



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, FAREM-ESTELÍ**

***Efecto de la agricultura de conservación y convencional  
en la captura de carbono, en los municipios de  
Yalaguina y Estelí, en el año 2019***

**Trabajo monográfico para optar al título de Ingeniero Ambiental**

**Autores/as:**

**Br. Sandra Lucia Velázquez Valdivia**

**Br. Sara Valeska López Valdivia**

**Br. Marlon Javier Delgadillo Sosa**

**Tutor MSc. Josué Tomas Urrutia Rodríguez**

**Asesor: MSc. Kenny López Benavides**

**Febrero, 2020**

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”.

Albert Einstein

## **DEDICATORIA**

Dedicamos a Dios todo poderoso por brindarnos sabiduría, salud y motivación de poder haber cumplido cada una de nuestras metas propuesta en el transcurso de estos cinco años de arduo trabajo.

Agradecemos a Dios por habernos otorgado a nuestros padres, quienes han creído siempre en nosotros, dándonos ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándonos a valorar todo lo que tenemos. A ellos dedicamos el presente trabajo porque han fomentado en nosotros el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha contribuido a la consecución de este nuevo logro en nuestras vidas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos primeramente a Dios que nos ha dado vida, quien nos ha guiado y nos ha dado la fortaleza de seguir adelante, a nuestros padres quienes han sido nuestro pilar fundamental en nuestra formación como profesionales que con mucho esfuerzo han estado brindándonos su apoyo incondicional.

A nuestros formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarnos, con dedicación y paciencia para adquirir los conocimientos necesarios a través de ellos y así desempeñarnos como futuros profesionales.

Productores de la comunidad por brindarnos su apoyo y disposición, facilitarnos información y disponibilidad al momento de trabajar en sus parcelas. (Federico Cruz, Oscar Danilo Cruz, Justo Casco, Santos Inestroza, Marlon Inestroza López, José Tomas Cruz, Santos Ernesto Casco y Eddy Amador Casco.)

Agradecemos a la Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-Estelí por medio del apoyo de Fondos para Proyectos de Investigación FPI, con nuevos modelos, herramientas o tecnologías que tienen potencial de impacto significativo en las líneas de investigación de la UNAN–Managua y del Plan Nacional de Desarrollo Humano. (Dirección de Investigación )

## RESUMEN

El proyecto de investigación se realizó en tres comunidades del municipio de Yalaguina, departamento de Madriz y dos comunidades del municipio de Estelí. Con el objetivo de evaluar los porcentajes de carbono orgánico, aportado por los sistemas de agricultura convencional y de conservación.

Mediante la realización de esta investigación se estableció un diseño experimental en parcelas de conservación y convencional. Para calcular el peso fresco se tomó un tamaño muestral de 3 réplicas por cada sustrato en la parte alta, media y baja de cada parcela, utilizando así, el método de cuadrante en parcelas con 5 años de manejo, para calcular el peso seco se hizo secado de muestras de biomasa y muestras de suelo a una temperatura de 105°C por un período de 24 horas y así diferenciar del peso fresco, una vez ya secas las muestras de suelo se extrajeron 10g para ser colocadas a la mufla a una temperatura de 450°C por un período de 2 horas, esto con el objetivo de sacar el porcentaje de carbono nitrógeno concentrado en el suelo.

Se encontró un efecto significativo ( $p = 0.0317$ ) del factor comunidad en función de la producción media de biomasa total (fitomasa de maíz y necromasa) según el manejo que se le da por comunidad, obteniendo mayor producción en la comunidad de La Libertad, esto es debido al seguimiento del buen manejo que hacen los productores en las parcelas de esa comunidad, también debido a que los periodos de cosecha son más seguidos que en las otras comunidades.

**Palabras clave:** Biomasa, materia orgánica, cultivo, suelo.

## TABLA DE CONTENIDO

.....	1
<b>1.1. Descripción del Problema</b> .....	7
<b>1.2. Antecedentes</b> .....	8
<b>1.3. Justificación</b> .....	10
<b>3.1 Aspectos generales del suelo</b> .....	12
<b>3.1.1 Estructura del suelo</b> .....	12
<b>3.1.2 Cobertura del suelo</b> .....	13
<b>3.1.3 Descomposición del suelo</b> .....	13
<b>3.2 Materia orgánica</b> .....	13
<b>3.2.1 Aporte de la biomasa a la materia orgánica</b> .....	14
<b>3.3 Biomasa</b> .....	14
<b>3.3.1 Comportamiento de biomasa</b> .....	14
<b>3.4 Agricultura de conservación</b> .....	14
<b>3.5 Agricultura convencional:</b> .....	15
<b>3.6 Macro fauna</b> .....	15
<b>3.7 Ciclo biogeoquímico</b> .....	16
<b>3.7.2 Ciclo del nitrógeno:</b> .....	16
<b>3.7.3 Relación carbono-nitrógeno (C/N)</b> .....	16
<b>3.8 Necromasa</b> .....	17
<b>5.1 Descripción del área de estudio</b> .....	19
<b>5.2 Tipo de estudio</b> .....	20
<b>5.3 Población y Muestra</b> .....	21
<b>Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables e indicadores.</b> .....	22
<b>5.5 Etapas generales del proceso de Investigación</b> .....	22
<b>5.5.1 Etapa de gabinete</b> .....	22
<b>5.5.2 Etapa de Campo</b> .....	23
<b>5.5.4 Etapa de Gabinete</b> .....	24
<b>6.1 Producción de biomasa superficial con manejo de agricultura convencional y conservación</b> .....	26
<b>6.2 Volúmenes de biomasa de acuerdo el tipo de cultivo</b> .....	28
<b>Bibliografía</b> .....	32

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Descripción del Problema

El suelo es un recurso finito, lo que significa que su pérdida y degradación no es recuperable en el transcurso de una vida humana ya que la contaminación del suelo es devastadora para el medio ambiente y tiene consecuencias para todas las formas de vida a las que afecta.

Las prácticas agrícolas insostenibles reducen la materia orgánica del suelo y pueden facilitar la transferencia de contaminantes a la cadena alimentaria. La contaminación del suelo afecta a la seguridad alimentaria al reducir el rendimiento y la calidad de los cultivos. Unos alimentos inocuos, nutritivos y de buena calidad solo pueden producirse si nuestros suelos se mantienen sanos. Si no lo están, no podremos producir suficientes alimentos para alcanzar el #HambreCero. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura., 2018)

La continua degradación del suelo está poniendo en peligro la seguridad alimentaria y el bienestar de millones de familias de agricultores en todo el mundo. Las principales causas no incluyen solo la preparación intensiva del suelo con azadas o arados sino también la deforestación, la remoción o la quema de los residuos, un manejo inadecuado de las tierras de pastoreo y rotaciones incorrectas que no mantienen la cobertura vegetativa y que no permiten la restitución adecuada de la materia orgánica y los nutrientes de las plantas. Estas prácticas dejan el suelo expuesto a los peligros climáticos como el viento, la lluvia y el sol. (Alexandra Bot, consultora, FAO., 2002)

La cobertura del suelo pasa a ser uno de los factores más eficientes en la minimización de los efectos indeseables, que se derivan de la explotación de los suelos agrícolas, especialmente a la acción protectora proporcionada por los residuos orgánicos dejados por los cultivos, los cuales actúan interceptando las gotas de lluvias y disipando su energía cinética (Sanchez, 2010). La cobertura es un factor de éxito de la producción agrícola en la siembra directa, principalmente, en lo referente a la economía del agua.

La cantidad de tierra que disponemos para cultivar es escasa y debe ser usada cuidadosamente y aplicando medidas de conservación apropiadas. Un adecuado manejo del suelo ayuda a mantenerlo, restaurarlo y a mejorar su calidad. Para asegurarnos buenas cosechas durante muchos años, es importante que sepamos qué es y cómo se produce la erosión. Además, debemos conocer y utilizar técnicas de cultivo que eviten la pérdida de suelo y conserven su fertilidad. Los métodos usados para prevenir la erosión ayudan a sujetar el suelo, reduciendo el impacto del agua y del viento para evitar que los arrastres.

## **1.2. Antecedentes**

Múltiples investigaciones se han realizado sobre esta temática, tanto a nivel nacional como internacional, para detener la degradación de las tierras agrícolas, con proceso de cambio para la adopción de nuevas tecnologías conservacionistas por parte de los agricultores. Según el boletín de suelo 78 de la FAO (Backer, Agricultura de conservación, 2002), la agricultura de conservación ha evolucionado a partir de la labranza cero o labranza mínima, se basa en el uso de los residuos de los cultivos para la cobertura.

En Nicaragua el Instituto Nacional Tecnológico (INATEC) junto con el gobierno de Nicaragua han trabajado el manual de prácticas de conservación de suelos, estableciendo los diferentes cultivos agrícolas tomando en cuenta sus etapas fenológicas, las técnicas de manejo para incrementar la producción, preservando el medio ambiente principalmente reserva edáfica de carbono; crean un conjunto de propiedades emergentes que generan resiliencia, conservación y promueven la fertilidad, productividad y la biodiversidad de los suelos y sus recursos.

Según un estudio realizado en el departamento de Chinandega Los suelos de El viejo poseen alta capacidad de retención de agua debido a que se encuentran con altos contenidos de MO, tienen buena porosidad con un porcentaje mayor de 55 y por la textura franco arenosa de estos suelos los promedios de infiltración se encuentren en los rangos normales. Los suelos de El viejo se encuentran moderadamente ácido con alto contenido de materia orgánica (5.64) y nitrógeno total (0.28). La relación carbono nitrógeno se encuentra en un promedio de 14.95.

Lo que indica que contenido de carbono esta alto en relación al nitrógeno. (Darling Munguía, 2013)

En toda la región del caribe han implementado la Agricultura de Conservación asegurando no solo la soberanía alimentaria, sino que se garantizaría la subsistencia de los recursos (genéticos, agua, suelo entre otros) y no la contaminación del medioambiente para las futuras generaciones.

En América Latina, que empezó a principios de los noventa, el CIMMYT dio inicio en 2004 a su primer proyecto de AC en África, en Malawi, Mozambique, Tanzania, Zambia y Zimbabue. Este primer proyecto, financiado por el gobierno de Alemania y el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola, se enfocó en entender los sistemas de la AC en el contexto de los agricultores y sus condiciones ambientales. Su objetivo era facilitar la adopción de sistemas de AC por parte de los productores de pequeña escala. (CIMMYT, junio 27, 2016) Esto culminó en el establecimiento, en 2009, de un proyecto panafricano a mayor escala denominado Intensificación Sustentable de los Sistemas de Producción de Maíz y Leguminosas para la Seguridad Alimentaria en África Oriental y África Austral (SIMLESA).

### **1.3. Justificación**

La Agricultura de Conservación tiene múltiples beneficios ambientales, como son el freno en más de un 90% a la erosión, la mejora de la calidad de los suelos y las aguas, el aumento de la biodiversidad, el freno al cambio climático, y todo ello unido a una mejora de la rentabilidad para los agricultores. La AC es un sistema de producción agrícola sostenible, que comprende un conjunto de prácticas agronómicas adaptadas a las exigencias del cultivo y a las condiciones locales de cada región, cuyas técnicas de cultivo y de manejo de suelo lo protegen de su erosión y degradación, contribuyendo a la preservación de los recursos naturales.

Sin embargo, Nicaragua se presenta a grandes problemas nuestros suelos son destruidos inmisericordemente, sin que se busque una medida efectiva para remediar lo que hasta ahora se ha destruido. Por esta razón el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de la agricultura de conservación y convencional en la captura de carbono esto con el fin de contribuir a la conservación del ambiente, de la misma manera mejorar la calidad de vida de pequeños y grandes productores, logrando también un incremento alimentario en la producción agrícola, lo cual beneficiará tanto a las poblaciones como al medio ambiente, haciendo un buen uso de nuestros suelos.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Evaluar el efecto de la agricultura de conservación y convencional en la producción de biomasa en los diferentes componentes.

### **2.2. Específicos**

2.2.1 Determinar el efecto de la agricultura de conservación y convencional en la producción de biomasa del cultivo de maíz y arvenses.

2.2.2 Analizar la producción de biomasa total en las comunidades de los municipios de Yalaguina, Condega y Estelí.

### **III. MARCO TEORICO**

#### **3.1 Aspectos generales del suelo**

El suelo es una capa superficial de la corteza terrestre en la cual coexisten diferentes microorganismos, minerales, nutrientes, plantas y animales.

la desintegración o alteración, física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que se asientan sobre el suelo.

El contenido de carbono orgánico del suelo está estrechamente relacionado con el de materia orgánica del suelo. La cantidad de carbono orgánico del suelo almacenado en un ecosistema depende de la cantidad y la calidad de la materia orgánica que se reincorpora a la matriz del suelo, de la capacidad de los suelos para retener carbono orgánico (función de su textura y su capacidad de intercambio catiónico), y de las influencias bióticas tanto de la temperatura como de las precipitaciones. La disminución en todo el mundo del carbono orgánico del suelo como consecuencia de la deforestación, la agricultura migratoria y el cultivo con labranza, ha contribuido de forma significativa al aumento del nivel de CO<sub>2</sub> en la atmósfera

##### **3.1.1 Estructura del suelo**

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre en la que viven numerosos organismos y crece la vegetación. Es una estructura de vital importancia para el desarrollo de la vida. El suelo sirve de soporte a las plantas y le proporciona los elementos nutritivos necesarios para subdesarrollo.

Se llama estructura del suelo a la forma en que se agrupan las partículas de suelo (arena, limo y arcilla) en agregados o PED. Estos agregados o PED se encuentran separados por planos de debilidad. Estos agregados o PED tienen propiedades diferentes de las de una masa de partículas sin agregación. La estructura del suelo se define por forma, tamaño y grado de manifestación de los agregados (Gómez, 2006).

### **3.1.2 Cobertura del suelo**

Se refiere al porcentaje del área con cobertura de rastrojo ya sea por barbecho natural, rotaciones de cultivos o coberturas establecidas como las leguminosas, gramíneas y otros. El propósito de medir este indicador es mostrar evidencias por las intervenciones de ASA en la dinámica de la materia orgánica de los suelos. De igual manera contribuir a desarrollar estrategias de manejo integrado de la fertilidad de los suelos para diferentes cultivos.

### **3.1.3 Descomposición del suelo**

El suelo se forma por la descomposición de rocas por cambios bruscos de temperatura y la acción de la humedad, aire y seres vivos. El proceso mediante el cual los fragmentos de roca se hacen cada vez más pequeños, se disuelven o van a formar nuevos compuestos, se conoce como meteorización.

### **3.2 Materia orgánica**

La materia orgánica es aquella que se encuentra conformada por moléculas orgánicas resultantes de los seres vivos y la podemos hallar en las raíces, en los animales, en los organismos muertos y en los restos de alimentos.

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 que contiene: lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos, etc. La descomposición de estos restos y residuos metabólicos da origen a lo que se denomina humus. Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en materiales importantes en la composición del suelo y en la producción de plantas. La materia orgánica bruta es descompuesta por microorganismos y transformada en materia adecuada para el crecimiento de las plantas y que se conoce como humus. El humus es un estado de descomposición de la materia orgánica, o sea, es materia orgánica no totalmente descompuesta

El uso de materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de la agricultura orgánica, sin embargo, es un error considerar que la agricultura orgánica es simplemente no usar productos de origen sintéticos (Gómez, 2006)

Generalmente los métodos empleados para su análisis permiten determinar el contenido total, pero sino así su capacidad de mineralización. Sin embargo, existen consensos en la literatura de que existen diferentes estados o fracciones de materia orgánica en los suelos. Se puede afirmar que existen tres fracciones, unificada, estratificada, y activa. (Matus, 2012)

### **3.2.1 Aporte de la biomasa a la materia orgánica**

La medición de cosecha es una medición de biomasa, entendiéndose por biomasa el peso seco de sustancias vivientes en un momento determinado. Además, la biomasa puede ser útil directamente como materia orgánica en forma de abono y tratamientos de suelos (por ejemplo, el uso de estiércol o de coberturas vegetales). Y por supuesto no puede olvidarse su utilidad más común: servir de alimento a muy diversos organismos, la humanidad incluida (Altamirano, 2009)

### **3.3 Biomasa**

Es la cantidad de materia acumulada en la superficie del suelo. Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en eso por unidad de área o de volumen.

#### **3.3.1 Comportamiento de biomasa**

La biomasa puede aportar, tras un proceso adecuado de humificación, es decir, de descomposición y formación de sustancias únicas, una cantidad importante de humus benéfico para el suelo.

### **3.4 Agricultura de conservación**

La Agricultura de Conservación (AC) consiste en conservar, mejorar, y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales a través del manejo integrado del suelo, el agua, y los recursos biológicos disponibles, a los que se suman insumos externos. Esto contribuye a la conservación del ambiente, así como también a una producción agrícola mejorada y sostenible. También es una agricultura que hace un uso eficiente y efectivo de los recursos (FAO, 2015).

La AC mantiene el suelo cubierto con materiales orgánicos en forma permanente o semipermanente. Esto puede ser hecho con materiales orgánicos vivos o muertos.

Su función es proteger físicamente el suelo del sol, la lluvia y el viento, y alimentar la biota del suelo. Los microorganismos y la fauna del suelo reemplazan la función de la labranza y equilibran los nutrientes del suelo. La labranza mecánica perturba este proceso. Por consiguiente, la labranza cero, la labranza mínima y la siembra directa son elementos importantes de la AC.

La rotación de cultivos es también importante para evitar problemas de enfermedades y plagas. En lugar de incorporar al suelo la biomasa, como abonos verdes, cultivos de cobertura o residuos vegetales, en la AC estos se dejan en la superficie del suelo. La biomasa muerta sirve como protección física de la superficie del suelo y como sustrato para la fauna del suelo. De esta forma se reduce la mineralización y se construyen y mantienen niveles apropiados de materias orgánicas en el suelo (FAO, 2010).

### **3.5 Agricultura convencional:**

Sistema de producción agropecuaria basado en el alto consumo de insumos externos al sistema productivo natural, como energía fósil, abonos químicos sintéticos y pesticidas. La agricultura convencional no toma en cuenta el medio ambiente, sus ciclos naturales, ni el uso racional y sostenible de los recursos naturales. Basada sobre todo en sistemas intensivos, está enfocada a producir grandes cantidades de alimentos en menos tiempo y espacio, pero con mayor desgaste ecológico, dirigida a mover grandes beneficios comerciales (Altamirano, 2009).

La agricultura convencional, basada en las labranzas de los suelos, fue el modelo agrícola que la humanidad aplicó desde sus inicios, hace más de diez mil años. Bajo esta concepción de la agricultura, la labranza era vista como una pieza clave e ineludible a la hora de producir granos y forrajes

### **3.6 Macro fauna**

La biota del suelo la compone el conjunto de la fauna y la flora que viven en él; la gran mayoría de los organismos del suelo viven en las capas superficiales del suelo (residuos vegetales frescos), donde las condiciones de humedad, temperatura,

ventilación y luminosidad, así como el espacio disponible, satisfacen sus necesidades.

Las alta diversidad de poblaciones de macro fauna encontrados en los sistemas agroforestales son de gran importancia benéfica sobre los suelos principalmente por que ayudan a acelerar la descomposición de los diferentes residuos del suelo.

### **3.7 Ciclo biogeoquímico**

#### **3.7.1 Ciclo del carbono**

Este ciclo describe los intercambios de carbono entre las cuatro reservas naturales de este elemento, que son: la atmósfera, los océanos, los sedimentos fósiles y la biosfera terrestre, de los cuales depende la regulación del clima en el planeta. El carbono es el cuarto elemento químico más abundante en el universo y forma parte de todas las moléculas orgánicas como la glucosa, las proteínas y los ácidos nucleídos (Altamirano, 2009).

#### **3.7.2 Ciclo del nitrógeno:**

Este es quizá uno de los ciclos más complicados, ya que el nitrógeno se encuentra en varias formas, y se llevan a cabo en él, una serie de procesos químicos en los que el nitrógeno es tomado del aire y es modificado para finalmente ser devuelto a la atmósfera. El nitrógeno ( $N_2$ ) es el elemento que se encuentra en forma libre (estado gaseoso) y en mayor abundancia en la atmósfera (78 %).

#### **3.7.3 Relación carbono-nitrógeno (C/N)**

La relación carbono/nitrógeno es un valor numérico que determina la proporción de carbono/nitrógeno que podemos encontrar en un suelo. El carbono y el nitrógeno son dos elementos indispensables para el desarrollo de la vida ya que se afectan directa o indirectamente a todos los procesos biológicos. El carbono fiado por la biomasa proviene del  $CO_2$  atmosférico, reduciendo durante el proceso de fotosíntesis por las plantas, y suele oscilar en torno a un 50-60% de la materia orgánica.

### **3.8 Necromasa**

La necromasa es todo material vegetal muerta unida aún a las plantas vivas (madera muerta en pie en los bosques y raíces muertas) para algunos autores, la biomasa es el conjunto de toda la materia orgánica, viva o muerta, que hay en el ecosistema. (Academic, 2010).

#### **IV. HIPOTESIS**

**H<sub>i</sub>:** La agricultura de conservación garantiza mayor cobertura de fitomasa superficial en relación a los sistemas de agricultura de convencional.

## **V. METODOLOGIA**

### **5.1 Descripción del área de estudio**

La investigación se realizó en comunidades de los municipios de Estelí y Yalaguina, Madriz.

#### **5.1.1 Comunidades**

##### **Descripción edafoclimatica de las comunidades del municipio de Yalaguina (Cerro Arriba, Quebrada Grande y San Antonio.**

La investigación se realizó en el municipio de Yalaguina del departamento de Madriz. Este municipio se encuentra entre las coordenadas geográficas 13° y 29" de latitud norte y 86° y 30" de longitud oeste. El municipio de Yalaguina limita, al norte por Totogalpa, al sur por Pueblo Nuevo, al este por Palacagüina, y al oeste por Somoto. Yalaguina tiene una extensión territorial de 53 km<sup>2</sup>.

Se caracteriza por tener un clima de sabana tropical de altura (seco), la temperatura anual cambia entre los 23° y 24° C. Su precipitación pluvial oscila entre 1,000 y 1,200 mm, caracterizado por una buena distribución durante todo el año, actualmente las aguas se han profundizado, debido a la falta lluvia, despale indiscriminado, quemas que se han desarrollado últimamente.

El municipio está dividido en 22 comunidades rurales, 4 sectores y dos barrios urbanos, y 7 micro-región. (EcuRed, s.f.)

##### **Descripción edafoclimatica de las comunidades del municipio de La Libertad, Condega Estelí.**

En el municipio de la libertad las coordenadas geográficas se encuentran entre latitud: 13.35, longitud: -86.4 13 ° 21'0" norte 86 ° 24'0"oeste, la altitud es de 800 m.s.n.m, se caracteriza por ser clima de trópico seco.

## Descripción edafoclimatica de las comunidades del Estación Experimental, El Limón

La Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco “El Limón”, adscrita a la UNAN-Managua/FAREM- Estelí y se la encuentra aproximadamente a 1.5 km al suroeste de la ciudad de Estelí, su ubicación geográfica se encuentra entre las coordenadas UTM X: 0568720 Y: 1443777. La estación experimental tiene una cota altitudinal que varía de 800 - 884 m.s.n.m. con temperaturas promedio anual de 25°C y una precipitación media anual que oscila entre 800-900mm entre los meses de mayo y octubre, y con un periodo canicular de julio a agosto. Este sector pertenece al bosque seco tropical.



**Foto 1.** Ubicación de las comunidades, en donde fueron recolectadas las muestras, tomadas por Google Earth.

### 5.2 Tipo de estudio

Según el enfoque filosófico se considera del tipo cuantitativo porque el objeto de estudio, se cuantificó a través de mediciones de las variables de interés en biomasa en los diferentes tipos de sistemas (conservación y convencional).

Según el nivel de profundidad es una investigación correlacional, porque se hacen análisis de datos entre dos variables dependiente e independiente puesto que se determinó la producción de biomasa en cultivos, arvenses y necro masa, en relación al peso fresco y peso seco.

Perteneciendo a la línea de investigación de agroecología, tomando en cuenta las diferencias entre sistemas de agricultura de conservación y convencional, incluidos las relaciones sociales que el hombre establece con ella.

### **5.3 Población y Muestra**

La población corresponde a 18 parcelas establecidas por el proyecto de Agua, Suelo y Agricultura (ASA), en las comunidades de los municipios de Estelí y Yalaguina, Madriz. De las cuales se seleccionaron 3 muestras de 18 parcelas, de estas se trabajaron 3 parcelas en quebrada arriba, cerro grande y San Antonio, una de agricultura convencional y una de agricultura de conservación donde se tomaron un total de 54 muestras en las parcelas incluyendo biomasa y arvenses.

#### **5.3.1 Muestra**

El tipo de muestra es intencionado, realizándose a 18 parcelas de 6 comunidades (Cerro Arriba, Quebrada Grande, San Antonio, La Libertad Condega y Estación Experimental, El Limón, Estelí. Esto debido a que el tipo de muestra no es significativa, porque no es mayor o igual a 30 parécelas.

**Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables e indicadores.**

Objetivo General	Objetivos específicos	Variables	Indicadores
Analizar el efecto de agricultura de conservación y convencional en la disponibilidad carbono en el suelo.	Determinar el efecto de la agricultura de conservación y convencional en la producción de biomasa en los diferentes componentes que esta presenta, de acuerdo al tipo de cultivo (maíz, frijol, arvenses y maleza.	Biomasa en parcelas de conservación versus testigos.	Gramos de Biomasa. Tipo de cultivo. % de Carbono
	Analizar el efecto de agricultura de conservación y convencional en la disponibilidad carbono en el suelo.	Materia Orgánica, carbono total en el suelo.	% de carbono Gramos de MO

## 5.5 Etapas generales del proceso de Investigación

### 5.5.1 Etapa de gabinete

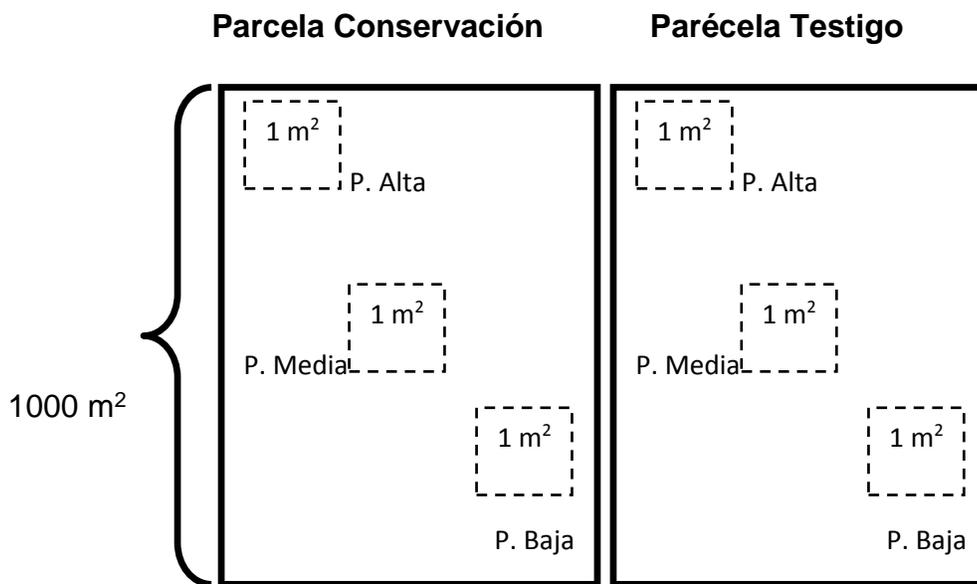
Consistió en la búsqueda de información asociada con el tema de investigación, que fue de gran ayuda para poder familiarizarse con el tema.

## 5.5.2 Etapa de Campo

Inicialmente se realizó una gira de campo para inspeccionar en el municipio de Yalaguina y conocer el sitio donde se estableció el experimento. Posteriormente se realizó el muestreo para determinar los volúmenes de biomasa según su origen, según el cultivo y el aporte por la presencia de arvense en peso fresco, se recolectaron tres repeticiones de un metro cuadrado (1 m<sup>2</sup>) por cada parcela, a la vez se tomaron puntos de referencia de cada parcela a trabajar.

### 5.5.2.1 Diseño Experimental

Se estableció un experimento formal de parcelas divididas, como un tipo especial de bloques completos con tres tratamientos de tipos de cobertura o técnicas de manejo de los suelos, proponiendo tres parcelas en conservación y convencional.



**Figura 1.** Diseño experimental por parcela trabajado en campo.

Se estableció un experimento formal de parcelas divididas, como un tipo especial de bloques completos con tres tratamientos de tipos de cobertura o técnicas de manejo de los suelos, proponiendo tres Parcelas de conservación y convencional.

Se utilizó el método cuadrante, se tomó una muestra representativa en la etapa final de la producción del cultivo de maíz en cada una de las parcelas en los diferentes sistemas y se depositaron en bolsas de papel kraft con su peso. Por cada una de

las parcelas fueron tomadas tres muestras de suelo en las diferentes áreas y estas fueron rotuladas y se colocaron en bolsas plásticas.

El proceso de este muestreo consistió en coleccionar manualmente todo el material vegetal localizado dentro del cuadro de 1 m<sup>2</sup>, este se pesó en campo, utilizando un dinamómetro de 5000 gramos. Estas muestras fueron trasladadas a las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria FAREM, Estelí, para trabajar el muestreo en el laboratorio.

### **5.5.3 Etapa de laboratorio**

Se tomaron las muestras y fueron pesadas una vez más antes de ser introducidas al horno para constatar su peso húmedo, una vez colocadas las muestras al horno se grado la temperatura a 105°C durante un periodo de 24 horas consecutivas, ya una vez pasadas las 24 horas se trasladaron las muestras al desecador en un periodo de tiempo de 20 minutos para extraer la humedad, luego se pesaron nuevamente las muestras usando pesola de 100 gramos para determinar así la relación entre el peso fresco y peso seco.

De igual maneras las muestras de suelo fueron traspasadas de bolsas plásticas a papel de aluminio y papel kraft para comparar el grado de humedad que guarda cada uno de ellos.

### **5.5.4 Etapa de Gabinete**

Se utilizó la hoja de cálculo de Excel para la elaboración de la base de datos. Posteriormente, los datos se analizaron con un modelo lineal mixto generalizado (MLMG) donde la cantidad de biomasa (la variable respuesta). La Biomasa kg (factor fijo), tipo de manejo (factor fijo), tipo de biomasa (factor fijo). Las comunidades (factor aleatorio) fue la variable explicativa. Se utilizó el programa “nlme” de la plataforma de análisis R. (R Core Team, 2020). Luego se procedió a la redacción del informe final de investigación.

#### 5.5.4.1 Cálculos

El software utilizado para el procesamiento estadístico de los datos fue: Excel versión 2013 y 2016

Se pesaron 100 g de muestra en papel aluminio, posteriormente fueron colocados en el horno durante 24 h a 105 °C. Las muestras fueron enfriadas en desecador y pesadas. Luego se colocaron durante 2 h en una mufla a 360 °C, posteriormente se transfirieron a un desecador y luego de enfriarse se registró el peso nuevamente.

Para la cuantificación de MO por LOI (calcinación) se siguió el método propuesto por Schulte & Hopkins (1996).

$$\%MO = P3 - P4 / P3 * 100\%.$$

Donde:

P3: es el peso del crisol y del suelo seco del horno antes de la ignición

P4: es el peso del crisol más suelo después de la ignición (Eyherabide, 2014).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Producción de biomasa superficial con manejo de agricultura convencional y conservación

Las propiedades fisicoquímicas del suelo hubo una variación significativamente entre la profundidad, la mayor relación de carbono/nitrógeno C y N está en la capa superficial (0-10 cm).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p= 0.0317$ ) en la producción promedio de biomasa entre los tipos de manejo (Figura 2), siendo mayor en la agricultura de conservación ( $0.74\pm 0.04$  Tn/ha), en relación a la agricultura convencional ( $0.51\pm 0.04$  Tn/ha). Sin embargo, González *et al.*, (2018), no reportaron diferencias estadísticas en la disponibilidad media de biomasa por tipo de manejo en los municipios de Estelí y Condega. (Figura 2)

Entre las zonas de muestreo hubo diferencias significativas para la comunidad El Limón de Estelí mientras que las comunidades de Yalaguina existieron diferencia entre estudios que se realizaron en año anteriores ya que se ha conservado la materia orgánica en esos suelos.

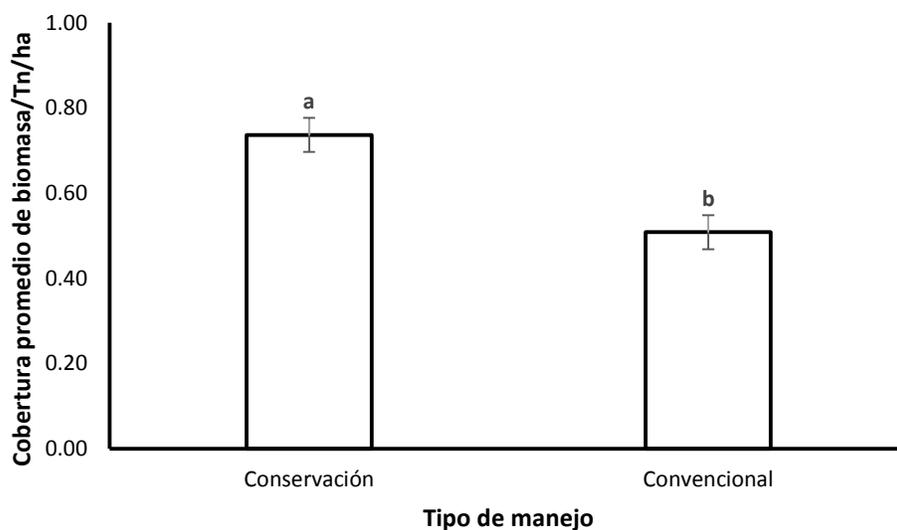
Al determinarse la relación carbono/nitrógeno del municipio de Estelí de la comunidad el Limón, como resultado esperado en las parcelas de conservación fueron exitosas. En cambio, que, en la parcela testigo no se notó mucha cantidad de carbono en el suelo. Por consiguiente, al comprobar la relación carbono/nitrógeno en la comunidad de la libertad se determinó que hay gran cantidad de carbono en ese suelo tanto en la parcela de conservación como en las parcelas testigo.

Basándose en lo anterior, se considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como un continuo de compuestos heterogéneos con base de carbono, que están formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos en continuo estado de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente, del conjunto de microorganismos vivos.

Según Heinz Ellenberg (Ellenberg, 2000), en zonas donde aún existe vegetación natural que no ha sido alterada, los contenidos de materia orgánica son relativamente constantes y las entradas de carbono en forma de materia en descomposición son similares a las salidas en forma de dióxido de carbono(CO<sup>2</sup>). Sin embargo, los cambios en el clima, la cobertura vegetal y los aportes de biomasa, alteran los tiempos de residencia de la materia orgánica en el suelo.

La parcela de conservación, refleja un aumento de la cobertura vegetal por las buenas prácticas agrícolas de parte del productor. Con el fin de conservar, mejorar, y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales a través del manejo integrado del suelo.

En relación a la parcela convencional, representa un porcentaje bajo en correlación al agro ecosistema de conservación y bosque, ya que es un sistema de producción extremadamente artificial, basado en un alto consumo de insumos de externos de agroquímicos sin considerar los ciclos naturales.



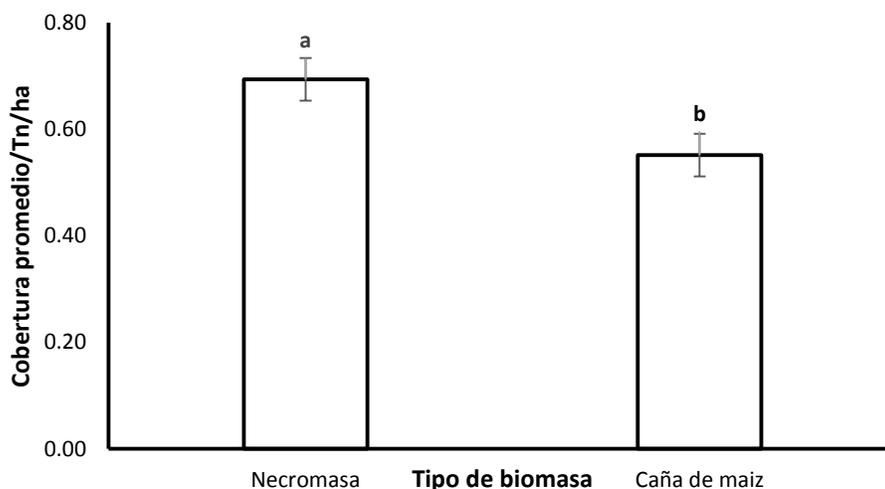
**Figura 2** Producción de biomasa promedio según el tipo de agro ecosistema. Las líneas sobre las barras representan los errores estándar.

## 6.2 Volúmenes de biomasa de acuerdo el tipo de cultivo

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.0317$ ) de la disponibilidad del tipo de biomasa entre caña de maíz y necromasa, (Figura 3).

Encontrándose un promedio de biomasa superficial para el maíz de ( $0.55 \pm 0.04$  Tn/ha). Mientras que la biomasa superficial de la necromasa tiene un promedio de ( $0.69 \pm 0.04$  Tn/ha) Lo que nos indica que existe un mayor aporte de biomasa por necromasa y el mínimo aporte por caña de maíz. Según Brechelt (2008), reporta que las fuentes agrícolas además de ser una fuente de alimento han demostrado tener capacidad de captura de carbono, lo cual depende de la productividad de estos sistemas y de las condiciones ambientales bajo las que se cultiva.

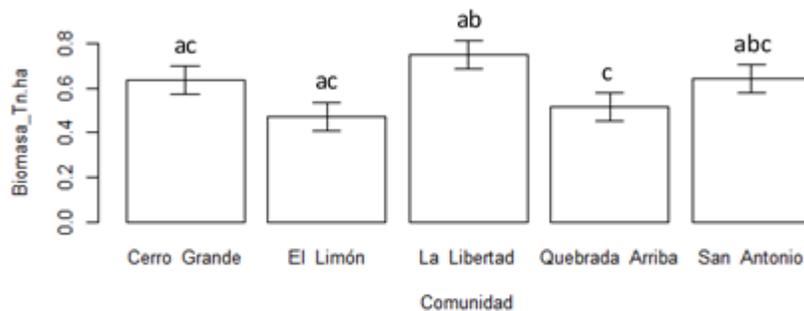
Uno de los factores que influyen en nuestros resultados es que los tipos de biomasa que comparamos no estaban en la misma etapa de crecimiento debido a que la necromasa sobre pasaba la caña de maíz porque no estaba siendo pisoteada por el ganado y había necromasa que crecía simultáneamente en seco.



**Figura 3.** Producción de biomasa promedio según el tipo de cultivo. Las líneas sobre las barras representan los errores estándar

Se encontró un efecto significativo ( $p = 0.0317$ ) del factor comunidad en función de la producción media de biomasa total (fitomasa de maíz y necromasa) según el manejo que se le da por comunidad, obteniendo mayor producción en la comunidad de La Libertad, esto es debido al seguimiento del buen manejo que hacen los productores en las parcelas de esa comunidad, también debido a que los periodos de cosecha son más seguidos que en las otras comunidades.

Este fenómeno se debe a que en las comunidades de la Libertad y Quebrada arriba hace uso de riego y siembran todo el año, en invierno y verano. Mientras en las demás comunidades no se hace debido a la escasez de agua y hacen sus siembras únicamente en invierno. También es debido al manejo que los productores le dan, desapareciendo con coba toda la cobertura vegetal sobrante de la cosecha sobre toda la parcela.



**Figura 4.** Producción promedio de biomasa según la comunidad, en toneladas por hectárea. Letras comunes indican diferencias estadísticas no significativas.

## VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los muestreos realizados por cada parcela podemos determinar que la mayor disponibilidad de biomasa se encontró en el ecosistema ASA, ya que almacena el mayor contenido de biomasa y favorece a la provisión de servicios ecosistémicos, una parcela en buen estado es capaz de proteger el suelo de la erosión, lo que contribuye a la biodiversidad

La agricultura de conservación tiene un efecto positivo en la conservación del suelo, dispone de mayor cantidad de biomasa debido a que no ha sufrido pérdidas de la cobertura orgánica de la capa superior del suelo, la siembra sobre los residuos del cultivo anterior, que es la esencia de la agricultura de conservación, está rápidamente convirtiéndose en una práctica exitosa de cultivo como en la producción de maíz y arvenses. La cantidad de los residuos producidos por los cultivos es evidentemente muy importante y presenta grandes variaciones según el tipo de cultivo, además, siempre hay residuos de malezas asociados con los residuos de los cultivos, los que también contribuyen a la cobertura del suelo.

La mayor producción de biomasa se encontró en las comunidades de la libertad y quebrada arriba debido a que se hacen usos de riego y siembran todo el año, en invierno y verano. Mientras que en las demás comunidades no se hace debido a la escases de agua y hacen sus siembras únicamente en invierno, pero también se encontró gran cantidad de materia orgánica en los suelos de las demás comunidades en las parcelas de conservación. También es debido al manejo que los productores de las comunidades de la libertad y quebrada arriba le brindan al suelo, conservando la cobertura vegetal sobrante de las cosechas sobre toda la parcela.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Efectuar a través del proyecto de Agricultura en parcelas de conservación (ASA) y testigo el seguimiento de técnicas de manejo agrícola para mejorar la fertilidad del suelo.

Brindar información a los agricultores sobre el uso y manejo de la conservación del suelo.

Hacer muestreos para análisis de suelo, con el propósito de llevar un control del porcentaje de carbono que se produce con la conservación de materia orgánica.

Promover un programa de conservación y restauración de suelo que canalice recursos y apoyos para fortalecer estos y otros esfuerzos semejantes en la comunidad.

## IX. BIBLIOGRAFÍAS

### Bibliografía

- Academic. (2010). *Diccionario ecologico*. Obtenido de <https://ecologico.esacademic.com/1938/necromasa>
- Alberto Julca. (2006). *LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA*. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009> .
- Alexandra Bot, consultora, FAO. (Abril de 2002). *Agricultura de conservación Estudio de casos en América Latina y África*. Obtenido de [http://www.fao.org/tempref/agl/AGLW/ESPIM/CD-ROM/documents/6E\\_s.pdf](http://www.fao.org/tempref/agl/AGLW/ESPIM/CD-ROM/documents/6E_s.pdf)
- Altamirano, X. C. (13 de Marzo de 2009). *monografias.com*. Obtenido de [monografias.com](http://monografias.com/trabajos95/determinacion/fertilidad-suelos-del-occidente-nicaragua/determinacion-fertilidad-suelos-del-occidente-nicaragua.shtml) agricultura y ganaderia:
- Backer, H. (26 de septiembre de 2002). *Agricultura de conservación*. Recuperado el 3 de marzo de 2017, de Estudio de casos: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/sb78s>.
- CIMMYT. (junio 27, 2016). *Forjando un futuro sostenible: Historia de la agricultura de conservación en el sur de África*.
- community, e. (s.f.). *agricultura de concervacion*.
- Darling Munguía, J. P. (julio de 2013). *fertlidad de suelos*. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3201/1/225907.pdf>
- Dirección de Investigación . (s.f.). *Fondo para Proyecto de Investigación* . Managua.
- Ellenberg, H. (24 de Diciembre de 2000). *Relacion Carbono/Nitrogeno*. Obtenido de [Relacion Carbono/Nitrogeno: https://www.agromatica.es/relacion-cn-o-carbono-nitrogeno/](https://www.agromatica.es/relacion-cn-o-carbono-nitrogeno/)
- Eyherabide, M. (7 de Junio de 2014). *Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelo*. Obtenido de [Ciencia del suelo: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672014000100002](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672014000100002)
- FAO. (15 de Abril de 2010). *Agricultura de conservacion*. Obtenido de [Objetivo de la agricultura:](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/conservation/la_agricultura/)

<https://www.google.com.ni/url?sa=tsource=webrct=jurl=http://www.fao.org/ag/ca/>

FAO. (13 de Marzo de 2015). *Agricultura de conservación*. Obtenido de BOLETÍN DE SUELOS DE LA FAO : <file:///H:/AÑO%202017/TESIS/investigaciones%20tesis/agricultura%20y%20conservacion.pdf>

Gómez, D. (2 de Julio de 2006). *Depositos de documento de la FAO*. Obtenido de Depositos de documento de la FAO: [www.fao.org/docrep/006/w1309S/w1309s04.htm](http://www.fao.org/docrep/006/w1309S/w1309s04.htm)

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>. (2006). *LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA*. IDESIA (Chile). Recuperado el 2 de 09 de 2019, de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292006000100009](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009)

Ibañez, J. j. (viernes de marzo de 2007). *los suelos y la vida*. Recuperado el mayo de 2017, de <https://www.google.com.nic/url/madrимasd.org/blogs/universo>

Matus, R. (06 de 06 de 2012). *Ecología hoy*. Obtenido de Tipos de suelo: <http://www.ecologiahoy.com/tipos-de-suelos>

Mendoza, K. (2009). *Evaluación de fertilidad de los suelos*. León y chinandega: Ilustración 1Proyectos de alianzas estrategicas para la investigacion.

Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (05 de Mayo de 2018). *contaminacion de los suelos* . Obtenido de <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/>

Palacios, O. (18 de Diciembre de 2000). *La agricultura y su evolucion a la agroecologia*. Obtenido de la agricultura: <file:///C:/Users/PC/Documents/My%20Bluetooth/interior.pdf>

Pérez, J. (08 de 07 de 2008). *Sistemas agrícolas, ecosistemas al servicio del cultivo*. Obtenido de Sistemas agrícolas, ecosistemas al servicio del cultivo: <http://espasa.planetasaber.com/theworld/gats/article/default.asp?pk=834&art=59>

Romero, H. G. (Abril de 30 de 2015). *El nuevo diario*. Obtenido de El nuevo diario: [www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/358863-suelos-degradados-salud-peligro/](http://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/358863-suelos-degradados-salud-peligro/)

Sanchez. (2010). *Efectos de la cobertura en las propiedades del suelo* .

## X. ANEXOS

**Tabla Presupuesto del proyecto en córdoba.**

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Análisis de MO				
Transporte/ Combustible	19 litros	19 litros por viaje	C\$ 29 Córdobas	C\$ 551.00
Alimentación	25 unidades	5 almuerzos por viaje	C\$ 80.00 Córdobas	C\$ 2000.00
Bolsas Plásticas 5 Lib.	400 unidades	5 libras	C\$35.00 por cada 100 bolsas.	C\$140.00
Bolsas de Craft.	200 unidades	2 libras	C\$ 2.00 córdobas	C\$ 400.00
Sacos	9 unidades	1 quintal	C\$10.00 c/u	C\$ 90.00
Barra	1 unidad	6 pies	C\$1400.00 c/u	C\$1400 c/u
Tubos pvc	1 unidad	½ pulgada	C\$ 80.00 c/u	C\$80 c/u
Codos pvc	4 unidades	½ pulgada	C\$ 7.00 c/u	C\$ 28 c/u
Papel aluminio	6 cajas	8 pies	C\$ 90.00 c/u	C\$ 540 c/u
Marcadores	4		C\$ 15.00 c/u	C\$ 60

## FOTOGRAFIAS



**Foto 1.** Peso fresco de la biomasa con la pesola



**Foto 2.** Cantidad de biomasa contenida en el metro cuadrado



**Foto 3.** Muestreo de materia orgánica a 10cm utilizando el método de cuadrante en los diferentes sistemas de agricultura (Conservación y Convencional)



**Foto 4.** Peso fresco de 100g de suelo



**Foto 5.** Muestras de peso fresco de suelo dentro del horno



Foto 10. Proceso de tamizado y peso de 10g de suelo seco



**Foto 11.** Peso de suelo seco en el crisol



**Foto 12.** Toma de muestras de suelo y biomasa en coordinación con maestros de UCATSE en la comunidad de la Libertad del municipio de Condega.



**Foto 13.** Toma de muestras de suelo y biomasa en la comunidad San Antonio municipio de Yalaguina.



**Foto 14.** Toma de peso seco de muestras de suelo.





