trabajo de investigación

A la cooperación alemana por medio del Programa Adaptación al Cambio Climático en Sector Forestal (CLIFOR) por haberme permitido realizar mi trabajo de estudio tanto a los productores, personal técnico y administrativo, ya que sin ellos no hubiese sido posible este estudio.

A mis amigos y compañeros: Gaby Gonzales, Karla García, Paola, Kelin, Jeancarlos, Fredy, Eric, Allan, Rigoberto y Wilians; que me brindaron su amistad, consejos y apoyo durante estos años de convivencia.

CONTENIDO

Pag.

ACTA DE SUSTENTACION i

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTO iii

RESUMEN x

I. INTRODUCCIÓN 1

II. OBJETIVOS 3

2.1 Objetivo General 3

2.2 Objetivos Específicos 3

III. REVISIÓN DE LITERATURA 4

3.1 Suelos 4

3.2. Propiedades físicas del suelo 4

3.2.1 Textura 4

3.2.2 Estructura 5

3.2.3 Profundidad de suelo 5

3.2.4 Color del suelo 5

3.3 Propiedades químicas del suelo 6

3.4 Propiedades biológicas del suelo 6

3.4.1 Microorganismos del suelo 6

3.4.2. Materia orgánica 7

3.4.3 Relación C/N 7

3.4.4 pH 8

3.4.5. Consistencia 8

3.5 Cambio climático 8

3.5.2 Importancia de la mitigación para reducir las causas que generan el problema 9

3.5.3 Importancia de la adaptación para disminuir la vulnerabilidad al cambio climático . 10

IV. MATERIALES Y MÉTODO 12

4.1 Localización y descripción del lugar 12

4.2 Materiales y equipo 13

4.2.1 Etapa de campo 13

4.2.2 Etapa de oficina 13
4.3 Metodología 15
4.4 Capacitación 19
4.5 Propiedades físicas del suelo 21
4.5.1 Textura 21
4.5.2. Características para determinar la textura del suelo en campo 21
4.5.3. Estructura 21
4.5.4. Color de suelo 21
4.5.5. Densidad aparente 22
4.5.6. Consistencia 22
4.6 Propiedades químicas del suelo 23
- pH 23
- Materia orgánica 23
- Relación C/N 23

4.7 Propiedades biológicas del suelo 23
4.8 Estimación de la densidad de macro organismos en el suelo 23
4.9 Identificación de obras de mitigación y adaptación al cambio climático 24
4.10 Método participativo 24
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 25
5.1 Resultados de pruebas físicas en la parcela 25
5.2 Datos de temperatura y precipitación de las parcelas en la comunidad La Aguja, Teupasenti 27
5.3 Datos de temperatura y precipitación de la parcela de Don Santiago Ordoñez en Buenos Aires, Teupasenti 28
5.4 Fertilidad de suelos 33
5.4.1 Propiedades químicas 33
5.4.1.1 Macronutrientes primarios 33
5.4.1.2 Macronutrientes secundarios 34
5.4.1.3 Micronutrientes 34
VI. CONCLUSIONES 35
VII. RECOMENDACIONES 36
VIII. BIBLIOGRAFIA 37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del estudio en el municipio de Teupasenti, El Paraíso 12
Figura 2. Metodología en el estudio de las medidas de adaptación al cambio climático en La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti 14
Figura 3. Actores que participaron en el estudio de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti..... 14
Figura 4. Ubicación y distribución de unidades de muestreo en la parcela de Don Elmer Galo en Teupasenti, El Paraíso..... 15
Figura 5. Ubicación y distribución de unidades de muestreo en la parcela de Don Jovany Galo en Teupasenti, El Paraíso..... 16
Figura 6. Ubicación y distribución de unidades de muestreo en la parcela de Doña Eva García en Teupasenti, El Paraíso..... 17
Figura 7. Ubicación y distribución de unidades de muestreo en la parcela de Don Ángel Flores en Teupasenti, El Paraíso..... 18
Figura 8. Ubicación y distribución de unidades de muestreo en la parcela de Don Santiago Ordoñez en Teupasenti, El Paraíso..... 19
Figura 9. Método de estimación de macroorganismos en el suelo..... 23
Figura 10. Distribución mensual de la temperatura y precipitación en las parcelas en la comunidad La Aguja, Teupasenti, El Paraíso 28
Figura 11. Distribución mensual de la temperatura y precipitación en la parcela de Don Santiago Ordoñez en la comunidad de Buenos Aires, Teupasenti, El Paraíso..... 29
Figura 12. Análisis multivariado de las propiedades químicas en las comunidades de La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti 32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de pruebas físicas en la parcela de Don Elmer Galo en la comunidad La Aguja, Teupasenti..... 25
Tabla 2. Resultados de pruebas físicas en la parcela de Don Jovany Galo en la comunidad La Aguja, Teupasenti..... 26
Tabla 3. Resultados de pruebas físicas en la parcela de Doña Eva García en la comunidad La Aguja, Teupasenti..... 26
Tabla 4. Resultados de pruebas físicas en la parcela de Don Ángel Flores en la comunidad La Aguja, Teupasenti..... 27
Tabla 5. Resultados de pruebas físicas en la parcela de Don Santiago Ordoñez en la comunidad de Buenos Aires, Teupasenti 27
Tabla 6. Datos de temperatura y precipitación mensual en las parcelas ubicadas en la comunidad La Aguja, Teupasenti, El Paraíso 28
Tabla 7. Datos de temperatura y precipitación mensual en la parcela de Don Santiago Ordoñez en la comunidad de Buenos Aires, Teupasenti, El Paraíso..... 29
Tabla 8. Análisis de textura en las parcelas de la comunidad de La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti, El Paraíso 29
Tabla 9. Estimación de macro organismos realizada en campo según la FAO, de acuerdo al muestreo de macro organismos lo único que se encontró fue lombrices en poca cantidad..... 30
Tabla 10 Análisis químico de suelo en las parcelas de estudio en la comunidad de La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti, El Paraíso..... 31

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Reporte de la capacitación brindada en la temática de prácticas y obras de conservación de suelo en la aldea La Aguja, Teupasenti 20
Cuadro 2. Características para determinar la textura del suelo 21
Cuadro 3. Descripción para determinar la consistencia de suelo 22
Cuadro 4. Estimación de los niveles de macro organismos en el suelo 23

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Recolección de muestras de suelo en las parcelas de los productores en las comunidades La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti 40
Anexo 2. Georreferenciación y distanciamiento de puntos de muestreo en las comunidades La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti 41
Anexo 3. Foliar natural utilizado en los cultivos las comunidades La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti 42
Anexo 4. Instalación de pluviómetros y termómetros en las parcelas de los productores en las comunidades La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti 43

Gamero Torres, C.A. 2018. Propiedades edáficas y su relación con las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en fincas con frijol en dos comunidades de Teupasenti, El Paraíso, Honduras. Tesis. Licenciado. Recursos Naturales y Ambiente. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho. 55p

RESUMEN

El estudio de pruebas edáficas del suelo se realizó en cinco parcelas con cultivo de frijol en el municipio de Teupasenti, en las comunidades de La Aguja y Buenos Aires, donde los dueños de las parcelas son beneficiarios del proyecto CLIFOR a través del programa de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. Como objetivo fue conocer con más detalle las características edáficas propias de cada parcela. Se contó con el acompañamiento y colaboración de los dueños de las parcelas en el levantamiento de las muestras. Para el estudio se obtuvieron 10 muestras en dos de las parcelas que fueron Don Elmer Galo y Don Jovany Galo, 8 muestras en la parcela del Don Santiago Ordoñez (ya que son las parcelas más grandes en el estudio), 7 muestras en la parcela de Doña Eva García y 5 muestras en la parcela del Don Ángel Flores. Se hicieron calicatas en cada una de las parcelas en las propiedades físicas: textura, estructura, densidad aparente, color y consistencia. Los resultados de las propiedades edáficas son similares entre parcelas donde los suelos cuentan con mayor contenido de arena en todas las parcelas. Los macro organismos del suelo que se desarrollaron utilizando la metodología propuesta por TSBF en el conteo es bajo solo lombriz y 1 a 7 en las parcelas. También se hizo la recolección de datos de precipitación y temperatura donde los datos recolectados de La Aguja fueron de 443 mm y de temperatura (21.5°c a 27°C) y de Buenos Aires fue 435 mm de temperatura (20°c a 25°C).

Palabras claves: Clifor, conservación del suelo, propiedades físicas, temperatura y variabilidad climática

I. INTRODUCCIÓN

El 78% de los pobres extremos del mundo se encuentran en zonas rurales, y su actividad principal es la agricultura. Para el caso de Centroamérica es una de las regiones donde se concentra la población pobre de América Latina. El mayor porcentaje de población en situación de pobreza, se encuentra en Honduras a la cabeza con (68.9%), seguido de Nicaragua (61.9%), Guatemala (54.8%) y El Salvador (47.9%). Costa Rica y Panamá están muy por debajo de la media centroamericana (18.9% y 25.8% respectivamente) (FAO 2011).

Cuando se desagregan estas cifras para los países centroamericanos, las cifras de pobreza en las zonas rurales tienen la misma tendencia que la del mundo y América Latina. Honduras a la cabeza con el (62.8%) con respecto a Instituto Nacional de Estadística (INE) según área urbana y rural, se evidencia que donde existe el mayor porcentaje de población que vive por debajo de la línea de la pobreza y de la indigencia, es en el área rural. Población que se ha dedicado históricamente a la agricultura. La condición de pobreza que vive los pobladores rurales, deja evidenciado, que los procesos de reforma agraria y la adopción de las prácticas de revolución verde, no dieron los resultados esperados (FAO 2011).

El cambio climático, originado por el incremento de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) está induciendo alteraciones climáticas significativas (IPCC 2007 a 2013). Por ejemplo, se observa un aumento de la temperatura media global de 0.85°C con referencia al período 1880-2012 (de 0.65°C a 1.06°C).

El programa CLIFOR asocia el manejo sostenible de los bosques con cultivos tomando en cuenta el desarrollo de las comunidades para mejorar las condiciones de vida y así mismo adaptarse al cambio climático que manifiesta problemáticas para la producción, esto lo logra implementando estrategias como medidas de adaptación y mitigación.

En las comunidades donde se realizó el estudio se ha estado trabajando con técnicas o prácticas de medidas de adaptación y mitigación en donde a los productores se les reúne para darles capacitaciones de temas de interés que ayuden a reducir el efecto del cambio climático a la vez, que conozcan del trabajo que se desea realizar la cual los productores cuentan con la asistencia técnica que les proporciona la misma institución que los apoya con estos programas.

En las parcelas de interés que se desarrolló el estudio a cada una de las parcelas se les realizo un análisis de suelo, las parcelas contaban con las mismas condiciones. Se hizo la instalación de pluviómetros y termómetros con cada productor se les explico cómo tomar lecturas de cada equipo, esto para llevar un registro diario de las precipitaciones durante el estudio también se recolectaron datos de temperatura ambiental para observar las condiciones del clima en ese lugar.

En las fincas de las comunidades de La Aguja y Buenos Aires las parcelas anteriormente han sitios sin ningún tipo de uso, eran con vegetación y bosque. Los suelos de estas fincas no eran suelos trabajados, donde el uso actual de las fincas es de uso agrícola, cabe mencionar que los productores están siendo apoyados con el programa de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático (Clifor), para no hacer alteraciones en el suelo que provoquen la degradación del mismo ya que es un recurso indispensable para la agricultura. Algunas de las medidas o prácticas que realiza Clifor: Reforestación, elaboración de abonos orgánicos, incorporación de cobertura vegetal con pasto mejorado, cosecha de agua.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Relacionar las propiedades edáficas con la aplicación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en fincas en las comunidades de La Aguja y Buenos Aires, en Teupasenti, El Paraíso

2.2 Objetivos Específicos

a. Determinar las propiedades físicas, químicas, y biológicas del suelo en fincas en las comunidades de La Aguja y Buenos Aires en Teupasenti

b. Evaluar el efecto de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático sobre las propiedades edáficas en fincas de La Aguja y Buenos Aires a partir del monitoreo la variabilidad de la temperatura ambiental.

c. Identificar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático utilizados por los productores en parcelas productivas en la aldea de La Aguja y Buenos Aires

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

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Suelos

El suelo es la base de la agricultura, y el medio donde se desarrollan las raíces de las plantas en donde ellas toman el agua y alimento. Debido al gran número de microorganismos que se encuentran en el: bacterias, anélidos, hongos, nemátodos y otros. La acción conjunta de los factores abióticos en el proceso de formación del suelo contribuye, a la formación de una capa superficial humosa muy apreciada por los agricultores (Kolmans y Vásquez 1999).

Al tener suelos de buena calidad y libre de toxicidad por el uso de buenas prácticas de manejo obtendremos alimentos de buena calidad por eso es importante tener una buena salud del suelo. La salud del suelo, se refiere a la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos y nutritivos para los seres humanos y otros organismos (Navarrete *et al*. 2011).

3.2. Propiedades físicas del suelo

3.2.1 Textura

La determinación de textura consiste simplemente en indicar, para un suelo dado la proporción que ocupa en cada elemento constituyente: arena gruesa, arena fina, limo y arcilla, se determina igualmente la cantidad de grava y gravilla. En suma, es un análisis granulométrico (Hudson 2006).

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 Profundidad de suelo

Esta característica ayuda para determinar el tipo de planta que se puede cultivar en el suelo. Cuando se trata de suelos que se consideran profundos. Permite un mejor desarrollo radicular de las plantas perennes, caso contrario en suelo poco profundos, que solo sirven a plantas de ciclo corto o raíces superficiales. La retención de agua que tenga el suelo para que pueda ser aprovechada por las plantas. Es muy importante para obtener un crecimiento y desarrollo adecuado de las mismas (Valdez *et al.* 2015).

3.2.4 Color del suelo

El color varía de un suelo a otro y dentro de un mismo suelo, por lo cual es la propiedad más utilizada para diferenciar a estos. Los colores del suelo pueden ser negro, oscuro, ocre, café, rojo, amarillo, pardo, gris, etc.

El color indica si un suelo es o no bueno para la agricultura. Suelos oscuros indican un mayor contenido de materia orgánica y, por lo tanto, aptos o buenos para la agricultura; suelos rojos contienen mucho hierro y manganeso, por lo que hay que mejorarlos; suelos amarillos con tienen mucha arcilla y poca materia orgánica, por lo que hay que fertilizar fuertemente los cultivos. El color es un carácter del suelo, fácil de observar y de uso cómodo para identificar un tipo de suelo dentro del cuadro regional o local (Valdez *et al.* 2015).

Generalmente el color está en relación con los procesos de patogénesis o con uno de los factores de formación. 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 (Rucks 2004)

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).

3.4 Propiedades biológicas del suelo

3.4.1 Microorganismos del suelo

Ibáñez (2011) 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 lumbrícidos.

3.4.2. 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 de la microbiota 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).

3.4.3 Relación C/N

Esto indica la potencialidad del suelo para transformar la materia orgánica en nitrógeno mineral. De manera general se considera que una relación C/N entre 10 y 12 produce una correcta liberación de nitrógeno, mientras que valores por encima o por debajo de esta cifra, provocan liberaciones muy escasas o excesivas.

El nivel de materia orgánica y la relación C/N proporcionan información sobre el nitrógeno asimilable que el suelo va a producir a lo largo del ciclo de cultivo. El nitrógeno que se libere a partir de la materia orgánica del suelo tendrá importancia en el abonado sólo cuando suponga cantidades significativas.

Para el cálculo de la fertilización nitrogenada hay que considerar, no solo los balances netos de mineralización e inmovilización, sino en qué momento se producen ya que, de este balance, depende que exista nitrógeno disponible en el suelo en los momentos de máxima necesidad de los cultivos. De esta manera se determinan, no solo la cantidad de nitrógeno a aportar, sino en qué momentos, sementera y cobertera (Wild 1988).

3.4.4 pH

El 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 *et al.* 2002).

3.4.5. 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. La consistencia del suelo puede estimarse en el campo mediante ensayos sencillos o medirse con mayor exactitud en el laboratorio (IICA 1985).

3.5 Cambio climático

América Latina y el Caribe (ALC) es una de las regiones con mayor disponibilidad hídrica y mega diversidad del planeta, pero, asimismo presenta una alta fragilidad ecológica y social frente a la variabilidad climática (VC) y el cambio climático (CC) (Carvajal *et al*. 2005). 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. Estas transformaciones climáticas están ocasionadas efectos económicos, sociales y ambientales significativos (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 (Quintero y Carvajal 2010).

3.5.1. Importancia de la mitigación y adaptación

El cambio climático es una realidad, que se reconoce como el mayor reto para las sociedades humanas en el siglo XXI (Vincent 2007), y aunque en los últimos años se han logrado importantes avances para reducir las pérdidas frente a las amenazas asociadas, su impacto sigue siendo considerable (Tomalla *et al*. 2006).

Su origen es en gran medida el resultado de las actividades humanas, por la quema de combustibles fósiles, la agricultura y la deforestación. No obstante, en la actualidad se reconoce que el riesgo ante el CC se debe manejar, por un lado, con la reducción de las emisiones efecto invernadero (GEI) en lo que se conoce como mitigación y, por otro lado, preparándose para las nuevas condiciones climáticas mediante procesos de adaptación (Magaña 2008).

3.5.2 Importancia de la mitigación para reducir las causas que generan el problema

De acuerdo con el IV Informe de Evaluación del IPCC (2007) la mitigación se refiere al cambio tecnológico y la sustitución, que reducen las aportaciones y emisiones por unidad de producción. Aunque varias políticas sociales, económicas y tecnológicas producirían una reducción de las emisiones, con respecto al CC, mitigación significa, implementar políticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar los sumideros.

Tras las primeras evidencias científicas sobre el acelerado CC en la década de 1960, se reconoció un efecto invernadero adicional al reconocido como natural, producto de la actividad humana sobre el clima, como resultado de las emisiones de dióxido de carbono antropogénico y se reconoció el CC como un problema.

Como respuesta, en el marco político internacional surgen una serie de acuerdos e instituciones que persiguen la estabilización de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, a un nivel que evite la peligrosa interferencia humana en el sistema climático. En general, se reconoció el problema, la responsabilidad de los países desarrollados, la necesidad de estabilizar las emisiones de GEI a un nivel que no interfiera con el sistema climático antes que los cambios sean irreversibles, y se crearon incentivos y estrategias como los mecanismos de desarrollo limpio (MDL), para su implementación. Hasta ahora, en la práctica, la mitigación se abordará a través de una mayor eficiencia de los recursos, incluyendo:

a. Mejorar el rendimiento de la eficiencia energética de los edificios nuevos y existentes, e influir en el comportamiento de los ocupantes; b. Reducir la necesidad de viajar y la garantía de una buena accesibilidad pública y otros sostenibles de transporte; c. Promover el uso del suelo que actúa como sumidero de carbono; d. Promover desarrollo y uso de energías renovables; e. Reducir la cantidad de residuos biodegradables depositados en vertederos (Quintero y Carvajal 2010).

Sin embargo, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero está resultando un proceso difícil; cada vez se observa que la reducción de emisiones por sí sola no será suficiente para proteger a las sociedades contra los efectos del CC, reconociéndole un papel muy importante a la adaptación para la disminución de los impactos del mismo en las personas, en los ecosistemas, en el comercio y la sociedad en general (Bergkamp *et al*. 2003).

3.5.3 Importancia de la adaptación para disminuir la vulnerabilidad al cambio climático

En el contexto de las dimensiones humanas del cambio global, usualmente la adaptación se refiere al proceso, acción o resultado en un sistema (hogar, comunidad, grupo, sector, región, país) en orden que pueda enfrentar, manejar o ajustarse a alguna condición cambiante, estrés, amenaza, riesgo u oportunidad (Smit y Wandel 2006).

La adaptación es vista como un instrumento que puede reducir la vulnerabilidad de la sociedad y aumentar su resiliencia, se le reconoce un papel muy importante para la disminución de los impactos del CC en las personas, en los ecosistemas, en el comercio y la sociedad en general (Bergkamp *et al*. 2003)

En general las prácticas de adaptación son una amplia gama de acciones de ajuste en respuesta a o en anticipación de condiciones cambiantes en el entorno, que pueden involucrar cambios o procesos sociales, la ingeniería, cambios en prácticas agrícolas, cambios tecnológicos, implementación de políticas regionales y seguros, uso más eficiente de recursos hídricos, entre otros, y en los casos más extremos, la reasignación de mano de obra y capital agrícola a sectores más productivos con mayores ventajas comparativas, entre otros, siendo una gran variedad y número, a través de sectores y regiones (Rayner y Malone 1998).

A lo largo de la historia, los seres humanos se adaptan al clima de los lugares donde viven la gestión del riesgo y la adaptación al medio ambiente, son en muchos casos la base de la evolución de la sociedad. Sin embargo, ante el incremento de la frecuencia y magnitud de los eventos hidrometeorológico, el gran desafío de nuestra época es tomar el conjunto de estrategias y medidas de adaptación existentes y hacerlos apropiados para enfrentar un cambio acelerado del clima mundial y los retos que la globalización mundial plantea para el futuro (Quintero y Carvajal 2010).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Localización y descripción del lugar

Este estudio se llevó a cabo en las comunidades de La Aguja y Buenos Aires, ubicadas en el municipio de Teupasenti en el departamento de El Paraíso. Teupasenti está localizado a 580 metros sobre el nivel del mar, por lo que goza de un clima agradable mayormente cálido durante casi todo el año, su temperatura oscila entre los 24C° y los 32C°. El territorio de Teupasenti es irregular, predominando los cerros y montañas, pero existen pequeños valles sobre todo en las riberas del río Jalan (Figura 1).

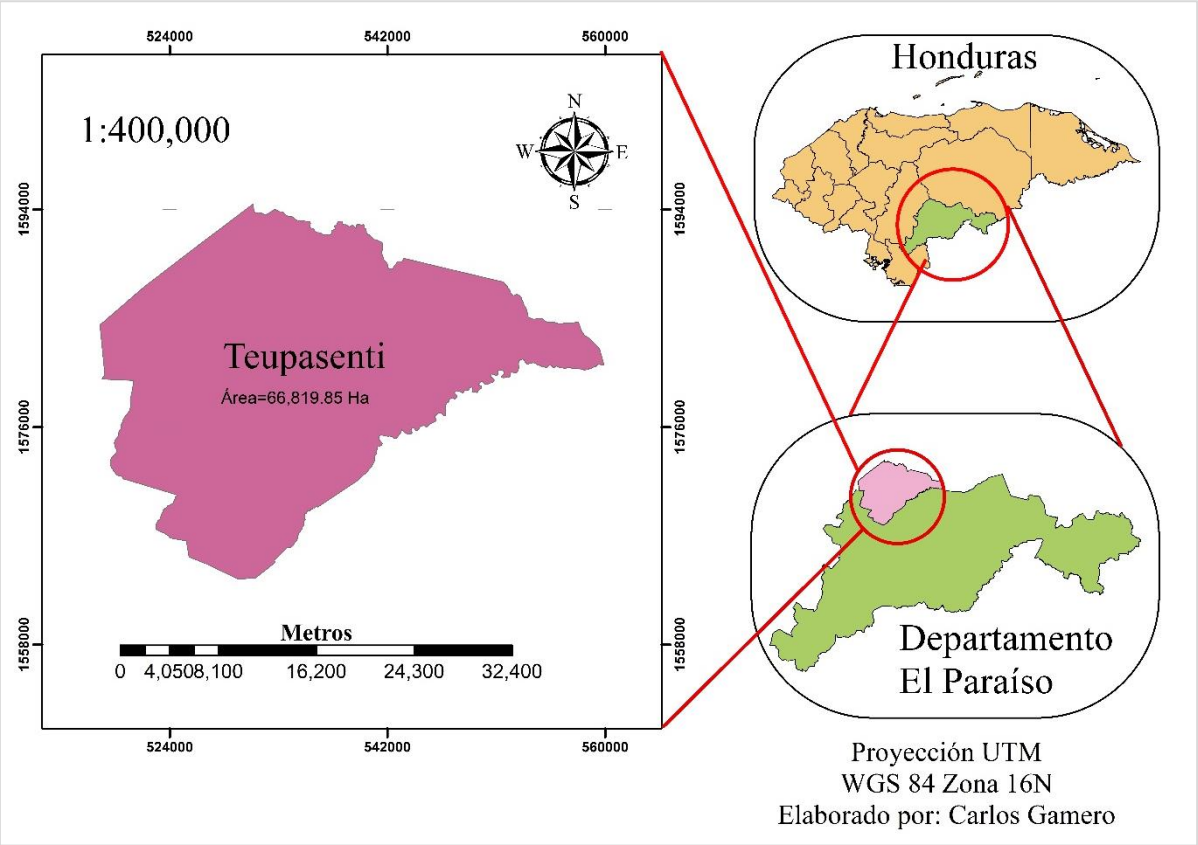


Figura 1. Ubicación geográfica del estudio en el municipio de Teupasenti, El Paraíso

4.2 Materiales y equipo

4.2.1 Etapa de campo

a. Para determinar las propiedades físicas, químicas y biológicas se hizo uso de materiales y equipo necesario, se utilizó una piocha, pala, cinta métrica, bolsas plásticas, GPS, libreta, lápiz, marcadores y cámara fotográfica.

b. Para evaluar el efecto de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático sobre las propiedades edáficas en parcelas productivas se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis físico, químico y biológico.

c. Para identificar las medidas de adaptación y mitigación se hizo con el método observativo utilizando una cámara fotográfica.

d. Para realizar la capacitación se utilizó marcador, lápiz, libreta, papel bond, pala, piocha, martillo, clavos y varas de madera.

4.2.2 Etapa de oficina

En la etapa de oficina se trabajó en tabulación de datos y desarrollo de la información. Se hizo uso del equipo necesario como:

a. Memoria USB
b. Impresora
c. Uso de software de sistemas de información geográfica
d. Computadora

En el mapa conceptual se demuestra un poco de qué manera se desarrolló el trabajo tomando en cuenta los objetivos y algunas actividades que realizaron en el transcurso de la investigación para observar si se implementan medidas que ayuden a controlar o reducir el impacto negativo por el cambio climático (Figura 2).

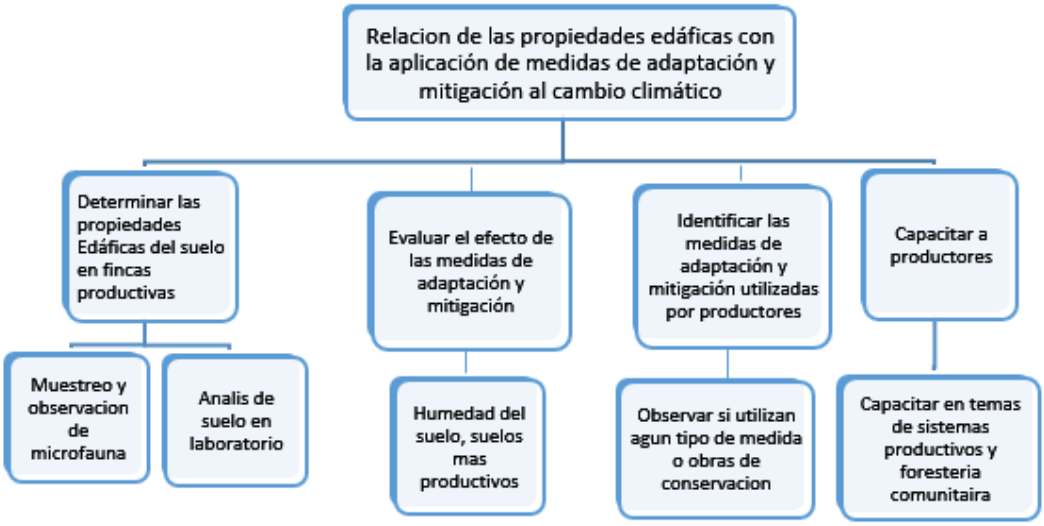


Figura 2. Metodología en el estudio de las medidas de adaptación al cambio climático en La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti

La participación de los actores fue indispensable durante el desarrollo del estudio ya que con ellos se logró organizar actividades para el desarrollo del trabajo en el cual se cumplió con el propósito de culminar por completo el estudio, que se realizó en las comunidades de La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti (Figura 3).

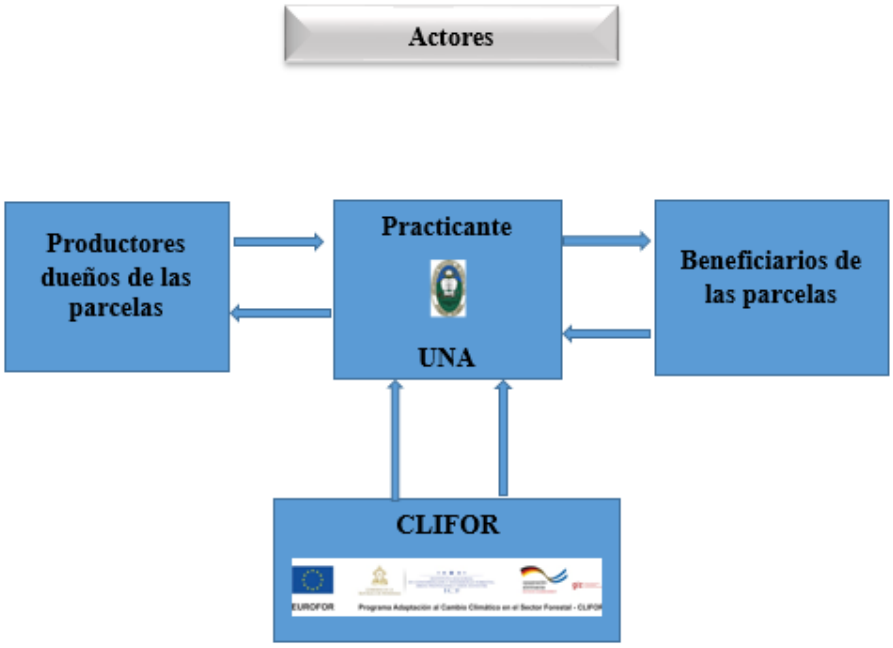


Figura 3. Actores que participaron en el estudio de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti

4.3 Metodología

4.3.1 Sitio de estudio

La finca de Don Elmer Galo está ubicada en la comunidad de La Aguja en el municipio de Teupasenti, departamento de El Paraíso con un área de 0.35 ha, es una parcela demostrativa del Proyecto CLIFOR con un sistema productivo con cultivo de frijol resaltando que la parcela está descuidada ya que no cuenta con obras de conservación suelo, la parcela esta descuidada debido a la falta de desconocimiento del productor. Se tomaron puntos con el GPS del contorno de la finca, después se procedió a la elaboración del polígono de la parcela donde a cada punto se le dio un valor de coordenada X y Y para obtener un muestreo homogéneo en la parcela (Figura 4).

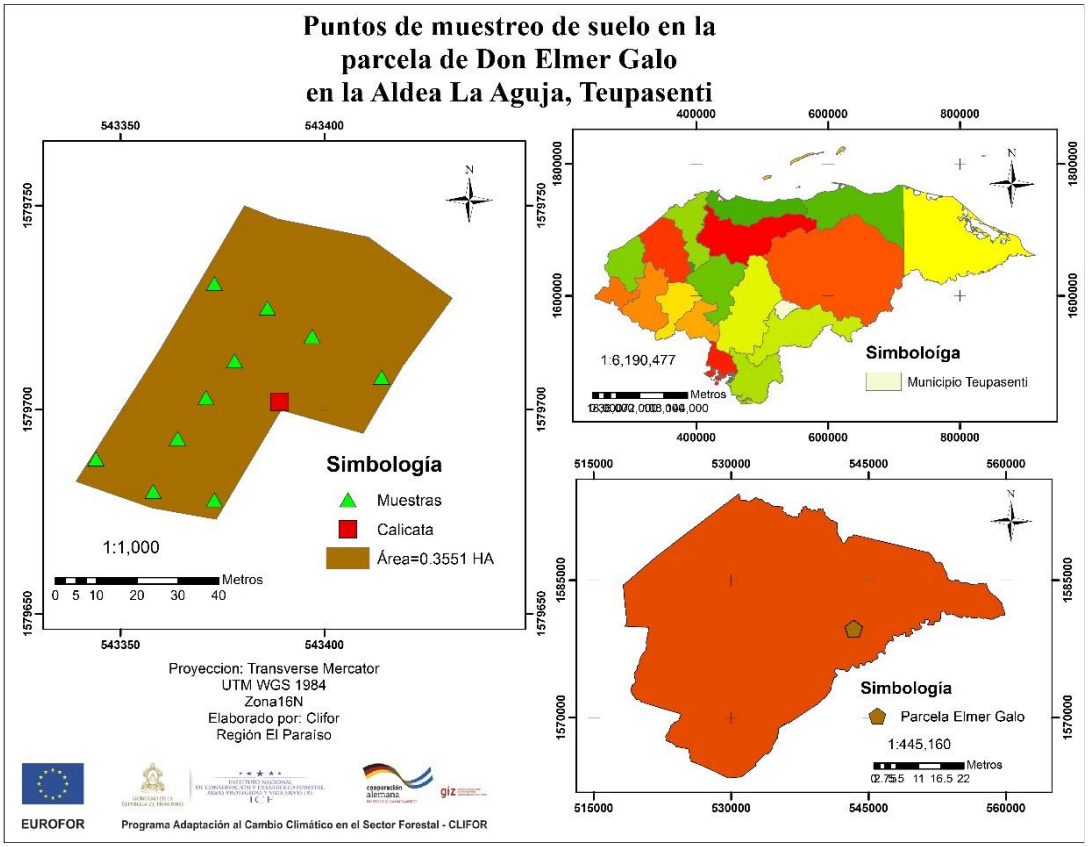


Figura 4. Ubicación y distribución de unidades de muestreo en la parcela de Don Elmer Galo en Teupasenti, El Paraíso

4.3.2 Sitio de estudio

La finca de Don Jovany Galo está ubicada en la comunidad de La Aguja en el municipio de Teupasenti, departamento del Paraíso con un área de 0.60 ha, es una parcela demostrativa del Proyecto CLIFOR con cultivo de frijol, la parcela está descuidada ya que no cuenta con obras ni medidas de conservación suelo, sin diversidad de plantas. Se tomaron puntos con el GPS del contorno de la finca, después se procedió a la elaboración del polígono de la finca donde a su vez se le realizo una malla de puntos y a cada punto se le dio un valor de coordenada X y Y para obtener un muestreo homogéneo en la parcela (Figura 5)

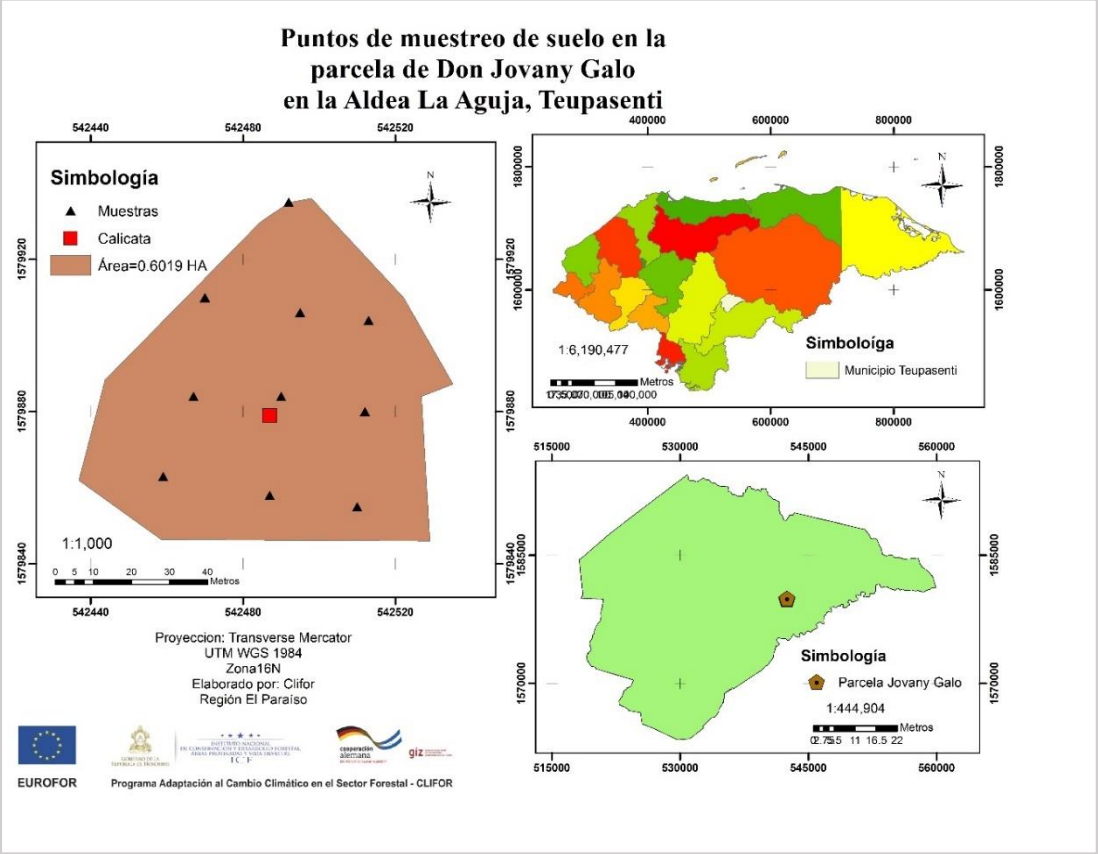


Figura 5. Ubicación y distribución de unidades de muestreo en la parcela de Don Jovany Galo en Teupasenti, El Paraíso

4.3.3 Sitio de estudio

La finca de Doña Eva García está ubicada en la comunidad de La Aguja en el municipio de Teupasenti, departamento de El Paraíso con un área de 0.11 ha.

Esta finca es una parcela demostrativa del Proyecto CLIFOR con un sistema productivo con cultivo de frijol la parcela está descuidada ya que no cuenta con obras de conservación suelo, sin diversidad de plantas. Se tomaron puntos con el GPS del contorno de la parcela, después se procedió a la elaboración del polígono de la parcela donde a cada punto se le dio un valor de coordenadas X y Y para obtener un muestreo homogéneo en la parcela (Figura 6).

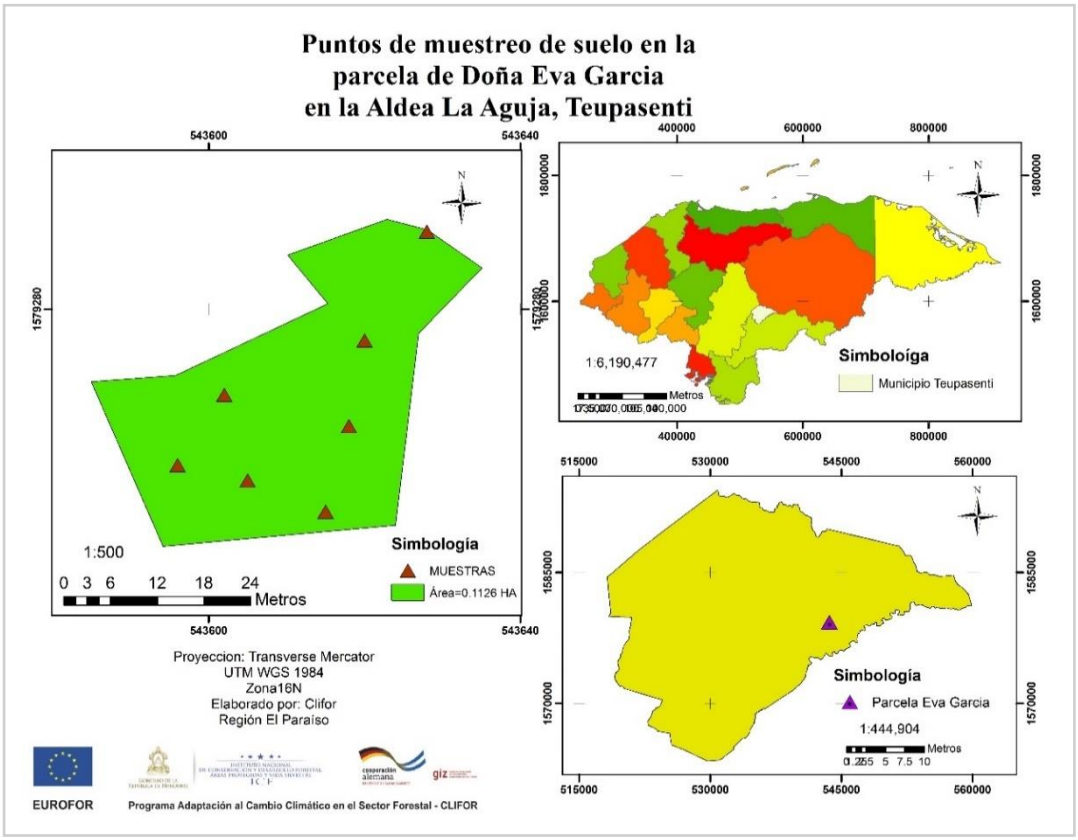


Figura 6. Ubicación y distribución de unidades de muestreo en la parcela de Doña Eva García en Teupasenti, El Paraíso

4.3.4 Sitio de estudio

La parcela de Don Ángel Flores está ubicada en la comunidad de La Aguja en el municipio de Teupasenti, departamento del Paraíso con un área de 0.02 ha, es una parcela demostrativa del Proyecto CLIFOR con un sistema productivo con cultivo de frijol la parcela cuenta con diversidad de plantas frutales y maderables como ser: aguacate, guanábana, paterna, musáceas, caoba y cedro.

Se tomaron puntos con el GPS del contorno de la parcela, después se procedió a la elaboración del polígono de la parcela donde a cada punto se le dio un valor de coordenada X y Y para obtener un muestreo homogéneo en la parcela (Figura 7).

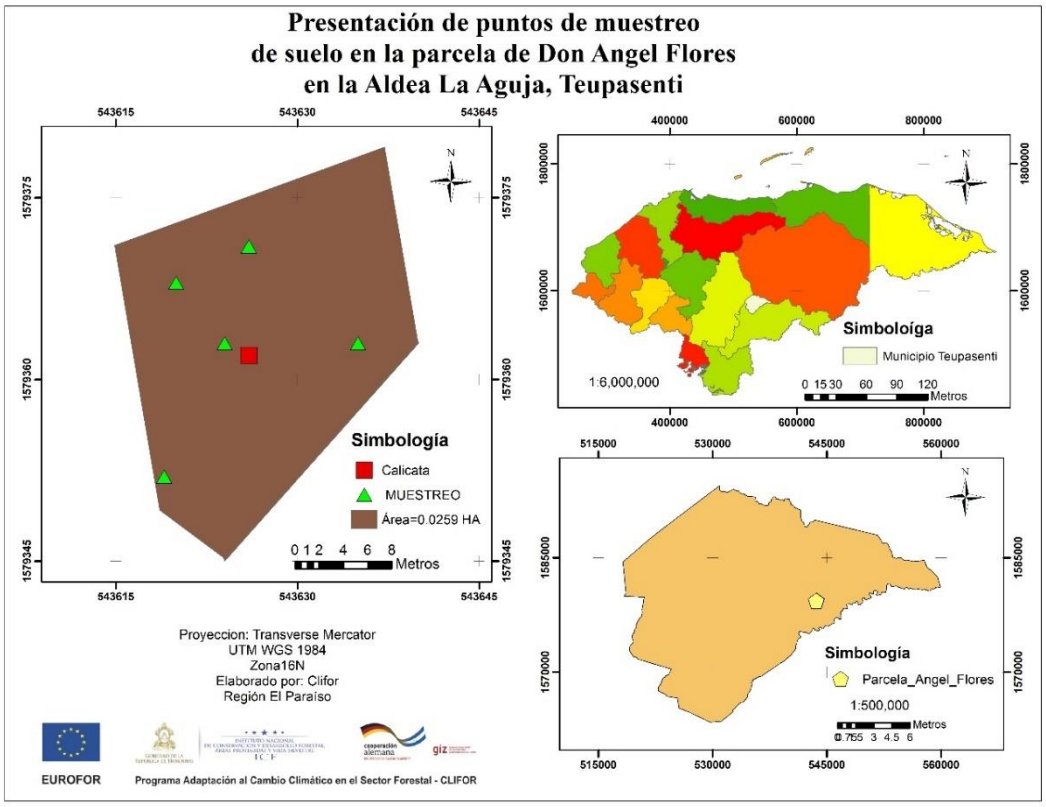


Figura 7. Ubicación y distribución de unidades de muestreo en la parcela de Don Ángel Flores en Teupasenti, El Paraíso

4.3.5 Sitio de estudio

La parcela de Don Santiago Ordoñez está ubicada en la aldea de Buenos Aires en el municipio de Teupasenti, en el departamento de El Paraíso con un área de 0.19 ha, es una parcela demostrativa del Proyecto CLIFOR con un sistema productivo con cultivo de frijol la parcela está descuidada, ya que no cuenta con obras de conservación de suelo, poca cobertura vegetal. Se tomaron puntos con el GPS del contorno de la parcela, después se procedió a la elaboración del polígono de la parcela donde a cada punto se le dio un valor de coordenada X y Y para obtener un muestreo homogéneo en la parcela (Figura 8).

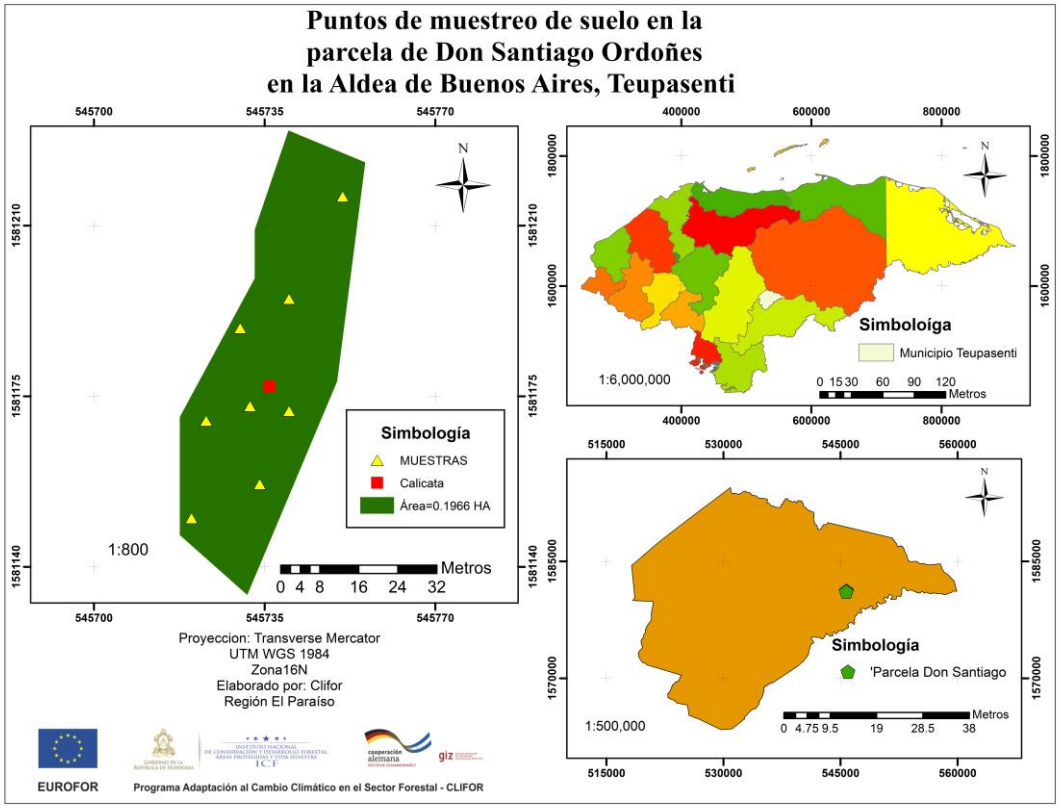


Figura 8. Ubicación y distribución de unidades de muestreo en la parcela de Don Santiago Ordoñez en Teupasenti, El Paraíso

4.4 Capacitación

Se programó una reunión en la comunidad de La Aguja, para realizar una capacitación en una casa de un productor en donde se les invito a los demás productores involucrados dueños de las parcelas en las que se realizó el trabajo.

Se capacitó a los productores en la temática de prácticas y obras de conservación de suelo para ver su importancia, reducir la erosión de los suelos evitando que los suelos se degraden más por las actividades que los productores realizan en su vida cotidiana. La capacitación se desarrolló en dos partes, una parte fue teórica y la otra parte fue práctica.

En la parte teórica se habló de tipos de obras que hay y que se pueden implementar del porqué, la importancia y efecto que causan al realizar estas obras y prácticas que son muy favorables para un mejor uso el recurso suelo. En la parte práctica se implementó lo que fue el desarrollo de las obras de conservación de suelo para que los productores hicieran uso de ellas en sus parcelas.

Cuadro 1. Capacitaciones brindadas en la temática de prácticas y obras de conservación de suelo en la aldea La Aguja, Teupasenti, El Paraíso

N°	Capacitación brindada	Grupo meta	Objetivos de capacitación	Metodología utilizada	Materiales utilizados	Lugar de capacitación	Participación hombres y mujeres	Fotografía
1	Prácticas y obras de conservación de suelo	Productores involucrados dueños de parcelas de estudio	Incentivar a los productores a un mejor uso de sus parcelas y mejora de la calidad de vida en contribución al cambio climático. Dar a conocer las prácticas y obras de conservación que se pueden implementar para disminuir la degradación del suelo. Contribuir con los productores a nuevas ideas que favorezcan a adaptar y mitigar el efecto al cambio climático	Taller Día de campo	Libreta, lápiz, marcadores, papel bond, pala, piocha, estacas, calvos, martillo	La capacitación se llevó a cabo en la aldea La Aguja en una de las parcelas de los productores Eva García involucrada en trabajo de estudio	3 hombres	 

Los productores se sintieron satisfechos por haber compartido ideas y conocimientos que ayudaron a conocer técnicas agrícolas donde se contribuye a la conservación de los recursos naturales, implementando medidas adaptación y mitigación a los efectos ocasionados al cambio climático. En la capacitación y práctica que se realizó con los productores se contó solo con la minoría de ellos, pero se observó que los que participaron notaron la importancia y el efecto que causan el mal uso de algunas actividades que ellos realizan.

4.5 Propiedades físicas del suelo

4.5.1 Textura

Para poder determinar la textura del suelo se tomaron varias sub muestras del suelo para luego homogenizarlas y obtener la muestra general por cada una de las parcelas, luego se calculó una libra de suelo en una bolsa plástica para llevarla al laboratorio de El Zamorano (Anexo1).

4.5.2. Características para determinar la textura del suelo en campo

Cuadro 2. Características para determinar la textura del suelo (Trejo *et al*. 1999).

Textura	**Características**
Arenoso	El suelo permanece suelto y separado, y puede ser acumulado en forma de pirámide
Arena Franca	El suelo tiene suficiente limo y arcilla para volverse pegajoso y se le puede dar forma de una bola que fácilmente se deshace
Franco Limoso	Parecido a la arena franca, pero al suelo se le puede dar forma enrollándolo como un pequeño y corto cilindro
Franco	Contiene casi la misma cantidad de arena, limo y arcilla. Puede ser enrollado como cilindro de seis pulgadas de largo aproximadamente que se quiebra cuando se dobla
Franco Arcilloso	Parecido al franco, aunque puede ser doblado en forma de U sin excederse y no se quiebra
Arcilla Fina	El suelo puede tomar en forma de circulo, pero mostrando grietas
Arcilla Pesada	El suelo puede tomar en forma de circulo sin mostrar ninguna grieta

4.5.3. Estructura

Para poder determinar la estructura se tomó una porción de suelo, procurando mantenerla de forma original hasta que se procede a manipularlo. Se presiona ligeramente poco a poco con mayor fuerza para permitir que se rompa, de tal manera que deje descubierto la forma original de los agregados.

4.5.4. Color de suelo

Para la determinación del color del suelo se tomó un terrón de las muestras de suelo obtenidas de cada una de las parcelas para poder realizar la respectiva comparación del color de los suelos con la ayuda de la tabla Munsell.

4.5.5. 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 rotuladas para secarlas al horno durante 24 horas a una temperatura de 105ºC, luego de deshidratar las muestras se sacaron para pesarlas y calcular la densidad aparente bajo la siguiente ecuación.

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

Dónde

Da= Densidad aparente (g cm-3)

Pss= Peso de suelo seco (g)

Vc= Volumen del cilindro (cm-3)

4.5.6. Consistencia

Para determinar la consistencia del suelo se tomó un terrón de suelo seco y se trató de fragmentar manualmente, por este medio se midió la dureza de los suelos y seguidamente se anotaron los resultados de cualquiera de las condiciones que se cumplan, a continuación, se muestra los parámetros para determinar la consistencia en los suelos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Descripción para determinar la consistencia de suelo. (Trejo *et al*. 1999).

Consistencia	**Descripción**
Extremadamente firme	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 índices y pulgares
Suelta	El terrón es débil se rompe fácilmente y se desmenuza en polvos o gránulos
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

Para la determinación de consistencia con el suelo húmedo se agregó agua gota a gota 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 (Cuadro 3).

4.6 Propiedades químicas del suelo

Para determinar las propiedades químicas del suelo se enviaron las muestras de suelo al laboratorio de El Zamorano donde se analizó:

- pH
- Materia orgánica
- Relación C/N

4.7 Propiedades biológicas del suelo

4.8 Estimación de la densidad de macro organismos en el suelo

Para este parámetro en cada punto de muestreo, se recogieron bloques de suelo de 25 cm por 25 cm y 30 cm de profundidad según la metodología TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) (Anderson y Ingram 1993).

Se realizó rápidamente el agujero y se cavo la tierra y se colocó en una lámina de plástico para contar los macro organismos. Después se hizo una clasificación de los horizontes (Figura 9).

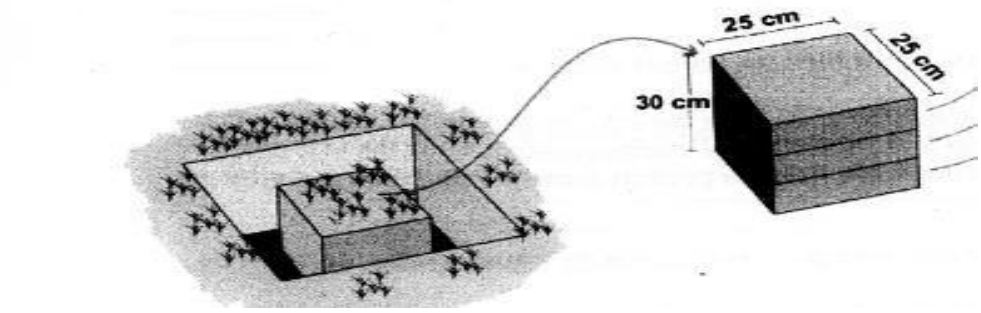


Figura 9. Método de estimación de macroorganismos en el suelo

Cuadro 4. Estimación de los niveles de macro organismos en el suelo. FAO (1981).

-	**Nulo**	No se observa ningún organismo (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

4.9 Identificación de obras de mitigación y adaptación al cambio climático

Aquí se utilizó el método observativo donde se programaron visitas con los dueños de las parcelas donde se les pedio una breve descripción sobre las medidas de mitigación y adaptación que ellos realizan y así contrarrestar los efectos del cambio climático. Aquí se elaboraron fichas de autores donde se tomaron los datos del perfil del dueño de la parcela, así como también de los nombres de las obras observadas que realizan (Anexo 4).

4.10 Método participativo

Como parte de interés de CLIFOR es que las personas beneficiarias del proyecto se involucraran en las actividades que se realizaron, se involucró de manera directa al mayor porcentaje de personas para que ellos pudieran ser partícipes de todas las actividades durante se realizó el estudio, para ello se requirió una planificación para realizar prácticas de campo y capacitaciones en temas de interés local (Anexo 3).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados de pruebas físicas en la parcela

En la finca de Don Elmer Galo los resultados de las pruebas físicas, el tipo de suelo franco arenoso y en las condiciones que se encuentran la finca no es adecuado donde no hay cobertura vegetal y los problemas con la sequía son significativos sin la implementación de obras de conservación de suelo (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de pruebas físicas en la finca de Don Elmer Galo en la comunidad La Aguja, Teupasenti

					Concistencia					
Muestra N°	X	Y	Elevación(msnm)	Estructura	Humedo	Seco	Textura	Densidad	Color	
M1	543344	1579688	615	Granular	Firme	Duro	Franco	0.7	café oscuro	
M2	543358	1579680	613	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.76	café muy oscuro	
M3	543373	1579678	611	Granular	Firme	Duro	Franco	0.74	café amarillento	
M4	543364	1579693	608	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.8	café muy oscuro	
M5	543371	1579703	612	Granular	Firme	Duro	Franco	0.82	café	
M6	543378	1579712	610	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.86	café amarillento	
M7	543373	1579731	609	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.84	café oscuro	
M8	543386	1579725	606	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.78	café	
M9	543397	1579718	605	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.81	café muy oscuro	
M10	543414	1579708	607	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.83	café	

La finca de Don Jovany Galo en los resultados de las pruebas físicas se encontró que el tipo de suelo en la finca es un suelo franco arenoso y en las condiciones que se encuentran la finca no es adecuado sin medidas de adaptación o mitigación, la degradación del suelo no se reducirá (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de pruebas físicas en la parcela de Don Jovany Galo en la comunidad La Aguja, Teupasenti

					Concistencia					
Muestra N°	X	Y	Elevación(msnm)	Estructura	Humedo	Seco	Textura	Densidad	Color	
M1	543344	1579688	655	Granular	Firme	Duro	Franco	0.65	café oscuro	
M2	543358	1579680	658	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.72	café amarillento	
M3	543373	1579678	661	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.7	café oscuro	
M4	543364	1579693	666	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.76	café	
M5	543371	1579703	668	Granular	Firme	Duro	Franco	0.68	café oscuro	
M6	543378	1579712	669	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.79	café	
M7	543373	1579731	670	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.82	café amarillento	
M8	543386	1579725	674	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.8	café	
M9	543397	1579718	653	Granular	Firme	Duro	Franco	0.66	café oscuro	
M10	543414	1579708	654	Granular	Firme	Duro	Franco	0.63	café	

En la finca de Doña Eva García en los resultados de las pruebas físicas se encontró que el tipo de suelo en la finca es un suelo franco arenoso y en las condiciones que se encuentran la finca no es adecuado donde no hay cobertura vegetal y los problemas con la sequía son mayores (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de pruebas físicas en la parcela de Doña Eva García en la comunidad La Aguja, Teupasenti

					Concistencia					
Muestra N°	X	Y	Elevación(msnm)	Estructura	Humedo	Seco	Textura	Densidad	Color	
M1	543628	1579290	704	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.86	café oscuro	
M2	543620	1579276	709	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.84	café muy oscuro	
M3	543618	1579265	687	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.76	café amarillento	
M4	543615	1579254	706	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.79	café muy oscuro	
M5	543605	1579258	708	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.8	café	
M6	543596	1579260	701	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.89	café amarillento	
M7	543602	1579269	705	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.9	café	

La finca de don Ángel Flores en los resultados de las pruebas físicas se encontró que el tipo de suelo en la finca es un suelo franco arenoso y en las condiciones que se encuentra la finca no es adecuado (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de pruebas físicas en la parcela de Don Ángel Flores en la comunidad La Aguja, Teupasenti

					Concistencia					
Muestra N°	X	Y	Elevación(msnm)	Estructura	Humedo	Seco	Textura	Densidad	Color	
M1	543619	1579352	696	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.83	café oscuro	
M2	543624	1579363	690	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.79	café muy oscuro	
M3	543626	1579371	687	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.8	café	
M4	543620	1579368	679	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.81	gris	
M5	543635	1579363	670	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.85	gris	

La finca de don Santiago Ordeñes en los resultados de las pruebas físicas se encontró que el tipo de suelo en la finca es un suelo franco arenoso, y en las condiciones que se encuentra no es adecuado, ya que son suelos con poca retención de humedad (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de pruebas físicas en la parcela de Don Santiago Ordoñez en la comunidad de Buenos Aires, Teupasenti

					Concistencia					
Muestra N°	X	Y	Elevación(msnm)	Estructura	Humedo	Seco	Textura	Densidad	Color	
M1	545751	1581216	591	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.85	café oscuro	
M2	545740	1581195	594	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.83	café	
M3	545732	1581173	598	Granular	Firme	Duro	Franco	0.77	café oscuro	
M4	545720	1581150	602	Granular	Firme	Duro	Franco	0.72	café muy oscuro	
M5	545730	1581189	605	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.81	café oscuro	
M6	545723	1581170	608	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.79	café	
M7	545734	1581157	606	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.73	café muy oscuro	
M8	545740	1581172	605	Granular	Fiable	Ligeramente duro	Franco-arenoso	0.7	café oscuro	

5.2 Datos de temperatura y precipitación de las parcelas en la comunidad La Aguja, Teupasenti

Se muestran los datos de precipitación y temperatura de las cuatro parcelas ubicadas en la comunidad La Aguja de la cual se hizo la instalación de pluviómetros y termómetros en cada una de las parcelas donde los datos recolectados no tuvieron diferencias significativas en las cuatro parcelas debido a que estas parcelas están ubicadas en la misma zona lo datos fueron obtenidos mediante el registro diario que hace el productor, los datos registrados corresponde al mes de octubre, noviembre y diciembre (Tabla 6).

Tabla 6. Datos de temperatura y precipitación mensual en las parcelas ubicadas en la comunidad La Aguja, Teupasenti, El Paraíso

	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación(mm)	199	182	62
Temperatura(°C)	21.5	23	27

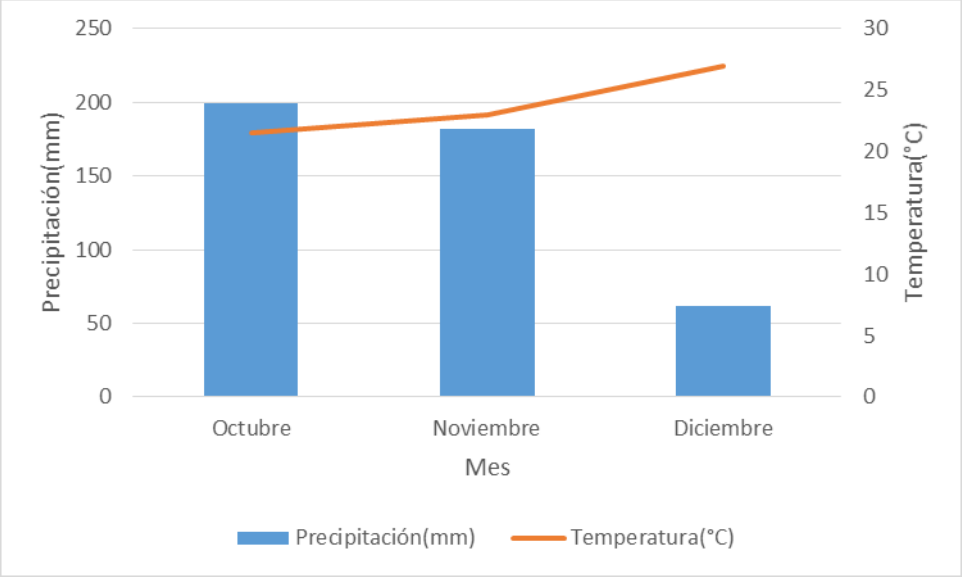


Figura 10. Distribución mensual de la temperatura y precipitación en las parcelas en la comunidad La Aguja, Teupasenti, El Paraíso

Según los datos de registro de la cantidad de precipitación entre octubre, noviembre y diciembre es de 443 mm en donde el mes de octubre fue con mayor precipitación descendiendo al mes de noviembre y siendo con menor precipitación el mes de diciembre con un promedio de temperatura de (21.5°c a 27°C).

5.3 Datos de temperatura y precipitación de la parcela de Don Santiago Ordoñez en Buenos Aires, Teupasenti

En la gráfica se demuestran los datos de precipitación y temperatura de la parcela de Don Santiago Ordoñez ubicada en la comunidad de Buenos Aires, los datos fueron obtenidos mediante el registro diario que hace el productor los datos registrados corresponde al mes de octubre, noviembre y diciembre (Tabla 7).

Tabla 7. Datos de temperatura y precipitación mensual en la parcela de Don Santiago Ordoñez en la comunidad de Buenos Aires, Teupasenti, El Paraíso.

	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación	197	179	59
Temperatura	20	22	25

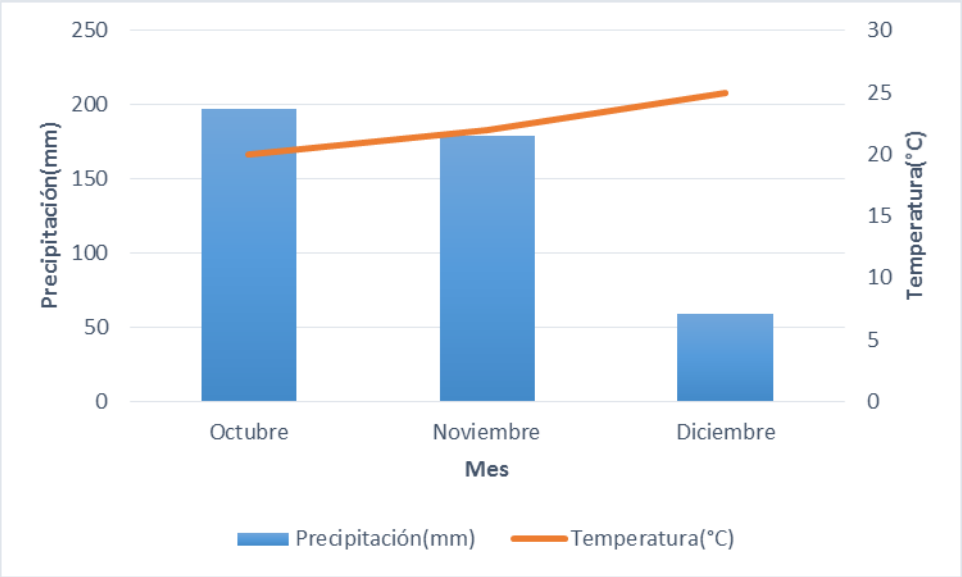


Figura 11. Distribución mensual de la temperatura y precipitación en la parcela de Don Santiago Ordoñez en la comunidad de Buenos Aires, Teupasenti, El Paraíso

Según los datos de registro de la cantidad de precipitación entre octubre, noviembre y diciembre es de 435 mm en donde el mes de octubre fue con mayor precipitación descendiendo al mes de noviembre y siendo con menor precipitación el mes de diciembre con un promedio de temperatura (20°c a 25°C).

Tabla 8. Análisis de textura en las parcelas de la comunidad de La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti, El Paraíso

Muestra	Textura	g/100g		
		Arena	Limo	Arcilla
Ángel Flores	Franco Arenoso	54	26	20
Elmer Galo	Franco Arenoso	60	26	14
a García	Franco	46	28	26
Jovany Galo	Franco	50	30	20
Santiago Ordoñez	Franco	52	28	20

Datos del Laboratorio Químico Zamorano

En los resultados obtenidos mediante el análisis textural de los suelos de las parcelas de estudio las 5 parcelas tienen un mayor porcentaje de arena lo cual los suelos arenosos no tienen buena retención de agua, donde se consideran suelos secos por la muy poca humedad que logran retener (Tabla 8).

Tabla 9. Estimación de macro organismos realizada en campo según la FAO, de acuerdo al muestreo de macro organismos lo único que se encontró fue lombrices en poca cantidad.

Conteo de macro organismos			
Muestras	Especie encontradas	Cantidad de lombrices encontradas	Niveles
Ángel Flores	Lombrices	2	Bajo
Elmer Galo	Lombrices	3	Bajo
Eva García	Lombrices	5	Bajo
Jovany Galo	Lombrices	7	Bajo
Santiago Ordoñez	Lombrices	4	Bajo

En la estimación de macroorganismos en las parcelas de la comunidad La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti, El Paraíso se encontró que la cantidad de macroorganismos es baja lo cual significa que las parcelas productivas no cumplen con las expectativas de un suelo fértil o productivo debido al mal uso que se le ha dado (Tabla 9).

En los resultados de los análisis químicos obtenidos de las fincas de los productores, el pH del suelo muestran valores con un rango >4.9 – 6.1<, donde los suelos son fuertemente y moderadamente ácidos en el cual la disponibilidad de nutrientes no es la adecuada para la planta siendo el rango optimo del cultivo de frijol de 6.5 – 7.5, en materia orgánica el rango oscila entre 2.84% a 5.45% lo cual es poco, y entre relación carbono nitrógeno se encuentra en un rango adecuado de 11.2 a 11.7 lo cual la liberación de nitrógeno es buena (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis químico de suelo en las parcelas de estudio en la comunidad de La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti, El Paraíso

Variable	Unidad	Sitio de Estudio									
		La Aguja								Buenos Aires	
		Ángel Flores		Elmer Galo		Eva García		Jovany Galo		Santiago Ordoñez	
pH		6.10		5.38		5.36		5.32		4.94	
Carbono Orgánico (CO)	g/g	2.77		2.51		3.39		2.73		1.65	
Materia Orgánica	g/g	4.78		4.31		5.45		4.71		2.84	
Nitrógeno Total	g/g	0.24		0.22		0.29		0.24		0.14	
Fosforo (P)	mg/kg	6		17		39		8		16	
Potasio (K)	mg/kg	316		266		236		213		161	
Calcio (Ca)	mg/kg	1548		955		1345		1173		694	
Magnesio (Mg)	mg/kg	343		173		254		438		155	
Azufre (S)	mg/kg	9		11		10		9		10	
Hierro (Fe)	mg/kg	184		175		182		205		224	
Manganeso (Mn)	mg/kg	234		228		332		122		237	
Cobre (Cu)	mg/kg	2.8		1.6		4.7		1.7		2.7	
Zinc (Zn)	mg/kg	1.9		1.1		6.0		1.4		2.9	
Boro (B)	mg/kg	0.3		0.8		0.8		0.4		0.7	
Relación C/N		11.25		11.36		11.03		11.38		11.71	

Datos del Laboratorio Químico (Zamorano 2018)

Los colores representan la calidad del suelo: Alto= Medio= Bajo=

El análisis multivariado de las propiedades químicas muestra que la fincas están en cuadrantes separados, en donde la finca de Don Santiago Ordoñez está relacionada con el contenido de hierro que es alto, la finca de Don Elmer Galo está relacionada con el contenido de boro que es medio y azufre que es bajo, en la cual la finca de Don Jovany Galo está relacionada con el contenido magnesio que es alto, donde la finca de Doña Eva García está relacionada con el contenido de fosforo que es alto, manganeso que es alto, zinc que es alto también , el cobre con un contenido medio, carbono orgánico y materia orgánica, y la finca de Don Ángel Flores está relacionada con el contenido de calcio que es medio, potasio que es alto y con un contenido de pH casi neutro (Figura 12).

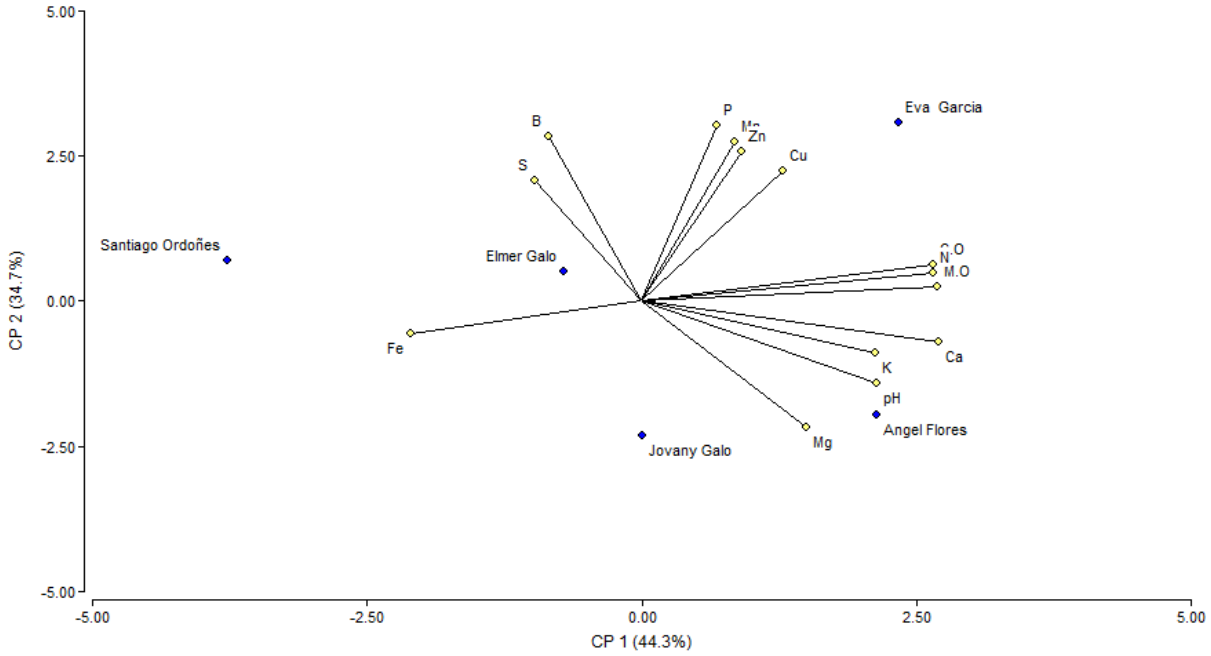


Figura 12. Representación del análisis multivariado de las propiedades químicas en las comunidades de La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti

5.4 Fertilidad de suelos

5.4.1 Propiedades químicas

pH: Los análisis de pH del suelo que se realizó en la aldea de La Aguja y Buenos Aires muestran valores con un rango >4.9 – 6.1< donde los suelos son fuertemente y moderadamente ácidos en el cual la disponibilidad de nutrientes no es la adecuada para la planta siendo el rango optimo del cultivo de frijol de 6.5 – 7.5.

Materia orgánica: Los análisis de MO realizados en las parcelas de la aldea La Aguja y Buenos Aires presentan valores > 2.84 % – 5.45 %< con un rango medio de materia orgánica que es de 3 % – 5 %.

Relación Carbono/Nitrógeno: En la relación C/N los datos obtenidos fueron de 11.03-11.71 en donde el rango óptimo es de 10 a 12, en donde la liberación de nitrógeno es aceptable en los rangos obtenidos en el análisis.

5.4.1.1 Macronutrientes primarios

Nitrógeno Total: El contenido de nitrógeno en el suelo en las parcelas de estudio se muestran valores de 0.1% – 0.2% donde los rangos de nitrógeno son bajos siendo un rango adecuado de 0.2% - 0.5%.

Fosforo: En los análisis de fosforo en las parcelas de la aldea La Aguja y Buenos Aires se encontraron datos de contenido de fosforo de 6mg/kg, 8mg/kg, 17mg/kg, 39mg/kg y 16mg/kg, donde dos parcelas se encuentran en un nivel mediano y tres en un nivel alto de contenido de fosforo.

Potasio: En los resultados de potasio en las parcelas de las comunidades La Aguja y Buenos Aires el nivel de contenido es medio de 155 a 389, siendo un rango óptimo de 175.

5.4.1.2 Macronutrientes secundarios

Calcio: En los datos analizados en los suelos de las parcelas de los productores de las comunidades de La Aguja y Buenos Aires son altos de 600 a 1500.

Magnesio: En los resultados obtenidos mediante los análisis el magnesio se encontró que se encuentra en un nivel medio de 121-479 en los suelos de las parcelas de los productores.

Azufre: De acuerdo a los datos obtenidos con contenido de azufre encontrado es bajo con un rango de 10 en las parcelas productivas siendo un rango óptimo de 20-50.

5.4.1.3 Micronutrientes

Boro: En los análisis realizados en las muestras de suelo en las parcelas productivas de las comunidades de La Aguja y Buenos Aires el contenido de Boro en donde tres de las parcelas están en un rango medio de 0.3-.0.4 siendo el rango medio de 0.2-0.5 y dos parcelas con un rango óptimo de 0.3-0.8, siendo un rango óptimo de 0.5-1.

Hierro: Los niveles de contenido de hierro encontrados en los análisis son altos en las parcelas de los productores en las comunidades de La Aguja y Buenos Aires.

VI. CONCLUSIONES

a. No todos los productores implementaron medidas de adaptación o mitigación en sus parcelas, en el estudio que se realizó en las comunidades La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti

b. El programa CLIFOR promueve a que los productores adopten nuevas estrategias de manejo y uso de suelo que mejoren su calidad y producción en sus parcelas.

c. La capacitación fue satisfactoria por haber compartido ideas y conocimientos con los productores ya que se logró conocer y realizar técnicas de obras de conservación de suelo.

d. La información de datos obtenidos de las propiedades edáficas del suelo, temperatura y precipitación de cada uno de los productores, fueron similares en cada una de las parcelas de estudio.

e. Los análisis de las propiedades edáficas de las fincas fueron adecuados en las comunidades de la Aguja y Buenos Aires.

VII. RECOMENDACIONES

a. Implementar medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en conjunto con la población que se beneficia haciendo un mejor uso de los recursos naturales que lleven a la conservación de los mismo.

b. Promover con la población involucrada la adaptación y mitigación al cambio climático, mediante la aplicación de medidas adaptativas en los medios de vida, para disminuir los daños en diferentes ecosistemas.

c. Realizar actividades como reforestación y obras de conservación de suelo que conlleven a disminuir los efectos del cambio climático en los medios de vida de las comunidades y bosque.

d. Hacer rotación de cultivos en la misma parcela para manejar la cobertura permanente y así reducir el empobrecimiento del suelo y la acumulación de plagas y enfermedades que atacan a un mismo cultivo.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Bergkamp, G., Orlando, B., Burton, I. 2003. Cambiar la adaptación de la gestión del agua al cambio climático. Reino Unido: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales.

Carvajal, Y., Restrepo-Tarquino, I., Tucci, C. 2005. El cambio climático y las estrategias de desarrollo para América Latina. Agua 2005. Conferencia Internacional Agua 2005: De la acción local a las metas globales. Octubre 31, 2005, Cali, Colombia.

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

Hudson N. 2006. Conservación de suelo. Trad. B T Bastford. Ed en español. Reverte. Barcelona España. 337p.

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.

Ibáñez J. 2011. Lumbricus terrestris de tierra: Grupos ecológicos (En línea). Valencia, España. Consultado el 03/9/14. Formato Disponible en http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/08/31/138383

IPCC. 2007. Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Enhen, M. Marquis, K. B. Averyt, et al. (eds.). New York: Cambridge University Press.

Klosman, E & Vasquez, D. 1999. Manual de agricultura ecológica (en línea) La Habana (ACTAF) consultado el 10/08/2018, Disponible. En www.innovacion.gob.sv/inveta/attachments/article/2188/14592.pdf.

Magaña, V. 2008. Adaptación a la variabilidad y cambio climático. Capítulo 4. In: C. Neri, C. Szlafsztein, P. Aldunce. Hacia la evaluación de prácticas de adaptación ante la variabilidad y el cambio climático. Santiago: Núcleo de medio ambiente, Universidad Federal de Pará

Navarrete A, Correa G, López G, Rodríguez L.2011. Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. (En línea). Consultado 12/08/2017. Disponible http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n80ne/suelo.pdf

Nordhaus, W.D. (1993), "Enfoques económicos para el calentamiento de invernadero", en R. Dornbusch y J.M. Poterba (eds.), Respuestas de la política económica del calentamiento global, MIT Press, pp. 7-31.

Parra M; Escobar R; Navarro C; Orquero O. 2002. Los suelos y la fertilización del olivar cultivado en zonas calcáreas. Mundi-Prensa. Barcelona, España. 250p.

Quintero M y Cavajal Y. 2010. Adaptación y mitigación al cambio climático: consideraciones en el contexto Latinoamericano. Universidad de Valle. Cali, CO.

Rucks L., García F, Kaplán A, Ponce de León y Hill M. 2004. Propiedades físicas del suelo. (En línea). Montevideo, URU, consultado el 24 de sept. 2015. Disponible, https://www.google.hn/#q=propiedades+f%C3%ADsicas+del+suelo+pdf.

Rayner S. y Malone E. L. 1998. La elección humana y cambio climático. Volume 3. Las herramientas para los análisis de políticas. Columbus: Battelle Press; 429 pp.

Smit B. y Wandel J. 2006. Capacidad adaptativa de adaptación y vulnerabilidad. Cambio Global del medio ambiente. 16(3):282-92.

Sánchez L; Reyes O. 2015. Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe, Naciones Unidas, Santiago, Chile. 58p

Valdez Z. J.I, M.H. Badii. A, Guillen. & M.S. A, Zepeda.2015. Causas e impacto Socio Económico y Ambiental de la erosión (en línea), Mexico consultado el 10/08/2017, disponible en http://www.spentamexico.org/v10-n1/A6.10%281%2976-87.pdf
Vincent, K. 2007.Incertidumbre en la capacidad de adaptación y la importancia de la escala. Global cambio ambiental. 17: 1224.

Wild A .1988. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Rusell. Mundi-prensa. Madrid, España. 1021p.

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de muestras de suelo en las parcelas de los productores en las comunidades La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti



Recolección de muestras



Georreferenciación de puntos de muestreo



Participación de los productores



Observación de macro fauna

Anexo 2. Georreferenciación y distanciamiento de puntos de muestreo en las comunidades La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti



Distanciamiento de puntos de muestreo



Georreferenciación de la parcela de estudio



Parcela de estudio



Diversificación de cultivos

Anexo 3. Foliar natural utilizado en los cultivos las comunidades La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti



Foliar natural



Producto aplicado



Traslado a las parcelas



Cultivo

Anexo 4. Instalación de pluviómetros y termómetros en las parcelas de los productores en las comunidades La Aguja y Buenos Aires, Teupasenti



Pluviómetro



Termómetro