

**Universidad Católica del Trópico Seco**

**Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda**



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

**Efecto de rastrojos sobre respiración del suelo  
en parcelas agrícolas con prácticas de conservación,  
comunidades Caña Florida y La Libertad 2016-2017**

**Autores**

Alba de los Ángeles Herrera Aguirre

Carlos Alberto Rivas Blandón

**Tutora**

MSc. Flavia María Andino Rugama

**Asesor**

Ing. Harling Demetrio García Cruz

Estelí, julio de 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 co-ejecutores. 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 GENERAL

Contenido	Página
INDICE DE TABLAS.....	iii
INDICE DE ANEXOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II OBJETIVOS.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
III MARCO TEÓRICO.....	3
3.1. Características de los suelos.....	3
3.2. Fertilidad de suelo.....	9
3.3. Agricultura y Conservación de suelo.....	10
3.4. Respiración del suelo.....	13
IV MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	15
4.2. Universo y muestra.....	15
4.3. Variables de estudio.....	16
4.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	19
4.5. Procesamiento y análisis de datos.....	22
V RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
5.1. Propiedades físicas y químicas del suelo.....	23
5.2. Cobertura del suelo.....	35
5.3. Respiración del suelo.....	37
5.4. Prácticas de conservación del suelo de forma participativa que mejoren los parámetros de calidad del suelo.....	40
VI CONCLUSIONES.....	43
VII RECOMENDACIONES.....	45

VIII BIBLIOGRAFÍA.....	46
IX ANEXOS.....	50

## INDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Información de fincas de productores incluidos en el estudio.....	15
Tabla 2. Definición de variable con su operacionalización.....	16
Tabla 3. Evaluación visual de suelo de las parcelas en estudio.....	24
Tabla 4. Resultados de Condición de textura y densidad aparente.....	26
Tabla 5. Prueba t Para humedad gravimétrica por parcela.....	29
Tabla 6. Macro y micronutrientes por parcela (resultado de análisis de suelo) .....	31
Tabla 7. pH en (KCL) por parcela resultado de análisis de suelo .....	32
Tabla 8. Descriptiva variable de macrofauna por parcela .....	35
Tabla 9. Mann Whitney para la variable de cobertura de suelo (%) .....	36
Tabla 10. Correlaciones entre la humedad gravimétrica con materia seca y cobertura de suelo por productor.....	37
Tabla 11. Prueba T para la respiración de suelo muestras independientes (CO <sub>2</sub> m <sup>2</sup> ).....	38
Tabla 12. Correlación entre la respiración M1 y M2 con humedad gravimétrica.....	39
Tabla 13. Correlación entre la variables Respiración de suelo M1 y M2 con las variables Humedad Gravimétrica y Cobertura .....	40

## INDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Anexo 1. Coordenadas de la Comunidad de La Libertad y Ubicación .....	50
Anexo 2. Coordenadas de la Comunidad de Caña Florida y Ubicación .....	50
Anexo 3. Hoja de campo para recolección de datos de la evaluación visual de suelo .....	51
Anexo 4. Hoja para toma de datos de biomasa y cobertura de suelo .....	52
Anexo 5. Hoja para toma de datos de humedad .....	52
Anexo 6. Hoja de toma de datos para Macrofauna del Suelo.....	52
Anexo 7. Valores óptimos de materia orgánica (%).....	53
Anexo 8. Datos equivalentes a óptimos según el tipo de textura .....	53
Anexo 9. Diagnóstico retrospectivo .....	53
Anexo 10. Corresponde al código de cada productor (P1-P) .....	56
Anexo 11. Fotografías Antes y después .....	57

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta tesis a Dios, Padre Eterno por darnos la sabiduría, el entendimiento y el entusiasmo para dar por realizado este trabajo y muy especialmente a nuestros padres por su apoyo incondicional. ¡Gracias Señor porque en los momentos más difíciles de este trabajo, cuando nuestras piernas no daban a más, ahí estuvieron tus manos para sostenernos!

*Los autores*

## AGRADECIMIENTO

Queremos dar nuestra más sincera gratitud a las siguientes personas que fueron parte fundamental y esencial en el transcurso del desarrollo de esta investigación: Queremos dar infinitas gracias a Dios por ser nuestro guía, por darnos sabiduría e inteligencia para concluir este trabajo.

A nuestros padres, familiares y amigos por darnos su apoyo económico y ayuda incondicional, por comprendernos en los momentos más difíciles, por tendernos una mano amiga que evidentemente hoy lo vemos reflejados en nuestras vidas.

.

A la Msc. Flavia María Andino y al Ing. Harling Demetrio García Cruz por haber sido uno de los pilares más fundamentales en el desarrollo de esta investigación, por las orientaciones, soporte logísticos, por toda la paciencia, críticas constructivas, por ser guía durante todo el proceso de desarrollo de esta investigación y porque siempre estuvieron atentos a todas nuestras necesidades e inquietudes.

Queremos agradecer a las comunidades de: Caña Florida y La Libertad por haber abierto sus puertas para que se pudiera realizar esta investigación y a su vez, a cada uno de los miembros organizados en dichas comunidades, por habernos facilitado valiosa información, ya que sin su aporte esto no hubiese sido posible.

A nuestra Universidad donde fuimos formados con valores y principios espirituales, trascendiendo conocimientos para verlos reflejados en nuestra vida y el desempeño como profesionales de manera eficiente sensibles con la comunidad.

Gracias a todos aquellos que de una u otra forma nos apoyaron para enriquecer este documento. ¡Mil gracias!

*Los autores*



## RESUMEN

El trabajo de estudio se realizó en ocho parcelas de fincas de granos básicos en las comunidades de Caña Florida y La Libertad, del municipio de Estelí, durante el periodo 2016 – 2017 para determinar el efecto del uso de rastrojos en la respiración del suelo en parcelas agrícolas con prácticas de conservación, estudiando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, biomasa de rastrojos, cobertura y respiración del suelo. Por finca se delimitaron dos parcelas de 1000 m<sup>2</sup>, una testigo con manejo convencional y otra de estudio o ASA (agricultura de conservación suelo y agua), donde se implementaron prácticas como incorporación de rastrojos, labranza mínima, no quema, uso de leguminosas y asocio de cultivos maíz y frijol. Al inicio del estudio se realizó una evaluación visual de suelos. Se utilizó el software estadístico SPSS versión 23, en donde se realizó un estadístico descriptivo, prueba de Mann Whitney y prueba T de Student para la comparación entre parcelas; además de correlación de Spearman para respiración con las variables en estudio. Las parcelas de la comunidad de Caña Florida muestran las mejores condiciones en estructura, compactación, profundidad, porosidad y coloración, sin embargo son pobres respecto de cobertura. También presentaron los valores más altos en humedad gravimétrica (74.02%), siendo más altos en la parcela ASA respecto de la testigo (43.43%). Para humedad gravimétrica y cobertura no se encontraron diferencias estadísticas significativas, pero sí las hubo para respiración en las mediciones en los dos momentos. En dos fincas se evidencian buenas correlaciones y significativas (p-valor < 0.01) entre respiración y humedad gravimétrica (0.662 y 0.524). También se encontró buena correlación entre respiración y cobertura para tres fincas (0.739, 0.598 y 0.639). Se realizó una selección de prácticas de conservación participativa con cada productor para emplearlas en cada parcela de estudio en cinco años.

**Palabras clave:** Agricultura sostenible, humedad gravimétrica, biomasa, estructura, macrofauna

# I INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el sector sumamente importante es la agricultura presentado según la FAO, caracterizándose por ser principalmente de naturaleza tradicional, localizados en suelos de baja fertilidad debido a esto, la disminución de productividad y producción viéndose el país con la necesidad de importar grandes cantidades de granos básicos para poder suplir las necesidades del mercado nacional trayendo consigo diversas limitantes, generalmente visto desde el punto en que los productores no tienen la facultad para competir con el material importado menos participar en el mercado de exportación nacional; Estando sujeto a la biodiversidad vegetal y a la riqueza del suelo, se puede hacer un uso adecuado o no, en la propuesta de tecnologías apropiadas y la disponibilidad de saberes y de conocimiento científico.

El manejo de los suelos constituye una de las prácticas más importantes en la agricultura moderna. Existen diferentes tipos de suelos con distintas propiedades físicas, cada una de ellas requiere su propia preparación, uso y conservación; estas prácticas pueden variar de acuerdo con el cultivo seleccionado para la siembra y condiciones ambientales de la zona; Una forma importante de manejo sostenible de tierras es la agricultura de conservación teniendo ventajas particulares en la lucha contra la erosión y mejorar la infiltración y almacenamiento de agua en el suelo, siendo un medio de adaptación al cambio climático, en particular a la evolución de los patrones de lluvia.

(Bot, Benites , Jump, & Alexandra , 2015).

En la presente investigación, dentro del marco del proyecto Agricultura, Suelo y Agua (ASA) de UCATSE con CRS (Catholic Relief Service) tiene como meta contribuir a que los productores en las diferentes tipologías y rubros productivos implementen las prácticas y técnicas para el manejo y conservación de suelos y el agua como una alternativa para reducir la amenaza de los riesgos de desastres naturales y sequías. Así como contribuir a mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad de sus parcelas de producción, la seguridad alimentaria de sus familias y la conservación de sus recursos naturales (Bot, Benites , Jump, & Alexandra , 2015)

## **II OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Determinar el efecto del uso de rastrojos en la respiración del suelo en parcelas agrícolas con prácticas de conservación en las comunidades de Caña Florida y La Libertad, (2016-2017).

### **Objetivos específicos**

Describir las propiedades del suelo con el uso de cobertura de rastrojos, en relación con la retención de humedad, macrofauna descomponedora de materia orgánica y erosión de suelo.

Determinar la respiración del suelo y su relación con los indicadores de manejos alternativos (materia seca y cobertura).

Implementar prácticas de conservación del suelo de forma participativa que mejoren los parámetros de calidad del suelo.

### **III MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Características de los suelos**

El suelo es una capa de material no consolidado en la superficie de la tierra donde crecen las plantas (Barra, 2012). El suelo es el asiento imprescindible de la vida en la superficie de la tierra, procedente de la meteorización física y química de la roca preexistente y sobre la que se asienta la vida (I.E.S, 2012). En el Alto Valle de Río Negro, Argentina se realizó una investigación que tuvo como finalidad identificar las características físico-químicas y biológicas en dos suelos superficiales fertilizados con nitrógeno y enmienda orgánica, con aplicaciones durante 4 temporadas 2008-2009 y 2009-2010. Se extrajeron muestras de suelos en distintas estaciones determinando carbono orgánico total, relación de adsorción sodio y nitratos, respiración microbiana, carbono de la biomasa microbiana, el índice de mineralización. La actividad microbiana y enzimática fue sensible a los cambios ocurridos en los suelos (Willianis & V, 2010).

Por otra parte, temas tratados en Sudamérica se evaluaron bajo condiciones de laboratorio, la influencia de tres parámetros físico-químicos sobre la actividad microbiana en un suelo agrícola medida por la cuantificación de la producción de CO<sub>2</sub> y de la actividad deshidrogenasa. Se realizaron por separado, tres ensayos para 4 porcentajes de humedad, Los mayores valores de actividad se obtuvieron a 18% de humedad, en condiciones estándares de temperatura 27.5°C óptima para producción y 37.0 °C para la actividad deshidrogenasa y pH óptimo aquel cercano a la neutralidad (Agraria, 2008). Ambos estudios en las diversas condiciones investigadas identifican diversos elementos en cuanto a la retención de humedad en donde demuestra que los niveles de pH pueden sufrir una variabilidad, siendo necesario un pH cercano a la neutralidad, cabe destacar que al utilizar medidas de conservación como es la cobertura de rastrojos, se equilibra el pH, teniendo un fuerte vínculo en la descomposición de la materia.

Con relación a la formación del suelo, se conoce que la meteorización física rompe las rocas en pequeñas partículas minerales que se acumulan en la superficie de la tierra, la meteorización química disuelve y cambia los minerales que se han acumulado en la superficie de la tierra, la descomposición del material orgánico desde las plantas y animales se mezcla con los minerales acumulados en el suelo.

El suelo nace y evoluciona a partir de un material original inerte y de la materia orgánica. Expuestos a la acción del clima, la vegetación y el tiempo. El suelo es una mezcla de materiales metálicos de la tierra, materia orgánica en descomposición y orificios llenos de aire y agua (I.E.S, 2012).

La descomposición del material orgánico desde las plantas y animales se mezcla con los minerales acumulados en el suelo. Los cambios continuos tanto físicos como químicos en largos periodos de tiempo (cientos a miles de años) producen los llamados horizontes del suelo. Entre los factores que influyen en la formación del suelo se encuentran:

- Clima
- Relieve (Fernández, 2016)
- Material Parental (Roca Madre)
- Tiempo (Barra, 2012).
- Los organismos (Fernández, 2016)

Las principales características de los suelos que influyen en su uso y manejo son: fertilidad, contenido de materia orgánica, textura, estructura, estabilidad, relación agua-aire, profundidad y unidad de perfil (Fustino & Jorge , 1985).

Según Macias (2004), las principales amenazas que afectan los suelos se identifican en ocho proporciones tomando en cuenta la erosión, la pérdida de materia orgánica, sellado, ocupación destructiva, compactación , reducción de la biodiversidad de los suelos, salinización, inundaciones, y la inseguridad en cuanto a los derrumbes o deslizamientos de las tierras, poniéndose de manifiesto que son los procesos de contaminación y degradación

de suelos los que tienen una mayor relevancia tanto por los daños directos como por los indirectos que produce el descenso de la eficacia de las funciones del suelo.

### **3.1.1. Propiedades físicas**

La reincorporación de rastrojos se ha recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mejorar la estructura del suelo; con ello, se aumentan la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes para las plantas; variables que comúnmente son analizadas son el contenido de humedad, pH, materia orgánica, rendimiento. Teniendo en cuenta que los resultados indican cambios en las características químicas del suelo (materia orgánica, N y P) antes y después de la siembra. En el caso de características físicas, no existió diferencia significativa a corto plazo debido a que las principales características del suelo como son la estructura, color, textura y las configuraciones de porosidad relacionadas con la retención de agua en el suelo (José Dimas López-Mtz, 2001).

Sanclemente (2009) manifiesta que a mayor finura de la textura de un suelo, mayor es la superficie eficaz presentada por sus partículas. La adsorción, la plasticidad y todas las demás propiedades físicas citadas siguen la misma dirección y que sus intensidades suben rápidamente a medida que se acercan al tamaño coloidal.

El color es la propiedad que permite deducir rasgos importantes en el suelo: un color oscuro o negro indica contenido alto en materia orgánica, color blancuzco presencia de carbonatos y/o yesos, colores grises/verdes/azulados hidromorfía permanente o temporal.

Plaster (2004), plantea que la textura del suelo se expresa en proporciones, definidas según el tamaño de sus partículas granulométricas individualizadas conocidas como porcentaje de arena, limo, y arcilla en donde se encuentran diferentes elementos que constituyen el suelo como tal.

La estructura de un suelo se puede definir como “el modo de agregación o unión de los constituyentes del suelo (partículas minerales, materia orgánica, etc.)”. Entre los factores que influyen o determinan la morfología de la estructura están: a) la cantidad o porcentaje

del material o matriz que une las partículas del suelo (carbonatos, arcilla, materia orgánica); b) la textura; c) la actividad biológica del suelo (lombrices) y d) la influencia humana (en el horizonte cultivado se forma una estructura con una morfología totalmente distinta a la natural que poseía el suelo (Zaror, 2003).

Mientras que el espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o retenerse. Los macro poros no retienen agua contra la fuerza de la gravedad, son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los micro poros retienen agua y parte de la cual es disponible para las plantas (FAO, 2006).

De la porosidad del suelo depende la circulación del aire, del agua y la propia fauna edáfica. Un suelo compacto no solo es anaeróbico, también es inadecuado para muchos animales, oponiéndose a sus necesarias migraciones, impidiendo así su existencia. Las hormigas, termitas, larvas de coleópteros y dípteros, ciempiés y chinches cavan con toda facilidad, la presencia de termitas siempre es señal de suelos compactados (Primavesi, 1982).

Con relación Se denomina humedad del suelo a la cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un terreno. Establecer el índice de humedad del suelo es de vital importancia para las actividades agrícolas, es muy importante recordar que:

1. Los niveles de humedad del suelo determinan el momento del riego.
2. La humedad del suelo se puede estimar por el aspecto del terreno.
3. Se debe controlar la humedad al menos en una sección del área del campo que difiera de las demás en cuanto a la textura y aspecto del suelo (Agro Infoclima , 2014).

El incremento de la humedad del suelo da como resultado:

- Más altos rendimientos gracias a la máxima utilización de agua.
- Recarga del agua subterránea, mejoramiento del nivel de agua en los pozos, incremento de los ríos y también un mejor flujo de las corrientes.
- Riesgo reducido de pérdida de rendimientos debido a las sequías.

Entre los factores que influyen en la humedad del suelo tenemos: Clima, propiedades del suelo, topografía, cobertura del suelo (Viking, 2006).

### **3.1.2. Propiedades químicas**

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.

Corresponden fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como macronutrientes (N, P, Ca, K, 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). Es lo que consideramos las sales solubles del suelo, que incluyen a aquellas cuya solubilidad es más alta que la del yeso y cuya consecuencia es la salinidad (Zaror, 2003).

Se sabe que la materia orgánica es indispensable para la alimentación del micro y meso vida del suelo. No hay duda que la bio-estructura y toda la productividad del suelo se basa en la presencia de la materia orgánica en descomposición o humificada. Según (Schargel, 1990), la escala de niveles óptimos de materia orgánica oscilan entre, (1.8) bajo, (1.9 – 4.2) medio y (4.3) considerado alto.

Las raíces vivas no constituyen materia orgánica, como tampoco los animales que viven sobre el suelo. Por otro lado, “no sólo el humus es materia orgánica y no toda materia



orgánica es humus” (Primavesi, 1982), (el pasto no es rico en lignina lo cual es precursor principal del humus solo un 3% contra un 20% en la madera).

Con relación a los beneficios de la materia orgánica, es evidente que nada consigue sustituir el efecto de la materia orgánica, la fertilización mineral, por más completa que sea, nunca consigue mantener la productividad del suelo, ya sea clima templado o tropical, sin que exista un retorno sistemático y dirigido de la materia orgánica. La materia orgánica beneficia de:

1. Sustancias agregantes del suelo, haciéndolo grumoso, con bio-estructura estable a la acción de las lluvias.
2. Ácidos orgánicos y alcoholes; durante su descomposición sirven de fuente carbono a los microorganismos de vida libre; fijadores de nitrógeno, posibilitando, así su fijación de nitrógeno.
3. Posibilidad de vida a los microorganismos, especialmente los fijadores de nitrógeno, que producen sustancias de crecimiento, como triptófano y ácido-indol-acético, que tienen un efecto muy positivo en sobre el desarrollo vegetal.
4. Proporciona alimento a los organismos activos en la descomposición, produciendo antibióticos que protegen a las plantas de plagas, contribuyendo así a la salud vegetal.
5. Sustancias minerales como (nitratos y amonio) intermediarias producidas en su descomposición, que puede ser absorbido por las plantas, aumentando el crecimiento.

Pero cuando la materia orgánica es, además humificada, trae más beneficios, que son:

1. Aumenta la capacidad de intercambio de cationes del suelo (CIC).
2. Aumenta el poder “Buffer”, es decir, la resistencia contra las variaciones bruscas del pH, lo que es especialmente importante para tierras fertilizadas químicamente.

Se muestra que también en la descomposición de la materia orgánica se forman sustancias de crecimiento y el mejoramiento físico del suelo es común a los humus y a la materia orgánica en descomposición. De los diversos tipos de sustancias orgánicas, solo el humus

consigue influir en las propiedades químicas del suelo, aunque la paja, durante su descomposición, tenga mayor influencia sobre la física del suelo (Primavesi, 1982).

Otro de los parámetros importantes en el suelo es el pH, el cual se refiere al dato indicador del estado nutricional y la acidez que se encuentra en la solución del suelo. Esto se debe según (Esteban, 2013) a que el aluminio se vuelve soluble y por lo tanto en nivel crítico de acidez es capaz de causar toxicidad a la planta causando daños directamente en las raíces.

Los valores del pH se reducen a medida que las concentraciones de los iones de hidrógeno incrementan, variando entre un rango de 0 a 14. Los valores por debajo 7.0 son ácidos, valores superiores a 7.0 son alcalinos y/o básicos, mientras que los que rondan 7.0 son denominados neutrales. Por cada unidad de cambio en pH hay un cambio 10 veces en magnitud en la acidez o alcalinidad (por ejemplo: un pH 6.0 es diez veces más ácido que uno de pH 7.0, mientras que un pH 5.0 es 100 veces más ácido que el de 7.0), (Ibáñez, 2007).

### **3.2. Fertilidad de suelo**

Un suelo fértil es capaz de proveer todos los nutrientes que las plantas necesitan en cantidad y un balance adecuado, no posee sustancias tóxicas en cantidades que pueden restringir el crecimiento de las plantas o el rendimiento. Su textura, estructura y drenaje son satisfactorios para el desarrollo adecuado de raíces (Liebig, 1985).

El rendimiento de los cultivos está estrechamente ligado a la productividad del suelo la cual, a su vez, depende estrechamente del manejo dado. Los siguientes factores necesitan estar en óptima situación para el buen comportamiento del suelo y, por lo tanto, óptimo crecimiento de la planta:

- Capacidad de retención del agua
- Porosidad
- Estructura
- Salud del suelo

La densidad aparente establecidos por Schargel (1990) proporciona las condiciones óptimas de densidad aparente que varían de 1.50 – 1.70 Mg m<sup>3</sup> en suelos franco arenosos, teniendo en consideración que este es el tipo de textura que prevalece en ambas comunidades a estudio, y en una menor proporción los suelos franco arcillosos 1.00 – 1.30 Mg m<sup>3</sup> (Anexo 8).

Los cultivos necesitan los mismos nutrientes en los sistemas de la Agricultura de Conservación que en los sistemas de labranza convencional. La diferencia radica en el tipo y en el momento de la aplicación de los fertilizantes, así como la reducción de las actividades de preparación de tierra que pueden actuar sobre los nutrientes en las siguientes formas:

- Los nutrientes inmóviles pueden acumularse en las capas superficiales
- La mineralización del nitrógeno se reduce en la agricultura de conservación
- Durante la descomposición de los residuos de los cultivos, el nitrógeno puede inmovilizarse
- La aplicación superficial de fertilizantes amoniacales puede acidificar la superficie del suelo (Simone, 2005).

Con relación a la erosión del suelo, es considerado un fenómeno natural causante de la pérdida gradual de terreno. La erosión es el proceso por el cual las partículas del suelo se mueven de un sitio a otro por medio de la acción del agua, viento u otro efecto (Gonzalez, 2005).

Existen dos tipos de erosión; hídrica (provocada por el agua) y eólica (por el viento). La erosión es la pérdida acelerada del suelo, principalmente del horizonte A que representa mayor cantidad de materia orgánica y nutriente (Jimenes, 2007).

### **3.3. Agricultura y Conservación de suelo**

La Agricultura de Conservación es un sistema de prácticas agrarias basadas en la menor alteración posible del suelo y en el mantenimiento de una cobertura de restos vegetales,

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, agua, agentes biológicos e insumos externos (Técnicas Sostenibles para el manejo y conservación del suelo en un ecosistema cafetalero, 2006). Algunas de las técnicas de agricultura de conservación son las siguientes:

**Siembra directa:** El suelo no recibe labor alguna desde la recolección del cultivo hasta la siembra siguiente, manteniéndose todos los restos de la cosecha.

**Mínimo laboreo con cubierta (laboreo de conservación):** Preparación del lecho de siembra mediante una o dos labores superficiales dejando al menos el 30% de los restos del cultivo anterior sobre el suelo (AEAC.SV, 2000).

En la Agricultura de Conservación, se mantienen una estructura óptima del suelo y el mantillo, maximizando el acceso de los cultivos a los pocos nutrientes que constantemente son suministrados mediante la mineralización de la materia orgánica. En cierta medida, las raíces más profundas, que tienen un gran número de raíces absorbentes, pueden capturar grandes cantidades de nutrientes, incluso en horizontes del suelo con concentraciones extremadamente bajas de nutrientes.

Las grandes cantidades de biomasa depositadas en el suelo por los cultivos y los cultivos de cobertura, mantienen o, con el correr del tiempo, mejoran la estructura del suelo, de modo que la tierra permitirá que los cultivos accedan más eficientemente a las bajas concentraciones de nutrientes de los horizontes superiores del perfil del suelo. Mientras tanto, la materia orgánica en la superficie del suelo o cerca de ella producida durante los períodos de barbecho, continúa suministrando nutrientes en pequeñas cantidades que pueden mantener razonablemente altos niveles de productividad (Simone, 2005).

La conservación de suelo toda acción orientada hacia el uso adecuado del suelo, evitando la degradación, inutilización y en general la pérdida irremediable de un recurso natural muy valioso. La conservación de suelo se consigue realizando un manejo adecuado de este,

desarrollando la capacidad de uso, rehabilitando tierras y sobre todo un manejo adecuado del bosque y un control de la erosión del suelo(Fustino & Jorge , 1985).

### **3.3.1. Uso de rastrojos**

El uso de rastrojos consiste en usar los residuos de la cosecha para proteger el suelo contra la erosión de la lluvia y el viento. Por otro lado, los sobrantes del cultivo después de recoger la cosecha se descomponen y constituyen abonos orgánicos para la próxima siembra. Un buen uso de rastrojos aporta los siguientes beneficios: Reduce la erosión, mejora la infiltración del agua, contribuye al control de malezas y aumenta la materia orgánica (Masagro, 2013).

El mantenimiento de los residuos de los cultivos sobre la superficie del suelo aumenta la conservación de la humedad en el perfil del suelo, especialmente en áreas secas. Los residuos de cultivos en la superficie:

- Incrementan la infiltración de agua por medio de la prevención del encostramiento y mejoran la estructura del suelo.
- Capturan más humedad que los suelos descubiertos, debido a la rugosidad superficial.
- Dan sombra al suelo y, por lo tanto, se reduce la evaporación y baja la temperatura.
- Aumentan la capacidad de retención de agua del suelo gracias al mejoramiento de la estructura.

La tasa de infiltración de agua depende de los siguientes factores del suelo:

- Textura
- Densidad y porosidad
- Estabilidad de agregados, y
- Cobertura (Simone, 2005).

### **3.3.2. Beneficios al cubrir el suelo**

Reciclaje de nutrientes. Como se sabe, las plantas absorben una parte de los nutrientes del suelo y luego en su desarrollo los incorporan en sus tejidos. El cultivo de frijol llega a

producir casi 1.0 tonelada de rastrojo, en tanto que la asociación maíz y sorgo llega a producir entre 1.4 y 2.7 toneladas. Si dejamos toda esta biomasa cubriendo el suelo, tendremos no solo el efecto beneficio de la cobertura, sino también la oportunidad de que mucho del fertilizante que está en ellos sea regresado al suelo y también como humus (Ávila, 2008).

### **3.4. Respiración del suelo**

La respiración del suelo se define como la producción total de  $\text{CO}_2$  por unidad de área y de tiempo y se debe a la respiración de organismos edáficos, raíces y micorrizas y en menor extensión, a la oxidación bioquímica de los compuestos de carbono (Taylor, 1994). Esta actividad metabólica se mantiene debido al equilibrio dinámico que existe entre las entradas de materia orgánica, procedente de la biomasa y del sistema radicular de la vegetación las salidas por descomposición de la hojarasca y su eventual acumulación en el suelo.

La respiración edáfica juega un papel crítico en la determinación de un amplio rango de fenómenos ecológicos que van desde el funcionamiento individual de las plantas hasta la concentración global del  $\text{CO}_2$  atmosférico. La respiración del suelo está regulada por una serie de factores bióticos y abióticos tales como la temperatura, el contenido hídrico, el inventario de nutrientes, la estructura de la vegetación, la actividad fotosintética o el desarrollo fenológico de la planta (Reyes, Murcia, & Ochoa, 2008).

#### **3.4.1. Procesos de respiración de suelo**

La respiración del suelo se define como la producción de  $\text{CO}_2$ , debido a dos procesos, la ruptura u oxidación de la materia orgánica, rica en carbono por medio de los microorganismos del suelo, y la respiración de las células de las raíces de las plantas. La tasa de producción de  $\text{CO}_2$  es científicamente importante porque nos da una indicación de la tasa de descomposición de la materia orgánica y por tanto de la cantidad que se pierde de carbono del suelo. Las medidas de la respiración del suelo ayudan a determinar la contribución del suelo al balance del  $\text{CO}_2$  en la atmósfera.

La tasa de producción de CO<sub>2</sub> es científicamente importante ya que da una indicación de la tasa de descomposición de la materia orgánica y por tanto de la cantidad que se pierde de carbono del suelo. Las medidas de la respiración del suelo ayudan a determinar la contribución del suelo al balance del CO<sub>2</sub> en la atmósfera. El carbono, un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, se obtiene de la atmósfera por medio de la fotosíntesis; Sin embargo, cuando las plantas mueren, sus tejidos ricos en carbono vuelven al suelo y son descompuestos por los organismos vivos (Robert Lessard, 2010).

### **3.4.2. El alimento y la luz como reguladores de la población del suelo**

La mayoría de los animales son antifototrópicos, es decir, no les hace bien la presencia de la luz. Si el suelo está compactado y desnudo como ocurre muchas veces con el terreno agrícola, no hay donde refugiarse y por ello mueren, porque en su estado despigmentado no soportan la insolación directa. Vale decir que solo los micro y mesoanimales pigmentados que migran a la superficie del suelo, están protegidos de la exposición por algún tiempo (Primavesi, 1982).

Cada suelo tiene potencial energético específico, esta energía existe en forma de carbono, ya sea propia de la materia orgánica muerta, de animales muertos, o deyecciones de los animales bacterias o de micro o mesoanimales. El número y las especies de animales que pueblan el suelo son, por lo mismo determinadas en su mayor parte por la alimentación disponible, cuanto mayor sea la materia orgánica tanto más animales habrá que se alimenten de materia orgánica (Primavesi, 1982).

## IV MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

El estudio investigativo se realizó en el municipio de Estelí en las comunidades de La Libertad y Caña Florida. La comunidad La Libertad está ubicada a 6.45 km de la carretera panamericana norte con las coordenadas 13°, 16', 02.43" N y 86°, 23'30.43" E. (Anexo 1) y Caña Florida a 2.87 km de la carretera panamericana con las coordenadas 13°,15',49.39"N y 86°, 19', 36.20" O (Anexo 2). Presentan texturas de suelo medios a gruesos; como principal actividad económica la agricultura con frijol y maíz y en menor cantidad la siembra de cucurbitáceas.

### 4.2. Universo y muestra

El proyecto definió un universo de 44 productores, con un muestreo intencional de ocho productores; distribuidos en las comunidades. Los criterios de selección son: ser pequeños productores agrícolas, con al menos una manzana de terreno y dispuestos a colaborar. En la siguiente tabla se les muestra información de productores de ambas comunidades:

**Tabla 1. Información de fincas de productores incluidos en el estudio**

Comunidad	Nombre del productor	coordenadas		altura
		Latitud	Longitud	(msnm)
La Libertad	Erlinda peralta Rizo	565591	1468169	966.6
	Julio Peralta Olivas	565532	1468065	957.7
	Mario Antonio Talavera	565023	1467745	910
	Santos Gustavo Olivas Peralta	565430	1467362	1049.6
	Sara Amelia Peralta Olivas	565528	1468161	949.6
Caña Florida	Anselmo Ruiz Espino	571313	1467143	779.5
	Ramiro Cruz	571771	1466789	856.6
	Rigoberto Ruiz Espino	571612	1467143	830.4



### 4.3. Variables de estudio

**Tabla 2. Definición de variable con su operacionalización**

variable	Definición	Indicadores	medida de expresión	fuelle	Instrumento
Propiedades físicas	Conjunto de factores y procesos que ocurren dentro del suelo y en la superficie siendo importantes para el crecimiento de las plantas y el manejo de este modificando adecuadamente cada uno de los comportamientos y condiciones del cultivo.	Estructura Porosidad Coloración Color de moteado Compactación Profundidad Textura	<b>Escala</b> 0 = (pobre); 1 = (moderado); 2 = (bueno)  Clase textural, proporción de arcilla, limo, arena en el suelo	Parcela	Evaluación visual de suelo (EVS)    Análisis Físico de laboratorio
Humedad del suelo	Es la cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un terreno.	Contenido de agua en el suelo	$\%HG = \frac{PSH - PSS}{PSS} * 100$	Parcelas	Hoja de cálculo
pH	Medida de concentración de los iones de hidrógeno, variando entre un rango de 0 a 14, los valores por debajo 7 son ácidos, valores superiores a 7 son alcalinos.	pH en agua pH en KCl	Escala 0 a 14	Parcela	Análisis de laboratorio

<b>variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicadores</b>	<b>medida de expresión</b>	<b>fuerce</b>	<b>Instrumento</b>
Nutrientes químicos del suelo	Elementos esenciales para el desarrollo vegetal.	Macronutrientes (N, P, K, Mg, Ca, S) Micronutrientes (Fe, Zn, Mn, B, Co)	(%) $ppm \frac{meq}{100g}$	Parcela	Análisis de laboratorio
Materia orgánica	Es el producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte.	-	Porcentaje por peso de materia orgánica	Parcela	Análisis de laboratorio
Biomasa	Material orgánico que se encuentra en un área viva o muerta	-	Toneladas por hectárea	Parcela	Hoja de campo
Cobertura del suelo	Comprende todos los aspectos que hacen parte del recubrimiento de la superficie terrestre, de origen natural o cultural, que sean observados y permitan ser medidos	-	$\% \text{ cobertura suelo} = N^{\circ} \text{ nudos} \frac{* 100}{10}$ Escala 0 = (pobre); 1 = (moderado); 2 = (bueno)	Parcela	Hoja de campo  EVS

<b>variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicadores</b>	<b>medida de expresión</b>	<b>fuentes</b>	<b>Instrumento</b>
Macrofauna >2mm	Se refiere a las formas de vida animal de ancho menor a 2 mm	Nº de individuos >2mm de diámetro biomasa	Peso en gramos por unidad volumétrica de suelo Escala 0 = (pobre); 1 = (moderado); 2 = (bueno)	Parcelas	Hoja de Campo  EVS
Respiración de Suelo	Se define como la producción de CO <sub>2</sub> debido a dos procesos: la ruptura, u oxidación, de la materia orgánica rica en carbono por medio de los microorganismos del suelo.	1. mlCO <sub>2</sub> = (ml de HCl Blanco –ml de HCl titulación) *Normal HCl *22/24 hrs *2 ml CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /h	MgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> /hr	Parcela	Hoja de campo
Prácticas para la mejora de la calidad del suelo	Mejora de la productividad de los suelos y aguas en forma participativa y eficaz	Actividades Prácticas período	Participativa	Parcela	Matriz de planificación

#### **4.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

El estudio realizado es de serie de caso correspondiente a la técnica de observación, utilizando el método descriptivo cualitativo y cuantitativo. Para la investigación se utilizó un diseño de parcelas pareadas, con una de referencia con manejo tradicional (parcela testigo) y una parcela de estudio; donde se implementaron prácticas de agricultura de conservación. Se definieron dos parcelas por productor (parcela tradicional y de estudio), para un total de 16 parcelas, por lo que una de las primeras actividades fue la de delimitar cada una de las parcelas tanto testigo como de estudio tomando en cuenta que se trabajó con 1,000m<sup>2</sup> por cada parcela. Así mismo se realizaron escuelas de campo (ECAS), con los productores para el desarrollo de diversas actividades en cada una de las parcelas y la discusión e interacción en ellas misma para identificar los posibles resultados y estados en cuanto a la realización de las actividades de conservación.

##### **4.4.1 Toma de muestras de suelo**

Al iniciar este proyecto de investigación se pretendió tomar muestras de suelo de 15 puntos diferentes como mínimo en ambas parcelas de 1000 mts<sup>2</sup> posteriormente se homogenizaron y se realizó el método del cuarteo para el envío de estas muestras al Laboratorio La Quisa en el departamento de León, con el objetivo de determinar las propiedades físicas y químicas.

De igual manera, se utilizó la metodología de la Evaluación Visual del Suelo (EVS) o Valoración Visual del Suelo propuesta por (FAO, 2015), la que se basó en la observación visual de las propiedades de la tierra que indicaron la calidad que ésta posee: color, estructura, consistencia y porosidad. Estos indicadores tuvieron valores definidos en una escala de tres valores (0= pobre; 1 = moderado y 2 = bueno. También se evaluó la presencia de lombrices, siendo estos indicadores de abundancia, humedad y fertilidad de un buen suelo. (Anexo 1).

#### 4.4.2 Toma de datos sobre biomasa de rastrojos

Para determinarlo se delimitó un área de 1 m<sup>2</sup>, recolectando todo el material que se encontraba en esa área para luego pesarla. El material verde recolectado se llevó al laboratorio para ser secado a 75°C y se le sumó al peso del material seco. Se tomó tres datos por parcela en las zonas alta, media y baja (Espinoza, Indicadores de Suelo- Biologicos , 2014) recolectándolo dos veces, una al inicio y otra al final del estudio y registrado en una hoja de campo. (Anexo 4)

En el caso del % de la cobertura se utilizó el método de la cuerda de 5 metros se dividiéndolo con una cinta o masking tape cada 50 cm de largo realizando tres mediciones por parcela e igual que biomasa con dos mediciones durante realizó el estudio. Se estimó el porcentaje por la fórmula:

$$\% \text{ cobertura suelo} = \frac{N^{\circ} \text{ nudos}}{10} * 100$$

#### 4.4.3 Muestreo de la humedad del suelo

La humedad se midió obteniendo tres muestras de suelo por parcela en zonas altas, medias y bajas tanto convencional como con prácticas de conservación, realizando mediciones cada 2 meses durante el periodo inicial y luego mensual durante el segundo ciclo productivo. Se extrajeron muestras de suelo excavando con un palín a una profundidad de 0 a 30 cm (Anexo 5). La muestra se llevó a laboratorio para secarla al horno a una temperatura de 105°C por 24 horas (Espinoza, Indicadores de Suelo- Físicos, 2014).Luego se pesó y se utilizó la fórmula siguiente para determinar la humedad:

$$\%HG = \frac{PSH - PSS}{PSS} * 100$$

#### 4.4.4 Muestreo de macro fauna del suelo

El muestro de macro fauna se realizó en cada una de las parcelas tanto demostrativa como convencional con el objetivo de identificar posibles especies del suelo mayores de 2mm de longitud. Puede incluir lombrices, hormigas, miriápodos, larvas, entre otros (Anexo 6). Por cada una de las parcelas se recolectaron tres datos tomando zona baja, media y alta a una frecuencia de 3 mediciones durante el transcurso de la investigación.

Las mediciones se realizaron en cada una de las parcelas realizando calicatas con un monolito de suelo de 25x25x 30 cm de profundidad, luego el suelo recolectado se pasó por tamices de 5 mm y se procedió al conteo de las especies encontradas (Espinoza, 2014). En el caso de lombrices y las demás especies se consideró su peso.

#### **4.4.5 Toma de información sobre la respiración**

La respiración de suelo en parcelas de conservación se midió en dos momentos la primera medición se realizó a finales de noviembre de 2016 y la segunda a inicios del mes de mayo de 2017. La prueba se realizó por 24 horas. Se utilizó NaOH ya que presenta baja solubilidad en agua, lo que dificulta que en la solución se disponga de la masa estequiométrica requerida para la captura del CO<sub>2</sub>, el NaOH, después de reaccionar se produjo carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). El éxito de esta operación dependió en gran medida de la eficiencia del contacto entre el CO<sub>2</sub> y el hidróxido de sodio.

Se necesitaron cámaras de aire, una por muestra: tomando cubos de plástico de 5 litros con aproximadamente 18 cm de diámetro y 18,5 cm de altura, en donde se colocaron recipientes con NaOH, uno por muestra (pequeños recipientes de aproximadamente 9 cm de diámetro y una altura de 4 cm aproximadamente). Utilizando cualquier recipiente pequeño de plástico; sin embargo, para maximizar la absorción del CO<sub>2</sub>, la boca del recipiente del NaOH fue mayor que el 26% de la abertura de la cámara de aire un frasco con tapón para cada muestra uno o dos tableros planos de 30 por 30 cm, o más grandes. Seguido de la recolección de muestras se trasladó al laboratorio, en donde se estimó la cantidad de CO<sub>2</sub> por colorimetría con, fenolftaleína como indicador de color y HCl. Se cuantificó la cantidad de CO<sub>2</sub> absorbido por el NaOH. Con este dato se calculó la respiración del suelo como la tasa de producción de CO<sub>2</sub> por superficie durante un período de tiempo dado (Roberth Lessard, 2008).

#### **4.4.6 Establecimiento de las actividades y el plan de acción para el establecimiento y manejo de las parcelas**

Establecidas y definidas cada una de las parcelas con las medidas estipuladas de 1000 m<sup>2</sup> se realizó un diseño en las parcelas demostrativas propias de los objetivos del productor siempre dentro del rubro agrícola con sistemas agrícolas y la interacción de los cultivos en asocio así mismo se establecieron plantas leguminosas como fijadores de nitrógeno atmosférico que mejoren el suelo y sirvan como cobertura.

Para desarrollar las actividades del plan. 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 todas aquellas acciones orientadas a la conservación de suelos y agua que se desarrollarían en un periodo de cinco años.

#### **4.5. Procesamiento y análisis de datos**

Para el procesamiento de contenido se diseñó bases en Microsoft Excel para luego proceder al análisis de datos con el programa SPSS (Programa Estadístico para las Ciencias Sociales). Con las variables que fueron medidas en diferentes momentos se utilizó la prueba independiente T-Student para valorar y analizar la existencia de diferencias significativas entre ambas parcelas de estudio y testigo con un grado o p de valor de 0,5 así como una comparación de inicio y final durante el primer año esto realizado previo al análisis de normalidad de Kolmagorov Smirnov. En los casos de los datos no normales se aplicó la prueba no paramétrica Mann Whitney. Para determinar la relación de la respiración con las variables de humedad gravimétrica, cobertura y biomasa se utilizó la prueba de correlación de Spearman.

## **V RESULTADOS Y DISCUSION**

A través de los procesos realizados en el periodo 2016-2017, en cuanto a las prácticas de conservación de suelo en parcelas de granos básicos y el efecto de la reincorporación de rastrojos sobre la respiración, se realizó el levantamiento de datos en campo para valorar cada una de las variables propuestas, así mismo se involucró a cada uno de los productores de las comunidades de Caña Florida y La Libertad, fomentando la participación activa, retomando la metodología antes descrita, para efectuar cada uno de los objetivos establecidos por esta investigación.

### **5.1. Propiedades físicas y químicas del suelo**

Las plantas se nutren con los fertilizantes que hay en el suelo y los transforman en tejidos, flores, frutos y semillas; y cuando mueren, estos elementos son descompuestos por insectos y microorganismos del suelo y regresan a él como fertilizantes, lo cual facilita posteriormente su reciclaje por un nuevo cultivo. (Simone, 2005).

#### **5.1.1. Propiedades físicas del suelo**

De acuerdo a Jaramillo F. (2002) debe haber un equilibrio entre las fases del suelo; lo ideal es que se presente espacio poroso para el agua y el aire. Teniendo en cuenta la investigación realizada sobre los principales indicadores de las propiedades físicas del suelo (Anexo 3), la porosidad y la estructura son las propiedades que tienen un mayor valor. Al revisar los datos considerando ambas comunidades, se observa que son diferentes, en la comunidad de Caña Florida (P1, P5, P6) se muestran las mejores condiciones, ejerciendo sobre el medio físico del suelo una adecuada fertilidad.

Es de tener en cuenta que, no sólo se requiere estar cerca de la composición ideal, sino que, además, los diferentes componentes deben estar distribuidos equilibradamente en el espacio; de acuerdo con el medio físico del suelo que pueda idealizarse con estrategias y obras de conservación en donde se desarrollen actividades en pro de la protección y



restitución de suelo, retención de humedad con la reincorporación de rastrojos, que faciliten la descomposición de la materia aportando mayor contenido de materia orgánica y el resurgimiento de macrofauna >2mm.

**Tabla 3. Evaluación visual de suelo de las parcelas en estudio**

Aspecto del suelo	Puntaje máximo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Estructura	6	6	4	3	3	6	6	3	3
Porosidad	4	4	4	2	4	4	4	2	4
Coloración	4	2	0	4	2	2	4	2	4
Color de moteado	2	1	0	0	0	1	1	2	2
Conteo de lombrices	4	0	0	1	1	0	0	0	0
Compactación	2	1	2	6	3	1	2	1	1
Cobertura	6	3	0	6	3	3	3	6	3
Profundidad	6	3	6	1	2	3	6	3	6
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>23</b>

P1.....P8; Corresponde al código de cada productor (Anexo 10)

Tomando en consideración los datos obtenidos de los análisis de suelo (Anexo 8) se observa que respecto de la clase textural, los suelos son clasificados como francos con moderado contenido de arena con rangos que oscilan de 34.80 a 69.16 % de arena y 15.08 a 32.72 % de limo indicativo que es un suelo franco arenoso teniendo mayor prevalencia en ambas comunidades.

Este tipo de textura de suelo es idóneo para las parcelas dedicadas a granos básicos debido al potencial adaptativo de éstos, permitiendo la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición; tal fue el caso del establecimiento de los cultivos de maíz, frijol y abonos verdes en las parcelas ASA, proporcionando la estabilidad a dichos cultivos. Esto se complementa con un manejo

adecuado con las técnicas culturales que se realizaron en las parcelas orientadas a la conservación del suelo (Rucks F., Garcia, Kaplan, & Ponce, 2004).

La densidad aparente ha sido una propiedad del suelo ampliamente utilizada por la agricultura, relacionada con las prácticas de manejo de suelo siendo una de las características que tienen un mayor grado de influencia sobre la productividad de los cultivos, debido a su estrecha relación con otras propiedades de este (Alveiro Salamanca Jiménez., 2006).

En la tabla 4, también se observa que los valores de densidad aparente del suelo están bajos en aquellas parcelas de suelos francos arenosos ( $1.04 - 1.32 \text{ gr/cm}^3$ ), en comparación a dos parcelas que poseen un suelo franco arcilloso con valores establecidos ( $1.26 - 1.28 \text{ gr/cm}^3$ ). Los valores óptimos esperados es de  $1.50 - 1.70 \text{ Mg m}^3$  y de  $1.00 - 1.30 \text{ Mg m}^3$ ; para suelos franco arenosos y franco arcillosos, respectivamente. Es de tener en cuenta que la densidad aparente depende en gran manera de la textura de los suelos para que se dé el desarrollo de las raíces de los cultivos; así mismo, depende de la rigidez y porosidad para el crecimiento y producción del cultivo (Schargel, 1990).

Las relaciones que ocurren en las parcelas ASA en estudio en cuanto a suelo-planta, están determinadas por las propiedades físicas como textura, estructura, densidad aparente y porosidad, las que influyen en el grado de desarrollo radicular del cultivo y en su productividad, ya que se han desarrollado actividades de asocio de cultivos, incorporación de rastrojos y cultivos de cobertura. Esto lo explica Rojas (2012), afirmando que la productividad se ve afectada por la textura del suelo y el contenido de materia orgánica; variando estacionalmente por efecto de labranzas y la humedad del suelo sobre todo en los suelos con arcillas expandentes.

**Tabla 4. Resultados de Condición de textura y densidad aparente**

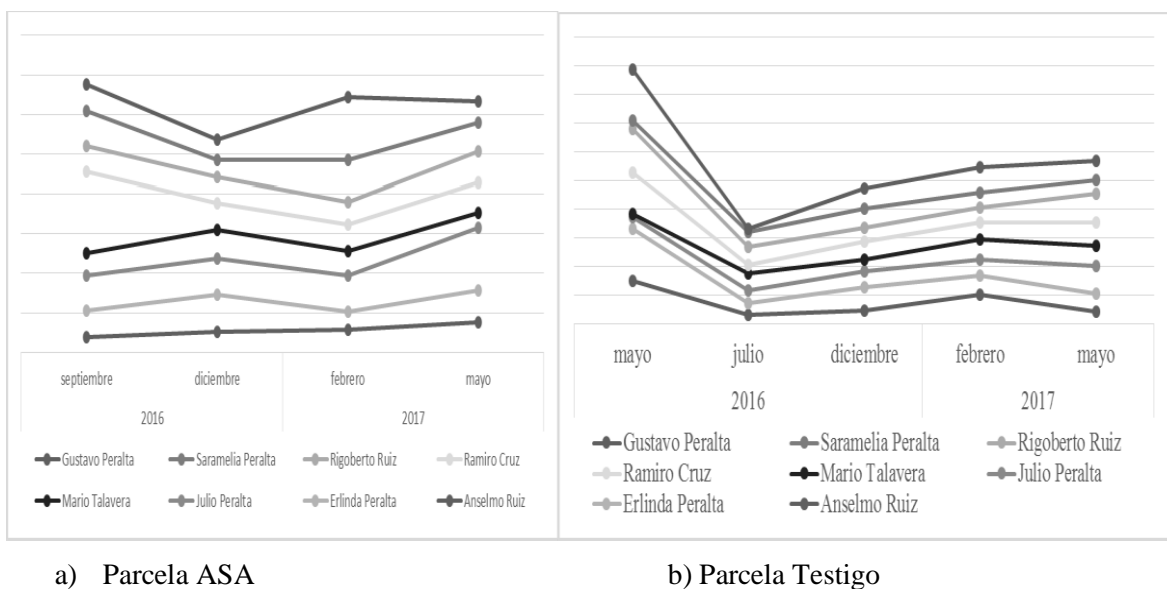
Comunidad	Productor	Densidad Aparente gr/cm <sup>3</sup>	%	%	%	Condición de la textura
			Arena	Limo	Arcilla	
La Libertad	Erlinda Peralta	1.32	53.52	29.28	17.2	Franco Arenoso
	Julio Peralta	1.28	40.8	28.72	30.48	Franco Arcilloso
	Mario Talavera	1.04	66.8	21.08	12.12	Franco Arenoso
	Santos Gustavo Peralta	1.22	47.16	29.08	23.76	Franco
	Saramelia Peralta	1.14	67.16	19.08	13.76	Franco Arenoso
Caña Florida	Anselmo Ruiz	1.26	34.8	32.72	32.48	Franco Arcilloso
	Ramiro Cruz	1.29	69.16	15.08	15.76	Franco Arenoso
	Rigoberto Ruiz	1.28	59.8	24.44	15.76	Franco Arenoso

Para la variable Humedad gravimétrica, según la prueba paramétrica Mann Whitney refleja que los tratamientos en estudio (ASA y testigo), tienen diferencias en donde refleja que a mayor contenido de cobertura y biomasa existirá mayor retención de humedad determinando el contenido de este en el suelo.

En la figura 1 se denotan las variaciones que poseen cada una de las parcelas de los productores en cuanto a humedad gravimétrica con la línea de tendencia por parcela y mes de toma de datos, en donde se observa la variabilidad de datos mostrando inferioridad en cuanto a las parcelas testigo, destacando contenidos de humedad con uniformidad en parcelas ASA tanto en productores de La Libertad como Caña Florida en donde productores como Julio Peralta y Rigoberto Ruiz.

En dichas parcelas mantienen la línea de tendencia desde septiembre 2016 a febrero 2017, mostrando una leve elevación en mayo 2017, sin manifestaciones drásticas de acrecentamiento de humedad en estas teniendo en consideración todas las practicas de

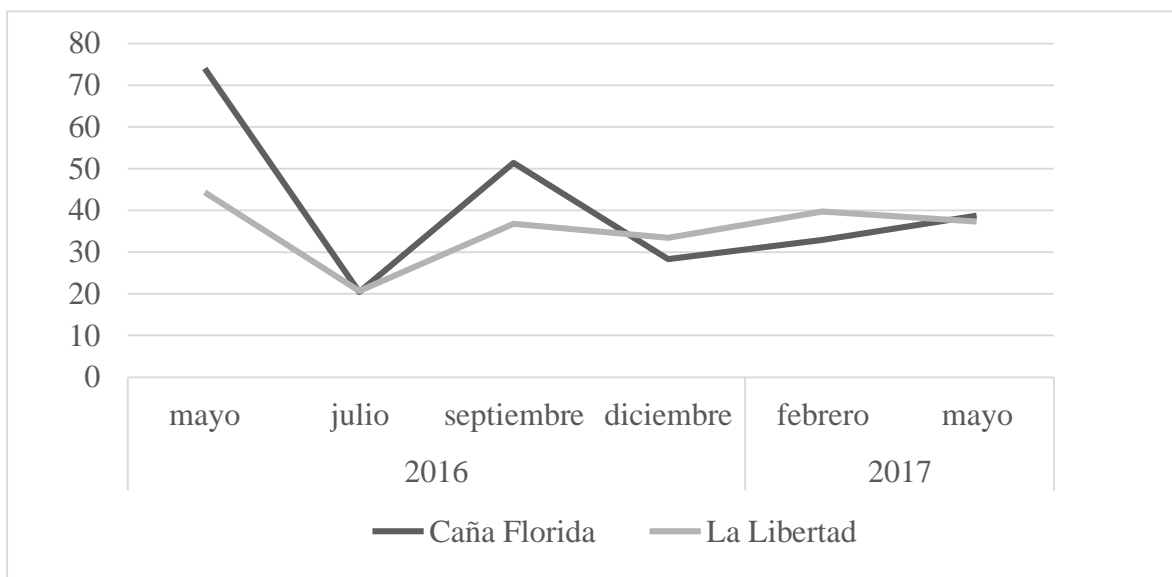
conservación que se han realizado en el transcurso en las parcelas tanto como la reincorporación de rastrojos como cultivos de cobertura de maíz como frijol.



**Figura 1. Tendencia de humedad por mes para las parcelas en estudio**

Las variaciones referentes a humedad en los periodos 2016 y 2017 se observan en la figura.2 el efecto del laboreo ha provocado cambios que han favorecido a la retención a partir de los valores de humedad se observó que, durante el periodo de los meses de mayo y septiembre más concretamente existió un acrecentamiento considerable a lo que refiere la comunidad de Caña Florida prevaleciendo sobre los valores de La Libertad en la zona más superficial.

Se interpreta que la disminución del contenido de humedad del suelo repercute en la cantidad de agua disponible para la planta, afectándola directamente debido a su valor protector durante la sequía, prevaleciendo incluso sobre niveles intracelulares bajos de CO<sub>2</sub> y sobre la luz intensa el almacenamiento de agua en las plantas siendo limitada por lo que disminuye el gradiente de potencial entre la planta y suelo debido a esto se debe de tener en consideración todas las prácticas destinadas a conservación de suelo que garantice la efectividad de almacenamiento de humedad por más tiempo en las parcelas de estudio creando las condiciones necesarias para los efectos positivos (Hasiato, 1990).



**Figura 2. Humedad gravimétrica global por comunidad**

Con respecto de la variable de humedad realizando la prueba t por parcelas y productores en diferentes periodos de 2016 a 2017, según los datos reflejados en la tabla 5 se observan que en el mes de mayo de 2016 presentó los valores más altos en términos generales en las parcelas de ambas comunidades por la época de lluvia y un descenso considerable en el mes de julio, tomando en consideración el inicio de este trabajo investigativo. Teniendo en su mayoría suelos descubiertos como consecuencia de esto una mayor capacidad para perder su humedad; en cambio, los suelos cubiertos, además de tener mayor capacidad de conservar la humedad, también tienen mayor capacidad para fijar el nitrógeno y mayor capacidad para descomponer la materia orgánica.

En el mes de diciembre se realizó la separación de las parcelas ASA y testigo en donde 3 de las parcelas correspondientes a los productores Saramelia Peralta, Julio Peralta y Santos Gustavo mostraron diferencia significativa estadísticamente, dentro de la parcela ASA con diferencias de 6 a 10 % de aumento de humedad en comparación a la parcela testigo, cabe mencionar que en este transcurso ya se habían establecido las prácticas de conservación y la delimitación de las parcelas, proporcionando mayor cobertura al suelo mediante la reincorporación rastrojos por ende mayor retención de humedad.

En la utilización de la práctica de reincorporación de rastrojos y cultivos de cobertura, presentó poco efecto en cuanto a la retención de humedad en el mes de febrero en donde solo una de las ocho parcelas muestra diferencia significativa. Cabe destacar que ésta es perteneciente a uno de los productores de la comunidad Caña Florida en donde anteriormente ya se habían iniciado estas prácticas.

Con respecto a los demás productores, es de tomar en cuenta que en esa etapa de estudio no se dejó la mayor cantidad de rastrojos debido a los ciclos del cultivo y la degradación de estos rastrojos fue acelerada por ende se realizó el proceso de degradación natural y no fue la cantidad suficiente para la retención de humedad por más tiempo.

**Tabla 5. Prueba t Para humedad gravimétrica por parcela.**

Productor	Mes/año	2106			2017		
		Mayo	Julio	Septiembre	Diciembre	Febrero	Mayo
<b>Anselmo Ruiz</b>	Asa	s/d	s/d	s/d	26.24	29.09	37.43
	Testigo	14.92	26.28	44.41	22.47	50.18	45.34
	P-valor				0.674	0.4449	0.771
<b>Rigoberto Ruiz</b>	Asa	s/d	s/d	s/d	31.80	29.09	38.85
	Testigo	83.01	30.46	32.38	24.38	25.74	50.07
	P-valor				0.3754	0.0098	0.1544
<b>Ramiro Cruz</b>	Asa	s/d	s/d	s/d	33.71	33.54	37.56
	Testigo	71.28	15.22	102.87	31.26	29.77	41.29
	P-valor				0.8605	0.5410	0.8711
<b>Erlinda peralta</b>	Asa	s/d	s/d	s/d	47.120	23.07	41.040
	Testigo	90.480	19.530	34.57	40.950	33.03	30.540
	P-valor				0.4645	0.4864	0.5936
<b>Gustavo peralta</b>	Asa	s/d	s/d	s/d	24.580	79.140	25.810
	Testigo	89.100	5.270	33.27	36.330	44.250	34.220
	P-valor				0.0284	0.1424	0.6275

Productor	Mes/año	2106				2017	
		Mayo	Julio	Septiembre	Diciembre	Febrero	Mayo
<b>Julio peralta</b>	Asa	s/d	s/d	s/d	44.97	44.86	79.53
	Testigo	21.38	22.63	43.43	28.01	29.63	48.15
	P-valor				0.0204	0.1529	0.5599
<b>Mario Talavera</b>	Asa	s/d	s/d	s/d	36.35	30.68	18.47
	Testigo	5.74	30.10	28.4	21.33	33.94	35.75
	P-valor				0.3198	0.7764	0.2167
<b>Saramelia Peralta</b>	Asa	s/d	s/d	s/d	22.22	52.23	37.34
	Testigo	14.92	26.28	44.41	31.87	56.71	26.71
	P-valor				0.0392	0.2160	0.5803

s/d: Sin datos. En este periodo la parcela ASA no estaba delimitada

### 5.1.2. Propiedades químicas del suelo

Con relación a los macronutrientes del suelo, Roca-Fernández (2000) describe que los macro y micronutrientes son elementos necesarios en cantidades relativamente abundantes para asegurar el crecimiento y supervivencia de las plantas. Los datos pertenecientes a los resultados provenientes del análisis químicos en la capa arable (0-20 cm) reflejaron la falta de disponibilidad de algunos nutrientes para los cultivos de maíz y frijol presentando deficiencia de nitrógeno (N), zinc (Z) y azufre (S), respecto de los valores de referencia establecidos por el laboratorio donde se realizaron los análisis de suelo (Anexo 3).

Una de las principales circunstancias por las que se reflejan las deficiencias de estos elementos en las parcelas es el deterioro debido a la intensificación en el uso agrícola continuo y a la falta de una adecuada reposición de los nutrimentos que los cultivos en los sistemas de producción. Este problema se fue agravando aún más en los últimos 10 años debido al incremento de la superficie destinada a la agricultura y al de las producciones unitarias de los diferentes cultivos (Fontanetto, 2003).

Distintos trabajos de investigación demostraron la importancia del nitrógeno (N), el fósforo (P) y el azufre (S) sobre la producción el maíz y frijol así mismo, sobre el efecto residual de los mismos para la satisfacción de las demandas de nutrientes de los cultivos en donde no se han priorizado la aplicación de nutrientes que realmente demande el cultivo para la secuencia elegida y no para cada cultivo por separado (Sheila J., 2013).

**Tabla 6. Macro y micronutrientes por parcela (resultado de análisis de suelo)**

**Macronutrientes**

<b>Co. Parcela</b>	<b>P (ppm)</b>	<b>K (meq/100ml)</b>	<b>Ca (meq/100ml)</b>	<b>Mg (meq/100ml)</b>	<b>S (ppm)</b>
p1 Anselmo Ruiz	76.3A	1.471A	30.309A	7.1M	4.5B
p2 Erlinda Peralta	16.1M	1.051A	22.258A	8.768M	3.4B
p3 Julio Olivas	12.3M	0.928A	24.921A	10.075M	7.2B
p4 Mario Talavera	21A	1.104A	17.495A	5.831M	9.7B
p5 Ramiro Cruz	11.8B	1.262A	31.082A	9.629M	11.4B
p6 Rigoberto Ruiz	14.1M	1.288A	33.761A	10.989A	3.5B
p7 Santos Gustavo Peralta	8B	0.752A	21.51A	8.736M	10.6B
p8 Saramelia Peralta	15.8M	1.238A	27.19A	12.361A	8.3B

**Micronutrientes**

<b>Co. Parcela</b>	<b>Fe (ppm)</b>	<b>Cu (ppm)</b>	<b>Zn (ppm)</b>	<b>Mn (ppm)</b>	<b>B (ppm)</b>
p1 Anselmo Ruiz	60.7M	6.8M	3.4M	24.9M	0.4M
p2 Erlinda Peralta	85.1M	4.1M	1.7B	18.1M	0.4M
p3 Julio Olivas	83.9M	4.6M	2.3B	22.2M	0.5M
p4 Mario Talavera	107.4A	1B	1.4B	26.3M	0.7A
p5 Ramiro Cruz	78.3M	4.3M	1.9B	27.6M	0.7A
p6 Rigoberto Ruiz	60.5M	4.9M	0.5B	19.7M	0.3M
p7 Santos Gustavo Peralta	82.2M	8.1M	3.8M	22.4M	0.4M
p8 Saramelia Peralta	80.4M	4.1M	2.7B	21M	0.8M



Con relación al pH Esteban (2013) explica que varía entre 0 y 14, correspondiendo la neutralidad a un pH 7; los suelos medianamente ácidos presentan un pH de 5 a 6; los suelos muy ácidos tienen un pH inferior a 5. Al respecto, según el análisis de pH en agua, se observa que la mayoría de las parcelas estudiadas se clasifican como suelos medianamente ácidos con pH entre 5.7 a 6. Los resultados para pH en KCl, todas las parcelas con excepción de una, son similares con valores inferiores a 6; en donde los pH más idóneos para el cultivo de frijol y maíz varían de 6.5 y 7.5 en frijol y en maíz 6 y 7.2 (Alberts, 1994).

Con respecto a las relaciones catiónicas, en ambas comunidades se encontró que la mayoría de las parcelas presentan los cationes en balances adecuados, con excepción de los productores Erlinda Peralta, Santos Gustavo y Saramelia Peralta de la comunidad La Libertad, presentando un desbalance de las relaciones catiónicas por posible falta de fertilizaciones amoniacales.

En lo que respecta de Ca+Mg/K, se encuentra en los niveles adecuados para las parcelas de los productores, a pesar de que los cationes K y Ca están en concentraciones altas (tabla anterior); sin embargo, la parcela de Rigoberto Ruiz presenta un nivel mayor a 40 lo que indica limitantes de la relación con el Potasio. Para este caso, aunque es difícil corregir este desbalance catiónico, porque no existe una recomendación acertada (Martínez, S.F.); se pudiera recomendar el uso de una fuente de Mg.

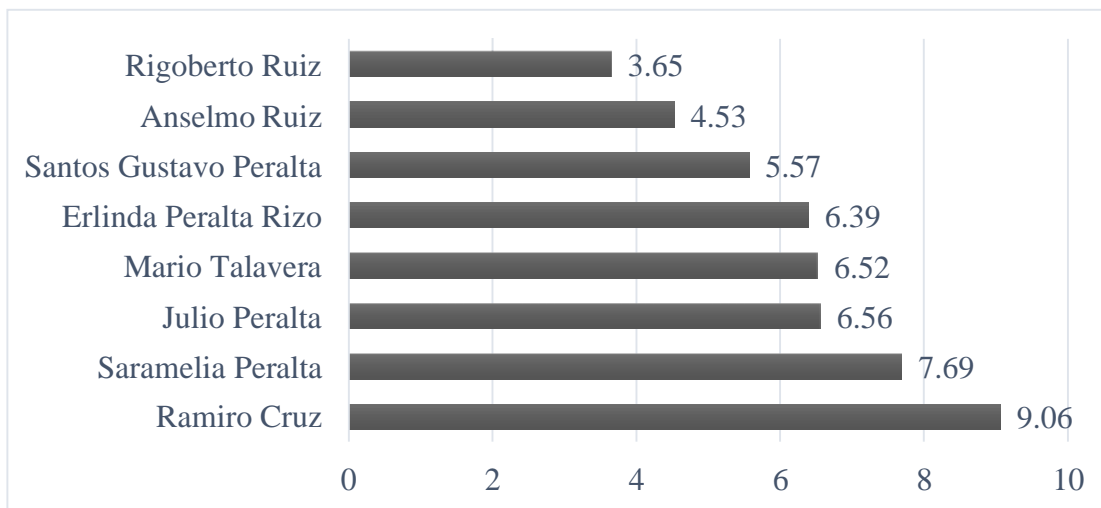
**Tabla 7. pH en (KCL) por parcela resultado de análisis de suelo**

Productor	Escala	Escala	Relación catiónica			
	pH en Agua	pH en KCL 1N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
Anselmo Ruiz	7	6.1	4.27	20.60	4.83	35.14
Erlinda Peralta	6.1	5.8	2.54	21.18	8.34	30.60
Julio Peralta	6	5.6	2.47	26.85	10.86	35.78
Mario Talavera	5.9	5.8	3.00	15.85	5.28	22.78
Ramiro Cruz	6	5.6	3.23	24.63	7.63	38.71
Rigoberto Ruiz	6.8	5.8	3.07	26.21	8.53	42.29

Productor	Escala	Escala	Relación catiónica			
	pH en Agua	pH en KCL 1N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
Santos Gustavo Peralta	5.7	5.3	2.46	28.60	11.62	33.13
Saramelia Peralta	6.0	5.7	2.20	21.96	9.98	37.17

Otro aspecto estudiado son los referidos a los contenidos de materia orgánica, los cuales descienden con la profundidad y un valor será alto o bajo según el tipo de suelo (Esteban, 2013). Los resultados de la figura 4 indica que la P5 presentó el valor más alto con un porcentaje de 9.06 y p6 los datos más bajos con un porcentaje de 3. 65 ambos casos de la comunidad de Caña Florida. El resto de las parcelas presentan valores adecuados paramateria orgánica. En términos generales se puede señalar que una buena condición en el suelo está relacionada con un alto contenido de materia orgánica ya que se relaciona en gran manera con la profundidad y tipo de suelo que éste posea (Anexo 7).

Según Alberto Otiniano (2006), la materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos, la descomposición de la materia transforma sus componentes en derivados inorgánicos, liberando apreciables cantidades nutrientes mayores y menores en forma gradual y muy aprovechable para las plantas. Por eso las prácticas de conservación que se aplican en las parcelas deben contribuir con este parámetro.



**Figura 3. Contenido de Materia Orgánica por parcela**

### **5.1.3. Propiedades biológicas del suelo**

La macrofauna actúa como agentes determinantes en la fertilidad del suelo y por ende el funcionamiento del sistema edáfico. Debido a la susceptibilidad y rápida repuesta ante los cambios en la cobertura, la transformación de la vegetación, el comportamiento ante las distintas variabilidades ambientales son los principales indicadores de la calidad del suelo, en relación a las palabras de (Grisel Cabrera1, 2011)

Se realizó un estudio visual del suelo (anexo3), en el cual se notó la diversidad de macrofauna presente, en el código P3 y P4 se hace notar la diversidad existente de macrofauna en ambas parcelas a estudio en donde de 8 productores en la etapa inicial solo 2 de estos se encontró diferencia principalmente de Lumbricidae (Sp1 Ind>2mm) las cuales son uno de los principales indicadores del estado del suelo.

A partir de las prácticas realizadas con la reincorporación de rastrojos y los cultivos de cobertura existió mayor cantidad y desarrollo de ambas especies de acuerdo con la abundancia de las (Sp2Ind>2mm) mostrando una mayor presencia como es caso de coleóptera reflejados en la tabla.8 en donde se muestran los datos relevantes y la comparación tanto de la parcela ASA como testigo observando la diferencia de ambas. Teniendo en consideración que las 8 parcelas ASA tienen mayor cantidad de especies en comparación a la parcela convencional.

Cabe señalar que la macrofauna del suelo interviene en los procesos de infiltración, aireación e incorporación de materia orgánica en el suelo, y las condiciones biológicas del suelo se ven alteradas cuando existe un uso continuo de agroquímicos o el suelo es arado. Los macro invertebrados del suelo, organismos cuyo ancho es  $> 2$  mm, conocidos como macrofauna, intervienen en distintos procesos: en la agregación y estructura del suelo, en la textura y consistencia del suelo, en el movimiento y la retención del agua. Las lombrices representaron del 10 al 40% de la biomasa de los macro invertebrados en los ecosistemas, mientras que, en los agros ecosistemas, las lombrices representaron del 60 al 80%. La actividad de los macro invertebrados se ve afectada por la sequía y el calor. La falta de

cobertura vegetal puede inducir ambos factores, las plantas y los desechos orgánicos proveen los hábitats de los organismos del suelo (Esperanza Huerta Lwanga1., 2008).

**Tabla 8. Descriptiva variable de macrofauna por parcela**

<b>Código</b>	<b>Parcela</b>	<b>IndSp1</b>	<b>Sp1(Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>IndSp2</b>	<b>Sp2(Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>P1</b>	ASA	0.167	0.000	0.000	0.000
	Testigo	1.833	0.006	1.833	0.004
<b>P2</b>	ASA	1.667	0.556	0.000	0.000
	Testigo	0.667	0.015	0.667	0.005
<b>P3</b>	ASA	2.000	0.018	0.333	0.006
	Testigo	0.167	0.067	0.000	0.000
<b>P4</b>	ASA	1.333	0.013	4.000	0.080
	Testigo	0.333	0.033	2.167	0.071
<b>P5</b>	ASA	0.667	0.013	4.000	0.080
	Testigo	1.333	0.003	2.167	0.071
<b>P6</b>	ASA	1.333	0.167	0.667	0.006
	Testigo	0.667	0.033	1.333	0.215
<b>P7</b>	ASA	1.33	0.003	15.33	0.063
	Testigo	0.667	0.065	0.000	0.000
<b>P8</b>	ASA	1.000	0.006	5.667	0.123
	Testigo	0.333	0.001	11.333	0.061

## 5.2. Cobertura del suelo

Según Alberts (1994) la presencia de residuos de cosecha sobre el suelo aumenta la interceptación de lluvia, evitando el golpe de las gotas directamente sobre él; incrementando el tiempo requerido para que empiece a presentarse escorrentía; al mismo tiempo, disminuye la compactación, la cantidad de sedimentos y la erosión.

Enfatizando la investigación realizada en torno a la utilización de residuos de cosecha de granos básicos (maíz y frijol) e incorporación de las plantas como abonos verdes, de acuerdo a la prueba de Mann Whitney, la variable cobertura presenta una semejanza por parte de ambos tratamientos en donde refleja que a mayor contenido de cobertura de suelo existe una relación con cambios en el microambiente edáfico provocados por las prácticas de manejo que se implementaron para mantener aquellas actividades agrícolas.

En la tabla presentada existe una descripción en donde especifica las similitudes en cuanto a las comunidades de estudio como lo es Caña Florida y La Libertad valorando diversos aspectos como la distancia entre cada una de ellas el tipo de terreno, suelo, altitud y latitud se vieron dominadas por la cobertura, la incorporación de residuos de cosecha, reduciendo considerablemente los efectos tangibles dejando un suelo vulnerable a los impactos de la lluvia, por ende escorrentía y erosión.

**Tabla 9. Mann Whitney para la variable de cobertura de suelo (%)**

<b>Prueba</b>	<b>Valores</b>
U de Mann-Whitney	573.500
W de Wilcoxon	873.500
Z	-.030
Sig. asintótica (bilateral)	.976

Starr.G.C (2005) plantea que el conocimiento directo y continuo de la variaciones espacio temporal del agua en el suelo resulta de gran valor para las técnicas relacionadas con la agricultura de precisión en general, y el manejo del agua en particular.

Los datos obtenidos corroboran el hecho de que, las diferencias significativas en cada uno de los indicadores a estudio son influenciadas por los tratamientos ASA, calculadas a partir de los datos de humedad obtenidos mediante los tratamientos concentrados en diferentes periodos y en los primeros centímetros del perfil de suelo. Otra cuestión importante dentro

de la correlación del estudio el porcentaje de cobertura de suelo y materia seca está influenciada considerablemente por la humedad gravimétrica.

Si bien es cierto tanto la cobertura del suelo como la materia seca están influenciadas por la humedad en donde los datos expresados en esta tabla basados en la prueba no paramétrica muestran correlación por los indicadores a estudio en ciertas parcelas como lo fueron la de Anselmo Ruiz, Gustavo Peralta, Rigoberto Ruiz Y Julio Peralta pertenecientes a ambas comunidades. En otras palabras, hay una relación directa de la materia seca con la humedad gravimétrica influyendo en todos los indicadores globales en los tratamientos, por ende, la materia seca por si sola al igual que la cobertura de suelo no tiene ningún efecto en cuanto a la humedad.

**Tabla 10. Correlaciones entre la humedad gravimétrica con materia seca y cobertura de suelo por productor**

<b>Productor</b>	<b>Materia seca</b>	<b>Cobertura suelo (%)</b>
Anselmo Ruiz	1.000**	-1.000**
Gustavo Peralta	1.000**	-.500
Julio Peralta	-1.000**	.866

\*\*La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

### **5.3. Respiración del suelo**

A lo que refiere la variable de respiración de suelo uno de los factores a considerar sobre esta en los tratamientos de estudio son las prácticas convencionales usadas en años anteriores para el manejo de sus parcelas cultivadas, ya que estos usaban insecticidas, herbicidas para el control de maleza y plagas de manera indiscriminada, el uso excesivo causa efectos secundarios uno de los principales por el cual está ligada la respiración del suelo es la pérdida de la fauna del suelo o microorganismos descomponedores, factores que contribuyeron a la disminución en la tasa de respiración de suelo en la M1 expresados en la

tabla de muestras independientes reflejan la diferencia en cuanto al primer momento y al segundo, aumentando la liberación de CO<sub>2</sub> en todas las parcelas en la segunda toma.

La estimación del alto desprendimiento de respiración de suelo de CO<sub>2</sub> en el segundo momento estuvo relacionada al cambio de prácticas que por tradición optaban los productores a realizar en las parcelas a ASA, iniciando con la erradicación del uso excesivo de químicos, no quemar, reincorporación de rastrojos, utilizando cultivos de cobertura en donde la actividad microbiana y biológica proporcionando un ambiente favorable para los microorganismos y macrofauna del suelo, por esta razón conlleva a mayor presencia de los antes mencionados en el suelo. Cabe mencionar que los microorganismos respiran constantemente y la tasa de respiración es un índice confiable de la tasa de crecimiento de esto.

**Tabla 11. Prueba T para la respiración de suelo muestras independientes (CO<sub>2</sub> m<sup>2</sup>)**

<b>Productor</b>	<b>Código</b>	<b>F</b>	<b>Sig</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Media</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>
Anselmo Ruiz	M1	6.809	0.018	1.329	18	107.78	0.200
	M2	0.074	0.789	0.991	18	126.24	0.335
Erlinda Peralta	M1	0.160	0.694	-1.647	18	101.82	0.117
	M2	4.278	0.530	1.632	18	142.00	0.120
Julio Peralta	M1	0.227	0.605	0.866	18	70.86	0.398
	M2	7.472	0.014	0.210	18	10.71	0.836
Mario Talavera	M1	0.675	0.422	-0.573	18	59.54	0.574
	M2	0.448	0.512	-0.189	18	13.69	0.852
Ramiro Cruz	M1	0.030	0.836	0.304	18	20.84	0.765
	M2	0.530	0.487	1.058	18	108.37	0.304
Rigoberto Ruiz	M1	0.416	0.527	-2.840	18	240.57	0.011
	M2	2.894	0.106	-4.534	18	594.28	0.000

<b>Productor</b>	<b>Código</b>	<b>F</b>	<b>Sig</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Media</b>	<b>Sig.</b>
Santos Gustavo	M1	0.079	0.781	-1.475	18	164.94	0.158
	M2	3.571	0.075	-0.021	18	1.78	0.983
Saramelia Peralta	M1	1.622	0.219	0.126	18	8.33	0.901
	M2	0.335	0.570	-1.109	18	82.77	0.282

M1: Momento, M2: momento 2.

La principal causa de la absorción de O<sub>2</sub> y producción de CO<sub>2</sub> en los suelos es la respiración por las raíces de las plantas y microorganismos. La velocidad de respiración está controlada por condiciones tales como la temperatura, suministro de agua y tipo y cantidad de tejido respiratorio.

En relación con las condiciones hídricas del suelo en la parcelas ASA las que más presentaron co-dependencia de la humedad para mayor liberación de tasa de respiración son los productores Erlinda Peralta (0.662<sup>\*\*</sup>) y Ramiro Cruz (0.542<sup>\*</sup>), reflejando datos significativos en cuanto a la correlación, en donde se interpreta que a mayor contenido de humedad mayor desprendimiento de dióxido de carbono, dándose con esto una mayor actividad microbiana y biológica de estos suelos. El efecto del cultivo en el aumento del consumo de O<sub>2</sub> se debe en parte a los microorganismos asociados a las superficies radiculares a consecuencia de la implementación de nuevas prácticas en las parcelas (Rucks F., Garcia, Kaplan, & Ponce, 2004).

**Tabla 12. Correlación entre la respiración M1 y M2 con humedad gravimétrica**

<b>Productor</b>	<b>Humedad Gravimétrica %</b>
Erlinda Peralta	0.662 <sup>**</sup>
Ramiro Cruz	0.542 <sup>*</sup>

<sup>\*\*</sup>La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)

<sup>\*</sup> La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)



En la siguiente tabla se muestran los datos correlacionados entre la respiración M1 y M2 y la influencia que tiene la materia seca y cobertura sobre ésta de manera global; en donde se hace notar que de ocho productores a estudio de ambas comunidades, estadísticamente solo en tres de ellos se encuentra relación entre las variables, presentando mayor correlación La Libertad con cobertura de suelo debido a la selección de prácticas de conservación, teniendo una estrecha relación la materia seca para que se dé el desprendimiento de dióxido de carbono y se eleve la tasa de respiración tanto del suelo como la de las raíces, considerando todos aquellos aspectos que desvían la uniformidad en cuanto a la toma de datos de respiración, teniendo en consideración la fuerte influencia de la humedad gravimétrica en la cobertura y la materia seca.

Entre mayor sea la cantidad distribuida de rastrojos en las parcelas a estudio mayor será el incremento de la agregación del suelo y la estabilidad de los agregados, por ende mayor respiración ligada a la humedad en cuanto a la capacidad de retención de esta en el suelo.

**Tabla 13. Correlación entre la variables Respiración de suelo M1 y M2 con las variables Humedad Gravimétrica y Cobertura**

<b>Productor</b>	<b>Humedad Gravimétrica %</b>	<b>Cobertura de Suelo %</b>
Mario Talavera	0.062	0.739**
Erlinda Peralta	0.662**	0.598**
Julio Peralta	-0.026	0.639**

\*\*La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)

\* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

#### **5.4. Prácticas de conservación del suelo de forma participativa que mejoren los parámetros de calidad del suelo.**

Los sistemas de manejo de suelos no deben causar impactos perjudiciales sobre el ambiente, o sea sobre la vida humana y animal, la tierra, el agua y la atmósfera. Deberían

evitar el uso de pesticidas tóxicos que afectan seriamente la salud que pueden causar la muerte de los seres vivos, y que contaminan los suelos causando reducciones en las poblaciones, diversidad y actividad de la fauna y vida microbológica de los suelos.

Para seleccionar los sistemas de manejo de suelo, el agricultor, junto con facilitadores, tiene que identificar los factores edafológicos, climáticos, ambientales, y socioeconómicos que más limitan la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de producción (FAO, 1997). Las prácticas seleccionadas se presentan a continuación:

- Relación entre la labranza del suelo y las características físicas de los suelos y viceversa
- Ejecución participativa de los planes de acción.
  
- Cobertura de rastrojos y distribución uniforme de rastrojo sobre la parcela

En esta situación la cobertura que está en contacto con el suelo, es muy importante, más un que la cobertura aérea; lo cual deberá de estar uniformemente sobre el terreno. Uno de los beneficio de tener la cobertura de contacto no solamente disipa la energía de las gotas de lluvia, sino que también reduce la velocidad de la escorrentía, y consecuentemente las pérdidas de suelo por un menor transporte de partículas. El aumento en el contenido de materia orgánica del suelo mejora la resistencia de los agregados a la erosión teniendo en cuenta que estos son terrenos con una pendiente pronunciada.

- Identificación de condiciones adversas nutricionales

Es muy importante identificar la presencia de problemas nutricionales en los suelos como el primer paso en la estrategia de la formulación de sistemas de manejo de suelos. Si el crecimiento de los cultivos está limitado por un factor nutricional no es posible mantener los cultivos ni los suelos en buenas condiciones. Una herramienta importante que se debería utilizar con más frecuencia para identificar deficiencias nutricionales, junto con el análisis de suelo, Para poder interpretar correctamente los análisis foliares es imprescindible muestrear la parte correcta del cultivo y en la época apropiada lo cual, esto se realizó en

conjunto con el productor para tener una mejor referencia y entendimiento de los resultados utilizando herramientas de fácil comprensión.

Para la realización de estas se debe de tomar en cuenta que una Práctica al aplicarla tenga un efecto sinérgico, debe cumplir con las siguientes características:

- Que se adapte bien a las condiciones del lugar
- Que no implique mucha inversión
- Que responda a una necesidad sentida
- Que sea de fácil multiplicación
- Que sea de fácil manejo
- Que produzca resultados favorables
- Que sea de cierta permanencia
- Que propicie la organización
- Que no necesite demasiada mano de obra.

En resumen, la recuperación, la conservación y las prácticas adecuadas de los suelos deben necesariamente incluir. El uso de diferentes tipos de abonos verdes o cultivos de cobertura con sistemas radicales abundantes y vigorosos, el abastecimiento continuo de materia orgánica fresca, el uso de sistemas conservacionistas de preparación de suelos tales como la labranza mínima, la siembra directa y las rotaciones de cultivos.

## VI CONCLUSIONES

A partir de la investigación realizada se puede decir que la fertilidad de los suelos en las parcelas estudiadas es buena, con mejores valores para estructura y porosidad. Son suelos francos, en su mayoría con alto contenido de arena, tienen valores bajos para azufre, zinc y son suelos ligeramente ácidos. Para los cultivos de maíz y frijol son suelos aptos, debiéndose suplementar con fuentes para nitrógeno y micronutrientes.

La actividad microbiana mejora significativamente con la incorporación de rastrojos y su consecuente incremento de la humedad, siendo influenciadas por todas las prácticas de conservación. Esto es evidente en parcelas de tres productores, con mayor incorporación y eficiencia en el uso de las prácticas. El resto de los productores muestra una disminución significativa en cuanto a retención de humedad debido a las densidades bajas de siembra utilizadas, provocando con esto cantidades mínimas de rastrojos a sus parcelas.

Las parcelas muestran una tendencia a incrementar la tasa de respiración en el momento de descomposición del rastrojo y establecimiento del cultivo, con excepción de tres parcelas, lo que está determinado por la cantidad de rastrojo manejada en las parcelas, ya que solamente en aquellas parcelas con mayor cobertura se determinó una correlación significativa. A ciertas condiciones de humedad y cobertura se encuentran variaciones en los datos de respiración. Tanto la humedad como la cobertura de suelo dependen una de la otra influyendo positivamente en la respiración de suelo para la liberación de dióxido de carbono y la actividad microbiana.

Se logró establecer prácticas de conservación en parcelas de granos básicos con el establecimiento de cultivos de cobertura y leguminosas para la fijación de nitrógeno, incorporación de rastrojos y la aplicación de un plan de fertilización con base a análisis de suelo.

Con la participación de los productores, se logró la implementación de las prácticas de conservación de suelo, lo que fue facilitado por procesos de capacitación mediante escuelas de campo, procesos de visitas y seguimiento, así como el apoyo con insumos. Estos elementos fueron los que contribuyeron a la toma de decisiones relacionadas con el manejo de los suelos y los sistemas de cultivo.

## **VII RECOMENDACIONES**

Ser más sistemáticos en la toma de datos de cobertura de suelo y materia seca tomando como referencia los datos obtenidos de las correlaciones.

Tomando en cuenta el plan de fertilización y nutrición de granos básicos (Maíz y Frijol), se recomendó fórmulas comerciales como (Urea 46-0-0, 12-30-10, 15-15-15, 18-46-0) en cada una de las parcelas ASA.

Para la continuidad del trabajo a estudio se recomienda realizar correlaciones entre humedad y materia seca siendo este la cantidad de rastrojo incorporado en el suelo.

Utilizar mayor cantidad de abonos verdes para la fijación de nitrógeno, debido a que este es uno de los principales problemas.

## VIII BIBLIOGRAFÍA

- AEAC.SV. (20 de 05 de 2000). *Asociación Esoañola Agricultura de Conservación Suelos Vivos*. Obtenido de <http://www.agriculturadeconservacion.org/quienes-somos/beneficios-de-la-ac.html?showall=1>
- Agraria, D. A. (3 de 10 de 2008). Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana bajo laboratorio. Lima, Perú.
- Agro Infoclima . (27 de 10 de 2014). *Agro infoclima*. Obtenido de agro infoclima: [http://agro.infoclima.com/?page\\_id=506](http://agro.infoclima.com/?page_id=506)
- Alberts, E. E. (1994). Influencia de residuos de cosecha sobre la erosion y retencion de agua. *Lewis publishers* , 19-39.
- Álvarez, A. G., & A, B. (2004). DIVERSIDAD DE LOS ORGANISMOS DEL SUELO Y TRANSFORMACIONES DE LA MATERIA ORGÁNICA. *ECO-BIOLOGÍA del SUELO y el COMPOST* , 1.
- Alveiro Salamanca Jiménez., S. S. (2006). La Densisa Aparente y su relacion con otras proiedades del Suelo de la zona cafetera Colombiana . *CENICAFE* , 17.
- Ávila, G. G. (23 de 10 de 2008). *TECA*. Obtenido de <http://teca.fao.org/es/read/3657>
- Barra, R. (2012). El Suelo . *Centro de Ciencias Ambintales EULA\_CHILE* , 1.
- Bot, Benites , J. R., Jump, & Alexandra . (2015). Agricultura de Conservación Una Práctica Innovadora con Beneficios Económicos y Medioambientales. *Agrobanco* .
- Esperanza Huerta Lwanga1., J. R.-O.-M.-M.-H. (2008). Relación entre la fertilidad del suelo y su población de macroinvertebrados. *Terra Latinoamericana* , 6.
- Espinoza, A. (2014). *Indicadores de Suelo- Biologicos* . Nicaragua.
- Espinoza, A. (2014). *Indicadores de Suelo- Físicos*. Nicaragua.
- Falco, F. M. (2003). LA MESOFAUNA DEL SUELO. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA. *Universidad Nacional de Luján. Departamento de Ciencias Básicas. CC 221 – B6700ZAB Luján* – , 1.
- FAO. (2005). Aanalysis Visual de Suelo.
- FAO. (1997). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservacion de suelo*. Ibada, Nigeria: 8.

- 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.
- FAO, P. d. (2006). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- Fernández, C. F. (27 de 08 de 2016). *Libros web, monografías, trabajos de investigación, conferencias, atlas sobre la Edafología y los suelos* . Obtenido de <http://www.edafologia.net/introeda/tema01/factform.htm>
- Fontanetto, H. V. (2003). La fertientilizacion con N, P y S y su residualidad en una secuencia agricola de la region central de Santa Fe . En *Efecto sobre el rendimiento de granos* . Argentina.
- Fustino, & Jorge . (1985). *conservacion de suelos*. Panama: 1.
- Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. San José: AGRIS.
- Gonzalez. (06 de 10 de 2005). *academic.uprmic.edu*. Obtenido de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-245/capitulo4-erosion.pdf>.
- Grisel Cabrera1, N. R. (2011). Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrages "indio Hatuey"* , 19.
- Hasiao. (1990). Respuestas de plantas al estres hidrico. *Fisiologia de las plantas* .
- I.E.S. (2012). El Suelo \_Edafologia. *I.E.S SG* , 2.
- Ibáñez, J. J. (02 de Abril de 2007). *Un Universo invisible bajo nuestros pies*. Obtenido de MADRID: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/04/02/62776>
- Jaramillo F., D. J. (2002). *Introduccion a la ciencia del suelo*. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias. Medellin.
- Jimenes, A. C. (2007). *Suelos Tropicales* . San Jose : Primera edicion .
- José Dimas López-Mtz, A. D. (2001). *Abonos organicos y su efecto en las propiedades fisicas y quimicas del suelo y rendimiento en maiz*. Durango, Mexico.
- Liebig, V. (1985). *UCC*. Obtenido de [http://blog.ucc.edu.ar/edafologia/files/2014/08/Introd\\_Fertilidad\\_20141.pdf](http://blog.ucc.edu.ar/edafologia/files/2014/08/Introd_Fertilidad_20141.pdf).



- Macias, F. (2004). *Recuperacion de suelos degradados, reutilizacion de residuos y secuestros de carbono*. Santiago, Chile.
- Masagro. (2013). Manejo de residuos . *Masagro* , 1.
- Plaster, E. (2004). *La ciencia del suelo y su manejo* . Mexico .
- Primavesi, A. (1982). *MANEJO ECOLOGICO DEL SUELO*. Bogota - Colombia: 5 Edicion
- Reyes, Murcia , M., & Ochoa , M. (23 de 10 de 2008). *Respiración Del Suelo En Una Comunidad Sucesional de Pastizal del Bosque Altoandino en la Cuenca del Río Pamplonita, Colombia*. Obtenido de ECOLOGÍA: [www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasias.htm](http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasias.htm)
- Robert Lessard, L. D. (2010). EL CICLO DEL CARBONO:. 1-3.
- Rojas, J. M. (2012). Densidad Aparente. *INTA* , 3.
- Rucks F., L., Garcia, A., Kaplan, J., & Ponce. (2004). *Propiedades físicas del suelo*. (D. d. agronomia, Ed.) Montevideo, Uruguay: Facultad de Agronomía. Univesidad de La República.
- Sanclemente, O. E. (2009). *Efecto de cobertura: mucuna pruriens en las propiedades físicas, químicas y biológicas de el suelo typic haplustalfs, cultivo del maiz(zea mays) en zona de ladera*. Palmira, valle.
- Schargel, R. y. (1990). Características y manejo de los suelos utilizados en la producción de carne en venezuela. En *VI cursillo sober Bvovinos de carne FCV-UCV* (págs. 187-220). Maracay.
- Sheila J., M. (2013). Manual de analisis de suelos y Tejodos Vegetal. Colombia : N°.129.
- Simone. (18 de 10 de 2005). *FAO*. Obtenido de [http://www.fao.org/ag/ca/training\\_materials/cd27-spanish/sf/soil\\_fertility.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/sf/soil_fertility.pdf)
- Starr.G.C. (2005). Patrones con implicaciones para el manejo de agua de precisión del agua evaluación estabilidad temporal y la variabilidad espacial del suelo. USA.
- Taylor, L. J. (1994). *Técnicas Sostenibles para el manejo y conservación del suelo en un ecosistema cafetalero*. (2006). El Salvador.
- Viking. (2006). Humedad del suelo. *Humedad del suelo* , 1-4.

Willianis, & V, W. (2010). *Evaluacion de las características fisico-químicas y biológicas en dos suelos superficiales cultivadas con pera (Pyrus communis L.) bajo manejo convencional*. Argentina.

Zaror, R. H. (2003). *PROPIEDADES FISICO-QUÍMICAS DEL SUELO*. Costa Rica : 1.

## IX ANEXOS

### Anexo 1: Coordenadas de la Comunidad de La Libertad y Ubicación



### Anexo 2: Coordenadas de la Comunidad de Caña Florida y Ubicación



**Anexo 3: Hoja de campo para recolección de datos de la evaluación visual de suelo (FAO, 2005)**

<b>Evaluación Visual del Suelo</b>			
Tarjeta de Calificación			
Indicadores de Calidad del Suelo			
<b>Uso del Suelo:</b>			
<b>Comarca:</b>		<b>Municipio:</b>	
<b>Finca / Lote:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Tipo de suelo</b>			
<b>Textura</b>	Arenoso	Arcilloso	Franco
<b>Humedad</b>	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo
<b>Clima</b>	Invierno	Verano	Canicula
<b>Indicadores Visuales</b>	<b>Calificación</b>	<b>Factor</b>	<b>Valor por indicador</b>
	0 = condición pobre		
	1 = condición moderada		
	2 = condición buena		
<b>Estructura y Consistencia</b>		x 3	
<b>Porosidad</b>		x 2	
<b>Coloración</b>		x 2	
<b>Numero y color de moteado</b>		x 1	
<b>Conteo de lombrices</b>		x 2	
<b>Compactación</b>		x 1	
<b>Cobertura</b>		x 3	
<b>Profundidad</b>		x 3	
<b>Promedio de Indicadores</b>			
<b>Interpretación de Calidad del Suelo</b>		<b>Puntos</b>	
Suelo Pobre		<10	
Suelo Moderado		10 a 25	
Suelo Bueno		> 25	



### Anexo 7. Valores óptimos de materia orgánica (%)

ESCALA DE NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA (%)	
Bajo	(1.8)
Medio	(1.9 – 4.2)
Alto	(4.3)

### Anexo 8. Datos equivalentes a óptimos según el tipo de textura

Textura	Densidad Aparente
Franco (arcilloso)	1.00 – 1.30 Mg m <sup>3</sup>
Francos	1.30 – 1.50 Mg m <sup>3</sup>
Franco (arenosos)	1.50 – 1.70 Mg m <sup>3</sup>

### Anexo 9. Diagnóstico retrospectivo

#### ENCUESTA

#### I. DATOS GENERALES DEL PRODUCTOR

- a. Nombre del productor(a): \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_
- b. Número de cédula(a) (# 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 (WorldMercator): X: \_\_\_\_\_; Y: \_\_\_\_\_; Altura (Z): \_\_\_\_\_
- l. Está organizado: Cooperativa: \_\_\_\_\_ Asociación de productores: \_\_\_\_\_  
Privado: \_\_\_\_\_ Otros: \_\_\_\_\_

## II. INFORMACION DEL GRUPO FAMILIAR:

Número de personas que habitan en la casa: \_\_\_\_\_

## III. DATOS GENERALES DE LA FINCA

a. Tenencia de la finca: Propia: \_\_\_\_\_ Alquilada: \_\_\_\_\_ A medias: \_\_\_\_\_ Comunal: \_\_\_\_\_

b. Si es alquilada la tierra el tiempo en: Meses: \_\_\_\_\_

c. Propiedad de la tierra o responsable del arrendamiento: Hombre \_\_\_\_\_, Mujer \_\_\_\_\_

d. 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

Pecuaría : \_\_\_\_\_ has

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

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

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

e. Topografía

Escarpada : \_\_\_\_\_ Arriba de 40% del área de la finca

Ondulada : \_\_\_\_\_ Hasta 10 a 40% del área de la finca

Plana : \_\_\_\_\_ Hasta 0 a 10% del área de la finca

f. Tipo de suelo (textura) (¿con base al análisis o por observación?)

Fino : \_\_\_\_\_

Medio : \_\_\_\_\_

Grueso : \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

g. Profundidad efectiva del suelo:

i. \_\_\_\_\_ 00-10 cms

ii. \_\_\_\_\_ 10-20 cms

iii. \_\_\_\_\_ 20-30 cms

iv. \_\_\_\_\_ 30-40 cms

v. \_\_\_\_\_ >40 cms

h. Fuentes de agua, ubicación (dentro y fuera de la finca) y uso

En la finca	Fuera de la finca	Uso
		Riego – Consumo humano - Ganado

Pozo : \_\_\_\_\_

Río : \_\_\_\_\_

Quebrada : \_\_\_\_\_

Ojo de agua : \_\_\_\_\_

Estanque Reservorio: \_\_\_\_\_

Ninguno : \_\_\_\_\_

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

##### a. Fertilización de cultivos

CULTIVO	ÁREA MZ	1RA FERTILIZACIÓN				2DA FERTILIZACIÓN				3RA FERTILIZACIÓN			
		Produ	Días	Dosis	Costo	Produ	Días	Dosis	Costo	Produ	Días	Dosis	Costo
		cto			CS	cto			US	cto			US
Maíz													
Frijol													
Maicillo													
Café													
Cacao													

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 10. Corresponde al código de cada productor (P1-P)

	Cód. Productor
p1	Anselmo Ruiz
p2	Erlinda Peralta
p3	Julio Olivas
p4	Mario Talavera
p5	Ramiro Cruz
p6	Rigoberto Ruiz
p7	Santos Gustavo Peralta
p8	Saramelia Peralta

**Anexo 11. Fotografías Antes y después**

Productor Rigoberto Ruiz – Comunidad Caña Florida



Productor Ramiro Cruz – Comunidad Caña Florida



Productora Erlinda Peralta- Comunidad La Libertad



Productora Saramelia Peralta- Comunidad La Libertad



Productor Anselmo Ruíz – Comunidad Caña Florida



Productor Mario Talavera – Comunidad La Libertad



Productor Santos Gustavo Peralta - Comunidad La Libertad



Productor Julio Peralta - Comunidad La Libertad

