



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y EL
AMBIENTE

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación del contenido de carbono en los
diferentes usos del suelo en la micro cuenca rio
Pire, Condega, Estelí

AUTORES

Br. Maycol Missael Mendoza Laguna
Br. Jilmer Otoniel Aguirre Laguna

ASESORES

Ing. MSc. Glenda Bonilla
Ing. MSc. Reynaldo B. Mendoza
Ing. MSc. Jellin Pavón

Managua, Nicaragua
Octubre, 2015



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y EL
AMBIENTE

**Tesis para optar al grado de Ingeniero
Forestal**

**Evaluación del contenido de carbono en los
diferentes usos del suelo en la micro cuenca del
rio Pire, Condega, Estelí**

AUTORES

Br. Maycol Missael Mendoza Laguna
Br. Jilmer Otoniel Aguirre Laguna

ASESORES

Ing. MSc. Glenda Bonilla
Ing. MSc. Reynaldo B. Mendoza
Ing. MSc. Jellin Pavón

Managua, Nicaragua
Octubre, 2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE**

**Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado
por el honorable tribunal examinador designado por la
Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del
Ambiente, como requisito parcial para optar al título
de Ingeniero Forestal**

Presidente

Secretario

Vocal

Managua, Nicaragua

Octubre, 2015

INDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Descripción del área de estudio	4
3.1.1. Ubicación del área	4
3.2. Características biofísicas	4
3.2.1. Suelo	4
3.2.2. Uso actual del suelo	5
3.2.3. Vegetación	5
3.2.4. Clima	6
3.2.5. Temperatura	6
3.2.6. Relieve	6
3.3. Diseño metodológico	6
3.3.1. Etapa de pre- campo	6
3.3.2. Etapa de campo	7
3.3.3. Etapa de post-campo	7
3.4. Ubicación de las fincas en la micro-cuencas el rio Pire	7
3.4.1. Tratamientos experimentales y tamaño de las parcelas	8
3.4.2. Parcelas de muestreos utilizadas en las medición de biomasa	9
3.5. Variables consideradas	10
3.6. Determinación del carbono en el suelo y la hojarasca	11

3.6.1. Muestreo del suelo	11
3.6.2. Muestreo de la hojarasca	13
3.7. Contenido de carbono	14
3.7.1. Carbono arriba del suelo	14
3.7.2. Carbono en el suelo	15
3.8. Análisis estadístico de los datos	15
3.9. Equipos	17
IV RESULTADOS Y DISCUSION	18
4.1. Composición Florísticas	18
4.1.1. Estructura de la vegetación en Finca	18
4.1.2. Vegetación Mayor a los 10 cm de DAP	19
4.1.3. Vegetación Menor de 10 cm de DAP	21
4.1.4. Distribución Diamétrica	22
4.2. Diferencias entre los sistemas agroforestales	23
4.2.1. Quesungual SIN variedades mejoradas	23
4.2.2. Quesungual CON variedades mejoradas	24
4.2.3. Bosque Secundario	24
4.2.4. Pasto tradicional en potreros SIN árboles (o escasa cobertura de árboles)	24
4.2.5. Nuevos cultivares en potreros SIN árboles (o escasa cobertura de árboles)	25
4.2.6. Nuevos cultivares CON buena cobertura de árboles	25
4.3. Contenido de carbono en la hojarasca	25
4.4. Contenido de carbono en el suelo	26
4.5. Contenido de carbono en árboles mayores de 10 cm de DAP	27
4.6. Contenido de carbono en árboles menores de 10 cm de DAP	28
4.7. Contenido de carbono en maderas caída (necromasa)	29
4.8. Almacenamiento total de carbono (arboles + hojarasca + Necro masa)	30
4.8.1. Análisis de carbono total presente en los sistemas de fincas	31
V CONCLUSIONES	33
VI RECOMENDACIONES	34
VII LITERATURA CITADA	35
VII ANEXOS	37

DEDICATORIA

En primer lugar Dios por darme la sabiduría para llegar hasta este punto de la vida, por concederme salud y disfrutar de estos momentos y llegar a discernir lo bueno que he recibido de su parte.

A quienes con amor y sabiduría me formaron en el hogar y han sido ejemplos de padre, Martin Mendoza Rayo y Cayetana Laguna Rugama quienes no pudieron triunfar académicamente pero que con su paciencia, trabajo y esfuerzo lograron que llegara a coronar mi carrera.

A mi hermano Jonathan Mendoza Laguna por el apoyo incondicional que me brindo en los momentos malos y buenos que no me resta más que decirle que si se pude.

A mis tíos y abuelita Higinia Laguna Laguna por el apoyo incondicional brindado desde el inicio de mi carrera. A mis compañero de clase y amigos a todas esas personas que no logro mencionar aquí, pero están presente en mi mente y mi corazón que han compartido muchos momento con migo en los buenos y los malos momentos y que nunca olvidaré.

Br. Maycol Missael Mendoza Laguna

Este trabajo de investigación principalmente se lo dedico a Dios por haberme permitido la fortaleza y fuerzas en todo tiempo y también por haberme dado la sabiduría en el transcurso de la carrera para poder llegar a la realización de esta tesis.

A mis Padres, quienes fueron las personas que me apoyaron ya sea en la situación económica como también dándome consejos para seguir adelante y ayudarme a lograr mis metas.

A mi Esposa, quien fue la persona que durante nuestra relación de noviazgo me impulsaba a seguir adelante cuando me encontraba sin ganas de seguir estudiando.

A todos mis hermanos y hermanas, por brindar también ayuda económica para hacer cumplir mis sueños de ser un profesional y lograr hacer alguien en esta vida y ser una persona independiente.

Y finalmente a nuestros profesores y compañeros de clases y todos aquellos que hicieron posible la elaboración de dicho trabajo.

Br. Jilmer Otoniel Aguirre Laguna

AGRADECIMIENTO

Al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), por brindarnos el financiamiento para la realización de esta presente investigación.

A la Universidad Nacional Agraria en especial a la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente por su apoyo.

A nuestros asesores Ing. MSc. Glenda Bonilla, Ing. MSc. Reynaldo B. Mendoza, Ing. MSc. Jellin Pavón por habernos brindado la confianza y parte de sus conocimientos, su tiempo que de forma generosa e incondicional nos apoyaron para la realización del presente trabajo ya que ellos han sido un ejemplo a seguir para nuestra vida diaria.

A cada uno de los productores que nos apoyaron en el campo y por permitirnos de realizar esta investigación en sus propiedades.

A todos, muchísimas gracias que nuestro señor les bendiga hoy y siempre por haber hecho nuestros sueños realidad.

Br. Maycol Missael Mendoza Laguna
Br. Jilmer Otoniel Aguirre Laguna

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINAS
1. Productores experimentadores y su ubicación en la micro-cuenca río Pire, Condega, 2012.	8
2. Descripción de los tratamientos establecidos en 3 fincas de productores, en la micro-cuenca río Pire, Condega 2012.	8
3. Listas de las especies encontradas en la composición florística en la micro-cuenca río Pire, Condega Estelí, 2012.	18
4. Listas de las especies de árboles mayores de 10 cm de DAP encontradas en la composición florística en la micro-cuenca río Pire, Condega Estelí, 2012.	20
5. Listas de las especies de árboles menores de 10 cm de DAP encontradas en la composición florística en la micro-cuenca rio Pire, Condega Estelí, 2012.	21
6. Contenido de carbono vegetal en Mg/ha por finca para las fracciones hojarascas, necromasa y árboles, rio Pire, 2012.	31
7. Carbono removido en el suelo (acumulado) a nivel de sistemas, rio Pire, Condega, 2012.	32

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PAGINAS
1. Localización del municipio de Condega, Estelí y la micro cuenca rio Pire, 2012.	4
2. Formas de las parcelas de medición de las variables para cuantificar biomasa.	10
3. Categoría Diamétrica de las especies de árboles mayores de 10 cm DAP encontradas en las tres fincas en la micro cuenca rio Pire, 2012.	22
4. Categoría Diamétrica de las especies menores de 10 cm DAP encontradas en la tres fincas en la micro cuenca Rio Pire, 2012.	23
5. Contenido de carbono orgánico en la hojarasca a nivel de tratamiento (A) y a nivel de finca (B), Condega, 2012.	26
6. Contenido de carbono orgánico en el suelo a nivel de tratamiento (A) y a nivel de finca (B), Condega, 2012.	27
7. Contenido de carbono orgánico en árboles con DAP mayores de 10 cm a nivel de tratamiento (A) y a nivel de finca (B), Condega, 2012.	28
8. Contenido de carbono orgánico en árboles con DAP menores de 10 cm en el bosque secundario a nivel de finca, Condega, 2012.	29
9. Contenido de carbono orgánico proveniente de la necromasa del bosque, a nivel de tratamiento (A) y a nivel de finca (B), Condega, 2012	30
10. Carbono removido de la atmosfera (acumulado) a nivel de tratamientos en las tres fincas en la Microcuenca rio Pire, Condega, 2012.	32

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PAGINAS
1. Parcelas de los productores en tres fincas de la micro cuenca rio Pire Condega, 2012.	38
2. Formato de registro para toma de datos del inventario forestal.	40
3. Formato de registro para el levantamiento de datos de necromasa.	40
4. Formato del peso de la hojarasca en el metro cuadrado de cada tratamiento.	41
5. Carbono removido de suelo (acumulado) a nivel de tratamientos en las tres fincas, en la micro cuenca rio Pire, Condega, 2012.	41
6. Glosario de palabras	42

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la tasa de remoción de carbono atmosférico por sistemas agroforestales como una estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático, en la micro cuenca río Pire, en Condega se establecieron un total de 27 parcelas de muestreo permanente en tres fincas con los siguientes tratamientos: i) quema (Q), ii) manejo de rastrojo tradicional y mejorado (Rm), iv) quesungual tradicional (SAQt) y mejorado (SAQm), vi) pasto tradicional (Pt) y mejorado (Pm), viii) nuevas pasturas con buena cobertura de árboles (SSP) y ix) el bosque secundario (Bs). El carbono fue medido en árboles, hojarasca, necromasa y el almacenado en el suelo, por cada sistema evaluado. El estudio reporta un total de 46 especies arbóreas incluyendo las especies con diámetros mayores y menores a 10 cm, representadas por 24 familias botánicas diferentes. Las familias más representativas son: Mimosaceae (7 especies), Caesalpinaceae (4 especies), Bignonaceae (3 especies). La remoción de carbono aéreo total a nivel de finca fueron 65.03, 58.29 y 45.33 MgC/ha para Don Isidro Lira, Javier Loza y Reynaldo Peralta respectivamente. El carbono removido por la vegetación a nivel de sistema indica que al cambiar de bosque a un sistema agroforestal con árboles, la remoción se ve reducida en un 40%, sin embargo cuando se cambia de bosque por un sistema sin árboles la remoción se reduce a un 72%. Los valores acumulados a nivel de tratamientos fueron 84.05, 70.49, 53.38, 49.33, 42.8, 41.15, 24.58, 24.21, y 22.85 MgC/ha para los tratamientos Bs, Pm, SAQt, SSP, SAQm, Pt, Rm, Rt, y la Quema respectivamente. Esto sugiere promover una agricultura y pasturas con presencia de árboles, por sus variados servicios eco sistémico brindado y entre los más importantes la alta tasa de remoción de carbono atmosférico comparado con sistemas tradicionales de siembras.

Palabras claves: Almacenamiento y Carbono

ABSTRACT

In order to assess the rate of removal of atmospheric carbon agroforestry systems as a strategy to mitigate and adapt to climate change, in the micro river basin Pire in Condega a total of 27 permanent sample plots were established in three farms with following treatments: i) burning (Q), ii) management of traditional and improved stubble (Rm), iv) Traditional Quesungual (SAQt) and improved (SAQm), vi) traditional grass (Pt) and improved (Pm), viii) new pastures with good tree cover (SSP) and ix) secondary forest (Bs). The carbon was measured in trees, leaves, necromass and stored in the ground, each system evaluated. The study reports a total of 46 tree species including species with larger and smaller diameter 10 cm, represented by 24 different botanical families. The most representative families are Mimosaceae (7 species), Caesalpinaceae (4 species), Bignoniaceae (3 species). The removal of total air carbon-farm were 65.03, 58.29 and 45.33 MgC / ha for Don Isidro Lira, Loza and Reynaldo Javier Peralta respectively. The carbon removed by vegetation level system indicates that the change from forest to an agroforestry system with tree removal is reduced by 40%, however when changing a system without forest trees removal is reduced to 72%. Amounts accumulated level treatments were 84.05, 70.49, 53.38, 49.33, 42.8, 41.15, 24.58, 24.21, and 22.85 MgC / ha for Bs, Pm, SAQt, SSP, SAQm, Pt, Rm, Rt treatments, and Burning respectively. This suggests promoting agriculture and pasture with presence of trees, their various eco systemic services provided and the most important the high rate of atmospheric carbon removal compared to traditional systems of crops.

Key words: Storage and carbon

I. INTRODUCCION

Los pequeños productores sobre todos en América latina y específicamente en nuestro país, trabajan generalmente en condiciones ecológicas inestables, es decir en terrenos inclinados que varían entre ondulados hasta muy quebrados, suelos frágiles y regímenes erráticos de precipitación pluvial, son algunos de los factores ambientales que influyen en la producción y productividad de las pequeñas fincas. Se debe de agregar además, factores de índole socioeconómico, como el problema de la mano de obra, la falta de financiamiento, el incremento de los precios del fertilizante y el agroquímicos y principalmente la falta de transporte y problemas en los precios y comercialización de los productos en el mercado nacional (Ugarte, 1994).

En las comunidades Santa Teresa los Potrerillo y el Cerrito (rio Pire) los principales usos de la tierra son granos básicos (Maíz, frijol y millón), pasturas para ganados leche y carne, bosque secundario y se destinan pequeñas áreas de riegos a orillas del rio. En el municipio de Condega el 68% del área total están ocupadas en bosque secundario y pasto. El uso de los suelos de Condega con su capacidad actual están siendo sobre utilizado en un 82.11%, es decir están siendo utilizado por encima de su capacidad (Alcaldía Municipal de Condega, 2010).

En general los suelos del municipio presentan condiciones que favorecen la erosión como: susceptibilidad a la erosión, pendiente fuerte y pobre cobertura vegetal, además están siendo manejado sin práctica de conservación de suelo (Alcaldía Municipal de Condega, 2010).

Los sistemas agroforestales han surgido como respuesta a las necesidades de la producción sostenibles del país. Estos sistemas se han establecido con la razón de solventar algunos problemas en el medio ambiente como el tema actual que es el calentamiento global, por el cual desde años atrás la concentración de gases del efecto invernadero ha venido incrementando en gran manera la temperatura mundial (PNUMA, 1999).

Según estudios realizados, los bosques se consideran y se le podrían llamar como el principal sumidero del CO₂, pero algunos científicos han considerado que los SAF son los medios que pueden contribuir en gran manera en el almacenamiento de carbono lo cual se

ha podido demostrar en algunos estudios que la intervención productiva en la captura de carbono tiene el gran potencial de suministrar con la generación de ingresos en algunas comunidades rurales y en los productores.

Cuando son realizadas de forma correcta, estas acciones, además de contribuir a la mitigación de los efectos del cambio climático, promueven el uso sostenible de los recursos naturales, dando como resultado un mejor bienestar en las comunidades rurales y además contribuyen con el almacenamiento de carbono (Locatelli, 1999).

Los sistemas agroforestales (SAF), producen biomasa vegetal y la producción de hojarasca que mantiene la materia orgánica del suelo, proporciona un potencial de almacenamiento de carbono. Esta forma de almacenar carbono en SAF es una buena alternativa y está al alcance de los pequeños productores de zonas tropicales, con este carbono se obtendrá ingresos complementarios, al mismo tiempo que incrementa el número y el crecimiento de los árboles maderables y frutales que son recursos económicos valiosos y para la conservación biológica y/o cultural (Molina, 2002).

La contribución de este estudio es conocimiento acerca de la fijación de carbono producto de cambio de uso de suelo, permitirá información de gran importancia o de utilidad a expertos, académicos, políticos autoridades local, empresarios y representantes de la sociedad civil, aportando en el desarrollo futuro de líneas bases, además brindar referencias para proyectos de mitigación de carbono que se desarrollen en la zona por ende atractivos para los dueños de bosque.

Este estudio se realizó en la micro cuenca el rio Pire, Condega, Estelí, región Central. También se proponen algunas estrategias como recomendaciones a productores como la aplicación del sistema agroforestal y de esta manera obtener un mejor rendimiento en cuanto a la producción de agricultura sin erosionar el suelo y fuentes hídricas ni dañar el bosque.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Evaluar el contenido de carbono en los diferentes usos del suelo, en tres fincas en la micro cuenca río Pire, en Condega, Estelí.

2.2.Objetivos específicos

- Identificar la composición florística de las especies forestales presentes en tres fincas en la micro cuenca, para determinar su importancia en la biodiversidad y la promoción de sistemas agroforestales.
- Evaluar la cantidad de carbono proveniente de los diferentes depósitos vegetales y el almacenado en el suelo en diferentes usos del suelo, en la micro cuenca río Pire, Condega, Estelí.
- Comparar los contenidos de carbono almacenados en las diferentes fincas para diferentes usos del suelo en la micro cuenca río Pire, Condega.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1.Descripción del área de estudio

3.1.1. Ubicación del área

El presente estudio se realizó en la micro-cuenca río Pire ubicado en el municipio de Condega, Departamento de Estelí. La micro-cuenca río Pire se localiza a 185 km de Managua y a 37 km de la cabecera departamental con Coordenadas: 13° 16' y 13° 27' Latitud Norte, 86° 17' y 86° 29' Longitud Oeste. (Calderón y Días, 2001).

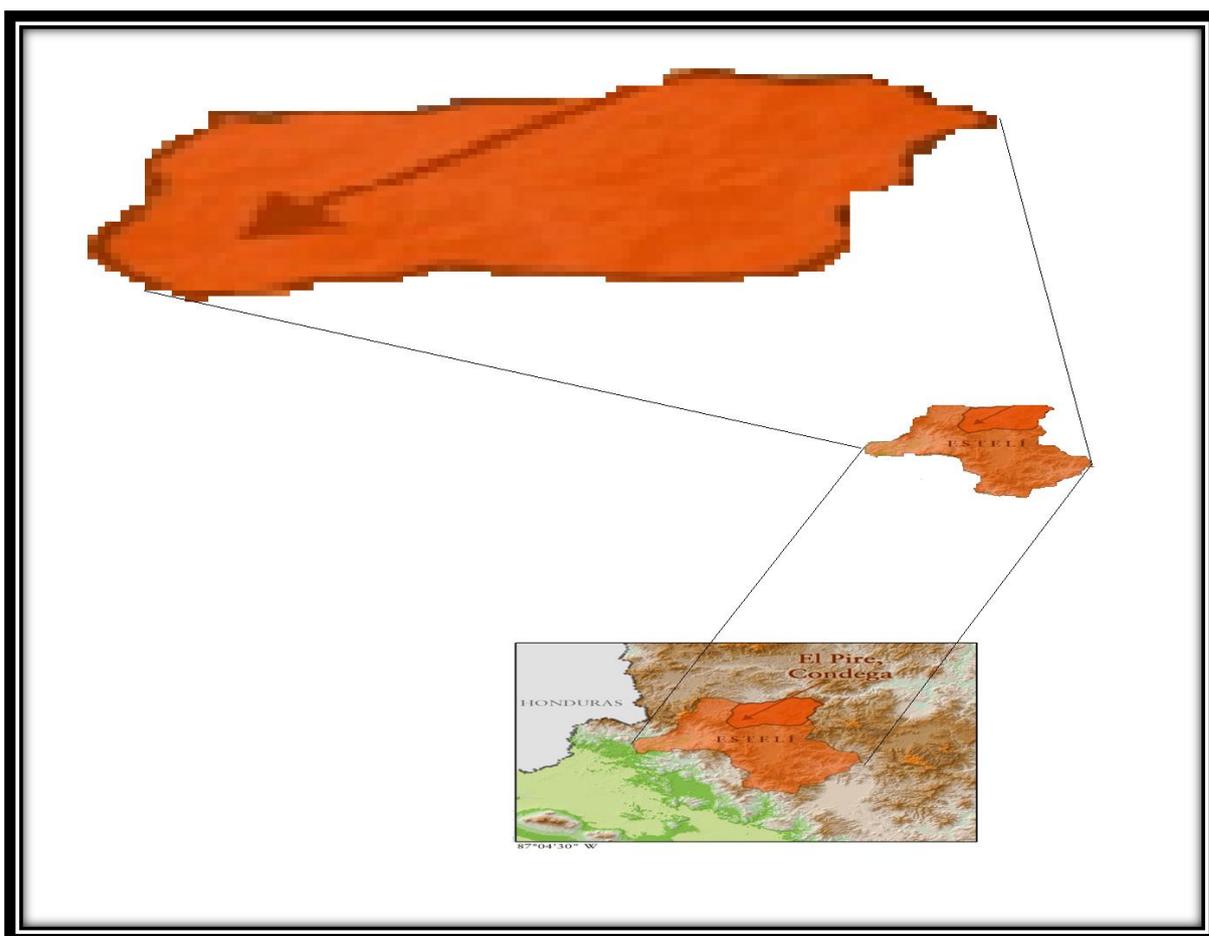


Figura 1. Localización del municipio de Condega, Estelí y la micro cuenca río Pire, 2012.

3.2.Características biofísicas

3.2.1. Suelo

En el municipio de Condega se encuentran suelos con diferentes grados de evolución y desarrollo los cuales varían desde suelos incipientes o suelos jóvenes (Entisoles) hasta suelos maduros (Molisoles, Alfisoles y Ultisoles) (Calderón y Días, 2001).

3.2.2. Uso actual del suelo

El potencial de los suelos disponibles para las actividades agropecuarias en el municipio es muy bajo, condicionada por la calidad de los suelos, condiciones agroclimáticas y el desarrollo socioeconómico del territorio. Sin embargo, la problemática se ve reforzada con el paso del huracán Mitch, el que destruyó aproximadamente 7700 hectáreas de tierra destinadas a actividades agropecuarias principalmente las de uso intensivo como cultivos de agro exportación y hortalizas (Calderón y Díaz, 2001).

De acuerdo a la capacidad de uso de la tierra, los suelos del municipio varían desde la clase II (De aptitud agrícola) hasta la clase VIII (De aptitud de protección a la vida silvestre) predominando los suelos de la clase VIII (68 % del área total). Los suelos más fértiles y adecuados para cultivos anuales ocupan un 9.5 % del área total, ubicados en clases II Y III (aptitud agrícola). El estudio del uso actual revela que la mayor parte del área del municipio está ocupada por pastos con bosque secundario (68% del área total) (Calderón y Díaz, 2001).

Al comparar el uso actual de los suelos con su capacidad de uso se observó que los suelos del municipio están siendo sobre utilizados en un 82.11 % (sobre utilizada), es decir están siendo usados por encima de su capacidad. En general, los suelos del municipio presentan condiciones que favorecen la erosión como: Susceptibilidad a la erosión, pendientes fuertes y pobre cobertura vegetal, además están siendo manejados sin prácticas de conservación de suelo (Calderón y Díaz, 2001).

3.2.3. Vegetación

Del estudio forestal se deduce que los bosques, tanto latifoliada como de coníferas (pino), han sido sobre explotados y convertidos en pastizales, quedando un remanente de bosque denso de apenas 0.27 % del área total (0.93 km²) ubicado en terrenos escarpados y cuyo uso más productivos es para la protección de los recursos existentes, sin embargo, el área total de vocación forestal es de 70% del territorio municipal (Calderón y Díaz, 2001).

El uso que se propone para el municipio, es en sistemas agroforestales de cultivos perennes y semi-perennes y especies forestales de madera para acerrío y de leña, así como protección de la vida silvestre, contribuiría a restaurar los recursos naturales degradados en el área sobre utilizad (Calderón y Díaz, 2001)

3.2.4. Clima

En términos generales, el municipio de Condega presenta un clima de sabana tropical que tiene sus variaciones según la altitud. Cuenta con una precipitación promedio anual de 798 mm, por lo que se caracteriza como zona seca. En la parte oeste del municipio (Pire) y este (Canta Gallo), los riesgos climatológicos son considerablemente menores, aunque también hay problemas con la recolección del frijol por la humedad excesiva (Calderón y Díaz, 2001).

3.2.5. Temperatura

Las temperaturas medias del municipio son cálidas y oscilan entre 22.6 - 24.2 °C, la variación promedio mensual es inferior a 3°C y la temperatura media anual es de 24.6 °C (Calderón y Díaz, 2001).

3.2.6. Relieve

La región de Condega presenta un relieve irregular, y una pendiente escarpadas, la cual presenta también mesas y pequeñas planicies intercráticas. Por ende sus pendientes varían un poco en las planicies suaves. Las Altitudes van desde los 550 msnm hasta 1450 msnm (Calderón y Díaz, 2001).

3.3. Diseño metodológico

El estudio se realizó con el objetivo de evaluar el contenido de carbono en los diferentes usos del suelo en tres fincas en la micro cuenca río Pire en Condega, Estelí, además cuantificar el contenido de carbono encontrado en los diferentes usos del suelo establecidos en la micro cuenca, tomando en cuenta la parte alta, media y baja.

3.3.1. Etapa de pre-campo

Como primera actividad se realizó la determinación de los posibles contactos que tenían influencias en el área de estudio, luego se procedió a visitar a las instituciones como el INTA que están trabajando en el sitio.

Se seleccionaron las tres fincas que cumplieran con los criterios establecidos en la micro cuenca donde se levantaron las muestras de investigación de estudio. Se requirió de un proceso de concertación local, con los habitantes en la micro cuenca tomando en cuenta la

parte alta, media y baja de la micro cuenca. Para la selección de las fincas se tomaron los siguientes criterios:

- Fincas con presencia de un bosque de 1 mz, potreros de 5 mz y un area para agricultura de 5 mz.
- El acceso a la finca.
- La seguridad y control en la finca.
- La colaboración y anuencia del productor.

Considerando estos criterios se seleccionaron tres fincas, una por cada una de las partes altitudinales de la micro cuenca (parte alta, media y baja).

Se desarrolló un taller con los productores en la micro cuenca, para dar a conocer el estudio en la zona, sus objetivos y la metodología a emplear en las fincas. Otra de las actividades realizadas fue la búsqueda de información primaria relacionada con el área de estudio. En las tres fincas seleccionadas, se recopiló información general de la misma, así como aspectos relacionados con cultivos anuales y perennes, sistema arbóreo presente y características físicas de la finca.

3.3.2. Etapa de campo

En esta etapa de campo se establecieron las parcelas de muestreo permanente en los diferentes usos del suelo. Se recopiló toda la información de campo, por medio de las variables, en las parcelas experimentales, en las tres fincas seleccionadas.

3.3.3. Etapa de post- campo

Una vez obtenida toda la información recopilada en las tres fincas se procedió a elaborar las bases de datos, de cada uno de los depósitos de carbono, tanto en el suelo como en la parte aérea en sus diferentes componentes. Se procedió a procesar y analizar los datos, utilizando los programas de Microsoft Excel.

3.4. Ubicación de las fincas en la micro-cuencas rio Pire

Se logró trabajar con tres productores en el municipio de Condega. En el cuadro 1, se presenta la lista de los productores y su ubicación en las partes alta (PA), media (PM) y baja (PB) de la micro-cuenca.

Cuadro 1. Productores experimentadores y su ubicación en la micro-cuenca río Pire, Condega, 2012

Posición en la micro cuenca	Comunidad	Productor
Parte Alta	Potrerrillo	Javier Loza
Parte Media	Santa Teresa	Reynaldo Peralta
Parte Baja	Los Cerritos	Isidro Lira

3.4.1. Tratamientos experimentales y tamaño de las parcelas

Bajo el supuesto que los sistemas agroforestales son opciones que permiten incrementar los rendimientos, remover carbono atmosférico, reducir la erosión hídrica y mejorar la calidad de los suelo (Fassebender 1993), estos fueron considerados como parte de los tratamientos experimentales en estudio.

En las tres fincas seleccionadas en la micro cuenca rio Pire, se lograron delimitar y establecer 9 tratamientos experimentales, uno en cada uno de los usos de la tierra seleccionados (Anexo 1).

Los tratamientos experimentales son presentados en el Cuadro 2; estos tratamientos fueron clasificados en cinco grandes grupos, entre estos están: 3 tratamientos agrícolas, 2 tratamientos agro silvícolas, un tratamiento forestal como comparativo, o umbral ecológico (testigo en equilibrio), 2 tratamientos pecuarios y 1 tratamiento silvopastoril. Las parcelas de los tratamientos agrícolas y agro silvícolas tienen un tamaño de 1,089 m² y las parcelas de los tratamientos forestal, pecuario y silvopastoril, varían entre 0.5 – 1 mz).

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos establecidos en 3 fincas de productores, en la micro-cuenca río Pire, Condega, 2012

Tipo de Sistema	Tratamientos	Descripción de los tratamientos	Área de las parcelas experimentales
1.Agrícola	Q	1. Sistema tradicional de tala y quema (representativo de los sistemas de pequeña escala en laderas de Centro América).	1,089 m ² (33x33 m)
	Rt	2. Sistema tradicional de manejo de rastrojos, SIN variedades mejoradas	1,089 m ² (33x33 m)
	Rm	3. Sistema tradicional de manejo de rastrojos, CON variedades mejoradas	1,089 m ² (33x33 m)
2.Agrosilvícola	SAQt	4. Quesungual SIN variedades mejoradas	1,089 m ² (33x33 m)

	SAQm	5. Quesungual CON variedades mejoradas	1,089 m ² (33x33 m)
3.Forestal	Bs	6. Bosque secundario	3,513 m ² (0.5 mz)
4.Pecuario	Pt	7. Pasto tradicional en potreros sin árboles (o escasa cobertura de árboles)	7,026 m ² (1 mz)
	Pm	8. Nuevos cultivares en potreros sin árboles (o escasa cobertura de árboles)	5,269.5m ² (0.75 mz)
5.Silvopastoril	SSP	9. Nuevos cultivares con buena cobertura de árboles	5,269.5m ² (0.75 mz)

3.4.2. Parcelas de muestreo utilizadas en la medición de biomasa

Para cuantificar el carbono en los tratamientos experimentales, se emplearon 4 diferentes tamaños de parcela según el tratamiento, dependiendo de si son parcelas con cultivos agrícolas, parcelas agro silvícolas, con pastura o bosque.

En la Figura 2, se presentan los tipos de parcelas que se utilizaron para el levantamiento de datos.

- En las parcelas con uso de la tierra agrícola, se emplearon parcelas cuadradas de 400 m² (20x20m), y en las esquinas se establecieron 4 sub parcelas de 1 x 1 m² en cada uno de los 3 tratamientos.
- En las parcelas con uso de la tierra agro silvícola se emplearon parcelas cuadradas de 400 m² (20x20m), y en las esquinas se establecieron sub parcelas de 1 x 1 m² para muestreo de hojarasca y herbáceas.
- En los sistemas forestales (bosque), se emplearon parcelas rectangulares de 1000 m² (20x50 m). En las esquinas de la parcela se establecieron sub parcelas de 1 x 1 m² para muestreo de hojarasca y herbáceas. En la parcela se establecieron cuatro sub parcelas de 1 x 15 m con el objetivo de medir fustes < 10 cm DAP (Synnott, 1991).
- Las parcelas circulares se emplearon en las pasturas (sistemas pecuarios y en los sistemas silvopastoriles), con una dimensión de 1000 m² (17.85 m de radio). Se

trazaron dos líneas perpendiculares dentro de la parcela circular, y en cada extremo de las líneas se estableció una sub parcela de 1m² para el levantamiento de biomasa de hojarasca y herbáceas. En total fueron 4 sub parcelas de 1m² en cada parcela (Ruiz A 2003; Delgadillo 2006).

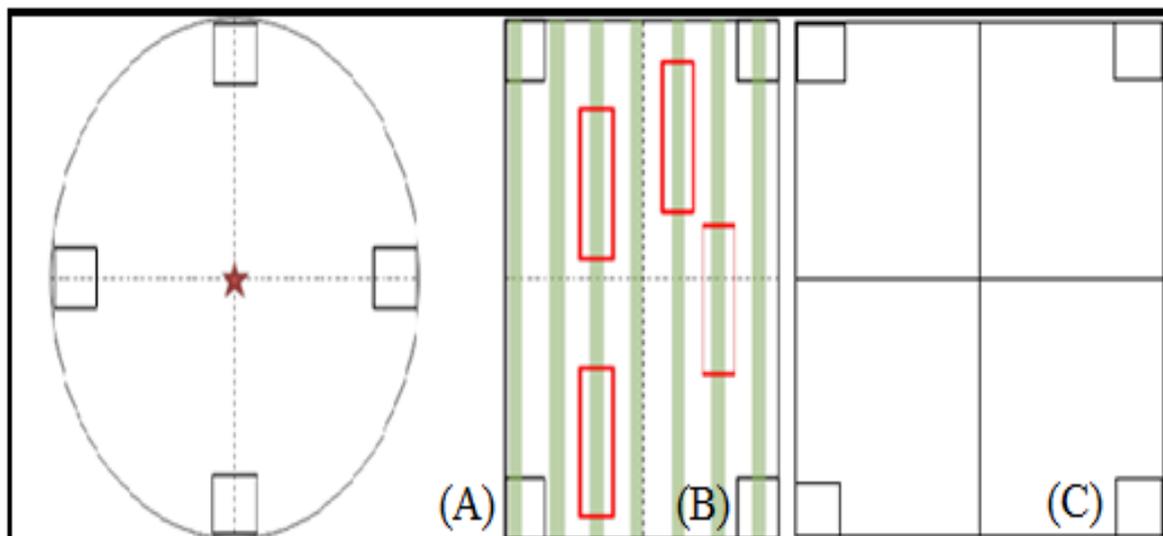


Figura 2. Formas de las parcelas de medición de las variables para cuantificar biomasa.

En todos los tratamientos agro silvícola, forestales, pecuario y silvopastoriles, se establecieron dos transectos lineales y perpendiculares dentro de cada parcela de medición, para cuantificar la necromasa caída o muerta dentro de la parcela (Figura 2).

3.5. Variables consideradas

Se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP, medido a 1.30 m de altura sobre el fuste) de todos los árboles con $DAP \leq 10$ cm en la parcela principal (Figura 2B). Los árboles y plantas < 2 cm dap fueron considerados “herbáceas” y cosechados junto a la hojarasca dentro de 4 sub-parcelas de 1 m² (1 x 1 m) ubicadas cerca del límite de la parcela y a los extremos de dos líneas que entrecruzan (bisecar) la parcela.

Debido a la densidad de tallos pequeños en bosques secundarios, se midió el DAP de árboles ≥ 10 cm en la parcela principal y los tallos entre 2 y 10 cm DAP en 4 transectos de 1 x 15 m colocados alazar dentro de la parcela principal (Figura 2).

La necro masa se midió en 2 transectos que bisectan la parcela principal en forma perpendicular. El diámetro de la madera caída ≥ 2.54 cm se midió a lo largo de 2 transectos que cruce en la parcela. Dentro de las sub parcelas de 1 m² se colectó una muestra de 100 g para cada uso de suelo en hojarasca y herbáceas, se rotuló y se enviaron

al laboratorio para la determinación de biomasa seca posterior a 72 horas de secado a 65 °C.

Para la cuantificación del carbono en el suelo, se realizó a través del método de combustión húmeda documentado por Walkley Black (1934), utilizando un factor de corrección igual a 1.724, asumiendo que la MO tiene el 58% del carbono orgánico, a profundidades de 0-10cm y 10-20cm. Para ambas profundidades se determinó la densidad aparente con el método de cilindro con un volumen conocido manual de LABSA.

Se determinó la biomasa después del secado de muestras de hojarasca a 65 °C de forma constante por 72 horas, para realizar el análisis de contenido de carbono. A igual las muestras de suelos se secó al aire hasta peso constante, es decir a 65 °C por 72 horas, para determinar el contenido de carbono orgánico.

Los análisis químicos del contenido de carbono en el suelo se realizaron en laboratorios de la Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

3.6. Determinación del carbono en el suelo y la hojarasca

3.6.1. Muestreo del Suelo

El muestreo de suelo fue realizado en cada una de las parcelas que se utilizaron para cada sistema. En cada finca se seleccionaron 9 parcelas experimentales donde se establecieron los 9 tratamientos del proyecto; (pasturas sin árboles tradicional, pastura sin árboles mejorada a futuro, pastura con árboles, una parcela con sistema agroforestal Quesungual (SAQ), una parcela con cultivos anual y una con bosque maduro). Para un total de 4 usos (pastos, SAQ, agrícola, bosque).

Se tomaron 2 muestras para cada tratamientos dos profundidades de muestreo (de 0 a 10 y de 10 a 20 cm) en cada parcela de muestreo. La muestra por parcela fue construida a partir de tres sub muestras que se tomaron transversales a la pendiente del relieve. En la micro cuenca El Pire, las parcelas de tacotales jóvenes fueron convertidos recientemente a SAQ.

a) Obtención de la densidad aparente del suelo

Se determinó utilizando el método del cilindro conocido de 100 cm³. Se realizaron dos repeticiones para obtener resultados estadísticamente representativos, (Valdivia 2001).

Las muestras serán secadas en un horno, y se utilizará la siguiente fórmula:

$$Da = \frac{P_{hs} - P_{ss}}{V}$$

Dónde:

Da: Densidad aparente (g/cm³)

Psh: Peso de suelo húmedo (g)

V: Volumen de la muestra (cm³)

Pss= Peso de suelo seco (g)

Se tomaron las muestras de los 6 usos de suelos, en la parte alta, media y baja de la micro cuenca para un total de 24 muestras por finca, a dos profundidades de (0 - 10 y de 10 - 20 cm). De este dato también se tomó la humedad presente en el sitio de muestreo.

b) Determinación del contenido de humedad del suelo

Una vez obtenido el peso seco de la muestra, se calculó el contenido de humedad en porcentaje, utilizando la siguiente ecuación

Ecuación 1. Contenido de humedad de la muestra (Valdivia, 2001)

$$CH = \frac{P_{hs} - P_{ss}}{P_{ss}} \times 100$$

Dónde:

CH: Contenido de humedad de la muestra de suelo se expresa en porcentaje (%)

Psh: Peso húmedo de la muestra (g), valor obtenido en el sitio o punto de muestreo (500 g)

Pss: Peso seco de la sub muestra (g), obtenido del laboratorio una vez que se ha puesto a secar al horno.

100: Constante para transformar en porcentaje.

Ecuación 2. Peso Seco del Suelo (FAO, 2002)

$$PSS = Da \times Pm$$

Dónde:

PSS= Peso seco del suelo (ton)

Da= Densidad aparente del suelo (ton/m³), muestra sacada del suelos con cilindro especial de densidad aparente.

Pm= Profundidad de muestreo del suelo (0.20 m).

3.6.2. Muestreo de la hojarasca

Para la realización del muestreo de la hojarasca, se utilizaron las parcelas de 1 m² establecidas en los extremos de las parcelas utilizadas en cada uno de los sistemas.

Toda la biomasa que se encontró en las parcelas de 1m² fue recolectada en su totalidad, luego fue pesada en una balanza digital de plataforma y de toda esa hojarasca que se encontró en las parcelas pequeñas, se recolectó una muestra de 100 g para enviarla al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria.

a) Obtención del peso seco de la biomasa

Una vez que las muestras fueron pesadas en el campo (peso fresco), y llevadas al laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria, se procedió al secado al horno, a una temperatura de 70 °C durante tres días consecutivos, para determinar el peso seco de la biomasa. Este procedimiento se utilizó para hojarasca y biomasa de los árboles.

b) Peso seco total de biomasa

Para calcular el peso seco total (PST) de la biomasa se usó la siguiente ecuación. Luego se hace la extrapolación a unidad de área.

Ecuación 3. Peso Seco Total (Valdivia, 2001)

$$PTS = \frac{PTH * (1 + \%H)}{100}$$

Dónde:

PTS = Peso seco total (kg)

PTH= Peso húmedo total (kg).

%H = porcentaje de humedad de la sub muestra.

1= Constante

100= Constante para transformar en fracción

3.7. Contenido de Carbono

Con los datos recopilados en el campo se procedió a calcular contenido de Carbono almacenado en t/ha de:

- Biomasa aérea en árboles
- Hojarasca
- Necromasa
- Suelo

3.7.1. Carbono arriba del suelo

El laboratorio reportó el contenido de carbono en gramos de cada muestra, luego se hace la extrapolación, para determinar en base al carbono acumulado en la biomasa de las parcelas de 1 m² cuánto carbono hay en determinada aérea por sistemas.

Ecuación 4. Carbono en la hojarasca (Brown, 1974).

$$B \text{ hojarasca (mg/ha)} = \left(\frac{Ps \text{ hojarasca} - Ps \text{ hierba}}{100} \right)$$

$$\text{Carbono Hojarasca} = \text{Biomasa} \times 0.5$$

Dónde:

B hojarasca= Biomasa de la Hojarasca se expresa en (kg)

Ps hojarasca= Peso seco de la hojarasca se expresa en (kg)

Ps hierba= Peso seco de la hierba se expresa en (kg)

Ecuación 5. Carbono de la necromasa (Brown, 1974)

$$\text{Vol necromasa} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \right) = \pi^2 \frac{d^2 + d^2 + \dots + d^2}{8} 8 L$$

$$\text{Biomasa(mg/ha)} = \text{Vol necromasa(m}^3 \cdot \text{ha)} \times \text{densidad} \square$$

$$C \text{ necromasa (mg/ha)} = \text{Biomasa de la necromasa} \times 0.5$$

Dónde:

Vol necro masa= Volumen de la necromasa (m³/ha)

d²= Diámetro al cuadrado se expresa en (cm)

L= Largo se expresa en (m)

C necromasa= Carbono de la necromasa se expresa en (mg/ha)

Ecuación 6. Regresión de diámetros de biomasa para las parcelas, propuesto por Chavet, (2005)

$$Biomasa = 0.112 * (\rho D^2 H)^{0.962}$$

$$Biomasa(Kg) = 0.112 * (0.58 * (d1)^2 * Altura)^{0.962}$$

C Carbono de biomasa de las parcelas (mg Cha-1)=Biomasa de árboles x 0.5

Dónde:

Biomasa se expresa (kg)

Densidad de árboles (ρ) secos constante 0.58 g/cm³

H= Altura (m)

D= Diámetro (cm)

3.7.2. Carbono en el suelo

El Laboratorio de Suelo y Aguade la Universidad Nacional Agraria, para determinar el contenido de carbono presente en el suelo utilizo el método de Walkley Black, que consiste en un proceso químico muy complejo.

De acuerdo a los resultados de carbono por la sub muestra realizada por el laboratorio en porcentaje, se procedió a utilizar la siguiente ecuación:

Ecuación 7. Carbono en el suelo

CS= % C/100Xpss (Valdivia, 2001)

CS= Contenido de Carbono en el suelo por unidad de area (tC/ha).

%C= % de carbono en el suelo

PSS= Peso Seco del Suelo por unidad de area total (tC/ha)

3.8. Análisis estadísticos de los datos

- Para materia orgánica se utilizó el diseño aditivo de las parcelas divididas donde la parcela grande es la finca, (3bloque), los tratamientos, además se dividió para

recolectar datos en la posición alta y baja (diseño de parcelas divididas) (Mason y Gunst 1989).

Su modelo es:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \rho_k + \epsilon_{(ijk)}$$

Dónde:

$i = 27$ parcelas

$j = 3$ Fincas

$k = 2$ posiciones en el relieve

De donde:

Y_{ijk} = Es el valor medio del contenido de materia orgánica de los distintos tratamientos por finca y posición en el relieve.

μ = Es el efecto de la media muestral sobre el modelo

β_i = Es el efecto de la i -ésima (parcelas)

α_j = Es el efecto de la j -ésima (fincas)

ρ_k = Es el efecto del k -ésimo (posición en el relieve)

ϵ = es el error experimental $(\alpha\beta)_{ij}$

- Para Biomasa se tomó una muestra por tratamiento en tres fincas (Diseño Completo al Azar) (Mason y Gunst 1989).

Su modelo es:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_{(ij)}$$

Dónde:

$i = 27$ parcelas

$j = 3$ Fincas

De donde:

Y_{ij} = Es el valor medio de la biomasa medidas en los distintos tratamientos de cada finca.

μ = Es el efecto de la medio muestral sobre el modelo

β_i = Es el efecto del k -ésimo (parcelas)

α_j = Es el efecto de la j -ésima (fincas)

ϵ = es el error experimental $(\alpha\beta)_{ij}$

- En Necromasa se muestreo 2 transectos por tratamientos en las tres fincas (diseño completo Alazar).

Su modelo es:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{(ij)}$$

Dónde:

Y_{ij} = 27 Parcelas

Dónde:

Y_{ij} = Valor medio de las observaciones de los transecto en necromasa

μ = Es el efecto de la medio muestral sobre el modelo.

β_i = Es el efecto de la k-esimo (parcela)

ε = Es el error experimental del efecto de parcelas (β)_{ij}

3.9.Equipos

Los equipos que se utilizaron para realizar la investigación son: brújula, cinta métrica, cinta diamétrica, cinta biodegradable, estaca de madera y machete, cámara fotográfica, balanza, papel kraft. La información se recolecto en un formato para tal efecto (Anexo 4)

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.Composición florísticas

4.1.1. Estructura de la vegetación en finca

La composición florística encontrada en la micro-cuenca rio Pire fue de 46 especies arbóreas, incluyendo las especies con diámetros mayores y menores a 10 cm. Está representada por 24 familias botánicas diferentes, las que tienen más riquezas son: Mimosaceae (7 especies), Caesalpinaceae (4 especies), Bignonaceae (3 especies), y las familias; Annonaceae, Apocynaceae y la Fabaceae con 2 especies cada una respectivamente.

Este estudio clasificó el bosque joven con áreas intervenidas o con parches boscosas en la micro-cuenca rio Pire, cuya composición florística es similar a la reportada en bosques riparianos del mismo municipio. Por ejemplo, la composición florística reportada en la micro cuenca La Pita, en el mismo municipio reporta 59 especies dentro de 29 familia en condiciones de menor intervención y mayor humedad ambiental (Madariaga, 2012).

El mismo autor reporta con familias con más especies la Fabaceae seguidas de las Mimosaceae y la Simaroubaceae. Estos resultados son similares a los reportado en la micro cuenca rio Pire con la diferencia que la Fabaceae no es la familia con más especies en la zona del rio Pire. El Cuadro 3, presenta listado de especies encontradas con su Nombre común, Nombre científico y Familias.

Cuadro 3. Listas de las especies encontradas en la composición florística en la micro Cuenca rio Pire, Condega Estelí, 2012

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Aceituno	<i>Simarouba glauca</i> Aubl.	Simaroubaceae
2	Amarguito	<i>Tecoma stam (L)juss .ex H.B.K</i>	Bignonaceae
3	Anona	<i>Annona reticulata</i> L.	Annonaceae
4	Balona	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Verbenaceae
5	Bambú	<i>Bambusa vulgaris</i>	Poaceae
6	Burrillo	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl	Tiliaceae
7	Brasilito	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose)	Caesalpinaceae
8	chocoyito	<i>Diospyros nicaraguensis</i> (standley)	Ebenaceae
9	Caratillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i> (Liemb)	Simaroubaceae
10	Carbón	<i>Acacia pennatula</i> (Schlecht.)	Caesalpinaceae

11	Cedro Real	<i>Cedrela odorata L.</i>	Meliaceae
12	Casco de venado	<i>Bauhinia unguolata L.</i>	Caesalpinaceae
13	Chaperno	<i>Lonchocarpus minimiflorus (Donn. Sm)</i>	Mimosaceae
14	Chicharrón blanco	<i>Rehdera trinervis (S. F. Blake)</i>	Verbenaceae
15	Comida de Culebra	<i>Rauwolfia tetraphylla L.</i>	Apocynaceae
16	Cornizuelo	<i>Acacia collinsii Benth.</i>	Mimosaceae
17	Cortés amarillo	<i>Tabebuia ochracea ssp.</i>	Bignonaceae
18	Espino negro	<i>Pisonia macranthocarpa J. D. Smith</i>	Mimosaceae
19	Espuela de gallo	<i>Macherium biovulatum</i>	Rhamnaceae
20	Falso Roble	<i>Tabebuia rosea (Bertol.) D.C.</i>	Bignoniaceae
21	Frijolillo	<i>Armisia macrocalyx (Aubl.) Jacks.</i>	Fabaceae
22	Genízaro	<i>Pithecellobium saman (Jacq.)</i>	Mimosaceae
23	Guácimo de Ternero	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Sterculiaceae
24	Guayabillo	<i>Myrcianthes storkii (Standley McVaugh)</i>	Myrtaceae
25	Guayaba dulce	<i>Psidium guajava L</i>	Myrthaceae
26	Guachipilin	<i>Diphysa americana M. Sousa</i>	Fabaceae
27	Guanacaste Blanco	<i>Albizia niopoides Spruce (ex benth) Burkart</i>	Mimosaceae
28	Guanacaste Negro	<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb</i>	Mimosaceae
29	Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	Cecropiaceae
30	Jiñocuabo	<i>Bursera simarouba (L.) Sarg.</i>	Burceraceae
31	Lagarto	<i>Zanthoxylum belizenze</i>	Rutaceae
32	Laurel Negro	<i>Cordia alliodora (Ruiz & Pavón) Oken</i>	Boraginaceae
33	Lechoso	<i>Sapium macrocarpum Mull.</i>	Euphorbiaceae
34	Madero negro	<i>Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth. ex Walpers</i>	Fabaceae
35	Madroño	<i>Calycophyllum candidissimun (Vahl) DC.</i>	Rubiaceae
36	Wiliwiste	<i>Karwinskia calderonii (Standl)</i>	Rhamnaceae
37	Muñeco	<i>Cordia collococca L.</i>	Boraginaceae
38	Nancite	<i>Byrsonima crassifolia L.)</i>	Malpighiaceae
39	Palanca	<i>Sapranthus violaceus Dunal.</i>	Annonaceae
40	Sacuanjoche	<i>Plumeria rubra L.</i>	Apocynaceae
41	Paracai	<i>Neomillspaughia paniculata (Donn. Sm)</i>	Poligonaceae
42	Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>	Myrtaceae
43	Pintadillo	<i>Caesalpinia eriostachys Benth.</i>	Caesalpinaceae
44	Quebracho	<i>Lysiloma spp.</i>	Mimosaceae
45	Quiebra muela	<i>Thevetia spp.</i>	Asdepiadeceae
46	Tiguilote	<i>Cordia dentata Poir.</i>	Boraginaceae

4.1.2. Vegetación mayor a los 10 cm de DAP

La composición florística encontrada en la micro-cuenca río Pire en especies con DAP mayores de 10 cm fueron 30 (Cuadro 4), representada en 22 familias, siendo las familias con más especies en esta fracción del estudio: Las Mimosaceae con (4 especies) seguidas por Bignonaceae, Annonaceae y la Fabaceae con (2 especies).

Cuadro 4. Listas de las especies de árboles mayores de 10 cm de DAP encontradas en la composición florística en la micro-cuenca río Pire, Condega Estelí, 2012

No	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Amarguito	<i>Tecoma stam (L.) Juss. ex H.B.K.</i>	Bignoniaceae
2	Anona	<i>Annona reticulata L.</i>	Annonaceae
3	bambú	<i>Bambusa vulgaris</i>	Poaceae
4	Chocoyito	<i>Diospyros nicaraguensis (Standley)</i>	Ebenaceae
5	Caratillo	<i>Alvaradoa amorphoides (Limb)</i>	Simaroubaceae
6	Carbón	<i>Acacia pennatula (Schlecht.)</i>	Caesalpinaceae
7	Chaperno negro	<i>Lonchocarpus minimiflorus (Donn. Sm)</i>	Mimosaceae
8	Chicharrón Blanco	<i>Rehdera trinervis (S. F. Blake)</i>	Berberaceae
9	Comida de Culebra	<i>Rauvolfia tetraphylla L.</i>	Apocynaceae
10	Cornezuelo	<i>Acacia collinsii Benth.</i>	Mimosaceae
11	Cortez Amarillo	<i>Tabebuia ochracea ssp.</i>	Bignoniaceae
12	Espino negro	<i>Pisonia macranthocarpa J. D. Smith</i>	Mimosaceae
13	Frijolillo	<i>Leucaena shannoni</i>	Mimosaceae
14	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Sterculiaceae
15	Guayabillo	<i>Myrcianthes storkii (Standley McVaugh)</i>	Myrtaceae
16	Guayaba dulce	<i>Psidium guajava L.</i>	Myrtaceae
17	Jiñocuabo	<i>Bursera simarouba (L.) Sarg.</i>	Burseraceae
18	Lagarto	<i>Zanthoxylum belicense</i>	Rutaceae
19	Laurel Negro	<i>Cordia alliodora (Ruiz & Pavón) Oken</i>	Boraginaceae
20	Lechoso	<i>Sapium macrocarpum Mull.</i>	Euphorbiaceae
21	Madero Negro	<i>Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth. ex Walpers</i>	Fabaceae
22	Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum (Vahl) DC.</i>	Rubiaceae
23	Wiliwiste	<i>Karwinskia calderonii (Standl)</i>	Rhamnaceae
24	Nancite	<i>Byrsonima crassifolia L.</i>	Malpighiaceae
25	Nopal	<i>Opuntia spp.</i>	Cactaceae
26	Palanca	<i>Sapranthus violaceus Dunal.</i>	Annonaceae
27	Zacuanjoche	<i>Plumeria rubra L.</i>	Apocynaceae
28	Paracai	<i>Neomillspaughia paniculata (Donn. Sm)</i>	Poligonaceae
29	Quebracho	<i>Lysiloma spp.</i>	Mimosaceae
30	Quibra muela	<i>Thevetia spp.</i>	Asclepiadaceae

4.1.3. Vegetación menor de 10 cm de DAP

La composición florística encontrada en la micro-cuenca río Pire de las especies con DAP menor a 10 cm fue de 31 especies en 21 familias. Las familias con más especies fueron las Mimosaceae (5 especies), seguidas por Caesalpinaceae (4 especies) y Bignonaceae, Rhamnaceae y Myrthaceae (2 especies). El listado de las especies menores de 10 cm de DAP en los estudios florístico se presentan en el (cuadro 5).

Cuadro 5. Listas de las especies de árboles menores de 10 cm de DAP encontradas en la composición florística en la micro-cuenca Río Pire, Condega Estelí, 2012

No	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Aceituno	<i>Simarouba glauca</i> Aubl.	Simaroubaceae
2	Anona	<i>Annona reticulata</i> L.	Annonaceae
3	Brasilito	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose)	Caesalpinaceae
4	Chocoyito	<i>Diospyros nicaraguensis</i> (Standley)	Ebenaceae
5	Burillo	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl	Tiliaceae
6	Casco de Venado	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Caesalpinaceae
7	Cedro real	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
8	Chaparro	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae
9	Cortez amarillo	<i>Tabebuia ochracea</i> ssp.	Bignonaceae
10	Espino negro	<i>Pisonia macranthocarpa</i> J. D. Smith	Mimosaceae
11	Espuela de gallo	<i>Macherium biovulatum</i>	Rhamnaceae
12	Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) D.C.	Bignoniaceae
13	Genízaro	<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.)	Mimosaceae
14	Guachipilín	<i>Diphysa americana</i> M. Sousa	Fabaceae
15	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
16	Guanacaste Blanco	<i>Albizia niopoides</i> Spruce (ex benth) Burkart	Mimosaceae
17	Guanacaste Negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Mimosaceae
18	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Caesalpinaceae
19	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i> L.	Cecropiaceae
20	Guayaba dulce	<i>Psidium guajava</i> L	Myrthaceae
21	Guayabillo	<i>Myrcianthes storkii</i> (Standley McVaugh)	Myrthaceae
22	Jiñocuabo	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	Burceraceae
23	Laurel negro	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	Boraginaceae
24	Miliguiste	<i>Karwinskia calderonii</i> (Standl)	Rhamnaceae
25	Muñeco	<i>Cordia collococca</i> (L.)	Boraginaceae
26	Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.)	Malpighiaceae
27	Papalón	<i>Coccoloba caracasana</i> Meissn.	Poligonaceae
28	Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>	Myrtaceae
29	Pintadillo	<i>Caesalpinia eriostachys</i> Benth.	Caesalpinaceae
30	Quebracho	<i>Lysiloma</i> spp.	Mimosaceae
31	Tigüilote	<i>Cordia dentata</i> Poir.	Boraginaceae

4.1.4. Distribución diamétrica

La micro cuenca rio Pire fue dividida en tres partes altitudinales: alta, media y baja.

La mayor cantidad de árboles con DAP mayores de 10 cm para las tres partes altitudinales de la micro cuenca rio Pire se encuentran en la clase 10-14.9 cm, siendo la parte baja la que presenta la mayor cantidad con 42 árboles, seguido por la parte media con 32 árboles y la menor cantidad se encuentran en la parte alta con 30 árboles. La clase diamétrica de 15-19.9 cm, presenta la mayor cantidad en la parte media con 21 árboles, seguido por la parte baja con 15 árboles, por ende la menor cantidad de árboles se concentran en la parte alta con 11 individuos (Figura 3).

En la Figura 3 señala cómo se encuentran distribuidos los árboles mayores de 10 cm en todo la microcuenca observándose mayor número de árboles en las clase diamétrica de 10-14.9, 15-19.9 y 20-24.9. La figura 3 muestra una J invertida significando que la distribución diamétrica presenta la mayor concentración en las tres primeras categorías donde da mayor resultado de número de árboles, la menor frecuencia de árboles con DAP mayores de 25 cm refleja el grado de intervención por el hombre, que en el futuro deberá ser mejorado por la importante concentración de árboles en las primeras categorías diamétrica.

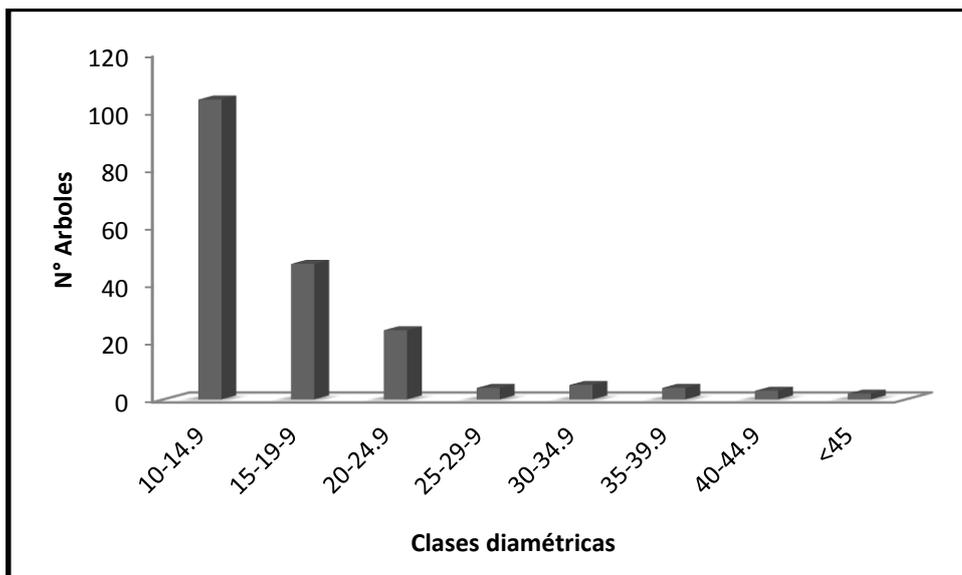


Figura 3. Categoría Diamétrica de las especies de árboles mayores de 10 cm DAP encontradas en tres finca en la micro cuenca rio Pire, 2012

También la mayor cantidad de árboles menores de 10 cm para las tres fincas de la micro cuenca se encuentran en la clase diamétrica 5-9.9, presentando la mayor cantidad de árboles en la parte media con 73 individuo, seguido por la parte baja con 44 individuos y la menor concentración de árboles se presentan en la parte alta con 25 individuos. Así mismo, la siguiente clase diamétrica es la 1-4.9, en este caso la parte alta presenta la mayor concentración de árboles con 42 individuos seguido por la parte media con 22 individuos y la menor concentración de árboles se muestran en la parte baja con 3 individuos. (Figura 4).

En la figura 4 muestra las especies con diámetro menor de 10 cm a nivel de todo el paisaje, dando como resultado que la clase diamétrica 5-9.9 es donde presenta el mayor número de árboles y la clase diamétrica 1-4.9 es donde hay menor cantidad de árboles. Se refleja una J significando que en la clase diamétrica 5-9.9 es donde se localizaron la mayor cantidad árboles que tienden a ingresar a las categorías de árboles jóvenes y la en la clase diamétrica 1-4.9 se muestran la menor cantidad de árboles.

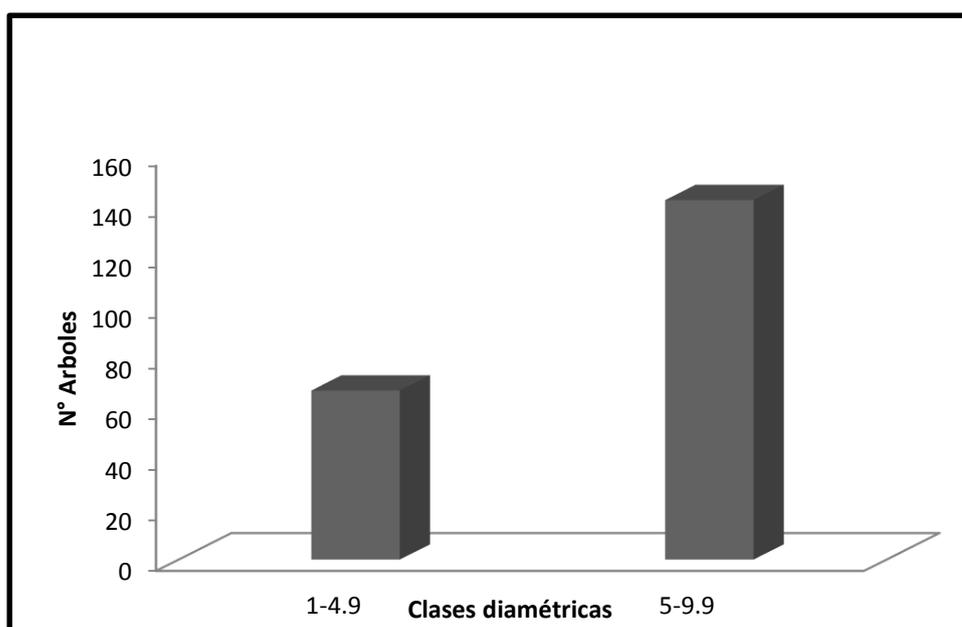


Figura 4. Categoría Diamétrica de las especies de árboles menores de 10 cm DAP encontradas en tres fincas en la micro cuenca rio Pire, 2012

4.2. Diferencia entre los sistemas agroforestales

4.2.1. Quesungual SIN variedades mejoradas

Se describe como una de las prácticas más antiguas de todos los sistemas, la cual se realizan con asociaciones de cultivos agrícolas y árboles forestales. El inventario florístico

encontró en este sistema las especies de; Laurel (*Cordia alliodora*), Quebracho (*Lysiloma* spp), Chaperno (*Lonchocarpus minimiflorus*) entre otros asociados a los cultivos criollos de Maíz (*Zea mays* L.) y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

4.2.2. Quesungual CON variedades mejoradas

Este sistema agroforestal es un sistema de prácticas ancestrales desarrollada por la cultura Maya, la cual está presente en algunas regiones de Centroamérica e introducidas en Nicaragua en los años 90. Este sistema que parte de un tucotal en descanso y se aplica una poda severa para algunas especies de hojas anchas, cuenta con mucha aceptación en la zona de estudio. El inventario florístico encontró en este sistema la especie de; Chaperno negro (*Lonchocarpus minimiflorus*), Laurel (*Cordia alliodora*), Nancite (*Byrsonima crassifolia*), y Madroño (*Calycophyllum candidissimum*), asociados con cultivos de semillas mejoradas de Maíz (*Zea mays* L) y frijol (*Phaseolus vulgaris*).

4.2.3. Bosque secundario

El bosque secundario ecológicamente es más estable, fue utilizado como un comparador frente a los sistemas agrarios con y sin presencia de árboles. El bosque secundario presente en cada finca y sometido a evaluación en este proyecto, presentó la mayor riqueza florística en el estudio. Las especies más representativas en este sistema son: Laurel (*Cordia alliodora*), Quebracho (*Lysiloma* spp), Nancite (*Byrsonima crassifolia*), Wiliwiste (*Karwinskia calderonii*), Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*) y el Carbón (*Acacia pennatula*).

4.2.4. Pasto tradicional en potreros SIN árboles (escasa cobertura de árboles)

Los potreros tradicionales en la zona con poca presencia de árboles fueron establecidos en el pasado para brindar presencia de luz en los pastos. Los pocos árboles presentes son combinación de árboles o arbustos y matorrales. Las especies forestales encontradas fueron: Laurel (*Cordia alliodora*), Miligüiste (*Karwinskia calderonii*), Nancite (*Byrsonima crassifolia*), asociados con pasto tradicional con escasa cobertura.

Estos árboles y arbustos dispersos en los potreros es el resultado de la intervención del hombre, a través del manejo selectivo de la vegetación remanente o bien por la introducción de árboles arbustos en praderas ya existentes.

4.2.5. Nuevos cultivares en potreros SIN árboles (escasa cobertura de árboles)

Este sistema productivo posee dos componentes primarios, uno arbóreo (por eso “silvo” que significa bosque, independientemente de cómo se haya generado) y otro herbáceo o forrajero que es la base de sustentación (por ello “pastoril”) de la producción bovina. Es un sistema que posee muchas ventajas para los pequeños ganaderos. El presente estudio identificó las especies de; Laurel (*Cordia alliodora*), Wiliwiste (*Karwinskia calderonii*), Madero negro (*Gliricidia sepium*) y Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*) asociadas al pasto tradicional Gamba (*Andropogon gayana Kunth*).

4.2.6. Nuevos cultivares CON buena cobertura de árboles

Es el sistema silvopastoril que incorpora más árboles que el anterior y reemplaza el pasto tradicional Gamba por un pasto mejorada de Braquiaria Marandua con mayor potencia nutritiva y resistencia a la sequía. Características que le da mayores ventajas productivas a la pequeña ganadería.

Las especies presente en este sistemas fueron; Laurel (*Cordia alliodora*), Quebracho (*Lysiloma spp*), Guanacaste negro (*Enterolobium cyclocarpum*) y madero negro (*Gliricidia sepium*), asociado con el pasto mejorado Braquiaria Marandua.

4.3. Contenido de carbono en la hojarasca

El almacenamiento de carbono proveniente de hojarasca fue diferente estadísticamente a nivel de fincas. Con valores de 3.8, 3.0, y 2.95 MgC/ha para las fincas de Javier, Reynaldo e Isidro respectivamente (Figura 5 B). Este comportamiento está asociado a la diferencia en suelos humedad, dado que en la finca de Don Javier Loza se evidencian suelos más desarrollados y llueve un poco más que las otras fincas localizadas en la parte baja e intermedia de la micro cuenca.

El carbono proveniente de la hojarasca a nivel de tratamiento fue altamente significativo mayor en el tratamiento Quesunguale mejorado y el Bosque secundario comparado con los sistemas de pasturas y de agricultura tradicional. Los valores fueron 6.13, 4.88, 4.51, 3.37, 2.99, 2.92, 2.58, 2.21, y 2.07 MgC/ha para los tratamientos SAQm, SAQt, Bs, Pt, SSP, Pm, Rm, Rt, y Q respectivamente (Figura 5 A). Lo cual indica que con más presencia de árboles, pastos y cultivos, el depósito de hojarasca es mayor en el sistema.

Estos resultados son más alto en comparación con otros resultados reportados por Suarez (2002), quien encontró un total de almacenamiento de carbono proveniente de hojarasca que oscilan entra los 6.3 y 19.7 tc/ha en sistemas agroforestales de café, influido por el mayor desarrollo de los árboles.

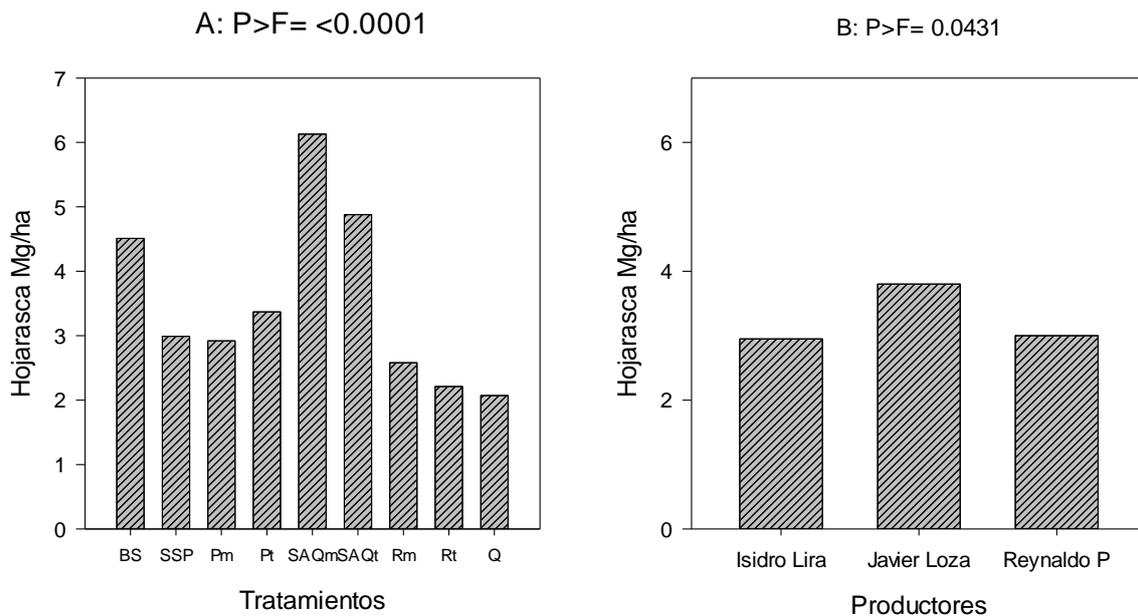


Figura 5. Contenido de Carbono orgánico en la hojarasca a nivel de tratamientos (A), y a nivel de finca (B). Condega, 2012.

4.4. Contenido de carbono en el suelo

El almacenamiento de carbono proveniente de la materia orgánica del suelo fue diferente estadísticamente a nivel de fincas, con valores de 31.71, 25.31, y 20.61 MgC/ha para las fincas de Javier, Isidro y Reynaldo respectivamente (Figura 6 B). Este comportamiento está asociado al desarrollo de los suelos, la intensidad de uso en cada finca y la conservación de los mismos en el pasado. Por ejemplo en la finca de Don Isidro las tierras tienen menor intervención en uso de la tierra.

El carbono proveniente de la materia orgánica del suelo tiende hacer mayor en el sistema Bosque secundario y el Quesungual tradicional. Los valores fueron 30.42, 28.93, 26.37, 22.98 y 20.78 MgC/ha para los tratamientos Bs, SAQt, Pm, SSP, y Q respectivamente (Figura 6 A). Lo cual indica que mayor conservación de la materia orgánica en los sistemas menos intervenidos.

Estudios realizados en Costa Rica en tres profundidades de 0.-10cm, de 10- 20 cm y de 20-80cm en suelos alfisoles por Ramos (2003), reporta la mayor concentración de carbono almacenado de 55% en los suelos en la profundidad de 20-80 cm. Estos datos de carbono en suelos provienen de sistemas agroforestales de café con sombra en zonas frescas de Costa Rica.

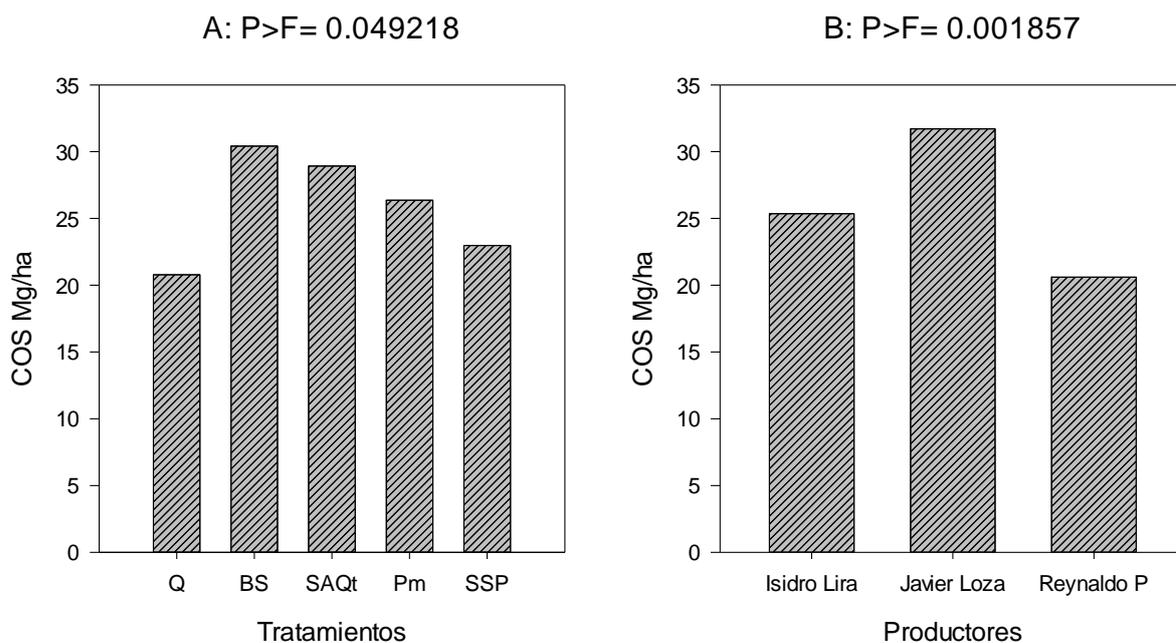


Figura 6. Contenido de Carbono orgánico en el suelo a nivel de tratamientos (A), y a nivel de finca (B). Condega, 2012

4.5. Contenido de carbono en árboles mayores a 10 cm de DAP

El almacenamiento de carbono proveniente de las parcelas con árboles con DAP mayores de 10 cm presentan contenidos mayores de carbono en las fincas ubicadas en el relieve de mayor elevación.

Los valores obtenidos fueron 33, 17.87, y 15.74 MgC/ha para las fincas de Isidro, Reynaldo y Javier respectivamente (Figura 7 B). Este comportamiento está asociado a la presencia de árboles adultos con DAP mayores de 40 cm en la finca de Don Isidro Lira, ubicada en la parte baja de la micro cuenca la cual indica a mayor incremento en diámetro mayor tiene una relación positiva con respecto al incremento de la biomasa siguiendo la tendencia de crecimiento de tipo ascendente (Alonzo, 2013). Lo que expresa menor intervención del componente forestal en la finca.

El análisis a nivel de sistemas reporta mayor carbono en el Bosque secundario y Pasto Mejorado. Los valores encontrados fueron 44.81, 41.05, 23.06, 16.38, 13.38 y 7.12 MgC/ha para los tratamientos Bs, Pm, SSP, SAQt, Pt, SAQm respectivamente. (Figura 7 A). Lo cual indica que a más presencia de árboles, la remoción de carbono aéreo aumenta.

Similares resultados fueron reportados por Brown (1988); citado por Molina & País (2002), quien reporta en promedio para los bosque seco valores que oscilan entre 27 y 63 tC ha-1. El mismo autor citando a Locatelli (1999), mencionan que en promedio los bosques tropicales almacenan más carbono que otros ecosistemas, aproximadamente 44 veces más que las tierras dedicadas a la agricultura.

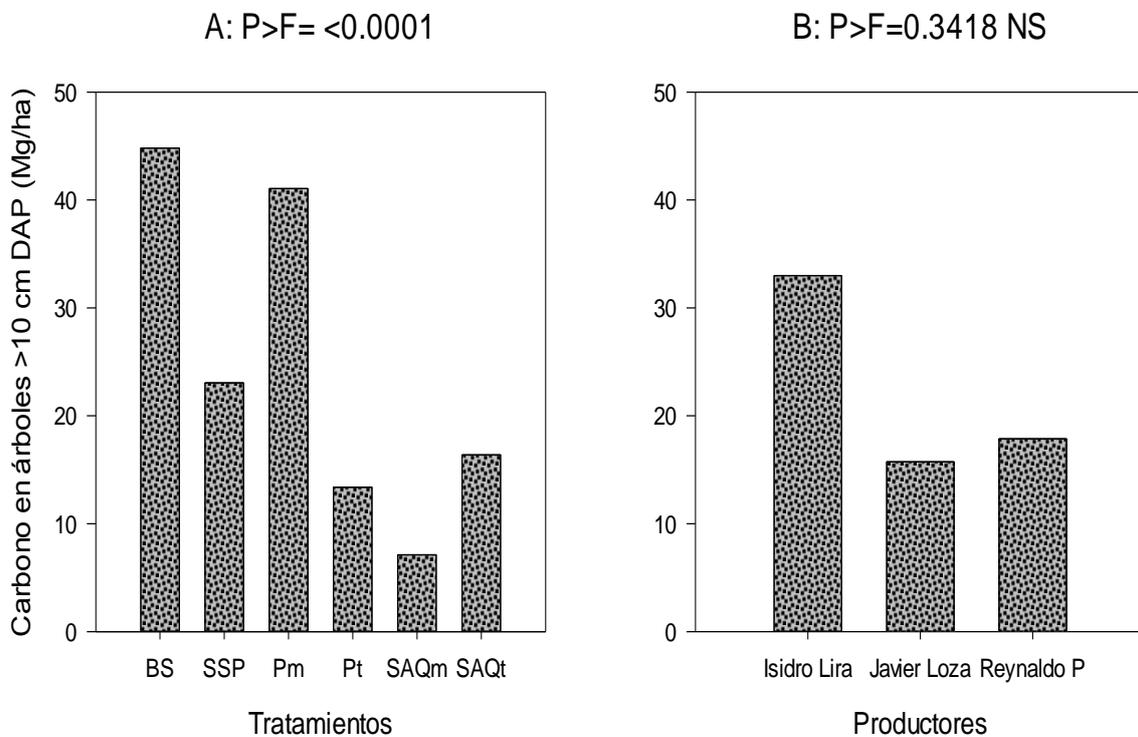


Figura 7. Contenido de Carbono orgánico en árboles con DAP mayores a 10 cm a nivel de tratamientos (A) y a nivel de finca (B), Condega, 2012

4.6. Contenido de carbono en árboles menores de 10 cm de DAP

El carbono almacenado en árboles con DAP menores de 10 cm, es significativamente mayor en la finca de Don Javier Loza, donde la regeneración natural por influencia del microclima y elevación es más abundante.

Los valores encontrados fueron 5.85, 2.48 y 2.11 MgC/ha para las fincas de Javier, Reynaldo y Isidro Lira respectivamente (Figura 8).

$$P > F = 0.0157$$

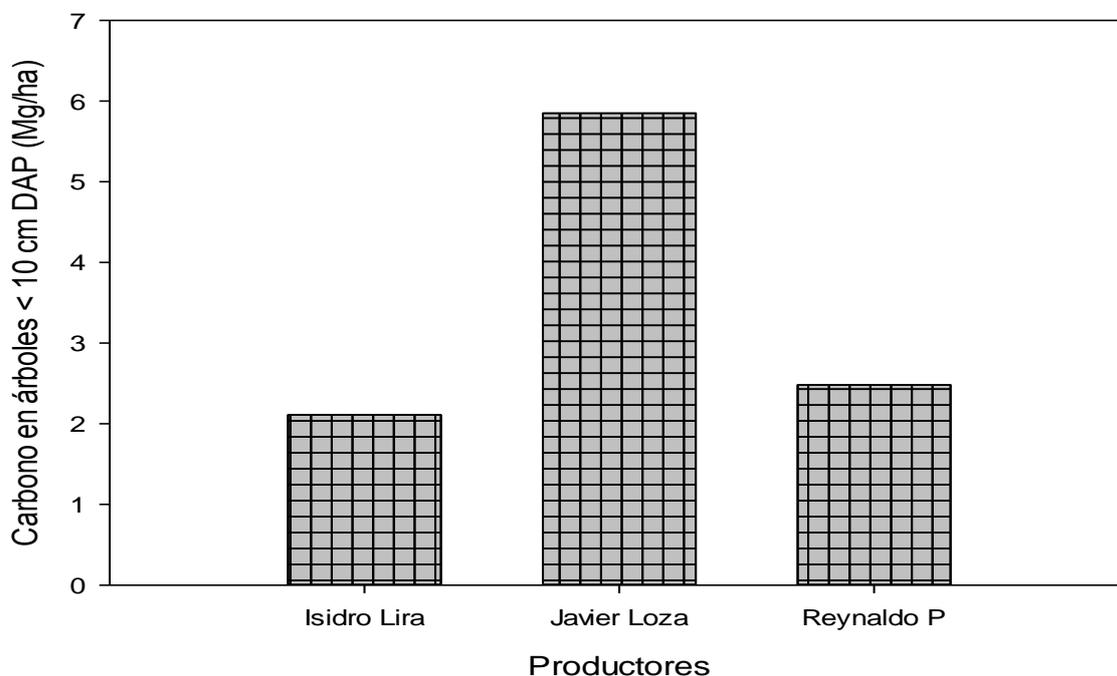


Figura 8. Contenido de Carbono orgánico en árboles con DAP menores a 10 cm, en el bosque secundario a nivel de finca, Condega, 2012.

4.7. Contenido de carbono en madera caída (necromasa)

El carbono almacenado en las maderas caídas o necromasa fue similar entre las tres fincas en estudio. Los valores obtenidos fueron 1.61, 1.36 y 1.19 MgC/ha para las fincas de Isidro Lira, Reinaldo y Javier respectivamente (Figura 9 B).

Este comportamiento está asociado al mayor aporte de carbono proveniente de trozos y madera secas (necromasa) ya que entre mayor sea la vigorosidad de los arboles más va hacer el aporte de materia orgánica, dado que en la finca de Don Isidro Lira se evidencian un mejor dosel y densidad de árboles, más que en las otras fincas localizadas en la parte baja e intermedia de la micro cuenca. Este comportamiento también podría ser influenciado por la frecuencia que se extrae madera seca o caída (leña) del bosque por los dueños o vecinos de las propiedades.

El análisis del carbono proveniente de la necromasa por tratamientos tiende a ser mayor en los sistemas Quesungual tradicional y el mejorado. Los valores obtenidos fueron 3.19, 2.55, 0.83, 0.40, 0.30 y 0.15 MgC/Ha para los tratamientos SAQt, SAQm, Bs, Pt, SSP, Pm, respectivamente (Figura 9 A). Fenómeno asociado al aporte continuo de madera al suelo por las podas que son sometidos los árboles en los sistemas Quesungual anualmente. Estos resultados obtenidos son menores a los reportados por (Andrade, 1999) quien muestra para sistemas agroforestales en pequeña áreas un total de 34.6 t/ha de carbono almacenado.

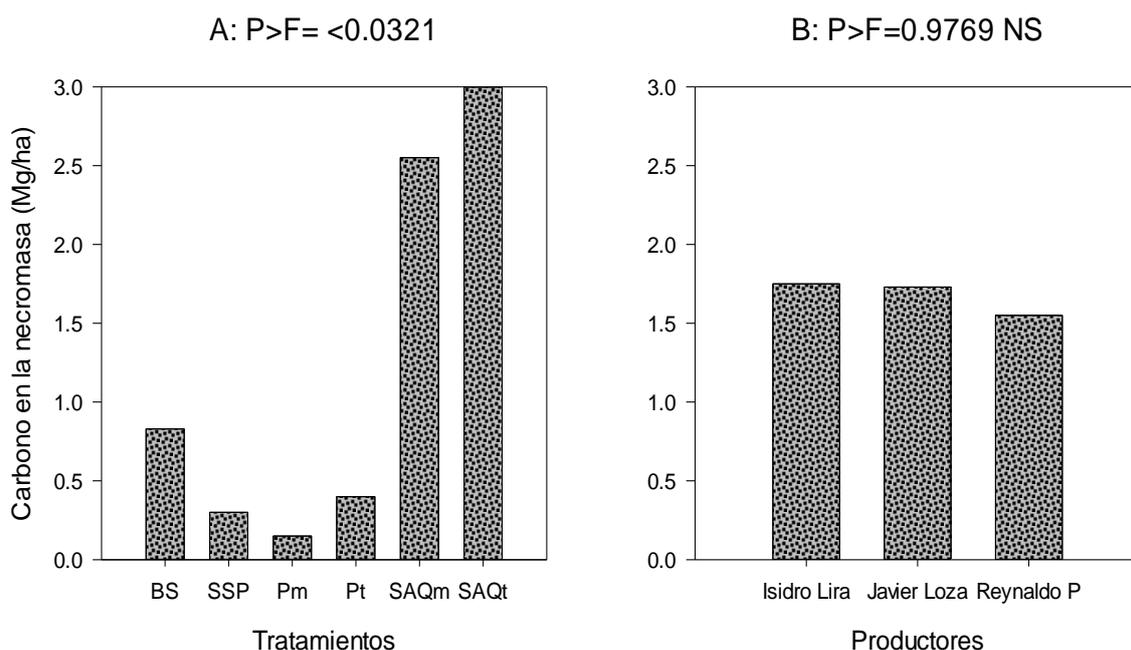


Figura 9. Contenido de Carbono orgánico proveniente de la necromasa del bosque a nivel de tratamientos (A), y a nivel de finca (B), Condega, 2012.

4.8. Almacenamiento total de carbono (árboles + hojarasca + necromasa)

La cuantificación de carbono en proyectos donde se consideran sistemas de uso de la tierra que permiten calcular potenciales de fijación de carbono de los que se desprenden valores que deben ser verificados en donde las plantas aportan residuos orgánicos tales como hojas, ramas, frutos y semillas en la superficie del suelo, que fueron medidos como carbono herbáceo durante 2013 en experimentos de parcela. En las figuras anteriores se puede notar la gran cantidad de biomasa herbácea que en algunos sistemas fueron similares en el sitio experimental en Condega.

En este sitio se observa mayor acumulación carbono removido, en el suelo, en el sistema quesungual y el sistema forestal.

Para obtener resultados importantes de almacenamiento de carbono se realizó la sumatoria de la biomasa de árboles, hojarasca y necromasa, en todos los sistemas agroforestales de cada finca dando como resultado que dentro de cada finca los sistemas agroforestales son de gran importancia. El mayor índice de acumulación de carbono lo presentó la finca de don Isidro Lira con 39.67 Mg C/ha debido a la mayor cantidad de árboles con diámetros mayores de 40 cm de DAP presente en la finca, seguido por la finca de don Javier Loza con 26.58 Mg C/ha por último la finca de don Reynaldo Peralta con 24.71 Mg C/ha (Cuadro 6).

4.8.1. Análisis de carbono total presente en los sistemas de fincas

El carbono presente proveniente del recurso vegetal es mayor en la finca de Don Isidro Lira, si se compara con las otras fincas. Este carbono es mayor en arboles con DAP mayores a 10 cm. Fenómeno relacionado a la presencia en esa finca de especies adultas con árboles que presentan DAP mayores de 40 cm. Esto quiere decir que en esta finca existe menos intervención del bosque secundario comparado con las otras fincas (Cuadro 7).

El carbono a nivel de sistema sigue siendo mayor en la finca de Don Isidro Lira, por la influencia del carbono almacenado en árboles adultos existentes en la finca. (Cuadro 7). El carbono almacenado en el suelo es estable la gran semejanzas entre los resultados que hay entre los sistemas, dado que el estudio de suelo está en sus primeros años de monitoreo, en cambio los resultados del carbono almacenado en la vegetación es mayor por la contribución a la remoción es el deposito proveniente de árboles con DAP mayores a 10 cm (Figura 10).

Cuadro 6. Contenido de carbono vegetal en Mg/ha por finca para las fracciones hojarasca, necromasa y árboles, rio Pire, 2012

Finca	Hojarasca Mg/ha	Necromasa Mg/ha	Árboles >10 cm DAP Mg/ha	Árboles <10 cm DAP Mg/ha	Total de Mg/ha
Isidro Lira	2.95	1.61	33.00	2.11	39.67
Javier Losa	3.8	1.19	15.74	5.85	26.58
Reynaldo Peralta	3.0	1.36	17.87	2.48	24.71
			TOTAL		90.96

Cuadro 7. Carbono removido en el suelo (Acumulado) a nivel de sistemas, rio Pire, Condega, 2012

Finca	Carbono Vegetal	Carbono en el suelo	Total
Isidro Lira	39.67	25.36	65.03
Javier Losa	26.58	31.71	58.29
Reynaldo Peralta	24.71	20.61	45.32
TOTALES	90.96	77.68	168.64

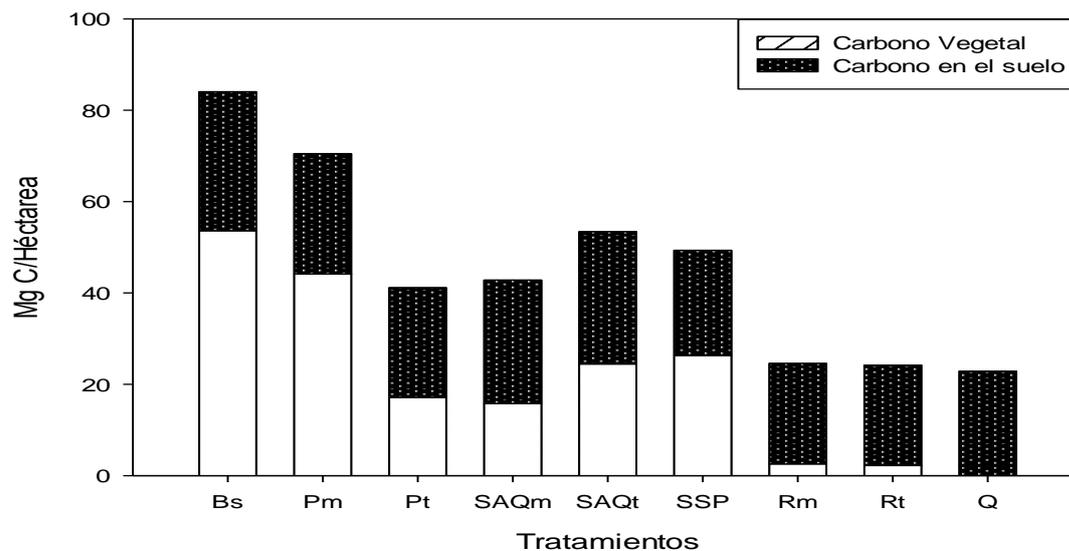


Figura 10. Carbono removido de la atmosfera (acumulado) a nivel de tratamientos en tres fincas en la micro cuenca rio Pire, Condega, 2012

V. CONCLUSIONES

- Se encontraron 46 especies de árboles representadas en 24 familias, en las tres fincas en estudios. Las familias con más especies encontradas en el presente estudio son: Mimosaceae (7 especies), Caesalpinaceae (4 especies), Bignonaceae (3 especies), y las familias; Annonaceae, Apocynaceae y la Fabaceae con 2 especies, de estas especies las preferidas localmente para los SAF son el Cortez, Laurel, Guapinol, Gavilán, Chaperno, Quebracho y la caoba.
- La mayor densidad de árboles por ha se observó en la parte alta de la micro cuenca, y la menor densidad en la parte baja, fenómeno asociado a la extracción y posibles condiciones edáficas. El menor número de árboles con los menores diámetros de fuste, de acuerdo a las clases diamétrica, se presenta en la parte baja de la micro cuenca.
- Los valores acumulados de carbono a nivel de tratamientos fueron 84.05, 70.49, 53.38, 49.33, 42.8, 41.15, 24.58, 24.21, y 22.85 MgC/ha para los tratamientos Bs, Pm, SAQt, SSP, SAQm, Pt, Rm, Rt, y la Quema respectivamente. Lo cual indica que los sistemas de monocultivos fijan menos carbono y no son una alternativa frente al cambio climático. En cambio el que más remueve carbono es el sistema Agro silvícola, por lo tanto es el más rentable frente al cambio climático.
- La remoción total de carbono en el suelo a nivel de finca fue de 65.03, 58.29 y 45.33 MgC/ha para Don Isidro Lira, Javier Loza y Reynaldo Peralta respectivamente para la parte baja, media y alta de la micro cuenca, debido a la conservación del bosque secundario que varía entre fincas. El carbono removido por la vegetación a nivel de sistema indica que al cambiar de uso de la tierra de bosque, a un sistema agroforestal con árboles, la fijación se reduce en un 40%; sin embargo cuando se cambia de bosque por un sistema sin árboles, la fijación se reduce en un 72%.

VI. RECOMENDACIONES

Fomentar el aumento de la diversidad florística de los sistemas silvopastoriles (con especies maderables, forrajeras y frutales), con el fin de fortalecer por un lado, tanto el incremento de su capacidad de producción de biomasa como de almacenamiento de carbono y por otro de diversificar los servicios y beneficios que brindan las leñosas en las fincas.

Establecer estrategias de gestión con organismo donantes, dirigidas a la implementación del pago por servicios ambientales que reconozca y valore la presencia del árbol en los sistemas productivos a niveles de fincas y micro cuenca.

Continuar estos estudios de carbono anualmente para determinar el potencial de remoción de carbono en diferentes usos de la tierra.

VII. LITERATURA CITADA

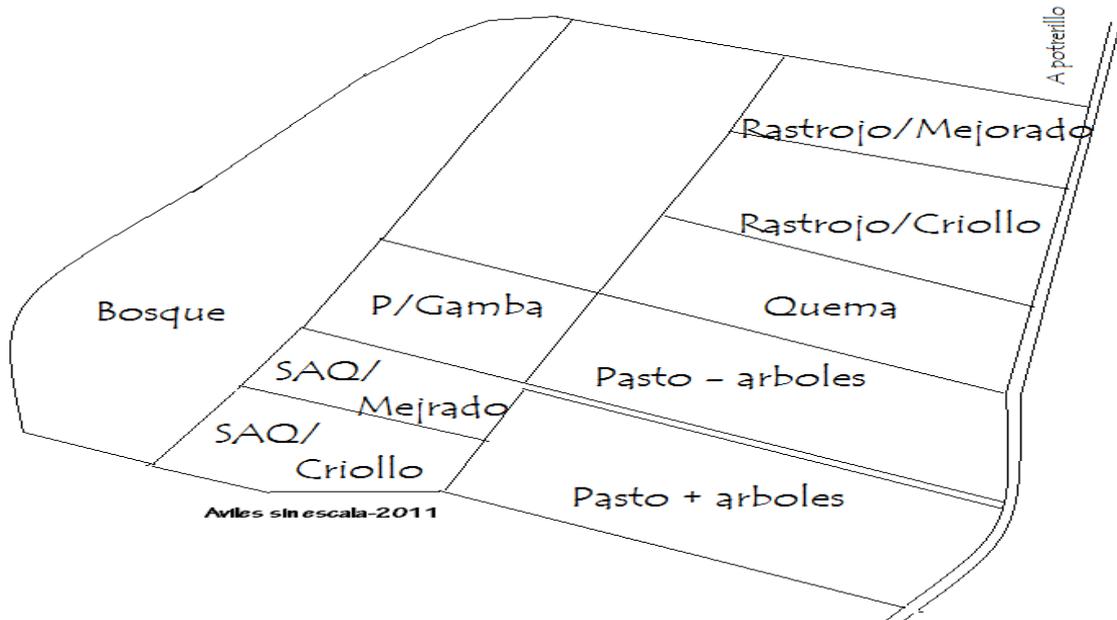
- Andrade, H. 1999.** Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles en el trópico húmedo. Tesis. Turrialba, CR. 81 p.
- Alcaldía Municipal de Condega. 2010.** Diagnóstico del municipio de Condega. En borrador para ser aprobado. 10 p.
- Alonzo, E. 2013.** Evaluación temporal y especial en el bosque de pinus oocarpa Schiede y su impacto sobre la fijación de carbón en el Municipio de Dipilto. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 68 p.
- Brawn, S. 1974.** Carbon in forests can be measured accurately now, with future measurements relying more on remote sensing and other remote data collecting techniques, EE UU. Tesis. 10 p.
- Calderón, A; Díaz, M. 2001.** Análisis de riesgos naturales y propuesta de plan municipal de reducción de desastres. Condega NI. 75 p.
- Calderón, D; Solís, D. 2012.** Cuantificación del carbono almacenado en tres fincas en tres estados de desarrollo del bosque de Pino (*Pinus oocarpa*, L.) Dipilto, Nueva, 70 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tripocal de Investigación y Enseñanza). 2006.** Manual de Monitoreo de carbono en sistemas agroforestales. NI. 35 p.
- Chavet, J. 2005.** Tree allametry and improved estimation of carbon stocks and balance tropical forests. Tesis. America Asia y Oceania 13 p.
- Fassebender, H.1993.** Modelos Edafológicos de sistemas Agroforestales. Proyecto Agroforestal. Turrialba, CR, CATIE/GTZ. pág. 12-13, 41-51.
- FAO (Oranizacion de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentaciones). 2002.** Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 61 p.
- INFOSTAT. 2009. Infostat versión 2009.** Grupo infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Locatelli, B .1999.** Bosques tropicales y ciclo del carbono. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Managua, NI, MARENA. 91 p.
- Madariaga, 2012.** Estudio de la composición florística del bosque ripario en la microcuenca La Pita, municipio de Estelí, Nicaragua. Tesis. Estelí, NI. 42 p.
- Mason, R. L., Gunst, R. F, and Hess, J. L. (1988).** Statistical design and analysis of experintents with applications to engineering and acience. New York: Wiley

- Molina, J; Paiz, D. 2002.** Almacenamiento de Carbono en Sistemas Silvopastoriles en el Municipio de Matiguas, Matagalpa. Tesis. Managua, NI, Universidad Nacional Agraria. 60 p.
- MARENA 2000.** Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Nicaragua. MARENA Pág. 2, 3.11p.
- PNUMA (Programas de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), 1999.** Para comprender el cambio climático, guía elemental de la convención Marco de las Naciones Unidas y el proyecto Kyoto. Ginebra, CH. 35 p.
- Ramos, R. 2003.** Fraccionamiento del carbono orgánico del suelo en tres tipos de uso de la tierra en fincas ganaderas de san miguel de barranca, Puntarenas-Costa Rica. Tesis. Puntarenas, CR. 77 p.
- Reiche, C; Gómez, M. 1993.** Costos de establecimiento y manejo de plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Costa Rica. *In* Semana científica CATIE (8-10 dic 1993). Memorias Ed. Rodolfo Salazar. Turrialba. CR. (2). p.79-81.
- Ruiz, A. 2003.** Sistemas silvopastoril. Una alternativa para la venta de servicios ambientales y mejorar el nivel de vida de las familia ganaderas en Nicaragua. NI. 28 p.
- Synnott, T. 1991.** Manual de procedimientos de parcelas de muestreos permanentes para bosques húmedos tropical. Instituto Tecnológico de Cartago, Costa Rica. CR. 81 p.
- Somarriba, E. 1990.** ¿Qué es agroforestería? Boletín informativo sobre recursos naturales renovables. El chasqui (24) CATIE. p.1-10.
- Suarez, P. 2002.** Cuantificación y valoración económica de los servicios ambiental almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café en la comarca Yassica sur, Matagalpa. Tesis. NI. 70p.
- Ugarte, M. 1994.** Caracterización de sistemas agroforestales en fincas demostrativas en la lucha de trabajo de tesis. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 77 p.
- Valdivia. 2001.** Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales, 14 p.
- Walkey, A; Black I. A, 1934** An. Examination of the degtiare methof for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63: 251-253.

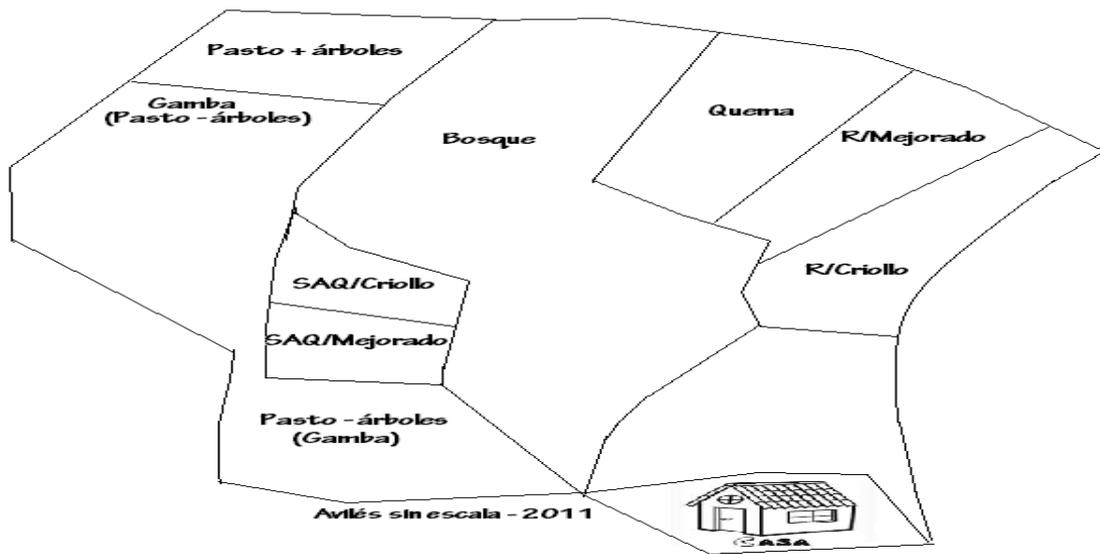
ANEXOS

Anexo 1. Parcelas de los productores en las tres fincas de la microcuenca el Rio Pire Condega, 2012

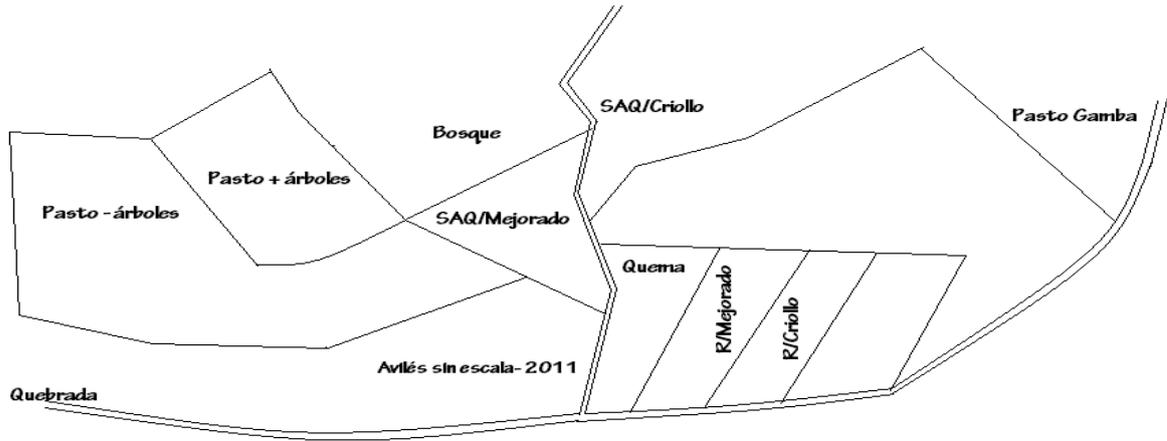
Finca. Javier Loza



Finca: Reynaldo Peralta



Finca: Isidro Lira



Anexo 4: Formato del peso de la hojarasca en el metro cuadrado de cada tratamiento

Nombre del productor: _____

Tratamiento _____ Área de la sub-parcela: _____

Numero de parcelas: _____

N° sub-parcela	Peso fresco (g)	Peso seco de la muestra del laboratorio (g)

Anexo 5. Carbono removido del suelo (acumulado) a nivel de tratamientos en las tres finca en la micro cuenca rio Pire, Condega 2012

Simbología	Tratamientos	Carbono Vegetal	Carbono en el suelo	Total
Bs	Bosque secundarios	53.63	30.42	84.05
Pm	Pasto mejorado	44.12	26.37	70.49
SAQt	Quesungual tradicional	17.15	36.23	53.38
SSP	Sistema Silvo pastoril	15.8	33.53	49.33
SAQm	Quesungual mejorado	24.45	18.35	42.8
Pt	Pasto Tradicional	26.35	14.8	41.15
Rm	Rastrojo mejorado	2.58	22	24.58
Rt	Rastrojo tradicional	2.21	22	24.21
Q	Quema	2.07	20.78	22.85

Anexo 6: Glosario de términos

Biomasa:

Masa total de organismos vivos en una zona o volumen determinado; a menudo se incluyen restos de plantas que han muertos recientemente (biomasa muerta) (Alonzo, 20013).

Dióxido de carbono:

Gas que se produce de forma natural, también como subproducto de la combustión de los combustibles fósiles y biomasa, cambio en el uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afectan al equilibrio de radiación del planeta (Alonzo, 20013).

Los sistemas agroforestales (SAF):

En Centroamérica en los últimos años, se han venido implementando los sistemas agroforestales dado que tienen un gran potencial para contribuir a la sostenibilidad de la producción agrícola y forestal y al mejoramiento del ambiente (Reiche y Gómez 1993). Según Somarriba (1990), los sistemas agroforestales se definen como formas de cultivo múltiple que satisfacen tres condiciones básicas: 1) existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, 2) al menos uno de los componentes es una leñosa perenne, y 3) al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas (incluyendo pastos).

Almacenamiento de carbono:

Se refiere a la capacidad del bosque para mantener una determinada cantidad promedio de carbono por hectárea, que será liberado gradualmente a la atmósfera en un tiempo determinado. La unidad de medida es mega gramo de carbono (Mg C). Ejemplo: Carbono en suelo forestales (Somarriba (1990)

Carbono fijado:

Se refiere a la cantidad de carbono que una unidad de área cubierta por vegetación tiene la capacidad de captar en un período de tiempo determinado (Reiche y Gómez 1993).

Hojarasca:

Se refiere a la vegetación que se encuentra en proceso de descomposición (MARENA, 2000).

Carbono fijado:

Según MARENA (2000), se refiere a la cantidad de carbono que, una unidad de área cubierta por vegetación tiene la capacidad de captar en un periodo de tiempo determinado

Cambio de uso del suelo:

Es un cambio en el uso o gestión de la tierra por los humanos, que puede llevar a un cambio en la cubierta de dichas tierras. La cubierta y uso de la tierra pueden tener un impacto en

el albedo, la evapotranspiración, y las fuentes y los sumideros de gases de efectos invernaderos, u otras propiedades del sistema climático, pueden tener igualmente consecuencias en el clima, ya sea de manera local o mundial.

Agroforesteria:

Es unos sistemas complejos de usos de la tierra antigua y ampliamente practicada en el que los árboles se combinan espacial o temporalmente con animales y cultivos agrícolas para lograr los beneficios de la diversificación, se requieren que los cultivos asociados respondan diferencialmente las condiciones que determinan la producción agrícola o económica.