

**Universidad Católica del Trópico Seco**  
**Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda**



**Trabajo de Tesis para optar al título profesional de**  
**Ingeniero Agropecuario**

**Caracterización del suelo en parcelas de agricultura y ganadería**  
**implementando prácticas de conservación de suelo y agua, Estelí**  
**2016-2017**

**Autores**

Kevin Javier Gutiérrez Aguilera  
Aarón Daniel Aráuz Gutiérrez

**Tutores**

M.Sc. Flavia María Andino Rugama  
Ing. Juan Octavio Meneses Córdoba

Estelí, julio, 2017

Este estudio es desarrollado conjuntamente por la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE) y Catholic Relief Services (CRS – Nicaragua) a través del Proyecto Agricultura, Suelo y Agua (ASA).

Se estimula la citación. Se pueden traducir y/o reproducir extractos cortos del texto sin previo permiso, a condición de que se indique la fuente. Para la traducción o reproducción del texto total se deberá notificar de antemano a los coejecutores. Los autores son los únicos responsables del contenido y de las opiniones expresadas; la publicación no implica la aprobación por parte de CRS-Nicaragua.



# INDICE

Contenido	Página
INDICE DE TABLAS .....	iii
INDICE DE ANEXOS.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos .....	3
III. MARCO TEÓRICO .....	4
3.1. El suelo y sus componentes .....	4
3.2. Propiedades del suelo.....	5
3.3. Agricultura de conservación de suelo y agua .....	13
IV. MATERIALES Y METODOS .....	20
4.1. Ubicación del estudio .....	20
4.2. Selección de fincas y productores en el estudio.....	20
4.3. Variables del estudio .....	22
4.4. Técnicas e instrumentos.....	25
4.5. Técnicas de análisis .....	30
V. RESULTADOS Y DISCUSION .....	31
5.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas propiedades físicas.....	31
5.2. Comportamiento de la humedad gravimétrica e infiltración de agua .....	39
5.3. Cobertura de suelo .....	43
5.4. Características del sistema de producción.....	44

VI. CONCLUSIONES .....	55
VII. RECOMENDACIONES.....	56
VIII. BIBLIOGRAFIA .....	57
IX. ANEXOS .....	63

## INDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Pagina</b>
Tabla 1. Información general de ubicación de las fincas.....	21
Tabla 2. Detalle de parcelas de estudio a establecer en la investigación.....	25
Tabla 3. Evaluación visual de suelo (EVS).....	32
Tabla 4. Textura y densidad aparente .....	33
Tabla 5. Macronutrientes del suelo de suelo.....	35
Tabla 6. Micronutrientes del suelo.....	35
Tabla 7. PH y Capacidad de intercambio catiónico .....	37
Tabla 8. Evaluación visual de suelos .....	37
Tabla 9. Prueba de Mann Whitney para macro fauna por parcela.....	38
Tabla 10. Prueba T para humedad gravimétrica por cada parcela.....	41
Tabla 11. Infiltración de agua en el suelo .....	42
Tabla 12. Correlación de Spearman entre macrofauna y humedad gravimétrica .....	43
Tabla 13. Evaluación visual de suelo de cobertura.....	43
Tabla 14. Prueba de Mann Whitney para muestras independientes biomasa de rastros y pasto.....	44
Tabla 15. Características de los componentes de sistema de producción al inicio del estudio .....	45
Tabla 16. Características del sistema de producción al final .....	47
Tabla 17. Actividades a realizar durante cinco años.....	48

## INDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>Pagina</b>
Anexo 1. Hoja para recolección de datos de la evaluación visual de suelo.....	63
Anexo 2. Hoja de campo para recolección de datos de infiltración de agua ...	64
Anexo 3. Instrumento para tomar datos de infiltración (infiltrómetro doble anillo).....	64
Anexo 4. Hoja de campo para recolectar datos de biomasa .....	65
Anexo 5. Formato para recolectar datos de Cobertura del suelo con el método de la cuerda.....	65
Anexo 6. Hoja de campo para toma de datos de humedad de suelo.....	66
Anexo 7. Hoja para recolección de datos de macrofauna .....	67
Anexo 8. Escuela de campos (Ecas) con productores de Estelí.....	67
Anexo 9. Escala de referencia para la interpretación de análisis químico de suelo.....	68
Anexo 10. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado) humedad gravimétrica.....	68
Anexo 11. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado) por comunidad .....	69
Anexo 12. Encuesta para diagnóstico retrospectivo de cada finca .....	70
Anexo 13. Plan de fertilización de parcelas ASA (pastos) .....	73
Anexo 14. Plan de fertilización de parcelas ASA (granos básicos).....	73
Anexo 15. Imágenes de la parcela ASA y testigo de la comunidad Caña Florida (Jairo Ruíz) .....	74
Anexo 16. Imágenes de la parcela ASA y testigo de la comunidad La libertad (Alexis Peralta).....	75

## **AGRADECIMIENTO**

Primero y, antes que nada, nos gustaría dar gracias a Dios, por estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer el corazón e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestros caminos a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo el periodo de estudio. También gracias Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Gracias a nuestras familias por apoyarnos en cada decisión y proyecto, no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradecemos, y hacemos presente nuestro gran afecto hacia ustedes (Fam. Gutiérrez Aguilera y Fam. Gutiérrez Calderón), nuestras hermosas familias.

Gracias de corazón, a nuestros tutores de tesis la M.Sc. Flavia María Andino Rugama y el Ing. Juan Octavio Meneses Córdoba. Gracias por su paciencia, dedicación, motivación criterio y aliento, han hecho fácil lo difícil. Ha sido un privilegio contar con su guía y ayuda. A la Universidad Católica del Trópico Seco de Estelí por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

También agradecer el financiamiento de CRS (Catholic, Relief Service).

Gracias a las muchas personas que de una manera u otra han formado parte de nuestras vidas profesionales a los que les encantaría agradecerles su amistad consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

### **A mi madre Marta Janeth Gutiérrez**

A mi madre por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

### **A mis familiares.**

A mis tías, Ana y Glenda por su constancia y apoyo en todo momento de mi vida en especial durante mis estudios universitarios; a mi abuela Marta por los ejemplos de perseverancia y constancia que la caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor. ¡Gracias a ustedes!

*“No es lo que decimos sobre nuestras bendiciones, sino como los usamos, es la verdadera medida de nuestra acción de dar gracias”.* Anónimo

**Aarón Daniel Aráuz Gutiérrez**

**Esta tesis se la dedico:**

Primeramente, a mi **Dios** quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

**A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.**

Para mis padres Kenia Aguilera Arce y Bayardo Margarito Gutiérrez Hernández por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

*“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.* Thomas Chalmers

**Kevin Javier Gutiérrez Aguilera**

## RESUMEN

La investigación se realizó en cinco fincas de las comunidades La Libertad, Caña Florida, El Dorado, Santa Adelaida y El Cebollal, de mayo 2016 a mayo 2017, apoyado de una metodología descriptiva, participativa y cuasi experimental. Cada finca contó con una parcela testigo o manejo tradicional y una de agricultura de conservación (ASA) de 1000 m<sup>2</sup> o 2500 m<sup>2</sup> para agricultura (2 fincas) y ganadería (3 fincas) respectivamente. Se analizaron las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, producción de biomasa, cobertura de suelo, rendimientos e información del sistema productivo; además de la cobertura vegetal aérea para parcelas de ganadería. La información generada se utilizó para una propuesta de planificación de actividades para el establecimiento de parcelas con ASA. El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico Infostat versión estudiantil con una prueba T-student o Mann Whitney; así como una muestra de correlación de Spearman. Los resultados indicaron deficiencias de Nitrógeno (N) y Azufre (S) en el 100% de las parcelas, Cobre (Cu) y zinc (Zn) en una parcela, para el resto de estos elementos se encuentran en niveles medios y altos; materia orgánica con valores altos a normales, suelos entre franco arenoso a franco arcillosos con altos grados de compactación, macrofauna en estado crítico para cuatro fincas y moderados en cuanto a propiedades físicas totales. La humedad gravimétrica demostró entre un 3% a 10% valores más altos en las parcelas ASA, debido al manejo de cobertura propuesto en las prácticas de conservación; pero solamente para los meses de invierno indica diferencias estadísticas. En la infiltración se encontraron valores más altos para la parcela ASA respecto de la testigo en todas las parcelas. Mann Whitney indica diferencias estadísticas significativas entre las parcelas ASA y testigo. Se indican actividades para la implementación de prácticas de conservación de suelos.

**Palabras clave:** Erosión, propiedades de suelo, humedad gravimétrica, infiltración, cobertura vegetal, rastrojo.

## I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua es un país que basa su economía en el sector agropecuario. Sin embargo, en los últimos años este sector se ha considerado vulnerable ante los fenómenos climáticos por la irregularidad del período lluvioso, lo que no ha contribuido a potenciarlo (Gómez E. U., 2007). Esto es grave, ya que además la población humana, -que se ha duplicado en los últimos cuarenta años- probablemente se duplicará nuevamente dentro de los próximos cincuenta años; incremento que ocurrirá principalmente en los países más pobres con pocos recursos y condiciones inestables para la producción (FAO, 2002).

Es evidente entonces, que muchos de los problemas más apremiantes de la población rural y de su ambiente están relacionados con el manejo de los recursos de agua y suelo, teniendo a la malnutrición, la inseguridad alimentaria, los bajos niveles de vida y las migraciones en gran escala como los más apremiantes, que algunas veces provocan la competencia violenta por los recursos para satisfacer sus necesidades básicas. En esta situación, es evidente que los problemas ambientales involucran la degradación de la tierra, la destrucción de los hábitats terrestres y acuáticos y la pérdida de biodiversidad (FAO, 2002).

En este contexto, la agricultura convencional agrava la situación cuando tiende a aumentar el uso del agua y la pérdida de la fertilidad del suelo, observándose que cerca del 40% de los suelos agrícolas tienen grados de erosión, reducción de fertilidad o sobrepastoreo. Actualmente, los crecientes grados de degradación causan grandes modificaciones en el ciclo biogeoquímico del Carbono, Nitrógeno y Fósforo. Los manejos de la agricultura convencional, que tienden a dejar el suelo descubierto por largos períodos, son los responsables de la erosión y la reducción del contenido de materia orgánica. Cerca de un 95% del nitrógeno del suelo y de entre 25 a 50% del fósforo están contenidos en la materia orgánica. Estudios demuestran que la reducción de 1 a 0,9% de materia orgánica del suelo, reduce el 50% del potencial rendimiento en cultivos de cereales (SAG, 2003).

Pero existen opciones viables, como la agricultura de conservación que permite incluso el desarrollo de servicios ambientales como la fijación de carbono, la generación de oxígeno,

el agroturismo, la agrodiversión, el agroecoturismo y en general productos alimenticios de calidad que juegan un papel cada vez más importante en el desarrollo de la sociedad (Hernández Lara, y otros, s.f.)

Son diversas las prácticas en la agricultura de conservación, entre ellas el uso de los residuos de cosecha, también conocidos como rastrojos, son subproductos agrícolas que desempeñan un papel importante en las actividades agropecuarias. Su contribución para mejorar y conservar los suelos agrícolas ha sido evidenciada en diferentes partes del mundo. No obstante, la importancia de los rastrojos, han pasado desapercibidos por los sectores académicos y gubernamental, como lo demuestra la limitada información científica que existe sobre ellos. Asimismo, es evidente que no se han tomado en cuenta explícitamente en políticas y estrategias gubernamentales que buscan la sustentabilidad en el medio rural (Vélez Izquierdo, y otros, 2013).

Es por esa razón, que como parte del Proyecto Agricultura Suelo y Agua (Proyecto ASA) de CRS (Catholic, Relief Service) con el cual la UCATSE ha suscrito convenio, se ha desarrollado la presente investigación, con el propósito de caracterizar las propiedades del suelo al implementar agricultura de conservación en fincas de cinco comunidades de Estelí en el periodo 2016-2017. La investigación es parte de la iniciativa a ser desarrollada en un periodo de cinco años, realizando en el primer momento un análisis de las propiedades del suelo y del manejo al sistema de producción en cinco fincas de las comunidades seleccionadas (línea base) y una comparación respecto de ciertas características del suelo como la humedad, macro fauna e infiltración.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Caracterizar las propiedades del suelo en parcelas de agricultura y ganadería, así como las condiciones de manejo de la producción, que facilite información para la planificación de prácticas de conservación de suelo en cinco fincas de cinco comunidades de Estelí, 2016-2017.

### **Objetivos específicos**

Describir las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en las parcelas en estudio de las cinco fincas.

Comparar el comportamiento de las variables de infiltración de agua y humedad del suelo durante el periodo del estudio en las parcelas ASA y la parcela de manejo tradicional.

Determinar las condiciones de manejo productivo de las fincas en estudio, que facilite información para la planificación de actividades del establecimiento de parcelas con prácticas de conservación.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. El suelo y sus componentes**

El suelo puede definirse, de acuerdo con el glosario de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984) citado por (GEO-México, 2004) como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo.

Es considerado también como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos. Junto al aire, la luz y el agua, el suelo es un elemento de vital importancia para el crecimiento de las plantas, por esta razón, depende de su cuidado y manejo, el resultado que se obtenga, el que se refleja en la productividad de los cultivos que crecen sobre él. Mientras que (SAG, 2003) en la pág. 27 define al suelo como:

La delgada capa de material fino (arenas, limos y arcillas) que cubre nuestro planeta y en donde pueden desarrollarse los vegetales. En relación al tamaño del planeta es una capa tan pequeña que podría pensarse que no tiene mayor importancia. Sin embargo, de ella depende que pueda haber vida en la Tierra. El suelo se ha formado a través de miles de años por la acción del agua, el viento, los cambios de temperatura y la acción de los microorganismos sobre las rocas, logrando poco a poco que éstas se fueran descomponiendo. Un segundo elemento que interviene en su formación es la aparición de los vegetales. Por eso el suelo es muy distinto en cada lugar y los agricultores saben que existen suelos que son más arcillosos, otros más arenosos, algunos tienen más cantidad de piedras que otros, unos son profundos y otros superficiales.

Siempre sobre este tema, según la (CATEDU, 2016) los componentes del suelo se encuentran en los tres estados de la materia y se distinguen:

**Componente gaseoso.** Formado por el aire que ocupa los huecos entre los sedimentos. Es una mezcla formada por los gases desprendidos de la respiración de la fauna y flora edáfica.

**Componente líquido.** Está formado por diferentes iones (sulfatos, nitratos, calcio, hierro, magnesio, etc.) procedentes del regolito disueltos en el agua de lluvia. Es el componente utilizado por la flora del suelo para su nutrición.

**Componente sólido.** Es el componente mayoritario y está formado por la materia mineral (fracción inorgánica) y orgánica (fracción orgánica). La fracción inorgánica son minerales que proceden del regolito. Está formado por silicatos, minerales presentes en las arcillas y otros compuestos como el carbonato cálcico, haluros, etc. La fracción orgánica constituye el mantillo o humus. El humus se transforma por acción de bacterias y hongos en una serie de sustancias de naturaleza coloidal que interaccionan con los minerales originando complejos órgano-minerales que determinan la estructura y textura de los suelos.

### **3.2. Propiedades del suelo**

La calidad del suelo se define como “la capacidad del suelo de funcionar, dentro de las fronteras del ecosistema y el uso de la tierra, manteniendo la calidad ambiental y fomentando de plantas, los animales y el ser humano” John Duran citado por la (FAO, 2016).

La calidad del suelo es variable y los suelos responden de forma distinta conforme las prácticas implementadas sobre él. Se incluyen los elementos de la calidad del suelo; las propiedades físicas, químicas y biológicas inherentes y dinámicas, las cuales se explican a continuación.

#### **3.2.1. Propiedades físicas del suelo**

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación,

la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes.

Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad humana puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles (Rucks, García, Kaplan, Ponce de León, & Hill, 2004). Algunas de las propiedades del suelo se explican a continuación:

**a. Textura del suelo.** Es precisamente la proporción de cada elemento del suelo lo que se llama la textura, o, dicho de otra manera, la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla. Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición Rucks et al. (2004).

La composición por tamaño de las partículas (granulométrica) de un suelo, es el porcentaje de materia mineral en peso de cada fracción, obtenida por separación de las partículas minerales en dos clases más por tamaño mutuamente excluyentes.

Las propiedades de las partículas gruesas y finas del suelo difieren considerablemente, pero no hay una división natural marcada de ninguna clase de tamaño de partícula. Sin embargo, para propósitos prácticos se han establecido algunos límites. Comúnmente en los suelos se separan por lo menos tres clases por tamaño usualmente denominados arena, limo y arcilla. El procedimiento usado para medir la composición granulométrica es el análisis granulométrico o mecánico. Los numerosos métodos de análisis están basados en el hecho de que la velocidad de caída de las partículas del suelo a través del agua aumenta con el diámetro de las mismas, o en una combinación de esta propiedad con el uso de tamices para separar las partículas gruesas Rucks et al. (2004).

**b. Porosidad del suelo.** El crecimiento de las plantas, del que depende su producción económica, está determinado por factores atmosféricos, biológicos y edáficos. Estos últimos son físicos y químicos, siendo los primeros las propiedades del suelo que determinan el crecimiento radicular y la dinámica del aire y del agua. Estas propiedades del suelo, están determinadas por las características cuantitativas y cualitativas del espacio del suelo no ocupado por sólidos, denominado espacio poroso Rucks et al. (2004).

Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros. Los primeros no retienen el agua contra la fuerza de la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aireación del suelo, constituyendo, además, el principal espacio en el que se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. La porosidad total o espacio poroso del suelo, es la suma de macro poros y micro poros. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo Rucks et al. (2004).

La reducción de la porosidad del suelo repercute en propiedades físicas desfavorables debidas a una menor aireación del suelo, menor capacidad de infiltración de agua y dificultad para la penetración de las raíces. La aparición de horizontes compactados dentro de un perfil puede deberse a procesos genéticos o de posicionales, o bien, puede ser una compactación creada por el paso de maquinaria, por el laboreo en condiciones de humedad inadecuadas, o por el paso repetido del arado a cierta profundidad, creando un piso de labor (piso de arado) en la base del horizonte A (Flores Delgadillo & Alcalá Martínez, 2010).

**c. Consistencia del suelo.** Consistencia del suelo es usualmente definida como el término que designa las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión, actuando dentro del suelo a varios contenidos de humedad. Según Rucks et al. (2004) estas manifestaciones incluyen:

- El comportamiento con respecto a la gravedad, presión y tensión.
- La tendencia de la masa del suelo de adhesión a cuerpos extraños o sustancias.
- Las sensaciones que son evidenciadas y sentidas por los dedos del observador.

Esta definición implica que el concepto de consistencia del suelo incluye algunas propiedades del suelo, como resistencia a la compresión, friabilidad, plasticidad, viscosidad. Al observador de campo estas propiedades son expresadas a través de los sentidos. Observaciones de campo e investigaciones experimentales indican que la consistencia del suelo varía con textura, materia orgánica, el total de materia coloidal, estructura (en cierto grado) y contenido de humedad.

La consistencia del suelo depende de la textura, tipo y contenido de los coloides orgánicos y minerales, de la estructura y, principalmente, del contenido de humedad del suelo. Cuando disminuye la humedad, el suelo pierde su adherencia y plasticidad volviéndose desmenuzable y blando, y cuando se seca, se vuelve duro y coherente. Algunas arcillas pueden ser duras cuando están secas, plásticas cuando están húmedas y pegajosas cuando están muy húmedas. Los óxidos de hierro o de aluminio y el carbonato de calcio son sustancias que provocan resistencia a la disrupción en algunos horizontes endurecidos, aunque esta resistencia a la disrupción también puede ser resultado de cierta compactación del suelo (Flores Delgadillo & Alcalá Martínez, 2010).

- d. **Color del suelo.** El color del suelo es una propiedad física relacionada con la longitud de onda del espectro visible que el suelo refleja al recibir los rayos de luz. El tono y la intensidad de los colores del suelo superficial y de sus horizontes permiten hacer inferencias sobre sus características y procesos pedogenéticos. El color del suelo está determinado por la cantidad y estado de los minerales de hierro y/o manganeso, así como de la materia orgánica, además de la existencia de procesos de oxidación o reducción (Flores Delgadillo & Alcalá Martínez, 2010).

Con relación a los elementos del color del suelo, las principales sustancias que confieren al suelo su color son el humus, compuesto minerales como los óxidos, sulfuros, sulfatos, carbonatos. Los colores claros, es decir, el blanco el blancuzco, son debidos a la abundancia de minerales blancos o incoloros. Los horizontes superficiales de suelos evolucionados presentan bastante raramente esos tintes, salvo en los suelos de regiones secas, áridas o desérticas. Los colores negros o pardo muy oscuro son provocados por el

humus o el manganeso, estando a menudo este último al estado de bióxido o también por los sulfuros de hierro Rucks et al. (2004).

### **3.2.2. Propiedades químicas del suelo**

Son las que dependen de la parte más íntima del suelo como es su propia composición química. Las más importantes desde el punto de vista de la génesis del suelo son la alteración mineral y la formación de nuevas especies, así como lo relativo a la destrucción de la materia orgánica fresca y la formación de las sustancias húmicas. Además se deben considerar compuestos que perteneciendo a la fase sólida del suelo, pueden pasar fácilmente a la fase líquida por ser extraordinariamente solubles, por lo que tienen una extraordinaria movilidad (Unioviado, s.f.).

Corresponden fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl) para las plantas, o por dotar al suelo de determinadas características (Carbono orgánico, Carbonato cálcico, Fe en diferentes estados). Lo que considera que las sales solubles del suelo, que incluyen a aquellas cuya solubilidad es más alta que la del yeso y cuya consecuencia es la salinidad (Unioviado, s.f.). Algunas de las propiedades son:

- a. Capacidad de intercambio catiónico (CIC).** La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K,  $\text{NH}_4$  etc.).

Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. El nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso

o pobre en materia orgánica. La unidad de medición de CIC es en centimoles de carga por kg de suelo cmolc/kg o meq/ 100g de suelo (FAO, 2016).

- b. PH del suelo.** El pH (potencial de hidrógeno) determina el grado de adsorción de iones ( $H^+$ ) por las partículas del suelo e indica si un suelo está ácido o alcalino. Es el indicador principal en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo. El valor del pH en el suelo oscila entre 3,5(muy ácido) a 9,5(muy alcalino). Los suelos muy ácidos (<5,5) tienden presentar cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso. Los suelos muy alcalinos (>8,5) tienden a dispersarse. La actividad de los organismos del suelo es inhibida en suelos muy ácidos y para los cultivos agrícolas el valor del pH ideal se encuentra en 6,5 (FAO, 2016).

El pH puede variar desde 0 a 14 y de acuerdo con esta escala los suelos se clasifican en:

- Suelos ácidos.....pH inferior a 6,5
- Suelos neutros.....pH entre 6,6 y 7,5
- Suelos básicos.....pH superior a 7,5

- c. Saturación de bases.** En el suelo se encuentran los cationes ácidos (hidrógeno y aluminio) y los cationes básicos (calcio, magnesio, potasio y sodio). La fracción de los cationes básicos que ocupan posiciones en los coloides del suelo se refiere al porcentaje de saturación de bases. Cuando el pH del suelo indica 7 (estado neutral) su saturación de bases llega a un 100 por ciento y significa que no se encuentran iones de hidrógeno en los coloides. La saturación de bases se relaciona con el pH del suelo. Se utiliza únicamente para calcular la cantidad de limo requerida en un suelo ácido para neutralizarlo.

- d. Salinización del suelo.** Se refiere a la acumulación de sales solubles en agua en el suelo. Las sales que se pueden encontrar en un nivel freático salino se transportan con el agua a la superficie del suelo mediante ascenso capilar y una vez que el agua se evapora se acumulan en la superficie del suelo. La salinización suele ocurrir con manejo de riego inapropiado sin tomar en consideración el drenaje e lixiviación de las sales por fuera

de los suelos. Las sales también se pueden acumular naturalmente o por la intrusión de agua marina. La salinización elevada en el suelo lleva a la degradación de los suelos y la vegetación. Las sales más comunes se encuentran en combinaciones de los cationes de sodio, calcio, de magnesio y de potasio con los aniones de cloro, sulfato y carbonatos (FAO, 2016).

- e. **Alcalinización del suelo.** La alcalinización se define como el exceso de sodio intercambiable en el suelo. A medida que su concentración incrementa en el suelo empieza a reemplazar otros cationes. Los suelos sódicos se frecuentan en regiones áridas y semiáridas y se encuentran muchas veces inestables con propiedades físicas y químicas muy pobres. Debido a ello el suelo se encuentra impermeable disminuyendo la infiltración, percolación, infiltración del agua por el suelo y por último el crecimiento de las plantas (FAO, 2016).

### 3.2.3. Propiedades biológicas del suelo

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

Las propiedades biológicas del suelo son muy importantes, ya que está constituida por la micro fauna del suelo, como hongos, bacterias, nematodos, insectos y lombrices, los cuales mejoran las condiciones del suelo acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica, además que entre ellos ocurren procesos de antagonismo o sinergia que permite un balance entre poblaciones dañinas y benéficas que disminuyen los ataques de plagas a las plantas (Micheli & del C. Díaz., 2007).A continuación, se detallan algunas de ellas.

- a. **Materia orgánica.** El uso de materia orgánica se ha convertido en la base de la agricultura orgánica. No existe una definición de humus con la que todos los especialistas estén de acuerdo; pero, en general el término humus designa a las

“sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal”. Contiene aproximadamente un 5% de Nitrógeno. Esta materia orgánica tienen efecto sobre las propiedades biológicas del suelo favoreciendo los procesos de mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal, sirve de alimento a una multitud de microorganismos y estimula el crecimiento de las plantas en un sistema ecológico equilibrado (Julca-Otiniano, Meneses-Florián, Blas-Sevillano, & Bello-Amez, 2006).

Para Johnston (1991) citado en (Julca-Otiniano, Meneses-Florián, Blas-Sevillano, & Bello-Amez, 2006), la cantidad de humus en el suelo depende de muchos factores, tales como la incorporación de nuevos restos orgánicos al suelo y su velocidad de oxidación química y biológica, la velocidad de descomposición de la materia orgánica existente ya en el suelo, la textura del suelo, la aireación, humedad y factores climáticos.

- b. **Macro y micro biología del suelo.** El aumento y la conservación de la macro y micro fauna del suelo, es el fundamento de todo sistema agro sustentable, debido a que los organismos que la constituyen, promueven la formación de los poros del suelo ( los que le dan la estructura necesaria para el intercambio gaseoso y la acumulación del agua edáfica), aportan positivamente a la humidificación de la materia orgánica (M.O.), intervienen en la transformación de los nutrientes a las formas químicas adecuadas para ser absorbidas por las raíces de los vegetales, posibilitan la degradación de los residuos fitosanitarios y de los excedentes de fertilizantes sintéticos (disminuyendo el riesgo de contaminación de los acuíferos subterráneos), aumentan la captación de carbono atmosférico (disminuyendo el efecto invernadero) y favorecen la fijación de nitrógeno atmosférico (Micheli & del C. Díaz., 2007).

Respecto de la macro fauna, aparte de ser una fuente importante de materia orgánica para el suelo y de poderse convertir en plagas para las plantas, la fauna del suelo lleva a cabo varias acciones que, a largo plazo, mejoran las condiciones del mismo, tales como aumentan la disponibilidad de algunos nutrientes para las plantas como lo reporta IGAC (1986) citado en (Micheli & del C. Díaz., 2007) con lo cual se mejora el aporte de

biomasa; la lombriz incrementa la disponibilidad de P, K y C. Las hormigas mejoran disponibilidad de Ca y Mg y las termitas aumentan la disponibilidad de Ca, Mg, K, Na, C y P.

Algunos organismos como ciempiés, arañas, escorpiones, coleópteros y colémbolos son predadores y mantienen en equilibrio las poblaciones de otros organismos. Los macro invertebrados crean galerías y huecos dentro del suelo que mejoran su aireación y su permeabilidad. Además, las termitas y las hormigas seleccionan materiales finos para hacer sus nidos en superficie, con lo que van afinando la textura del suelo (Decaëns, Jiménez, Thomas, & Lavelle, 2003).

Con respecto a la lombriz de tierra, el Soil Quality Institute (SQI, 1999) sostiene que ellas mejoran la calidad del suelo debido a que:

- Incrementan la disponibilidad de nutrientes, especialmente N, P y K.
- Aceleran la descomposición de la materia orgánica al incorporar al suelo y activar procesos de mineralización y de humificación.
- Mejoran la agregación y la porosidad.
- Suprimen del medio varios organismos peligrosos o enfermos
- Incrementan la actividad de microorganismos benéficos.

### **3.3. Agricultura de conservación de suelo y agua**

La Agricultura de Conservación (AC) se basa en el concepto fundamental del manejo integrado del suelo, del agua y de todos los recursos agrícolas. Su característica principal es que, bajo formas específicas y continuadas de cultivo, la regeneración del suelo es más rápida que su degradación de modo que la intensificación de la producción agrícola es económica, ecológica y socialmente sostenible.

La Agricultura de Conservación es la combinación del uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo a través de tres principios técnicos cruciales: no alterar el suelo de forma mecánica (se planta o siembra directamente); cobertura

permanente del suelo; especialmente con el uso de rastrojos y cultivos de cobertura; selección juiciosa para las rotaciones de los cultivos y cultivos múltiples, agroforestería e integración pecuaria. Estos sistemas muestran que cuando la calidad del suelo mejora, aumenta la producción agrícola y disminuye la erosión del suelo (Hernández Lara, y otros, s.f.).

### **3.3.1. Principios básicos de la Agricultura de conservación (AC)**

Se consideran a criterio de (Hernández Lara, y otros, s.f.) Tres principios básicos de la agricultura de conservación que son, no labranza del suelo, suelo permanentemente cubierto, especialmente por residuos y cultivos de cobertura y la diversidad de cultivos.

**1. Labranza cero.** Es una práctica agronómica que exige cambios profundos en el sistema de producción de los agricultores. Pero también es una alternativa sustentable de protección y recuperación de suelos. La cero labranza es una práctica en la cual la semilla es colocada en los surcos o en agujeros, sin remover el suelo con un ancho y profundidad suficiente para una adecuada cobertura y contacto de la semilla con la tierra. El control de las malezas, es un aspecto muy importante para el éxito de la cero labranza, se realiza manualmente o mediante la aplicación de herbicidas, de una manera racional y segura.

Esta práctica constituye una alternativa entre las más eficientes para el control de la erosión hídrica, sobre todo por impedir la desagregación del suelo generada por el impacto directo de la gota de lluvia sobre el suelo desnudo, y por el mejoramiento de la infiltración del agua en suelo, con lo cual disminuye el escurrimiento superficial, generador de surcos y cárcavas (Hernández Lara, y otros, s.f.).

Según (Orozco, 2000) Las barreras vivas, los reservorios, la no quema y las barreras muertas, los diques y las acequias son las técnicas CSA mas preferidas por los productores.

**2. Cobertura del suelo.** Según (FAO, 2015) una cobertura permanente del suelo es importante para:

- Proteger al suelo contra el impacto de la lluvia y el sol.

- Proporcionar al micro y los macro-organismos del suelo un suministro constante de "alimentos".
- Alterar el microclima para un óptimo crecimiento y desarrollo de los organismos del suelo, incluyendo las raíces de las plantas.

La cubierta permanente proporcionada por los sistemas agroforestales y cultivos sembrados en suelos protegidos con rastrojos o cultivos de cobertura no sólo protege al suelo del impacto físico de la lluvia y del viento, sino que también conserva la humedad del suelo y disminuye la temperatura en las capas superficiales.

(Belmonte Serrato, Romero Díaz, & López Bermúdez, 1999) En un estudio sobre parcelas con pendientes del 25% con cobertura vegetal en comparación a suelo desnudo demostró que la erosión hídrica se reducía de forma exponencial a medida que esta se aumentaba.

Así, el suelo se convierte en un hábitat favorable para una cantidad de microorganismos, incluyendo raíces de plantas, lombrices, insectos y microorganismos, como, por ejemplo, hongos y bacterias. Esta vida del suelo usa la materia orgánica de la cubierta y la recicla en humus y en nutrientes, y contribuye a estabilizar físicamente la estructura del suelo, permitiendo que el aire y el agua se filtren y se almacenen (Hernández Lara, y otros, s.f.).

(Ramos & Dávila, 2007) Concluyen que la actividad microbiana mejora significativamente con el incremento de la humedad, mientras que la temperatura afecta significativamente la actividad microbiana del suelo.

Las raíces de algunos cultivos de cobertura son capaces de romper el piso de arado o las capas compactadas del suelo. Diferentes plantas con diversos sistemas de raíces exploran diferentes profundidades del suelo y tienen la capacidad de absorber distintas cantidades de nutrientes; además, con la producción de varios exudados de las raíces (ácidos orgánicos) son beneficiosos tanto el suelo como los microorganismos.

El manejo de rastrojo aporta los siguientes beneficios:

- Reduce la erosión, pues la superficie del suelo al estar protegida con rastrojos, evita el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo.
- También contribuye al control de malezas que es una de las labores a las que el agricultor dedica mucho tiempo. Al dejar los residuos sobre la superficie del suelo, se forma una capa que evita que la maleza crezca totalmente.
- Mejora la infiltración del agua ya que la cubierta que forman los rastrojos retiene las gotas de lluvia, consecuentemente el agua irá penetrando poco a poco en el suelo.
- Aumenta la materia orgánica del suelo al descomponerse o podrirse los residuos. Esto también aumenta los microorganismos del suelo ayudando a su fertilidad. Cuando los residuos son de plantas de maíz o maicillo es conveniente picarlos para acelerar su descomposición y así destruir los hospederos de algunas plagas.

Con relación a los métodos y prácticas en la cobertura se destaca lo siguiente:

- Uso de semillas mejoradas / adecuadas para obtener altos rendimientos, así como para la abundante producción de residuos y buen desarrollo de las raíces.
- Manejo integrado y competencia reducida con el ganado y otros usos, por ejemplo, mediante el incremento de la producción de forraje y de los cultivos de pastos en la rotación.
- Uso de varios cultivos de cobertura, especialmente cultivos con propósitos múltiples como fijadores del nitrógeno, restauradores de la porosidad del suelo, exterminadores de plagas y otros.
- Optimización de las rotaciones de cultivos en los términos de espacio, tiempo y economía.
- Uso puntual de herbicidas para el control del cultivo de cobertura y el desarrollo de las malezas.

En una evaluación a agricultores (Vásquez, 2008) evidenció que gran parte de estos utilizaban rastrojo para alimentar el ganado en época seca ya sea el propio o dado en arrendamiento, algunos productores quemaban sus terrenos para las siembras del maíz al inicio de la estación

lluviosa. La tala de árboles para la ampliación de la frontera agrícola y la obtención de productos como leña y madera, han sido acciones que han disminuido la cobertura del suelo.

**3. Diversidad de cultivos.** La rotación de cultivos es necesaria en la AC con el fin de evitar el aumento de plagas, malezas o enfermedades y para asegurar un sistema de raíces que penetren en el suelo a diferentes profundidades. Esto también conduce a una extracción más equilibrada de los nutrientes del suelo (Hernández Lara, y otros, s.f.). Esta práctica es necesaria para ofrecer una fuente de alimentación variada a los microorganismos del suelo; dado que están ubicados a distintas profundidades del suelo, son capaces de explorar las diferentes capas de suelo en busca de nutrientes.

Los nutrientes que han sido lixiviados a las capas más profundas y que no están disponibles para el cultivo comercial, pueden ser "reciclados" por los cultivos de la rotación. Esta forma de rotación de cultivos funciona como un motor biológico. Más aún, una diversidad de cultivos en rotación conduce a una diversa flora y fauna del suelo; las raíces excretan diferentes sustancias orgánicas que atraen a diferentes tipos de bacterias y hongos los cuales, a su vez, tienen una función importante en la transformación de esas sustancias en nutrientes disponibles para las plantas. La rotación de cultivos también proporciona una función importante fitosanitaria dado que previene transmisión de plagas y enfermedades específicas de un cultivo al próximo por medio de los residuos (FAO, 2015).

En una investigación para evaluar el efecto de la leguminosa *Mucuna pruriens* como abono verde y cobertura muerta, sobre algunas propiedades de un suelo Typic Haplustalfs el rendimiento de maíz (*Zea mays*) (Sanclemente Reyes, 2009) evidenció que el resultado del establecimiento de *M.pruriens* logró incrementar el contenido de nitrógeno total del suelo entre 31% y 71% en comparación con el testigo, mostrando los beneficios de esta especie como aportadora de nitrógeno.

### 3.3.3. Variedades mejoradas e insumos

El uso de variedades mejoradas presenta un beneficio económico importante, ya que con alto potencial de rendimiento implica mayores beneficios económicos para los productores, su objetivo principal es incrementar la producción y la calidad de los productos agrícolas por unidad de superficie, en el menor tiempo, con el mínimo esfuerzo y al menor costo posible. Esto se logrará mediante la obtención de nuevas variedades o híbridos de alto potencial, es decir, que produzcan más grano, más forraje, más fruto, o más verduras en la menor área de terreno posible, y que se adapten a las necesidades del agricultor y consumidor.

#### A. Maíz (*Zea mays*)

Según (IICA, 2015) Maíz P-4082 es una variedad de maíz híbrida y presenta las siguientes características agronómicas: Ciclo vegetativo de 20-135 días, porte de la planta intermedio, color y tipo de grano blanco dentado con rendimiento de 100-110qq/mz. Para la fertilización, se requiere de un análisis de suelo y de no contar con el análisis se recomienda tomar en consideración la tecnología que se manejará. Así si se aplicará una tecnología media se sugiere utilizar 2qq/mz de cualquiera de las fórmulas: 12-24-12, 15-15-15 ó 18-46-0; 3qq/mz de Urea 46% y 2qq/mz de KCl. Para el caso de la tecnología alta, se recomienda aplicar 3qq/mz de cualquiera de las fórmulas: 12-24-12, 15-15-15 o 18- 46-0, 4qq/ de Urea 46% y 2qq/ de KCl. Para el control de malezas, aplicar producto de acuerdo a la y tipo de maleza. Control de plagas durante el ciclo del cultivo deben realizarse según recuento y umbral económico de daño.

#### B. Frijol (*Phaseolus vulgaris*)

La variedad INTA Rojo es aceptable por los agricultores por sus características agronómicas y calidad sensorial por los consumidores similar al de las variedades criollas. Se adapta a zonas marginales con alta temperatura, es de porte erecto, tolerante a las principales plagas. Tiene aceptación en el mercado regional como grano comercial y como semilla (INTA, 2013).

Las ventajas se refieren a que:

- La variedad tiene grano de color rojo similar al de las variedades criollas.
- Tiene alta resistencia a Mosaico Dorado.
- Es tolerante a sequía y alta temperatura.
- Las características culinarias son aceptadas por los consumidores como cocción rápida, sabor agradable, color y espesor de caldo deseables.

Respecto de las características de la variedad se indica que tiene un tipo de crecimiento arbustivo indeterminado guía corta, los días a floración son de 34-36, los días a maduración fisiológica son de 65-70, el Color del grano y testa es rojo brillante, las 100 semillas pesan 25 gramos, la Forma del grano es Ovoide alargado, el rango de adaptación de esta variedad va de los 30-1500 msnm, la cantidad de granos por vaina es de 5-6, es resistente al Mosaico dorado y Mosaico Común siendo susceptible a Bacteriosis y Mancha Angular, tolerante a la Roya, tolerante a sequía y a altas temperaturas y el rendimiento por manzana es de 30 a 35 quintales (INTA, 2014).

### **C. Mombasa (*Panicum maximum*)**

Es un pasto que se adapta a suelos fértiles, puede prosperar con buena fertilización, prefiere los suelos sin encharcamientos. Crece en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 200' msnm y en regiones con más de 800 mm de lluvias. Soporta hasta 6 meses de sequía y después presenta un excelente rebrote. La siembra puede ser en surcos separados a 80 cm. Produce entre 40 a 60 ton FV/Ha<sup>-1</sup> y alcanza alturas entre 1.2 a 2.5 m. Este a los tres o cuatro meses después de la siembra puede alcanzar hasta un 90% de cobertura (INTA, 2014).

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Ubicación del estudio**

El presente estudio se realizó en cinco fincas pertenecientes a cinco comunidades (Caña Florida, Santa Adelaida, El dorado, La libertad y El Cebollal 1) situadas en el municipio de Estelí que está ubicada a 148 Km de Managua, entre las coordenadas 13°05'00" Latitud Norte y 86°21'00" Longitud Oeste, limita al Norte con el municipio de Condega, Al Sur con el municipio de la Trinidad, San Nicolás y el Sauce, al Este con el municipio de San Sebastián de Yalí y la Concordia, y al Oeste con el municipio de Achuapa y San Juan de Limay; La topografía, del municipio de Estelí es ondulada con elevaciones montañosas y mesetas de considerables altura.

### **4.2. Selección de fincas y productores en el estudio**

Para la selección de las fincas y productores se realizó revisión de registros de UCATSE y Foro Mirafior, sobre dos fincas de agricultura y tres de ganadería bajo un método intencional considerando estos criterios:

#### **1. En el caso de agriculturas**

- Agricultura como actividad principal.
- Área agrícola de al menos una manzana.
- Disponibilidad total del productor para el establecimiento y manejo de las parcelas en estudio.

#### **2. En el caso de ganadería**

- Ganadería como actividad relevante.
- Área de pasturas de al menos una manzana preferentemente con especies forestales.
- Disponibilidad del productor para el establecimiento y manejo de las parcelas en estudios.

**Tabla 1. Información general de ubicación de las fincas**

Comunidad	Nombre de la finca	Nombre del productor	Coordenadas		Altura (msnm)
			Latitud	Longitud	
Caña Florida	La Concepción	Jairo Alberto Ruiz Caballero	570488	1467478	662
El Cebollal 1	Meneses	Wilfredo Meneses	579312	1462833	1361
El Dorado	Los Chilamates	UCATSE-Chilamates Ganadería	568309	1452563	825.9
La Libertad	-	Alexis Antonio Peralta Olivas	575659	1468123	992
Santa Adelaida	Santa Adelaida	UCATSE – Santa Adelaida Agricultura	567659	1464182	872

### 4.3. Variables del estudio

Variable	Definición	Indicadores	Medida de expresión	Instrumento
Propiedades físicas del suelo	Es la condición que determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento del suelo, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes.	Humedad	Porcentaje	Hoja de campo
		Textura del suelo	Porcentaje arena, limo y arcilla y clase textural	Análisis de laboratorio
		Porosidad, consistencia, estructura, compactación, Color y profundidad	Escala 0 = (pobre); 1 = (moderado); 2 = (bueno)	(EVS) Evaluación visual de suelo
		Capacidad de infiltración	mm/hr	Hoja de campo
Propiedades químicas	Son aquellas que nos permiten reconocer ciertas cualidades del suelo cuando se provocan cambios químicos o reacciones que alteran la composición y acción de los mismos.	Macro-micro nutrientes	meq/100 g, ppm	Análisis de laboratorio
		pH en H <sub>2</sub> O y KCl		Análisis de laboratorio
		CIC	meq/100 g= ppm del catión	
Propiedades biológicas del suelo	Son aquellas propiedades que están asociadas a la presencia de materia orgánica y de formas de vida animal,	Macro fauna	Número de individuos, peso en gramos	Evaluación visual de suelo (EVS) Hoja de campo

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medida de expresión</b>	<b>Instrumento</b>
	tales como microorganismos, lombrices e insectos.	Materia orgánica	Porcentaje	Análisis químico de laboratorio
Cobertura vegetal aérea	Es el área de proyección de la copa calculada con el diámetro ecuatorial medido para cada árbol.	Especies arbóreas	Cantidad/Ha	Hoja de campo
		Número de individuos	Cantidad/Ha	
Producción de biomasa	Es la cantidad de materia acumulada en un individuo, un nivel trófico.	Biomasa sobre el suelo	Ton/Ha	Hoja de campo
Cobertura de suelo	una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)	Cobertura con rastrojos	Porcentaje	Hoja de campo
Rendimientos de cultivos	Es la producción obtenida por unidad de superficie.	Rendimiento de pasto	Ton/ha	Hoja de campo
		Rendimiento de granos básicos	qq/mz	Hoja de campo
Información del sistema productivo	Son las condiciones y resultados obtenidos de las actividades productivas desarrolladas en la finca en los últimos cinco años.	Datos de la finca Prácticas de manejo del suelo Datos de producción	qq/mz, ingresos/ciclo	Encuesta

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medida de expresión</b>	<b>Instrumento</b>
		Actividades pecuarias		
Planificación de actividades para el establecimiento de parcelas	Es el detalle de las acciones que desarrollará el productor en el periodo de cinco años en la parcela de estudio.	Objetivos Resultados Actividades Recursos	Matriz de planificación	Matriz

#### 4.4. Técnicas e instrumentos

La investigación fue de tipo descriptiva, participativa y cuasi experimental utilizando métodos cuantitativos y cualitativos según las funciones y alcances de las variables en estudio. Para la investigación se utilizó un diseño de parcelas pareadas, teniendo un productor por cada una de las comunidades y dos parcelas por productor (testigo o tradicional y estudio o ASA) para un total de 10 parcelas. En la parcela de estudio de cada productor se implementaron actividades y prácticas para la conservación de suelos y agua, mientras que en la parcela testigo el productor realizó el manejo tradicional que ha hecho durante su vida.

**Tabla 2. Detalle de parcelas de estudio a establecer en la investigación**

<b>Tipo de parcela</b>	<b>Cantidad parcelas</b>	<b>Tamaño parcela (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Prácticas a implementar en la parcela de estudio</b>
Parcela de agricultura	2	1000	Labranza cero, rotación de cultivos, abonos verdes Fertilización química Manejo de plagas y malezas
Parcela de ganadería	3	2500	Pasto mejorado Fertilización química Sistema silvopastoril Manejo de plagas y malezas

Para realizar el presente estudio se visitaron las fincas de los productores en las comunidades mencionadas al igual que las parcelas. Se monitorearon de forma periódica el comportamiento de las variables de ambas parcelas. Cada parcela se consideró como un tratamiento. La toma de datos se realizó de la manera como se explica a continuación.

#### 4.4.1. Muestreo de suelo

Se realizó un muestreo de suelo para la extracción de una muestra compuesta de cada finca considerando 15 sub muestras. Para esto, se extrajeron las muestras de acuerdo a lo siguiente:

- Seleccionar 15 puntos al azar dentro del área que abarca ambas parcelas.
- En cada punto elegido, eliminar la cobertura vegetal, limpiar la superficie del suelo descartando todo lo que sea rastrojo o restos de césped.
- Con un palín efectuar cortes hasta unos 20 cm de profundidad. Colocar el material desmenuzado sobre una lona o plástico limpio y mezclar tirando de las esquinas opuestas, alternando las diagonales. Luego dividir en 4 partes, de las cuales se guarda 1, volver a mezclar y repetir el cuarteo hasta llegar al tamaño final indicado.
- Obtener un peso final de 1 kg por cuarteo de la muestra conjunto, del siguiente modo: Embolsar e identificar.

La muestra final se remitió al laboratorio LAQUISA (Laboratorios Químicos S.A) para realizar el análisis de suelo, de esta forma se evaluaron las propiedades químicas del terreno de cada parcela antes de iniciar el establecimiento de las prácticas de conservación. Se clasificaría según la escala de referencia para la interpretación de análisis químico de suelo (anexo 9) de LABORATORIOS QUIMICOS, S.A. (LAQUISA).

De igual manera, se utilizó la metodología de la “Evaluación visual de suelo” (EVS) de acuerdo a lo propuesto por (FAO, 2015), que se basa en la observación visual de ciertas propiedades de la tierra que indican la calidad que posee como el color, estructura, consistencia, porosidad y profundidad), que son valorados de acuerdo a una escala para cada indicador de la tierra, cuyo dato se registra en una hoja de campo (anexo 1). Por cada indicador se califica de acuerdo a la escala Suelo pobre: <10, Suelo moderado: 10-25 y Suelo bueno: >25 comparando con las fotografías de referencia que presenta la guía de campo de esta metodología. Esta actividad se realiza una sola vez al inicio de la fase de campo y realizando la calificación en conjunto con el productor.

Para realizar la prueba, la tierra debe tener humedad suficiente. Se extrae material del suelo con un palín en forma de cubo, el cual se deja caer sobre una lona o plástico limpio, se extiende el material y se procede a realizar las diferentes pruebas indicadas en la EVS.

#### **4.4.2. Prueba de infiltración**

Los ensayos de infiltración permiten conocer la variación de la capacidad de infiltración en función del tiempo decreciente a medida que transcurre el mismo. Para esto, se utilizó un infiltrómetro artesanal de dos anillos concéntricos (anexo 3) en las parcelas sin mucha pendiente en las parcelas con pendientes elevada se utilizó un infiltrómetro de un solo anillo (Anexo 3), que es un aparato sencillo, de uno o dos tubos de chapa de diámetro fijo de 23 cm. de diámetro el interior y de 35 cm el exterior, el cual se clava en el suelo a una profundidad variable y se evita la fuga de agua, se le agrega una cierta cantidad de agua a ambos orificios (450 ml) y se observa el tiempo que tarda en infiltrarse el agua en el anillo concéntrico interior. Esta información se tomó en dos momentos, al inicio del establecimiento de las parcelas y al final del presente estudio.

Se registran en una hoja de campo las distintas alturas de agua y los tiempos correspondientes (anexo 2). Con los datos de altura y tiempo se obtienen los deltas de ambos. La capacidad de infiltración se obtiene haciendo el cociente entre cantidad de agua infiltrada y el intervalo de tiempo:

$$f = \frac{\textit{Variación altura}}{\textit{Variación de tiempo}}$$

#### **4.4.3. Toma de datos sobre biomasa**

En este caso se tomaron tres puntos aleatorizados a nivel de cada parcela (6 por finca, 60 en total), utilizando un cuadrante de 1m<sup>2</sup>, dentro del cual se corta y recoge toda la biomasa que este en él y se pesa; luego la cantidad del material verde cortado por parcela se llevan al horno a 75°C por 24 horas para obtener el peso seco. Al final el resultado se expresará en toneladas por hectárea según cada resultado. Los datos se registrarán en una hoja de

campo. Esta información se recolectará dos veces, una al inicio y otra al final del estudio y se registrará en una hoja de campo (anexo 4).

#### **4.4.4. Medición de la cobertura de suelo**

La eficiencia de cobertura en una parcela se puede calcular fácilmente siguiendo estas recomendaciones:

1. Con una cuerda de 5 metros de largo.
2. Cada 50 centímetros se registra la presencia o no de rastrojo.
3. Esto da un total de 10 medidas (2 por cada metro).
4. Con esta información se calcula el porcentaje de cobertura del suelo, al sumar el número de puntos con rastrojo y dividirlo entre el total de muestras (10).

Este procedimiento se realizó tres veces por parcela (parte alta, parte media y parte baja), esto para mayor exactitud. Esta variable se midió tres veces, una al inicio del estudio, la segunda al finalizar la cosecha y la última al inicio de la siguiente siembra. La información se registró en una hoja de campo (anexo 5).

#### **4.4.5. Humedad del suelo**

La profundidad a la que se realizó el muestreo dependió del tipo de suelo de la parcela. Se realizó la excavación de al menos 20 cm de profundidad con un palín, se tomaron tres muestras por cada parcela (parte baja, parte media y parte baja). Las muestras se pesaron en campo para tomar la humedad real, se empacaron en bolsas plásticas y etiquetaron para ser llevadas al laboratorio de UCATSE donde se secaron las muestras en un horno a 105°C por 24 horas. Esta variable se midió periódicamente de manera bimensual al inicio del estudio y durante. La información se registró en una hoja de campo (anexo 6). También la prueba para realizar densidad aparente en la ocupamos un cilindro, un martillo y un trozo de madera, se limpia el área se toma la muestra en el cilindro y se lleva al laboratorio para ser procesada. La fórmula para densidad aparente es:

$$\text{Densidad Aparente: } \frac{\text{Peso seco del suelo (gr)}}{\text{Volumen del cilindro (cm}^3\text{)}}$$

#### **4.4.6. Muestreo de macro fauna del suelo**

Se recolectaron tres muestras (Parte alta, media y baja) por cada parcela realizando calicatas con un monolito de 30x30x30 cm, realizando tres monolitos en cada parcela. Posteriormente estos se depositaron en tamices de 5 mm y se procedió al conteo, identificación y peso de las especies; estableciendo dos grupos (lombrices y otros insectos). Los datos se recolectaron en una hoja de campo (Anexo 7), las muestras se recolectaron dos veces a lo largo del estudio (inicio y final).

#### **4.4.7. Toma de información de la finca y del sistema productivo**

La recolección de esta información se realizó mediante la aplicación de una encuesta a cada productor (anexo 12). Para esto se visitaron al productor y se recolectaron la información mediante entrevista. Esto se realizó al inicio del estudio.

#### **4.4.8. Establecimiento de las actividades y el plan de acción para la implementación de prácticas de conservación de suelos y agua**

Se realizó de forma participativa, utilizando los instrumentos planteados por la metodología propuesta para un diagnóstico participativo (Geilfus, 2002) Para esto, se seleccionaron y adaptaron los instrumentos a las condiciones del estudio. Se realizó mediante conversatorios con el productor, brindando espacios para que se seleccionaran aquellas acciones orientadas a la conservación de suelos y agua que se debían desarrollar en un periodo de cinco años. Este resultado permitió la elaboración del plan de actividades para el establecimiento y manejo de las parcelas indicando los objetivos, resultados, actividades y recursos.

Para desarrollar las actividades del plan, se organizaron actividades dentro de una escuela de campo organizada para los productores involucrados en el proyecto de CRS. Aquí se desarrollaron procesos de capacitación sobre la temática que se está trabajando con las parcelas (Anexo 8). También se establecieron espacios para la retroalimentación de los resultados y dificultades que se presentaron con el manejo de las parcelas.

#### **4.5. Técnicas de análisis**

Para aquellas variables monitoreadas una sola vez que corresponda a datos cuantitativos como los parámetros de suelo y las características de los sistemas de producción, se utilizó un análisis descriptivo, mostrando los resultados en forma narrativa, con el uso de recursos gráficos o tablas. Con la información sobre las propiedades químicas del suelo se establecieron los niveles de fertilidad del suelo y se determinaron los requerimientos nutricionales para un plan de fertilización de la parcela de estudio.

Para comparar variables cuantitativas entre la parcela ASA (estudio) y la de manejo tradicional (tradicional) se consideró cada parcela como tratamiento y los datos generados en 6 tomas de datos (meses) como repeticiones (tres por parcela) y se utilizó el programa estadístico Infostat versión estudiantil. Con los datos se realizó una prueba de T Student (T-Test) para muestras independientes el caso de variables medidas para la comparación de ambas parcelas y de muestras relacionadas para variables medidas en dos momentos distintos previos a una prueba de normalidad de Shapiro Wilks con particiones por mes.

Para las variables tomadas al inicio y al final de estudio se utilizó una correlación de Spearman utilizando otra variable y una Prueba de Mann Whitney para muestras independientes. Además, se utilizó la participación del productor para definir las características físicas del suelo, así como la macrofauna muestreada.

## **V. RESULTADOS Y DISCUSION**

La agricultura de conservación comprende una serie de técnicas que tienen como objetivo fundamental conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales, mediante un manejo integrado del suelo, el agua, los agentes biológicos y los ‘inputs’ externos; la agricultura de conservación mantiene una cubierta permanente o semi-permanente sobre el suelo, esta cubierta puede estar constituida por vegetación viva o por restos vegetales secos. Su función es proteger físicamente el suelo de la lluvia, el viento y la intensa radiación solar, además de proporcionar alimento a la fauna del suelo. En la agricultura de conservación, estos organismos son los que provocan los beneficios de aireación buscados con el laboreo intensivo (Interempresas, 2010).

### **5.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas propiedades físicas**

En este acápite se presentan los resultados de las propiedades del suelo de las parcelas en estudios (ASA y testigo) obtenidos del análisis químico con las que se caracterizaran los suelos.

#### **5.1.1. Propiedades físicas**

Las propiedades físicas estudiadas utilizando la Evaluación Visual de Suelos (EVS) como color, estructura, consistencia, porosidad, compactación y profundidad del suelo, son muy importantes para mantener la productividad de la tierra, y su degradación tiene efectos considerables sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, y por tanto sobre su rendimiento y la calidad de sus cosechas.

Tal como se muestra en la tabla 3, según la calificación utilizada, se determinó que el suelo de todas las parcelas son suelos moderados en cuanto a propiedades físicas totales (tabla 3), tomando como datos importantes los datos del conteo de lombrices y la compactación de suelo que se presentan en estado críticos. Entonces al aplicar las prácticas de agricultura de conservación los suelos mejoran como en un estudio de (Ohep, Marcano, & Siviria, 1998)

donde se utilizaron varios implementos de labranza, siendo la no labranza la que mejoran las propiedades físicas del suelo.

La introducción del ganado ha sido una práctica tradicional de estos productores debido a esto se presenta suelos compactos en todas las parcelas como dice (*Pinzón & Amézquita, 1991*) que esta práctica modifica las propiedades físicas del suelo, el pisoteo de los animales compacta el suelo en los primeros 15 cm, ocasionando disminución en el movimiento del agua; esto trae como consecuencia una disminución en la porosidad y cambios desfavorables en la relación suelo-agua-aire que afectan el desarrollo de las raíces de las plantas y su productividad.

**Tabla 3. Evaluación visual de suelo para las propiedades físicas (EVS)**

Aspecto del suelo	Puntaje máximo	Comunidad y productor				
		Caña Florida	La Libertad	El Cebollal 1	Santa Adelaida	El dorado
Estructura	6	6	3	3	6	3
Porosidad	4	2	2	4	2	0
Coloración	4	2	2	4	2	2
Color del moteado	2	0	1	2	1	1
Compactación	2	0	1	1	0	1
Profundidad	6	3	3	6	3	3
Totales	<b>34</b>	18	15	23	17	13

En la tabla 4 de la textura del suelo de las parcelas en estudio en la cual las parcelas de agricultura se presentan suelos franco-arenoso, franco-arcilloso y en las de ganadería se presentan dos parcelas con suelos franco arenosos y una parcela con suelo arcilloso (UCATSE-Los Chilamates) se entiende el cambio de la estructura de todos estos suelos por que las parcelas están ubicadas geográficamente en diferentes lugares de Estelí y por lo tanto la formación inicial es diferente y en la densidad aparente (tabla 4) los valores presentan que el mayor número de las parcelas muestran valores por encima de 1 gr/cm<sup>3</sup> en densidad

exceptuando la finca de caña florida presentando 0.97 respectivamente, siendo todos estos datos normales.

Ohep, Marcano, & Siviria (1998) expresa la no labranza mejora las propiedades del suelo, especialmente la densidad aparente y la resistencia a la penetración hasta la profundidad donde roturan. El uso de sólo la rastra, en comparación al uso de los otros implementos, condujo a un menor desarrollo de la planta de frijol en lo relativo al peso de la parte aérea, peso de las raíces y rendimiento en grano del cultivo; así mismo hubo un efecto positivo de la no labranza que fue atribuido a su influencia sobre la conservación de la humedad del suelo. Para mejorar las condiciones físicas del suelo entre ellas la densidad aparente, Sánchez Vera, Obrador Olán, Palma López, & Salgado García (2003) recomienda no labranza y establecer rotaciones con leguminosas debido a que el uso de cualquier tipo de maquinaria o implemento de labranza aumenta la compactación y por lo tanto la densidad aparente se reducirá.

**Tabla 4. Textura y densidad aparente**

Comunidad	Nombre del productor	Cultivo primario a establecer en la parcela	Densidad	%	%	%	Clase textural
			Aparente	Arena	Limo	Arcilla	
			gr/cm <sup>3</sup>	%	%	%	
Caña Florida	Jairo Alberto	Pasto	0.97	43.16	29,28	27.56	Franco
	Ruiz Caballero						Franco
El Cebollal 1	Wilfredo	Pasto	1.00	56.8	33.44	9.76	Arenoso
	Meneses						
El Dorado	UCATSE- Los	Pasto	1.12	32.4	27.08	40.48	Arcilloso
	Chilamates						
La Libertad	Alexis Antonio	Maíz	1.02	63.16	22.92	13.92	Franco
	Peralta Olivas						Arenoso
Santa	UCATSE -	Maíz	1.23	32.44	35.08	32.48	Franco
Adelaida	Santa Adelaida						Arcilloso

**DA: Densidad Aparente**

### **5.1.2 Propiedades químicas del suelo**

Con respecto a los resultados obtenidos de los análisis químicos (macronutrientes y micronutrientes) realizados indican que en los macronutrientes (tabla 5) se presentaron deficiencias de Nitrógeno (N) y Azufre (S) en el 100% de las parcelas, el resto de estos elementos se encuentran en niveles medios y altos.

Con respecto a la deficiencia de estos elementos, los productores de granos básicos de estas parcelas han estado utilizando monocultivos quiere decir que se ha estado dando una extracción excesiva de los elementos del suelo, o bien están empleando una fertilización inadecuada. Al aplicar la práctica de diversificación u otro sistema de manejo de cultivos se aumentará la disponibilidad de nutrientes en el suelo como demuestra en su trabajo (Benavides Fuentes & Centeno Altamirano, 2003) que las variables del suelo, la materia orgánica, Nitrógeno, Fósforo, estos aumentaron su contenido en el suelo en comparación a su contenido inicial en el sistema de manejo de sorgo asociado con maíz en comparación con el sorgo como monocultivo.

En el caso de pastos, para obtener los máximos rendimientos en biomasa, el Nitrógeno debe estar en cantidades óptimas debido a la relación que hay entre biomasa-Nitrógeno como lo expresa (Celdas & Vallejos, 2011), indicando que la biomasa aumenta con las dosis de nitrógeno aplicados al suelo y que la disponibilidad de biomasa del pasto Guinea Tanzania es superior cuando se utiliza urea como fuente de nitrógeno durante la época lluviosa. Además, se puede utilizar nitrato en los períodos de menor precipitación. Pero, debido a la eficiencia de utilización del nitrógeno y los altos costos del fertilizante, se aconseja utilizar anualmente entre 100 y 200 kg de nitrógeno por hectárea

**Tabla 5. Macronutrientes del suelo de suelo**

Comunidad/ Productor	Macro nutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	5% M.O	mg/Kg	cmol(+)/L	cmol (+)/L	Cmol (+)/L	mg/Kg
Caña Florida/Jairo Ruiz	0.19 (b)	20.4 (a)	1.30 (a)	34.30 (a)	10.46 (m)	5.5 (b)
La Libertad/Alexis Peralta	0.26 (b)	4.3 (b)	1.48(a)	9.96 (m)	4.028 (m)	8.4 (b)
El Cebollal 1/Wilfredo Meneses	0.41 (b)	9.2 (b)	0.72 (a)	19.29 (m)	5.88 (m)	4.9 (b)
Santa Adelaida/UCATSE	0.21 (b)	22.8 (a)	1.74 (a)	25.26 (a)	8.63 (m)	6.9 (b)
El Dorado/UCATSE- Los Chilamates	0.19 (b)	32.3 (a)	1.28 (a)	22.87 (a)	7.15 (m)	14.1 (b)

b: bajo o deficiencia m: óptimo o medio a: Alto

Al igual que para macronutrientes, también en los micronutrientes (tabla 6) se resalta la deficiencia de ciertos elementos como el Cobre (Cu) y Zinc (Zn), pero esto se presentó solamente en una parcela (Caña Florida). La fertilización con micronutrientes en maíz no es una práctica común en los sistemas de cultivo. Sin embargo, diferentes estudios de ensayos de suelo indican que el boro (B) y el zinc (Zn) serían los más frecuentes micronutrientes deficientes, al estar estos en las cantidades optimas los rendimientos aumentan según (Melgar, Lavandera, Torres Duggan, & Ventimiglia, 2001).

**Tabla 6. Micronutrientes del suelo**

Comunidad/Productor	Micronutrientes					
	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Na
	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	cmol(+)/L
Caña Florida/Jairo Ruiz	64.9 (m)	27.9 (m)	1.1 (b)	0.4 (b)	0.4 (m)	0.487
La Libertad/Alexis Peralta	120.2 (a)	37.9 (m)	5.1 (m)	6.7 (m)	0.3 (m)	0.489

Comunidad/Productor	Micronutrientes					
	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Na
	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	cmol(+)/L
El Cebollal 1/ Wilfredo Meneses	117.4 (a)	70.6 (a)	21.2 (a)	0.8 (b)	0.5 (m)	0.682
Santa Adelaida/UCATSE	85.3 (m)	33.5 (m)	2.5 (m)	2.7 (b)	0.5 (m)	0.202
El dorado/UCATSE-Los Chilamates	88.6 (m)	30.7 (m)	6.0(m)	3.4 (m)	0.4 (m)	0.348

b: bajo o deficiencia m: optimo o medio a: Alto

En el caso de pH en agua (tabla 7) se encontraron dos parcelas con suelos ácidos que sus valores fueron 5.5 para la parcela de Alexis Peralta y 5,6 para UCATSE-Los Chilamates respectivamente, el resto de los parcelas están en el rango de 6,5-6,9 clasificándose como suelos con pH neutro según la escala de la (FAO, 2016) y los datos de pH en KCl presentes en la tabla 7 expresan que todas las parcelas en estudio presentan suelos ácidos por abajo del 6.1 según la escala utilizada anteriormente.

Con las relaciones catiónicas se encuentran desbalance en la de Ca/K y Ca+Mg/k en las parcelas de Jairo Ruiz y Wilfredo Meneses. INPOFOS, (1997) y Mutter (1998), citado en (Suárez, Calvache, Jaramillo, & Morales, 2010) explican que cuando la planta está deficiente de K y en Mg, puede absorber rápidamente los otros nutrientes que están en deficiencia, vía radicular o vía foliar, debido al hambre que tienen de esos nutrientes. También para corregir algún tipo de desbalance catiónico, (Suárez, Calvache, Jaramillo, & Morales, 2010) expresa que debe hacerse vía edáfica, para que sea más rentable a largo plazo. El KCl fue utilizado para medir el pH potencial, en donde el catión K<sup>+</sup> desplaza a otros cationes como el H<sup>+</sup> y el Al<sup>3+</sup> que se encuentran adheridos a las arcillas. Estos cationes quedan suspendidos en la solución y de esta manera se pueden medir con el potenciómetro.

**Tabla 7. PH y Capacidad de intercambio catiónico**

Productor	pH en	pH en KCl	Relaciones catiónicas			
	agua	1N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
	Escala de pH	Escala de pH	(2 a 5)	(5 a 25)	(2.5 a 15)	(10 a 40)
Jairo Ruiz	6.5	5.8	3.28	26.32	8.03	42.33
Alexis Peralta	5.5	5.2	2.47	6.73	2.72	12.68
Wilfredo Meneses	6.9	6.1	3.31	39.90	12.05	42.21
UCATSE-Santa Adelaida	6.4	5.7	2.93	14.49	4.95	30.21
UCATSE-Los Chilamates	5.6	5.8	3.20	17.76	5.55	28.43

### 5.1.2. Propiedades biológicas del suelo

Se presentan bajas cantidades de lombrices en todas las parcelas según la evaluación visual de suelo (tabla 8), en cuanto a esto (Domínguez, Aira, & Gómez, 2009) expresa que las lombrices representan la mayor biomasa animal en la mayoría de ecosistemas terrestres y allí donde son abundantes pueden procesar a través de sus cuerpos hasta 250 toneladas del suelo al año por hectárea. Este inmenso trabajo influye de forma muy significativa en las propiedades físicas y otorga a estos organismos un papel crucial en la modificación de la estructura del suelo, en la aceleración de la descomposición de la materia orgánica y del reciclado de nutrientes, que tiene a su vez efectos muy importantes sobre las comunidades vegetales que viven por encima de la superficie del suelo.

**Tabla 8. Evaluación visual de suelos para conteo de lombrices**

Aspecto del suelo	Puntaje máximo	Comunidad				
		Caña Florida	La Libertad	El Cebollal 1	Santa Adelaida	El Dorado
Conteo de lombrices	4	2	0	0	0	0

Al comparar entre los valores para macrofauna del suelo, se encontró que para lombrices y otras especies (hormigas, larvas de insectos, termitas, gallina ciega), el número de individuos (No.indsp) y biomasa de especie (Sp (kg/m<sup>3</sup>) es diferentes estadísticamente para ambas parcelas, siendo superiores en la parcela ASA, con excepción del número de individuos de otras especies (p= 0.1035) (tabla 9). Respecto del peso de raíces, se comprueba la misma tendencia, siendo mayor para el grupo ASA.

Esto refleja que las comunidades de la macrofauna del suelo responden al clima, tipo de suelo, vegetación y manejo según Lavelle y Spain (2001) citado en Bardier (2005), además que en los usos del suelo que involucran un reemplazo total de la cobertura prácticas culturales menos intensivas y que promueven la acumulación de residuos, los cambios que se observan son más evidentes y en general, se ven favorecidos los detritívoros y en particular las lombrices (Oligochaeta). (Bardier, 2005), lo que significa que en estas parcelas las actividades desarrolladas en la parcela ASA están influyendo en la macrofauna.

**Tabla 9. Prueba de Mann Whitney para macro fauna por parcela**

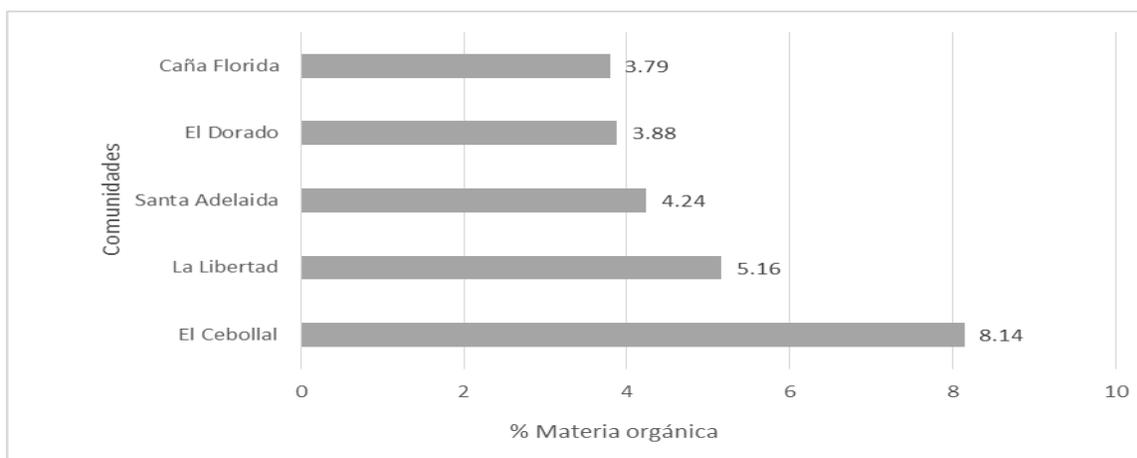
Variable	Parcela	N		Media	Media	P (2 colas)
		ASA	Testigo	ASA	Testigo	
No individuos lombrices	Asa testigo	30	45	3.43	2.31	0.0139
Peso de lombrices(kg/m <sup>3</sup> )	Asa testigo	30	45	0.15	0.10	0.0068
No. Individuos otras especies	Asa testigo	30	45	2.30	1.98	0.1035
Peso otras especies(kg/m <sup>3</sup> )	Asa testigo	30	45	0.08	0.05	0.0060
peso raíces (kg/m <sup>3</sup> )	Asa testigo	30	45	0.69	0.40	0.0008

Los valores de materia orgánica de las parcelas de estudio (Figura 1) se encuentran los siguientes: la comunidad de El Cebollal I (8,14%), La Libertad (5,16%) y UCATSE-Santa Adelaida (4,24%) con un alto contenido de materia orgánica y UCATSE-Los Chilamates (3,88%), Caña Florida (3,79%) presentaron valores normales de materia orgánica.

De acuerdo con los factores que afectan la velocidad de mineralización, un alto contenido de materia orgánica puede o no implicar un alto suplemento de nutrimentos. En términos generales, puede decirse que la condición ideal para un suelo, es un alto contenido de materia

orgánica como dice (Matus & Maire, 2000) en uno de sus resultados que la acumulación de MOS estaría directamente vinculada con la textura del suelo y por la cantidad (calidad constante) del material orgánico aportado al suelo.

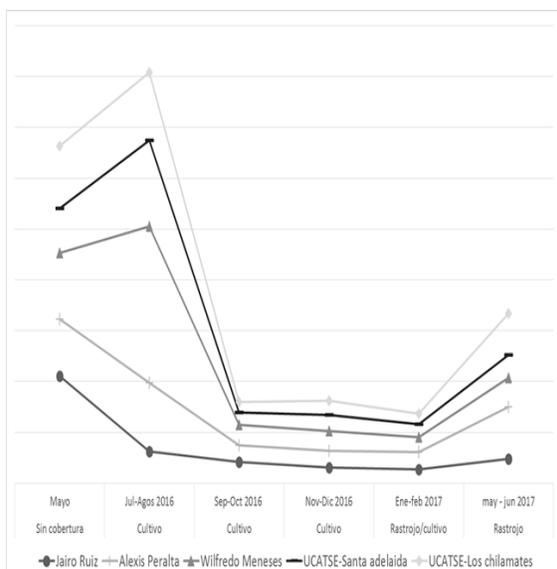
Entonces al aplicar las prácticas como abonos verdes en asocio con el cultivo con labranza de conservación en maíz, se aportan grandes cantidades de materia orgánica y por lo tanto Nitrógeno y se enriquece la vida microbiana del suelo, mejorando propiedades físicas y químicas del suelo aumentando así su productividad y sustentabilidad de este recurso (Galeana de la Cruz, Trinidad Santos, García Calderón, & Flores Román, 1999), (Mejía Galeano & Montes Silva, 2006). Lo que implica que con las prácticas que se están implantando en estas parcelas (ASA) se esperaría una mejora en la materia orgánica.



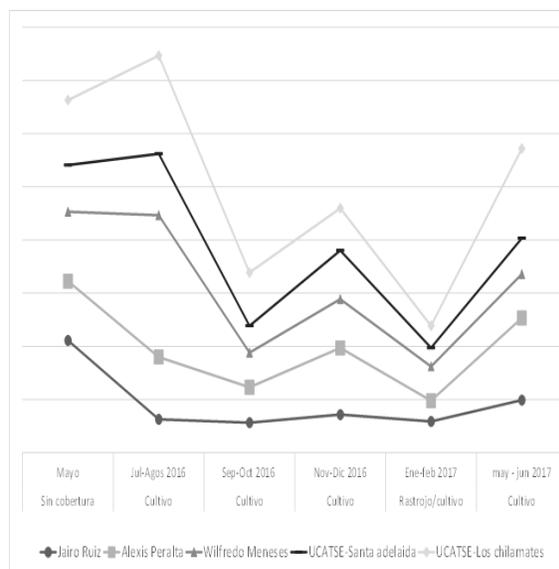
*Figura 1. Porcentaje de materia orgánica en cada parcela*

## **5.2. Comportamiento de la humedad gravimétrica e infiltración de agua**

En la figura 2 se presentan líneas de tendencias de la variable humedad gravimétrica en cada mes en los que se tomaron los datos en las parcelas testigos se observan diferencias en comparación con la parcela ASA que fue a las que se les aplicó las prácticas de conservación de suelos y aguas. En los primeros meses que se inicia el estudio como se esperaba no hay diferencia entre las parcelas pero desde la tercera toma de datos (Sep-Oct 2016) cuando ya estaban las prácticas establecidas se presentan cambios en esta variable (% HG).



**a= Parcela testigo**



**b= Parcela ASA**

**Figura 2. Tendencia de humedad por mes en las parcelas testigo y ASA**

Este efecto se manifestó en las capas superficiales del suelo, hasta los 40 cm, donde se produce la mayor absorción de agua por la planta, los resultados de humedad (tabla 9) mostraron que hubo diferencia entre las medias de las parcelas ASA y testigos siendo la primera en valores del 3 al 10% más alto en los dos periodos (invierno y verano). En el mes de mayo-2016 no hubo diferencia entre las parcelas debido a que en este mes las parcelas encontraron algunas sin coberturas y sin manejo alguno. La prueba T realizada a la humedad gravimétrica (tabla 9) con una p - valor menor a 0,05 indica diferencias estadísticas en los meses de octubre y diciembre para cuatro de las cinco fincas y en septiembre y mayo para una parcela.

Uribe C. (2002) menciona que las técnicas de labranza conservacionista con manejo de residuos tuvieron un efecto positivo en cuanto a la retención de humedad del suelo, tanto en períodos de sequía como en temporadas de precipitación normal.

**Tabla 10. Prueba T para humedad gravimétrica por cada parcela**

Productor	Mes/año	2016				2017		
		mayo	agosto	octubre	diciembre	febrero	mayo	
Alexis Peralta	ASA	17.55	23.1	10.07	18.29	7.05	12.2	
	Testigo	17.55	33.82	4.84	6.45	5.02	8.99	
	p-valor	>0.99	0.42	0.03	0.03	0.15	0.16	
Jairo Ruiz	<b>mes</b>	<b>mayo</b>	<b>julio</b>	<b>septiembre</b>	<b>diciembre</b>	<b>febrero</b>	<b>mayo</b>	
	ASA	40.32	12.55	11.28	14.33	11.75	19.85	
	Testigo	40.32	12.39	8.34	6.2	5.42	9.53	
	p-valor	>0.99	0.96	0.09	0.03	0.12	0.13	
Wilfredo Meneses	<b>mes</b>	<b>mayo</b>	<b>julio</b>	<b>septiembre</b>	<b>noviembre</b>	<b>enero</b>	<b>mayo</b>	
	ASA	26.08	53.35	12.87	18.35	12.83	16.48	
	Testigo	26.08	61.52	8.06	7.64	6.04	11.38	
p-valor	>0.99	0.42	0.03	0.02	0.46	0.26		
UCATSE Santa Adelaida	<b>mes</b>	<b>mayo</b>	<b>agosto</b>	<b>octubre</b>	<b>diciembre</b>	<b>febrero</b>	<b>mayo</b>	
	ASA	17.55	23.1	10.07	18.29	7.05	12.2	
	Testigo	17.55	33.82	4.84	6.45	5.02	8.99	
	p-valor	>0.99	0.42	0.03	0.03	0.15	0.16	
UCATSE Los Chilamates	<b>mes</b>	<b>mayo</b>	<b>Julio</b>	<b>septiembre</b>	<b>diciembre</b>	<b>febrero</b>	<b>mayo</b>	
	ASA	2.,41	36.95	20.02	15.87	7.67	33.68	
	Testigo	24.41	26.84	4.08	5.6	4.02	16.41	
p-valor	>0.99	0.28	0.01	0.14	0.28	0.06		

En la tabla 11 se representan los valores de capacidad de infiltración de las parcelas en estudio dando como resultados mejora en todas las parcelas a la que se le aplicaron las prácticas de conservación de suelo y agua, la que presentó una mejora importante fue la parcela de la Alexis Peralta (La libertad) con valores de 31,95 mm/hr la parcela testigo y 70,54 mm/hr la parcela ASA estos resultados se explican por Alcalá (1996) citado por (Betancourt Yanez, González Rios, Figueroa Sandoval, & Félix, 1999), quien afirma que los factores que influyen en la infiltración total del agua son el alto porcentaje de cubierta vegetal y de materia orgánica en el suelo, lo cual justifica la importancia de la vegetación en la protección de los suelos.

Los incrementos en la cobertura arbórea contribuyen a disminuir la escorrentía superficial con la consecuente disminución del potencial de erosión hídrica. La escorrentía superficial podría reducirse notablemente al transformar pasturas nativas sobrepastoreadas en pasturas mejoradas arborizadas. La cobertura arbórea, más que la herbácea, contribuye a incrementar la infiltración en el suelo. El incremento de la eficiencia de infiltración de agua de lluvia es muy significativo en el balance hídrico, favoreciendo la disponibilidad de agua para la planta y mejorando la recarga hídrica (Ríos, Cárdenas, Hernán , Muhammad, & Jiménez, 2006).

**Tabla 11. Infiltración de agua en el suelo**

<b>Nombre del productor</b>	<b>Infiltración Inicial (mm/h)</b>	<b>Infiltración final-Testigo (mm/h)</b>	<b>Infiltración final-ASA (mm/h)</b>
Jairo Ruiz	129.63	62.49	75.56
Alexis Peralta	57.06	31.95	70.54
Wilfredo Meneses	72.34	45.11	48.65
UCATSE-Santa Adelaida	48.05	37.22	39.54
UCATSE-Los Chilamates	64.47	53.89	55.39

En general los datos de la tabla 12, indican una correlación positiva entre las variables de macrofauna, peso de raíces y humedad gravimétrica; siendo mejor entre el número de individuos, biomasa de lombrices y el peso de raíces con una r de 0.69 y 0.75 respectivamente (p-valor<0.00). Para otras especies, el peso de raíces influye solamente para la biomasa aunque la correlación es baja (r=0.35), no así para el número de individuos. La humedad gravimétrica tiene un efecto negativo sobre la macrofauna, con una valoración estadística similar al de peso de raíces.

Según estudio de (González Hernández, Hernández Díaz, & Espinales Llanes, 2014) las prácticas de manejo que promueven la presencia de residuos orgánicos conjuntamente a la diversificación espacial y temporal de especies vegetales alojan comunidades más ricas, diversas y equitativas, con predominio del grupo funcional detritívoros. Por su parte, en un estudio sobre macrofauna de (Domínguez L. S., 2001) se encontró cierta correlación con

suelos húmedos y porosos, esto debiéndose a que las galerías promueven suelos con baja densidad aparente, más aireación e infiltración de agua.

**Tabla 12. Correlación de Spearman entre macrofauna y humedad gravimétrica**

Aspecto	No.	sp1	No.	sp2	Peso de	Humedad
	Indsp1	kg/m <sup>3</sup>	Indsp <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	raíces kg/m <sup>3</sup>	gravimétrica (%)
<b>No. Indsp1</b>	1.00	0.00	0.29	0.02	5.4E-12	2.8E-04
<b>sp1 kg/m<sup>3</sup></b>	0.76	1.00	0.66	0.02	0.00	1.3E-07
<b>No. Indsp2</b>	0.12	-0.05	1.00	0.00	0.44	0.95
<b>sp2 kg/m<sup>3</sup></b>	0.28	0.27	0.75	1.00	2.1E-03	0.04
<b>Peso de raíces kg/m<sup>3</sup></b>	0.69	0.75	0.09	0.35	1.00	3.1E-06
<b>Humedad gravimétrica (%)</b>	-0.41	-0.57	0.01	-0.24	-0.51	1.00

No. Indsp1= Número de individuos especies 1 (lombrices).

Sp1 kg/m<sup>3</sup>= Peso de especies 1 (Lombrices).

No. Indsp2= Número de individuos especies 2 (otros).

Sp2 kg/m<sup>3</sup>= Peso de especies 1 (otras).

### 5.3. Cobertura de suelo

En la tabla 13 se muestran los datos obtenidos de la evaluación visual de suelo con respecto a cobertura resultando que todas las parcelas están en estados bajos de al inicio del estudio.

**Tabla 13. Evaluación visual de suelo de cobertura**

Aspecto del suelo	Puntaje máximo	Comunidad				
		Caña Florida	La Libertad	El Cebollal 1	Santa Adelaida	El dorado
<b>Cobertura</b>	6	3	3	3	3	3

En la tabla 14 se observan datos de las parcelas ASA y testigo de biomasa de rastrojos y porcentaje de cobertura de suelo en el caso de parcelas de agricultura y biomasa de pastos y porcentaje de cobertura de suelo en las parcelas de agricultura y ganadería, mostrando diferencia en campo, siendo la parcela ASA la de mejor cobertura y aporte de biomasa al suelo con respecto a la parcela testigo. No obstante, haciendo un análisis estadístico Mann Whitney las parcelas no mostraron diferencias significativas ( $p$  valor  $<0.05$ ) en biomasa de rastrojos y pastos entre ellas, pero sí hay diferencia significativa en el porcentaje de cobertura de suelo entre ambas parcelas para agricultura y ganadería.

La cobertura de suelo ayuda a mejorar muchas propiedades del suelo y evita que se erosione cómo explica (Tapia, y otros, 2002) que la práctica de labranza de conservación con cobertura reduce en más de 80% las pérdidas de materia orgánica y nitrógeno con valores de 22 kg ha<sup>-1</sup> y de 6.5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En labranza convencional las pérdidas son 137 kg ha<sup>-1</sup> y 19.6 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El manejo de suelo con Labranza convencional propicia mayor reducción de la biomasa del suelo, mayor pérdida de N y decremento del contenido de materia orgánica del suelo.

**Tabla 14. Prueba de Mann Whitney para muestras independientes biomasa de rastrojos y pasto**

Variable	Agricultura		p (2 colas)	Ganadería		p (2 colas)
	ASA	Testigo		ASA	Testigo	
Biomasa de rastrojos (ton/ha)	0.60	0.59	0.59	1.40	0.47	0.13
Cobertura de suelo (%)	71.67	50.83	0.02	76.67	61.11	0.0051

#### 5.4. Características del sistema de producción

En la tabla 15 se presenta una descripción detallada de las características de cada una de las parcelas ASA y las testigos en estudio, esto para ver la mejora que la parcela ASA tendrá después de que se le apliquen las prácticas de conservación.

Las parcelas inicialmente al estar con un manejo tradicional presentaron altos grados de compactación y poca o nada macrofauna como se muestra en la tabla 3, (Estupiñán, Gómez, Barrantes, & Limas, 2009) comprobaron que las prácticas agropecuarias tradicionales causan un efecto negativo sobre las propiedades del suelo entre ellas, la compactación del suelo, el incremento de la densidad aparente y la disminución de la retención de humedad y también sobre las propiedades químicas del suelo se alteran los niveles de nitrógeno, de fósforo y la relación de bases, que influye negativamente en las condiciones naturales de un suelo. se encontraban algunas con bajos porcentajes de cobertura y estas

**Tabla 15. Características de los componentes de sistema de producción al inicio del estudio**

<b>Productor Parcela</b>	<b>ASA</b>	<b>Testigo</b>
<b>Ganadería</b>		
<b>Jairo Ruiz</b>	Consta de 4 individuos de 3 especies (Quebracho, Caratillo, Caoba) diámetros promedio de 9.30 cm, siembra en ladera. Biomasa: materia verde de pasto de 0.56 ton/ha al año y de materia seca de 3.71 ton/ha. Porcentaje de cobertura de 66,66 %	No cuenta con especies arbóreas, siembra en ladera, Biomasa: materia verde de pasto de 0.56 ton/ha al año y de materia seca de 3.71 ton/ha. Porcentaje de cobertura de 66,66 %
<b>UCATSE Los Chilamates</b>	No cuenta con especies arbóreas, presenta terreno plano Biomasa: materia verde de 2.25 ton/ha al año y de materia seca 6.2 ton/ha. Porcentaje de cobertura de 86,66 %.	No cuenta con especies arbóreas, presenta terreno plano. Biomasa: materia verde de 2.25 ton/ha al año y de materia seca 6.2 ton/ha. Porcentaje de cobertura de 86,66 %.

<b>Productor Parcela</b>	<b>ASA</b>	<b>Testigo</b>
<b>Wilfredo Meneses</b>	Consta de 7 árboles de la misma especie (Roble) con diámetros promedio de 10,02 cm, presenta terreno plano. Biomasa: materia verde de 1 ton/ha y de materia seca 2.3 ton/ha. Porcentaje de cobertura de 66,66 %.	Consta de 5 árboles de la misma especie (Roble) con diámetros promedio de 12,34 cm, presenta terreno plano. Biomasa: materia verde de 1 ton/ha y de materia seca 2.3 ton/ha. Porcentaje de cobertura de 66,66 %.
<b>Agricultura</b>		
<b>Alexis Peralta</b>	Siembra en ladera, rendimientos promedios de frijol (criollo) de 3 qq/1000 m <sup>2</sup> . Porcentaje de cobertura de 66,67 %.	Siembra en ladera, rendimientos promedios de frijol (criollo) de 3 qq/1000 m <sup>2</sup> . Porcentaje de cobertura de 66,67 %.
<b>UCATSE Santa Adelaida</b>	No cuenta especies arbóreas. Suelo plano. Porcentaje de cobertura 63.33%.	No cuenta especies arbóreas. Suelo plano. Porcentaje de cobertura 63.33%.

En la tabla 16 se describen algunas de las actividades realizadas en las parcelas ASA, con lo que respecta a las prácticas de conservación de suelo y agua, se cumplieron los tres principios (Labranza cero, diversificación de cultivos y cobertura permanente del suelo) de está, obteniendo los resultados presentes también en la tabla 14. En esta tabla no se menciona la testigo por que presenta las mismas condiciones de inicio (tabla 13). En un estudio de Gómez S. U. (2002) se afirma q la labranza de conservación redujo en mayor proporción la pérdida de suelo por erosión (1.12 t ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>), presentó la mayor eficacia para disminuir la pérdida de nutrimentos en los escurrimientos superficiales y fue la mejor opción para el manejo de suelos tropicales en pendiente y precipitación altas.

**Tabla 16. Características del sistema de producción al final**

<b>Productor</b>	<b>Implementación ASA</b>	<b>Resultados</b>
<b>Ganadería</b>		
<b>Jairo Ruiz</b>	Parcelas con poca cobertura, siembra directa de pasto mejorado (Mombasa) con árboles dispersos y cercas vivas sin inclusión de ganado, fertilización de acuerdo a demanda que presenta el análisis químico (Plan de fertilización para segundo año, Anexo 13).	Rendimiento del segundo año de 27.27 ton FV/ha y Porcentaje de cobertura de segundo año de 73.33 %, se espera un aumento del 10% como mínimo para los próximos años hasta llegar a 100%.
<b>UCATSE Los Chilamates</b>	Siembra directa de pasto mejorado (Mombasa), con árboles dispersos y cercas vivas. Sin inclusión de ganado, fertilización de acuerdo a demanda que presenta el análisis químico (Plan de fertilización (Anexo 13).	Rendimientos de materia verde de 0,17 ton/2500 m <sup>2</sup> , porcentaje de cobertura de 86.67 %
<b>Wilfredo Meneses</b>	Siembra de pasto mejorado (Mombasa), árboles dispersos y cercas vivas, sin inclusión de ganado, fertilización de acuerdo a demanda que presenta el análisis químico (Plan de fertilización (Anexo 13).	Rendimientos de materia verde (estrella) de 1.60 ton/2500 m <sup>2</sup> y porcentaje de cobertura de 70 %.
<b>Agricultura</b>		
<b>Alexis Peralta</b>	Agricultura de conservación (Labranza cero, cercas vivas de madero negro y abonos verdes de leguminosas). Fertilización de acuerdo a demanda que presenta el análisis químico (Plan de fertilización (Anexo 13).	Rendimiento de 4.5 qq/1000 m <sup>2</sup> y porcentaje de cobertura de 76,67 %
<b>UCATSE Santa Adelaida</b>	Agricultura de conservación. Fertilización de acuerdo a demanda que presenta el análisis químico (Plan de fertilización (Anexo 13).	Rendimientos promedio de maíz (p-4082) de 7.3 qq/1000 m <sup>2</sup> y porcentaje de cobertura de 66.67%.

**Tabla 17. Actividades a realizar durante cinco años**

Nombre de productor	Actividades anuales				
	1	2	3	4	5
Jairo Ruíz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de parcela dejando residuos.</li> <li>• Protección de parcelas con alambre de púas.</li> <li>• Siembra directa de pasto Mombasa (1kg/2500m<sup>2</sup>)</li> <li>• Fertilización base de Nitrógeno, Fósforo y Potasio y multi-minerales.</li> <li>• Cobertura 66.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para deficiencias de suelo según análisis (anexo 13) para después de cada corte.</li> <li>• Tres cortes al año, cada uno al 1.5 m de altura del pasto (Rendimiento obtenido: 27.27ton FV /ha año y 0.47 ton/ha MS).</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Poda en árboles de la parcela e incorporación residuos.</li> <li>• Cobertura 77.33%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para después de cada corte.</li> <li>• Cortes al 1.5 m de altura (Rendimiento esperado: 30ton FV/ha año y 24 ton MS).</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Poda en árboles presentes en la parcela e incorporación residuos.</li> <li>• Siembra de estacas de madero negro como cerca viva con manejo de podas.</li> <li>• Cobertura 83.33%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para después de cada corte.</li> <li>• Cortes al 1.5 m de altura (Rendimiento esperado: 30ton FV/ha año y 24 ton MS).</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Poda en árboles presentes en la parcela e incorporación residuos.</li> <li>• Introducción de árboles de madero negro como cerca viva con manejo de podas.</li> <li>• Cobertura 93.33%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para después de cada corte.</li> <li>• Cortes al 1.5 m de altura (Rendimiento esperado: 45ton FV/ha año y 24 ton MS).</li> <li>• Poda en árboles dispersos y cerca viva.</li> <li>• Incorporación de residuos.</li> <li>• Cobertura 100%.</li> </ul>

Nombre de productor	Actividades anuales				
	1	2	3	4	5
UCATSE Los Chilamates	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de parcela dejando residuos.</li> <li>• Preparación de suelo (un pase de grada.</li> <li>• Protección de parcelas con alambre de púas.</li> <li>• Siembra de pasto Mombasa. (1kg/2500m<sup>2</sup>).</li> <li>• Fertilización base de Nitrógeno, Fósforo y Potasio y multi-minerales.</li> <li>• Cobertura 63.33%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para deficiencias de suelo según análisis (anexo 13) para después de cada corte.</li> <li>• Tres cortes al año, cada uno al 1.5 m de altura del pasto (Rendimiento obtenido: 12.02 ton FV /ha año y 7 ton/ha MS).</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Introducción de árboles en cercas vivas e incorporación residuos de podas de estos.</li> <li>• Cobertura 86.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para después de cada corte.</li> <li>• Cortes al 1.5 m de altura (Rendimiento esperado: 30ton FV/ha año y 24 ton MS).</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Siembra de 16 estacas de madero negro a 3 metros de distancia para división de parcelas ASA y testigo.</li> <li>• Manejo de podas de cercas vivas.</li> <li>• Cobertura 96%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para después de cada corte.</li> <li>• Cortes al 1.5 m de altura (Rendimiento esperado: 30ton FV/ha año y 24 ton MS).</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Manejo de podas.</li> <li>• Incorporación de residuos de podas.</li> <li>• Cobertura 100%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para después de cada corte.</li> <li>• Cortes al 1.5 m de altura (Rendimiento esperado: 45 ton FV/ha año y 24 ton MS).</li> <li>• Manejo de podas.</li> <li>• Incorporación de residuos.</li> <li>• Cobertura 100%.</li> </ul>

Nombre de productor	Actividades anuales				
	1	2	3	4	5
Wilfredo Meneses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de parcela dejando residuos.</li> <li>• Preparación de suelo (un pase de grada.</li> <li>• Protección de parcelas con alambre de púas.</li> <li>• Siembra de pasto Mombasa (1kg/2500m2),</li> <li>• Fertilización base de Nitrógeno, Fósforo y Potasio y multi-minerales.</li> <li>• Cobertura 66.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para deficiencias de suelo según análisis (anexo 13) para después de cada corte.</li> <li>• Tres cortes al año, cada uno al 1.5 m de altura del pasto (Rendimiento obtenido: 6.12 ton FV /ha año y 4.1 ton/ha MS).</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Introducción de árboles en cercas vivas e incorporación residuos de podas de estos.</li> <li>• Cobertura 70%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para después de cada corte.</li> <li>• Cortes al 1.5 m de altura (Rendimiento esperado: 30ton FV/ha año y 24 ton MS).</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Siembra de 16 estacas a 3 metros de distancia de madero negro para división de parcelas ASA y testigo.</li> <li>• Banco forrajero</li> <li>• Manejo de podas de cercas vivas.</li> <li>• Cobertura 80%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para después de cada corte.</li> <li>• Cortes al 1.5 m de altura (Rendimiento esperado: 30ton FV/ha año y 24 ton MS).</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Manejo de podas.</li> <li>• Incorporación de residuos de podas.</li> <li>• Cobertura 90%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de fertilización para después de cada corte.</li> <li>• Cortes al 1.5 m de altura (Rendimiento esperado: 30ton FV/ha año y 24 ton MS).</li> <li>• Manejo de podas.</li> <li>• Incorporación de residuos.</li> <li>• Cobertura 100%.</li> </ul>

Nombre de productor	Actividades anuales				
	1	2	3	4	5
Alexis Peralta	<p><b>1. Siembra de primera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción del ganado y quema.</li> <li>• Limpieza de la parcela dejando residuos.</li> </ul> <p><b>2. Siembra de postrera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frijol (criollo).</li> <li>• Rendimiento 30 qq/ha</li> <li>• Fertilización base N, P, K y multi-minerales.</li> <li>• Incorporación de restos de cosecha.</li> <li>• Protección de parcela ASA</li> </ul>	<p><b>1. Siembra de Primera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maíz (p-4082) a distancias de 80 cm entre surco y 40 cm entre planta y planta.</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Fertilización según análisis para primera y postrera.</li> <li>• Rendimiento esperado 70 qq/ha.</li> </ul> <p><b>2. Siembra de postrera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frijol (INTA SEQUIA).</li> <li>• Rendimiento esperado 30qq/ha.</li> </ul>	<p><b>1. Siembra de Primera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maíz (p-4082) a distancias de 80cm entre surco y 40 cm entre planta y planta.</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Fertilización según análisis para primera y postrera.</li> <li>• Rendimiento esperado 80 qq/ha.</li> </ul> <p><b>2. Siembra de postrera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frijol (INTA SEQUIA).</li> <li>• Rendimiento esperado 30qq/ha.</li> </ul>	<p><b>. Siembra de Primera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maíz (p-4082) a distancias de 80 cm entre surco y 40 cm entre planta y planta.</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Fertilización según análisis para primera y postrera.</li> <li>• Rendimiento esperado 90 qq/ha.</li> </ul> <p><b>2. Siembra de postrera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frijol (INTA SEQUIA).</li> <li>• Rendimiento esperado 30qq/ha.</li> <li>• 1 surco de gandul cada 4 surcos de frijol.</li> </ul>	<p><b>Siembra de Primera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maíz (p-4082) a distancias de 80 cm entre surco y 40 cm entre planta y planta.</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Fertilización según análisis para primera y postrera.</li> <li>• Rendimiento esperado 100 qq/ha.</li> </ul> <p><b>2. Siembra de postrera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frijol (INTA SEQUIA).</li> <li>• Rendimiento esperado 30qq/ha.</li> <li>• 1 surco de gandul cada 4 surcos de frijol.</li> </ul>

Nombre de productor	Actividades anuales				
	1	2	3	4	5
Alexis Peralta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura 56.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 surco de gandul cada 4 surcos de frijol.</li> <li>• Incorporar rastrojos de cosecha (maíz y frijol)</li> <li>• Cobertura 76.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 surco de gandul cada 4 surcos de frijol.</li> <li>• Incorporar rastrojos de cosecha (maíz y frijol)</li> <li>• Banco de proteínas con gandul para alimentación del ganado.</li> <li>• Cobertura 86.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar rastrojos de cosecha (maíz y frijol).</li> <li>• Banco de proteínas con gandul para alimentación del ganado.</li> <li>• Siembra de estacas para cercas vivas de <i>M. oleífera</i> con manejo de podas e incorporación de los restos al suelo.</li> <li>• Cobertura 96.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar rastrojos de cosecha (maíz y frijol).</li> <li>• Banco de proteínas con gandul para alimentación del ganado.</li> <li>• Siembra de cercas vivas de <i>M. oleífera</i> con manejo de podas e incorporación de restos al suelo.</li> <li>• Cobertura 100%.</li> </ul>
UCATSE Santa Adelaida	<p><b>1. Siembra de postrera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se le daba manejo alguno</li> <li>• Limpieza de la parcela dejando residuos.</li> </ul>	<p><b>1.Siembra de postrera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frijol (INTA SEQUIA).</li> <li>• Rendimiento esperado 30qq/ha.</li> <li>1 surco de gandul cada 4 surcos de frijol.</li> </ul>	<p><b>1.Siembra de postrera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frijol (INTA SEQUIA).</li> <li>• Rendimiento esperado 30qq/ha.</li> <li>1 surco de gandul cada 4 surcos de frijol.</li> </ul>	<p><b>1.Siembra de postrera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frijol (INTA SEQUIA).</li> <li>• Rendimiento esperado 30qq/ha.</li> <li>1 surco de gandul cada 4 surcos de frijol.</li> </ul>	<p><b>1.Siembra de postrera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frijol (INTA SEQUIA).</li> <li>• Rendimiento esperado 30qq/ha.</li> <li>1 surco de gandul cada 4 surcos de frijol.</li> </ul>

Nombre de productor	Actividades anuales				
	1	2	3	4	5
UCATSE Santa Adelaida	<p><b>2. Siembra de primera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maíz (p-4082) a distancias de 80cm entre surco y 40 cm entre planta y planta.</li> <li>• Rendimiento obtenido 73qq/ha</li> <li>• Fertilización base N, P, K y multi-minerales.</li> <li>• Incorporación de restos de cosecha.</li> </ul>	<p><b>2.Siembra de Primera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maíz (p-4082) a distancias de 80cm entre surco y 40 cm entre planta y planta.</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Fertilización según análisis para primera y postrera.</li> <li>• Rendimiento esperado 80 qq/ha.</li> </ul>	<p><b>2.Siembra de Primera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maíz (p-4082) a distancias de 80cm entre surco y 40 cm entre planta y planta.</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Fertilización según análisis para primera y postrera.</li> <li>• Rendimiento esperado 90 qq/ha.</li> </ul>	<p><b>2.Siembra de Primera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maíz (p-4082) a distancias de 80cm entre surco y 40 cm entre planta y planta.</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Fertilización según análisis para primera y postrera.</li> <li>• Rendimiento esperado 100 qq/ha.</li> <li>• Control de plagas (babosas en frijol y cogollero en maíz).</li> </ul>	<p><b>2.Siembra de Primera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maíz (p-4082) a distancias de 80cm entre surco y 40 cm entre planta y planta.</li> <li>• No introducción del ganado.</li> <li>• Fertilización según análisis para primera y postrera.</li> <li>• Rendimiento esperado 100 qq/ha.</li> <li>• Control de plagas (babosas en frijol y cogollero en maíz).</li> </ul>

Nombre de productor	Actividades anuales				
	1	2	3	4	5
UCATSE Santa Adelaida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de parcela ASA Cobertura 56.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de plagas (babosas en frijol y cogollero en maíz).</li> <li>• Incorporar rastrojos de cosecha (maíz y frijol)</li> <li>• Cobertura 76.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de plagas (babosas en frijol y cogollero en maíz).</li> <li>• Incorporar rastrojos de cosecha (maíz y frijol)</li> <li>• Siembra de estacas para cercas vivas de <i>M. Oleífera</i>.</li> <li>• Cobertura 86.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de podas de cercas vivas.</li> <li>• Incorporar rastrojos de cosecha (maíz y frijol) y residuos de podas.</li> <li>• Cobertura 96.66%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de podas de cercas vivas.</li> <li>• Incorporar rastrojos de cosecha (maíz y frijol) y residuos de podas.</li> <li>• Cobertura 100%.</li> </ul>

## VI. CONCLUSIONES

- Las propiedades generales hacen referencia a suelos compactos, sin cobertura, bajo contenido o nulo de lombrices, en cuanto a químicas, el contenido de macro elementos como nitrógeno y azufre es deficiente en todas las parcelas, mientras que solo una parcela presenta deficiencias de Cobre y Zinc. Los suelos son ácidos (pH en KCL).
- Se observaron diferencias entre la ASA y la Testigo, los que son marcados a partir de que se establecieron las prácticas, superando con valores entre 3 al 10% de humedad. El mes de febrero presentó los valores más bajos de humedad gravimétrica, mientras que de septiembre a diciembre 2016 se reportan los valores más altos, lo que coincide con el periodo lluvioso. Las diferencias estadísticas entre las parcelas ASA y testigo se registraron para los meses de octubre y diciembre 2016. Similar comportamiento muestra la variable de infiltración, en donde las parcelas ASA presentan valores más altos respecto de la testigo, siendo las de ganadería las que tienen los mayores valores.
- Los rendimientos de granos básicos (maíz y frijol) y pastos en los manejos planteados por la agricultura de conservación propuestos por el proyecto ASA en la parcela de estudio difirieron de los rendimientos de la parcela manejada tradicionalmente por los productores.
- Las prácticas de conservación como incorporación de rastrojos, cero labranza, rotación o asocio de cultivos y plan de fertilización con base en análisis de suelo, facilitan la acumulación de residuos vegetales en el suelo, que al descomponerse bajo condiciones favorables evidencian un aumento en la humedad al igual que mejoraron la infiltración de agua. Esto se evidencia en la correlación alta y significativa que se encontró entre las variables de macrofauna, peso de raíces y humedad gravimétrica; siendo mejor entre el número de individuos, biomasa de lombrices y el peso de raíces con una r de 0.69 y 0.75 respectivamente (p-valor<0.00). La humedad gravimétrica mostró tener un efecto negativo sobre la macrofauna, con una valoración estadística similar al de peso de raíces.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar las evaluaciones de las prácticas de conservación en las diferentes parcelas donde se hizo el estudio para generar más información que valide este sistema implementado y continuar evaluando diferentes variedades de granos básicos y pastos adaptables a las zonas de estudio que permitan tener una opción diferente para cada zona productiva.
- Promover la utilización de la cobertura permanente en las parcelas de granos básicos para motivar a los agricultores a completar el uso de prácticas agronómicas más amigables al suelo que permitan la recuperación y aumento de rendimientos y rentabilidad por hectárea.
- Instar a los productores rurales a continuar con las practicas implementadas y resaltarles el contexto y las circunstancias presentes teniendo en cuenta las necesidades, los limites y las responsabilidades que estos tienen para con sus familias ya que en la naturaleza las cosas no son tan sencillas y los cambios se verán matemáticamente rápido debido a que las partes que la componen se regenerar con la constancia.
- Capacitar y apoyar en la parte técnica y conservacionista basados en los resultados obtenidos en esta línea base para mejorar los rendimientos

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Bardier, M. S. (2005). *Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción*. Universidad de la república, Facultad de ciencias, Montevideo, Uruguay. Recuperado el 23 de Junio de 2017
- Belmonte Serrato, F., Romero Díaz, A., & López Bermúdez, F. (1999). *Óptimo de cobertura vegetal en relación a las pérdidas del suelo por erosión hídrica y las pérdidas de lluvia por interceptación*. España.
- Benavides Fuentes, S. D., & Centeno Altamirano, M. V. (2003). *Efecto del agrosistema sobre el rendimiento de los cultivos y las propiedades químicas del suelo*. Managua, Nicaragua. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni>
- Bravo, A. N., Sandoval, B. F., Chaparro, V. M., & Cossio, F. V. (1998). *Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo*. México.
- CATEDU. (29 de 9 de 2016). <http://e-educativa.catedu.es/>. Obtenido de [http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/989/html/2\\_componentes\\_del\\_suelo.html](http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/989/html/2_componentes_del_suelo.html)
- Celdas, R., & Vallejos, E. (2011). Disponibilidad de biomasa del pasto guinea (*Megathyrus maximus*) Tanzania con varias fuentes y dosis de nitrógeno. *Revista de las Sedes Regionales*, XII(23), 32-44. Recuperado el 28 de Junio de 2017, de <http://www.redalyc.org>
- Decaëns, T., Jiménez, J. J., Thomas, R. J., & Lavelle, P. (2003). El arado natural: Las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia. En CIAT, J. J. Jimenèz, & R. J. Thomas (Edits.). Colombia.
- Domínguez, J., Aira, M., & Gómez, B. (17 de Abril de 2009). El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. *Revista Ecosistemas*, 18(2), 20-31. Recuperado el 30 de Junio de 2017, de <http://www.revistaecosistemas.net>
- Domínguez, L. S. (2001). *Macrofauna y propiedades físico-químicas del suelo en sistemas agroforestales con Cacao (*Theobroma cacao l.*) y bosques secundarios en el sur occidente de Guatemala*. Guatemala.

- Eduardo, D. L., Frando, A. A., Campello, E., Faria, S. M., & Silva, E. M. (1995). *Leguminosas forestales: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados*.
- Estupiñán, L. H., Gómez, J. E., Barrantes, V. J., & Limas, L. F. (2009). Efecto de actividades agropecuarias en las características del suelo en el Páramo. *U.D.C.A*, 12(2), 79-89. Recuperado el 1 de Julio de 2017, de <http://www.scielo.org.co>
- FAO. (2002). Recuperado el 2016, de [www.fao.org](http://www.fao.org): <http://www.fao.org/ag/ca/doc/Y3783s.pdf>
- FAO. (2015). *Principios básicos de la agricultura de conservación*. Agricultura de Conservación, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/ca/es/1b.html>
- FAO. (13 de 10 de 2016). <http://www.fao.org/>. Recuperado el 19 de Octubre de 2016, de <http://http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/es/>
- Flores Delgadillo, D. L., & Alcalá Martínez, T. J. (2010). *Manual de Procedimientos Analíticos*. Laboratorio de Física de Suelos, Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Edafología. Obtenido de <http://www.geologia.unam.mx/>
- Galeana de la Cruz, M., Trinidad Santos, A., García Calderón, N. E., & Flores Román, D. (1999). Labranza de conservación y fertilización en el rendimiento de maíz y su efecto en el suelo. *Terra Latinoamericana*, XVII(4), 325-335. Recuperado el 28 de Junio de 2017, de <http://www.redalyc.org>
- García, A. H. (2009). Humedad compactante y sus implicaciones agrícolas en dos suelos franco arenoso de sabana del estado Monagas, Venezuela. *Revista Científica UDO*, IX(4), 937-950.
- Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. San José: Agris.
- GEO-México. (2004). *El Suelo*. México.
- Gómez, E. U. (2007). *El reuso de aguas residuales para el riego en un cultivo de maíz (Zea mays L) Una alternativa ambiental y productiva*. Universidad Nacional Agraria , Managua.

- Gómez, S. U. (2002). Pérdida de suelo y nutrimentos e un entisol con prácticas de conservación en los Tuxtlas, Veracruz, México. *Agrociencia*, XXXI(2), 161-168.
- González Hernández, W. V., Hernández Díaz, I. M., & Espinales Llanes, S. D. (2014). *Evaluación de la diversidad de la macrofauna en las fincas plataneras cuerno enano(AAB) En los municipios de León y Posoltega en en ciclo agrícola 2014*. Nicaragua.
- Hernández Lara, O., Arenciabia, M., Sánchez Arce, I., Rodríguez Aguilar, Y., Oliva Collazo, R., López Martínez, N., . . . Ceballos, D. (s.f.). *Manual de Agricultura de Conservación*. Guía de trabajo, FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Cuba.
- Hossne, A. (2008). La densidad aparente y sus implicaciones agrícolas en el proceso expansión/contracción del suelo. *Terra Latinoamericana*, XXVI(3), 195-202. Recuperado el 26 de Junio de 2017, de [www.scielo.org.mx](http://www.scielo.org.mx)
- IICA. (2015). *Observatorio Regional de Innovaciones Tecnológicas en las Cadenas de Maíz y Frijol en Centroamérica*. Nicaragua. Obtenido de <http://observatorioredsicta.info/>
- INTA. (2013). Variedad de Frijol Inta Rojo. Estelí, Nicaragua.
- INTA. (2014). *Pasto Marandú*. INTA, Esteli, Nicaragua.
- INTA. (2014). [www.inta.gob.ni](http://www.inta.gob.ni). Recuperado el 14 de Octubre de 2016, de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/plegables/Brochure%20Marandu%202014.pdf>
- Interempresas. (30 de Abril de 2010). *La importancia de la agricultura de conservación*. Recuperado el 28 de Junio de 2017, de Interempresas: <http://www.interempresas.net>
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *Idesia*, 24(1), 49-61. Recuperado el 22 de Octubre de 2016, de <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>
- Matus, F., & Maire, G. (2000). Relación entre la materia orgánica del suelo, textura del suelo y tasas de mineralización de Carbono y Nitrógeno. *Agricultura Técnica*, 60(2), 112-126. Recuperado el 28 de Junio de 2017, de <http://www.scielo.cl>
- Mejía Galeano, L. Á., & Montes Silva, C. E. (2006). *Efecto de tres especies de leguminosas sobre la dinámica poblacional, abundancia, diversidad de malezas y su aporte de*

- (NPK) a partir de la materia orgánica al suelo en el cultivo de la pitahaya (*Hyloceraus undatus Britton & Rose.*). Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Managua, Nicaragua. Recuperado el 28 de Junio de 2017, de <http://repositorio.una.edu.ni>
- Melgar, R. J., Lavandera, J., Torres Duggan, M., & Ventimiglia, L. (7 de septiembre de 2001). Respuesta a la fertilización con Boro y Zinc en sistemas intensivos de producción de maíz. *Ciencia del suelo*, 19(2).
- Micheli, H., & del C. Díaz., S. (2007). Suelo. Argentina. Recuperado el 22 de Octubre de 2016, de [http://www.buscagro.com/biblioteca/HugoFerlini/suelo\\_III](http://www.buscagro.com/biblioteca/HugoFerlini/suelo_III)
- Ohep, C., Marcano, F., & Siviria, O. (1998). Efecto de la labranza sobre las propiedades del suelo y el rendimiento del frijol (*Vigna unguiculata L. Walp*) en el Yaracu y Medio. *Bioagro*, 68-75. Recuperado el 28 de Junio de 2017, de <http://www.ucla.edu.ve/Bioagro>
- Orozco, M. A. (2000). *Evaluación participativa de la adopción de técnicas de agricultura sostenible en laderas (ASEL)*. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Nueva Segovia.
- Pedro Betancourt Yanez, J. G. (1999). *Materia orgánica y caracterización de suelos en proceso de recuperación con coberturas vegetativas en zonas templadas de México*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C., Chapingo, México.
- Pérez López, E. (2013). Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de Química del Recinto de Grecia. *Revista Intersedes*, XIV(29), 6-18. Recuperado el 23 de Junio de 2017, de <http://www.redalyc.org>
- Pinzón, A., & Amézquita, E. (1991). Compactación de los suelos por el pisoteo de los animales en pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia. *Pasturas Tropicales*, 13(2). Recuperado el 1 de Julio de 2017, de <http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos>
- Ramac. (2016). *Semilla de pastos*. Rappaccioli McGregor, Managua. Obtenido de [http://www.ramac.com.ni/?page\\_id=379](http://www.ramac.com.ni/?page_id=379)
- Ramos, V. E., & Dávila, D. Z. (2007). *Efecto de la humedad, temperatura y ph del suelo en la actividad microbiana*. Lima- Peru.
- Ríos, N., Cárdenas, A. Y., Hernán , A. J., Muhammad, I., & Jiménez, F. (2006). Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el

- trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*(45). Recuperado el 26 de 5 de 2017, de <http://www.sidalc.net/repdoc>
- Rodríguez, M. E. (2014). Tres tipos de cobertura vegetal y su efecto.
- Rucks, I. A., García, I. A., Kaplan, I. A., Ponce de León, I. A., & Hill, I. A. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Facultad de Agronomía, Montevideo-Uruguay.
- SAG, S. A. (2003). *Agricultura Orgánica Nacional*. Chile, Chile. Obtenido de [www.sag.cl](http://www.sag.cl)
- Sánchez Vera, G., Obrador Olán, J. J., Palma López, D. J., & Salgado García, S. (junio de 2003). Densidad aparente en un vertisol con diferentes agroecosistemas. *Interciencia*, 28(6), 347-351. Recuperado el 1 de Julio de 2017, de <http://www.redalyc.org/pdf/339/33908107.pdf>
- Sancllemente Reyes, O. E. (2009). *Efecto del cultivo de cobertura: mucuna pruriens, en algunas propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo Typic haplustalfs, cultivado con maíz (Zea mays l.) en zona de ladera del municipio de Palmira, Ciencias agrarias, Enfasis suelos*. Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Ciencias agrarias. Enfasis suelos, Universidad Nacional De Colombia, Ciencias agrícolas, Palmira.
- Suárez, A., Calvache, M., Jaramillo, R., & Morales, R. (2010). *Recuperación de la palma acaitera (Elaeis guineensis Jacq) bajo estrés por desbalance catiónico de Ca, Mg y K con el uso de diferentes fuentes de Mg y K*. Ecuador.
- Tapia, L. M., Tiscareño, M., Salinas, J. R., Velazquez, M., Vega, P., & Guillén, A. (2002). Respuesta de la cobertura residual del suelo a la erosión hídrica y la sostenibilidad del suelo, en laderas agrícolas. *Terra Latinoamericana*, XX(4), 449-457. Recuperado el 27 de Junio de 2017, de <http://www.redalyc.org>
- Unioviado. (s.f.). *Propiedades físico-químicas del suelo y su relación con los movimientos del agua*. Universidad de oviedo, Asturias, España. Obtenido de <http://www.unioviado.es/BOS/Asignaturas/Fvca/seminarios/Seminariosuelo.doc>
- Uribe C., H. &. (2002). *Efecto de tres sistemas de labranza sobre el nivel de humedad en el perfil del suelo*. Agricultura Técnica, Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 24 de Junio de 2017, de <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072002000400007>
- Vásquez, M. A. (2008). Efecto de tecnologías de conservación de suelos.

Vélez Izquierdo, A., Guevara Hernández, F., Gómez Castro, H., Ovando Cruz, J., Hellin, J., Espinoza  
García, J. A., . . . Hernández Rodríguez, V. M. (2013). *Rastrojos: manejo, uso y mercado en  
el centro y sur de México* (Vol. 7). México, D. F, México.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Hoja para recolección de datos de la evaluación visual de suelo

Evaluación Visual del Suelo				
Nombre del Productor: Wilfredo Meneses				
Uso del Suelo:				
Comunidad: El cebollal 1			Municipio: Esteli	
Finca / Lote:			Fecha: 31 de mayo 2016	
Tipo de suelo: Franco				
Textura	Arenoso	Arcilloso	Franco: X	
Humedad	Seco: X	Ligeramente húmedo:	Húmedo	
Clima	Invierno: X	Verano	Canícula	
Indicadores Visuales	Calificación	Factor	Valor por indicador	
	0 = condición pobre			
	1 = condición moderada			
	2 = condición buena			
Estructura y Consistencia	1	X	3	3
Porosidad	2	X	2	4
Coloración	2	X	2	4
Numero y color de moteado	2	X	1	2
Conteo de lombrices	0	X	2	0
Compactación	1	X	1	1
Cobertura	1	X	3	3
Profundidad	2	X	3	6
Suma de Indicadores				23
Interpretación de Calidad del Suelo				Puntos
Suelo Pobre				<10
Suelo Moderado				10 a 25
Suelo Bueno:				> 25

## Anexo 2. Hoja de campo para recolección de datos de infiltración de agua

	<b>Nombre:</b>	Alexis Peralta				<b>Dato inicial</b>			
	<b>Comunidad:</b>	La libertad				<b>testigo y asa</b>			
	<b>Municipio:</b>								
	<b>Departamento:</b>								
	<b>Fecha:</b>	may-16							
	<b>Textura:</b>								
Lectura	Tiempo					Volumen de agua	Nivel del agua	Infiltración mm	Tasa de infiltración
	Min	Seg	Min	cumulado m	Hora				
	0	0	0	0					
1	3	11,35	3,18917	3,18917	0,0532	450	2,54	25,4	477,87
2	5	22,75	5,37917	8,56833	0,0897	450	2,54	25,4	283,32
3	6	23,25	6,38750	11,76667	0,1065	450	2,54	25,4	238,59
4	8	82,41	9,37350	15,76100	0,1562	450	2,54	25,4	162,59
5	9	2,56	9,04267	18,41617	0,1507	450	2,54	25,4	168,53
6	11	3,94	11,06567	20,10833	0,1844	450	2,54	25,4	137,72
7	14	11,81	14,19683	25,26250	0,2366	450	2,54	25,4	107,35
8	15	2,91	15,04850	29,24533	0,2508	450	2,54	25,4	101,27
9	17	39,56	17,65933	32,70783	0,2943	450	2,54	25,4	86,30
10	18	14,19	18,23650	35,89583	0,3039	450	2,54	25,4	83,57
11	20	34,82	20,58033	38,81683	0,3430	450	2,54	25,4	74,05
12	21	22,59	21,37650	41,95683	0,3563	450	2,54	25,4	71,29
13	23	18,28	23,30467	44,68117	0,3884	450	2,54	25,4	65,39
14	25	39,85	25,66417	48,96883	0,4277	450	2,54	25,4	59,38
15	25	17,25	25,28750	50,95167	0,4215	450	2,54	25,4	60,27
16	26	6,21	26,10350	51,39100	0,4351	450	2,54	25,4	58,38
17	26	42,35	26,70583	52,80933	0,4451	450	2,54	25,4	57,07
18	27	8,16	27,13600	53,84183	0,4523	450	2,54	25,4	56,16
<b>Tasa de infiltración promedio mm/hr</b>									<b>57,0662</b>

## Anexo 3. Instrumento para tomar datos de infiltración (infiltrómetro doble anillo)

A la izquierda infiltrómetro doble anillo y a la derecha infiltrómetro de un anillo



#### Anexo 4. Hoja de campo para recolectar datos de biomasa

					Datos seso de Biomasa de Rastrojo (Ton/Ha), 75 °C durante 24 horas. * Muestra humeda va al horno de secado									3. Materia Seca (Ton/Ha)				
Nombre completo	Comunidad	Nombre de la finca	Area (m <sup>2</sup> )	Tipo de Parcela	Fecha	Peso Humedo (kg) en 1 m <sup>2</sup>			*Peso Humedo (kg) muestra			Peso Seco (kg) muestra			Materia Seca			
						1. Parte Alta	2. Parte Media	3. Parte Baja	1. Parte Alta	2. Parte Media	3. Parte Baja	1. Parte Alta	2. Parte Media	3. Parte Baja	1. Parte Alta	2. Parte Media	3. Parte Baja	Promedio
Jairo Ruiz	Caña Florida	La Concepción	2500	14 indic.	07-jul-16	0,0824	0,0728	0,0264	0,0824	0,0728	0,0264	0,0545	0,0524	0,0347	0,55	0,52	0,35	0,47
Alexis Peralta	La libertad		1000	14 indic.	02-ago-16	0,2029	0,0209	0,0718	0,2029	0,0209	0,07176	0,095	0,0117	0,0579	0,95	0,12	0,58	0,55
Wilfredo Meneses	El cebollal 1	Meneses	2500	14 indic.	05-jul-16	0,0375	0,040	0,023	0,0375	0,040	0,023	0,0228	0,0319	0,0157	0,23	0,32	0,16	0,23
UCATSE-Santa adelaida	Santa adelaida	Santa Adelaida	1000	14 indic.	01-jul-16	0,3119	0,2139	0,2009	0,3119	0,2139	0,20087	0,1013	0,0881	0,0863	1,01	0,88	0,86	0,92
UCATSE-Los chilamates	El Dorado	Los Chilamates	2500	14 indic.	12-ago	0,2859	0,1207	0,27	0,2859	0,1207	0,27002	0,1034	0,0757	0,0879	1,03	0,76	0,88	0,89

#### Anexo 5. Formato para recolectar datos de Cobertura del suelo con el método de la cuerda

Datos de Cobertura de Suelo con Rastrojo			4. Cobertura de Suelo con Rastrojo (%)			
Numero de Nudos en contacto con el rastrojo			Numero de Nudos en contacto con el suelo			% Cobertura suelo (promedio)
Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	% Cobertura Suelo 1	% Cobertura Suelo 2	% Cobertura Suelo 3	
7	5	8	70	50	80	66,66667
6	6	5	60	60	50	56,66667
7	5	8	70	50	80	66,66667
7	5	7	70	50	70	63,33333
6	7	6	60	70	60	63,33333



## Anexo 7. Hoja para recolección de datos de macrofauna

ASA experimental																																		
LISTA DE PRODUCTORES PARCELAS CON 14 INDICADORES.																																		
No.	Nombre completo	Departamento	Municipio	Comunidad	Nombre de la finca	Coordenadas		Altura	Area (m <sup>2</sup> )	Fecha	7. Macrofauna mayor de 2 mm																							
						X	Y				1. Parte Alta						2. Parte Media						3. Parte Baja											
											Sp 1: Lombrices			Sp2:			Peso de Raíces (gr)		Sp 1: Lombrices			Sp2:			Peso de Raíces (gr)		Sp 1: Lombrices			Sp2:			Peso de Raíces (gr)	
											Cant.	Peso (gr)	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	Cant.	Peso (gr)	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	gr	kg/m <sup>3</sup>	Cant.	Peso (gr)	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	Cant.	Peso (gr)	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	gr	kg/m <sup>3</sup>	Cant.	Peso (gr)	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	Cant.	Peso (gr)	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	gr	kg/m <sup>3</sup>
1	Jairo Ruiz	Estelí	Estelí	Caña Florida	La Concepción					mayo	5	3,2	0,12	3	1,5	0,06	20,4	0,76	3	1	0,04	6	2,6	0,10	22	0,81	5	3,2	0,12	3	2,1	0,08	30,2	1,12
2	Alexis Peralta	Estelí	Estelí	La libertad						mayo	3	2	0,07	7	3,1	0,11	18,2	0,67	4	2,1	0,08	4	1,1	0,04	10,2	0,38	3	1,9	0,07	2	1,3	0,05	13,2	0,49
3	Wilfredo Meneses	Estelí	Estelí	El cebollal	Meneses					mayo	1	0,3	0,01	6	2,6	0,10	14,3	0,53	2	1	0,04	0	0	0,00	12,2	0,45	3	1,12	0,04	3	2,1	0,08	15,2	0,56
4	UCATSE-Santa Adelaida	Estelí	Estelí	Santa Adelaida	Santa Adelaida					mayo	3	2	0,07	3	2	0,07	11,21	0,42	1	1	0,04	2	2,1	0,08	17,2	0,64	3	2	0,07	2	1	0,04	10,23	0,38
5	UCATSE-Los chikamates	Estelí	Estelí	El Dorado	Los Chikamates					mayo	7	3,2	0,12	3	1,9	0,07	17,2	0,64	5	2,2	0,08	2	1	0,04	25,2	0,93	4	1,6	0,06	2	2,1	0,08	18,3	0,68

## Anexo 8. Escuela de campos (Ecas) con productores de Estelí



A la izquierda ECA realizada en Yalagüina, Somoto y a la derecha ECA realizada en el edificio del FORO-MIRAFLOR

## Anexo 9. Escala de referencia para la interpretación de análisis químico de suelo

LABORATORIOS QUIMICOS, S.A. (LAQUISA)

Nombre	Símbolos	Unidades	Bajo	Medio	Alto
<b>pH</b>	pH	pH	5.4	5.5-6.5	6.6
<b>Materia orgánica</b>	M.O.	%	1.8	1.9-4.2	4.3
<b>Fosforo</b>	P	ppm	10	11-20	20
<b>Potasio</b>	K	meq/100	0.2	0.3-0.6	0.6
<b>Calcio</b>	Ca	meq/100	4	4.1-20	20
<b>Magnesio</b>	Mg	meq/100	2	2.1-10	10
<b>Hierro</b>	Fe	ppm	10	11-100	100
<b>Cobre</b>	Cu	ppm	2	3-20	20
<b>Zinc</b>	Zn	ppm	3	3.1-10	10
<b>Manganeso</b>	Mn	ppm	5	6-50	50
<b>Azufre</b>	S	ppm	20	21-36	36
<b>Boro</b>	B	ppm	0.2	0.3-0.6	0.6
<b>Molibdeno</b>	Mo	ppm		<0.1	0.5
<b>Ca+Mg/K</b>			10	10.1-40	40
<b>Ca/Mg</b>			2	2.1-5	5
<b>Ca/K</b>			5	5.1-25	25
<b>Mg/K</b>			2.5	2.6-15	15

## Anexo 10. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado) humedad gravimétrica

Variable	n	Media	D.E	w*	p (unilateral D)
Humedad gravimétrica	180	17,51	13,06	0,87	<0,0001
Transformada	180	0.04	0.01	0.96	<0,0001

**Anexo 11. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado) por comunidad**

<b>Comunidad</b>	<b>Mes</b>	<b>variable</b>	<b>n</b>	<b>media</b>	<b>D.E</b>	<b>W*</b>	<b>p(unilateral D)</b>
Caña Florida	may-16	HG	6	40,32	2,03	0,78	0,0443
	jul-16	HG	6	12,47	5,54	0,82	0,1163
	sep-16	HG	6	9,81	9,81	0,87	0,2589
	dic-16	HG	6	10,26	5,38	0,92	0,5951
	feb-17	HG	6	8,58	5,02	0,8	0,0758
	may-17	HG	6	14,69	8,42	0,81	0,1614
La Libertad	may-16	HG	6	22,31	6,05	0,68	0,0031
	jul-16	HG	6	25,27	4,64	0,65	0,0021
	oct-16	HG	6	9,95	5,85	0,83	0,4436
	dic-16	HG	6	15,82	10,6	0,84	0,1985
	feb-17	HG	6	7,3	2,84	0,94	0,9057
	may-17	HG	6	25,69	7,99	0,82	0,1814
El Cebollal 1	may-16	HG	6	26,08	4,3	0,65	0,0011
	jul-16	HG	6	57,44	10,72	0,84	0,1461
	sep-16	HG	6	10,46	3,17	0,91	0,6057
	nov-16	HG	6	12,99	6,6	0,97	0,8876
	ene-17	HG	6	9,44	8,51	0,69	0,0405
	may-17	HG	6	13,93	5,24	0,92	0,8048
UCATSE- Santa Adelaida	may-16	HG	6	17,55	3,72	0,82	0,1051
	ago-16	HG	6	28,46	16,26	0,89	0,4418
	oct-16	HG	6	7,45	3,34	0,91	0,4712
	dic-16	HG	6	12,37	6,87	0,87	0,2578
	feb-17	HG	6	6,04	1,69	0,95	0,7763
	may-17	HG	6	10,6	2,49	0,77	0,0443
UCATSE- Los Chilamates	may-16	HG	6	24,41	7,15	0,68	0,0041
	jul-16	HG	6	31,9	10,21	0,86	0,2212
	sep-16	HG	6	12,05	9,73	0,9	0,6602

Comunidad	Mes	variable	n	media	D.E	W*	p(unilateral D)
	dic-16	HG	6	10,73	8,77	0,87	0,7702
	feb-17	HG	6	5,84	4	0,91	0,5611
	may-17	HG	6	25,05	9,71	0,79	0,0608

## Anexo 12. Encuesta para diagnóstico retrospectivo de cada finca

### DIAGNOSTICO RETROSPECTIVO ULTIMOS CINCO AÑOS

(Productores con quien se establecerán los ensayos)

#### I. DATOS GENERALES DEL PRODUCTOR

- a. Nombre del productor(a): \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_
- b. Número de cédula (# Identificación oficial de país): \_\_\_\_\_
- c. Estado civil: \_\_\_\_\_
- d. Nivel de estudio: \_\_\_\_\_
- e. Número de teléfono: \_\_\_\_\_
- f. Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_
- g. Comunidad, caserío / sector: \_\_\_\_\_
- h. Municipio: \_\_\_\_\_
- i. Departamento: \_\_\_\_\_
- j. País: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_
- k. Coordenadas (World Mercator): X: \_\_\_\_\_; Y: \_\_\_\_\_; Altura (Z): \_\_\_\_\_
- l. Está organizado: Cooperativa: \_\_\_\_\_ Asociación de productores: \_\_\_\_\_  
Privado: \_\_\_\_\_ Otros: \_\_\_\_\_

Tomar foto de: Participante, parcela ASA y parcela testigo

#### II. DATOS GENERALES DE LA FINCA

- a. Área total: \_\_\_\_\_ has (colectar la información en las unidades de medida expresadas por el productor para tener el registro y luego hacer la conversión a has)
  - Agrícola : \_\_\_\_\_ has
  - Pecuaria : \_\_\_\_\_ has

Forestal : \_\_\_\_\_ has

Otros : \_\_\_\_\_ has

Observación (anotar la relación de conversión entre la medida expresada por el productor y la hectárea): \_\_\_\_\_

### III. DISTRIBUCION DEL TRABAJO FAMILIAR

**Rubro:** Rubro = frijol, maíz, maicillo, café, pastos, cacao

*(Repetir la tabla por cada rubro que tenga el productor)*

### IV. DATOS DE PRODUCCIÓN E INGRESOS (por cultivos)

**Arreglos de cultivos (fotos dentro de las posibilidades)**

Relevo : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Asociados : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Escalonado : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Otros : \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

- a. Rendimientos de sus cultivos en los últimos 5 años (hasta donde recuerden o el promedio de los últimos 5 años)

Cultivos	Variedad	2011	2012	2013	2014	2015	Precio de venta C\$
Maíz							
Frijol							
Arroz							
Maicillo							

### V. PRÁCTICAS DE FERTILIZACIÓN Y DE MANEJO DEL SUELO

- a. Fertilización de cultivos

Cultivo	Área mz	1ra fertilización				2da fertilización			
		Producto	Días	Dosis	Costo C\$	Producto	Días	Dosis	Costo US\$
Maíz									
Frijol									
Maicillo									

b. Usa los análisis de suelo para planificar la fertilización: Sí: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

c. Quema: Sí \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

d. Prácticas y obras de manejo de conservación de suelos que aplica en su finca:

Sí No

Barreras vivas : \_\_\_\_\_

Barreras muertas : \_\_\_\_\_

Acequias : \_\_\_\_\_

Reforestación : \_\_\_\_\_

Manejo de rastrojos : \_\_\_\_\_ ha incorporados, \_\_\_\_\_ ha en la superficie

Sistemas Agroforestales: \_\_\_\_\_ ha

Siembra en curvas de nivel: \_\_\_\_\_ ha

Tipos de labranza utilizados

: Siembra directa: \_\_\_\_\_ ha

: Mínima \_\_\_\_\_ ha

: Convencional con bueyes: \_\_\_\_\_ ha

: Convencional con tractor: \_\_\_\_\_ ha

Utiliza cultivos de cobertura: Sí \_\_\_ No: \_\_\_ Cuáles cultivos: \_\_\_\_\_

e. Hace rotación/diversificación de cultivos: Sí \_\_, No \_\_ Cuales son los cultivos principales:

1) \_\_\_\_\_ 2) \_\_\_\_\_ 3) \_\_\_\_\_

f. Utiliza riego : Sí \_\_\_ No \_\_\_

: Tipo de riego: \_\_\_\_\_

: Cultivos que riega: \_\_\_\_\_

: Área con riego: \_\_\_\_\_

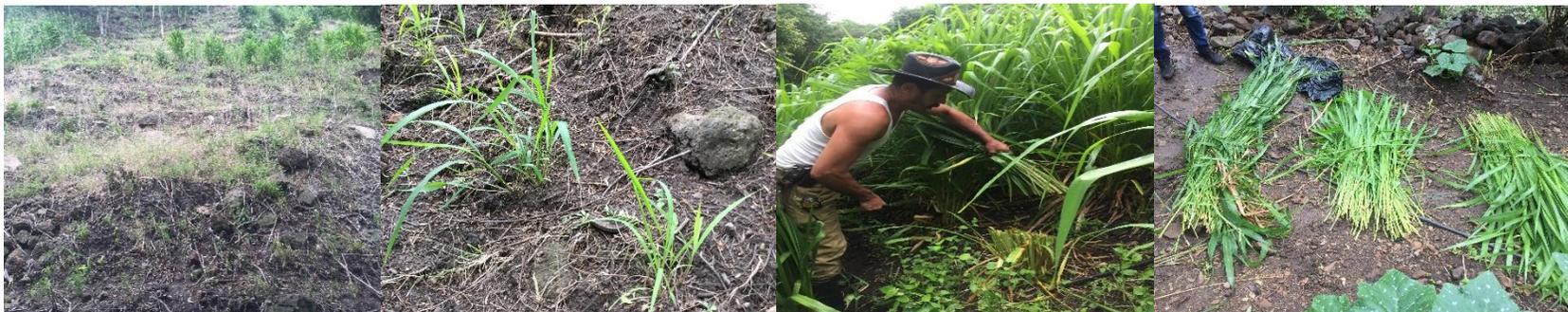
### Anexo 13. Plan de fertilización de parcelas ASA (pastos)

Propuesta técnica	Pasto	Productor	Nutriente	Primera aplicación			Segunda aplicación			Tercera aplicación		
				Dosis	Fuente	ddc	Dosis	Fuente	ddc	Dosis	Fuente	ddc
Pasto de corte	Mombaza	Jairo Alberto Ruiz Caballero	Nitrógeno (lb)	153,33	Urea	mayo	153,33	Urea	agosto	153,33	Urea	octubre
			Azufre (lb)	160,00	10-20-12-2-13.1	mayo	0,00			0,00		
			Zinc (lt)	0,50	Metalosato	mayo	0,50	Metalosato (lt)	agosto	0,00		
			Cobre (lb)	0,50	Metalosato	mayo	0,50	Metalosato (lt)	agosto	0,00		
Pasto de corte	Mombaza	UCATSE - Los Chilamates Ganadería	Nitrógeno (lb)	122,33	Urea	abril (40 ddc)	122,33	Urea	julio	122,33	Urea	sept
			Fósforo (lb)	210,33	10-20-12-2-3.16	mayo	210,33	10-20-12-2-3.16	agosto	210,33	10-20-12-2-3.16	octubre
			Azufre (lb)	18,33	Sulfato de magnesio	mayo	18,33	Sulfato de magnesio	agosto	18,33	Sulfato de magnesio	octubre
Pasto de corte	Mombaza	Wilfredo Meneses	Nitrógeno (lb)	140,00	Urea	mayo	140,00	Urea	agosto	140,00	Urea	octubre
			Fósforo (lb)	190,00	18-46-0	mayo	0,00			0,00		
			Azufre (lb)	35,00	10-20-12-2-13.1	mayo	0,00			0,00		

### Anexo 14. Plan de fertilización de parcelas ASA (granos básicos)

plan de fertilizacion (Maíz)												
Propuesta técnica	Cultivo	Productor	Nutriente	Primera aplicación			Segunda aplicación			Tercera aplicación		
				Dosis	Fuente	ddc	Dosis	Fuente	ddc	Dosis	Fuente	ddc
	Maíz	UCATSE - Santa Adelaida Agricultura	Nitrógeno (lb)	79,50	Urea	25 dds	79,50	Urea	40 dds		Urea	55 dds
			Magnesio (lt)	0,25	Metalosato (lt)	25 dds	0,25	Metalosato (lt)	40 dds	0		
		Alexis Antonio Peralta Olivas	Nitrógeno (lb)	50,00	Urea	25 dds	50,00	Urea	40 dds	50,00	Urea	55 dds
			Magnesio (lt)	0,50	Metalosato (lt)	25 dds	0,50	Metalosato (lt)	40 dds	0		
Plan de fertilización (Frijol)												
Propuesta técnica	Cultivo	Productor	Nutriente	Primera aplicación			Segunda aplicación					
				Dosis	Fuente	ddc	Dosis	Fuente	ddc			
	Frijol	UCATSE - Santa Adelaida Agricultura	Nitrógeno (lb)	20,39	Urea	25 dds	20,39	Urea	40 dds			
			Alexis Antonio Peralta Olivas	Nitrógeno (lb)	17,93	Urea	25 dds		Urea	40 dds		
			Azufre (lb)	2,55	Sulfato de amonio	25 dds	2,55	Sulfato de amonio	40 dds			

**Anexo 15. Imágenes de la parcela ASA y testigo de la comunidad Caña Florida (Jairo Ruíz)**



Parcela a inicio del estudio

Pasto establecido

Pasto listo para el primer corte

Pasto cortado

**Desarrollo de acciones en la parcela ASA 2016 -2017**



Parcela Testigo 2017

Parcela ASA 2017 (primer corte)

**Anexo 16. Imágenes de la parcela ASA y testigo de UCATSE (Santa Adelaida)**



Parcela al inicio del estudio ASA y testigo

Maíz establecido parcela ASA

Restos de cosecha en la parcela ASA

Desarrollo de acciones en la parcela ASA 2016 -2017



Parcela testigo 2017

Parcela ASA 2017