



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA



FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, FAREM-ESTELÍ

Catholic Relief Services, CRS-Nicaragua

Tema: Dinámica de la Biomasa y materia orgánica en sistema de agricultura de conservación, convencional y bosque; en los municipios de Estelí y Condega, en el año 2017

Trabajo de seminario de graduación para optar
al grado de

Ingeniero Ambiental

Autores

Ana Suyen Alfaro Herrera

Cándida Paola Urrutia Espinoza

Freydell Sarai Pinell Rivera

Tutor

M.Sc. Kenny López Benavides

Estelí, Enero 2018



RESUMEN

El trabajo investigativo fue dirigido desde la estación experimental para el Estudio del Trópico Seco “El Limón” adscrita a la UNAN-MANAGUA/FAREM-ESTELI. Dicho trabajo se realizó en la comunidad El Limón, municipio de Estelí y comunidad San Diego, municipio de Condega, con el objetivo de evaluar la dinámica de la biomasa y materia orgánica en sistema de agricultura de conservación, convencional y bosque.

Mediante la ejecución de esta investigación, se determinó la correlación entre el peso fresco y peso seco. Para calcular el peso fresco se usó el método del cuadrante, mientras que, para calcular el peso seco, se hizo secado de muestras de biomasa en cada sistema de agricultura y materia orgánica a través del método de LOI. Se tomó un tamaño muestral de tres réplicas por cada sustrato: parte alta, media y baja. Luego, se obtuvo el peso de cada muestra por medio de la pesola y balanza. Para determinar la relación C/N se realizaron análisis físico-químicos.

Se recolectaron 216 muestras de biomasa y 72 de materia orgánica en los diferentes agroecosistemas y bosque, comprendida en un amplio intervalo de tiempo durante cuatro meses en las cuales, se adquirieron en las diferentes procedencias.

En la disponibilidad de biomasa superficial según la procedencia se encontraron diferencias significativas ($p = 0.0004$) entre los periodos de 4 meses. Es decir que en términos estadísticos la disponibilidad de biomasa es diferente en cada uno de las siguientes comunidades antes mencionadas. Y como resultado del porcentaje de materia orgánica según la procedencia se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p = 0.0028$) en los meses de mayo, junio, julio y agosto.

En la relación C/N entre las dos zonas de muestreo no hubo diferencias significativas, por lo tanto la comunidad El Limón obtuvo un promedio de ($p=0.7738$) por consiguiente la comunidad de sandiego con un promedio de ($p=0.4429$).

Palabras claves: Agroecosistemas, sistema de bosque, Biomasa, Disponibilidad, relación C/N.

DEDICATORIA

Br. Ana Suyen Alfaro Herrera.

A DIOS

Por darme la oportunidad de vivir, guiarme en mi camino, llenarme de bendiciones y alegría.

A MI MADRE

Maura del Rosario Herrera Hernández.

Por todo ese inmenso amor, cariño y respeto; por enseñarme que los sueños se logran a base de esfuerzo y dedicación.

TUTOR

Kenny López Benavides.

Josué Urrutia Rodríguez.

Cándida Paola Urrutia Espinoza.

EQUIPO DE TRABAJO

Freydell Sarai Pinell Rivera.

Por luchar día a día, por compartir momentos juntas esforzándonos para lograr nuestras metas.

Br. Cándida Paola Urrutia Espinoza.

A DIOS

Por darme sabiduría y entendimiento para ser mejor día a día.

A MIS PADRES

José Alejandro Urrutia Parrilla.

Imelda Espinoza Calderón.

Con eterno amor y cariño quienes creyeron en mí siempre, por su apoyo todo el tiempo tanto moral, emocional, espiritual y financiero. Por enseñarme siempre que hay que luchar por lo que se quiere.

TUTOR

Kenny López Benavides.

Josué Urrutia Rodríguez.

EQUIPO DE TRABAJO

Ana Suyen Alfaro Herrera.

Freydell Sarai Pinell Rivera.

Porque logramos culminar nuestras metas propuestas con mucho amor y aprender siempre de nuestros errores el cual nos han hecho fuerte siempre en el recorrido de nuestro camino.

Br. Freydell Sarai Pinell Rivera.

A DIOS

Por haberme dado la vida, permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y darme la fortaleza para continuar.

A MIS PADRES

Arturo Pinell Castillo.

Julia Rivera Rodríguez.

Por ser el pilar más importante, por demostrarme siempre su cariño, apoyo incondicional y a mi familia en general por qué me han brindado su apoyo, por compartir buenos y malos momentos conmigo.

TUTOR

Kenny López Benavides.

Josué Urrutia Rodríguez.

EQUIPO DE TRABAJO

Ana Suyen Alfaro Herrera.

Cándida Paola Urrutia Espinoza.

Porque logramos llegar hasta el final de nuestro camino y conocimientos que hicieron de esta una de las experiencias más especiales.

AGRADECIMIENTO

Por la colaboración a las personas y entidad que permitieron el desarrollo de esta investigación.

Docentes:

M.Sc. Kenny López Benavides y M.Sc. Josué Urrutia Rodríguez por darnos la oportunidad de trabajar a su lado, compartir sus experiencias y conocimientos en el campo y metodologías de la investigación y estadística, brindándonos sus consejos, también por su esfuerzo, paciencia, dedicación y ser los principales guías para la realización de este trabajo.

A la **FAREM - Estelí, UNAN - Managua**; ya que en esta universidad realizamos los estudios superiores en la Ing. ambiental. Gratitud y respeto.

A los **docentes de la Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM) Estelí**, que en estos últimos cinco años han brindado conocimientos para que lo pongamos en práctica en nuestra vida profesional.

A **CHATOLIC RELIEF SERVICES** por habernos brindado el apoyo necesario para desarrollar y culminar con esta investigación.

Tabla de contenido

I.	INTRODUCCION.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2.	Justificación	12
1.3.	Antecedentes.....	12
II.	OBJETIVOS	14
2.1	GENERAL.....	14
2.2	ESPECIFICOS.....	14
2.3.	Preguntas de investigación	14
III.	MARCO TEORICO.....	15
3.1	Generalidades de la biomasa y materia orgánica	15
3.1.1	Conceptos básicos	15
3.1.1.1	Dinámica	15
3.1.1.2	Sistemas agrícolas.....	15
3.2	Aspectos generales del suelo	15
3.2.1	Definición de suelo	15
3.2.3	Tipos de suelo según sus características.....	16
3.2.3.1	Litsoles.....	16
3.2.3.2	Cambisoles.....	16
3.2.3.3	Luvisoles.....	16
3.2.3.4	Acrisoles	16
3.2.3.5	Gleysoloes.....	16
3.2.3.6	Fluvisoles.....	17
3.2.3.7	Rendzina.....	17
3.2.3.8	Vertisoles	17
3.2.4	Perfil del suelo (estructura)	17
3.2.5	Conservación de suelo	18
3.2.6	Tipos de sistema de agricultura	18
	Según el método y objetivos.....	18

3.2.7 Biomasa	18
3.2.7.1 Tipos de biomasa	19
Biomasa natural	19
Biomasa residual (seca y húmeda)	19
3.2.7.2 Métodos para determinar la biomasa	19
Métodos Cuadrantes.....	19
3.2.7.3 Aporte de la biomasa a la materia orgánica.....	20
3.2.7.4 Disponibilidad de la biomasa.....	20
3.2.7.5 Comportamiento de la biomasa	20
3.2.8 Materia orgánica	20
3.2.8.1 Definición	20
3.2.8.2 Descomposición de la materia orgánica.....	21
3.2.8.3 Método para calcular el porcentaje de MO	21
3.2.8.4 Porcentaje de la materia orgánica.....	21
3.9 Ciclos biogeoquímico	21
3.9.1 Ciclo del carbono.....	21
3.9.2 Ciclo del nitrógeno.....	22
3.9.3 Relación C/N	22
IV. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	23
V. MATERIALES Y MÉTODOS	24
5.1 Área de estudio.....	24
5.1.1 Descripción edafoclimática del municipio de Estel	24
5.1.2 Descripción edafoclimática del municipio de Condega	25
5.2. Tipo de estudio	26
5.3. Población y muestra.....	26
5.4 . Tipo de muestreo.....	26
5.5 Matriz de Operacionalización de variables e indicadores	27
5.6. Etapas generales del proceso de investigación	28
5.6.1 Etapa de gabinete:	28
5.6.2 Etapa de Campo: Esta etapa se describe según el orden de los objetivos específicos.....	28
5.6.3 Etapa de gabinete:	31

5.7. Diseño Experimental.....	32
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
5.1 Disponibilidad de la biomasa superficial en función del tiempo (4 meses) en sistemas de agroecosistemas y bosques.....	33
5.2 Disponibilidad de la materia orgánica en función del tiempo (4 meses) en los diferentes sistemas de agricultura.....	44
5.3 Determinación de la relación carbono-nitrógeno en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	57
VII. RECOMENDACIONES.....	58
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	59
IX. ANEXOS.....	63

I Introducción

El suelo conforma un recurso y una colección de cuerpos naturales establecido sobre la superficie terrestre y que pueden ser modificados por la naturaleza o por el mismo hombre, desempeñando importantes funciones donde se destaca la agricultura, la ganadería, disposición de viviendas y la comunicación terrestre. El suelo está formado por una serie de componentes que le dan características específicas y esenciales para determinar sus usos (Gómez, 2006).

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 (FAO, 2015).

Existe un peligro que se cierne sobre los suelos de Nicaragua. De acuerdo con estudios del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en nuestro país la degradación de los suelos llega a un momento alarmante que amenaza no solo a la producción sino a la salud y alimentación de los habitantes de la zona del pacífico y centro (Romero, 2015).

Así mismo, la agricultura siempre ha supuesto un impacto ambiental fuerte por diferentes factores. Las prácticas comunes que los agricultores realizan para la siembra, es la tala de bosque para tener el suelo apto para el cultivo, hacer embalses de agua para regar, canalizar ríos etc. Incluso, la agricultura moderna ha multiplicado los impactos negativos sobre el ambiente, destruyendo y salinizando los suelos, contaminándolos por el uso de plaguicidas y fertilizantes así mismo desapareciéndose la biodiversidad genética por causa de la deforestación.

Tanto en Nicaragua como en otros países, hoy en día se utiliza toda clase de subterfugios para evadir responsabilidades morales, económicas, sociales y empresariales que deja la problemática de la agricultura convencional beneficiando a pocos económicamente.

Es necesario resaltar que para estas prácticas se han creado tecnologías nuevas de conservación de suelo con el objetivo de mejorar la calidad del suelo

umentando la cobertura vegetal, materia orgánica y los nutrientes que ayudan a un aumento de producción en el cultivo mejorando en su calidad y cantidad.

1.2. Justificación

El enfoque integral en el manejo de los suelos, implica poner en marcha un proceso de cambio en el uso de la tierra hacia prácticas de agricultura conservación y bosque. Los recursos naturales y el medio ambiente se pueden mejorar apreciablemente y a corto plazo con el empleo acertado de prácticas de labranza mínima y prácticas auxiliares de manejo y conservación de suelos, relacionar MO con la capacidad productiva del suelo mediante el estudio de la dinámica de biomasa y materia orgánica, su composición y efecto sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

Por tal razón, en los últimos años las políticas de desarrollo en muchos países han dado un fuerte impulso a estrategias de producción compatibles con la conservación del medio ambiente. Así, la agroforestería y los sistemas silvopastoriles se ha convertido en una opción viable para mitigar los procesos de degradación de los recursos naturales y del cambio climático (FAO, 2010).

Sin embargo, Nicaragua es un país con una larga trayectoria agrícola debido a las características de los suelos que potencian esta actividad. Por esta razón, el objetivo de esta investigación es dinámica de la biomasa y materia orgánica en sistema de agricultura y bosques, AC (cubierta vegetal más labranza mínima), a fin de mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales a través de otros tipos de manejos integrado del suelo, el agua y los recursos biológicos disponibles. Esto contribuye a la conservación del ambiente, así como también a una producción agrícola mejorada y sostenible tanto para un medio ambiente sano frente a los cambios y un incremento alimentario en la producción agrícola, lo cual beneficiara a las poblaciones que están relacionadas con una producción agrícola sostenible. .

1.3. Antecedentes

Durante las últimas décadas se han realizado numerosas investigaciones 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, 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.

La adopción fue inicialmente lenta, pero a partir de mediados del año 1980, su difusión ha sido rápida, especialmente en América y Australia la superficie, en el mejoramiento de los ciclos naturales en el suelo. Con el correr del tiempo, los elementos vivos del suelo hacen las funciones de la labranza tradicional, aflojando el suelo y mezclando sus componentes. Pero además de esto, el incremento de la actividad biológica crea una estructura estable del suelo, por medio de la acumulación de materia orgánica y para mantener su fertilidad, reduciendo básicamente su disturbio y conservando su estructura y estimulando la biota (Ibañes, 2007).

También 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.

Así mismo, se llevó a cabo un estudio donde se determinó las condiciones de fertilidad de los suelos de los departamentos de León y Chinandega de marzo 2009 a marzo 2011, donde se muestrearon once (11) municipios de los cuales siete (7) corresponde a León y cuatro (4) a Chinandega. (Mendoza, 2009)

El promedio de materia orgánica para los once (11) municipios fue de 2,89 %; encontrándose en un rango medio según laboratorio de la LAQUISA. En relación C/N los valores van de 14-15 no presentan ninguna diferencia significativa. La Paz Centro presentó los más altos contenidos de fósforo con 74.60 mg/100g y potasio con 489.44mg/100g considerado extremadamente alto, y el más bajo en Quezalguaque 52.67 mg/100g siendo también el que presentó menor valor en la variable calcio y el mayor contenido es Nagarote. (Altamirano, 2009).

I. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Evaluar la dinámica de la biomasa y materia orgánica en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque.

1.2 ESPECIFICOS

1.2.1 Determinar la disponibilidad y el comportamiento de la biomasa superficial en función del tiempo (4 meses) en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosques.

1.2.2 Analizar la disponibilidad de la materia orgánica en función del tiempo (4 meses) en los diferentes sistemas de agricultura.

1.2.3 Determinar la relación carbono – nitrógeno en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque.

2.3. Preguntas de investigación

2.3.1. ¿Cuál es la disponibilidad y el comportamiento de la biomasa superficial en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosques?

2.3.2. ¿Cuál es la disponibilidad de lamateria orgánica en función del tiempo (4 meses) en los sistemas de agricultura?

2.3.3. ¿Qué relación existe en la relación carbono – nitrógeno en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque?

II. MARCO TEORICO

3.1 Generalidades de la biomasa y materia orgánica

3.1.1 Conceptos básicos

3.1.1.1 Dinámica

La dinámica de suelo es una parte de la mecánica de los suelos, trata acerca de las propiedades y el comportamiento del suelo sometido a esfuerzos dinámicos y la respuesta de masas de suelo durante la aplicación rápida de carga (Hurtado, 2013).

3.1.1.2 Sistemas agrícolas

Los sistemas agrícolas son ecosistemas situados entre los ecosistemas naturales y los urbanos o artificiales. Al igual que en los naturales, su funcionamiento depende de la energía solar, pero reciben una energía auxiliar procedente del esfuerzo humano y de sus animales o de los combustibles fósiles (Pérez, 2008).

3.2 Aspectos generales del suelo

3.2.1 Definición de suelo

Capa superficial de espesor variable que recubre la corteza terrestre, procedente de la meteorización física y química de la roca preexistente y sobre la que se asienta la vida.

El suelo se puede definir como una capa superficial del terreno que es asiento de la vida, base de la agricultura y lugar de reciclado de la materia en los ecosistemas terrestres (Palacios, 2000).

Los suelos se pueden clasificar según su función y según sus características. A continuación, se detallan estas modalidades de clasificación.

3.2.2 Tipos de suelo según su funcionalidad

3.2.2.1 Suelos arenosos

Son aquellos suelos que no retienen el agua, al poseer poca materia orgánica no son aptos para la agricultura.

3.2.2.2 Suelos calizos

En estos suelos abundan las sales calcáreas, suelen ser de color blanco y también árido y seco, y por ende no son buenos para la agricultura.

3.2.2.3 Suelos humíferos (también llamados tierra negra)

Son aquellos que posee gran cantidad de materia orgánica en descomposición, son fantásticos para retener el agua y por lo tanto son excelentes para cultivar.

3.2.2.4 Suelos arcillosos

Estos suelos están formados por pequeños granos finos de color amarillo y retienen el agua en charcos. Mezclados con humus pueden resultar muy efectivos para la agricultura.

3.2.2.5 Suelos pedregosos

Formas por toda clase de rocas y piedras, al no retener el agua resultan pésimos para cultivar.

3.2.2.6 Suelos mixtos

Mezcla del suelo arenoso y del suelo arcilloso.

3.2.3 Tipos de suelo según sus características

3.2.3.1 Litosoles

Suelo que suele aparecer en afloramientos rocosos y a veces en escarpas, son de poco espesor y con poca vegetación.

3.2.3.2 Cambisoles

Suelos jóvenes que acumulan arcillas.

3.2.3.3 Luvisoles

Cuenta con un horizonte resultado de una gran acumulación de arcillas.

3.2.3.4 Acrisoles

Tienen una acumulación de arcilla menor a los Luvisoles.

3.2.3.5 Gleysoles

Cuentan con gran cantidad de agua en forma permanente o semipermanente.

3.2.3.6 Fluvisoles

Suelos jóvenes que se han formado debido a la **lluvia**, suelen tener mucho calcio.

3.2.3.7 Rendzina

Suelos con muchas materias orgánicas ubicados sobre roca caliza.

3.2.3.8 Vertisoles

Suelo arcilloso de color negro, se localizan en zonas de poca pendiente, son suelos minerales de desarrollo reciente, con horizonte superficial de poco espesor, muy arcillosos, que durante la estación seca se contraen y presentan grietas anchas y profundas y durante la estación lluviosa se expanden, tienen formación de micro relieve en la superficie, son de muy profundos a moderadamente profundos (que no tienen contacto rocoso a menos de 50 cm. (Matus, 2012).

3.2.4 Perfil del suelo (estructura)

El perfil de un suelo representa un corte transversal del mismo y las diferentes capas o niveles se denominan horizontes. No todos los horizontes posibles están presentes en todos los suelos.

La estructura del suelo viene determinada por las condiciones climatológicas como factor principal. Por tanto, hay una fuerte correlación entre: zonas climáticas-suelo-biomas.

Horizontes: (de arriba hacia abajo).

Horizonte A: (o de lixiviado – palabra que significa “lavado”). Tres subhorizontes:

- A0: hojarasca y restos orgánicos sin descomponer.
- A1: Acumulación de humus (color oscuro). Evita el excesivo lixiviado al retener los iones.
- A2: lixiviado más intenso con dominio de la materia mineral.
- Horizonte B: (o de precipitación).



Figura 1. Horizontes del suelo

Acumulación de sales minerales, color más claro: Ca, Fe, Al,

Horizonte C: Roca madre en diferentes grados de meteorización. Horizonte D o R: roca madre original (Palacios, 2000).

3.2.5 Conservación de suelo

Es parte de la conservación de tierras, se refiere a la protección, mejoramiento y el uso de recursos naturales, acorde a principios que aseguran el más alto beneficio económico y social al hombre y su ambiente, ahora y en el futuro (Ruíz, 2015).

3.2.6 Tipos de sistema de agricultura

Según el método y objetivos

3.2.6.1 Sistemas de agricultura de conservación

Sistema de producción agrícola sostenible que comprende un conjunto de prácticas agronómicas adaptadas a las exigencias del cultivo y las condiciones locales de cada región, cuyas técnicas de producción y manejo, solo protegen de su erosión y degradación, mejoran su calidad y biodiversidad contribuyen a la preservación de los recursos naturales, agua y aire (González Sánchez E, 2008).

3.2.6.2 Sistemas de agricultura convencional

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 cantidades beneficios comerciales (Palacios, 2000).

3.2.6.3 Sistema de agricultura de bosque

El sistema de agricultura de bosque, es cualquier ecosistema que acumula carbono de la atmósfera por descomposición de dióxido de carbono en carbono y oxígeno. El carbono así producido es almacenado en los troncos de los árboles, ramas, hojas y otras partes de las plantas, así como en los suelos en forma de biomasa viva y muerta (Vasquez, 2011).

3.2.7 Biomasa

Término genérico que hace referencia a la cantidad de materia viva producida por plantas, animales, hongos o bacterias, en un área determinada. Todos los restos vivos por encima del suelo incluyendo el tronco, tocón, ramas, corteza, semillas y las hojas (Salinas, 2005).

3.2.7.1 Tipos de biomasa

Biomasa natural

La biomasa natural es la que se produce en ecosistemas naturales. La explotación intensiva de este recurso no es compatible con la protección del medio ambiente, aunque sea una de las principales fuentes energéticas en los países subdesarrollados. La biomasa natural se produce sin la intervención del hombre para potenciarla o para modificarla (Saavedra, 2013).

Biomasa residual (seca y húmeda)

Son los residuos que se genera en las actividades de agricultura (leñosa y herbácea) y ganadería, en las forestales, en la industria maderera y agroalimentaria, entre otras y que todavía puede ser utilizados y considerados subproductos.

Se denomina biomasa residual húmeda a los vertidos llamados biodegradables, es decir, las aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganaderos (principalmente purines) (Patiño, 2014).

3.2.7.2 Métodos para determinar la biomasa

Métodos Cuadrantes

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transeptos. El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas.

Por su facilidad de determinar la cobertura de especies, los cuadrantes eran muy utilizados para muestrear la vegetación de sabanas y vegetación herbácea (Cerrado, Puna, Paraderas). Hoy en día, los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier clase



Figura 2. Forma de muestrear la vegetación por el método de cuadrantes.

El tamaño del cuadrante está inversamente relacionado con la facilidad y velocidad de muestreo. El tamaño del cuadrante, también, depende de la forma de vida y de la densidad de los individuos. Para muestrear vegetación herbácea, el tamaño del cuadrante puede ser de 1 m² (1x1m) (Figura 3); el mismo tamaño se utiliza para muestrear las plántulas de especies arbóreas.

Para muestrear bejucos o arbustos, el tamaño puede ser de 4 m² o 16 m². Para árboles (mayor a 10 cm DAP), los cuadrantes pueden ser de 25 m² o 100 m². El tamaño de los cuadrantes depende de la densidad de las plantas a medirse; para refinar el tamaño adecuado, es necesario realizar pre-muestreos, ya que, de no ser así, habrá muchas parcelas con ausencia de individuos o, al contrario, se tendrán cuadrantes en los que se utilizará mucho tiempo. En el Anexo 1 se presenta un ejemplo de la forma de tomar datos, ya sea con el método de cuadrantes o con el método de transecto (Mostacedo, 2000).

3.2.7.3 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 (Martínez, 2014).

3.2.7.4 Disponibilidad de la 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 (Gutierrez, 2012).

3.2.7.5 Comportamiento de la 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 (Martínez, 2014).

3.2.8 Materia orgánica

3.2.8.1 Definición

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. En general, la materia orgánica se clasifica en compuestos húmicos y no húmicos, en los segundos persiste todavía la composición química e incluso la estructura física de los tejidos animales o vegetales originales (Cruz, 2008).

3.2.8.2 Descomposición de la materia orgánica

La descomposición de la materia orgánica es un proceso biológico que ocurre naturalmente. Su velocidad es determinada por tres factores principales: la composición de los organismos del suelo, el entorno físico (oxígeno, humedad y temperatura), la calidad de la materia orgánica (Machado, 2003).

3.2.8.3 Método para calcular el porcentaje de MO

El método de calcinación o pérdida por ignición (loss on ignition, LOI) (Schulte & Hopkins, 1996) cuantifica directamente el contenido de MO y se basa en determinar la pérdida de peso de una muestra de suelo al someterla a elevadas temperaturas (Eyherabide, 2014).

3.2.8.4 Porcentaje de la materia orgánica

La materia orgánica de los ecosistemas de los suelos juega un rol principal en determinar la textura de los suelos, la humedad, el pH y la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de las plantas. Según Teaching ecological complexity define que el porcentaje de materia orgánica encontrada en los suelos puede oscilar entre el 0% en suelos muy jóvenes, el 80% en suelos orgánicos, en suelos de bosque probablemente fluctúan entre 0.5% y el 20% en los 20cm superiores del suelo mineral (Ecoplexity, 2010).

3.9 Ciclos biogeoquímico

3.9.1 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 (Abenza, 2013).

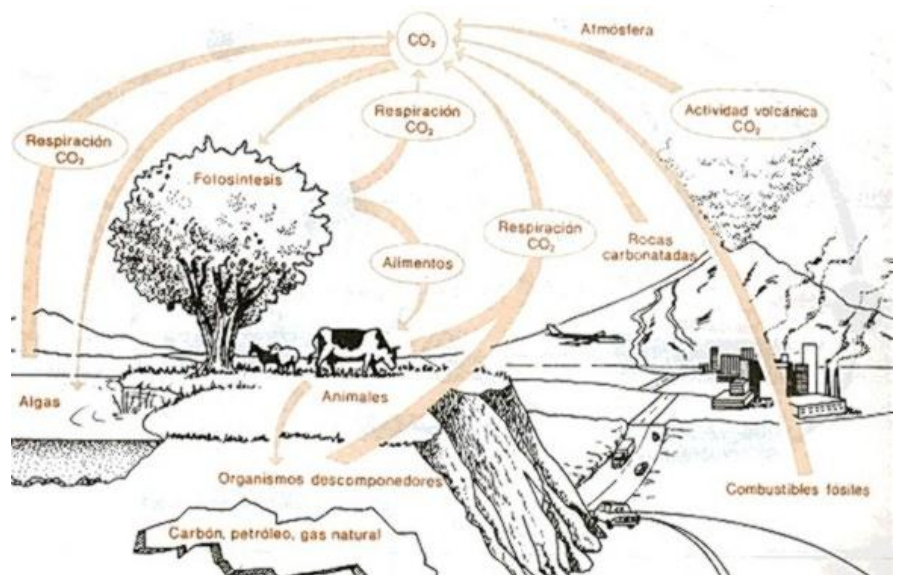


Figura 3. Ciclo del carbono

3.9.2 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 %) (Aramburo, 2010).

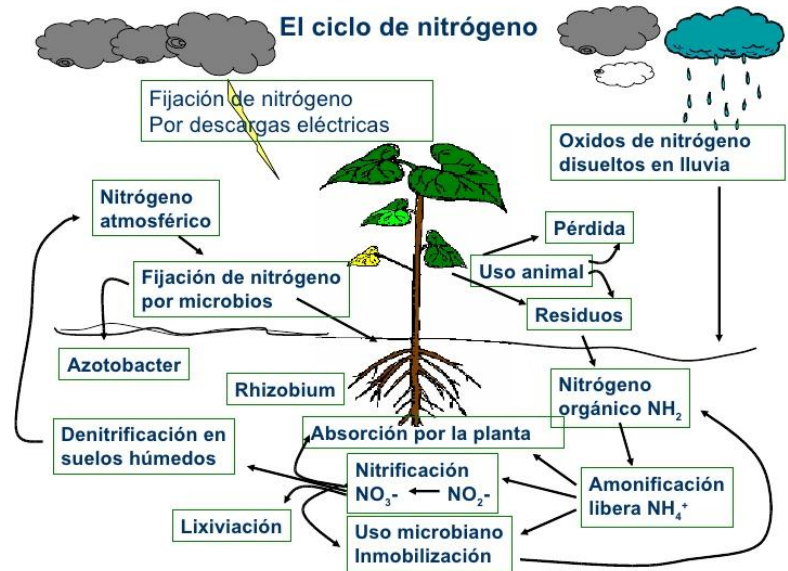


Figura 4. Ciclo del nitrógeno

3.9.3 Relación 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 fijado 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 (Martínez, 2014).

III. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN

Hi: La disponibilidad y el comportamiento de la biomasa superficial en función del tiempo (4 meses) es mayor en sistemas de agricultura de conservación, y bosques, en relación al sistema de agricultura convencional.

Hi: La disponibilidad de la materia orgánica en función del tiempo (4 meses) es mayor en sistemas de agricultura de conservación, y bosques, en relación al sistema de agricultura convencional.

Hi: La relación carbono – nitrógeno en sistemas de agricultura de conservación y bosque es mayor, en relación al sistema de agricultura convencional.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

Esta investigación se realizó en comunidades de los municipios de Estelí y Condega. En sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque.

Descripción de las áreas de estudio

5.1.1 Descripción edafoclimática del municipio de Estelí

La investigación se ejecutó en La Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco “El Limón” adscrita a la UNAN-MANAGUA/FAREM-ESTELI, ubicada a 1.5 km al suroeste de la ciudad de Estelí, entre las coordenadas (UTM 568775x y 1444207y). La estación experimental tiene una cota altitudinal 879 m.s.n.m. con rangos mensuales de temperatura de 16 y 33°C y una precipitación media anual de 804 mm.

La Estación Experimental está inmersa en la zona de amortiguamiento de La Reserva Natural El Tisey-Estanzuela (FAREM/ESTELÍ, 2017).

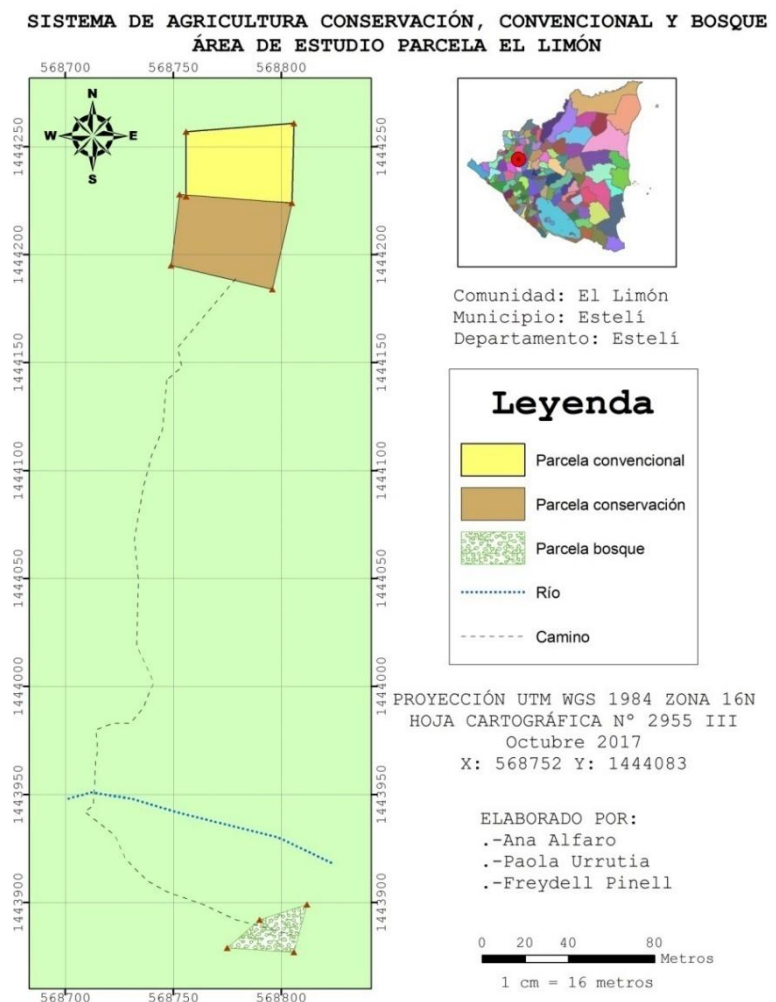


Figura 5. Mapa de los diferentes sistemas de agricultura y bosque de La Estación Experimental de la comunidad El Limón

5.1.2 Descripción edafoclimática del municipio de Condega

La investigación se realizó en la comunidad de San Diego perteneciente al municipio de Condega entre las coordenadas (UTM 568568x y 1480128y). Con una cota altitudinal 573 m.s.n.m.

La cabecera municipal está ubicada a 26 km al norte de Estelí. Su extensión territorial es de 398 km². las precipitaciones oscilan entre 9000 y 1000 mm y temperaturas promedio de 20°C.

El área agrícola de este lugar se caracteriza por una llanura aluvial bien drenada que oscila entre los 550 y 800 msnm. Tiene una altitud de 560.91 msnm. El área se caracteriza por presentar un relieve muy accidentado con diferencias marcadas en altitud y diversidad de sistemas terrestres (Becerra, 2017).

SISTEMA DE AGRICULTURA CONSERVACIÓN, CONVENCIONAL Y BOSQUE
ÁREA DE ESTUDIO PARCELA SAN DIEGO

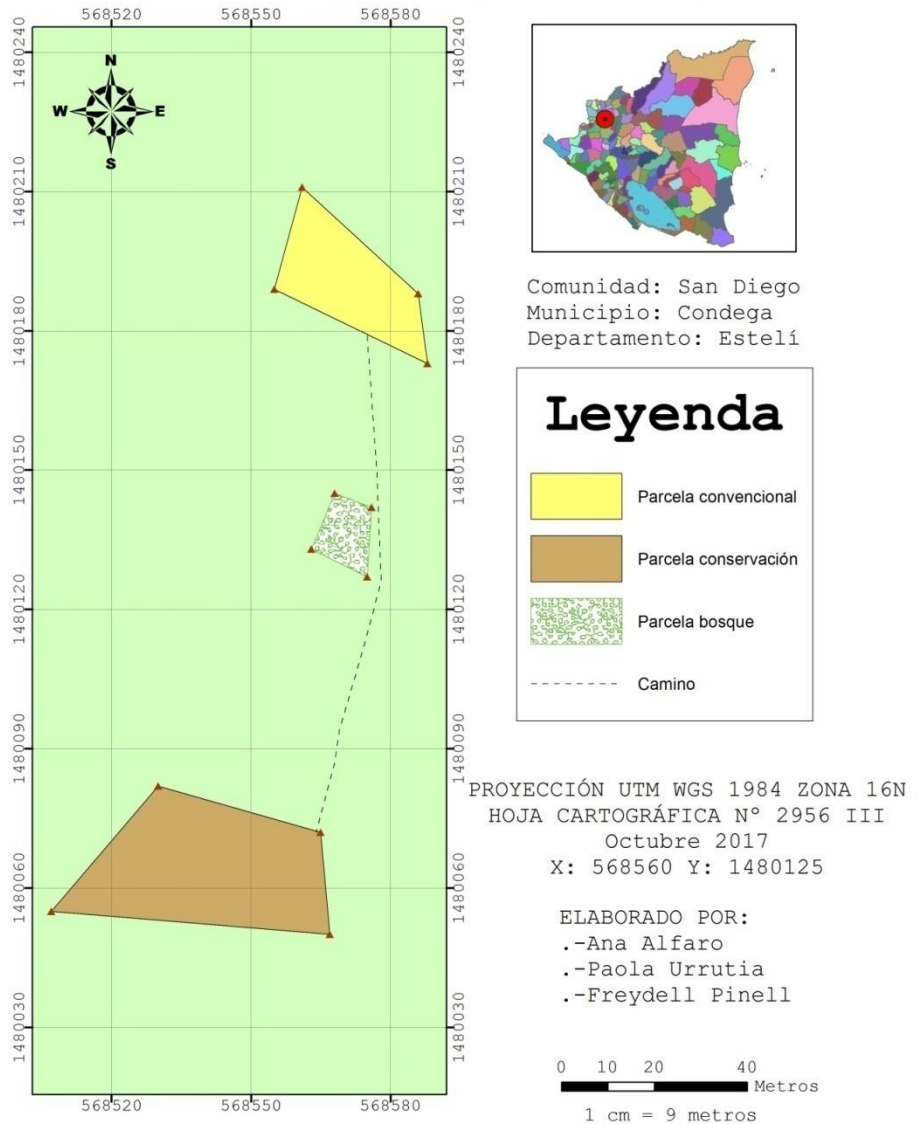


Figura 6. Mapa de los diferentes sistemas de agricultura y bosque de la comunidad San Diego

5.2. Tipo de estudio

Según su enfoque filosófico es de tipo cuantitativo porque el fenómeno objeto de estudio se cuantificó a través de conteo y mediciones de las variables de interés de la dinámica de la biomasa y materia orgánica del suelo en los diferentes sistemas de agricultura. Se utilizó el método observacional no experimental, el cual consiste en el escaso o nula manipulación de la variable independiente.

Según el nivel de profundidad es una investigación correlacional, porque tiene como propósito medir el grado de relación que existe entre dos o más variables (dependiente e independiente) en el fenómeno objeto de estudio. También es explicativo porque se determinará causa-efecto del fenómeno objeto de estudio.

Esta investigación responde a la estrategia de la Protección de la Madre Tierra, Adaptación ante el Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo ante Desastre, contenida en el Plan Nacional de Desarrollo Humano de Nicaragua (Plan Nacional de Desarrollo Humano, 2012). Además, responde a la línea de investigación de “Agroecología” de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) / Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM-Estelí) / Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco “El Limón”.

5.3. Población y muestra

La población corresponde a 175 parcelas establecidas por el proyecto de agua, suelo y agricultura (ASA), en los municipios de Estelí y Condega. De las cuales se seleccionó la muestra de 6 parcelas, tres réplicas (3) en sistema de agricultura de conservación y tres réplicas (3) en bosque como un referente óptimo de comparación.

5.4. Tipo de muestreo

El muestreo es no probabilístico intencionado (por conveniencia), porque no se utilizó ninguna técnica aleatoria para seleccionar las parcelas en los sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque. Estos sistemas ya estaban definidos previamente por los técnicos del CRS.

5.5 Matriz de Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 1. Matriz de indicadores

Objetivo general	Objetivo específico	Variable	Indicadores
Evaluar la dinámica de la biomasa y materia orgánica en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosques.	Determinar la disponibilidad y el comportamiento de la biomasa superficial y en función del tiempo (4 meses) en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosques.	Disponibilidad biomasa en función del tiempo	Gramos (g)/ m ²
	Analizar la disponibilidad de la materia orgánica en función del tiempo (4 meses) en los diferentes sistemas de agricultura.	Materia orgánica en función del tiempo	Porcentaje (%)
	Determinar la relación carbono – nitrógeno en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque.	Relación C-N	Porcentaje (%)

5.6. Etapas generales del proceso de investigación

El proyecto de investigación se desarrolló en el marco del convenio de colaboración entre la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua / FAREM-Estelí) y la ONG CatholicReliefServices (CRS-Estelí).

5.6.1 Etapa de gabinete: Búsqueda de información y elaboración del protocolo de investigación.

Esta etapa consistió en la discusión entre docentes investigadores, estudiantes e investigadores del CRS. La idea de investigación fue un primer acercamiento a la realidad del fenómeno objeto de estudio. Una vez estructurada la idea de investigación se procedió a la planificación o elaboración del protocolo de investigación.

Se consultaron fuentes de información, relacionadas al fenómeno objeto de estudio tales como: libros, revistas Científicas impresas y digitales, así como trabajos monográficos. Estas fuentes permitieron la familiarización con el fenómeno de objeto de estudio (tema) la disponibilidad de diferentes recursos metodológicos, para la elaboración del marco teórico.

En esta fase se diseñaron los instrumentos (matrices) de recolección de datos en campo.

5.6.2 Etapa de Campo: Esta etapa se describe según el orden de los objetivos específicos.

Inicialmente se realizó contacto con el responsable del proyecto ASA (CRS) y en coordinación con docentes de la Estación Experimental El Limón para explicarle el objetivo de la investigación, a fin de facilitar el espacio de parcelas establecidas y el uso de instrumentos de laboratorio de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

Para determinar la disponibilidad de biomasa superficial en peso fresco, se recolectó tres muestras de un 1m² utilizando el método cuadrante (parte alta, media y baja) se hizo tres réplicas, tomando una muestra representativa por cada sustrato por mes, en cada una de las parcelas en un periodo de tiempo de cuatro meses en los diferentes sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque, se depositaron en bolsas de papel kraft con diferentes capacidades en gramo.

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos

impacto de borde en comparación a los transeptos. El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. (Mostacedo, 2000)

Los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier clase de plantasvegetación herbácea (hojarasca). El tamaño del cuadrante está inversamente relacionado con la facilidad y velocidad de muestreo. El tamaño del cuadrante para el muestreo en campo es $1\text{m}^2(1\times 1\text{m})$.

Cada sistema de agricultura y bosque tienen una medida 1000m^2 cada uno se dividió en tres sustratos con tres réplicas (alta, media y baja) en cada uno de los lugares de investigación. Para obtener el peso fresco de estas muestras en gramos se recolectó todo lo que se encontraba dentro del metro cuadrado utilizando la pesola para obtener el peso por cada réplica, adquiriendo antes el peso de la bolsa de papel kraft, combinamos las tres réplicas de cada sustrato (1, 2 y 3) tomando en sí, una muestra representativa de la tres réplica consiguiendo un peso total de estos restando antes el peso de la bolsa de papel kraft.

Para realizar el peso seco de los sistemas antes indicados hicimos uso de instrumentos de laboratorio de Recursos Naturales y Medio Ambiente como el horno a 60° secando las muestras por 24 horas durante tres días en bolsas de papel kraft con diferentes capacidades en gramo, luego de este procedimiento se introdujeron en el desecador por 30 minutos, manipulando una balanza de 4000g de capacidad y con una sensibilidad de 0.1g , se consiguió luego el peso seco de cada sustrato representativa obteniendo datos de biomasa en g/m^2 .

Para determinar la MO en los sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque, se extrajeron tres muestras del material en forma diagonal en cada una de las parcelas antes mencionadas en la parte alta, media y baja; utilizando los siguientes materiales barra, pala, bolsas plásticas y cinta métrica. La profundidad para extraer este material fue de 10cm .

Para determinar el cuantitativo total de la materia orgánica de la muestra del suelo por calcinación o pérdida por ignición. En este método se determinó el contenido total de materia orgánica que posee el suelo, obteniendo valores más altos en contenido de materia orgánica del suelo, ya que con él se volatilizan todas las formas de carbono orgánico presentes en la muestra.

Este método operativo está basado en la norma ASTM D 3175, la misma que se ha adoptado nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad cabe indicar que este modo operativo está sujeto a revisión y actualización continúa.

Este método operativo es la pérdida de masa por calcinación, término traducido en inglés como Loss On Ignition (LOI) representa la disminución porcentual de la masa de una muestra de partículas sólidas cuando es calcinada a través de un incremento controlado de temperatura en un ambiente oxidante (Lozano, 2010).

El objetivo de este método se usa para la determinación del contenido orgánico de aquellos materiales identificados como turbas, lodos orgánicos y suelos que contenga materia vegetal relativamente no descompuesta ni deteriorada o materiales de plantas frescas como madera, raíces, pasto o materiales carbonáceos como lignito, carbón, etc. Sirve para determinar la oxidación cuantitativa de materia orgánica en tales materiales y proporciona una estimación válida del contenido orgánico.

El siguiente proceso consiste en pesar 100g la materia fresca en su estado natural y someterla a un peso seco en papel de aluminio, por calentamiento en el horno de laboratorio a una temperatura a 105⁰ C, en un lapso de tiempo de 24 horas, luego se retiró del horno y se dejó enfriar en el desecador por 30 minutos. Se pesó 10g de suelo seco, se introdujo a la mufla calcinándola con una temperatura de 450⁰ C durante 6 horas, se retiró de la mufla el conjunto (muestra y el crisol) se dejó enfriar y se pesó nuevamente.

Se calculó la diferencia del peso entre las medidas antes y después de calcinar; esta diferencia de peso equivale a la cantidad de materia orgánica que se perdió de la muestra por efecto de calcinación. Se expresa la diferencia de peso en porcentaje, con respecto al peso inicial de la muestra y el peso seco a 105⁰ C y es el porcentaje de MO que tenía la muestra.

Cálculos

El contenido orgánico deberá expresarse como un porcentaje del peso del suelo secado en el horno y deberá calcularse así:

$$\%MO = \frac{P3 - P4}{P3} * 100\%$$

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).

Para determinar la relación C/N se realizaron análisis físico-químicos en el laboratorio LAQUISA-RT-FM-068-ES del departamento de León/Nicaragua.

5.6.3 Etapa de gabinete: Análisis estadísticos y elaboración del informe de investigación.

Se determinó la normalidad de los datos de las variables de interés, a través de una prueba de método cuadrante para obtener los diferentes datos de biomasa en los sistemas de agricultura (conservación, convencional y bosque). Posteriormente se insertó los datos estadísticos en el programa de Excel en los periodos de tiempo (cuatro meses).

Para determinar el contenido orgánico utilizamos el método de materia orgánica en suelos (pérdida por ignición) ASTM D 3175. Se estableció el índice de preferencia a través de la fórmula % de Materia Orgánica de LOI.

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

Para las variables físico-químicas del suelo (biomasa superficial (g), materia orgánica (%) y, relación C: N (%), se realizaron análisis de varianza no paramétricos (pruebas de Kruskal Wallis para muestras independientes) con el programa SPSS versión 10.0 (SPSS Inc, 1999), para buscar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre tipo de manejo, procedencia y variabilidad del tiempo.

Los datos estadísticos los representamos de manera tabular y gráficos estadísticos, para representar los resultados obtenidos de los muestreos realizados durante los cuatro meses.

Obtenida la información, se procedió a organizar el capítulo de resultados en el orden de los objetivos específicos y la discusión de los mismos. Lo cual permitirá la elaboración de las conclusiones, recomendaciones y de esta manera concluir el informe final de investigación.

5.7. 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 restauración de suelos agroecológica, convencional y bosque. Sistemas en las cuales se pretende evaluar la actividad enzimática, relación entre la fertilidad de los suelos, variación temporal tomando en cuenta la profundidad de los suelos.

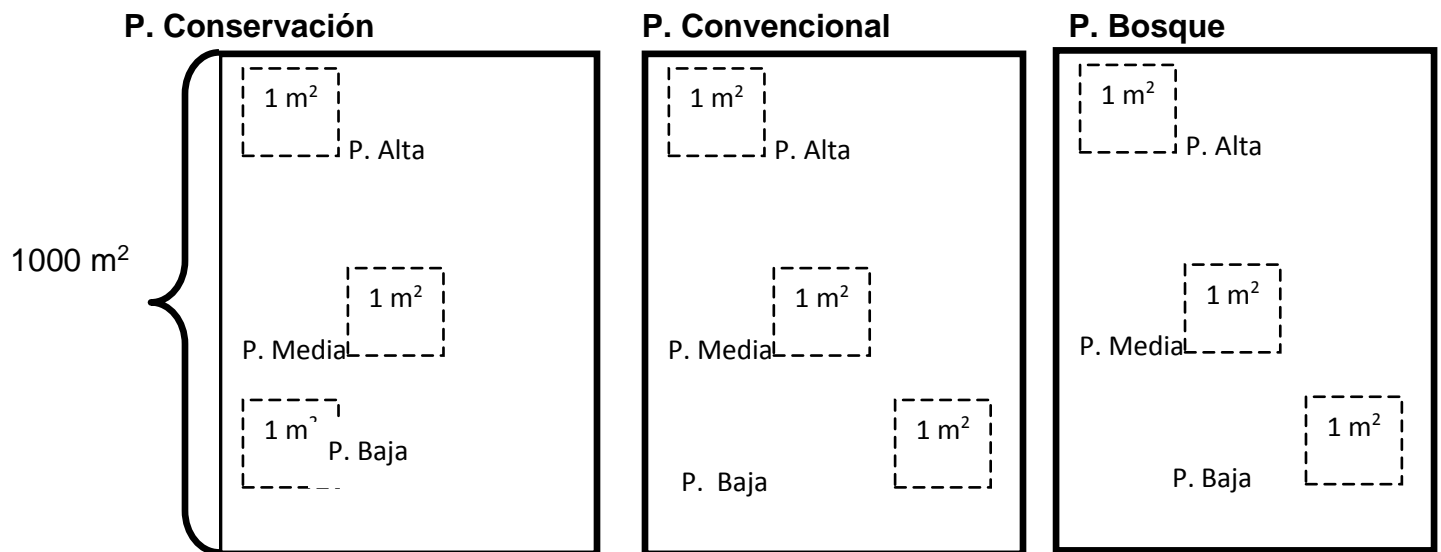


Figura 7. Diferentes sistemas de agricultura conservación, convencional y bosque en los municipios Estelí, Condega.

Se evaluó la actividad enzimática de los suelos, se levantó muestras en agroecosistemas y bosque con diferentes tipos de manejo y en distintos lugares del territorio del corredor seco. El número de parcelas que tomamos en cuenta fueron 6, divididas de la siguiente manera, 3 parcelas en El Limón y 3 en San Diego. En cada una de las parcelas se hizo muestreos de suelos a 10cm de profundidad para conocer los indicadores propuestos y su relación preestablecida y que tiene seguimiento como lo son propiedades físicas y químicas del suelo.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 *Disponibilidad de la biomasa superficial en función del tiempo (4 meses) en sistemas de agroecosistemas y bosques.*

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.0001$) de la disponibilidad de biomasa entre los agroecosistemas y el bosque en un periodo de 4 meses.

La mayor disponibilidad de biomasa superficial se encontró en el ecosistemabosque, con un promedio de 324 ± 18 (g/m²). Mientras, que el agroecosistema de conservación obtuvo un promedio 236 ± 13 (g/m²). Como era de esperarse, el agroecosistema convencional obtuvo la menor disponibilidad media de biomasa superficial con 156 ± 10 (g/m²).

Este fenómeno se debe, por las características del suelo, humedad entre otros factores que inciden, en otras palabras, los árboles absorben el dióxido de carbono de la atmósfera y lo usan para crecer, incorporándolo a su biomasa, por lo que juegan un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático. Los árboles ayudan a disminuir el impacto de las inundaciones y tormentas y a controlar la erosión del suelo. Figura 8).

Sin embargo, las relaciones entre los suelos y los bosques son mucho más complejas y de largo alcance. Los suelos y los bosques están intrínsecamente vinculados y tienen importantes repercusiones mutuas y sobre el medio ambiente en general. Las interacciones entre los bosques y los suelos forestales ayudan a mantener las condiciones ambientales necesarias para la producción agrícola. Estos efectos positivos son de largo alcance y contribuyen, en última instancia, a garantizar un sistema alimentario productivo, medios de vida rurales mejorados y un medio ambiente sano frente a los cambios.

En un bosque la fertilidad del suelo se mantiene en equilibrio, porque la acumulación de residuos por la caída de hojas, ramas, tallos y frutos de las plantas, arbustos y árboles como parte de la dinámica natural protege y alimenta la vida de organismos en el interior del suelo, lo cual conlleva a una estructura estable y favorable del suelo, y a suficientes macroporos continuos y profundos que mejoran la infiltración del agua y oxígeno, y consiguiente aumento de los niveles de materia orgánica en el suelo (FAO, 2008).

La biomasa sobre la superficie del suelo aumentó a través de la sucesión de la época de invierno, así mismo la biomasa de la vegetación herbácea que

rápidamente se estabilizó desarrollando el crecimiento de la vegetación (plantas) en el área de estudio. Teniendo una mejor actividad microbiana para la descomposición del mismo implicando más cantidad de nutrientes para el suelo.

En cambio, en la época de verano hay una disminución de la biomasa por la falta de la humedad superficial, por lo tanto, el movimiento de los microorganismos es más lento por diferentes factores que impiden que se alimente bien, disminuyendo los individuos existentes dentro de las poblaciones.

De este modo, para obtener el dato final antes mencionado representado con la letra (a) se hizo una su sumatoria de todos los sustratos de la parcela de bosque en el transcurso de los 4 meses para obtener la concentración media de biomasa total sobre la superficie del suelo.

Por otra parte, la parcela de conservación representada por la letra (b), 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, el agua, y los recursos biológicos disponibles, a los que se suman insumos externos.

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.

Por consiguiente, 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.

La AC es generalmente un sistema ventajoso para todos los participantes. Esto no significa que no tenga problemas. La AC puede requerir la aplicación de herbicidas en casos de fuertes infestaciones de maleza, especialmente durante la etapa de transición de la agricultura convencional.

Durante la etapa de transición, ciertas plagas o patógenos del suelo pueden crear nuevos problemas debido a los cambios en el equilibrio biológico. Una vez que el ambiente de la AC se haya estabilizado, este tiende a ser más estable que en la

agricultura convencional. Hasta ahora no ha habido problemas de plagas que no hayan podido ser resueltos con la AC (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2010).

La Agricultura de Conservación (AC) es un sistema de producción agrícola sostenible que comprende un conjunto de prácticas agronómicas adaptadas a las condiciones locales y a las exigencias del cultivo, es decir que lograr una agricultura sostenible y rentable.

Teniendo en principio una perturbación mínima del suelo (sin laboreo), cobertura permanente del suelo (con residuos de cosechas, con plantas vivas o ambos) y la rotación de cultivos. Se permite la utilización de fertilizantes sintéticos si se usan de forma racionalizada, ya que un fertilizante no es tóxico en las dosificaciones recomendadas.

Dado que el beneficio de la agricultura de conservación tanto en los factores bióticos y abióticos; en el suelo reduce la erosión, aumenta los niveles de materia orgánica, mejora la estructura del suelo, hay mayor biodiversidad biológica y aumento en la fertilidad natural del suelo. Aire fijación de carbono y menor emisión de CO₂ a la atmósfera. El agua tiene menor escorrentía y menor contaminación del agua, mayor capacidad de retención de agua y menor riesgo de inundaciones.

El agricultor tiene mayor estabilidad en la producción, menor uso de energía y reducción de costos. Por lo tanto, habrá un aumento en la producción agrícola y mayores niveles de ingresos, es importante tener en consideración el proceso de adopción, adaptación y difusión de las innovaciones técnicas.

El suelo es capaz de mantener su estructura por si mismo solamente en muy pocas condiciones de suelo y clima. Los sistemas de no-labranza como la AC se basan en que la vida en el suelo construye y mantiene una estructura de poros abiertos en el suelo. En la AC esta labranza biológica reemplaza la labranza mecánica. La vida en el suelo está compuesta por macro y microfauna y flora: lombrices, insectos, bacterias, hongos y raíces de plantas.

Estos deben ser alimentados y protegidos. La cobertura del suelo protege las condiciones ambientales de la vida de la fauna y la flora y el sustrato para alimentarlas. Además, la cobertura del suelo juega un papel importante en el control de las malezas. La agricultura de no-labranza sin la cobertura del suelo tiene éxito solamente en muy pocos casos y conduce, invariablemente, a problemas de malezas que requieren grandes cantidades de herbicidas.

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.

En relación a la parcela convencional simbolizada con la letra (c), representa un porcentaje bajo en correlación al agroecosistema 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.

La pérdida de cobertura forestal elimina la protección natural del suelo contra los rayos solares y contra el impacto directo de las gotas de lluvia. Esto implica una reducción en la cobertura vegetal que disminuye el tránsito de la actividad microbiana, y, por tanto, provoca pérdida de fertilidad del suelo. Por otra parte, cuando el suelo es sometido a prácticas inadecuadas en su uso y manejo como las quemadas agrícolas y laboreo intensivo con animales, sus características son dañadas a causa de la pulverización de sus agregados y la rotura del espacio de poros, reduciendo la infiltración y aumentando la escorrentía, afectando los niveles de materia orgánica.

Al mismo tiempo, los sistemas de cultivos se basan en la monocultura, es común que el agricultor plante el mismo cultivo en años sucesivos y en la misma tierra, especialmente aquellos cultivos de tipo comercial. De este modo, esos sistemas dan escasas oportunidades para alternar el tipo de las raíces y su profundidad de penetración, lo cual impide el mejoramiento de las condiciones de aireación del suelo, afecta la vida microbiana y favorece la aparición de malezas, plagas y enfermedades y el uso más intensivo de pesticidas y herbicidas.

También es común quemar los restos de la cosecha o bien algunas veces es incorporarlas al suelo. El uso continuado de estas prácticas nocivas además de provocar una reducción de la productividad de los cultivos, contribuía a acelerar el proceso erosivo y consecuentemente a promover y agravar la degradación de las tierras agrícolas; la productividad era muchas veces mantenida en base al incremento de los fertilizantes minerales agregados (FAO, 2010).

La degradación del suelo es la modificación en la composición del mismo a partir de la pérdida de nutrientes que en casos extremos puede llegar hasta la desertificación. Según la definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) “es la pérdida total o parcial de su capacidad productiva, tanto para su utilización presente como futura”. Puede ser entendida también, como el resultado de la relación del ser humano con la naturaleza que, a través de la utilización ganadera, agrícola, de riego, acciones

industriales, urbanizaciones, desechos tóxicos ha transformado por completo lo que tardó millones de años en constituirse.

Al respecto en la Agenda 21 se señala que: “Es preciso dar prioridad al mantenimiento y mejoramiento de la capacidad de las tierras agrícolas con mayores posibilidades para responder a la expansión demográfica. Sin embargo, también es necesario conservar y rehabilitar los recursos naturales de tierras con menores posibilidades con el fin de mantener una relación ser humano/tierra sostenible. El principal instrumento de la agricultura y el desarrollo rural sostenible, es la reforma de la política agrícola” (Programa 21, 1992).

De este modo, frente a esta situación se promueve una agricultura alternativa, sustentable, con parámetros diametralmente opuestos, que ha puesto énfasis en la relación con los elementos que intervienen en la naturaleza. No se puede pensar exclusivamente en una respuesta “técnica” a un problema complejo, donde se obvian las interacciones y sinergismos entre varios componentes biológicos de los agroecosistemas. En la propuesta alternativa de una agricultura sustentable, se debe mirar la integralidad, incorporando dimensiones culturales, sociales, económicas, políticas y ambientales.

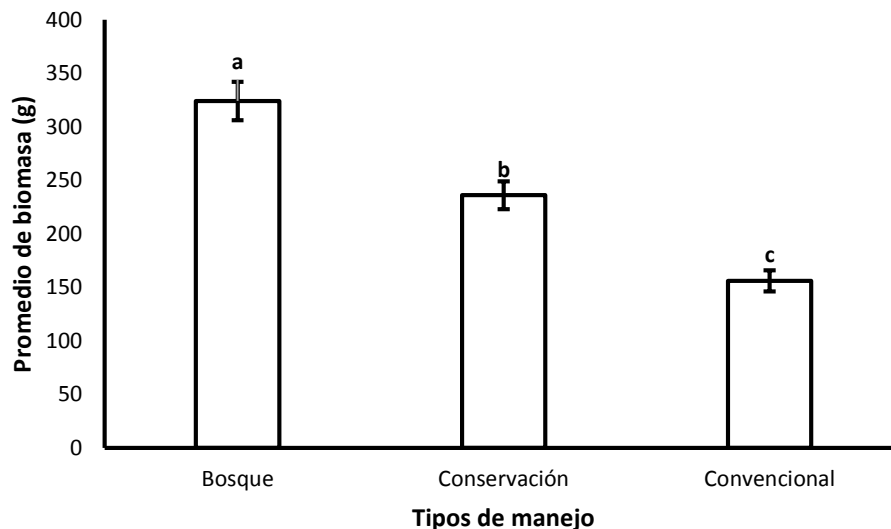


Figura 8. Disponibilidad media de biomasa superficial en sistemas de agricultura. Las barras representan los valores promedios. Las líneas sobre las barras expresan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p > 0.005$, $n = 36$.

En los datos de biomasa no se encontraron diferencias significativas ($p = 0.0006$) entre los periodos de 4 meses. En términos estadísticos la disponibilidad de biomasa no es diferente en cada uno de los siguientes meses mayo, junio, julio y agosto.

En la comunidad El Limón del municipio de Estelí se obtuvo un promedio en el mes de mayo 271.42 ± 24.16 (g/m^2), además el mes de junio el promedio es de 184.79 ± 16.27 (g/m^2), por consiguiente, el mes de julio el promedio es de 220.88 ± 13.67 (g/m^2) y finalmente, el mes de agosto con 335.62 ± 33.73 (g/m^2) (Figura 9).

En efecto no hay significancia entre los meses, por lo cual no hay diferencias estadísticas entre las variables. Sin embargo, los meses de junio (a) y agosto (c) son relativamente diferentes lo cual significa que hay mayor disponibilidad de biomasa superficial en el mes de agosto de modo que corresponde a nuestro último muestreo, como resultado que este mes tuvo más rendimiento de agua, dando lugar a la evapotranspiración conteniendo la humedad en el suelo y por lo tanto es una relación directa entre la producción de biomasa.

Por lo contrario, en los meses de mayo (bc), julio (ab), junio (a) y agosto (c) en los resultados obtenidos nos indican que ambos meses (mayo y julio) no se obtuvo ninguna diferencia significativa por lo cual comparten la letra c, de igual manera los meses de julio y junio la letra (a), de forma similar mayo y julio con relación a (b).

Sin embargo, es importante mencionar que en los meses de mayo, junio y julio no se destacó una gran diferencia de disponibilidad de biomasa, cabe de señalar que estadísticamente se obtuvo como resultado una variabilidad mínima dentro del muestreo de estos meses. Es decir, que donde se encuentra más precipitaciones de lluvia fue en el mes de agosto favoreciendo a la superficie del suelo y generando más suelo húmedo lo cual crea más producción de biomasa.

La biomasa del cultivo, se distingue en base a la cantidad de agua transpirada, y el rendimiento del cultivo como la proporción de biomasa que se concentra en las zonas cosechables. Una mejora importante es la diferenciación entre el consumo de agua no productivo (evaporación del suelo) y el consumo de agua productivo (transpiración) (FAO, 2012).

Por lo que se refiere, no es común que los productores consideren la biomasa como un alimento imprescindible para alimentar el suelo. Esas son las razones por las cuales se utiliza tanto la quema como práctica de manejo en la agricultura convencional. La producción de biomasa vegetal derivados de la propia actividad agrícola es considerable. Una práctica que podría contribuir a paliar el déficit

húmico de los suelos es la incorporación de estos subproductos, que podrían aumentar el nivel de materia orgánica del suelo y su fertilidad.

El clima es un recurso natural que afecta a la producción agraria. Su influencia en un cultivo determinado depende de las características de la localidad geográfica y de las condiciones de producción y la determinación de las variables climáticas que explican parte de la producción; especificación de formas funcionales adecuadas que describan la respuesta de los cultivos a dichas variables.

Por último, los cultivos se puedan disminuir por la afectación del clima. y la sequía son el principal factor de riesgo en la mayoría de las regiones y cultivos. Que están íntimamente relacionadas con la disponibilidad y uso del agua, que se obtienen durante las estaciones del año, es decir que al contener un mejor aporte hídrico se generara una mejor producción de biomasa, lo cual beneficia al suelo y mejora la agricultura.

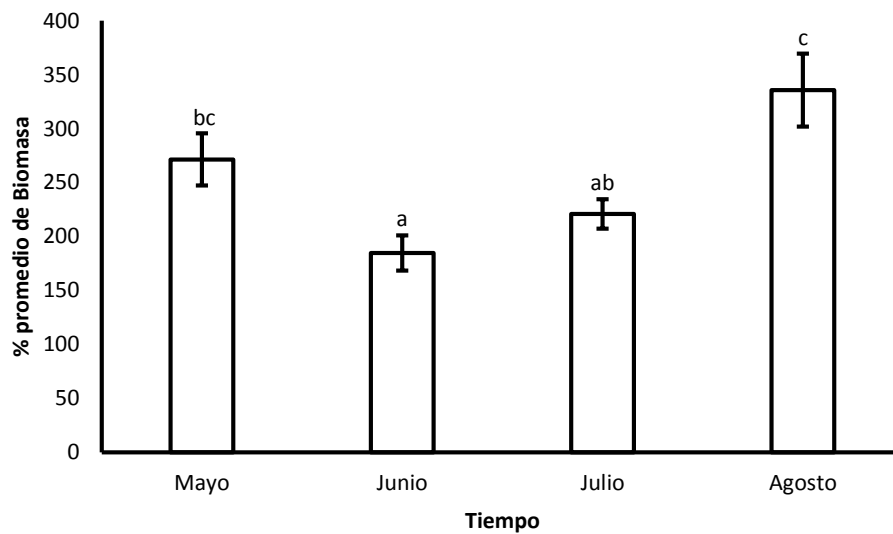


Figura 9. Disponibilidad de biomasa superficial según tiempo. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p \geq 0.05$, $n = 36$.

Al evaluar los datos de biomasa no se encontraron diferencias significativas ($p=0.0006$) entre los periodos de 4 meses. Así que, en términos estadísticos la disponibilidad de biomasa no es diferente en cada uno de los siguientes meses mayo, junio, julio y agosto.

En la comunidad San Diego del municipio de Condega como resultado tenemos en el mes de mayo con un promedio de 316.26 ± 21.68 (g/m^2), por tanto, el mes de junio con un promedio de 181.69 ± 22.48 (g/m^2), por consiguiente, el mes de julio con un promedio de 184.54 ± 20.63 (g/m^2) y, por último, el mes de agosto con 215.74 ± 29.05 (g/m^2) (Figura 10).

En resultado no hay significancia entre los meses por lo cual no hay diferencias estadísticas entre las variables. Sin embargo, los meses de mayo (a) y agosto (b) son relativamente diferentes lo cual significa que hay mayor disponibilidad de biomasa superficial en el mes de agosto de modo que corresponde a nuestro último muestreo, como resultado que este último mes se generó el aumento de biomasa lo cual surgió en el periodo de lluvia, debido a que el agua es absorbida sin que se lave o erosione.

Esto es un beneficio para los cultivos ya que crecen cuando hay una capa fértil suficientemente profunda en el suelo de tal manera que son capaces de penetrar buscando humedad y nutrientes.

Por lo contrario, en los meses de mayo (a), julio (a), junio (a) en los resultados obtenidos nos indican que estos meses no se obtuvo ninguna diferencia significativa por lo cual, comparten la letra a. con respecto a que en estos meses no se presentó ninguna variabilidad de lluvia y temperatura ya que, son efectos que de alguna manera influyen en la disponibilidad de biomasa en el cultivo.

La biomasa es decir los abonos verdes que son mezclados con el suelo, generan una cantidad de oxígeno y alimento que es procesado dentro del mismo. Lo que conlleva a un rápido desarrollo de la población de microfauna la cual es encargada de descomponer la biomasa al promover la incorporación de estos residuos y modificando las propiedades físicas del suelo.

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.

La biomasa vegetal representa la principal reserva de nutrientes del ecosistema. Por ello, para comprender el proceso de ciclaje de nutrientes es necesario conocer la biomasa del ecosistema por unidad de área. Un buen diseño de manejo del sistema garantiza el uso eficiente de los nutrientes, conociendo de antemano que el beneficio que proporcionan los árboles varía entre sistemas, se deben tener en cuenta las prácticas de manejo que se le brinde y el objetivo que se persigue lo cual es determinar la disponibilidad de la biomasa en los diferentes sistemas de agricultura.

Las malezas siempre han sido consideradas enemigas del cultivo, sin embargo, al darles manejo adecuado estas hierbas tienen una función importante, protegiendo al suelo de la erosión y mejorando la estructura de este gracias a su sistema radicular desarrollado.

Además, en algunas malezas se completa el ciclo de vida de insecto que son enemigos naturales de algunas plagas del cultivo, si las malezas se desarrollan sin control se convierten en problema, al competir con el cultivo por luz, agua, espacio y nutrientes, por lo tanto, se les debe manejar mediante chapas o con implementos mecánicos. Al cortar la maleza, se descompone y aportan nutrientes al sistema, también se puede manejar las malezas por medio de la utilización de algunas plantas leguminosas y malezas nobles como cobertura.

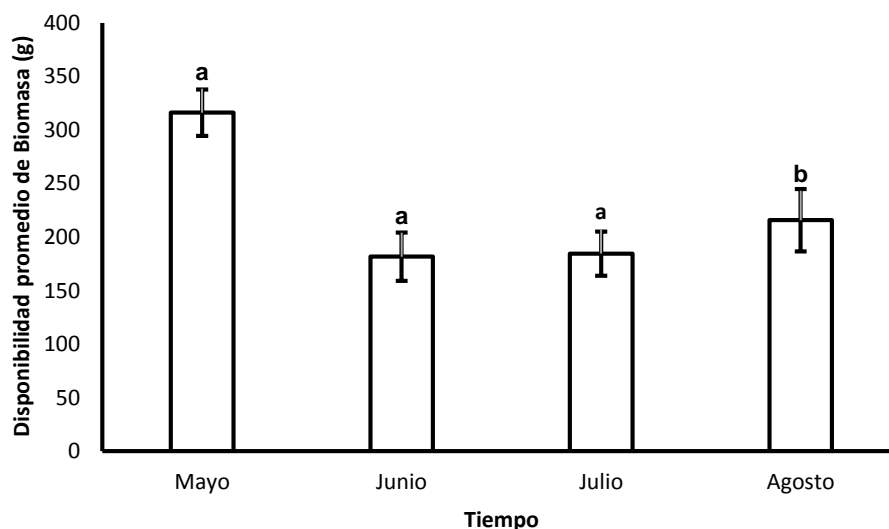


Figura 10. Disponibilidad de biomasa superficial según tiempo. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p \geq 0.0005$, $n = 36$.

En la disponibilidad de biomasa superficial según la procedencia se encontraron diferencias significativas ($p = 0.0004$) entre los periodos de 4 meses. Es decir que en términos estadísticos la disponibilidad de biomasa es diferente en cada uno de las siguientes comunidades.

Se entiende que en la comunidad El Limón del municipio de Estelí y la comunidad San Diego perteneciente al municipio de Condega, hay significancia entre los orígenes donde se realizaron los muestreos, es decir, que en la comunidad El Limón resultó con promedio de 253.17 ± 10.78 (g/m^2) mientras que la comunidad de San Diego se obtuvo un promedio de 193.99 ± 12.47 (g/m^2) (Figura 11).

En relación a la procedencia de los diferentes muestreos, se encontró una significancia estadística entre ambos terrenos. Por lo cual, hay diferencias entre las variables. De modo que al comparar el aporte de biomasa de los diferentes lugares se obtuvo mayor disponibilidad de biomasa en la comunidad El Limón por diferentes factores.

El principal factor que incide en la mayor disponibilidad de biomasa en El Limón, es la vegetación, que resulta de la interacción de factores ambientales y especies que cohabitan en un espacio continuo. Algunos factores ambientales son: el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos. A su vez, la vegetación modifica alguno de los factores del ambiente, como consecuencia existe independencia de algunos factores ambientales.

Por el contrario, la comunidad de San Diego del municipio de Condega representa un porcentaje menor de disponibilidad de biomasa (g/m^2). Esto como consecuencia de los diferentes usos que le dan al suelo a medida que la población humana ha ido aumentando y establecido más áreas de cultivos, disminuyendo la posibilidad de dejar las tierras en rastrojo, muchas veces por razones económicas, por la falta de terrenos para cultivar, no permitiendo al suelo descascar para que se recupere.

Al trabajar demasiado el suelo, este pierde su saludable coloración negra, pues los residuos de las plantas son continuamente removidos durante la cosecha quemados en la preparación del suelo. La tierra puede empezar a debilitarse o endurecerse si el suelo queda desnudo y expuesto a los golpes de la lluvia, tal que este endurece la superficie y lava su contenido por otro lado, la aplicación continua de plaguicidas también puede enfermar el suelo, pues estos pueden matar los

insectos, lombrices y microorganismos que ayudan a descomponer la biomasa (Reilly et al, 2000).

La diversidad biológica terrestre es el resultado de la energía solar capturada por las plantas que crecen en el suelo; ya que este posee una organización dinámica de diferentes propiedades físicas y químicas que al mismo tiempo están influenciadas por la flora y fauna que en él habitan y recíprocamente, las actividades de estos organismos están frecuentemente regulados por la organización de los materiales que lo constituyen. Es interesante notar que la actividad biológica en el suelo es influenciada de la acidificación del suelo y el contenido de nutrientes.

El suelo es la base de la producción agropecuaria. En él, los cultivos se sostienen y extraen los nutrientes que se producen en él, toman el agua, el aire del mismo para encontrar las condiciones físicas como la textura, permeabilidad y temperatura que necesitan para crecer y producir.

La continua labranza para la producción de cultivos debe ser acompañada de medidas protectoras del suelo, evitando así su empobrecimiento o deterioro y por ende, su capacidad para soportar los cultivos. El buen manejo del suelo permite que este sea capaz de producir cultivos con buenos rendimientos, no solo una vez, si no para las siembras futuras.

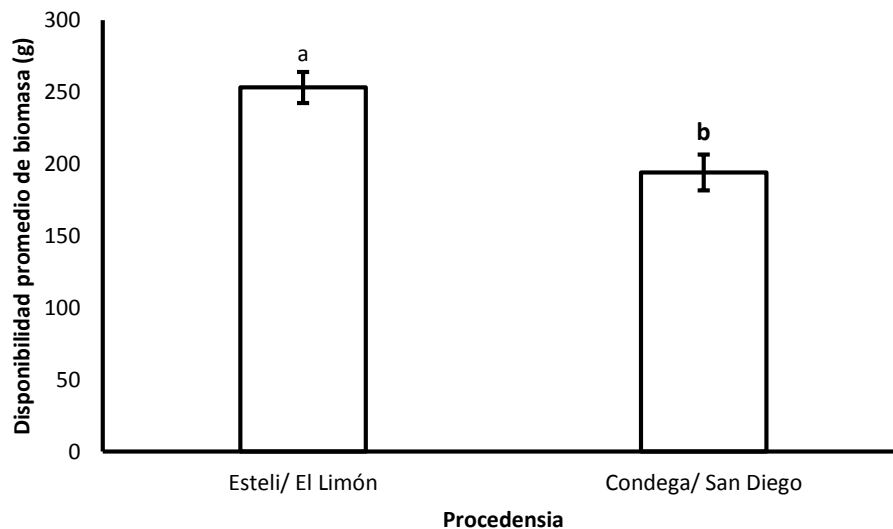


Figura 11. Disponibilidad de biomasa superficial según la procedencia. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con letras diferente son significativamente diferentes $p \leq 0.05$, $n = 144$.

5.2 Disponibilidad de la materia orgánica en función del tiempo (4 meses) en los diferentes sistemas de agricultura.

Al comparar el porcentaje de materia orgánica no se encontró diferencias estadísticas significativas ($p = 0.4461$) entre los agroecosistemas y bosque en un periodo de 4 meses.

La mayor disponibilidad de materia orgánica se encuentra en el ecosistema de bosque lo cual fue tomada como punto de referencia óptimo con un porcentaje de 5.07 ± 0.63 (%). Por lo que se refiere a los agroecosistemas no existe ninguna diferencia estadística entre las parcelas de conservación, se obtuvo un porcentaje de 3.92 ± 0.40 (%), por consiguiente, la parcela convencional el porcentaje alcanzado fue de 4.23 ± 0.53 (%) (Figura 12).

La mayor disponibilidad de materia orgánica se encuentra en el compartimento de bosque debido en los suelos de bosque ocurre una continua incorporación de materia orgánica que permite que ocurra un incesante rejuvenecimiento de los macroagregados y microagregados y la incorporación de materia orgánica dentro de estos, de manera que esta queda protegida y disminuye su mineralización.

Sin embargo, en suelos bajo pasto, la disminución del COS (carbono orgánico del suelo) podría estar relacionada con la labranza que rompe los agregados y libera la materia orgánica protegida y su inmediata mineralización convirtiéndola en CO_2 (dióxido de carbono). Por lo tanto, los ecosistemas de bosque tienen una mayor capacidad para acumular y secuestrar carbono orgánico tanto en el suelo como en la biomasa aérea. (Pascual, 2014)

Por otra parte, la MO (materia orgánica) participa en numerosos procesos geoquímicos que inciden en la productividad y preservación de los ecosistemas terrestres, y particularmente estabiliza el suelo frente a la erosión y mediatiza la eco dinámica de contaminantes orgánicos e inorgánicos.

El desequilibrio que pueda producirse en el status de la MOS (materia orgánica del suelo) de cultivo por la exportación de los residuos de cosechas o la deforestación, la incorporación de fertilizantes minerales y enmiendas orgánicas para compensar la pérdida de fertilidad del suelo y la alteración periódica de la estructura del suelo.

A consecuencia de las prácticas de laboreo, que aceleran la oxidación de la materia orgánica, suponen una transformación continua del suelo que precisa de un control constante para prevenir procesos de erosión, desertificación, compactación o formación de costra. La corrección de estos desequilibrios requiere la intervención humana para lograr niveles aceptables de productividad.

La agricultura convencional, centrada en la productividad, ha ido dando paso a una serie de prácticas para la gestión sostenible de las tierras de labor. A través de la agricultura de conservación es posible reducir los riesgos de degradación física del suelo, relegando la fertilización mineral y el laboreo intensivo en favor del empleo de fuentes alternativas de materia orgánica que aseguren unas propiedades hidrofísicas favorables del suelo y una acumulación de agua y de nutrientes en formas de lenta liberación, que se pongan a disposición de la planta a lo largo del ciclo del cultivo (Dávila, 2016).

La importancia de mantener en el suelo un equilibrio químico (cantidad y proporción adecuada de nutrientes), físico (porosidad, capacidad e retención de agua, drenaje, temperatura y respiración) y biológico (todos los organismos visibles y no visibles del suelo), ha sido subestimada por los sistemas de producción convencional y su efecto ha traído como consecuencia suelos pobres y enfermos que no son capaces de sostener un buen rendimiento por si mismos.

La agricultura convencional ha ganado la batalla hasta el momento, demostrando su capacidad de producción y rentabilidad, pero a un costo extremadamente peligroso para la continuidad de la vida sobre la tierra. El manejo y control absoluto de la producción de alimentos, la mercantilización del proceso de vida (biotecnología), la homogeneización de la agricultura a escala planetaria, son temas sobre los cuales existen muchas críticas.

La sustentabilidad de este tipo de producción agrícola podría provocar un desastre ecológico incalculable haciendo imposible la permanencia de la vida en el planeta y la producción suficiente de alimentos para los miles de millones de seres hambrientos existente en el mundo.

Frente a esta situación se promueve una agricultura alternativa, sustentable, con parámetros diametralmente opuestos, que ha puesto énfasis en la relación con los elementos que intervienen en la naturaleza. No se puede pensar exclusivamente en una respuesta “técnica” a un problema complejo, donde se obvian las interacciones y sinergismos entre varios componentes biológicos de los agroecosistemas. En la propuesta alternativa de una agricultura sustentable, se debe mirar la integralidad, incorporando dimensiones culturales, sociales, económicas, políticas y ambientales.

La Agroecología es una disciplina científica orientada a las prácticas agrícolas, pecuarias y forestales, cuyos principios se sustentan en el mantenimiento de los recursos naturales, o causando el menor daño posible al medio ambiente. Se basa en la conservación de la biodiversidad en la agricultura, y en el restablecimiento

del balance ecológico de los agroecosistemas, con la intención de alcanzar una producción sustentable que permita producir alimentos.

Utiliza los saberes autóctonos (diversidad de cultivos, venenos orgánicos, conocimiento de las fases de la luna); respeta los bosques, la salud ambiental y la diversificación; la eficiencia energética y el aprovechamiento de los ciclos naturales; prescinde de insumos químicos. En otras palabras, es una disciplina que provee los principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y conservadores del recurso natural.

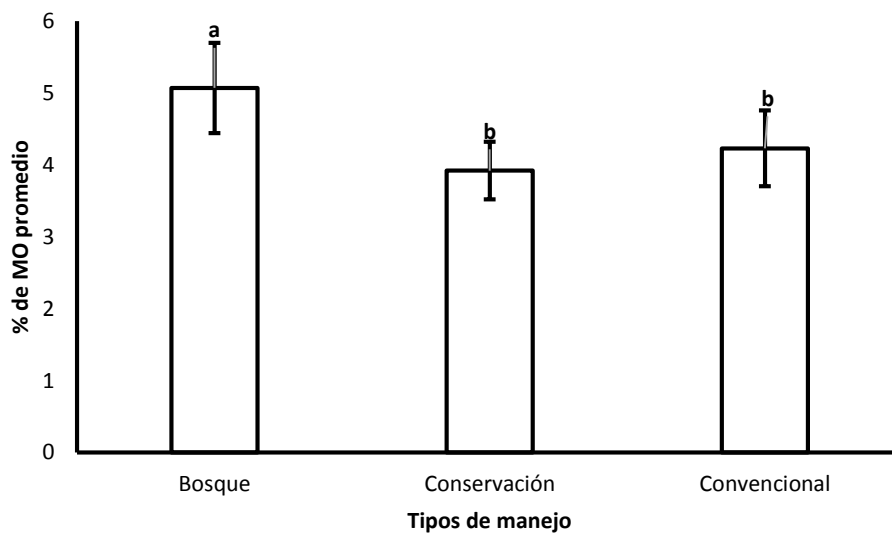


Figura 12. Disponibilidad media de materia orgánica en sistemas de agricultura. Las barras representan los valores promedios. Las líneas sobre las barras expresan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ≥ 0.05 , $n = 36$.

El porcentaje de materia orgánica se encontraron diferencia estadística significativas ($p = 0.0003$) entre los periodos de los siguientes meses mayo, junio, julio y agosto.

Los datos obtenidos de la comunidad El Limón del municipio de Estelí, se encontró un porcentaje en el mes de mayo 5.49 ± 0.65 (%), de esta forma el mes de junio 2.13 ± 0.26 (%), por consiguiente, el mes de julio con 4.71 ± 0.23 (%), y posteriormente, el mes de agosto con 5.29 ± 0.44 (%)(Figura 13).

De este modo, se presenta en la gráfica que durante los meses mayo, julio y agosto no se obtuvo mayor diferencia, porque comparten la letra (b). Sin embargo, durante el mes de junio (a) se refleja una mayor significancia en correlación a los diferentes meses antes mencionados.

Los suelos que han perdido materia orgánica tienen menor capacidad para soportar los cultivos durante los años secos, que los que tienen un mayor contenido de materia orgánica, pues durante las épocas secas los suelos no pueden absorber agua con facilidad, se secan rápidamente y dejan de proveer agua a los cultivos. La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje del mismo y de su laboreo.

Mediante la aplicación de prácticas agrícolas sostenibles, los agricultores pueden influir en la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo para mejorar la infiltración y retención de agua. Las técnicas deficientes e insostenibles de manejo de la tierra también disminuyen el contenido de humedad del suelo.

El exceso de cultivo, el sobrepastoreo y la deforestación someten a los recursos de agua y suelo a una gran tensión pues reducen la fertilidad de la capa arable y cubierta vegetal, y llevan a una mayor dependencia de los cultivos. Entre las prácticas de gestión sostenible de la agricultura y la tierra, que pueden contribuir a mejorar la capacidad de retención de humedad del suelo

Las precipitaciones escasas y erráticas son la causa de la baja producción y de los fracasos en la agricultura, Sin embargo, en muchas áreas el manejo de la tierra y del cultivo no optimizan el flujo de agua a lo largo de la zona radical en consecuencia, los bajos rendimientos están relacionados con una insuficiente humedad del suelo y no con una insuficiencia de las lluvias.

Poco ha sido el esfuerzo para incrementar la lluvia o el número de eventos de lluvias. En la agricultura, por lo tanto, los esfuerzos deben ser concentrados en el incremento de la proporción de agua que entra en el suelo (infiltración) minimizando la pérdida de humedad causada por la escorrentía y la evaporación,

aumentando la disponibilidad de agua del suelo y la eficiencia de su uso mediante el mejor manejo del suelo.

Para prevenir la poca utilización de las lluvias por los cultivos es necesario comprender los procesos obtenidos de origen del deterioro de la arquitectura del suelo, el impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie desnuda del suelo, la labranza y la declinación de la materia orgánica y de la actividad biológica del suelo (Monjarret, 2011).

El contenido global de materia orgánica de un suelo puede compararse, con los cambios en el nivel de agua, es decir, que el porcentaje de materia orgánica depende de la diferencia, de agua que entra y sale del suelo. El contenido de materia orgánica del suelo permanecerá constante de un año a siguiente y el suelo estará en un nivel de equilibrio.

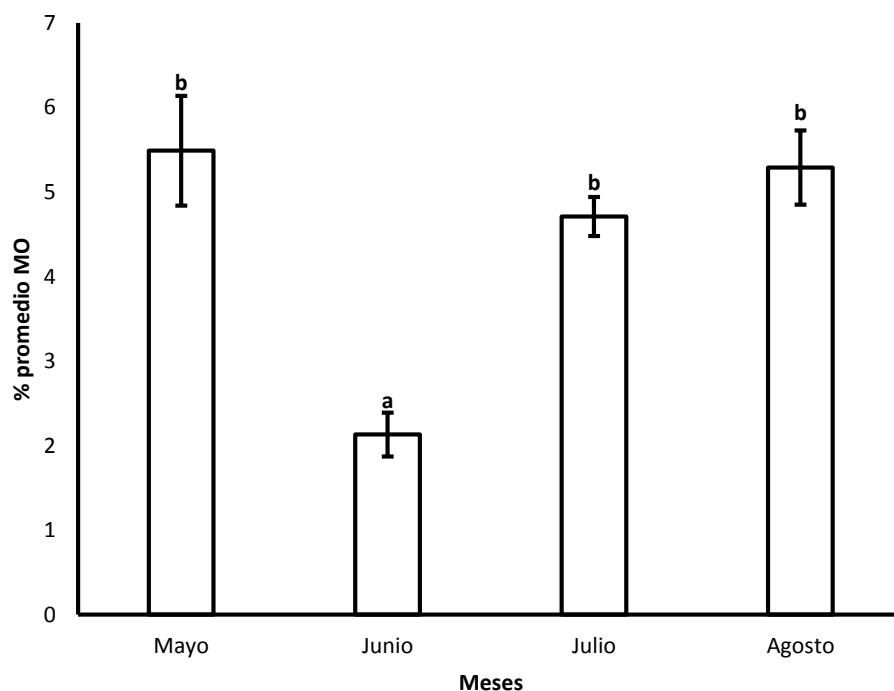


Figura 13. Disponibilidad promedio de materia orgánica según tiempo. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con una letra común son significativamente diferentes ≤ 0.05 , $n = 36$.

Al contrastar el porcentaje de materia orgánica no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p = 0.0369$) entre los periodos de 4 meses.

En la comunidad de San Diego del municipio de Condega. Con un porcentaje en el mes de mayo 3.23 ± 0.38 (%), por tanto, en el mes de junio con un promedio de 2.56 ± 0.21 (%), en el mes de julio con 2.94 ± 0.22 (%) y posteriormente, el mes de agosto con 3.48 ± 0.16 (%) (Figura 14).

De este modo, se presenta en la gráfica que durante los meses mayo y julio no se obtuvo mayor diferencia, porque comparten la letra (ab). Durante el mes de junio (a) y agosto (b), se refleja una mayor significancia estadística.

En la importancia del porcentaje de materia orgánica de los suelos, según la variabilidad de los meses, influye factores que intervienen en el contenido de materia orgánica en los suelos.

El clima va a condicionar el tipo de vegetación, la producción de biomasa y la actividad microbiana en el suelo, por lo que está directamente relacionado con el contenido de materia orgánica. Algunos autores relacionan la climatología con la génesis y las características del suelo, introduciendo conceptos como el régimen de humedad y el régimen de temperatura.

Las temperaturas más elevadas originan que las partículas más finas del suelo se cementen rellenando poros entre agregados y, al reducir la porosidad aumentan los riesgos de escorrentía. Sin embargo, una vez que se elimina la capa más superficial del suelo, esta capa endurecida es más resistente a la erosión por lo que la pérdida del suelo se reduce con el tiempo (López, 1997).

En general podemos hablar de contenidos elevados de materia orgánica en zonas tropicales, donde los aportes son continuos, aunque debido a la humedad y la temperatura, también se incrementan los procesos de mineralización. En climas fríos, la materia orgánica se acumula, mientras que, en climas áridos con poca vegetación, los contenidos son muy bajos, debido a que se ven favorecidos los procesos de mineralización frente a los de humificación.

Las formas del relieve varían a lo largo del tiempo, y estas variaciones influyen en las características de los suelos que se desarrollan en esta zona. La vegetación es el factor determinante a la hora de cuantificar la cantidad y calidad de la biomasa que se aporta al suelo. Variará en función del ecosistema en el que nos encontremos y tendrá una especial incidencia en el contenido de materia orgánica en el suelo.

Los organismos del suelo intervienen en los procesos de alteración de la materia orgánica y en su interacción con la materia mineral. Podemos hablar de micro

flora, bacterias, hongos, actinomicetos, alga, microfauna, en el caso de nematodos, protozoos.etc. y microfauna, refiriéndonos a los artrópodos, anélidos, moluscos y mamíferos.

Las técnicas de laboreo suponen en general una pérdida de materia orgánica en el suelo, debido a la extracción por parte del cultivo, escasez de aportes, pérdida por erosión o por una mayor entrada de oxígeno debido al labrado. En la actualidad se tiende a llevar a cabo técnicas de mínimo laboreo con el fin de conseguir un mayor almacenamiento de carbono.

En general, no debemos hablar sólo de cantidad de materia orgánica en el suelo, sino fundamentalmente de su calidad, factor que va a incidir en las funciones que este parámetro tiene en el suelo.

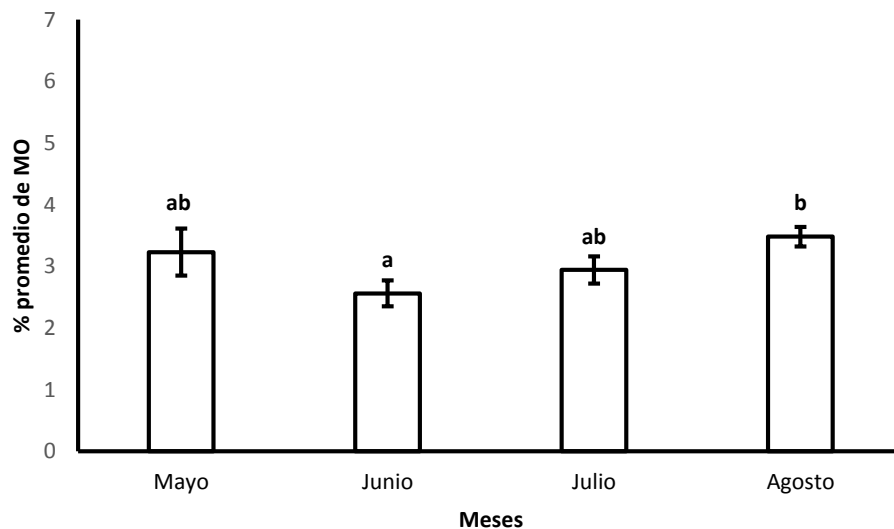


Figura 14. Disponibilidad promedio de materia orgánica según tiempo. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p > 0.05$, $n = 36$.

Como resultado del porcentaje de materia orgánica según procedencia se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p = 0.0028$) en el periodo de 4 meses.

En los promedios obtenidos de materia orgánica se encontró para la comunidad El Limón un promedio de 4.62 ± 0.38 (%) y la comunidad San Diego obtuvo un promedio de 3.56 ± 0.38 (%) (Figura 15).

De modo que al comparar el porcentaje de materia orgánica en los diferentes lugares se obtuvo mayor disponibilidad de materia orgánica en la comunidad El Limón, por diferentes componentes ya que es importante para el suelo y crea las mejores condiciones físicas para el desarrollo de los cultivos. La materia orgánica se concentra mayormente en los primeros centímetros del suelo y disminuye drásticamente con la profundidad, esto debido a que la mayor parte de los restos orgánicos solo son depositados en la superficie del suelo.

El drenaje de suelos con alto contenido de humedad y poca aireación tienen mayor concentración de MO debido a que en ausencia de oxígeno la mineralización de ésta es reducida. En climas secos y con altas temperaturas reducen el crecimiento de las plantas y aceleran su descomposición, mientras que climas húmedos y con buena humedad retardan la mineralización de la materia orgánica, conservando su contenido en el suelo.

La topografía también es importante en la distribución de la materia orgánica en suelos con pendiente elevada, la escorrentía de las aguas causa erosión del suelo, arrastrando la materia orgánica de la superficie y distribuyéndola a otras partes del terreno.

El cambio de vegetación natural por vegetación de cultivo cuando un suelo es virgen, toda su vegetación es incorporada nuevamente al suelo, pero en caso de que se elimine esa vegetación del terreno para cultivar, ésta última no regresa en su totalidad al suelo sino que es consumida por el hombre. Esta situación provoca una disminución del contenido de materia orgánica.

A medida que aumenta en el suelo la provisión de nutriente disponible para las plantas, aumenta la disponibilidad de materia orgánica en él. Este proceso continuo determina un equilibrio en el cual, la tasa de acumulación de materia orgánica será igual a la tasa de descomposición. Por tanto, si aumenta la cantidad de residuos orgánicos en el suelo, precipitación y el incremento anual de materia orgánica esto registrará un aumento en el contenido de materia orgánica en los suelos (Foth, 1992).

Se pretende, con el manejo adecuado del suelo, mantener su fertilidad y estructura. Los suelos con elevada fertilidad proporcionan cultivos con altos rendimientos, buena cobertura vegetal y, como consecuencia, condiciones que permiten minimizar los efectos erosivos de la lluvia al caer, de la escorrentía y del viento. Estos suelos presentan una estructura granular estable que no se deteriora por el cultivo, y elevada capacidad de infiltración. Por esta razón la fertilidad puede verse como un aspecto clave en la conservación del suelo.

En relación a la comunidad San Diego los suelos con bajo contenido de materia orgánica, son conocidos como suelos cansados y tienen una menor capacidad para responder a los cambios de manejo. Al perder la MO, los suelos no son fértiles, están más propensos a volverse duros y compactados, a tener abundante maleza y a producir plantas que crecen más lentamente y que son susceptibles de ser atacadas por plagas y enfermedades.

Los suelos cansados frecuentemente necesitan aplicaciones adicionales de materias orgánicas, nutrientes y prácticas de manejo de suelos; y, aun así, no producen los mismos rendimientos que los suelos mejor manejados. En los terrenos con bajo nivel de materia orgánica, se debe a la incapacidad de los organismos del suelo por no tener la comida que necesitan, pues estos se alimentan de materia orgánica, la que a su vez convierten en nutrientes que los cultivos requieren para crecer.

Sin embargo, en los cultivos que se aplican diferentes tipos de fertilizantes, no contienen los materiales que proporcionan elementos esenciales para el suelo, es decir, no aportan nutrientes vegetales en forma elemental como: Nitrógeno, fósforo o potasio, si no en compuestos que proporcionan formas iónicas de los nutrientes que las plantas pueden absorber como el uso de fertilizantes nitrogenados (Foth, 1992).

Por consiguiente, la densidad de los cultivos influye mucho en la presencia de enfermedades como la pudrición de las raíces, ya que al aumentar la densidad aumenta la incidencia de las enfermedades. Básicamente lo que sucede es que, en los campos, se acostumbra a sembrar cultivos de la misma variedad; los que pueden tener resistencia o no a las mismas enfermedades, es decir, que en áreas donde se siembra poblaciones altas de la misma variedad se corre el riesgo que una enfermedad se transmita fácilmente.

De tal manera, que para mantener la salud del suelo se debe hacer la integración de estrategias para reducir la población y actividad de los patógenos que provocan la pudrición de la raíz. Afectando la agricultura y deterioro de los recursos naturales degradando las tierras y la caída de fertilidad del suelo.

Por tanto, es totalmente necesario realizar la variabilidad de siembra en los cultivos, de esta forma el terreno estará protegido y se mantendrán saludables con respecto a no ser infectados con patógenos de producción de la raíz.

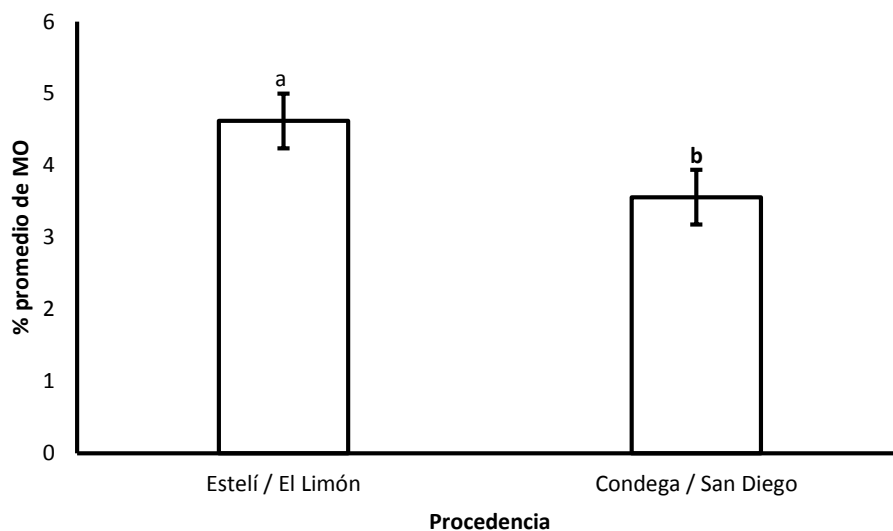


Figura 15. Porcentaje promedio de materia orgánica según la procedencia. Las barras representan los promedios y las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con letras diferente son significativamente diferentes $p \leq 0.0005$, $n = 144$.

5.3 Determinación de la relación carbono-nitrógeno en sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque.

Las propiedades fisicoquímicas del suelo no variaron significativamente ($p \geq 0.05$) entre la profundidad, la mayor relación de C y N está en la capa superficial (0-10 cm). Entre las dos zonas de muestreo no hubo diferencias significativas para la comunidad El Limón ($p=0.7738$), mientras que la comunidad de San Diego ($p=0.4429$).

Al determinarse la relación carbono/nitrógeno del municipio de Estelí de la comunidad el Limón, como resultado esperado en el ecosistema bosque se obtuvo un promedio de 12 ± 0.04 (%). En cambio, que, el agroecosistema de conservación con un promedio de 12 ± 0.17 (%), no obstante, en el agroecosistema convencional obtuvo la menor relación C/N 11 ± 0.07 (%) (Tabla 2).

Por consiguiente, al comprobar la relación carbono/nitrógeno del municipio de Condega de la comunidad de San Diego, como resultado esperado en el ecosistema bosque se obtuvo un promedio de 12 ± 0.08 (%). En cambio, que, el agroecosistema de conservación con un promedio de 12 ± 0.04 (%), no obstante, en el agroecosistema convencional obtuvo la menor relación C/N 11 ± 0.06 (%) (Tabla 3).

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 y muertos y de animales pequeños que aún faltan descomponer.

Inmediatamente después de la caída de los materiales al suelo y muchas veces antes, comienza un rápido proceso de transformación por parte de los macro y microorganismos que utilizan los residuos orgánicos como fuente de energía. El proceso de descomposición está acompañado de la liberación de dióxido de carbono (CO_2) y de los nutrientes contenidos en los residuos orgánicos.

Según el investigador Andrés Felipe Carvajal Venegas de la Universidad Tecnológica de Pereira expresa que, la relación C/N Carbono/Nitrógeno indica la potencialidad del suelo para transformar la materia orgánica en nitrógeno mineral. De manera general se considera que una relación C/N entre 10 y 12 produce una correcta liberación de nitrógeno, mientras que valores por encima o por debajo de esta cifra, provocan liberaciones muy escasas o excesivas.

Consideramos que, en nuestra investigación si tenemos una relación C/N o relación carbono nitrógeno alta, existe una prevalencia del contenido de carbono (carbohidratos) sobre el contenido en nitrógeno. Elemento del nitrógeno, es el que garantiza el crecimiento vegetativo de la planta, pues a partir de él la planta es capaz de transformarlo en aminoácidos y éstos en proteínas (estructuras más complejas formadas por una cadena o agrupación de aminoácidos)

Por otra parte, en las primeras fases de desarrollo de una planta, hay una velocidad de crecimiento, formación de tallos y producción de hojas vertiginoso. Lo que ocurre es que la planta demanda mucho nitrógeno para transformarlo en proteínas. Es decir, hay una relación C/N (carbohidratos frente a proteínas) muy reducido.

Es decir, toda la energía se aprovecha en el crecimiento de tallos, flores y frutos cuando la planta adquiere un tamaño considerable y su adaptación al medio es total, empieza a demandar otros nutrientes en lugar de nitrógeno.

Por tanto, la mayoría del carbono entra a los ecosistemas vía fotosíntesis, siendo más evidente el almacenamiento cuando se da en la biomasa superficial; sin embargo, los suelos son los que poseen la mayor cantidad de este elemento, ya que más de la mitad del que es asimilado finalmente llega a la parte subterránea por medio del crecimiento, el movimiento y los exudados de las raíces de las plantas, además de la descomposición de hojarasca.

Por otra parte, los depósitos de carbono orgánico en el suelo representan un equilibrio dinámico de pérdidas y ganancias que se afectan por procesos erosivos, oxidación, humificación y escorrentía. Razón por la cual, el secuestro de carbono se da principalmente en aquellos sistemas que aportan altas cantidades de biomasa, mejoran la estructura del suelo, aumentan la actividad y la diversidad de fauna edáfica y propician mecanismos de ciclaje.

Sin embargo, el almacenamiento de este elemento en el suelo es sensible a cambios en el uso de la tierra y las prácticas de manejo. Las pérdidas de carbono edáfico se dan por la conversión de ecosistemas naturales a sistemas agrícolas, debido a la reducción en los aportes de materia orgánica y la protección física del suelo (Martinez, 2008).

La habilidad de algunos sistemas es mantener una relación C/N, se asocia con el tipo de vegetación, el estado sucesional, la historia del uso de la tierra, la topografía y las condiciones edáficas. No obstante, las actividades antrópicas que han modificado el paisaje a gran escala, entre las cuales se encuentra la agricultura, han aumentado el nitrógeno al interior de los ecosistemas, generando pérdidas de aniones y cationes del suelo.

En el cambio del uso del suelo se generan emisiones cuando la biomasa se extrae de los bosques, se quema o se deja descomponer en el sitio de extracción. Si, por el contrario, ocurren sucesiones naturales en terrenos dedicados a cultivos o pastizales, se favorece la captura de CO₂. Por lo tanto, la deforestación se ha convertido en uno de los principales promotores de la alteración de los ciclos del carbono y el nitrógeno, y por ende de las altas concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

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 (CO₂). 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.

Los residuos de las plantas, la biota del suelo y los metabolitos asociados a ellos conforman la fracción activa del carbono orgánico del suelo, la cual posee periodos de residencia en meses; la fracción pasiva, que puede persistir por años o en épocas ya sea húmeda o seca. Estas fracciones contienen carbono, nitrógeno, fósforo y azufre, pero la activa y la pasiva son las que controlan la liberación de nutrientes, cumpliendo de esta manera un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas y la sostenibilidad de la agricultura.

Tabla 2. Relación C/N según el ecosistema. En los diferentes municipios del departamento de Estelí.

Parcela	Relación media C/N
Bosque	12±0.04 a
Conservación	12±0.17 a
Convencional	11±0.07 a

Medias con letras diferente son significativamente diferentes $p < 0.05$, $n = 3$. Esta tabla representa la comunidad El Limón del municipio de Estelí

Parcela	Relación media C/N
Bosque	12±0.08 a
Conservación	12±0.04 a
Convencional	11±0.06 a

Medias con letras diferente son significativamente diferentes $p < 0.05$, $n = 3$. Esta tabla representa la comunidad San Diego del municipio de Condega

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los muestreos realizados por cada estrato, podemos determinar que la mayor disponibilidad de biomasa se encontró en el ecosistema bosque, ya que almacena el mayor contenido de carbono y favorece a la provisión de servicios ecosistémicos, un bosque en buen estado es capaz de proteger el suelo de la erosión, lo que contribuye a la biodiversidad y forma parte del ciclo del agua y es idóneo para obtener la capacidad de mitigar los gases de efecto invernadero.
- En la disponibilidad del contenido orgánico se refleja mayor cantidad en el ecosistema bosque, lo que indica es, que la cobertura vegetal tiene una función muy importante en la economía del agua y por ende en la disminución de la temperatura, que reduce la tasa de mineralización de materia orgánica, por tanto, el incremento de biomasa en un cultivo aumenta más la materia orgánica en el suelo.
- Al obtener el porcentaje de la relación del peso existente en productos residuales entre el carbono (C) y el Nitrógeno (N) en los suelos de las diferentes procedencias, determinamos que, existe una buena relación Carbono/Nitrógeno ya que estos elementos son indispensables para el desarrollo de la vida en el suelo. De esta manera, la relación C/N mide la biomasa y la evolución de la materia orgánica en el recurso suelo.

VII. RECOMENDACIONES

- Efectuar a través del proyecto Agua, Suelo y Agricultura (ASA) el seguimiento de técnicas de manejo agrícola para mejorar la fertilidad del suelo.
- Realizar escuelas de campo a cargo de los técnicos de la ONG Catholic Relief Services (CRS-Esteli), para brindar información a los agricultores sobre el uso y manejo de la conservación del suelo.
- Hacer uso de nuevas técnicas bioingenieriles para la captación de agua que esté a cargo de los productores.
- Recolectar muestreos para análisis de suelo en el seguimiento de la investigación que esté a cargo de estudiantes de ingeniería ambiental y análisis físicos- químicos de relación C/N en la época húmeda y seca.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Reilly et al. (2000). *Salud de Suelos. Tegucigalpa, Honduras: ZAMORANO/USAID.*

Abenza, L. (3 de Julio de 2013). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe . Obtenido de Atlas de suelos de América Latina y el Caribe | : http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/LatinAmerica_Atlas/Download/136.pdf*

al, (. e., 2003, & Labrador Moreno, 1. (12 de octubre de 2015). *bosque. Obtenido de [bosque:](file:///C:/Users/PC/Documents/My%20Bluetooth/Definicion_de_bosque.pdf) file:///C:/Users/PC/Documents/My%20Bluetooth/Definicion_de_bosque.pdf*

al, A. e. (2016). *Produccion de leche. Esteli, Nicaragua.*

Altamirano, X. C. (13 de Marzo de 2009). *monografias.com. Obtenido de [monografias agricultura y ganaderia: m.monografias.com/trabajos95/determinacion/fertilidad-suelos-del-occidente-nicaragua/determinacion-fertilidad-suelos-del-occidente-nicaragua.shtml](http://m.monografias.com/trabajos95/determinacion/fertilidad-suelos-del-occidente-nicaragua/determinacion-fertilidad-suelos-del-occidente-nicaragua.shtml)*

Aramburo, F. (15 de Mayo de 2010). *Ciclo nitrogeno. Obtenido de Ciclo nitrogeno: http://www.divulgacion.ccg.unam.mx/webfm_send/109*

Arnaiz, C. (2009). *Determinacion de la biomasa. Africa: universidad politecnica.*

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>.*

Becerra, J. C. (04 de abril de 2017). *Ecu red. Obtenido de Conocimientos con todo y para todos: [https://www.ecured.cu/Condega_\(Nicaragua\)](https://www.ecured.cu/Condega_(Nicaragua))*

Cruz, S. (16 de 11 de 2008). *materia organica. Obtenido de materia organica: http://www.ujaen.es/huesped/pidoceps/telav/fundespec/materia_organica.htm*

Dávila, B. S. (18 de junio de 2016). *CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA DE SUELOS REPRESENTATIVOS DE ECOSISTEMAS AMAZÓNICOS DEL PERÚ, DEPARTAMENTO DE UCAYALI, E INFLUENCIA DE SU USO Y MANEJO EN EL SECUESTRO DEL CARBONO. Obtenido de [CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA DE SUELOS REPRESENTATIVOS DE ECOSISTEMAS AMAZÓNICOS DEL PERÚ, DEPARTAMENTO DE UCAYALI, E INFLUENCIA DE SU USO Y MANEJO EN EL SECUESTRO DEL CARBONO:](http://www.ujaen.es/huesped/pidoceps/telav/fundespec/materia_organica.htm)*

file:///C:/Users/PC/Documents/My%20Bluetooth/Caracterización%20de%20la%20materia%20orgánica%20de%20suelos.pdf

Ecoplexity. (18 de Agosto de 2010). Porcentaje de materia organica . Obtenido de Porcentaje de materia organica : ecoplexity.org/?q=node/821

Ellenberg, H. (24 de Diciembre de 2000). Relacion Carbono/Nitrogeno. Obtenido de Relacion 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

F, G. M. (21 de Enero de 2015). plan ambiental de nicaragua. Obtenido de consolidado departamental de matriz: http://www.bvsde.org.ni/Web_texto/MARENA/MARENA0025/cap03.pdf

Fair, M. (21 de Enero de 2004). alnet. Obtenido de alnet: <file:///H:/AÑO%202017/TESIS/Bibliografia/Carbono-Organico-del-suelos-COS-Y-MOS.pdf>

FAO. (15 de Abril de 2010). Agricultura de conservacion. Obtenido de Objetivo de 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%20conser rvacion.pdf>

FAO. (19 de Diciembre de 2008). MANUAL PARA EXTENSIONISTAS. Obtenido de Agricultura de cnservacion: file:///C:/Users/PC/Documents/My%20Bluetooth/Manual_para_extensionistas.pdf

FAO. (21 de Mayo de 2012). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua . Obtenido de Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua : <file:///C:/Users/PC/Desktop/Bibliografia/a-i2800s.pdf>

FAREM/ESTELÍ, E. E. (22 de Enero de 2017). Estación Experimental El Limon. Obtenido de Estación Experimental El Limon: www.farem.unan.edu.ni/tropiseco/

Foth, H. D. (1992). fundamentos de la ciencia del suelo. Mexico: Compañía editorial continental.

Gámez, M. (10 de Mayo de 2015). *Ecología y enseñanza rural*. Obtenido de Deposito de documento de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/006/W1309S/w1309s04.htm>

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

González Sánchez E, J. (03 de 07 de 2008). *Interempresas*. Obtenido de *Agricultura de conservacion*: www.interempresas.net/Agricola/Articulos/23196-Agricultura-de-conservacion-nuevo-concepto-para-sociedad-medioambiente-sostenible.html

Gutierrez, F. (12 de Noviembre de 2012). *Biomasa*. Obtenido de *Biomasa*: www.rae.es/recursos/diccionarios

Hurtado, J. (03 de 12 de 2013). *Dinamica*. Obtenido de *Concepto de dinamica*: <http://www.jorgealvahurtado.com/files/Dinamica%20de%20Suelos%20PPT.pdf>

López, M. u. (1997). *Erosión y conservación del suelo*. Madrid: Mundi-prensa.

Lozano, M. (25 de Noviembre de 2010). *Aparato para medida automatica e linea para la perdida de masa por calcinasion*. Obtenido de *Aparato para medida automatica e linea para la perdida de masa por calcinasion*: www.google.com/petents/W02010133715A1?cl=es

Machado, J. (13 de Octubre de 2003). *Materia organica*. Obtenido de *Materia organica*: www.ujaen.es/huesped/pidoceps/telavfundespec/materia-organica.htm

Martinez, A. F. (19 de Mayo de 2008). *MAESTRÍA EN ECOTECNOLOGÍA*. Obtenido de *MAESTRÍA EN ECOTECNOLOGÍA*: <file:///C:/Users/PC/Documents/My%20Bluetooth/CARBONO%20NITROGENO.pdf>

Martínez, A. (1 de Marzo de 2014). *SCIELO*. Obtenido de *La biomasa de los cultivos*: scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttextpid=So258-59362014000100002

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

Monjarret, G. (22 de Novimbre de 2011). *Humedad del suelo*. Obtenido de *Humedad del suelo*: file:///C:/Users/PC/Documents/My%20Bluetooth/sm_pres.pdf

Mostacedo, B. (3 de Octubre de 2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Obtenido de *Método cuadrante*: <file:///C:/Users/PC/Downloads/128539723.Mostacedo2000EcologiaVegetal1-1.pdf>

Ochoa, P. (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>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (20 de Enero de 2010). AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN. Obtenido de AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN: <file:///C:/Users/PC/Documents/My%20Bluetooth/Y3783s.pdf>

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>

Patiño, P. (15 de Julio de 2014). Innovaciencia. Obtenido de BIOMASA RESIDUAL VEGETAL: TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN Y ESTADO ACTUAL: <file:///C:/Users/PC/AppData/Local/Temp/255-1219-1-PB.pdf>

Peralta Jarquín, F. A. (2001). Nuestro Pais. Estelí: ISNAYA.

Peralta, T. A. (15 de 10 de 2005). visita de nicaragua. Recuperado el 15 de 01 de 2017, de visita de nicaragua: <http://www.visitanicaragua.com/esteli/>

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>

Plan Nacional de Desarrollo Humano. (8 de Octubre de 2012). VERSIÓN PRELIMINAR EN CONSULTA NACIONAL. Obtenido de VERSIÓN PRELIMINAR EN CONSULTA NACIONAL: <http://www.pndh.gob.ni/documentos/pndhActualizado/pndh.pdf>

Programa 21. (14 de Junio de 1992). Agenda 21. Obtenido de Agenda 21: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1718a21_summary_spanish.pdf

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/

Ruíz, M. (11 de Marzo de 2015). EcuRed. Obtenido de conservacion de los suelos: https://www.ecured.cu/Coservacion_de_los_suelos

Saavedra, M. (17 de Marzo de 2013). plantas de biomasa. Obtenido de biomasa natural: <http://www.plantasdebiomasa.net/tipos-de-biomasa.html>

Salinas, F. (09 de 10 de 2005). DEPOSITO DE DOCUMENTO DE LA FAO. Obtenido de Terminos y definiciones relacionados con las tablas nacionales de FRA 2005: www.fao.org/docrep/007/ae156s/ae156s03.htm

Vasquez, L. B. (12 de Abril de 2011). Bosques, Agricultura y Clima: Consideraciones Económicas y de Políticas. Obtenido de Bosques, Agricultura y Clima: Consideraciones Económicas y de Políticas: file:///C:/Users/PC/Documents/My%20Bluetooth/REDD_Spanish.pdf

IX. ANEXOS

Anexo 1: Presupuesto

Descripción	Unidad de Medida	Costo unitario C\$	Cantidad	Costo total C\$
Materia Orgánica	Unidades	150	36	5,400
Biomasa	Unidades	150	36	5,400
Nitrógeno	Unidades	240	36	8,640
C/N	Unidad	150	36	5,400
Viáticos de alimentación estudiantes	Unidades	330	15	4,950
Sondas Metálicas	Unidades	250	2	15000

FAREM				
Make Tape estudiantes	Unidad	30	2	60
Papel FAREM	Unidad	1050	1	1050
Cartuchos de tinta CRS	Unidad	900	1	900
Cilindros CRS	Unidad	50	27	1350
Papel aluminio CRS		30	6	180
Bolsas plásticas CRS	Unidad	6	100	600
Pesa 10 Kg	Unidad			
Balanza 4000 g	Unidad			
TOTAL				C\$ 48,930

Presupuesto	Aporte de entidad Social:	U\$ 2,038
	Aporte Estudiante:	U\$ 291
	Aporte programa ASA	U\$ 267.66
	Total	U\$ 2,596.66

Tabla 3. Presupuesto de la investigación

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES MENSUAL													
ACTIVIDADES	2016-2017								2017-2018				
	Nov	Dic	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
Propuesta del tema para el protocolo	x												
Protocolo (Tema, Introducción, Objetivos, Marco Teorico y Metodología)			x	x	x								
Muestreo de las parcelas en Estelí (El Limón)					x								
Parte experimental dentro del laboratorio					x								
Muestreo de las parcelas en Condega(San Diego)					x								
Parte experimental dentro del laboratorio					x								
Muestreo de las parcelas en Estelí (El Limón)						x							
Parte experimental dentro del laboratorio						x							
Muestreo de las parcelas en Condega(San Diego)						x							
Parte experimental dentro del laboratorio						x							
Muestreo de las parcelas en Estelí (El Limón)							x						
Parte experimental dentro del laboratorio							x						
Muestreo de las parcelas en Condega(San Diego)							x						
Parte experimental dentro del laboratorio							x	x					
Muestreo de las parcelas en Estelí (El Limón)								x					
Parte experimental dentro del laboratorio								x					
Muestreo de las parcelas en Condega(San Diego)								x					
Parte experimental dentro del laboratorio													
Havances del protocolo						x							
Entrega del protocolo						x							
Recopilacion de los datos obtenidos en campo									x				
Revison del protocolo										x			
Analisis estadisticos en diferentes software										x	x		
Dicusion de los resultados obtenidos en los software										x	x		
Entrega del trabajo de investigacion											x		
Revisión y entrega del documento final											x		
Predefesa												x	
Defensa													x

Anexo 2: Tabla 4. Cronograma de actividades

Anexo 3: Fotografías



Foto 1. Muestreo con el método de cuarteo en los diferentes sistemas



Foto 2. Cantidad de biomasa contenida en el metro cuadrado



Foto 3. Peso fresco de la biomasa con la pesola



Foto 4. Resultado de las tres replicas en los diferentes sustratos



Foto 5. Secado de muestras en el horno del laboratorio de Recursos Naturales



Foto 6. Muestras dentro del desecador

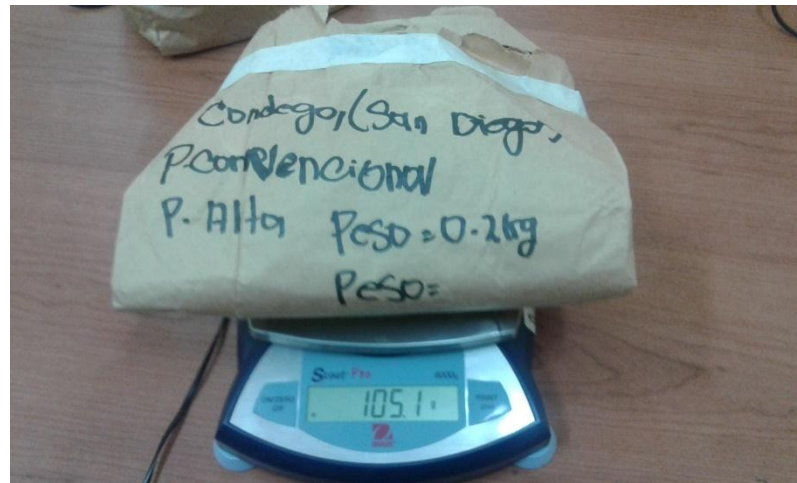


Foto 7. Peso seco de la biomasa de los diferentes sistemas de agricultura (Conservación, Convencional y bosque)



Foto 8. Muestreo de materia orgánica a 10cm en forma diagonal en los diferentes sistemas de agricultura (Conservación, Convencional y bosque)



Foto 9. Peso fresco de 100g de suelo



Foto 10. Muestras de peso fresco de suelo dentro del horno



Foto 11. Instrumentos del laboratorio para en procedimiento de ignición



Foto 12. Proceso de tamizado y peso de 10g de suelo seco



Foto 13. Peso de suelo seco en el crisol



Foto 14. Muestras dentro de la mufla a 450°



Foto 15. Muestras dentro del desecador después de la ignición



Foto 16. Peso después de la ignición dentro del crisol

