



**Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua
UNAN – CUR Matagalpa**

Monografía para optar al título de Ingeniero Agrónomo

**Potencial productivo de la finca San Martín, Samulalí – Matagalpa.
Propiedad de Infancia Sin Fronteras, 2009.**

Autores:

**Br. Jader José Castrillo Baldizón
Br. Marlon José Castro.**

Tutor:

Ing. Francisco Javier Chavarría Aráuz.

Matagalpa, Diciembre del 2009.



DEDICATORIA

Orgullosamente, dedico este arduo trabajo a:

- ❖ Dios todo poderosos creador del cielo, la tierra y todo lo que en el mundo hay, por permitirme triunfar con éxito esta carrera, dándome vida física y espiritual, sabiduría, visión y fuerzas.
- ❖ Inés Castrillo Mendoza y María Dolores Baldizón, mis padres, por enseñarme con su ejemplo a luchar para conquistar los sueños y aconsejarme día a día para ser un hombre de valor y de principios en la sociedad.
- ❖ Gloria, Yerlys, Juan, Marlon, amigos de la clase de agronomía con quienes pude compartir momentos alegres, desafíos y triunfos en todo este tiempo.

Jader José Castrillo Baldizón.

DEDICATORIA

- A Dios nuestro creador por darme la vida, sabiduría y deseos de superar en la vida.
- A mi querida y adorada madre Pastora Castro Castro, por ser mi guía y aconsejar cada paso en mí andar, por todo el apoyo incondicional que me brindo en el transcurso de esta etapa de mis estudios hasta lograr concluir mi carrera como un profesional.
- A mi hija Avril Michell Castro Viscarra, mis hermanos Byron y Jonny Javier Rivas Castro, a mi abuela María Paz Castro Sevilla, a Aracelys Flores Artola y a todos mis amigos que me brindaron su apoyo.
- A todos los docentes que me brindaron sus conocimientos y enseñanzas, los cuales fueron indispensables en mi formación académica.

Marlon José Castro

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios, por darnos la vida, sabiduría, inteligencia y fuerzas para culminar con éxito nuestros estudios y así poder coronar nuestra carrera universitaria.

A Infancia Sin fronteras por la oportunidad de poder llevar a cabo este estudio y por el apoyo, económico, logístico y técnico brindado durante todo el proceso investigativo y de redacción.

A los Ingenieros Gustavo Talavera, Marisabel Pineda y al Licenciado Marvin Sáenz, por su contribución de forma directa en el desarrollo de este estudio.

A nuestro tutor y asesor, Ingeniero Francisco Chavarría, por su gran dedicación y apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

A los trabajadores de la finca San Martín y del comedor de la comunidad de Guadalupe por toda la atención y hospitalidad brindada.

OPINION DEL TUTOR

Por este medio yo Francisco Javier Chavarría Aráuz, en mi calidad de tutor de la monografía de los egresados Jader José Castrillo Baldizón y Marlon Castro Castro, titulado “**Potencial productivo de la finca San Martín, Samulalí – Matagalpa. Propiedad de Infancia Sin Fronteras, 2009**“. Puedo concluir que la investigación cumple con los criterios de calidad y con las normativas que la UNAN Managua tiene para la modalidad de monografía, así mismo que los optantes al título de Ingeniería Agronómica han realizado un gran esfuerzo por llevar a feliz término su trabajo, demostrando una gran disciplina y dedicación.

El tipo de trabajo que han llevado a cabo los colegas Castrillo y Castro, constituye un gran esfuerzo por contribuir al cumplimiento de los lineamientos de la carta de la tierra que es “Producir alimentos de manera sostenible“.

Considero que los optantes al título son un ejemplo de trabajo en equipo y que han sabido representar dignamente a nuestra universidad ante Infancia Sin Fronteras como nuestro socio en la investigación realizada.

Que Dios bendiga a los jóvenes Castrillo Baldizón y Castro para que contribuyan a sus familias y a engrandecer a nuestra patria.

Francisco Javier Chavarría Aráuz

Tutor

RESUMEN

El presente estudio sobre potencial productivo, fue realizado en la comunidad de Samulalí municipio de Matagalpa, durante el año 2009, en la finca San Martín propiedad de la ONGs Infancia Sin Fronteras, con el objetivo de determinar la potencialidad productiva de la finca, analizando el uso actual de la unidad de producción, los elementos climáticos de la zona, las características físicas y químicas del suelo, de tal forma que los resultados obtenidos sirvan como herramienta base para elaborar la propuesta de un plan de manejo conservacionista que permita la diversificación de esta y por ende respaldar la toma de decisiones.

A partir de los datos de los diferentes análisis, se logró encontrar que:

Las condiciones de clima en donde está ubicada la finca San Martín, son propicias para la explotación de cultivos agrícolas, con un manejo agroforestal en la mayoría de los lotes. El suelo respecto a sus propiedades químicas es apto para la producción de diferentes especies y aunque las características físicas presentes no son las favorables a las que los cultivos requieren, estas se pueden modificar, los porcentajes de pendiente y de topografía en la finca son variados, estando comprendidos en los rangos no apropiados para cultivar especies agrícolas. En los rendimientos productivos obtenidos, en la mayoría de los cultivos los índices son bajos con respecto a los promedios nacionales, las especies que se analizaron, como café y granadilla están por debajo de los rendimientos óptimos comparados con el promedio nacional.

Como una herramienta básica en planificación, ordenamiento y la toma de decisiones se propone el plan de manejo conservacionista.

INDICE

CONTENIDO	PÁGINAS
DEDICATORIA	i-ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
OPINION DEL TUTOR	iv
RESUMEN.....	v
I. IINTRODUCCION.....	1-2
II. ANTECEDENTES.....	3-4
III. JUSTIFICACION.....	5-6
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
4.1 Preguntas de investigación	7
V. OBJETIVOS	8
5.1 Objetivo General	8
5.2 Objetivos Específicos	8
VI. HIPOTESIS DE INVESTIGACION.....	9
VII. MARCO TEORICO.....	10
7.1 POTENCIAL PRODUCTIVO	10
7.2 EL CLIMA.....	11
7.2.1 Precipitación	12
7.2.1.1 Distribución estacional de la lluvia	12
7.2.1.2 Frecuencia e intensidad de la precipitación.....	12
7.2.1.3 Variación diurna de la precipitación.....	12
7.2.2 Temperatura	13
7.2.2.1 Temperatura del aire.....	13
7.2.2.2 Temperatura del suelo	13
7.2.3 Radiación Solar	14
7.2.3.1 Efectos de la radiación solar	14
7.2.4 Altitud	14-15
7.3 EL SUELO	15
7.3.1 Características físicas.....	15
7.3.1.1 Textura	15
7.3.1.2 Estructura	15-16
7.3.1.3 Pendiente.....	16
7.3.1.4 Velocidad de infiltración	16
7.3.1.5 Densidad aparente.....	16

7.3.1.6 Profundidad efectiva	16-17
7.3.1.7 Capacidad de campo	17
7.3.2 Características químicas.....	17
7.3.2.1 pH.....	17
7.3.2.2 Materia orgánica	17
7.3.3 Importancia agronómica del suelo	18
7.3.4 Capacidad de uso del suelo.....	18-19
7.4 EL AGUA	19
7.4.1 Agua en el suelo.....	20
7.4.2 Importancia ecológica del agua	20
7.4.3 Importancia fisiológica del agua.....	21
7.4.4 Uso del agua en las plantas.....	21
7.5 CONDICIONES SOCIOECONOMICAS DE SAMULALI	21
7.5.1 Aspecto social	21-22
7.5.2 Aspecto económico	22
7.6 DIAGNOSTICO DE LA FINCA SAN MARTIN.....	22
7.6.1 Localización de la finca.....	22
7.6.2 Condiciones agroecológicas de la finca	23
7.6.3 Condiciones socioeconómicas de la finca.....	24
7.7 PLANIFICACION CONSERVACIONISTA DE FINCAS	24-25
7.7.1 Pasos del proceso de planificación.....	25
7.7.1.1 Primer paso	25
7.7.1.2 Segundo paso.....	25-27
7.7.1.3 Tercer paso.....	27
7.7.1.3.1 Uso preferible de la tierra	27
7.7.1.3.2 Selección de medidas y prácticas de manejo ...	28
7.7.1.3.3 Elaboración del mapa.....	29-31
VIII. DISEÑO METODOLOGICO	32
8.1 Tipo de investigación.....	32
8.2 Universo	32
8.3 Operacionalización de las variables	33
8.4 Descripción de las variables.....	34-35
8.5 Procesamiento de los datos.....	36
IX. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	37
9.1 Uso actual de la unidad de producción.....	37
9.1.1 Cultivos.....	37-38
9.2 Elementos climáticos.....	39

9.2.1 Precipitación.....	39
9.2.2 Temperatura.....	39-41
9.2.3 Radiación Solar.....	42
9.2.4 Altitud.....	42-44
9.3 Características físicas del suelo.....	44
9.3.1 Estructura.....	45
9.3.2 Textura.....	45-47
9.3.3 Pendiente.....	48-50
9.3.4 Velocidad de infiltración.....	50-51
9.3.5 Densidad aparente.....	51-52
9.3.6 Profundidad efectiva de raíces.....	53
9.3.7 Capacidad de campo.....	53-55
9.4 Características químicas del suelo.....	55
9.4.1 pH.....	55-57
9.4.2 Materia Orgánica.....	57-58
9.5 Potencialidad de la unidad de producción.....	58
9.5.1 Lote 1.....	58
9.5.2 Lote 2.....	59-60
9.5.3 Lote 3.....	60
9.5.4 Lote 4.....	60-61
9.5.5 Lote 5.....	61-62
9.5.6 Lote 6.....	62-63
9.5.7 Lote 7.....	63
X. CONCLUSIONES.....	64
XI. RECOMENDACIONES.....	65
XI. BIBLIOGRAFIA.....	66-68
X. ANEXOS	

ANEXOS

Anexo 1. Tabla 6.3: Número máximo diario de horas sol según latitud norte

Anexo 2. Guía para la determinación manual de textura de suelos, fuente:
Cassanova, 2004.

Anexo 3. Interpretación de los resultados de laboratorio.

Anexo 4 .Análisis de suelo por lote.

Anexo 5. Mapa de la situación actual de la finca San Martín.

Anexo 6. Mapa del plan de conservación de la finca.

Anexo 7. Hoja resumen del plan de conservación.

Anexo 8. Galería de fotos.

Anexo 9. Cronograma de actividades.

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Operacionalización de variables.	33
Cuadro 2.	Rendimientos del cultivo de café.	38
Cuadro 3.	Rendimientos del cultivo de granadilla.	38
Cuadro 4.	Información climática del año 2008.	39
Cuadro 5.	Comparación de valores de precipitación requeridas por cultivos y datos de INETER.	39
Cuadro 6.	Comparación de temperatura requerida por los cultivos y datos de INETER.	41
Cuadro 7.	Altura sobre el nivel del mar de cada lote.	43
Cuadro 8.	Altura sobre el nivel del mar de cada lote.	43
Cuadro 9.	Estructura del suelo.	45
Cuadro 10.	Textura del suelo de cada lote.	46
Cuadro 11.	Categorías de pendiente en función del relieve.	48
Cuadro 12.	Categorías de pendiente de cada lote.	49
Cuadro 13.	Categorías de pendiente de cada lote y sublote.	49
Cuadro 14.	Velocidad de infiltración en diversos tipos de suelos.	50
Cuadro 15.	Resultados de densidad aparente de cada lote.	52
Cuadro 16.	Categorías de profundidad efectiva de raíces	53
Cuadro 17.	Resultados de medición de suelo a través de calicata.	53
Cuadro 18.	Resultados de capacidad de campo de cada lote.	54
Cuadro 19.	Resultados de pH de cada lote.	56
Cuadro 20.	Rangos de contenidos de macronutrientes.	57
Cuadro 21.	Resultados de contenido de materia orgánica.	58

I. Introducción

Nicaragua es un país eminentemente agropecuario con condiciones favorables para el desarrollo, ya que cuenta con una gran cantidad recursos naturales y diversidad de ambientes agroclimáticos que permiten la explotación de diversos rubros tanto agrícolas como pecuarios, donde se encuentran diferentes sistemas de producción. Estos también presentan una gran diversidad de problemas típicos de las actividades agropecuarias que limitan de una u otra forma el desarrollo del agro.

La actividad agropecuaria de un país es fundamental, dado que a través de ella la población puede obtener los alimentos que necesita tanto de origen animal como vegetal.

Para sobrevivir al impacto de la agricultura moderna para la agrobiodiversidad y las condiciones actuales de las políticas económicas nacionales y globales los pequeños y medianos agricultores de los países pobres deben adecuar las tecnologías agrícolas a sus condiciones locales específicas. (Ressett, 2002)

Según Ruiz, et al, (1985): la selección de especies con potencial agroecológico para una región implica ventajas en el manejo del cultivo, ya que producir una especie fuera de su ambiente óptimo encarece las tecnologías de producción, o bien simplemente reduce el rendimiento por la presencia de condiciones de estrés ambiental, siendo las principales causas de éste estrés, las variaciones extremas de factores tales como altas o bajas temperaturas y sequía o exceso de humedad. Va implícito el riesgo de que cuando se produce un cultivo bajo condiciones ambientales no óptimas, no sólo afecta su rendimiento, sino también la calidad de su cosecha.

El presente estudio tiene como objetivo determinar el potencial productivo de la finca San Martín, caracterizar las condiciones de clima, suelo y topografía en que se produce e identificar áreas potenciales para la producción de diversos cultivos de uso agrícola, pecuario y forestal; de tal forma que los diagnósticos

que resulten permitan planificar, diseñar esquemas teóricos de reordenamiento de uso de las tierras de labor, y respaldar la toma de decisiones en el sector agropecuario y forestal.

Se espera que la información contenida en este documento contribuya como línea base para las posteriores propuestas agrosostenibles y como modelo a productores de la región ya que esta será un punto de referencia para promover el desarrollo de una agricultura amigable al medio ambiente con rentabilidad económica, a la UNAN-CUR, Matagalpa; como fuente de apoyo bibliográfico y como guía para otros posibles estudios de esta envergadura.

II. Antecedentes

Desde que se inventó la agricultura hace aproximadamente 10,000 años, el hombre llegó a conocer la influencia del comportamiento de la atmósfera (tiempo) en la producción. Esta relación tan directa entre el cultivo y el tiempo estaba siempre presente en la mente del agricultor. (CATIE, 1986)

La creciente utilización de los recursos naturales provoca la erosión, degradación física y contaminación química de estos recursos a la vez que disminuye su potencial productivo. Dentro de este contexto, las técnicas de evaluación de tierras constituyen un buen método para predecir la capacidad productiva y riesgos de degradación de tierras, así como para evaluar las consecuencias de los cambios que vayan experimentando. (FAO, 1996)

FAO, durante las últimas décadas, dentro del programa de Zonificación Agroecológica, ha ido desarrollando sistemas informatizados para inventariar, evaluar y planificar los recursos rurales con el fin de ser adecuadamente utilizados, sobre todo en países en vías de desarrollo (América Latina y el Caribe). El propósito de esta zonificación, tal y como se lleva a cabo en la planificación del uso de tierras agrícolas, es delimitar aquellas zonas que presentan similares potencialidades y limitaciones de desarrollo. (FAO, 1996)

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en México, en el mes de noviembre del 2002, realizó un estudio en el municipio de Huajicori, Nayarit, sobre potencial productivo de especies vegetales, en donde se usó el sistema de información geográfica, para la obtención de datos de algunas variables a medir como: suelo, clima, lluvias, temperaturas, altura, entre otras y herramientas de planeación integral. A través de estudios de potencial productivo desarrolla planes y estrategias para que los productores incrementen y diversifiquen su producción, haciéndola más competitiva y rentable, al aprovechar de manera integral y sustentable sus recursos.

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER, 2002: a través del departamento de aplicaciones a la meteorología, fue creado para la realización de estudios de carácter meteorológicos, dentro de los cuales se contemplan estudios agrometeorológicos (Caracterización Agroclimática de los cultivos de acuerdo a la metodología de zonificación agroecológica de la FAO (1981), estudio sobre las fechas teóricas de siembra a través del método de análisis frecuencial de lluvias (a nivel nacional), climatológicos (estos estudios están dirigidos a identificar las características climáticas del territorio, así como conocer la influencia y/o cambios del clima en Nicaragua.)

El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria INTA, 2008: en los últimos años ha validado en casi todo el país diferentes variedades de granos básicos tomando en cuenta la zonificación Agroecológica apropiada para cada especie, con el fin de potencializar los recursos naturales existentes.

Según González (2006) "Para determinar las condiciones favorables de una especie en un lugar determinado es indispensable analizar las condiciones edafoclimáticas y de relieve que influyen en el cultivo y el territorio de estudio". Es por eso que antes de cultivar una especie debemos saber si se adapta a esas condiciones para una mejor rentabilidad, ya que existen diferentes variedades clasificadas por zonas específicas.

La finca San Martín fue adquirida hace diez años la cual se ha caracterizado por realizar actividades agrícolas, esta cuenta con recursos valiosos como lo son el agua, suelos de usos agrícolas, recursos económicos, vías de acceso entre otros, pero estos no están siendo aprovechados al máximo, es por eso el motivo de esta investigación.

III. Justificación

La finca San Martín ha presentado problemas, en la parte productiva, debido a que los rendimientos en las cosechas de los últimos años no han sido satisfactorios; económicamente no se ha recuperado el capital invertido y en la parte social el impacto que la finca debería de tener en cuanto a abastecer de alimentos a los diferentes comedores ha sido negativo.

Es por ello que se dirige este estudio de “Potenciales Productivos”. Se espera que la información presentada en este documento contribuya a mejorar las siguientes actividades:

- Planificación de fincas (diseñar esquemas de reordenamiento del uso del suelo de labor, diversificación de la finca, etc.), la cual permitirá identificar las ventajas de la unidad de producción y definir las especies vegetales que sean más rentables.
- Caracterizar las condiciones de clima, suelo y topografía en que se produce, permitiendo identificar las áreas más potenciales para la producción agrícola y forestal.
- Disminuir los riesgos de producción, identificando y cuantificando los problemas que afectan a la agricultura en la finca (acidez, erosión, etc.), por lo tanto tener sistemas de producción rentable.
- Preservar los recursos naturales, practicando una agricultura amigable con el medio ambiente, formulando estrategias de producción, a corto y mediano plazo.
- Mejorar el uso del agua de la finca, aprovechando de manera eficiente el recurso agua.

Este estudio servirá a las autoridades del organismo Infancia Sin Fronteras para:

- Delimitar áreas con potencial agroproductivo.
- Identificar regiones con alto riesgo productivo.
- Impulsar el reordenamiento agroecológico.
- Definir zonas para la adaptación de cultivos.

- Incidir en la solución de problemas encontrados en la finca y en la toma de decisiones administrativas, agronómicas y financieras.

A la comunidad estudiantil de la UNAN-CUR, Matagalpa, como fuente de apoyo bibliográfico y como guía para otros posibles estudios de esta envergadura.

IV. Planteamiento del Problema

¿Cuál es el potencial productivo con el que cuenta la Finca San Martín, Samulalí Matagalpa 2009?

4.1 Preguntas de Investigación

¿Cuáles son las características edafoclimáticas de la finca?

¿De acuerdo a las características edafoclimáticas, cual es el patrón de cultivo más adecuado?

¿Cuáles han sido los rendimientos de cosecha y sus causas en los últimos cinco años?

¿Qué manejo agroecológico ha tenido la finca y cuál es el más adecuado?

¿Con qué recursos cuenta la finca para establecer sistemas productivos?

V. Objetivos

5.1 Objetivo General

Determinar el potencial productivo de la finca San Martín, Samulalí – Matagalpa, que sirva como herramienta base para elaborar la propuesta de un plan de manejo conservacionista para diversificar la finca, durante el año 2009.

5.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las condiciones de clima, suelo, topografía en que se produce la finca San Martín.
- Identificar las áreas potenciales para la producción de diversos cultivos de uso agrícola, de tal forma que el diagnóstico que resulte permita planificar, diseñar esquemas teóricos de reordenamiento de uso del suelo y respaldar la toma de decisiones.
- Establecer comparaciones entre los índices productivos desde hace cinco años con los rendimientos óptimos de los cultivos café y granadilla para conocer las causas de estos.
- Elaborar un plan de manejo conservacionista para mejorar la productividad, rentabilidad y sustentabilidad de la finca.

VI. Hipótesis de Investigación

Ha: La finca San Martín cuenta con buenas condiciones edafoclimáticas favorables para la producción agrícola.

Ho: La finca San Martín no cuenta con buenas condiciones edafoclimáticas favorables para la producción agrícola.

Ha: El uso actual de los recursos de la unidad de producción San Martín están siendo aprovechados deficientemente, por lo tanto, es necesaria una planificación acorde a las características agroecológicas que esta posee, para obtener una mayor productividad.

Ho: El uso actual de los recursos de la unidad de producción San Martín están siendo aprovechados eficientemente, por lo tanto, no es necesaria una planificación de acorde a las características agroecológicas que esta posee, para obtener una mayor potencialidad productiva.

VII. Marco Teórico

En el presente documento se abordan aspectos relacionados con un estudio de potenciales productivos de fincas, aquí se resumen varios argumentos teóricos de diferentes autores que citan textualmente sus propios conceptos y definiciones, además una caracterización geográfica y socioeconómica de la comunidad de Samulalí, lugar donde se ubica la Finca en estudio.

7.1 Potencial productivo: Según INIFAP (2006), es la identificación de áreas o zonas donde se puede realizarse con mayor probabilidad de éxito y rentabilidad las diferentes actividades agropecuarias y forestales, aplicando sistemas de información geográfica y herramientas de planeación integral. La metodología utilizada por el INIFAP, es:

- Información climatológica.
- Interpretación de datos climáticos.
- Modelo de elevación digital.
- Cálculo de pendiente del terreno.
- Datos de requerimientos agroecológicos (mapas fuentes, mapas derivados y mapas finales).

El diagnóstico del potencial productivo de especies vegetales consiste en identificar áreas en los que se cubran los requerimientos agroecológicos por parte de los cultivos, es decir, definir los ambientes adecuados para los cultivos adecuados, este procedimiento radica en cortejar la disponibilidad agroecológica de la finca, con las necesidades de clima, suelo y topografía de las especies de uso agrícola, pecuario y forestal de interés. (Pereira, 1982)

INTA-FAO (1999), los recursos alimentarios de la población humana, reposan sobre un conjunto limitado de recursos naturales: el suelo, el agua, el aire, la fauna, la flora y la energía solar. Todos hacen posible la vida vegetal, que es fuente inicial de alimento en la cadena alimentaria. En este sentido los recursos naturales constituyen la base de la producción agropecuaria, la cual se

sustenta sobre el proceso de fotosíntesis y sobre la capacidad de las plantas de alimentarse a partir de un número restringido de nutrientes.

Los agroecosistemas de una finca son parcelas en donde se realizan las actividades para producir los cultivos y/o animales, los componentes de esta unidad son las poblaciones de plantas (incluyendo las malezas y el cultivo, etc.) poblaciones animales (insectos, microorganismos, etc.) y el ambiente físico que interactúa con la unidad biótica de plantas y animales. (Hart, 1985)

La tierra agrícola comprende aquellas áreas de terreno que, a causa de la topografía favorable, fertilidad de suelos, profundidad, drenaje y régimen de precipitación, pueden ser sometidas en cultivos permanentes, sin deterioro y dando ganancias razonables, bajo los sistemáticos típicos de la localidad. A estas áreas naturales pueden agregarse las tierras de menor fertilidad, drenaje imperfecto y baja precipitación, siempre que pueda invertirse capital en fertilizantes, drenaje artificial con prácticas de irrigación. (Holdridge, 1996)

7.2 El Clima: El clima es la influencia media que ejercen los factores humedad, temperatura, luz solar, viento, precipitación y presión atmosférica y cuya manifestación diaria constituye el tiempo (Cachón, 1985).

En cualquier localidad dada, estos factores se modifican cada uno en mayor o menor grado de acuerdo con la zona geográfica, la topografía, la proximidad a las cordilleras montañosas, los grandes volúmenes de agua y las corrientes oceánicas, los suelos, la vegetación, el hombre y el tiempo. Por lo que podemos decir que el clima es una entidad compleja que varía de un lugar a otro.

Según Heuveldop, et al 1986: El clima participa en el modelado de la corteza terrestre, mediante la meteorización de las rocas, tanto en su desintegración física como química y en el transporte de los materiales que forman el suelo, también actúa sobre la vegetación, favoreciendo determinados tipos biológicos cuya preponderancia caracteriza una formación vegetal y sobre las especies determinando su distribución geográfica.

7.2.1 Precipitación: Se produce cuando grandes masas de aire experimentan un descenso uniforme de la temperatura por debajo del punto de rocío, en cuyo caso se genera una rápida condensación del vapor de agua en el interior de las nubes. A la lluvia, la llovizna, la nieve y el granizo, se designan en conjunto con el nombre de precipitación (Heuveldop, et al 1986). Puede ser en forma líquida o sólida. (CATIE, 1986)

7.2.1.1 La distribución estacional de la lluvia: En la mayoría de los climas tropicales húmedos, se produce precipitación durante todo el año. La estacionalidad de las lluvias interesa desde el punto de vista de su cantidad en cada periodo. Este factor controla el calendario de las actividades agrícolas en estos climas. Aquí, el inicio, la duración y el término de la estación lluviosa son decisivos para la producción de alimentos. (Heuveldop, et al 1986)

7.2.1.2 La variación diurna de la precipitación: La variación diurna de las lluvias determinan en general las condiciones del tiempo, tiene gran influencia sobre las actividades realizadas al aire libre y transporte. Además influye en la eficiencia de las lluvias en la agricultura; por ejemplo: La lluvia que cae durante las horas más calientes del día, esta sujeta a grandes pérdidas por evaporación. (Heuveldop, et al 1986)

7.2.1.3 Frecuencia e intensidad de la precipitación: La frecuencia de la incidencia de la precipitación viene dada por el número de días-lluvia, que se define como el número de días en los que se produce una determinada cantidad de lluvia. La definición de día-lluvia es variable; sin embargo en general, se considera como día-lluvia el que presenta más de 1mm durante 24 horas. La intensidad de la precipitación es la cantidad total de agua caída por unidad de tiempo y se mide en mm/hr. Cuando la intensidad de la lluvia es alta, aumenta la probabilidad y gravedad de inundaciones locales, más aun, la intensidad tiene una fuerte influencia en la efectividad de la lluvia para la agricultura porque cuando la intensidad excede de la tasa máxima de la infiltración del suelo, se genera escorrentía superficial y una parte de la lluvia se pierde. Debido a este proceso, la intensidad de la lluvia afecta también a la

erosión del suelo, a los deslizamientos y a las tasas de sedimentación en lagos y represas. (Heuveldop, et al 1986)

7.2.2 Temperatura: Se refiere a la intensidad de calor de un cuerpo. Los procesos fisiológicos en los organismos vegetales, tales como la respiración, fotosíntesis, asimilación y transpiración, transcurren solamente a determinadas temperaturas, los valores óptimos y extremos de las temperaturas son diferentes para las plantas de distintas especies e inclusive para diversos periodos de su vida (Chacón, 1985).

7.2.2.1 Temperatura del aire: es una medida de la energía cinética promedio de las moléculas de una sustancia, es una medida de intensidad, en un momento determinado (Heuveldop, et al 1986). Las variaciones de la temperatura del aire son la causa inicial de un gran número de fenómenos meteorológicos y de cambios en los procesos fisiológicos de los vegetales y animales. (CATIE, 1986)

7.2.2.2 Temperatura del suelo: la temperatura del suelo en un cierto lugar depende de:

- La radiación que recibe su superficie la cual varía según su ubicación geográfica (latitud y longitud), su topografía (altitud y orientación) y la rotación de la tierra que genera diferencias de radiación del día y al noche.
- Las características físicas del suelo tales como composición, estructura, textura, color, etc. Las cuales establecen una dinámica de circulación del calor.
- Los procesos de transformación de la energía que se generan en las capas superiores del suelo. Las variaciones de la temperatura afectan a los procesos químicos, bioquímicos y físicos que ocurren en el suelo. Del mismo modo la temperatura afecta la actividad de los microorganismos encargados en los procesos de descomposición y transformación de la materia orgánica. (Heuveldop, et al 1986)

7.2.3 Radiación Solar: Es el proceso de transmisión de la energía del sol en el espacio realizada por medio de ondas electromagnéticas. Es una emisión de ondas cortas. Estas ondas penetran en el suelo donde cambia sus características cualitativas y calienta su superficie. La intensidad de la radiación en general se mide en vatios por metro cuadrado y también calorías por centímetro cuadrado por minuto. Es prácticamente la única fuente de energía para todos los procesos físicos y biológicos que tienen lugar en la superficie terrestre. Las plantas utilizan determinadas longitudes de onda corta para activar los procesos de la fotosíntesis (luz) y longitudes de onda larga (calor) para sus reacciones metabólicas. (Heuveloop, et al 1986)

La radiación solar es la fuente de energía para los procesos biológicos que ocurren en la naturaleza. A estos pertenecen fundamentalmente, la actividad vital de las plantas, los animales y el hombre. El crecimiento y desarrollo de las plantas, de los cultivos agrícolas, es un proceso de asimilación y transformación de la energía solar y por ese motivo la producción agrícola es posible solamente bajo determinado mínimo de energía solar sobre la superficie terrestre. (Chacón, 1985).

7.2.3.1 Efectos de la Radiación Solar: Las diversas formas de radiación afectan en forma diferente a los fenómenos biológicos; Ej. La radiación ultravioleta actúa en la destrucción de virus, bacterias, en la formación de la vitamina D, en procesos de fotosíntesis, pero también efectos perjudiciales como la fotooxidación de la clorofila, los rayos infrarrojos intervienen en los procesos calóricos, en la germinación de la semilla, en la floración y en la elongación de los tejidos vegetales. (Heuveloop, et al, 1986)

7.2.4 Altitud: Es un factor que tiene influencia sobre las funciones fisiológicas de las plantas, debido a que al aumentar ésta, varían las condiciones climáticas, ya que son diferentes la precipitación, la temperatura, la humedad, etc. La altitud es un factor importante en la fatiga producida por la radiación solar, por que con la altitud aumenta la proporción de rayos ultravioletas en la radiación. (Heuveloop, et al, 1986).

La altitud produce una verdadera diversificación de zonas de temperatura, muy importante para la distribución de especies vegetales naturales, así como para la posibilidad de producir cosechas. (Chacón, 1985)

7.3 El Suelo: La palabra suelo se deriva del latín solum, que significa suelo o parcela (De la fuente, S.L (s/f)).

Según Arias, (1998): El suelo es un material no consolidado que está en constante cambio, de origen variable, que sirve de nexo entre lo inorgánico (minerales provenientes de la descomposición de las rocas) y lo orgánico (material vegetal, animal) formando un ecosistema semirenovable, susceptible de clasificarse, proveedor de calor, aire, humedad, minerales, soporte a las plantas, transformador de energía solar, y es un cuerpo tridimensional. El suelo, es una combinación ordenada de minerales, materia orgánica, aire, agua y organismos vivos. (Halley, 1990)

7.3.1 Características físicas del suelo:

7.3.1.1 Textura: La textura del suelo está relacionada con el tamaño de las partículas minerales y se refiere específicamente a la proporción que ocupan estos grupos de partículas clasificados por su tamaño.

La estructura se refiere a la disposición de las partículas agregados.

Estas propiedades determinan la facilidad con el suelo abastece de nutrientes, agua y aire a las plantas que sustenta. (INTA-FAO, 1999)

7.3.1.2 Estructura: Se define como la manera en que se reúnen las partículas del suelo en forma de agregados naturales o peds (terroncitos), esta asociada con el espacio poroso del suelo y el movimiento de agua que hay dentro de este. (Arias, 1998)

Estas propiedades están directamente relacionadas con la cantidad de oxígeno, agua, nutrientes, resistencia y soporte que un suelo puede ofrecer a

las raíces de las plantas, contribuyendo a una óptima germinación, desarrollo, crecimiento y producción de los cultivos. (INTA-FAO, 1999)

7.3.1.3 Pendiente: La pendiente de un terreno se expresa como el grado de declive o sea una relación entre las distancias vertical y horizontal de dos puntos en términos porcentuales.

Categorías de pendiente en función del relieve.

1. Plano o casi plano: 0-3%.
2. Ligeramente ondulado: 3-8%.
3. Moderadamente ondulado: 8-15%.
4. Ondulado: 5-30%.
5. Fuertemente ondulado: 30-60%.
6. Escarpado: 60-75%.
7. Fuertemente escarpado: más de 75%. (Arias, 1998)

7.3.1.4 Velocidad de infiltración: Es la velocidad con que el agua que penetra en el suelo, la cual depende de la textura y estructura de éste, jugando un papel determinante la proporción de poros gruesos y finos y los pequeños canales hechos por organismos vegetales y animales. (Heuveldop, etal, 1986)

7.3.1.5 Densidad Aparente: La densidad de la fase sólida del suelo, es la masa de una unidad de volumen de la misma, dicha masa depende de la composición mineralógica y de la cantidad de sustancias orgánicas, pero no depende de la estructura del suelo. La densidad de la fase sólida del suelo es el índice más estable que caracteriza en cierta medida la composición mineralógica del suelo.(Aidarov, 1985)

Es la relación del peso de suelo entre el volumen del mismo. (Núñez, 1996)

7.3.1.6 Profundidad Efectiva: Se define como la profundidad efectiva al grosor de las capas del suelo y subsuelo en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad, en busca de agua, nutrimentos y sostén. (Cubero, 1996)

Categorías:

1. Muy profundo, más de 1-20cm.
2. Profundo, 90-120cm.
3. Moderadamente profundo, 60-90cm.
4. Poco profundo, 30-60cm.
5. Superficial, menos de 30cm.

7.3.1.7 Capacidad de Campo: se entiende como contenido de humedad que alcanza el suelo cuando no puede absorber más agua de forma natural de la lluvia. Se considera entonces que el suelo ha alcanzado la capacidad de campo. Este dato puede ser muy variable incluso en el mismo suelo a lo largo del tiempo. (Vallarino, 1990)

7.3.2 Características Químicas: Las propiedades químicas de los suelos permiten conocer los contenidos de los componentes orgánicos e inorgánicos en el suelo y su influencia en la producción y productividad de los cultivos.

7.3.2.1 pH: El índice de acidez o alcalinidad de los suelos determina considerablemente la movilidad de una serie de elementos de los mismos, su asimilación por las plantas, el crecimiento y desarrollo de estas. (Kaurichev, 1984)

La reacción del suelo, acidez o basicidad, se indica en términos de pH, y significa la concentración de iones hidronio en el filtrado de una solución de suelo. (Núñez, 1996)

7.3.2.2 Materia orgánica: Se puede definir como el total de compuestos orgánicos en el suelo, desechos de plantas son los que aportan mayor cantidad de materia orgánica y estos aportes son constantes. (Arias, 1998)

Incluye residuos orgánicos de origen vegetal y animal. Generalmente abarca residuos sin descomponer o parcialmente descompuestos denominados mantillo y los residuos totalmente descompuestos llamados humus. (Núñez, 1996)

7.3.3 Importancia agronómica del suelo: El Suelo provee a las plantas de soporte, nutrientes, agua, oxígeno y mantiene la temperatura. En el suelo se lleva a cabo una intensa actividad biológica, donde actúan microorganismos como hongos, bacterias, actinomicetos y otros organismos mayores como lombrices, termitas, etc. (Arias, 1998)

7.3.4 Capacidad del uso de suelo: Según Brack y Mendiola (1997), la capacidad del uso del suelo es una categoría establecida sobre la base de la calidad agrológica del suelo, que refleja la potencialidad, así como el grado de amplitud de las limitaciones para uso agrícola. Es la síntesis que comprende la fertilidad, condiciones físicas de suelo, relaciones suelo-agua y las características climáticas dominantes.

Cubero, (1996): plantea que la capacidad de uso permite hacer predicciones sobre el comportamiento de los suelos basados en su potencialidad, así como los tratamientos de conservación que deben ser implementados.

MAGFOR (2003), plantea que la capacidad es la intensidad de uso más apropiada del suelo, por sus características, propiedades edáficas, relieve y condiciones ambientales para una explotación rentable con mínimo deterioro del recurso, estableciéndose tres categorías: tierras agrícolas, pecuarias y forestales.

MAGFOR (2003), plantea tres categorías de vocación del suelo de acuerdo a los rangos de pendiente:

- a) Vocación agrícola: comprende terrenos que son apropiados para actividades agropecuarias o forestales. De acuerdo a las cualidades o limitaciones de los suelos se pueden establecer las siguientes clases de utilización.
 - Suelos con pendientes < 15% apropiado para cultivos anuales, semiperennes, perennes, ganadería o bosques, con un manejo adecuado.

- Suelos con pendientes 15-30% apropiados para la producción de cultivos semiperennes, perennes, ganadería, bosques o cultivos anuales con manejo agroforestal.
 - Suelos 30-50% apropiados para cultivos perennes y bosques de producción.
- b) Vocación pecuaria: Comprende suelos que tienen limitaciones específicas que lo hacen apropiados únicamente para el pastoreo de ganado vacuno y actividad forestal, estableciéndose dos clases de utilización:
- Pastoreo intensivo, suelos con pendiente < 15%.
 - Pastoreo extensivo, suelos con pendiente 15-30%.
- c) Vocación Forestal: Son terrenos que presentan limitaciones tan fuertes de topografía, siendo apropiados únicamente para la producción forestal de energía, maderas finas y de construcción estableciéndose cuatro clases de terrenos forestales:
- Bosques de humedales.
 - Bosques de producción de especies latifoliadas y coníferas 30-50% de pendiente, Cultivos perennes de hábitat boscoso (café bajo sombra).
 - Bosques de conservación y producción selectiva 50-75% de pendiente, para protección de cuencas hidrográficas.
 - Bosques de protección: > 75% de pendiente, conservación de la biodiversidad, protección de cuencas hidrográficas.

7.4 El Agua: Es uno de los elementos más importantes para la vida y para el desarrollo de los organismos. También todos los procesos geomorfológicos, edafológicos, que son las reacciones fisicoquímicas que ocurren en la corteza terrestre que dan lugar a la formación de suelo a partir de las rocas, dependen de este elemento. Los ciclos atmosféricos y la dinámica del “tiempo” se manifiestan por medio del agua. (Heuveltop, et al, 1986)

7.4.1. Agua en el suelo: No solamente es muy importante en los procesos de formación y de transporte de los suelos, si no que desempeña una función vital como solvente para el transporte, desde el suelo de la mayoría de los elementos químicos necesarios para la vegetación. (Holdridge, 1996)

El papel del agua comienza en la formación o génesis de este. Se inicia con la meteorización de la roca madre a través del impacto de las gotas de lluvia, sigue con la formación y ampliación de grietas en las rocas, el desmenuzamiento de piedras por arrastre y termina con la disolución química de los enlaces entre elementos constituyentes del material original. Posteriormente, el agua juega un papel preponderante en el ordenamiento selectivo de las partículas, según su tamaño y densidad.

El agua es el disolvente universal que permite las reacciones químicas en el suelo. Actúa en la disolución, formación, transformación de minerales, también en el lavado de los productos disueltos. Las diversas formas en que el agua se mueve dentro del suelo y las fuerzas con que esta se encuentra retenida son de vital importancia para la vida de las plantas. Es decir, mas importante que la cantidad absoluta de agua presente en un suelo en un momento determinado es la disponibilidad de ella por las plantas lo cual determina el potencial productivo de estas. (Heuveldop, et al, 1986)

7.4.2 Importancia ecológica del agua: La distribución de la vegetación en la superficie de la tierra esta más controlada por la disponibilidad de agua que por otro cualquier factor aislado. Las regiones en que copiosas lluvias se reparten con bastante regularidad durante el periodo de crecimiento, tienen vegetación abundante. (Kramer, 1989)

Desde su origen en el agua, la vida ha utilizado ese líquido como medio de disolución y de transporte interno de los elementos y sus combinaciones, que son necesarios para el desarrollo vital de los organismos por sus características físicas y por la abundancia en la tierra, el agua es un componente esencial del clima. (Holdridge, 1996)

7.4.3 Importancia fisiológica del agua: La importancia ecológica del agua se debe a su importancia fisiológica. El único medio por el cual un factor ambiental, tal como el agua puede afectar al crecimiento vegetal, consiste en afectar a los procesos fisiológicos y condiciones internas. Casi cada proceso vegetal está directa o indirectamente afectado por el abastecimiento en agua. La disminución del agua contenida reduce invariablemente el coeficiente de fotosíntesis y generalmente también la tasa de respiración. (Kramer, 1989)

Todas las obras de fisiología vegetal afirman que los procesos metabólicos de las plantas verdes dependen de la disponibilidad de agua y que una disminución de la disponibilidad de ella conduce al cese del crecimiento vegetal. (CATIE, 1986)

7.4.4 Uso del agua en las plantas:

- Elemento esencial del protoplasma: Es tan importante cuantitativamente como cualitativamente, ya que constituye de 80 a 90% del peso fresco de la mayoría de las plantas herbáceas y más del 50% del peso fresco de plantas leñosas.
- Disolvente: En esta función, gases minerales y demás solutos penetran en las células vegetales y pasan de una célula a otra y de un órgano a otro.
- Reactivo: Es el reactivo de muchos procesos importantes, incluyendo la fotosíntesis y procesos hidrolíticos tales como la hidrólisis del almidón en azúcar.
- Mantenimiento de la turgencia: Esencial para el ensanchamiento de la forma de las plantas herbáceas, para la apertura de los estomas y los movimientos de las hojas, de los pétalos de flores y de diferentes estructuras vegetales especializadas. (Kramer, 1989)

7.5 Condiciones socio-económicas de la comunidad de Samulalí.

7.5.1 Aspecto social: La comunidad de Samulalí, está ubicada en el municipio de San Ramón departamento de Matagalpa, limita al Norte: Siare – Apante, al Sur: El Chile, Este: Guadalupe y al Oeste con Piedra Colorada. Son

comunidades indígenas donde prevalece la cultura de nuestros antepasados, se realizan en algunas de estas comunidades festividades como Velas de Vara y la elección de Autoridades Indígenas que representan el sector. Los grupos religiosos que prevalecen son: Evangélicos y católicos.

Las organizaciones presentes en la comunidad Samulalí, son:

CESESMA, MINSA, MINED, Infancia Sin Fronteras, CARITAS, FAMA. Estas están estructuradas por representantes de los diferentes organismos mencionados donde participa activamente la población en la comunidad hay tres puestos de salud, atendidos por una enfermera en cada puesto, existen cinco escuelas de educación primaria y un instituto de educación secundaria, siete preescolares comunitarios y un comedor infantil.

7.5.2 Aspecto económico: La mayoría de la población son campesinos que se dedican al trabajo de pequeñas parcelas productivas de granos básicos, café y algunos pocos a ganadería y hortalizas.

7.6 Diagnóstico de la finca San Martín-Samulalí, Matagalpa.

7.6.1 Localización de la finca: La finca San Martín, propiedad del organismo no gubernamental Infancia Sin Fronteras, ubicada a una altura que va de 715-920 msnm, con temperatura de 27-32 °C, localizada en la comunidad de Samulalí, ubicada a 22 Km, del municipio de Matagalpa, carretera a Muy Muy, San Dionisio, cuenta con un área de 16 manzanas de terreno, Limita al Norte: Propiedad del Señor Sergio Zeledón y Juan Herrera, Al Sur: Propiedad Mario Valle y Eva Sánchez, Este: Hacienda Santa Rita y al Oeste: propiedad del señor Leopoldo Aráuz.

7.6.2 Condiciones agroecológicas de la finca San Martín-Samulalí, Matagalpa:

La finca cuenta con los siguientes recursos:

- 1) Agua:
 - a) Agua potable: (se utiliza para uso doméstico, etc.), de manera permanente.
 - b) Agua para riego: posee dos pozos los cuales se usan para el riego de los cultivos y también para uso doméstico.
- 2) Suelo: se localizan diferentes tipos de suelos de acuerdo a las áreas de cultivos como las siguientes:
 - a) Suelos pedregosos: pobres y de bajos rendimientos.
 - b) Con profundidad: 10-50cm variable en cada parcela.
 - c) Textura: varía en cada parcela que van desde: arenosos, limosos, francos y arcillosos.
 - d) Pendiente: porcentajes diferentes de acuerdo a las áreas.
 - e) Erosión: de moderado a fuerte.
 - f) Quemadas: no se realiza.
 - g) Capacidad de uso: un 50% del uso actual corresponde con la capacidad de uso.
- 3) Bosque:
 - a) Cobertura: existen dos áreas combinadas con café.
 - b) Diversidad de especie: mayor de 15 especies diferentes.
 - c) Obtención de leña: racional.
- 4) Cultivos:
 - a) Diversidad de cultivos: mayor de cuatro cultivos diferentes.
 - b) Rendimientos: bajos e intermedios.
- 5) Animales:
 - a) Tipos de animales presentes: gran diversidad.
- 6) Tecnología:
 - a) Tipo de tecnología para las labores agrícolas: Bombas para riego, despulpadora, motosierra.
- 7) Infraestructura:
 - a) Cultivo: en café, existe un beneficio húmedo.

- b) Construcción: casa, beneficio, pozos, letrina y bodega.
- c) Medios: camioneta Toyota 22-R.
- d) Vías de acceso: Caminos de todo tiempo.

7.6.3 Condiciones socioeconómicas de la finca San Martín-Samulalí, Matagalpa:

- 1) Uso de la mano de obra:
 - a) Mano de obra necesaria para los sistemas de producción: cuenta con mano de obra necesaria para las diferentes actividades.
 - b) Capacidad de mano de obra: tiene mano de obra permanente
 - c) Medidas de protección y seguridad para los trabajadores: cuentan con el seguro médico, pero no existen equipos para la protección de los mismos.
- 2) Destino de la producción:
 - a) Porcentaje destinado del ingreso, para el auto consumo: en su totalidad se distribuyen a los diferentes comedores.
 - b) Inversión: existe financiamiento para la producción, infraestructura, mano de obra y transporte.
- 3) Tiempo de posesión y tenencia de la finca:
 - a) Tenencia: privada (con título).
 - b) Tiempo de posesión: diez años.
- 4) Conocimiento:
 - a) Educación formal: si.
 - b) Educación técnica: si.
 - c) Manejo técnico de los sistemas de producción: si se realizan.

7.7 Planificación conservacionista de fincas, según: Cubero Fernández.

El objetivo principal de la planificación conservacionista de fincas es mostrar al agricultor, en forma clara y objetiva, las limitaciones, las necesidades técnicas y las potencialidades productivas de cada unidad de tierra de la finca y de toda la finca en su conjunto.

Implementando el plan de conservación, el agricultor logra un aumento de la productividad de los suelos de su finca que se reflejará en un mejoramiento general de sus condiciones de vida.

Para el éxito de la planificación es determinante que el agricultor sea involucrado en todo el proceso, desde la recolección de los datos hasta la formulación de las opciones de manejo propuestas. El técnico explicará claramente cada paso: el plan de conservación debe ser hecho con el agricultor y no solamente para él, de su grado de entendimiento dependerá el buen éxito de la construcción y mantenimiento de obras físicas y de la implementación de toda práctica de manejo recomendada.

7.7.1 Pasos del proceso de planificación.

7.7.1.1 Primer paso:

Entrevistando al agricultor, el técnico recolecta datos e informaciones sobre los costos de producción, sobre las producciones conseguidas y los rendimientos. En esta fase se puede usar un análisis de costo-beneficio, esto permitirá definir la factibilidad económica de las alternativas técnicas propuestas y evaluar la eficacia de las alternativas realizadas.

El técnico, además, anotará problemas, casos e informaciones específicas mencionadas por el agricultor (Prácticas de manejo que se mostraron valiosas, inefectivas, dañinas; cultivos que posean buena potencialidad de producción y mercado, derecho de paso o de uso de agua para riego, otros).

Toda la información recolectada en esta fase será muy valiosa al momento de formular alternativas factibles de manejo.

7.7.1.2 Segundo paso:

El primer instrumento técnico necesario para proceder en este paso es el mapa base de la finca o área que será objeto de planificación. Para tal fin, puede ser usada copia de un mapa catastral puede elaborarse un mapa con base en

ampliaciones de fotos aéreas; puede ser levantado en el campo un mapa planimétrico o topográfico o, en fin, en ausencia de otros medios, puede dibujarse en el campo un croquis aproximado de los terrenos de la finca.

La escala adecuada del mapa base para fincas de hasta 20 hectáreas es de 1:1000 ó 1:2000, dependiendo del grado de detalle requerido. En fincas mayores se requieren escalas de 1:5000 o similares.

Recorriendo, junto con el agricultor, los terrenos de la finca, el técnico conservacionista transfiere en el mapa base toda la información relacionada con los recursos físicos existentes, usando la simbología de mapeo estándar. De esta manera se realiza el mapa de situación actual. La finalidad del mapa de situación actual es visualizar el estado actual de la finca. En su elaboración el mapa debe contener, en forma clara y comprensible, toda la información sobre:

- *Recursos de agua:* cursos de aguas permanentes y temporáneas, salidas naturales de drenaje, lagunas, áreas de mal drenaje, manantiales y otros.
- *Recurso de tierra:* topografía (cotas de referencia, depresiones, cumbres, líneas divisoras de agua), afloramientos de rocas, síntomas de erosión, pendiente predominante, símbolo de unidad de mapeo de suelo y las unidades de capacidad de uso.
- *Recursos de biomasa:* uso actual de la tierra, zonas de protección.
- *Infraestructura física existente y prevista:* carreteras y caminos, construcciones, puentes, cercas y linderos, alcantarillas y canales, tuberías expuestas y subterráneas, líneas de transmisión de energía, y otros.

Una vez que el técnico determinó las unidades de capacidad de uso, subdivide el área de la finca en sectores correspondientes a cada unidad de capacidad y asigna a cada sector un símbolo alfabético (Sector A, sector B)

Con base en esta subdivisión en sectores el técnico completa la “Hoja inventario de recursos físicos” que acompaña el mapa de situación actual. En

esta misma hoja, bajo la columna “Observaciones, el técnico describe en forma concisa las limitaciones de cada sector de la finca.

Según la necesidad, el técnico realizará un muestreo de fertilidad en los distintos sectores para identificar problemas específicos de manejo y evaluar el estado nutricional del suelo.

7.7.1.3 Tercer paso:

En esta fase, el técnico conservacionista analiza las informaciones recolectadas y formula sus recomendaciones. Entre las opciones propuestas, selecciona junto con el agricultor, el conjunto de soluciones técnicas que constituyen el plan de la finca.

7.7.1.3.1 Uso preferible de la tierra.

El uso actual de cada lote de la finca debe ser comparado con su uso preferible que es el uso más apropiado de acuerdo con sus características y limitaciones, según la clase de capacidad.

<i>Clase</i>	<i>uso preferible</i>	<i>requerimiento en medidas de Conservación de suelos</i>
I	Cultivos anuales continuos	No muy intensivas
II	Cultivos anuales continuos	No muy intensivas
III	Cultivos anuales continuos	Intensivas
IV	Cultivos anuales ocasionales	Muy intensivas
V	Pastoreo	No muy intensivas
VI	Cultivos permanentes	Intensivas
VII	manejo de bosque natural Primario y secundario	No muy intensivas
VIII	Cultivos anuales continuos	Ninguna

De la comparación puede resultar que el uso actual de la tierra sea:

Adecuado: (Ej. Tierras de clase II bajo cultivo de maíz y maní; tierras de clase VI en cafetal o frutales).

Inadecuado: por sobre uso (Ej. tierras clase II bajo praderas extensivas).

En los casos de uso inadecuado el técnico anotará para cada lote, en la hoja resumen que acompaña el plan de manejo, el uso preferible de la tierra.

7.7.1.3.2 Selección de medidas y prácticas de manejo.

Analizando las limitaciones de cada subclase de tierra de la finca, el técnico define las medidas y practicas de manejo que deben ser aplicadas para superar el obstáculo representado por las limitaciones y crear entonces condiciones favorables para un uso rentable de cada clase de tierra.

Del estudio de fertilidad se desprenderán los requerimientos específicos de manejo de suelos.

La recomendación final de manejo podrá ser un conjunto de distintas prácticas. La intensidad de aplicación de las prácticas dependerá de la intensidad de las limitantes de las clases de capacidad de uso de las tierras.

7.7.1.3.3 Elaboración del mapa "plan de conservación de la finca".

Los elementos para la elaboración de este plan son:

- El mapa de la situación actual.
- El uso preferible de la tierra.
- Las prácticas de manejo seleccionadas.
- La simbología de mapeo.

Con base en el mapa de situación actual, el técnico conservacionista conoce las obras de mejoramiento existentes y previstas (casas, establos, cercas,

caminos, tuberías dentro como fuera de la tierra, etc); conoce la ubicación de los drenajes naturales, las salidas de drenaje; también donde hay tierras degradadas (cárcavas, deslizamientos), rocas no removibles en superficie; conoce, además, las características hidrológicas superficiales de la finca, o sea las áreas de vertientes externas e internas.

Además en el análisis de las subclases y unidades de manejo el técnico conoce cuales de las practicas aplicar en los sectores de la finca.

Con base en el análisis de fertilidad, el técnico sabe cuáles prácticas de manejo requieren los distintos sectores de la finca.

El mapa del plan de conservación debe ser trazado en el campo para tomar en cuenta al máximo la situación real, a fin de:

- Integrar el plan con las obras de mejoramiento existentes o previstas, cuando sean correctas desde un punto de vista conservacionista, o proponer modificaciones en el caso contrario.
- Integrar el plan con las condiciones naturales: las obras planificadas en contra de la naturaleza siempre son más costosas y con menos garantías de funcionamiento.

Los pasos en la elaboración del mapa plan de conservación son los siguientes:

- Aislar hidrológicamente la finca, o sea interceptar y desviar hacia salidas seguras las aguas de esorrentía que entran en forma descontrolada desde tierras altas. Dibujar en el mapa el trazado propuesto de las obras necesarias. Verificar que las tierras, aguas abajo de las salidas de drenaje, no sufran efectos negativos.
- Seleccionar, dentro de la finca, los sectores que deben recibir tratamientos específicos de manejo conservacionista: se excluirán por lo tanto los sectores de clase I, y VIII.

- Seleccionar, en los sectores a tratar los desagües naturales que se presenten como colectores principales de escorrentía (vías de agua), dibujando en el mapa su trazado. En el caso de que no existan desagües naturales, se ubicará un desagüe artificial y se dibujará su trazado en el mapa, ubicando las prácticas de control de aguas necesarias.
- Dibujar en el mapa el trazado aproximado de las prácticas biológicas, o de las obras mecánicas de conservación seleccionadas para cada unidad de manejo, según el espaciamiento adecuado a las condiciones físicas y a las especificaciones de diseño de cada obra.
- Dibujar en el mapa el trazado de las cercas o de los límites de parcela: éstos deben seguir cuanto más posible las divisorias de agua y las vías de agua o correr a lo largo del borde superior de las obras de conservación; de otra forma, deben ser trazadas en contorno o directamente según la pendiente. No deben trazarse cercas o límites de parcelas en sentido diagonal a la pendiente del terreno.
- Dibujar en el mapa el trazado del sistema de acceso, según los siguientes principios:
 - ubicar los caminos principales en las divisorias de agua;
 - ubicar los caminos secundarios en contorno y luego debajo de control de escorrentía. Algunas de estas obras pueden ser también usadas directamente como vías de acceso (Ej. Acequias de ladera, terrazas de desviación, terraza de huerta), a condición que sean mantenidas cuidadosamente bajo cobertura vegetal permanente y densa.
- Ubicar prácticas específicas (represa en tierra, control de inundación, sistemas de riego) que necesitan una planificación mas específica.
- Ubicar otras obras complementarias necesarias (Ej. Portones de cercas, alcantarillas, vados en los caminos y otros).

- Seleccionar, para cada sector de la finca, las prácticas agroconservacionistas y de manejo de suelo necesaria según las limitaciones, adecuadas según el uso preferible de la tierra. (Ej. roturación profunda, compostaje, abonos verdes, labranza en contorno)

VIII. Diseño Metodológico

8.1 Tipo de investigación: el estudio es de tipo Descriptivo, según el enfoque Cualitativo-cuantitativo y no experimental.

8.2 Universo: lo conformó la finca San Martín, propiedad del organismo no gubernamental Infancia Sin Fronteras, con una extensión de 16 manzanas de terreno, ubicada a una altura que va de 715-920 msnm, con temperatura de 27-32°C, localizada en la comunidad de Samulalí, ubicada a 22 Km. del municipio de Matagalpa, carretera a Muy Muy - San Dionisio. La cual se dividió en siete lotes de acuerdo a los cultivos establecidos con su respectiva caracterización (topografía, altura sobre el nivel del mar, análisis físico-químico de suelo y área).

8.3 Operacionalización de Variables.

Variables	Sub-variables	Indicador	Técnica de medición
Uso actual de la unidad de producción	- Cultivos	- Tipos y áreas - Rendimientos	Observación, entrevista y registros contables
Elementos climáticos	- Precipitación - Temperatura - Radiación solar - Altitud	- mm/año - media anual - hr. Luz/día - msnm	Datos INETER GPS
Características físicas del suelo	- Estructura - Textura - Pendiente de Infiltración - Densidad aparente - Profundidad efectiva de raíces - Capacidad de Campo	- Grado, forma y tamaño - Clases texturales - % - Cm/hora - Gr/cm ³ - Cm - % de agua	Análisis de suelo
Características químicas del suelo	- pH - Materia orgánica	- Rangos de acidez o alcalinidad - % de materia orgánica	Análisis de suelo
Potencialidad de la unidad de producción	Capacidad de uso del suelo por lote	- Granos Básicos - Hortalizas - Perennes - Otros usos	Capacidad de uso del suelo, según MAG-FOR

8.4 Descripción de variables

Se determinó la potencialidad de la unidad de producción separando el terreno en lotes de acuerdo a los diferentes cultivos establecidos y luego se comparó con las propuestas de capacidad de uso del suelo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal. (MAGFOR, 2003)

Los datos climáticos se obtuvieron de la estación meteorológica del municipio de Muy Muy pertenecientes al Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER); al no existir otra fuente de información cercana.

Se utilizó equipo GPS para la localización geográfica, cálculo de área y se estimó altura sobre el nivel del mar de todas las áreas de la unidad de producción, también se usó la hoja de cálculo Excel para cálculos de áreas.

Los análisis de fertilidad de suelos se realizaron mediante técnicas establecidas por el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria (UNA) también se utilizó la hoja de interpretación de resultados de laboratorio de dicha institución y los análisis de las propiedades físicas en el laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-CURM), determinando:

- textura y estructura, mediante el método de Casanova.
- capacidad de campo: se determinó mediante la fórmula:
$$\% Rh = (psh - tara) - pss / pss * 100.$$

Se elaboraron cilindros de tubo PVC para calcular Capacidad de Campo de cada muestra de suelo. A los cilindros en su parte inferior se le colocó un pedazo de tela de algodón sujeta con un hule. Se pesó cada cilindro para determinar la tara. Se introdujo la muestra en el cilindro y luego se pesó cada muestra de suelo en su respectiva tara para obtener el peso de suelo seco bruto, luego se introdujo cada muestra en agua hasta saturación, dejándola reposar durante 48 horas. Seguido se pesó las muestras para obtener el peso de suelo húmedo. Para el pesaje se utilizó una balanza digital y se anotaron resultados.

- Densidad aparente, se calculó mediante la fórmula: $Dap. = \text{peso de suelo seco} / \text{Volumen}$.
- El pH de suelo de cada lote se determinó mezclando las muestras de suelo en agua agitando por un espacio de tiempo de 20 minutos a la cual se le introdujo la cinta colorimétrica que al comparar con los rangos establecidos por el color, arrojando el valor de pH para cada muestra de suelo.
- Materia orgánica se obtuvo por medio del análisis de fertilidad de suelos que se le realizó a las muestras, mediante las técnicas establecidas por el laboratorio de suelo de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

Los datos de pendiente se obtuvieron mediante el método de cordel, en el cual se usó una cinta métrica, una regla de dos metros de largo y un nivel de construcción.

Profundidad de raíces se obtuvo a través de observaciones en calicata y midiendo la profundidad de esta con una cinta métrica.

Se utilizaron instrumentos metodológicos como encuestas elaborada y/o entrevista al responsable de la finca con el fin de verificar el uso actual que se le da a la unidad de producción. Se revisó y analizó los registros contables para comparar los rendimientos productivos de los cultivos establecidos en los últimos cinco años.

8.5 Procesamiento de los datos

Para el procesamiento de la información obtenida se usaron los siguientes programas:

Microsoft Excel: con ayuda de hoja de cálculo se estimó el área de las diferentes parcelas de la finca, para graficar y comparar los rendimientos de cosecha.

Mapsource y Arview: para la elaboración de mapas de los diferentes lotes con su respectiva caracterización.

Guía técnica digital, conservación de suelos y agua, PASOLAC. Para elaboración de plan de manejo conservacionista.

IX. Análisis y Discusión de Resultados.

Los resultados obtenidos del estudio de Potencial Productivo de la finca San Martín, propiedad de la ONG, Infancia Sin Fronteras se describen a continuación:

9.1 Uso actual de la unidad de producción

Se utilizaron instrumentos metodológicos (encuesta y/o entrevista), con el fin de verificar el uso actual que se le está dando a la unidad de producción. También se revisó y analizó los registros contables de los cultivos de mayor importancia dentro de la Unidad de Producción, para comparar los rendimientos productivos de los rubros establecidos en los últimos cinco años.

9.1.1 Cultivos

El cultivo es la práctica de sembrar semillas en el suelo y realizar las labores necesarias para obtener frutos de las mismas. (Victoria, 2009)

Entre los cultivos encontrados en la finca San Martín están: café, granadilla, que son los principales rubros que se explotan en esta unidad, también naranjilla, pitahaya, chiltoma, ayote, pipián, frijoles, maíz y maracuyá, que se siembran en pequeñas parcelas.

Tabla 2: Rendimientos del cultivo café comparándolo con rendimientos medios nacionales.

Ciclos	Rend./ año/ Mz En qq oro Prom. nacional	Área sembrada finca (Mz)	Rend.qq oro/Mz de la finca San Martín
2004-2005	11	6.58	6.38
2005-2006	7.66	6.58	5.62
2006-2007	11.54	6.58	6.48
2007-2008	10	6.58	6.38
2008-2009	10	6.58	3.19

* Fuente de información: 1) Rendimientos por año por manzana en quintales de café oro proporcionados por MAG-FOR, 2009.

Con los resultados obtenidos se puede observar que en todos los ciclos productivos de este rubro la finca produce por debajo de los rendimientos promedios nacionales.

Tabla 3: Rendimientos del cultivo granadilla comparándolo con rendimientos medios nacionales.

Año	Área sembrada	Rendimiento óptimo – frutas/Mz	Rendimiento de la finca San Martín
2004	-	-	-
2005	-	-	-
2006	1.69	5620	1500
2007	1.69	5620	4239
2008	1.69	5620	1281

Fuente: 1) Rendimientos óptimos por año por manzana, Fuente: INTA, 2009. Vs Rendimiento del cultivo de granadilla/ciclo de la finca san Martín.

En la finca San Martín se comenzó a experimentar con este cultivo a partir del año 2006, obteniendo resultados por debajo de los rendimientos óptimos, durante todos los ciclos productivos.

9.2 Elementos climáticos.

Tabla 4: Información climática del año 2008.

Indicadores	Norma histórica	Valor total	Diferencia
Precipitación (mm/año)	1559.3	1704.6	145.3
Temperatura (media anual)	24.3	24.6	0.3
Radiación Solar (hr. Luz/día)	6.05	12.11	6.06

Fuente: Estación meteorológica de Muy Muy (INETER 2008)

9.2.1 Precipitación: Se produce cuando grandes masas de aire experimentan un descenso uniforme de la temperatura por debajo del punto de rocío, en cuyo caso se genera una rápida condensación del vapor de agua en el interior de las nubes. A la lluvia, la llovizna, la nieve y el granizo, se designan en conjunto con el nombre de precipitación (Heuvel dop, et al 1986). Puede ser en forma líquida o sólida. (CATIE, 1986)

Tabla 5: Comparación de valores de precipitación requerida por los cultivos y datos de INETER.

Cultivos	Precipitación requerida (mm/año)	Norma histórica (mm/año)	Precipitación (mm/año) 2008
Café (<i>Coffea arabica</i>)	1500-1800	1559.3	1704.6
Granadilla (<i>Passiflora quadrangularis</i>)	1200-1500	1559.3	1704.6
Naranjilla (<i>Solanum quitoense</i>)	800-1200	1559.3	1704.6
Pitahaya (<i>Hylocerus triangularis</i>)	1200-2500	1559.3	1704.6
Maíz (<i>Zea mays L</i>)	500-1500	1559.3	1704.6
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris L</i>)	450-700	1559.3	1704.6
Maracuyá (<i>Passiflora edulis Sims. Var. Flavicarpa</i>)	900-1500	1559.3	1704.6
Papaya (<i>Carica papaya L</i>)	1500-2000	1559.3	1704.6
Cítricos (<i>Citrus sp</i>)	875-1200	1559.3	1704.6
Pepino (<i>Cucumis sativus L</i>)	800-1500	1559.3	1704.6
Pipían (<i>Cucúrbita pepo L</i>)	500-1800	1559.3	1704.6
Chiltoma (<i>Capsicum annum L</i>)	700-1500	1559.3	1704.6
Tomate (<i>Lycopersicum sculentum Mill</i>)	800-1500	1559.3	1704.6

Según la información climática proporcionada por la estación meteorológica del municipio de Muy Muy (INETER, 2008), se puede notar una diferencia significativa comparada con la norma histórica, en precipitación y temperatura, esta diferencia causa efectos en el máximo potencial productivo de los cultivos, tales como:

El valor de precipitación caída en la zona durante el año 2008, está por encima de lo que requieren los cultivos: granadilla, naranjilla, maíz, frijol, maracuyá, cítricos, pepino, chiltoma y tomate. En cuanto a los cultivos café, pitahaya, pipián y papaya se encuentran dentro del valor de precipitación requeridos por estos.

Por lo tanto el exceso de agua en los cultivos propicia el desarrollo y proliferación de enfermedades fungosas y bacterianas, además de que puede causar daños como asfixia al sistema radicular, entre otros. Causando de esta manera reducción en el rendimiento de los cultivos.

9.2.2 Temperatura: Se refiere a la intensidad de calor de un cuerpo (Chacón, 1985). Los procesos fisiológicos en los organismos vegetales, tales como la respiración, fotosíntesis, asimilación y transpiración, transcurren solamente a determinadas temperaturas, los valores tanto óptimos como extremos de las temperaturas son diferentes para las plantas de distintas especies e inclusive para diversos periodos de su vida (Chacón, 1985).

Tabla 6: Comparación de valores de temperatura requerida por los cultivos y datos de INETER.

Cultivos	Temperatura requerida (°C)	Norma histórica (media anual)	Temperatura (media anual) 2008
Café (<i>Coffea arabica</i>)	20-26	24.3	24.6
Granadilla (<i>Passiflora quadrangularis</i>)	18-24	24.3	24.6
Naranjilla (<i>Solanum quitoense</i> L)	16-24	24.3	24.6
Pitahaya (<i>Hylocerus triangularis</i>)	18-25	24.3	24.6
Maíz (<i>Zea mays</i> L)	18-25	24.3	24.6
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L)	20-27	24.3	24.6
Maracuyá (<i>Pasiflora edulis</i> Sims. Var. <i>Flavicarpa</i>)	24-28	24.3	24.6
Papaya (<i>Carica papaya</i> L)	23-26	24.3	24.6
Cítricos (<i>Citrus</i> sp)	13-30	24.3	24.6
Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L)	18-29	24.3	24.6
Pipián (<i>Cucúrbita pepo</i> L)	18-35	24.3	24.6
Chiltoma (<i>Capsicum annuum</i> L)	18-32	24.3	24.6
Tomate (<i>Lycopersicum sculentum</i> Mill)	15-29	24.3	24.6

La mayoría de los cultivos están dentro de los rangos de temperatura establecidos, comparadas con los datos de la estación meteorológica de INETER, aunque los cultivos de granadilla y naranjilla estén fuera de ese rango los efectos que puede causar la temperatura son mínimos, sabiendo que las altas y bajas temperaturas afectan el crecimiento normal de las especies, disminuyendo los procesos vitales (germinación, floración y madurez), alargando el ciclo productivo y reduciendo los rendimientos.

9.2.3 Radiación Solar: Es el proceso de transmisión de la energía del sol en el espacio realizada por medio de ondas electromagnéticas. Es una emisión de ondas cortas. Estas ondas penetran en el suelo donde cambia sus características cualitativas y calienta su superficie. La intensidad de la radiación en general se mide en vatios por metro cuadrado y también calorías por centímetro cuadrado por minuto. Es prácticamente la única fuente de energía para todos los procesos físicos y biológicos que tienen lugar en la superficie terrestre. Las plantas utilizan determinadas longitudes de onda corta para activar los procesos de la fotosíntesis (luz) y longitudes de onda larga (calor) para sus reacciones metabólicas. (Heuveldop, et al 1986)

Al comparar los resultados proporcionados por la estación meteorológica del municipio de Muy Muy, con los datos obtenidos mediante la tabla 6.3 (anexo 1), Número máximo diario de horas de sol según latitud norte, se encontró que hay un excedente de horas diarias para el lugar donde se sitúa la finca.

Este excedente influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas, alterando la tasa de actividad fotosintética lo cual afecta el tamaño y la forma de las hojas, flores y cuajado de frutos, por lo tanto habrá una reducción en los rendimientos productivos de los diferentes cultivos que se explotan.

9.2.4 Altitud: Es un factor que tiene influencia sobre las funciones fisiológicas de las plantas, debido a que al aumentar ésta, varían las condiciones climáticas siendo diferente la precipitación, la temperatura, la humedad relativa, etc. La altitud es un factor importante en la fatiga producida por la radiación solar, ya que con la altitud aumenta la proporción de rayos ultravioletas en la radiación. (Heuveldop, et al, 1986).

Se utilizó equipo GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para estimar altura sobre el nivel del mar de todas las áreas de la unidad de producción, así como para las mediciones de áreas de cada una de las diferentes parcelas.

Tabla 7: Altura sobre el nivel del mar de cada lote.

Lote-cultivos	Altura sobre el nivel del mar	Altura requerida
Cítricos	718	50-2000
Pitahaya	719	400-600
Pepino	718	0-1500
Granadilla 1	727	0-1300
Granadilla 2	744.5	0-1300
Naranjilla vieja	745	800-1500
Papaya	705	0-1300
Café coyote	715	> 800
Café lote 1	715	> 800
Café lote 2	718	> 800
Café lote 4	714	> 800
Café papaya	711	> 800

Fuente: Datos obtenidos mediante equipo GPS.

Tabla 8: Altura sobre el nivel del mar de cada lote.

Lote-cultivos	Altura sobre el nivel del mar			
	Parte alta	Parte media	Parte baja	Altura requerida
Café	925	887	840	> 800
Rastrojo				
Maíz	844	817	767	100-1000
Frijol	844	817	767	200-800
Café lote 3	715	-	710	> 800
Pipián	738	-	724	0-1800
Café carretera	736	-	722	> 800

Fuente: Datos obtenidos mediante equipo GPS.

Según los resultados de altura sobre el nivel del mar de los cultivos: pepino, granadilla, naranjilla, papaya, lote café de montaña, maíz, frijol y cítricos se encuentran dentro del rango de altura que estos requieren, mientras los cultivos: pitahaya, los lotes de café 1, 2, 3,4 y lote café carretera, están fuera de

los requerimientos de altura establecidos. Estos niveles de altura pueden disminuir o aumentar la temperatura como también aumentar los límites diarios de esta. Lo cual para la mayoría de los insectos y microorganismos patógenos que son nocivos para las plantas le es favorable ya que crecen y se desarrollan activamente, provocando grandes afectaciones (pérdidas) en los rendimientos óptimos de los cultivos.

9.3 Características físicas del suelo.

Para la realización del análisis físico y químico de suelo de la finca, se utilizó el manual del extensionista: Manejo integrado de la fertilidad de los suelos en Nicaragua, del INTA-FAO, este análisis comprendió tres partes:

1. Muestreo de suelo: se dividió el terreno en áreas homogéneas, se limpió la capa vegetal que estaba sobre el suelo, se tomaron sub-muestras al azar en cada área, luego se mezclaron y se tomó una muestra compuesta, se siguieron todas las recomendaciones, la profundidad de la toma de la muestra estuvo en dependencia del tipo de cultivo existente en cada área, en la recolección de la muestra se utilizó recipientes para evitar contaminación (baldes plásticos, pala, machete, azadón), en el cual se mezclaron las sub-muestras y cada muestra representativa fue de dos libras, las cuales fueron enviadas al laboratorio en bolsas plásticas, cada una con su respectiva etiqueta de identificación.
2. Análisis de las muestras efectuadas en el laboratorio: para el análisis físico (estructura, textura, velocidad de infiltración, densidad aparente, profundidad efectiva de raíces, capacidad de campo y pendiente), se enviaron las muestras al laboratorio de la UNAN-CUR, Matagalpa. Para el análisis químico (pH, materia orgánica), se enviaron las muestras al laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria, UNAManagua.
3. Correlación e interpretación de los análisis de laboratorio: los resultados del análisis físico se hicieron con la guía de Cassanova (Cubero, 1996) y los resultados del análisis químico mediante la hoja de interpretación de resultados, del laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria, UNAManagua.

9.3.1 Estructura: Se define como la manera en que se reúnen las partículas del suelo en forma de agregados naturales o peds (terroncitos), está asociada con el espacio poroso del suelo y el movimiento de agua que hay dentro de este. (Arias, 1998)

Tabla 9: Estructura de suelo por lote.

Lote	Estructura
1: Café montaña	Granular
2: Rastrojo Maíz y Frijol	Migosa
5: Granadilla 1 Granadilla 2	Migosa Granular
Naranjilla	Migosa
Naranjilla y Frijol	Migosa
Pitahaya	Migosa

Fuente: Análisis de suelo, laboratorio UNAN-CUR, Matagalpa.

La estructura granular y migosa se encuentran en el horizonte A y son las mejores formas de agregados por su mayor porosidad, aereación e infiltración de agua. (Arias, 1998)

En los lotes analizados se encontró suelos con estructura de granular a migosa, los cuales producen condiciones físicas favorables para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

9.3.2 Textura: La textura del suelo está relacionada con el tamaño de las partículas minerales y se refiere específicamente a la proporción que ocupan estos grupos de partículas clasificados por su tamaño. La estructura se refiere a la disposición de las partículas agregados. Estas propiedades determinan la facilidad con el suelo abastece de nutrientes, agua y aire a las plantas que sustenta. (INTA-FAO, 1999)

Para obtener los resultados de textura se siguieron los pasos establecidos en la guía para determinación manual de textura de suelos (Cassanova), donde se

humedeció gota a gota 20 gramos de suelo puesto en la palma de la mano hasta llegar a formar una consistencia adecuada, después moldeamos el suelo según las diferentes formas propuestas en la guía.

Luego se recopiló los resultados de este primer proceso, quedando así para cada muestra:

Tabla 10: Textura de suelo de cada lote.

Lote	Resultado de Laboratorio	Óptimo	Bueno	Marginal
1: Café montaña	Franco-arenoso	Franco	-	-
2: Rastrojo Maíz y Frijol	Arriba: Arcillo-arenoso Abajo: Arcillo-limoso	Maíz: Franco Frijol: Franco	Franco-arenoso Arcillo-arenoso	Arcilloso Arcilloso
5: Granadilla	1: Arcillo-limoso 2: Franco-arenoso	Franco	-	-
Naranjilla	Franco-arcillo-arenoso	Franco	-	-
Naranjilla y Frijol	Arcillo-limoso	Naranjilla: franco Frijol: franco		
Pitahaya	Arcillo-arenoso	Franco	-	Arcilloso

Fuente: Análisis de suelo, laboratorio UNAN-CUR, Matagalpa.

Al ver estos resultados y compararlos con los parámetros de los cultivos establecidos en la guía del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2002), se deduce que:

1. En la muestra 1 que corresponde al cultivo de café, la textura encontrada es franco arenoso pero el rango óptimo para este cultivo es de textura franco, con lo cual se puede observar claramente que no es propicio para cultivar café.

2. En la parte del área de rastrojo que es la segunda muestra, la textura es arcillo arenosa. En este caso el rango adecuado, es un suelo de textura franca, por lo tanto; estos cultivos (maíz y frijol) están en terrenos con textura no apropiadas, disminuyendo su máximo potencial productivo.
3. El resultado obtenido en la muestra del lote número cinco que corresponde al cultivo de granadilla, se dividió en dos partes, siendo los siguientes: Para la parte alta un suelo de textura arcillo-limoso y en la parte baja una textura franco-arenoso, lo que determina que la textura del suelo de la parte alta no es apropiada para la explotación de este cultivo, lo contrario en la parte baja.
4. Para el cultivo de naranjilla el resultado del análisis de textura obtenido es franco-arcillo-arenoso y la textura de suelo que este cultivo demanda es franco por lo que esta textura es apropiada para su establecimiento.
5. En el caso del cultivo de pitahaya, es de textura arcillo arenoso, pero la textura que este rubro requiere es un suelo de textura franca, por lo que la textura encontrada no es la apropiada para este.
6. En el asocio de naranjilla con frijol se encontró una textura arcillo-limoso, esto al compararlo con la textura de suelo que estos cultivos demandan (textura franca), refleja que no es correcto establecer estos cultivos en estos terrenos.

9.3.3 Pendiente: La pendiente de un terreno se expresa como el grado de declive o sea una relación entre las distancias vertical y horizontal de dos puntos en términos porcentuales. (Cubero, 1996)

Tabla 11: Categorías de pendiente en función del relieve.

Categoría	Rango
Plano o casi plano	0-3%
Ligeramente ondulado	3-8%
Moderadamente ondulado	8-18%
Ondulado	5-30%
Fuertemente ondulado	30-60%
Escarpado	60-75%
Fuertemente escarpado	>75%

Fuente: Arias, 1998

Los datos de pendiente se obtuvieron mediante el método de cordel, el cual utilizamos una cinta métrica, una regla de dos metros de largo y un nivel de construcción, papel y lápiz para anotar resultados, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 12: Categorías de pendiente de cada lote y sub-lotes.

Lote-cultivos	Rangos en porcentaje (%)
Cítricos	9
Pitahaya	9.25
Pepino	12.5
Granadilla 1	17.5
Granadilla 2	30.6
Naranjilla vieja	30.5
Papaya	17
Café coyote	14
Café lote 1	12
Café lote 2	9.5
Café lote 4	27.5
Café papaya	36
Rastrojo	42.58

Fuente: Resultados obtenidos mediante, método cordel.

Tabla 13: Categorías de pendiente de cada lote y sub-lotes.

Lote-cultivos	Rangos en porcentaje (%)		
	Parte alta	Parte media	Parte baja
Café	56.25	55.1	21.5
Café lote 3	18		27.5
Pipián	23		22
Café carretera	10		23

Fuente: Resultados obtenidos mediante, método cordel.

Las tabla 11 y 12 representan que los cultivos: cítricos, pitahaya, pepino, granadilla 1 y 2, papaya, café coyote, café lote 1, 2 y 3, naranjilla vieja, café montaña en la parte baja, pipián y café carretera, se ubican en la categoría de moderadamente ondulado a ondulado. Mientras el lote de rastrojo, café

montaña en la parte media y alta poseen un mayor nivel de inclinación lo que indica que es un terreno fuertemente ondulado.

A medida que aumenta el grado de pendiente la velocidad y el volumen del agua de escorrentía aumenta por tanto así será su poder de erosión, afectando de gran manera la fertilidad del suelo y por ende disminuyendo los rendimientos de los cultivos.

9.3.4 Velocidad de infiltración: Es la velocidad con que el agua que penetra en el suelo, la cual depende de la textura y estructura de éste, jugando un papel determinante la proporción de poros gruesos, finos y los pequeños canales hechos por organismos vegetales y animales. (Heuveldop, etal, 1986)

Tabla 14: Velocidad de Infiltración en diversos tipos de suelo

Clase textural	Velocidad de infiltración en cm/h	Calificación
Arenoso	5.00	Muy rápida
Franco Arenoso	2.50	Rápida
Franco	1.30	Moderada
Franco Arcilloso	0.80	Lenta
Arcilloso	0.05	Muy Lenta

Fuente: Interpretación de Análisis de Suelos y Recomendaciones; J. Guerrero; 1998.

Al comparar la Tabla 14 de interpretación de análisis de suelos y recomendaciones; J Guerrero; 1998, con la Tabla 10 Textura de suelo de cada lote, se deduce que:

1. En la muestra del lote uno que corresponde al cultivo de café, la textura encontrada es franco arenoso por lo tanto su velocidad de infiltración es 2.50 centímetros por hora que se califica como rápida.
2. En la parte del área de rastrojo que es la segunda muestra la textura que predomina en todo este lote es la arcilla, en este caso su velocidad de infiltración va a estar clasificada desde lenta hasta muy lenta con valores de 0.80-0.05 centímetros por hora.

3. En la muestra del lote número cinco donde se encuentra establecido el cultivo de granadilla, el cual se dividió en dos partes, los datos son los siguientes, para la parte alta un suelo de textura arcillo-limoso la que se califica como lenta con un valor de 0.80 centímetros por hora y en la parte baja una textura franco-arenoso, calificada como rápida con valor de 2.50 centímetros por hora.
4. Para el cultivo de naranjilla el resultado del análisis de textura obtenido es franco-arcillo-arenoso por tanto su velocidad de infiltración se califica como moderada con valores de 1.30 centímetros por hora.
5. En el caso del cultivo de pitahaya, se encontró un suelo de textura arcillo arenoso, por lo tanto se deduce que la velocidad de infiltración es calificada como lenta por tener un valor de 0.80 centímetros por hora.
6. En el asocio de naranjilla mas frijol se encontró al analizar la muestra de suelo una textura arcillo-limoso, por lo cual la velocidad de infiltración es muy lenta con valores de 0.05 centímetros por hora.

9.3.5 Densidad aparente: La densidad de la fase sólida del suelo, es la masa de una unidad de volumen. Dicha masa depende de la composición mineralógica y de la cantidad de sustancias orgánicas, pero no depende de la estructura del suelo. La densidad de la fase sólida del suelo es el índice más estable que caracteriza en cierta medida la composición mineralógica del suelo.(Aidarov, 1985)

Para calcular Densidad aparente de cada muestra de suelo, se utilizó la fórmula:

$$Dap = \frac{Pss}{V}$$

Donde:

Pss: peso de suelo seco en gramos.

V: volumen en Cm³.

Tabla 15: Resultado de densidad aparente de cada lote.

Lote-cultivo	Resultado en gr/cm³
1: Café montaña	1.38
2: rastrojo (Maíz y Frijol)	
Arriba	1.36
Abajo	1.29
5: Granadilla	
1	1.20
2	1.32
Naranjilla	1.35
Naranjilla y frijol	1.32
Pitahaya	1.38

La densidad aparente es una determinación de campo, usada cuando se desea conocer el grado de compactación de un suelo. Una mayor compactación significa menor permeabilidad al agua e intercambio de gases, espacio para la vida edáfica, respiración de las raíces y los restantes organismos vivos del suelo. Se debe tomar en cuenta que algunos cultivos son muy susceptibles a la compactación por ejemplo las hortalizas.

En caso de que se decidiera establecer cultivos bajo riego, permitirá calcular la cantidad de agua necesaria para humedecer el suelo hasta una profundidad deseada. Lo mismo que para estimar la cantidad de mejoradores de suelos, llamados también enmiendas.

Según los datos del análisis realizado se puede observar que todos los lotes están por debajo de 1.5 gramos por centímetro cúbico, por lo cual *De Leenheer, 1967* y *De Boodt, 1965*, citan que son suelos no compactados y con un buen porcentaje de materia orgánica.

9.3.6 Profundidad efectiva de raíces: Se define como la profundidad efectiva al grosor de las capas del suelo y subsuelo en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad, en busca de agua, nutrimentos y sostén. (Cubero, 1996)

Tabla 16: Categorías de profundidad efectiva de raíces (Cubero, 1996)

Categorías	Profundidad en centímetros
Muy profundo	> 120
Profundo	90-120
Moderadamente profundo	60-90
Poco profundo	30-60
Superficial	<30

Los datos de profundidad efectiva de raíces se obtuvieron a través de observaciones en calicata y midiendo la profundidad de esta con una cinta métrica, obteniendo los siguientes valores.

Tabla 17: Resultados de medición de perfil de suelo a través de calicata

Lote	Resultado de medición (cm)
Nº 1: Café montaña	60
Nº 2: rastrojo (Maíz y frijol)	52
Nº 5: Granadilla	50
Naranjilla	48
Naranjilla y frijol	45
Pitahaya	40

De los datos obtenidos se deduce que el suelo en los diferentes lotes en los cuales se siembra en la finca, presenta profundidades diversas, ubicados dentro de la categoría 30-60 centímetros de profundidad que corresponden a suelos pocos profundos.

9.3.7 Capacidad de campo: Se entiende como contenido de humedad que alcanza el suelo cuando no puede absorber más agua de forma natural de la lluvia. Se considera entonces que el suelo ha alcanzado la capacidad de

campo. Este dato puede ser muy variable incluso en el mismo suelo a lo largo del tiempo. (Vallarino, 1990)

Se elaboraron cilindros con tubo PVC de 3 pulgadas de ancho por 10 centímetros de largo, para calcular capacidad de campo de cada muestra de suelo. A los cilindros en su parte inferior se les colocó un trozo de tela de algodón sujeta con un hule. Se pesó cada cilindro para determinar la tara. Se introdujo la muestra en el cilindro, luego se pesó cada una para obtener el peso de suelo seco bruto, después se introdujo cada muestra en agua hasta saturación. Posteriormente se retiraron las muestras y se dejaron reposar en una plataforma con agujeros durante 48 horas. Seguido se pesaron las muestras para obtener el peso de suelo húmedo. Para el pesaje se utilizó una balanza digital, por último se anotaron los resultados.

Seguido de este paso se hizo uso de la fórmula:

$$\% Rh = \frac{(psh - Tara) - pss}{pss} * 100$$

Donde:

Psh: peso de suelo húmedo.

Pss: peso de suelo seco.

Tara: peso de recipiente de tubo PVC, tela y hule.

Tabla 18: Resultados de capacidad de campo de cada lote.

Lote-cultivo	Resultado en %
1: Café montaña	13.63
2: Rastrojo (Maíz y frijol)	
Arriba	17.39
Abajo	29.16
5: Granadilla	
1	12.24
2	15.00
Naranjilla	16.66
Naranjilla y frijol	17.02
Pitahaya	22.22

Mediante los datos obtenidos del análisis de laboratorio, los lotes: rastrojo arriba, rastrojo abajo, granadilla 1, naranjilla, pitahaya, naranjilla y frijol, poseen una buena capacidad de campo a diferencia de los lotes: café montaña, granadilla 2, que son terrenos de baja capacidad de campo por poseer en su textura mayor cantidad de arena, lo que permite que el agua pueda escurrirse con mayor facilidad.

9.4 Características químicas del suelo.

9.4.1 pH: Es una expresión de la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del suelo que puede variar de 0-14. (Cubero Fernández, 1996). El índice de acidez o alcalinidad de los suelos, determina considerablemente la movilidad de una serie de elementos de los mismos, su asimilación por las plantas, crecimiento y desarrollo de estas.(Kaurichev, 1984)

Los datos de pH en cada muestra de suelo se obtuvieron mezclando 20 gramos de suelo con agua durante veinte minutos hasta llegar a formar una mezcla homogénea, seguido se introdujo la cinta piachimetro (pHydrionvivid, 6-8), durante 5 segundos, seguido de esto se procedió a comparar con la tabla calorimétrica y se anotaron los resultados que muestra la tabla 19.

Tabla 19: Resultado de pH por cada lote.

Lote-cultivos	Valores adecuados Para cada cultivo	Valores de laboratorio	Clasificación 1	Clasificación 2
1: Café montaña	4.2 – 5.1	7	Neutro	Marginal
2: rastrojo Maíz y Fríjol arriba:	5.5 - 7	5	Muy fuertemente ácido	Marginal
Abajo:	5.5 – 7	6	Medianamente ácido	Bueno
5: Granadilla				
1	5.5 – 7	5	Muy fuertemente ácido	Marginal
2	5.5 – 7	7	Neutro	Marginal
Naranjilla	5.5 – 6.5	6	Medianamente ácido	Optimo
Naranjilla Y Fríjol	5.5 – 6.5	6	Medianamente ácido	Optimo
Pitahaya	5 - 7	6	Medianamente ácido	Optimo

* Clasificación 1: según hoja de interpretación de resultados del laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

* Clasificación 2: Comparación entre valor adecuado para cultivo y resultado de laboratorio.

Entre los resultados del análisis de laboratorio y los datos que el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) propone, los lotes en donde se encuentran los cultivos: café, maíz, frijol y granadilla, presentan un pH no

adecuado al rango que éstos demandan, mientras los lotes en que se encuentran establecidos los cultivos naranjilla y pitahaya se sitúan dentro del parámetro requerido.

El pH del suelo por si mismo no ejerce influencia directa sobre las plantas, la principal influencia es biológica al afectar a los microorganismos que son los encargados de descomponer la materia orgánica que esta a la vez proporciona nutrientes en el suelo. (Kaurichev, 1984)

Un suelo con pH menor a 5.5 es tóxico para la mayoría de los cultivos, daña las puntas de las raíces impidiendo un buen desarrollo radicular y mayor a 7.5 son suelos salinos por lo tanto altas cantidades de sales son dañinas para las plantas ya que reducen su crecimiento. (Kaurichev, 1984)

El pH en el suelo de la finca San Martín se ubica dentro de estos rangos y en el caso de aquellos lotes que están fuera de estos se puede mejorar haciendo enmiendas con cal.

9.4.2 Materia Orgánica: Se puede definir como el total de compuestos orgánicos en el suelo, los desechos de plantas son los que aportan mayor cantidad de materia orgánica y estos aportes son constantes. (Arias, 1998).

La materia orgánica incluye residuos orgánicos de origen vegetal y animal. Generalmente abarca residuos sin descomponer o parcialmente descompuestos denominados mantillo y los residuos totalmente descompuestos llamados humus. (Núñez, 1996)

Tabla 20: Rangos de contenidos de macronutrientes.

Nutriente	Unidades	Pobre	Medio	Alto
Materia orgánica	%	<2	2 – 4	>4

* Según hoja de interpretación de resultados del laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

Tabla 21: Resultados de contenido de materia orgánica.

Lote-cultivos	Valor Obtenido	Rango
1: Café montaña	5.66	Alto
2: rastrojo: Maíz-Frijol		
Arriba	3.4	Medio
Abajo	3.77	Medio
5: Granadilla		
1	4.9	Alto
2	3.72	Medio
Naranjilla	4.3	Alto
Naranjilla y frijol	4.8	Alto
Pitahaya	4.59	Alto

Fuente: Resultados laboratorio UNA

En los datos reflejados en la tabla anterior, el suelo analizado en los diferentes lotes ninguno está en el rango <2%, por tanto no hay déficit de este nutriente, cabe mencionar que la materia orgánica es fundamental para el buen funcionamiento físico, químico y biológico del suelo, forma parte activa de todos los procesos biológicos que permiten a un cultivo desarrollarse de forma deseable y por tanto rentable para el agricultor, en consecuencia debe contarse siempre con su presencia en el suelo, para obtener del mismo, su mayor potencial productivo.

9.5 Potencialidad de la unidad de producción.

De acuerdo con el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuaria de México), el Potencial Productivo, es la identificación de áreas o zonas donde se puede realizar con mayor probabilidad de éxito, rentabilidad las diferentes actividades agropecuarias y/o forestales aplicando sistemas de información geográfica y herramientas de planeación integral.

La finca San Martín se dedica a la producción agrícola, en la cual se identifican terrenos de topografía variada, está dividida en siete lotes, los cuales se describen a continuación:

9.5.1 Lote 1: se encuentra establecido el cultivo café de montaña (*Coffea arabica*), con un área de 5.20 manzanas, con diferentes especies tales como Caturra, Borbón y Catimor, asociado con especies de árboles forestales, con una edad de 10 años. En esta área no se encuentran obras de conservación de suelos y agua y no se realiza un plan de manejo apropiado del cual demanda este cultivo. Se encontró que este lote no está delimitado con ningún tipo de cercas.

Este sector se dividió en dos estratos, de acuerdo con el rango de pendiente:
Alto: 55.6% y Bajo: 21.5%.

Al comparar estos rangos de pendiente con las categorías de vocación de suelo que plantea MAGFOR, este lote está dentro de las categorías de vocación forestal de 30-50% de pendiente bosques de especies latifoliadas coníferas, cultivos perennes (café bajo sombra), de 50-75% bosques de conservación y producción selectiva aunque también abarca el rango de 15-30% que comprende cultivos agrícolas semiperennes, perennes, cultivos anuales pero con manejo agroforestal.

Deduciendo de esta manera que el lote 1, ocupado por el cultivo de café bajo sombra está bien establecido de acuerdo con las categorías de uso de suelos según rangos de pendiente que plantea MAGFOR.

9.5.2 Lote 2: En este lote existe una topografía variada y una recuperación de la vegetación principalmente árboles maderables esto como producto de la regeneración natural debido a la no quema, los residuos de cosecha son incorporados al suelo, no existen obras de conservación de suelos y agua, presenta un suelo erosionado hasta llegar a formar cárcavas, esta delimitada con cercas, es un área que se alquila a productores de la zona y a los mismos trabajadores de la finca. Los cultivos que se encontraron son maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) únicamente en época lluviosa. Se encuentra a una altura de 767 msnm en la parte baja y en la parte superior 844 msnm. Cuenta con un área de 2.62 manzanas. Tiene un porcentaje de pendiente de 42.58. Es

un área de difícil acceso, esta en medio de varios terrenos que no son propios de la institución.

De acuerdo a las categorías de vocación del suelo planteadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGFOR), se ubica en la categoría de 30-50% en la cual se recomienda establecer cultivos perennes (café bajo sombra) y bosques de producción de especies latifoliadas y coníferas.

Por lo tanto los cultivos a establecerse no deberían de ser maíz y frijol ya que estos son de cultivos limpios y de ciclo corto.

9.5.3 Lote 3: Se identificó el cultivo de café (*Coffea arabica*), con un área de 0.42 manzanas, se encuentra diferentes variedades de café como Caturra, Borbón, Catimor, no existen obras de conservación de suelo y agua. Las labores de manejo no son las debidas, este lote no está delimitado espacialmente (cercas). Se dividió en dos estratos de acuerdo con el rango de pendiente: Alto: 10%, y el Bajo: 23%.

Según la propuesta del MAGFOR, este lote se ubica en la categoría de vocación agrícola <15% apropiada para cultivos anuales semiperennes, perennes, ganadería, bosques, pero con un manejo adecuado, también comprende la categoría de 15-30%: que establece cultivos semiperennes, perennes, ganadería, bosques, cultivos anuales con un manejo agroforestal. Por lo tanto se deduce que el uso actual de éste está dentro de las tres categorías de vocación del suelo que plantea MAGFOR.

9.5.4 Lote 4: Aquí se produce granos básicos como: Maíz (*Zea mays*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*), en la época de invierno y algunas veces se cultiva Pipían (*Cucúrbita pepo L*), en época seca bajo riego por gravedad.

Cuenta con un área de 1.26 manzanas. En este lote se encuentran obras físicas para la conservación de suelo (barrera de piedra), la misma no ha recibido mantenimiento, por lo que se encuentra en mal estado.

El lote 4, es un área descubierta (sin árboles), no se realiza quema, se incorporan los residuos de cosecha, se usa labranza cero, con problemas de erosión hídrica llegando a formar cárcavas a las cuales no se les han establecido obras físicas para la recuperación de estas en época de invierno. Con una pendiente de 25.5%.

Según las categorías de uso del suelo establecidas por MAGFOR, el lote 4, se ubica en el rango de 15-30% que son terrenos para vocación agrícola apropiados para cultivos perennes, semiperennes, ganadería, bosques, cultivos anuales pero con un manejo agroforestal.

Por lo tanto los cultivos que se establecen en este lote deben ser manejados bajo un sistema agroforestal.

9.5.5 Lote 5: En esta área es donde se realiza la mayoría de las actividades de producción de la finca, cuenta con un área de 2.52 manzanas.

En este lote se encuentran dos pozos, los cuales fueron perforados a mano, con un diámetro de dos metros, una profundidad de 10.5 metros y un nivel freático de 4 a 6 metros, en buen estado físico pero sin protección, se encuentra delimitado espacialmente (cercado), no se practica la quema, no se realiza labranza (labranza cero), la morfología del terreno es variada, con áreas erosionadas (cárcavas), existen obras de conservación de suelo (barreras vivas como valerianas y barreras muertas de piedra), hay una laguneta para captación de agua, existe un sistema de riego por goteo, se incorporan los residuos de cosecha, hay árboles frutales.

Este lote se dividió en tres sub-lotes, de acuerdo a los cultivos establecidos en cada uno de ellos:

Sub-lote 1: se encontró el cultivo de Granadilla (*Passiflora quadrangularis*), combinada con Maracuyá, (*Passiflora edulis*) y algunas veces cultivo de porte bajo como melón, pepino, ayote, pipián, este sub-lote cuenta con un área de

1.69 manzanas con un porcentaje de pendiente variado, el cual se dividió en dos estratos: Alto: 30.6% y Bajo: 17.5%.

El sub lote se ubica según el MAGFOR, en la vocación de uso de suelo con rango de 15-30% que propone cultivos semiperennes, perennes, ganadería, bosques, cultivos anuales, bajo un manejo agroforestal.

De lo cual se plantea que se pueden seguir explotando estos cultivos en éste sub-lote, pero se deben de manejar adecuadamente.

Sub-Lote 2: dentro de esta área se localiza el cultivo de Naranjilla (*Solanum quitoense*), en el lote se pueden ver obras de conservación de suelos, no hay árboles de sombra, cuenta con un área de 0.10 manzanas y con una pendiente de 30.5%, a una altura de 745 msnm.

De acuerdo con la capacidad de uso del suelo de MAG-FOR, se localiza en la categoría dos, de 15-30% la cual propone cultivos semiperennes, perennes, bosques, ganadería, cultivos anuales, pero con un manejo agroforestal.

Sub-lote 3: en este sub lote se encuentran los cultivos de Pitahaya (*Hylocereustriangularis*), cítricos: (*Citrus sp*), no existen obras de conservación de suelos y agua, los soportes en que se encuentra el cultivo de la Pitahaya, están en mal estado, en los cítricos creció el patrón y el injerto se perdió, los rendimientos en este sub lote son bajos, también se hacen socios con el cultivo de Tomate (*Lycopersicum sculentum*), Chiltoma (*Capsicum annum L*), en esta área se encuentra un vivero de Café nuevo, a estos cultivos no se les proporcionan un manejo agronómico adecuado, su área es de 0.15 manzanas.

9.5.6 Lote 6: En este lote se encuentra el cultivo de Café (*Coffea arabica*), asociado con árboles frutales y ornamentales, cuenta con un área de 0.67 manzanas, también se encuentra la casa de habitación de la finca, hay un beneficio húmedo, un puesto de agua potable, un rancho de recreación, no hay obras de conservación de suelo y de agua.

El lote cultivado se sub dividió en cuatro sub-lotes. Siendo estos:

- Sub-lote 1: tiene una altura de 715 msnm, 12 % de pendiente y un área de 0.02 manzanas todas ocupadas por café.
- Sub-lote 2: con un área de 0.19 manzanas de café, una altura de 718 y 9.5% de pendiente.
- Sub-lote 3: se dividió en dos estratos, la parte alta tiene 27.5% de pendiente y con una altura de 715 msnm. La parte baja tiene 18 % de pendiente, una altura de 710 msnm y cuenta con un área de 0.34 manzanas.
- Sub-lote 4: este cuenta con un área de 0.12 manzanas establecidas con café, una altura de 714 msnm y un porcentaje de pendiente de 27.5%.

Comparando los rangos de pendiente encontrados en este lote con los propuestos por MAG-FOR, se localiza en las dos primeras categorías: < 15%, donde se recomienda cultivos anuales, perennes, semiperennes, ganadería, bosque, pero con un manejo adecuado y la categoría de 15-30%, donde se recomiendan cultivos semiperennes, perennes, ganadería, bosque, cultivos anuales, pero con un manejo agroforestal.

9.5.7 Lote 7: Es un área de 0.44 manzanas, se encuentra el cultivo Papaya (*Carica papaya*), y el cultivo café (*Coffea arabica*), en esta área existen obras de conservación de suelo, como: barreras muertas de piedra, y barreras vivas de zacate limón, estas están en regular estado tiene una pendiente variada que va de 17% en la papaya que es la parte baja y un 36% en el café que es la parte alta, con una altura variada desde 705 hasta 711msnm.

Según la vocación de uso del suelo de MAG-FOR, se localiza en la segunda categoría de 15-30%, en la cual los cultivos apropiados son: semiperennes, perennes, cultivos anuales, bosque y ganadería pero con un manejo agroforestal.

De lo cual se deduce que los cultivos establecidos van de acuerdo a la categoría de uso que propone el MAG-FOR.

X. Conclusiones

De la investigación realizada en la finca San Martín, propiedad de la ONGs, ISF (Infancia Sin Fronteras) se concluye que:

- El sitio donde se establece la finca San Martín, presenta condiciones de clima favorables para la explotación de los diversos rubros, por lo tanto se descarta la posibilidad de que los bajos rendimientos productivos se deban a los diferentes factores climatológicos (precipitación, temperatura, radiación solar).
- En los datos proporcionados por el análisis de suelo realizado, se encontró que: las características físicas no son las favorables debido a que los cultivos sembrados requieren para su máximo potencial aquellas que le son contrarias en la mayoría de los casos, en cambio las características químicas son favorables.
- Con los resultados obtenidos mediante la medición de porcentaje de pendiente, la topografía de la finca es variada comprendida en los rangos no apropiada para la explotación de cultivos limpios y sin obras de conservación del mismo.
- El lote número cinco que corresponde a los cultivos de granadilla, cítricos, pitahaya y naranjilla, es el área de mayor potencial productivo que se identificó en este estudio.
- En la finca San Martín se producen cultivos como café, hortalizas, frutales y especies forestales, pero los índices productivos obtenidos de estos, en los últimos cinco años están por debajo de los rendimientos óptimos para cada cultivo, debido al aprovechamiento inadecuado de los recursos.
- El plan de manejo conservacionista contribuirá al mejoramiento de la productividad, rentabilidad y sustentabilidad de la finca San Martín.

XI. Recomendaciones

- A partir de los análisis de clima, suelo y topografía realizados en esta investigación, se propone que para el establecimiento de especies, se tomen en cuenta cada uno de los datos que en el documento se discuten para aprovechar al máximo todas las condiciones que presenta la zona y por ende elevar la productividad de éstas.
- Realizar el ordenamiento de la finca basándose en el plan de manejo conservacionista como herramienta clave en la planificación y diseño de esquemas prácticos de uso de la tierra, que sirvan como base para la toma de decisiones.
- A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, CUR-Matagalpa, que valoren el esfuerzo empleado en la realización de este trabajo, divulgando los resultados obtenidos tanto a estudiantes como a docentes para mejorar las fuentes de información científica para los mismos.

XII. Bibliografía

- Aidarov, I. P, 1985, El riego, primera edición, ed. MIR, Moscú, Rusia, 368 pág.
- Arias Jiménez, Ana Cecilia, 1998, Suelos Tropicales, primera edición, ed. EUNED, San José, C. R, 168 pág.
- CATIE, 1986, Agroambiente, primera edición, ed. LIL, Turrialba, C. R, 232 pág.
- Chacón Zúñiga, Abigail, 1985, Agro climatología, primera edición, ed. EUNED, San José, C. R, 521 pág.
- Cubero Fernández, Diógenes, 1996, Manual de manejo de conservación de suelos y aguas, segunda edición, ed. EUNED, San José, C. R, 278 pág.
- Falguni, Guharay [etal.], 2000, manejo integrado de plagas en el cultivo de café, 1ra ed., Managua, Nicaragua, CATIE, 272 pág.
- González, Karl, 1996, Fundamentos de la meteorología, segunda edición, ed. EUNED, San José, C.R, 275 Pág.
- Halley, R. J, 1990, Manual de agricultura y ganadería, primera edición, ed. LIMUSA, México, DF, 901 pág.
- Hart, Robert D, 1985, Conceptos básicos sobre agro ecosistemas, CATIE, primera edición, ed. LIL, Turrialba, C. R, 158 pág.
- Heuvelop, Jochen, 1986, Agro climatología Tropical, primera edición, ed. EUNED, San José, C. R, 371 pág.
- Holdridge, Leslie R, 1996, Ecología basada en zonas de vida, cuarta reimpresión, ed. IICA, San José, C. R, 216 pág.
- Hsiao, T.C., 'The Soil+Plant+AtmosphereContinum in Relation to Drought and Crop Production' En:DroughtResistancel Crops With Emphasis on rice, Intl. Rice Res. Inst. Los baños, Laguna Philippines, págs. 39+52, 1982.
- INTA-FAO, 1999, Proyecto integrado de la fertilidad de los suelos en Nicaragua, ed. INPASA, 129 pág.
- Kaurichev, I. S, 1984, Prácticas de edafología, primera edición, ed. MIR, Moscú, Rusia, 287 pág.

- Kramer, Paúl J, 1989, Relaciones hídricas de suelos y plantas, primera edición, ed. EDUTEX, México, 528 pág.
- MAGFOR, 2003, Estudio de cuencas hidrográficas de la región norte (Matagalpa y Jinotega) dirección general de estrategias territoriales DGET, Nicaragua, 189 pág.
- Monge Villalobos, Luis A, 1994, cultivo de Maíz, 2da. Reimpresión de la 2da ed. San José, Costa Rica, Ed. EUNED, 60 pág.
- Núñez Solís, Jorge, 1996, Manual de laboratorio de edafología, primera edición, ed. EUNED, San José, C. R, 160 pág.
- Pereira, A. R, 1982, Crop planning for different enviroments agric methodology, 77 pág.
- Ressett, Peter, 2002, cultivos, resultados de ingeniería genética, revista de agro ecología, Leisa, volumen 17, # 4, Países Bajos.
- Ruiz C, J. A y H, Flores, 1985, Requerimientos agro climáticos de especies vegetales de uso agrícola, pecuario y forestal, CIPAC, INIFAP, Guadalajara, México.
- Brack, A, y C. Mendiola, 1997, *Ecología del Perú, Capacidad de uso mayor de suelo*, [en línea], [consultado el 24 de marzo del 2008]. Disponible en:
<<http://www.portalagrario.gob.pe/rn e cap.shtml>>
- De La Fuente, s/f, *El suelo, Tamaulipas, México*, [en línea], [consultado el 10 de Julio del 2008]. Disponible en:
<<http://www.monografias.com/trabajo6/elsu/e/su.shtml>>
- FAO, 1996, *Taller regional sobre aplicaciones de la metodología de zonificación agroecológica y los sistemas de información de recursos de tierras en América Latina y el Caribe, Santiago, Chile*, [en línea], [consultado el 05 de Mayo del 2008]. Disponible en:
<www.rcl.fao.org/es/tierra/pdf/zae>
- INETER, 2002, *Estudios agro meteorológicos*, [en línea], [consultado el 14 de Julio del 2008]. Disponible en:
<www.ineter.gob.ni/direccio/meteorologia/estudios>
- INTA, 2008, *Catalogo de tecnologías e granos básicos*, [en línea], [consultado el 20 de Septiembre del 2008]. Disponible en:
<www.inta.gob.ni>

- INIFAP, 2006, *Potencial Productivo* [en línea], [consultado el 03 de Agosto del 2008].
Disponible en:
<www.inifap.gob.mx>
- MAGFOR, 2008, *Estadísticas de rendimientos del cultivo café, Managua, Nicaragua*, [en línea], [consultado el 23 de septiembre de 2008].
Disponible en:
<www.magfor.gob.ni/estadisticas.pdf>
- Vallarino, Eugenio, 1990, *obras hidráulicas, Madrid, España, Universidad politécnica de Madrid*, [en línea], [consultado el 20 de septiembre de 2008].
Disponible en:
www.wikipedia.com
- Victoria, 2009, *conceptos básicos de agricultura, Santiago, Chile, Universidad de Chile*, [en línea], [consultado el 2 de septiembre de 2008].
Disponible en:
<www.wikipedia.com>

ANEXOS

Anexo 1

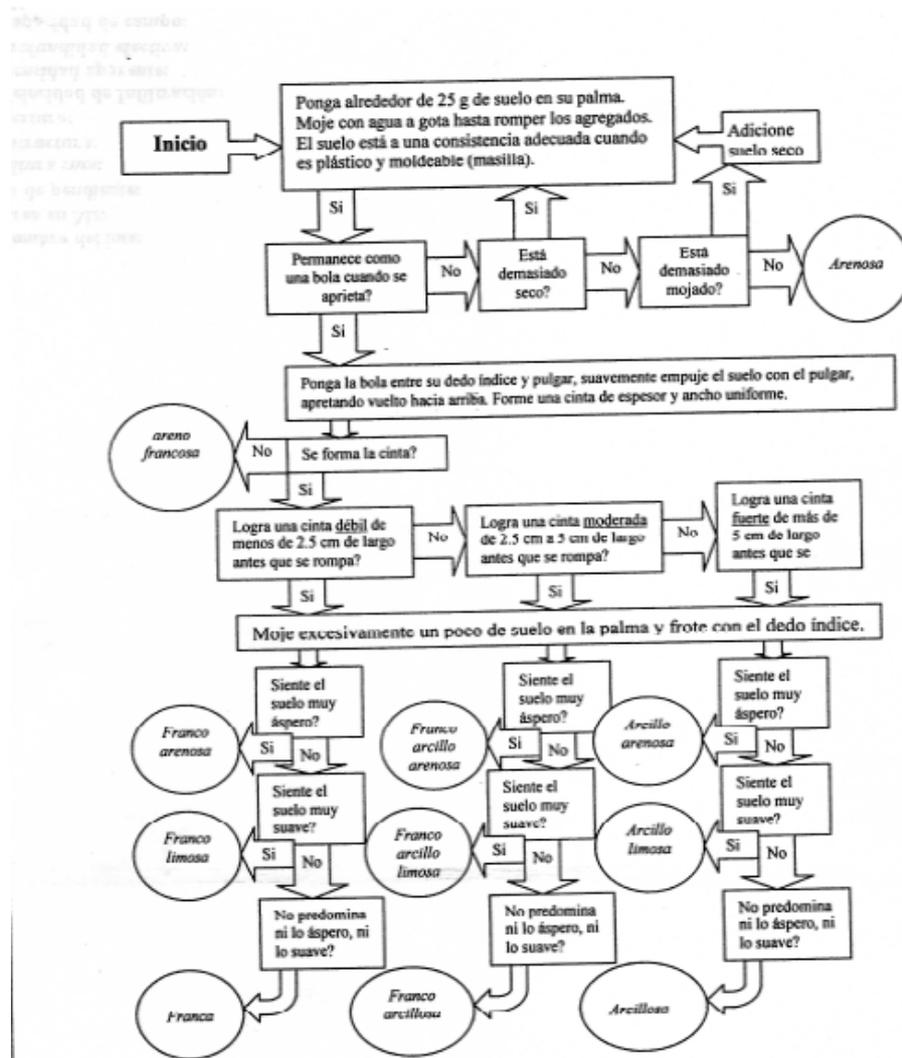
Tabla 6.3: número máximo diario de horas de sol según latitud Norte.

*TABLA 6.3 Número máximo diario de horas de sol según latitud Norte
Unidad: horas/día*

Mes Lat.	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sep	Oc	Nov	Dic
0°	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
5°	11,9	12,0	12,1	12,2	12,4	12,4	12,3	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8
10°	11,6	11,8	12,1	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,2	11,9	11,7	11,5
15°	11,4	11,6	12,1	12,4	12,8	13,0	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
20°	11,1	11,4	12,0	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
25°	10,8	11,3	12,0	12,8	13,4	13,7	13,6	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6
30°	10,5	11,1	12,0	12,9	13,7	14,1	13,9	13,2	12,4	11,5	10,7	10,2
35°	10,2	10,9	12,0	13,1	14,1	14,6	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
40°	9,7	10,6	12,0	13,3	14,4	15,0	14,7	13,7	12,5	11,2	10,0	9,4
45°	9,2	10,4	11,9	13,6	14,9	15,6	15,3	14,1	12,5	11,0	9,5	8,8
50°	8,6	10,1	11,9	13,8	15,5	16,3	15,9	14,5	12,6	10,8	9,1	8,1
55°	7,7	9,6	11,8	14,2	16,4	17,5	17,0	15,1	12,7	10,4	8,4	7,2
60°	6,8	9,1	11,8	14,6	17,2	18,7	18,0	15,6	12,7	10,1	7,6	6,3

Anexo 2

Guía para determinación manual de textura de suelos, fuente: Casanova, et, al 2004.



Anexo 3

Interpretación de los resultados de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

Rango de Clasificación Aproximada de Nutrientes en Suelos de Nicaragua (Quintana et al., 1983)

pH	Clasificación
< 4.6	Extremadamente ácido
4.6 - 5.2	Muy frecuentemente ácido
5.2 - 5.6	Fuertemente ácido
5.6 - 6.2	Medianamente ácido
6.2 - 6.6	Ligeramente ácido
6.6 - 6.8	Muy ligeramente ácido
6.8 - 7.2	Neutro
7.2 - 7.4	Muy ligeramente alcalino
7.4 - 7.8	Ligeramente alcalino
7.8 - 8.4	Medianamente alcalino
8.4 - 8.8	Fuertemente alcalino
8.8 - 9.4	Muy frecuentemente alcalino
> 9.4	Extremadamente alcalino

Capacidad de Intercambio Catiónico.

<5	meq/100 g suelo	Muy baja
5 - 15	meq/100 g suelo	Baja
15 - 25	meq/100 g suelo	Media
25 - 40	meq/100 g suelo	Alta
>40	meq/100 g suelo	Muy alta

Rango de contenidos de macronutrientes.

Nutrientes	Unidades	Pobre	Medio	Alto
Nitrógeno (N)	%	< 0.07	0.07 - 0.15	>0.15
Fósforo (P)	ppm	< 10	10 - 20	>20
Potasio (K)	meq/100 g	< 0.2	0.2 - 0.3	>0.3
Calcio (Ca)	meq/100 g	< 2.5	2.5 - 5.5	>5.5
Magnesio (Mg)	meq/100 g	< 0.3	0.3 - 1.0	>1.0
Mat. Orgánica (MO)	%	< 2	2 - 4	>4

Rangos de contenidos de micronutrientes (extracción Olsen)

Nutriente	Unidades	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
Hierro (Fe)	ppm	5 - 10	10 - 16	16 - 21	21-2
Zinc (Zn)	ppm	1 - 2	2.1 - 3.1	3.1 - 4.2	4.2 - 5.3
Cobre (Cu)	ppm	0.2 - 0.8	0.8 - 1.5	1.5 - 2.2	2.2 - 3.0



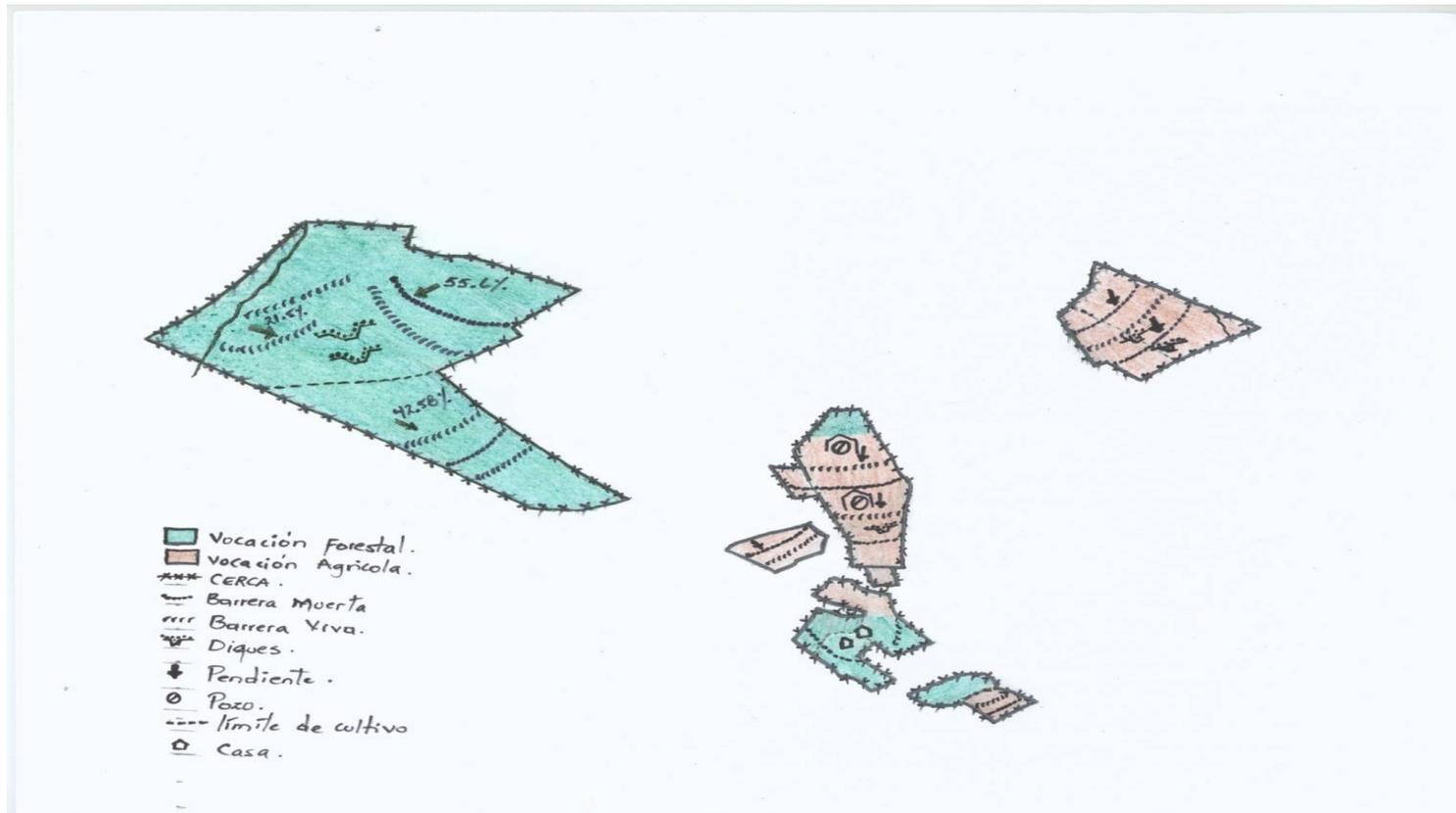
Anexo 5

Mapa de situación actual de la Finca San Martin



Anexo 6

Mapa del plan de conservación de la finca



Anexo 7

Hoja resumen del plan de conservación

Finca San Martin

Propietario: Infancia Sin Fronteras

Superficie total: 16 Mz.

Lot e	Superficie en manzanas	Uso actual	Uso preferible	Practicas de manejo conservacionista
1	5.20	Café bajo sombra	Cultivos perennes, bosques de conservación y de especies latifoliadas y coníferas	Establecimiento de cercas, trazado de curvas a nivel para la elaboración de barreras vivas y muertas, elaboración de diques para reducir la escorrentía de agua, construcción de desagües laterales en áreas afectadas por erosión, fertilización y enmiendas minerales. Control de malezas.
2	2.62	Maíz y Frijol	Cultivos perennes, bosques de conservación y de especies latifoliadas y coníferas	Trazado de curvas a nivel y mejorar el estado físico de las existentes y construcción de barreras vivas y muertas, construcción de desagües laterales para evitar erosión y formación de cárcavas, terrazas individuales, protección de las fuentes de agua, fertilización y enmiendas minerales. Control de malezas.
3	0.42	Café bajo sombra	Cultivos anuales, semiperennes, perennes y ganadería con manejo agroforestal	Establecimiento de cercas, trazado de curvas a nivel para la construcción de barreras vivas y muertas, fertilización con enmiendas minerales. Control de malezas.
4	1.26	Maíz, Frijol y Pipián	Terrenos para vocación agrícola apropiados para cultivos perennes,	Asocio de cultivos con arboles, trazado de curvas a nivel, construcción de barreras vivas y muertas, terrazas individuales y mantenimiento a las

4	1.26	Maíz, Frijol y Pipián	semiperennes , ganadería, bosque y cultivos anuales pero con un manejo agroforestal	existentes. Incorporación de residuos de cosecha, labranza mínima, elaboración de diques para reducir escorrentía superficial y por ende controlar la formación de cárcavas. También fertilización y enmiendas minerales. Control de malezas.
5	2.52	Granadilla, pitahaya, cítricos, café, pepino y naranjilla	Cultivos anuales perennes, semiperennes , ganadería.	Elaboración de curvas a nivel, para la construcción de barreras vivas y muertas, mejorar las existentes, muros de piedra y diques para reducir la escorrentía, control y formación de cárcavas. Construcción de techos para evitar contaminación y evaporación de fuentes de agua (pozos). Reforestar area de recarga para alimentación de pozos. Control de malezas.
6	0.67	Café, frutales y ornamentales	Cultivos anuales, semiperennes , perennes y ganadería	Establecimiento de cercas, delimitación de áreas, Fertilización y enmiendas minerales, mantenimiento a cultivo de cobertura (<i>Arachis pintoii</i>), control de malezas.
7	0.44	Papaya y café	Cultivos semiperennes , perennes y anuales, ganadería	Establecimiento de cercas, elaboración de curvas a nivel para construcción de barreras vivas y muertas, construcción de canales laterales de desagüe para evitar inundaciones, elaboración de terrazas individuales, fertilización y enmiendas minerales. Control de malezas.

Anexo 8
Fotografías de la finca San Martín



Fotografía 1. Rotulo de entrada a la finca San Martin



Fotografía 2. Lote 5. Cultivos chiltoma, pitahaya, cítricos y granadilla



Fotografía 3. Cultivo de granadilla en asocio con pepino, Barrera viva, barrera muerta y sistema de riego por goteo.



Fotografía 4. Pozo numero 2



Fotografía 5: medición de porcentaje de pendiente



Fotografía 6. Medición de altura sobre nivel del mar

Anexo 9

Cronograma de actividades

Nº	Actividad	I				II				III				IV				V				VI				VII				VIII				IX				X				Responsable
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
1	Selección tema	X																																					Todos			
2	Recopilación y análisis de información			X	X	X																																	Todos			
3	Formulación del problema						X																																Todos			
4	Redacción de objetivos e hipótesis de investigación								X																														Todos			
5	Visita a la finca de estudio				X				X				X			X																							Todos			
6	Entrevista con ingenieros del organismo ISF			X			X				X																												Todos			
7	Elaboración protocolo										X	X	X	X																									Todos			
8	Entrega protocolo							X																															Todos			
9	Fase de campo														X	X		X	X		X																		Todos			
10	Procesamiento de datos																								X	X	X												Todos			
11	Elaboración y entrega de borrador																									X	X												Todos			
12	Correcciones a informe Borrador																																		X	X			Todos			
13	Entrega de informe final																																				X		Todos			

