



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, MATAGALPA**

**UNAN – FAREM, MATAGALPA**

Prácticas de uso de suelo en sistemas de producción de fincas ganaderas doble propósito, su efecto en captura y emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en los municipios de Matiguás y Muy Muy, departamento Matagalpa año 2016.

Monografía para optar al grado de Master en Producción Animal y Gestión en Sistemas Ganaderos (PAGSG)

Autor

Ing. Mario Yuriel Zelaya Morales

Tutor

MSc. Marlon José López González

Matagalpa, 25 de agosto del 2017





UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, MATAGALPA**

**UNAN – FAREM, MATAGALPA**

Prácticas de uso de suelo en sistemas de producción de fincas ganaderas doble propósito, su efecto en captura y emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en los municipios de Matiguás y Muy Muy, departamento Matagalpa año 2016.

Monografía para optar al grado de Master en Producción Animal y Gestión en Sistemas Ganaderos (PAGSG)

Autor

Ing. Mario Yuriel Zelaya Morales

Tutor

MSc. Marlon José López González

Matagalpa, 25 de agosto del 2017

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>ii</b>
<b>VALORACIÓN DEL TUTOR.....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>iv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
<b>III. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>IV. OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
4.1. Objetivo General.....	5
4.2. Objetivos específicos.....	5
<b>V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>6</b>
<b>VI. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
<b>6.1. Ganadería en Nicaragua.....</b>	<b>7</b>
6.1.1. Ganadería en Matiguás, Matagalpa .....	7
6.1.2. Ganadería en Muy Muy, Matagalpa.....	8
6.1.3. Manejo del hatu bovino.....	9
<b>6.2. Prácticas de uso de suelo.....</b>	<b>9</b>
6.2.1. Bosque ribereño .....	9
6.2.2. Importancia ecológica de los bosques ribereños .....	10
6.2.3. Bosque secundario.....	11
6.2.4. Cercas vivas .....	12
6.2.5. Árboles dispersos en potreros.....	12
6.2.6. Pasturas sin árboles .....	13
<b>6.3. El efecto invernadero.....</b>	<b>13</b>
6.3.1. Incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera.....	14
6.3.2. Evolución histórica e incremento estimado de la concentración de tres gases de efecto invernadero .....	15
<b>6.4. Sistemas silvopastoriles .....</b>	<b>15</b>
6.4.1. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la producción ganadera .....	16
<b>6.5. Ciclo del carbono .....</b>	<b>17</b>
<b>6.6. Contribución de los sistemas agroforestales al secuestro de carbono .....</b>	<b>18</b>
<b>6.7. Potencial de los sistemas silvopastoriles en el secuestro de carbono .....</b>	<b>20</b>
<b>6.8. Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas ganaderos .....</b>	<b>21</b>
6.8.1. Metodologías de cuantificación de gases de efecto invernadero .....	22
<b>VII. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>24</b>
7.1 Hipótesis General .....	24
7.2 Hipótesis Específicas.....	24
<b>VIII. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>25</b>
8.1. Área de estudio .....	25
8.2. Tipo de estudio.....	26

<b>8.3.</b>	<b>Población y muestra.....</b>	<b>26</b>
<b>8.4.</b>	<b>Sitios práctica de uso de suelo.....</b>	<b>27</b>
8.4.1.	Fase de campo: .....	28
8.4.2.	Medición en pasturas.....	34
8.4.3.	Cálculo de cercas vivas.....	35
8.4.4.	Cálculo de captura de Dioxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	35
8.4.5.	Fijación de carbono (CO <sub>2</sub> ) almacenado en prácticas de usos de suelo .....	37
8.4.6.	Estimar las emisiones de CO <sub>2</sub> .....	38
8.4.7.	Balance de emisiones y capturas de dióxido de carbono CO <sub>2</sub> por prácticas de uso de suelo	39
<b>8.5.</b>	<b>Análisis de Datos Estadísticos.....</b>	<b>39</b>
<b>IX.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>9.1.</b>	<b>Identificación de los sitios .....</b>	<b>40</b>
9.1.1.	Principales especies de árboles en los sitios .....	40
9.1.2.	Cantidades de árboles en prácticas de usos de suelos.....	42
9.1.3.	Especies principales por uso de suelo.....	43
9.1.4.	Pasturas .....	44
<b>9.2.</b>	<b>Captura de dióxido carbono (CO<sub>2</sub>) .....</b>	<b>45</b>
9.2.1.	Almacenamiento de Dióxido de carbono (tCO <sub>2</sub> e) en pasturas .....	48
9.2.2.	Almacenamiento de cercas vivas presentes en las practicas de usos de suelos.....	51
9.2.3.	Almacenamiento total de Dióxido de carbono equivalente (tCO <sub>2</sub> e) por uso de suelo...	53
<b>9.3.</b>	<b>Fijación de tCO<sub>2</sub> por prácticas de uso de suelo .....</b>	<b>55</b>
<b>9.4.</b>	<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> en prácticas de usos de suelo.....</b>	<b>58</b>
9.4.1.	Emisiones por combustibles fósiles y energía.....	58
9.4.2.	Emisiones de tCO <sub>2</sub> por fertilización de prácticas de uso de suelo .....	59
9.4.3.	Emisiones de CO <sub>2</sub> de producción de leche por práctica de uso de suelo .....	61
9.4.4.	Emisiones de CO <sub>2</sub> de ganado en producción de carne por práctica de uso de suelo .....	63
9.4.5.	Emisiones totales de CO <sub>2</sub> por uso de suelo .....	66
<b>9.5.</b>	<b>Balance de emisiones y capturas de tCO<sub>2</sub>e por práctica de uso de suelo.....</b>	<b>68</b>
<b>X.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>71</b>
<b>XI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>XII.</b>	<b>BIBLIORAFÍAS.....</b>	<b>73</b>
<b>XIII.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>81</b>
	<b>Tabla de operacionalización de la variable por cada objetivo.....</b>	<b>81</b>
	<b>Cronograma de actividades. ....</b>	<b>82</b>
	<b>Formato de levantamiento de datos.....</b>	<b>83</b>
	<b>Formato de seguimiento del hato ganadero en los sitios de estudio.....</b>	<b>84</b>

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico primeramente a Dios nuestro creador que me dio las fuerzas y sabidurías para realizar cada proceso investigativo y poder aprender nuevos conocimientos con el día a día.

En segundo lugar a mis padres Lic. Mario Zelaya Centeno que es mi ejemplo a seguir y a mi madre Lic. Dorys María Morales Sevilla que ha sido el apoyo económico durante el paso del tiempo, a mi hermano Sammy que es la razón por la que realizo mi mejor esfuerzo de ser mejor cada día y Alexa que ella siempre ha visto lo mejor en mí y me ha hecho una mejor persona estando a su lado.

En especial se la dedico a mi abuela Juana Nicanor Centeno que es la mujer que me forjó mi carácter y siempre me está animando a ser mejor cada día, la que me exige más que a nadie para sacar lo mejor en mí.

Ing. Mario Yuriel Zelaya Morales

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a

MSc Marlon López por la ayuda y el acompañamiento que ha dado durante el transcurso de este trabajo, sus consejos y las enseñanzas que de él he adquirido.

Diego Tobar investigador del CATIE por el apoyo para soporte técnico y el tiempo que ha dado con el transcurso de este estudio.

PhD Fabio Vásquez, por su apoyo durante el transcurso de mi maestría como coordinador de maestría y amigo.

Profesora y amiga MSc. Maritza Reyes, secretaria académica de la UNAN FAREM Matagalpa por su apoyo y consejos de amiga, el cual me ayudaron a estar donde estoy ahora.

Los compañeros de maestría que siempre me apoyaron y aconsejaron para que siempre diera lo mejor.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) y al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) por colaborar a la realización de esta investigación y darme la oportunidad de demostrar que realizaría un excelente trabajo.

Agradecer al apoyo del bloque norte de los UNEN FAREM Estelí bajo la presidencia de Br. Ramón Canales y Los Ex dirigentes de la UNEN FAREM Matagalpa periodo de Lic. Luis Chavarría Montes que han sido amigos desde hace años y han estado pendientes en cada momento animándome a seguir adelante. Más que amigos son hermanos.

Ing. Mario Yuriel Zelaya Morales

## VALORACIÓN DEL TUTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA,  
MANAGUA  
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, MATAGALPA  
UNAN – FAREM, MATAGALPA

Managua, 25 de Julio del 2017

Estimados miembros del comité de graduación  
y secretaria académica  
Sus manos

Por medio de la presente hago constar que el Ing. Zelaya ha cumplido con los aspectos técnicos en la realización de la monografía para optar al grado de Master en producción animal y gestión en sistemas ganaderos, con el nombre de prácticas de uso suelo en sistema de producción de fincas ganaderas doble propósito, su efecto en captura y emisiones de dióxido de carbono, en los municipios de Matiguás y Muy Muy, departamento de Matagalpa año 2016. Se extiende la presente como aval para fines de los procesos para la predefensa y defensa de la monografía.

Sin más a que hacer mención, me despido deseando éxitos en sus labores profesionales.

Firma manuscrita en tinta azul que dice "Marlon José López González".

MSc. Marlon José López González

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad, analizar el balance de emisión de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), en seis usos del suelo dominante en las fincas ganaderas de doble propósito (1. bosque ribereño, 2. bosque secundario, 3. cercas vivas, 4. pasturas con alta densidad de árboles ( $>30$  árboles/ha), 5. pasturas con baja densidad de árboles ( $<30$  árboles/ha), 6. pasturas sin árboles). Con seis repeticiones cada una por cada municipio (Matiguás y Muy Muy), con un total de 72 unidades de estudio. Para la estimación de las emisiones se basó en la metodología propuesta por el IPCC (2007), bajo el alcance 1 y 2. El análisis de la captura y fijación de carbono se realizó un inventario de árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP)  $> 30$  cm y se usaron las ecuaciones alométricas basado en la propuesta de CHAVE (2005). Para la estimación de emisiones se consideraron las siguientes variables para cada práctica: número de animales, peso de los animales, fertilización y aplicación de agroquímicos y suplementación animal. Las áreas de bosques ribereños son el uso del suelo que tiene mayor carbono almacenado  $78.94 \text{ CO}_2/\text{ha}$  en Matiguás y  $75.01 \text{ tCO}_2/\text{ha}$  en Muy Muy, en cambio, los valores más bajo de carbono se encontraron en las cercas vivas con  $0.19 \text{ tCO}_2/\text{ha}$  en Matiguás y  $0.31 \text{ tCO}_2/\text{ha}$  en Muy Muy. La práctica con el mayor valor de emisiones de gases de efecto invernadero fueron las pasturas con alta densidad de árboles:  $49.8 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  en Matiguás seguido de pasturas con baja densidad de árboles:  $32.15 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  en Muy Muy. El balance de gases dio como resultado que los usos de suelo bosques ribereños, bosques secundarios poseen un balance positivo capturando un  $34.12 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  en Matiguás,  $31.81 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  Muy Muy, y  $18.87 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  Matiguás y  $18.18 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  Muy Muy, respectivamente; y las prácticas que poseen un balance negativo quiere decir que emiten más que lo que capturan son las pasturas sin árboles, seguido de pastura con baja densidad de árboles y las pasturas con alta densidad de árboles con  $69.53 \text{ CO}_2/\text{ha/año}$  en Matiguás,  $63.32 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  en Muy Muy,  $51.99 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  en Matiguás,  $51.01 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  Muy Muy y  $38.15 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  Matiguás,  $42.1 \text{ tCO}_2/\text{ha/año}$  Muy Muy  $\text{tCO}_2/\text{ha/año}$ , respectivamente. El mantenimiento de la cobertura arbórea en los diferentes usos del suelo, favorecen a la remoción de C y contribuyen a reducir las

emisiones que se producen por el manejo de los animales en producción en las fincas doble propósito en la región.

**Palabras claves:** bosque ribereños, bosques secundario, cercas vivas, pastura con baja densidad de árboles, pasturas con alta densidad de árboles, pastura sin árboles, captura, emisiones, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

## SUMMARY

The purpose of this study was to analyze the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emission balance in six dominant land uses on dual purpose cattle farms (1. riparian forest, 2. secondary forest, 3. live fences, 4 High-density pastures (> 30 trees / ha), 5. low-density pastures (<30 trees / ha), 6. pastures without trees). With six replicates each for each municipality (Matiguás and Muy Muy), with 72 units of study. For the estimation of the emissions was based on the methodology proposed by the IPCC (2007), under reach 1 and 2. The analysis of the carbon capture and setting was made an inventory of trees with a diameter at the height of the chest ( DAP)> 30 cm and allometric equations were used based on the KEY (2005) proposal. For the estimation of emissions, the following variables were considered for each practice: number of animals, weight of animals, fertilization and application of agrochemicals and animal supplementation. The areas of riparian forests are the use of the soil with the highest carbon stored 78.94 tCO<sub>2</sub> / ha in Matiguás and 75.01 tCO<sub>2</sub> / ha in Muy Muy, whereas the lowest values of carbon were found in live fences with 0.19 tCO<sub>2</sub> / ha In Matiguás and 0.31 tCO<sub>2</sub> / ha in Muy Muy. The practices with the highest value of greenhouse gas emissions were high - density pastures: 49.8 tCO<sub>2</sub> / ha / year in Matiguás followed by pastures with low tree density: 32.15 tCO<sub>2</sub> / ha / year in Muy Muy. The balance of gases resulted in the fact that land uses riparian forests, secondary forests have a positive balance, capturing a 34.12 tCO<sub>2</sub> / ha / year in Matiguás, 31.81 tCO<sub>2</sub> / ha / year Very Very, and 18.87 tCO<sub>2e</sub> / ha / year Matiguás and 18.18 tCO<sub>2</sub> / ha / year Very High, respectively; And practices that have a negative balance mean that they emit more than what they capture are the pastures without trees, followed by pasture with low density of trees and pastures with high density of trees with 69.53 CO<sub>2</sub> / ha / year in Matiguás, 63.32 tCO<sub>2</sub> / ha / year in Very High, 51.99 tCO<sub>2</sub> / ha / year in Matiguás, 51.01 tCO<sub>2</sub> / ha / year Very High and 38.15 tCO<sub>2</sub> / ha / year Matiguás, 42.1 tCO<sub>2</sub> / ha / year Very Very tCO<sub>2</sub> / . The maintenance of the tree cover in the different uses of the soil, favor the removal of C and contribute to reduce the emissions that are produced by the management of the animals in production in the dual purpose farms in the region.

**Key words:** riparian forest, secondary forests, live fences, low density tree pastures, high density tree pastures, no tree pasture, capture, emissions, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)

## I. INTRODUCCIÓN

La ganadería es uno de los importantes ingresos económicos en Mesoamérica, siendo una de las prácticas productivas que contribuyen a mejorar los medios de vida de las comunidades rurales, sin embargo, el manejo tradicional (pastoreo extensivo) ha conllevado a una baja rentabilidad y un impacto a la provisión de servicios ecosistémicos. Una estrategia para mejorar la productividad ganadera y la generación de servicios ecosistémicos, en especial el almacenamiento de carbono, es mediante el manejo de sistemas silvopastoriles.

Algunos autores como Betancourt (2003) consideran que es necesario analizar las prácticas de uso de suelo en estos sistemas y sus componentes para ver la influencia de manera positiva o negativa en el balance de emisión de gases de efecto invernaderos (GEI) y la productividad.

Por ello, el presente estudio identificó las prácticas de uso de suelo adoptadas en sistemas ganaderos doble propósito, por lo que a la ganadería se la ha reconocido como uso de los sistemas de producción que más aporta al cambio climático con la producción de gases de efecto invernadero (GEI).

La investigación se realizó en los municipios Matiguás y Muy Muy con el propósito de dar a conocer qué uso de suelo tiene balance positivos en emisiones y capturas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), convirtiéndola en un uso de suelo amigable al ambiente, para ello se identificó cada sitio de estudio para saber qué usos de suelos estaban presentes en la zona, se estimó el almacenamiento de  $\text{CO}_2$  observando y analizando cada componente que contribuye a la captura como especies de árboles y pasturas presentes en los sitios. Las emisiones de  $\text{CO}_2$  evaluando los factores que ayuden a las emisiones como: consumo de leña, electricidad, combustibles fósiles, emisiones por fertilización de los suelos y emisiones por los animales presentes en el sitio con categorías en producción de carne y producción de leche en los municipios de Matiguás y Muy Muy, en el departamento de Matagalpa.

## II. ANTECEDENTES

A nivel mundial las principales causante del calentamiento global y el cambio climático son las emisiones de gases de efecto invernadero y las emisiones de la ganadería. Las actividades proveniente de la ganadería contribuyen en el aporte de un 18 % de las emisiones de gases de efecto invernaderos (GEI) equivalentes incluso a un porcentaje mayor que el sector transporte (Proyecto GAMMA, 2010).

En América Central existen alrededor de 13 millones de hectáreas de pasturas (FAO 2008) y el 70% son Sistemas Silvopastoriles (SSP) cubiertas por árboles con diferentes arreglos espaciales (árboles dispersos y cercas vivas), cobertura, densidad y condiciones ecológicas (Ibrahim, 2014). Los SSP combinan diferentes especies de árboles y pasturas que pueden almacenar carbono y mitigar el cambio climático. Las reservas de carbono en SSP pueden almacenar entre 65 a 130 tCo<sub>2</sub>/año y contribuir a reducir los impactos del cambio climático (Ávila, Giraldo, Rojas, 2009).

El aumento en las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera, fueron registradas a partir de 1958 por Kelling (1998), a partir de esta fecha existe un consenso de una correlación directa entre la cantidad de dióxido de carbono emitida por la actividad económica humana y el aumento de la temperatura media del planeta. Este aumento en la temperatura media conocido como calentamiento global, despertó interés por parte de la comunidad internacional y como consecuencia de este hecho comenzaron a formarse instituciones dedicadas a investigar y mitigar este fenómeno. En 1988 se crea el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, una organización internacional de científicos que estudia el cambio climático (IPCC 2007).

Ibrahim, Chacón, Cuartas, Naranjo, Ponce, Vega, Casasola, Rojas (2007) realizaron investigación en almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa

Rica y Nicaragua donde llegaron a la conclusión que el lugares donde existiera un mayor número de árboles, buena cobertura y estados de las pasturas existía mayor almacenamiento de carbono pero de las especies de árboles, pastos y los estados de los suelos dependía fijación de carbono en los usos de suelo.

En la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN FAREM Matagalpa) no existe estudio similar, por lo cual el presente estudio será el primero de su línea investigativa esperando que sea una herramienta de gran utilidad para estudios futuros.

### III. JUSTIFICACIÓN

Las emisiones de CO<sub>2</sub> mundiales se estiman en 80 millones de toneladas anuales y los sistemas de producción agropecuaria que trasladen CO<sub>2</sub> de la atmósfera a un ciclo biótico y lo retengan por mayor tiempo dentro del agro ecosistema, serán más sostenibles y convenientes (Messa, 2009).

Es necesario dar a conocer y formar conciencia en los ganaderos del potencial de secuestro de carbono de las tierras de pastoreo, la reducción del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), para implementar prácticas de uso de suelo para potenciar los esfuerzos de mitigación. Con una gestión adecuada del conocimiento del ecosistema, los bienes y servicios que brinda (Messa, 2009)

Cuantificar y estimar el balance de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> en el sistema permitirá comparar las cantidades emitidas y secuestradas. De esta manera se podrá determinar si las prácticas de usos de suelo implementadas en los diferentes sistemas son ambientalmente eficientes en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en este caso con un gas específico que es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

El impacto del presente trabajo a los productores de ganadería y población en general será dar a conocer que tipos de usos de suelo son más amigables con el ambiente, así fomentar prácticas las cuales capturen mayor cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La investigación contribuye con aportes de información para la cuantificación del almacenamiento de carbono y emisiones de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en sistemas de producción ganaderos y promover buenas prácticas con bajas emisiones, por medio de la creación de conciencia de la importancia de captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para garantizar su adopción de los pequeños, medianos y grandes productores de ganado con producción de doble propósito de los municipios de Matiguás y Muy Muy.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Evaluar prácticas de uso de suelo en sistema de producción de fincas ganaderas doble propósito, su efecto en emisiones y captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en los municipios de Matiguás y Muy Muy departamento Matagalpa año 2016.

### **4.2. Objetivos específicos**

Identificar prácticas de uso de suelo en fincas ganaderas con manejo doble propósito en los municipios de Matiguás y Muy Muy.

Cuantificar la captura de CO<sub>2</sub> según prácticas de uso de suelo implementadas en fincas ganaderas con manejo doble propósito.

Estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> según prácticas de uso de suelo implementadas en fincas ganaderas con manejo doble propósito.

Valorar la eficiencia del balance de captura y emisiones de CO<sub>2</sub> según práctica de uso de suelo en los sistemas de producción de fincas ganaderas de manejo doble propósito.

## V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los municipios Matiguás y Muy Muy su principal actividad económica es la producción bovina con un número de 134,799 cabezas de ganado en Matiguás y 28,794 en Muy Muy de diferentes categorías, mismas que ha sido explotada de manera tradicional principalmente el pastoreo extensivo con deficiencia en el manejo alimenticio, sobrepastoreo, malas prácticas y el uso de tecnologías incidiendo de manera directa sobre los índices de productividad y reproductividad (CENAGRO, 2011).

Científicos han demostrado que las actividades de origen antropogénico han ocasionado un desbalance en los gases de efecto invernadero, lo que ha originado preocupación a nivel ambiental y económico para desarrollar estrategias ayuden a mitigar los efectos en la emisiones de gases de efecto invernaderos (GEI) en sistemas pecuarios según (Zamora, 2006).

La demanda actual de los consumidores por los productos de origen bovino obligan a los productores ganaderos a ser productivamente más eficientes; sin embargo, para alcanzar la eficiencia y productividad en sistemas de explotación el impacto sobre los recursos naturales ha sido negativo, comprometiendo así la sostenibilidad, por lo que hace necesario buscar estrategias tecnológicas integrales, eficientes y sostenibles de producción (Zamora, 2006).

Con los temas de impactos ambientales se pretende que los usos de suelos en sistemas ganaderos tengan balances positivos en emisiones y capturas de gases de efecto invernadero. Cuantificar el almacenamiento de carbono y estimar el balance de GEI en el sistema permitirá comparar las cantidades emitidas y fijadas, analizar los factores que intervienen en el proceso y tomar decisiones en torno a su evolución. De esta manera, se podrá determinar si el sistema en estudio es un emisor o un almacenador neto de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

## VI. MARCO TEÓRICO

### 6.1. Ganadería en Nicaragua

La economía productiva de Nicaragua descansa mayormente en las actividades agropecuarias, en el año 2006 las actividades agropecuarias registraron un aporte al Producto Interno Bruto del 20.2%. La actividad pecuaria está jugando un papel importante contribuyendo, con el 10.0% del Producto Interno Bruto (PIB). El sub sector se ubica en el segundo puesto de las actividades primarias que más contribuyen con la producción nacional después de la agricultura que es responsable del 10.2% del PIB (Banco Central de Nicaragua, 2010). Esta actividad para la sociedad nicaragüense no radica solamente en la importancia de la producción, sino porque es el medio de subsistencia de un amplio sector de la población rural del país. En Nicaragua, la producción de carne y leche en la ganadería se realiza fundamentalmente bajo el sistema de doble propósito (Bevilacqua, M; Miranda, M. 2002.).

#### 6.1.1. Ganadería en Matiguás, Matagalpa

Según Cenagro (2011) se destaca una superficie de 155,459 manzanas dedicadas a esta labor, lo que representa el 73% de la superficie del municipio. La población de ganado bovino es de 134,799 cabezas que se encuentran en un total de 2,105 fincas dedicadas a la explotación bovina, el 35% del hato del departamento.

Cuadro 1. Categorías de hato ganadero del municipio de Matiguás.

Categorías de Bovino machos		Bovinos Hembras	
Menores de 1 año	19,248 terneros	Terneras menores de 1 año	16,255 cabezas
Menos de 2 años	7,598 cabezas	Vaquillas: 1 a menos de 2 años	9,055 cabezas
De 2 a menos de 3 años	7,083 cabezas	De 2 a menos de 3 años	7,433 cabezas
De 3 a más años	4,560 cabezas	De 3 a más años	4,954 cabezas
Categoría de torete			
Para reproducción	2,237 cabezas	Vacas horras	20,909 cabezas
Toros sementales	2,115 cabezas	Vacas paridas	32,648 cabezas
Bueyes	632 cabezas		

Fuente: (Cenagro, 2011)

El número de explotaciones agropecuarias con prácticas pecuarias con uno o más animales se contabilizan en 2,186 explotaciones, mientras que las explotaciones con 1 o más tipos de animales que realizan prácticas pecuarias se contabilizan 1,784, aplican vacunas en 1,939 explotaciones, las explotaciones que usan minerales 1,559; concentrados 1,996; vitaminas 518, explotaciones utilizan desparasitante internos y 35 desparasitante externo y de ambos 1,796 explotaciones. Hay 76 explotaciones que practican inseminación artificial en la crianza de ganado bovino. (Cenagro, 2011)

### 6.1.2. Ganadería en Muy Muy, Matagalpa

Según Cenagro (2011) en la actividad pecuaria se destaca una superficie de 38,848.38 manzanas dedicadas a esta labor, lo que representa en 76% de la superficie registradas del municipio. La población de ganado bovino es de 28,794 cabezas y se encuentran en 776 fincas dedicadas a la explotación bovina, el 7% del hato del departamento.

Cuadro 2. Categoría de hato ganadero del municipio de Muy Muy

Categorías de Bovino Machos		Bovinos hembras	
Menores de 1 año	3,857 cabezas	Terneras menores de 1 año	3,254 cabezas
Menos de 2 años	1,746 cabezas	Vaquillas: 1 a menos de 2 años	2,185 cabezas
2 a menos de 3 años	1,345 cabezas	De 2 a menos de 3 años	2,322 cabezas
De 3 a más años	622 cabezas	de 3 a más años	1,421 cabezas
Categoría de torete			
Para reproducción	263 cabezas	Vacas horas	4,343 cabezas
Toros sementales	477 cabezas	Vacas paridas	6,663 cabezas
Bueyes	148 cabezas		

Fuente: (Cenagro, 2011)

### **6.1.3. Manejo del hato bovino**

Nicaragua es un país en vías de desarrollo, por lo tanto necesita tecnificar todos los sectores productivos, principalmente el agropecuario por ser el que mayores ingresos genera a la economía nacional (Betancourt, K. 2003).

El buen funcionamiento de un hato ganadero depende de muchos factores como: Selección de razas de acuerdo al propósito de la finca, adecuado manejo sanitario, manejo de la alimentación e implementación de nuevas tecnologías como la trazabilidad que funciona como un sistema de registro y de identificación del ganado.

## **6.2. Prácticas de uso de suelo**

La relación entre los suelos de las explotaciones bovinas, las clases de forrajes que se siembran en ellas y los semovientes que posee cada ganadero ha tenido un especial reconocimiento en los últimos años como estrategia para mejorar la productividad y la sostenibilidad del sector bovino. Por lo que las prácticas o uso que le den los productores a sus tierras pueden estar o no estar contribuyendo a las emisiones de gases de efecto invernadero (Naiman and Décamps, 1997).

### **6.2.1. Bosque ribereño**

A lo largo de la literatura científica respecto a los bosques ribereños se tiene una serie de términos y conceptos que varían de acuerdo a los objetivos del estudio y las escuelas de investigación. Una primera distinción corresponde al término —ripario, el cual es un anglicismo que proviene de la palabra latina —riparius, que significa —banco o terraza de la corriente de agua (Naiman y Décamps, 1997) y se refiere simplemente a la tierra adyacente a un cuerpo de agua o la vida en la orilla de un cuerpo de agua. Un concepto más amplio es el que incorpora a las comunidades bióticas que viven adyacentes a la corriente de un río, lagunas, lagos

y áreas permanentemente inundadas y constituyen una zona de interface entre los sistemas terrestres y acuático (Naiman and Décamps 1997).

las zonas ribereñas bordean los ríos, ellas forman una vasta red ramificada que serpentea a través de todos los bosques. Donde abundan los arroyos, esta red es muy densa, y cubre áreas muy grandes en los lugares donde los ríos se ensanchan formando ciénagas y lagos. En otras áreas, hay menos ríos y la red de bosques ribereños es más estrecha.

### **6.2.2. Importancia ecológica de los bosques ribereños**

Las zonas ribereñas sirven como corredores en los viajes de los animales. Las plantas también usan los ríos como un método eficiente para la dispersión de sus semillas. Algunos tipos de árboles solamente crecen en los bancos de los ríos, y tienen semillas desarrolladas especialmente que caen en el agua y flotan por grandes distancias.

Su mayor importancia radica en las interacciones que canaliza entre los sistemas terrestre y acuáticos, incluyendo la modificación del microclima, luz, alteración de los aportes de nutrientes de las laderas, contribución de nutrientes y materia orgánica a los arroyos y las llanuras de inundación y la retención de sedimentos y nutrientes (Gregory, 1991). Wenger (1999) plantea de forma más específica las siguientes funciones y servicios de los bosques ribereños:

- Captura/eliminación de los sedimentos de la escorrentía

- Estabilización de taludes de los cauces de ríos y riachuelos

- Captura/eliminación de fosforo, nitrógeno y otros nutrientes que pueden llevar a la eutrofización de los ecosistemas acuáticos

- Captura/eliminación de otros contaminantes, como plaguicidas

- Control de inundaciones

Mantenimiento de hábitat para los peces y otros organismos acuáticos mediante la moderación de las temperaturas del agua y la prestación de residuos de madera

Hábitat para los organismos terrestres.

### **6.2.3. Bosque secundario**

Según Zamora (2006) datos recientes revelan un fenómeno antes desapercibido: junto a la transformación de los bosques primarios a otros usos de la tierra, agricultores y ganaderos han permitido la reversión de importantes y crecientes áreas hacia bosques secundarios.

Los bosques secundarios poseen características biofísicas en armonía con el manejo forestal, tales como una alta productividad y una composición ecológicamente uniforme de especies arbóreas dominantes, que simplifican su utilización y facilitan su silvicultura, además de su alto valor en productos no-maderables y biodiversidad.

Las evidencias indican cómo los bosques secundarios, originados por la intervención humana, pueden ser manejados para proporcionar muchos servicios ecosistémicos y económicos suministrados en un principio por los bosques primarios.

El término “secundario” se aplica al “crecimiento forestal que se produce naturalmente después de una modificación drástica del bosque previo” (por ejemplo, tala rasa, incendios graves o ataques de insectos (Zamora, 2006). Literalmente, el bosque secundario aparece después de aclareos totales del terreno, y por lo tanto, se excluyen los bosques talados que mantienen un dosel parcial.

#### **6.2.4. Cercas vivas**

Son una categoría de sistemas agroforestales de amplio uso en Latinoamérica. Conceptualmente son hileras de árboles o arbustos plantados en línea o en linderos externos e internos, pueden ser unidos mediante alambres. Se plantan en forma de postes o estacas de plantas que posean capacidad de rebrote (Gutiérrez y Fierro 2006, Hernández y Simón 1993). Las cercas vivas facilitan la conectividad estructural en paisajes desfragmentados permitiendo que los animales silvestres puedan descansar, alimentarse, hacer escalas para llegar a otros usos del suelo y reproducirse. El rol productivo de las cercas vivas en América Central generalmente es el dividir los potreros y servir como rompe viento. Aunque también pueden ser usadas para proveer de forraje, leña, madera y frutos (Harvey *et al.* 2003).

#### **6.2.5. Árboles dispersos en potreros**

Los árboles dispersos en potrero son leñosas (árboles, palmas, arbustos) que usualmente existen por regeneración natural o ya sea debido a un manejo selectivo después de que un bosque fue transformado paulatinamente a pasturas y entre ella pueden poseer alta o baja densidad de árboles dentro del potrero (Pezo e Ibrahim, 1999). Estudios han encontrado que la existencia de árboles dispersos en los potreros beneficia la productividad animal al reducir el estrés calórico, de esta forma los animales pasan menos tiempo descansando debajo de las sombras incrementando el consumo de materia seca (Esquivel *et al.* 2009). Se ha identificado en Nicaragua que potreros con una cobertura arbórea entre el 20 y 32% los animales incrementan el periodo de consumo en cuanto a pastoreo y ramoneo, incrementando la producción de leche en época seca (Bettancourt *et al.* 2003).

Según Esquivel *et al.* (2009) en Costa Rica manifiesta que algunos productores suelen manejar árboles con copas grandes a bajas densidades <2% por hectárea en árboles dispersos en potreros. Principalmente los árboles de copa grande son útiles por la sombra que proporcionan y la madera como aprovechamiento final. Los árboles con mayor tamaño de la copa son: *Enterolobium cyclocarpum* (481 m<sup>2</sup>),

*Pithecellobium saman* (303 m<sup>2</sup>), seguido por *Guazuma ulmifolia* (141 m<sup>2</sup>). Sin embargo, la amplitud de la copa es un impedimento para que los productores aumenten densidades en los potreros con árboles de estas características. En cambio árboles como *Acrocomia vinífera*, *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea* son más abundantes en potreros.

#### **6.2.6. Pasturas sin árboles**

Son áreas de potreros donde los productores no poseen ningún árbol dentro del potrero este puede ser pastoreado o sólo pasto de corte aunque algunos productores de la zona de Matiguás ha establecidos potreros con pastos mejorados entre ellos esta los *Panicum máximum* y estas áreas de potreros son sin árboles e introducen a los animales con una rotación tradicional de su sistema de producción (Bettancourt *et al.* 2003).

#### **6.3. El efecto invernadero**

El efecto invernadero es un fenómeno natural que se produce en la tierra. El vapor de agua y gases como dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, metano CH<sub>4</sub>, dióxido nitroso N<sub>2</sub>O y los clorofluorocarbonos (CFC), son transparentes a la radiación solar de onda corta que ingresa a la atmósfera, pero absorben la radiación de onda larga emitida por la superficie de la tierra. La absorción de esta energía en la troposfera, atrapa el calor que de otra manera sería irradiado al espacio. El efecto neto es beneficioso para la vida en la tierra, porque en ausencia de este efecto aislante, la temperatura promedio podría ser 30 grados más baja que la temperatura normal (White, 2006).

Los incrementos en las emisiones de gases, principalmente de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O debido a las actividades antropogénicas desde la Revolución Industrial en el Siglo XVIII, han incidido notablemente en el efecto invernadero (White 2006). El CO<sub>2</sub> es uno de los gases cuyas concentraciones atmosféricas se han alterado como consecuencia de las actividades humanas. Actualmente, la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> es de aproximadamente 370 partes por millón (ppmv), esto es

35% más elevada que en los últimos 420.000 años anteriores, y producto de las perturbaciones causadas por el hombre al ciclo mundial del carbono. Esta concentración está aumentando en una tasa que es al menos 10, y tal vez 100 veces mayor, de lo que se había observado anteriormente (White, 2006).

### **6.3.1. Incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera**

Los cambios en el clima de la tierra son producidos como consecuencia de la variabilidad interna del sistema climático y de factores externos, tanto naturales como antropógenos. La influencia de diversos factores externos en el clima permite hacer comparaciones mediante el concepto de forzamiento radiactivo (IPCC 2001). El forzamiento radiactivo es un índice que permite medir la influencia que ejerce un factor en la modificación del equilibrio entre la energía que ingresa y la que sale en el sistema tierra atmósfera. Este índice refleja la importancia del factor como mecanismo potencial del cambio climático (IPCC, 2001). La contribución de un elemento o compuesto al forzamiento radiactivo del cambio climático depende de las propiedades moleculares del gas, del incremento de su concentración y del tiempo de residencia de dicho elemento en la atmósfera, una vez emitido (IPCC, 2001).

Debido a que los GEI presentan diferente capacidad para capturar las radiaciones térmicas en la atmósfera, se ha desarrollado el concepto de Potencial de Calentamiento Global (PCG) para calcular la contribución de un determinado gas al calentamiento global (IPCC,, 2001a). El PCG es un índice que aproxima el efecto de calentamiento en el tiempo de una masa unitaria de un determinado gas de efecto invernadero en la atmósfera actual, en relación con la del CO<sub>2</sub> (IPCC 2001).

### 6.3.2. Evolución histórica e incremento estimado de la concentración de tres gases de efecto invernadero

Cuadro 3. Estimado de concentración de gases de efecto invernadero

GAS	concentración		variación (%)	TVA (Años)	TCC	FR(Wm2)
	preindustrial	1999				
CO2 (ppm)	280	367	31	5 - 100	1,5	1,46
CH4 (ppb)	700	1745	150	12	7	0,48
N2O (ppb)	270	314	16	114	0,8	0,15

Dónde: TVA, Tiempo de la vida en la atmósfera, TCC: ritmo de cambio de la concentración por año (2000 - 2010) y FR razonamiento radioactivo

Fuente: IPCC 2001<sup>a</sup>

Los valores de PCG para el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, y N<sub>2</sub>O son 1, 23 y 310, respectivamente. Estos valores representan el potencial de calentamiento de cada gas con respecto al CO<sub>2</sub>. El PCG se utiliza para transformar los valores de concentración de estos gases a CO<sub>2</sub> equivalentes y facilitar la comparación (IPCC, 2011).

### 6.4. Sistemas silvopastoriles

Cuando los árboles, arbustos o palmas, interactúan bajo un manejo integral con herbáceas (gramíneas o leguminosas) y animales para maximizar o potencializar los beneficios sociales, económicos y ecológicos se les conoce como sistemas silvopastoriles (Pezo e Ibrahim 1999). En Centroamérica se ha desarrollado un interés en potencializar las prácticas silvopastoriles para diversificar la productividad en las fincas, asegurar la sostenibilidad, y brindar servicios ecosistémicos como protección a fuentes de agua, secuestro de carbono, conservación de la biodiversidad (Ibrahim y Harvey 2003).

Por muchos años se tuvo la concepción que el árbol y el ganado no eran compatibles, donde el potrero ideal de los productores era el que menos árboles podría tener (Casassola *et al.* 2005). Sin embargo, se ha identificado que estos esquemas han venido cambiando y los productores están reconociendo las bondades de tener los árboles en el potrero.

#### **6.4.1. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la producción ganadera**

Los sistemas silvopastoriles (SSP) constituyen una modalidad de la Agroforestería y son una opción de producción ganadera que involucra la presencia de árboles y arbustos en interacción con pastos y animales en el mismo espacio, bajo un sistema de manejo integral (Mora, V. 2001).

La combinación de especies de árboles con pastos y animales se puede presentar de diversas formas, lo que ha propiciado la identificación y clasificación en diferentes SSP. Entre los SSP que se pueden desarrollar en una finca están las cercas vivas, bancos forrajeros, pasturas en callejones de leñosas, pasturas con árboles y/o arbustos dispersos, pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales y cortinas rompe vientos (Pezo e Ibrahim, 1996). Las asociaciones de árboles con pastos, pueden ser con gramíneas nativas o con gramíneas mejoradas o introducidas.

La incorporación de los árboles en los sistemas ganaderos trae diversos beneficios, entre ellos (Pezo e Ibrahim, 1996): a. Contribuye a contrarrestar impactos ambientales negativos de los sistemas de producción. b. Favorecen la restauración ecológica en áreas de pasturas degradadas. c. Constituyen una alternativa para la diversificación de las fincas, generando productos e ingresos adicionales. d. Contribuyen a reducir el uso de insumos externos. e. Permiten intensificar el uso del recurso suelo, sin reducir su potencial productivo a largo plazo.

Diferentes estudios han demostrado que es viable la agregación de valores económicos y sociales al reconvertir la ganadería bajo SSP y ordenamiento del territorio, de tal manera que se generan externalidades ambientales positivas que deben ser reconocidas por la sociedad (Murgueitio e Ibrahim, 2008).

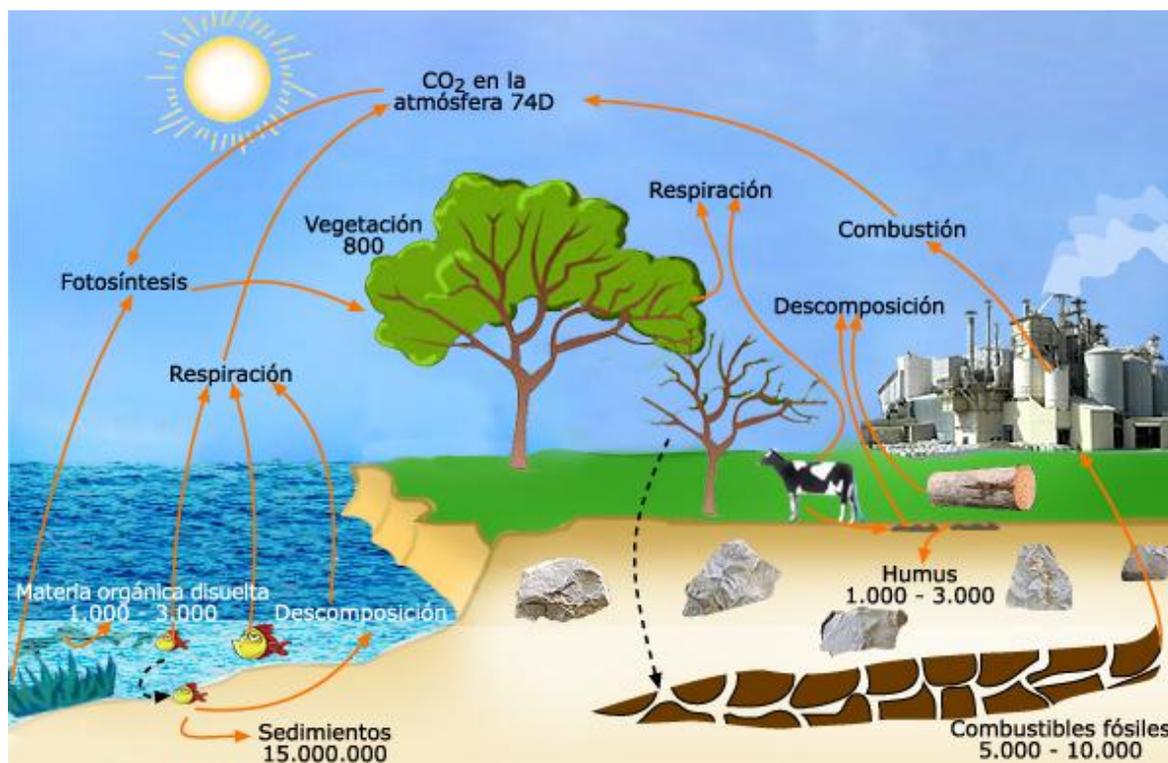
Los SSP pueden contribuir significativamente a incrementar los aportes económicos y sociales de los sistemas ganaderos. Estos pueden tener, además de la actividad pecuaria, otros usos complementarios como la producción de madera y frutos, la mejora del microclima, hábitat para la fauna silvestre, regulación hídrica en cuencas hidrográficas y además, embellecen el paisaje (Murgueitio e Ibrahim, 2008).

### **6.5. Ciclo del carbono**

Los diferentes procesos de bloqueo de la síntesis y descomposición por los cuales el carbono es difundido en el suelo, plantas, animales y el aire, en conjunto la biosfera, comprende el ciclo del carbono (Figura 1; White, 2006). Este ciclo es dinámico y continuo, y consiste en el intercambio de carbono en forma de CO<sub>2</sub> entre la atmósfera, los combustibles fósiles, los océanos, la vegetación y los suelos de los ecosistemas terrestres (Forsythe et ál. 1995). El ciclo terrestre del carbono involucra varios reservorios (océanos, biosfera y atmósfera) y permanece en un balance relativo. Sin embargo, perturbaciones humanas relativamente pequeñas pueden tener efectos muy grandes sobre él (Forsythe et ál. 1995).

Las actividades humanas adicionan CO<sub>2</sub> a la atmósfera con la extracción y consumo de combustibles fósiles y la conversión de bosques a pastizales, cultivos y otros usos de la tierra de baja producción de biomasa. Como resultado, el carbono orgánico de rocas, organismos y suelos, que normalmente permanece aislado del ciclo por largos períodos, es liberado a la atmósfera como CO<sub>2</sub> (Forsythe et ál. 1995). Esto ha conducido a un aumento estable de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, a una tasa anual de 0,4%, incrementando el efecto de invernadero en el planeta (White, 2006).

Figura 1. Ciclo terrestre del carbono.



Fuente: Representación esquemática del ciclo terrestre del carbono

## 6.6. Contribución de los sistemas agroforestales al secuestro de carbono

La Agroforestería es una estrategia de amplia importancia en el secuestro de carbono porque presenta un alto potencial de almacenamiento en múltiples especies de plantas y en el suelo, así como por su aplicabilidad en tierras agrícolas y en reforestación (Mora, V. 2001). En este sentido, el rol de la Agroforestería en el flujo y almacenamiento de carbono a largo plazo en la biosfera ha incrementado el interés de esta opción de uso de la tierra para estabilizar las emisiones de GEI (Dixon, 1995).

Dixon (1995) señala que los sistemas agroforestales (SAF) pueden ser manejados para ayudar a estabilizar las emisiones de GEI mediante: a) el secuestro de CO<sub>2</sub> en las plantas y almacenamiento de carbono y nitrógeno en especies perennes y suelo,

b) producción sostenible de alimentos, combustible y fibras para ayudar a reducir la deforestación y degradación del suelo y c) producción de bio-combustibles que puedan sustituir las fuentes fósiles.

Los SAF podrían remover cantidades significativas de carbono de la atmósfera, ya que las especies arbóreas lo pueden retener por un tiempo prolongado, principalmente en su madera (Mora, V, 2001). Diversas prácticas agroforestales se han implementado y evaluado en más de 50 países, demostrando la disponibilidad de opciones viables para reducir las emisiones de GEI y conservar y/o secuestrar carbono en los ecosistemas terrestres. A escala global, los SAF podrían ser establecidos en 585 a 1.275 millones de ha, y potencialmente almacenarían de 12 a 228 Mg C ha<sup>-1</sup>, incluyendo el carbono del suelo (Dixon, 1995b).

Sin embargo, Dixon (1995b) señala que el establecimiento y manejo de SAF no compatibles con las condiciones de suelo y clima pueden contribuir a incrementar las emisiones de GEI del sistema. El cambio de uso de la tierra, de bosque o pastura a agricultura intensiva resulta generalmente en la disminución del carbono en el suelo, debido al incremento en las tasas de descomposición de la materia y respiración microbiana. Por el contrario, la labranza conservacionista y el establecimiento de SAF pueden incrementar la acumulación de carbono (Dixon 1995).

Mora, V. (2001) afirman que la cantidad de carbono removido en un SAF depende del tipo de sistema desarrollado, la estructura y la función; y en mayor grado, es determinada por factores ambientales y socioeconómicos. Aunque, también deben ser considerados, las especies arbóreas a utilizar y su manejo.

## 6.7. Potencial de los sistemas silvopastoriles en el secuestro de carbono

Los sistemas silvopastoriles (SSP) en el trópico presentan un gran potencial para contribuir en la mitigación del calentamiento global, ya que la combinación de arboles y pasturas actúa como un sumidero eficiente de carbono (Montenegro y Abarca, 2000).

La producción y los servicios ofertados por los SSP se efectúan a través de numerosas y complejas interacciones biofísicas. La naturaleza e intensidad de estas interacciones dependen del espacio y del tiempo. A nivel del sistema, el impacto de estas interacciones biofísicas sobre la producción y servicios ofertados, como producción arbórea, ganadera, biodiversidad, hábitat de la fauna, fertilidad del suelo, competencia por recursos, captura energética a diferentes niveles tróficos, modificaciones micro climáticas, secuestro de carbono y calidad estética, también pueden cambiar en el espacio y tiempo (Rojas, 2007).

López *et al.* (1999) en la Zona Atlántica de Costa Rica, en un suelo Typic Tropofluent de fertilidad media encontró un almacenamiento de 233 Mg C ha<sup>-1</sup> en los primeros 50 cm de suelo cuando el uso de la tierra era un pastizal puro de pasto guinea *Panicum máximum*. Mientras que en un SSP de laurel *Cordia alliodora* de regeneración natural y diferentes edades, en pastizales de P. máximum, el carbono acumulado varió entre 180-200 Mg ha<sup>-1</sup> dependiendo de la edad de los árboles. La variabilidad de la distribución del CO<sub>2</sub> aumentó con la profundidad del suelo y con la edad de los árboles.

Arias *et al.* (2001) estudiaron en una zona de Bosque Seco Tropical en Venezuela, el almacenamiento y fijación de carbono en un sistema de cultivos en callejones de mata ratón (*Gliricidia sepium*) y yuca (*Manihot esculenta*) y un sistema de pasturas en callejones de *G. sepium*, Leucaena (*Leucaena leucocephala*) y pasto estrella *Cynodon nlemfuensis* (SSPg1c). En el primero se determinó un almacenamiento de

653 kg de C ha<sup>-1</sup> y una fijación de 327 kg C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Mientras que en el SSPglc se cuantificó un almacenamiento de 309 kg C ha<sup>-1</sup> y una tasa de fijación de 123,6 kg C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.(hasta 10 cm de profundidad) en el sistema de pasturas en callejones se estimó en 13,2 Mg C ha<sup>-1</sup> y en el sistema *G. sepium* - *M. esculenta* fue de 12,5 Mg C ha<sup>-1</sup>.

## **6.8. Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas ganaderos**

Según el IPCC (2006) las emisiones de GEI en los sistemas ganaderos se deben principalmente a las siguientes categorías de fuentes:

- a. Emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes de la fermentación entérica del ganado bovino.
- b. Emisiones de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> procedentes del manejo del estiércol.
- c. Emisiones directas de CO<sub>2</sub> procedentes del manejo del suelo.
- d. Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la utilización de combustibles fósiles debido ...al uso de maquinaria y equipo agrícola en la finca.
- e. Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los cambios de uso de la tierra.

Para la estimación de carbono (IPCC 2003) definen reservorios de carbono que deben ser cuantificados: biomasa aérea, biomasa subterránea (raíces), suelos, necromasa y hojarasca. En el mejor de los casos, cada uno de éstos debería medirse repetidamente y con gran precisión. Sin embargo, esto conlleva obstáculos técnicos, logísticos y financieros importantes. Primeramente, cada uno de estos reservorios posee características y variación propias, por lo que es necesario utilizar métodos de medición que tomen en cuenta estas particularidades. En segundo lugar, la medición de todos los reservorios, en particular la biomasa subterránea, es un trabajo arduo y demorado. Estas complicaciones incrementan el tiempo de medición en el campo, lo cual incide en los costos finales del inventario.

### 6.8.1. Metodologías de cuantificación de gases de efecto invernadero

Las metodologías aprobadas por el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)<sup>1</sup>, por otra parte, permiten seleccionar los reservorios a los que se debe dar seguimiento en un proyecto de fijación de carbono. Aquellos reservorios que no cambian, o los que razonable y conservadoramente se puede esperar que no aumenten las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) como consecuencia de la implementación del proyecto, pueden obviarse<sup>2</sup> (Salinas y Hernández 2008). Las existencias de carbono en el suelo de ecosistemas boscosos ilustran bien esta situación. Sin embargo, las metodologías de estimación de carbono en árboles dispersos (AD) y cercas vivas carecen de un estándar de medición. Las estimaciones de carbono en base al muestreo rectangular (1000 m<sup>2</sup>) circunscrita sub muestreos de otros componentes de biomasa son las más frecuentes en la literatura (Ibrahim *et al* 2006; Ruiz, 2002; Soto, *et al*, 2010; PFPAS-GAMMA, 2010)

Una ventaja de medir todos los componentes del ecosistema es que después de las primeras mediciones se podrían derivar modelos de predicción del carbono total basados en mediciones más sencillas, ahorrando así tiempo y dinero. De esta forma se cumpliría con requisitos de exactitud y confiabilidad de los estimados al momento de acceder el mercado internacional de bonos de carbono, sin incurrir en sobrecostos de medición.

Para la cuantificación del stock de carbono (es todo aquello que se encuentra almacenado en los componentes del sistema) en los diferentes usos del suelo como bosque y pasturas se debe muestrear a) la biomasa arriba del suelo, b) la biomasa abajo del suelo (raíces) c) la necromasa almacenada en la hojarasca y la madera muerta. Se debe considerar que la biomasa se expresa en Mg ha<sup>-1</sup>, y que el 50% de la biomasa seca es carbono.

En el cuadro 4 se presentan los componentes que se deben ser considerados para la estimación del stock de carbono en diferentes usos del suelo.

**Cuadro 4.** Componentes que deben ser considerados para el monitoreo del almacenamiento de carbono en diferentes usos del suelo.

Usos del suelo	Tipos de depósito de Carbono						
	Árboles	arbustos	Pastura	Raíces	Madera Muerta	Hojarasca	Suelo
<b>Bosque</b>	R	T	R	T	T	R	R
<b>Plantaciones forestales</b>	R	T	T	R	T	T	R
<b>Cercas vivas</b>	R			R			T
<b>Pastura con árboles dispersos</b>	R	T	R	R	T	T	R
<b>Vegetación secundaria reciente</b>	R	T		T	T		T
<b>Banco forrajero de Leñosas*</b>	R						
<b>Banco forrajero de gramíneas</b>							
<b>Pastura en monocultivo</b>	T	T	R	R	T		R
<b>Pastura degradada</b>	T	T	R	R	T		T

Fuente: (Rojas, 2007 ) R: Depósito de carbono recomendado para su medición; T: Dependiendo del presupuesto y si está en el uso del suelo. \*Solo estimar en la base del tronco que se mantiene después de las podas en el banco forrajero.

## **VII. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

### **7.1 Hipótesis General**

Las prácticas de usos de suelo en fincas ganaderas con sistemas doble propósito en los municipios Matiguás y Muy Muy no poseen efectos sobre la captura y emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>.

### **7.2 Hipótesis Específicas**

Las prácticas de usos de suelo identificadas en fincas ganaderas con sistemas doble propósito no son diferencia en los municipios de Matiguás y Muy Muy.

Las prácticas de uso de suelo en fincas ganaderas con sistemas doble propósito en los municipios de Matiguás y Muy Muy no capturan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Las prácticas de uso de suelo en fincas ganaderas con sistemas doble propósito en los municipios Matiguás y Muy Muy no emiten dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Las prácticas de usos de suelo en fincas ganaderas con sistemas doble propósito en los municipios Matiguás y Muy Muy no poseen balance positivo entre captura y emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

## **VIII. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **8.1. Área de estudio**

Los municipios de Matiguás y Muy Muy pertenecen al departamento de Matagalpa. Tiene una extensión territorial Matiguás: 1,532.25 km<sup>2</sup> y Muy Muy de: 375.06 km<sup>2</sup> lo que representa el 22.5% y el 0.55% del territorio del departamento. Poseen una altura de 297.08 y 337 metros sobre el nivel del mar y una posición geográfica de latitud 12°50' - 12°45' y longitud 85°27' - 85°37' (CENAGRO, 2011).

La precipitación anual fluctúa entre los 1200 -1600mm Matiguás. En Muy Muy 1200-1600mm Está inserto en la Cuenca 55 del Río Grande de Matagalpa. Los suelos son arcillosos, con erosión moderada y severa, mayormente con cobertura agropecuaria (CENAGRO, 2011).

Matiguás: cuenta con un total de 2638 productoras y productores agropecuarios individuales: 2156 son hombres y 482 mujeres, propietarios de un total de 2,646 explotaciones agropecuarias, en una extensión de 1,532.25 kilómetros cuadrados. Con un total de 212,937 manzanas en fincas, este municipio tiene el 9% de las fincas de todo el departamento (CENAGRO, 2011).

Muy Muy: cuenta con 1,632 productoras y productores agropecuarios individuales: 1,089 son hombres y 543 mujeres propietarios de un total de 1,635 explotaciones agropecuarias. Con 51,381 manzanas este municipio tiene el 6% de las fincas de todo el departamento (CENAGRO, 2011).

## 8.2. Tipo de estudio

La investigación se realizó bajo los términos de estudios de casos según Castillo (2014), nivel de profundidad será descriptiva ya que se realizó un estudio detallado de cada sitio con corte transversal con fundamentos positivos lógicos de observación teniendo en cuenta características y comportamiento de dichos sitios.

## 8.3. Población y muestra

Se realizó el muestreo no probabilístico por conveniencia propuesto por (Sampieri, Collado, & Batista, 2014). Partiendo de un universo de 26 fincas participantes del proyecto “Desarrollando sistemas de producción ganaderos competitivos con bajas emisiones de gases de efecto invernadero en América Central” en coordinación de (INTA, CATIE/FONTAGRO) de estas se procedió a seleccionar fincas para la ubicación de los sitios de estudio en los dos municipios, las prácticas de uso de suelo se tomaron datos durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2016 en los Municipios de Matiguás y Muy Muy del departamento de Matagalpa.

En el estudio están involucrados 13 fincas presentadas en los **cuadros 5 y 6** las cuales son:

**Cuadro 5. Fincas donde se ubican los sitios de estudio Muy Muy**

ID Finca	Nombre del propietario
Linda Vista	Reynaldo López
La Vega	Orlando Valdivia
La Bocana	Sofonia Espinoza
El Carmen	Juan Guillermo Valdivia
San Antonio	Onofre Chavarría
La Lucha	Donald Bucardo

## Cuadro 6. Fincas donde se ubican los sitios de estudio Matiguas

ID Finca	Nombre del propietario
La Fortuna	José Rolando Castilla
El Bochinche	Jaqueline Martínez
Red Gate	Eva Mercedes Gutiérrez
El Desierto	Pedro Centeno
Santa Teresa	Guillermo García
Santa María	Mercedes Méndez
Santa Cruz	Noel Sotelo

### 8.4. Sitios práctica de uso de suelo

De la base de datos del proyecto “Desarrollando sistemas de producción ganaderos competitivos con bajas emisiones de gases de efecto invernadero en América Central en coordinación de (INTA, CATIE/FONTAGRO)” que se ha trabajado en los municipios de Matiguás y Muy Muy se seleccionaron 6 prácticas principales de uso de suelos con 6 repeticiones por cada municipio con un total de 36 sitios de muestras por municipio, 72 muestras en total.

Para la selección de los sitios debieron cumplir con los siguientes parámetros:

- Medir 1 hectárea o más de área.
- Las repeticiones deben estar a una distancia de 150 metros o más.
- Una finca puede tener las 6 prácticas de uso de suelo siempre y cuando cumplan con las medidas y las distancias entre repeticiones.

Selección de principales practica de usos del suelo.

1. Bosques secundarios.
2. Bosque ribereño o de galería.
3. Cercas vivas simples (presencia de una o dos especies).
4. Pasturas con alta densidad de árboles ( $\geq 30$  árboles/ha).

5. Pasturas con baja densidad de árboles ( $\leq 29$  árboles/ha).
6. Pasturas sin árboles.

#### **8.4.1. Fase de campo:**

##### **8.4.1.1. Selección de las parcelas de muestreo**

Para el estudio se seleccionó al menos 6 parcelas de muestreo por cada uso del suelo en área de intervención del proyecto “Desarrollando sistemas de producción ganaderos competitivos con bajas emisiones de gases de efecto invernadero en América Central”. El cual están relacionado con las instituciones INTA/CATIE/FONTAGRO.

Los puntos de muestreo se distribuyeron a lo largo del área de intervención del proyecto, esto con el fin de reducir variabilidad y poder emplear los datos para cuantificar el carbono a escala de parcela, finca y paisaje.

##### **8.4.1.2. Métodos de muestreo para la cobertura arbórea**

Actividades que se realizaron a cada sitio según uso de suelo:

##### **8.4.1.3. Verificación**

Se visitaron las fincas de los productores con el fin de distinguir los potreros según las prácticas de uso de suelo y que cumplieran con los criterios de selección los cuales fueron:

- Cerca viva simple. (presente 1 o 2 especies de árboles y midieran más de 150 metros lineales).
- Bosque ribereño o de galera (Estos debieron estar en riberas de río o fuentes de agua).

- Bosque secundario. (gran cantidad de árboles y estén en sectores de finca donde no tenga fuentes de agua. Ya sean por regeneración natural o elaborado por el productor).
- Pastura con alta densidad de árboles (más de 30 árboles por ha).
- Pastura con baja densidad de árboles (potreros con 29 árboles o menos).
- Pasturas sin arboles (que el potrero no tenga ningún árbol).

#### **8.4.1.4. Georreferenciación**

Cada parcela de muestreo fue georreferenciada con un Global Position Satelital (GPS). La información del GPS fue transformada a un formato imagen "shape". Para tener un mapa de distribución de los sitios de muestreo en el paisaje.

Cada práctica y sus repeticiones se georreferenció para elaboración de mapas posteriormente se entregaron físicamente a los productores, esta actividad se realizó con GPS y los puntos de georreferencia se ocuparon para hacer las medidas de áreas. Las medidas de áreas y mapas fueron elaborados por el programa ARGIS (los ejemplos de los mapas elaborados se encontraran en anexos).

#### **8.4.1.5. Toma de datos**

Se estudió cada árbol que se encontraban según prácticas de uso de suelo.

En el uso de suelo: Cerca vivas, pastura con alta densidad de árboles, pasturas con baja densidad de árboles, se midieron todos los árboles que estaban dentro del sitio de estudio (potrero).

Variables:

- Especie de árbol
- Altura total del árbol
- Diámetro de altura al pecho (DAP)
- Altura comercial
- Estado del fuste del árbol. (Tronco)

- Diámetro de copa.
- Altura de copa

En prácticas como bosque secundario y bosque ribereño o galera.

Se realizaron áreas experimentales que midieron 20 metros de ancho y 50 metros de largo (**figura 2**) para medir los árboles que ubicados dentro del área, a cada árbol se le midió las mismas variables y solo se le agregaba distancia de siembra para luego tener datos aproximados de número de árboles por hectárea.

En pastura sin árboles: solo se estudió la pastura.

Los componentes seleccionados fueron los árboles, arbustos, pastos, en los usos del suelo dominantes en las fincas ganaderas. En cada parcela fueron medidas las siguientes variables:

- A) Historia de uso de la tierra (edad, años de pastoreo, usos anteriores de la tierra)
- B) Estado del suelo (degradado, compactado, etc) y tipo de suelo (Clase de suelo),
- C) Manejo de la carga animal.
- D) Manejo de fertilización.

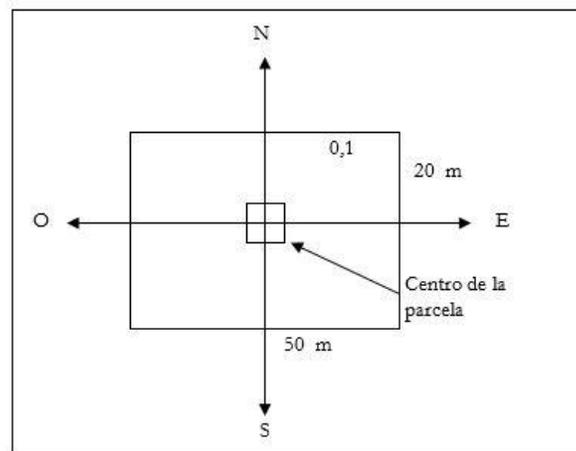
Para la caracterización arbórea en bosques secundarios, bosques de ribereños, se realizó parcelas rectangulares de 20 m x 50 m (Figura 2). A los árboles con dap > 10 cm se le midió la variable: diámetro a la altura del pecho (1,30 cm) y se anotó la especie, al (Cuadro 7), para estimar la biomasa se utilizó ecuaciones previamente desarrolladas.

**Cuadro 7.** Formato para la caracterización vegetal para dap (>10 cm dap)

Nombre de la finca: _____		Propietario de la finca: _____			
Uso del suelo _____		Coordenadas (UTM) _____			
Fecha _____					
No.	Especie	Dap	Altura total	Altura comercial	Estado del fuste

Fuente: CATIE 2015

(Figura 2) Medidas de parcelas de muestreo en bosque (ribereños y secundarios)



**Metodos de recoleccion de datos en campo**

**Medición del diámetro (Dap) del árbol**

El diámetro del árbol se mide con la corteza, a la altura del pecho, 1,3 m., sobre el terreno (véase la Figura 3) con la excepción de casos particulares que se mencionan a continuación. La medición puede realizarse con la ayuda de una cinta diamétrica (cinta cuya unidad diamétrica está en centímetros) o con el uso de una forcípula. A fin de evitar una estimación excesiva del volumen y compensar los errores de medición, se mide el diámetro en centímetros y se ajusta en sentido decreciente (ejemplo: 16,8 cm. se convierten en 16 cm.) (CATIE, 2015).

Figura 3. Posición para la medición del diámetro normal (a la altura del pecho)



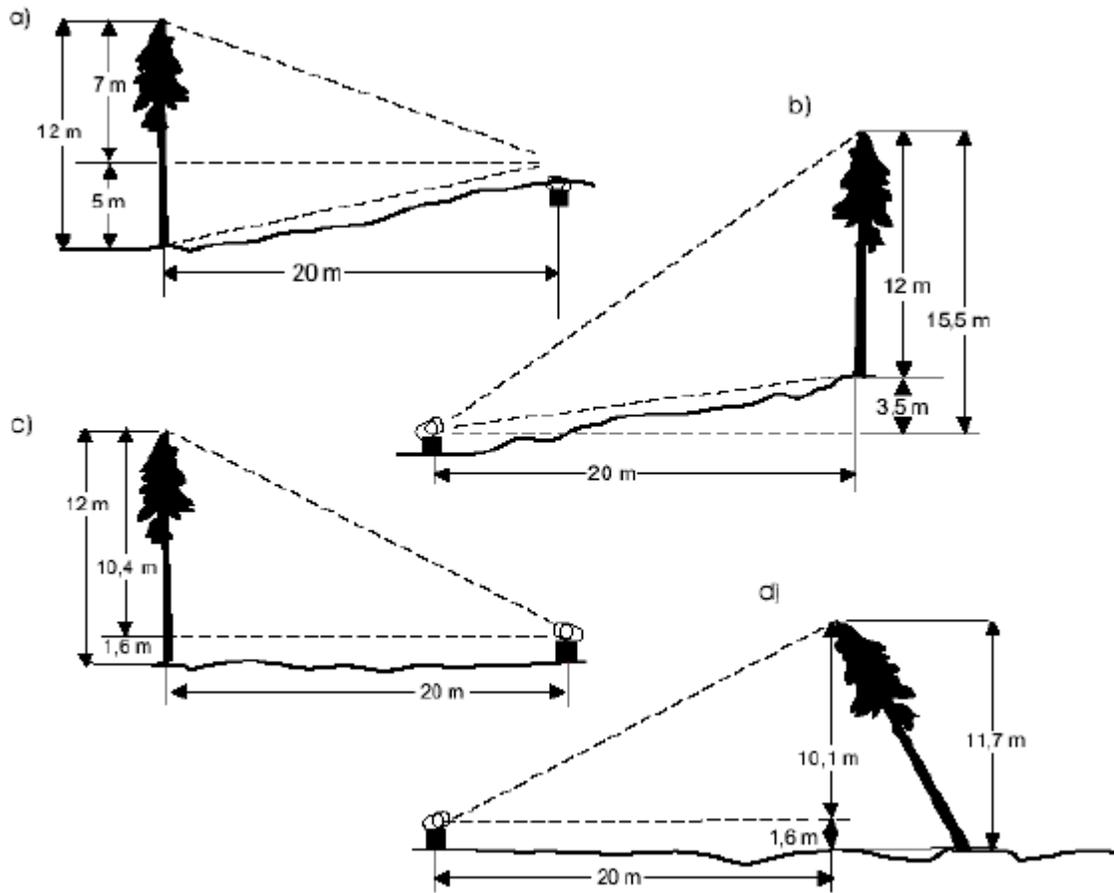
La línea de puntos indica el lugar donde se mide el Dap. Si hay dos líneas en el tronco a causa de un árbol defectuoso, el lugar apropiado para hacer la medición se indica convenientemente.

### **Medición de la altura de los árboles**

La medición de la altura se realiza en varias etapas:

1. Distancia del árbol (a 15, 20, 30 ó 40 metros). Para evitar los errores de medición, la distancia desde el árbol debe ser equivalente a su altura.
2. Observación de la copa del árbol
3. Observación de la base del árbol
4. Adición o sustracción de los dos resultados de observación, según el caso: adición, si el operador está en pie en la parte alta de la ladera (véase la Figura 4a), o sustracción si el operador está en pie en la parte baja de la ladera en relación con el árbol (véase la Figura 4b)
5. Corrección por pendiente

Figura 4. Cálculo de la altura del árbol



*Nota: Se puede averiguar la altura de un árbol (12 m. para a, b, y c, y 11, 7 m. para d):*

- a) Añadiendo los resultados por encima y debajo de la medición horizontal
- b) Sustrayendo del total la distancia entre la base del árbol y la línea horizontal
- c) Añadiendo a la altura del instrumento sobre el suelo, la distancia medida por encima de la línea horizontal
- d) Añadiendo la medición del instrumento desde el terreno a la distancia medida desde la copa del árbol hasta un punto situado justo por debajo, en la horizontal (utilización de una barra telescópica).

Para los árboles que no estaban ubicados en pendiente se midió con una regla en centímetros.

Se midió la altura total en metros de un operario y luego se media con la regla a una distancia de 20 a 30 metros para tener la medida estimada en centímetros.

Luego a distancia de 20 a 30 metros se medía el árbol con la regla para tener un estimado del árbol en centímetros. Para proceder a ser una regla de tres para calcular la medida real del árbol en metros (CATIE, 2015).

Se midieron todas las variables en arboles con diámetro de altura al pecho mayor a 10 a cm presentes en sitios de estudio (potreros).

#### **8.4.2. Medición en pasturas**

Para las pasturas se utilizó bajo la Metodología propuesta de Chavarría, (2010) del metro cuadrado el cual consta de un cuadro que mide 1 metro a cada lado y lanzado completamente a azar en el área experimental se tomaron 5 muestras por cada sitio 1 cada mes durante 3 meses.

##### **8.4.2.1. Pastura**

En cada sitio de práctica según uso de suelo se realizó 5 tomas de muestras las cuales las variables medidas fueron:

- Altura de pasto
- Porcentaje de cobertura de pasto
- Porcentaje de maleza
- Porcentaje de suelo descubierto
- Estado del suelo
- Tipo de suelo
- Tipo de pasto (natural o mejorado)
- Especie de pasto.
- Materia fresca (MF)
- Materia seca (MS)

**Cuadro 8.** Tamaño de las parcelas en referencia al área de la pastura.

Área de la pastura (ha)	# parcelas	Tamaño de parcela
≤ a 2	Censo	10, 000
2-5	1	10, 000
5 a 10	2	10, 000
> 10	3	10, 000

Fuente: CATIE, 2015.

En el caso de cercas vivas se tomó transeptos de 150 m de longitud, en el cual se tomó las variables dasométricas mencionadas anteriormente.

#### **8.4.3. Cálculo de cercas vivas.**

Este cálculo fue bajo metodología propuesta por el (CATIE 2015) que consiste en medir los metros lineales de las cercas vivas presentes en los usos de suelos.

Variables medidas: Metros lineales de cercas vivas: presentes en el contorno de los potreros de estudios.

Promedio de cobertura arbórea de las cercas vivas: medición de copas de árboles utilizando métodos de campo descritas anteriormente en las medidas de árboles, divididos entre 2, debido a que las cercas vivas se comparte con el uso de suelo en los potreros aledaños.

#### **8.4.4. Cálculo de captura de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

Para el cálculo de carbono presente en la biomasa aérea, se utilizó ecuaciones alométricas que han sido desarrolladas en condiciones climáticas y edáficas similares a las del sitio de estudio, que los rangos de DAP y altura que fueron usados en el desarrollo de las ecuaciones similares a los árboles individuales en el área de estudio, para este estudio se tomó en cuenta las ecuaciones alométricas propuestas

en Good Practice For Land Use Change And Forestry (GPG-LULUF, 2006) y por el IPCC, (2006).

Ecuación alométricas propuesta para cálculo de biomasa aérea propuesta por Chave et al. (2005)

$$Y = \exp[-2.977 + \ln(\rho D^2 h)]$$

Donde:

Y=biomasa (kg/árbol)

$\exp(n) = 2.718$  a la potencia n

$\rho$ = densidad por especie (gr/cm<sup>3</sup>), Densidad de madera (Global Wood Density Data base 2012)

D= diámetro a la altura del pecho (DAP)

**El cuadro 9**, muestra un resumen de ecuaciones alométricas generales para distintos usos de la tierra, estos son algunos ejemplos, pero en la literatura se encontraran muchas otras ecuaciones adaptadas a diferentes sitios con diferentes zonas climáticas.

Cuadro 9. Ecuaciones alométricas para el estudio de carbono.

Denominación, tipo de especie o tipo de planta	Ecuación*	R ajustado	Fuente
Frutales	$\text{Log } B = (-1.11 + 2.64 \cdot \text{Log}^* \text{Dap})$	0.95	Andrade en preparación
<i>Cordia alliodora</i>	$\text{Log } B = (-0.8 + 2.2 \cdot \text{Log } \text{Dap})$	0.93	Segura et al. (2006)
<i>Pithecellobium saman</i> , <i>Dalbergia retusa</i> y <i>Diphysa robinoides</i>	$\text{Log } B = (-1.54 + 2.05 \text{ log } D_{30} + 1.18 \text{ Log}^* H)$	0.92	Andrade (2008)
Palmas	$\text{Log } B = 7.7 \cdot H + 4.5 \cdot 10^{-3}$	0.90	Frangi y Lugo (1985)

Bosque Tropical Húmedo	$B = \exp(-2.77 + \ln(\delta \cdot D_{ap}^2 \cdot H))$		Chave et al. (2005)
Raíces gruesas	$BR = \exp(-0.84 + 1.0587 + 0.8836 \cdot \ln \cdot B)$		Cairns et al. (1997)

*B: biomasa aérea (kg); exp: logaritmo neperiano (2.71); δ: densidad de madera (gr/cc); Log: logaritmo en base 10; Ln: logaritmo natural; Dap: diámetro del tronco (cm) a la altura del pecho (1,3 m); D<sub>30</sub>: Diámetro del tronco a 30 cm; H: altura total (m); BR: biomasa de raíces (kg). \*Las ecuaciones a utilizar se deben ajustar en función de las especies y zona de vida, se presentan las ecuaciones que se recomiendan para la región húmeda de Honduras.*

Fuente: Chave et al. (2005).

Se elaboró una base de datos como herramienta para el cálculo de captura de carbono con las ecuaciones pertinentes dependiendo las especies de árboles, la herramienta es una hoja de Excel la cual posee las variables descritas para cada árbol, a que sitio de estudio pertenece con las ecuaciones de captura de carbono por especie de árbol para luego ser procesados y así obtener la captura total de dióxido de carbono en prácticas de usos de suelo.

#### **8.4.5. Fijación de carbono (CO<sub>2</sub>) almacenado en prácticas de usos de suelo**

Para la cuantificación del Carbono se utiliza la ecuación:

Ecuación IPCC, 2006

$$PUS = AT \times BL \times Rc$$

Dónde: PUS = Carbono fijado contenido en el practica de uso de suelo.

AT = almacenamiento total

BL= fijación por especie

Rc = Contenido de carbono en la biomasa

Se estimada que el 50% del almacenamiento total es lo que se fija de dióxido de carbono en los árboles, según IPCC, (2006)

#### **8.4.6. Estimar las emisiones de CO<sub>2</sub>**

Se realizó entrevista al productor sobre el manejo del sitio de estudio sobre los componentes que puedan emitir dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y las cantidades de las variables:

- Cantidad Consumo de leña: cantidad ocupada anual por el productor para quema o cocina en el sitio de estudio.
- Consumo de gasolina: cantidad de litros de gasolina anual ocupada por el productor ya sea en bombas o maquinaria agrícola en el sitio de estudio.
- Consumo de electricidad: cantidad de kilowatt anual consumido por prácticas como cercas eléctricas o maquinaria agrícola.
- Estimaciones por fertilizante: esta variable se estudió de acuerdo al manejo del uso de suelo y las cantidades fertilizante en cada uso de suelo.
- Estimaciones por animales presentes en el uso de suelo.

Con el apoyo de los productores se separó el hato ganadero en ganado de leche y ganado de carne que estuvieron presente en los sitios de usos de suelo, cantidad de animales, edades, peso, días de ocupación, y consumo.

Todas estas variables fueron ocupadas para estimar las emisiones con formato de estimación propuesto con el CATIE (figura 5) el cual es una hoja de dato Excel. Esta hoja de cálculos es una herramienta elaboradas por investigadores para calcular emisiones de CO<sub>2</sub> basadas en ecuaciones elaboradas por CHAVE (2005) y IPCC (2007) con fórmulas que van guiadas a categorías de prácticas o componentes de manejo que emitan CO<sub>2</sub> como las variables antes mencionadas para llegar a estimar las emisiones totales por practica de uso de suelo.

Figura 5. Herramienta de emisiones de dióxido de carbono CATIE, 2015.

USOS DE SUELO	Municipio:	cosd	CODIGO DE PRACTICA	leña t CO2e/año	Dicel t CO2e/año	gasolina t CO2e/año	electricidad t CO2e/año	fertilizacion Suma de t CO2e/ha/año	Emisiones totales leche CO2 e (tCO2e/ha/año)	Suma de Emisiones totales carne t CO2e/ha/año	total de t CO2e/ha/año
bosque ribereño	muy muy	1	BR1	0	0	0.4752	0	0	0	0.675449247	1.15064925
bosque ribereño	muy muy	2	BR2	0	0	0.6336	0	0.138306667	0	1.350898495	2.12280516
bosque ribereño	muy muy	3	BR3	0	0	0.9504	0	0	0	0.625473783	1.57587378
bosque ribereño	muy muy	4	BR4	0	0	0.6336	0	0	0	0.875663297	1.5092633
bosque ribereño	muy muy	5	BR5	0	0	0.38016	0	0.276613333	0	0.500379027	1.15715236
bosque ribereño	muy muy	6	BR6	0	0	0	0	0.276613333	0	0.800544004	1.07715734
bosque ribereño	matiguas	7	BR7	0	0	0	0	0.138306667	0	0.75056854	0.88887521
bosque ribereño	matiguas	8	BR8	0	0	1.2672	0	0.41492	0	0.975614225	2.65773422
bosque ribereño	matiguas	9	BR9	0	0	0	0	0.138306667	0	1.175628274	1.31413494
bosque ribereño	matiguas	10	BR10	0	0	0	0	0	0	0.250189513	0.25018951
bosque ribereño	matiguas	11	BR11	0	0	0	0	0	0	0.425259734	0.42525973
bosque ribereño	matiguas	12	BR12	0	0	0	0	0.138306667	0	1.000758053	1.13906472

#### 8.4.7. Balance de emisiones y capturas de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> por prácticas de uso de suelo

El balance de emisiones y capturas de carbono fue bajo la metodología de Romero, J. 2009. La cual se basa en la resta de la cantidad de emisiones totales menos la captura para dar un valor promedio de cantidad neta de la práctica de uso de suelo que está emitiendo o capturando.

#### 8.5. Análisis de Datos Estadísticos

Se realizó análisis para encontrar la diferencia entre los municipios del estudio. El almacenamiento de datos se realizó en hojas de campo diseñadas en Excel de acuerdo a los resúmenes de cada una de las variables de estudio antes mencionadas, con herramientas a base de fórmulas para estimación y almacenamiento de CO<sub>2</sub> y elaboración de base de datos. Estas variables fueron sometidas a los distintos análisis estadísticos con el uso de programas INFOSTAT con pruebas de análisis de varianzas y error estándar por variable estudiada.

## IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 9.1. Identificación de los sitios

Los sitios de estudios están distribuidos por toda el área de los municipios de Muy Muy y Matiguás del departamento de Matagalpa encontrando 6 prácticas principales en los usos de suelo en sistemas ganaderos con doble propósito descritas en (cuadro 10) la cual representa la cantidades de repeticiones por prácticas de usos de suelo teniendo 6 repeticiones por cada uso de suelo que se distribuyeron en cada municipio.

Cuadro 10. Principales usos de suelos en sistemas de producción de fincas ganaderas doble propósito

Prácticas	Matiguás	Muy Muy	
Bosque ribereños	6	6	
Bosque secundarios	6	6	
Cercas vivas simples, (presencia de una o dos especies).	6	6	
Pasturas con alta densidad de árboles ( $\geq 30$ árboles/ha)	6	6	
Pasturas con baja densidad de árboles ( $\leq 30$ árboles/ha)	6	6	
Pasturas sin árboles	6	6	
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

Fuente: Resultado de investigación.

#### 9.1.1. Principales especies de árboles en los sitios

La especie que se presentó con mayor frecuencia en la área de estudio fue el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) con 141 árboles y el Macuali o roble (*Tabebuia rosea*) con 128 árboles en la zona de Matiguás. El total de árboles fueron 842 y 35 especies diferentes (cuadro 11)

Cuadro 11. Las 10 especies con mayor presencia en el área de estudio de Matiguás

Matiguás		
Especie	Nombre científico	Cantidad
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	141
Macuali o Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	128
Carao	<i>Cassia grandis</i>	80
Acacia amarilla	<i>Cassia siamea lam</i>	49
Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i>	48
Cenízaro	<i>Samanea saman</i>	41
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	37
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	36
Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i>	36
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	35

Fuente: Resultado de investigación.

En Muy Muy el total de árboles encontrados fueron 725 unidades pertenecientes a 46 especies. Las mayor representación de las especie fue el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y el Jiñocuabo (*Bursera simaruba*) con 135 y 63 árboles respectivamente, (cuadro 12).

Cuadro 12. Las 10 especies con mayor presencia en el área de estudio de Muy Muy

Muy Muy		
Especie	Nombre Científico	Cantidad
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	135
Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i>	63
Carao	<i>Cassia grandis</i>	53
Macuali o roble	<i>Tabebuia rosea</i>	49
Cenízaro	<i>Samanea saman</i>	45
Cedro pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>	43
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	42
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	35

Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	30
Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i>	21

Fuente: Resultado de investigación.

### 9.1.2. Cantidades de árboles en prácticas de usos de suelos

Se encontró la cantidad 1567 árboles totales encontrando 46 especies diferentes en la zona. La práctica de uso de suelo con mayor número de árboles presente en el sitio son los bosques ribereños con 241 árboles en Matiguás y en Muy Muy la práctica que posee más árboles fueron los bosques secundarios con 187 unidades (**cuadro 13**). Estos datos son diferentes a las cantidades estudiadas por (Sanchez, Harvey, Grijalva, Medina, Vilchez, Hernández, 2005) la cual en total se registraron 3 949 árboles, de 180 especies debido esta diferencia debido a que en el presente estudio se investiga estudios de casos por uso de suelo y el trabajo elaborado por Sánchez et al 2005 es por zona y con una mayor intensidad de muestreo.

Cuadro 13. Cantidades totales de los árboles y especies presentes en cada práctica de uso de suelo en los municipios

Prácticas de uso de suelo	Total de arboles	Especies.
<b>Matiguas</b>	<b>842</b>	<b>35</b>
Bosque ribereño	241	26
Bosque secundario	216	29
Cerca viva	132	14
Pastura sin árboles	0	0
Pasturas con alta densidad de árboles	171	18
Pasturas con baja densidad de árboles	82	16
<b>Muy Muy</b>	<b>725</b>	<b>46</b>
Bosque ribereño	179	34
Bosque secundario	187	33
Cerca viva	164	10
Pastura sin árboles	0	0

Pasturas con alta densidad de árboles	125	23
Pasturas con baja densidad de árboles	70	13
<b>Total</b>	<b>1567</b>	<b>46</b>

Fuente: Resultado de investigación.

### 9.1.3. Especies principales por uso de suelo

Las especies comunes son similares entre los usos de suelos y municipios (cuadro 14), esto a que los sitios de estudios están distribuido en el corredor trópico-seco llamado Vía Láctea de Muy Muy y Matiguás y sus condiciones ambientales son similares, el guácimo (*Guazuma ulmifolia*) es la especie de árbol que se presenta en la mayoría de los sitios con el 66.66% de aparición en todo el territorio estudiado. La segunda especie con mayor presencia en los sitios es el Macuali (*Tabebuia rosea*) con un 58.33% de presencia en los sitios de estudio, especies similares encontradas por Sanchez et al. (2005) estudio la Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua encontraron que la especie de mayor presencia es *Guazuma ulmifolia*.

cuadro 14. Las dos especies principales con mayor presencia en los sitios de estudio por cada municipio

MATIGUAS			MUY MUY		
Árbol	Nombre Científico	Cantidad	Árbol	Nombre Científico	Cantidad
<b>BOSQUE RIBEREÑO</b>					
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	53	Macuali	<i>Tabebuia rosea</i>	19
Carao	<i>Cassia grandis</i>	18	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	17
<b>BOSQUE SECUNDARIO</b>					
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	43	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	48
Macuali	<i>Tabebuia rosea</i>	38	Carao	<i>Cassia grandis</i>	15
<b>CERCAS VIVAS</b>					
Acacia amarilla	<i>cassia siamea lam</i>	36	Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i>	53
Macuali	<i>Tabebuia rosea</i>	23	Cedro Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>	38

PASTURAS CON ALTA DENSIDAD DE ARBOLES					
Macuali	Tabebuia rosea	35	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	19
Carao	Cassia grandis	28	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	14
PASTURAS CON BAJA DENSIDAD DE ARBOLES					
Macuali	Tabebuia rosea	14	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	25
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	11	Carao	Cassia grandis	9
PASTURAS SIN ÁRBOLES : 0					

Fuente: Resultado de investigación.

#### 9.1.4. Pasturas

La especie con mayor frecuencia encontrada en los diferentes usos de suelos fue la pastura natural conocida como grama común (*Cynodon dactylon*) (cuadro 15). Las prácticas de uso de suelo bosques ribereños, bosque secundario, cercas vivas, pasturas con alta y baja densidad de árboles poseen un 100% de pasturas naturales o naturalizadas (Gráfico 1), sin embargo en las pasturas sin arboles solo existe el 83.33% de los sitios con pasturas naturales y el 16.77% son pasturas mejoradas resultado similar al que encontró Carballo D. D J., Matus L. M., Betancourt M & Ruíz F. C (2005) en su investigación de pasturas en Nicaragua donde se encontró que el 85% de las pasturas de las zonas son pasturas naturales.

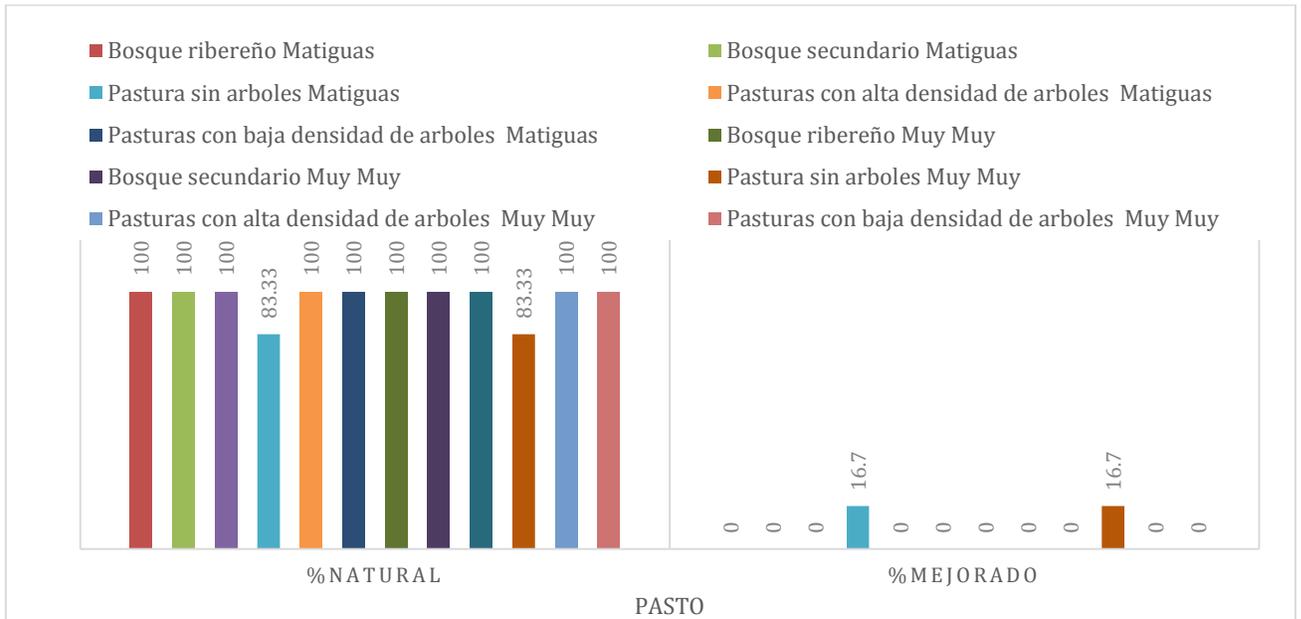
Cuadro 15. Variedad de pastura, encontradas en los sitios de estudios en Matiguás y Muy Muy

Práctica	Matiguás	Nombre Científico	Muy Muy	Nombre Científico
Bosque ribereño	Grama común	<i>Cynodon dactylon</i>	Grama común	<i>Cynodon dactylon</i>
	Grama rastrera	<i>Paspalum notatum</i>	Grama rastrera	<i>paspalum notatum</i>
	Pasto estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i> )	Pasto estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i> )
Bosque secundario	Grama común	<i>Cynodon dactylon</i>	Grama común	<i>Cynodon dactylon</i>
	Pasto estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i> )	Pasto estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i> )
Cerca viva				
Pasturas sin árboles	Grama común	<i>Cynodon dactylon</i>	Mombaza	<i>Panicum Máximum</i>

	Pasto Toledo	Brachiaria brizantha	Pasto estrella	Cynodon nlemfuensis)
Pastura con alta densidad de árboles	Gramma común	Cynodon dactylon	Pasto estrella	Cynodon nlemfuensis)
Pastura con baja densidad de árboles	Gramma común	Cynodon dactylon	Pasto estrella	Cynodon nlemfuensis)
	Pasto estrella	Cynodon nlemfuensis)		

Fuente: Resultado de Investigación

Gráfico 1 Tipo de Pasturas



Fuente: Resultado de investigación.

## 9.2. Captura de dióxido carbono (CO<sub>2</sub>)

La captura de CO<sub>2</sub> en las prácticas de uso de suelo se realizaron en 3 partes (carbono aéreo, raíces y pastos) las cuales se representaran con tCO<sub>2</sub>e (toneladas de dióxido de carbono equivalente) que es una medida universal de medición utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero.

La biomasa total encontrada varió de 0 a 9.16 unidades según las prácticas de uso de suelos. A pesar de esta variación de la biomasa aérea existió diferencias

significativas entre bosques secundario y bosques ribereños, y entre estos dos con los demás usos de suelos, no habiendo diferencias significativas entre cercas vivas y pasturas con o sin árboles (cuadro 15), como menciona Zaniboni (2012) que las diferencias de usos de suelos dependen del estado de las pasturas en los sitios de estudio, las variedades de los árboles y la carga animal.

Cuadro 15. Análisis de varianza de captura por árboles entre usos de suelo

Usos de suelo	Biomasa aérea	Biomasa raíces	Biomasa total
BR	58.78±7.22 C	18.20±1.94 C	76.98±9.16 C
BS	38.94±4.54 B	12.72±1.31 B	51.66±5.85 B
CV	0.16±0.03 A	0.09±0.02 A	0.25±0.05 A
PCADA	4.48±0.60 A	1.78±0.21 A	6.26±0.81 A
PCBDA	2.42±0.35 A	0.94±0.16 A	3.36±0.51 A
PSA	0.00±0.0 A	0.00±0.0 A	0.00±0.0 A

Fuente: Resultado de investigación.

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

En las variables biomasa aérea, biomasa de raíces y biomasa total en el estudio se encontró que no existe diferencia significativa entre municipio debido a que los datos de las prácticas se comportan de la misma manera en ambos municipios (cuadro 16). En la investigación de Zaniboni, (2012) menciona que los resultados es variable según zonas, y según (INTA, 2015) la zona láctea que comprende Rio Blanco, Matiguás y Muy Muy tienen un comportamiento similar entre sus sistemas productivos ganaderos

Cuadro 16. Análisis de varianza de captura en arboles por municipio.

Municipio	Biomasa aérea	Biomasa raíces	Biomasa total
Muy Muy	1.68±4.20 A	0.71±1.26 A	2.39±5.45 A
Matiguás	1.90±4.49A	0.81±1.38 A	2.71±5.88 A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

En Matiguás y Muy Muy la práctica de uso de suelo que más almacenó carbono fue bosque ribereño con promedio total de 78.94 y 75.00 tCO<sub>2</sub>e respectivamente, seguido de usos de suelos de bosque secundarios con 57.64 tCO<sub>2</sub>e en Matiguás y 45.69 tCO<sub>2</sub>e en Muy Muy, la práctica que menos almacenó carbono fue la cercas vivas con 0.19 tCO<sub>2</sub>e; prácticas como pastura con alta densidad de árboles y pastura con baja densidad de árboles sólo almacenaron un promedio de 7.20, 3.91 tCO<sub>2</sub>e en Matiguás y Muy Muy con 5.31, 2.80 tCO<sub>2</sub>e (cuadro 17). La práctica pastura sin árboles a como el nombre lo menciona no posee ningún árbol debido a eso no se presenta datos de almacenamiento de carbono por arboles (Martínez, Villanueva–López, Casanova, 2013) estudio realizado en el 2013 sobre la importancia y el efecto que tiene las densidades de árboles en el almacenamiento de gases de efecto invernadero (Dióxido de carbono) expresa que entre mayor densidad mayor es el carbono almacenado que se captura, a como pasa en el comportamiento de los datos encontrado en el estudio (**gráfico 2**) donde los bosques ribereños poseen mayor número de árboles tienen el mayor porcentaje de carbono almacenado con 78.94 tCO<sub>2</sub>e y a medida que baja la densidad arbórea en las prácticas desciende la captura de carbono.

Cuadro 17. Carbono almacenado (tCO<sub>2</sub>e/ha/año) por práctica de usos de suelos.

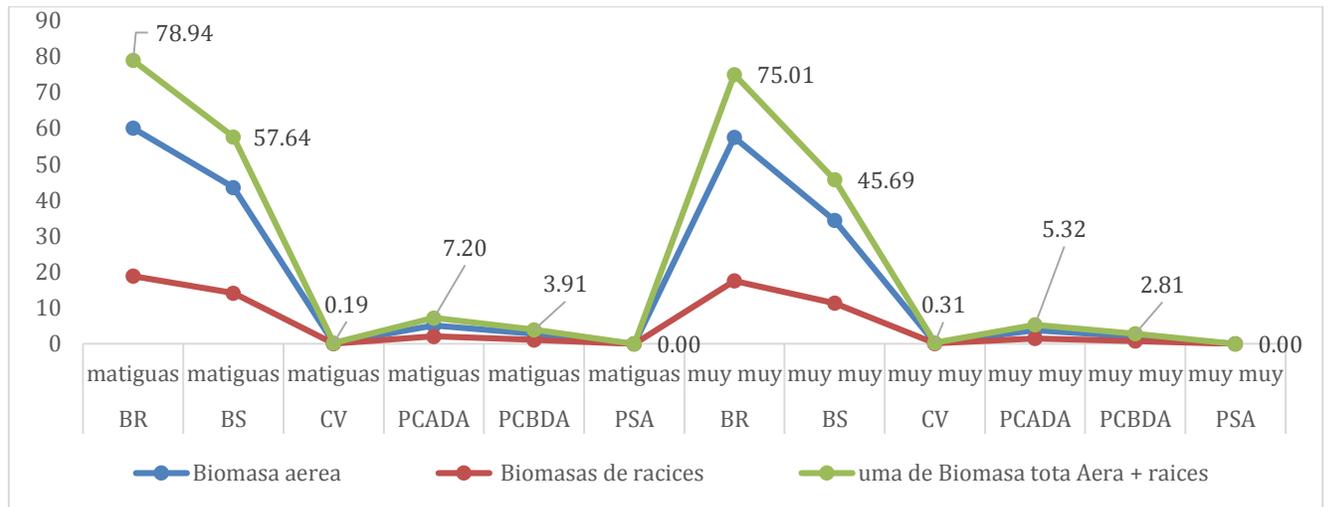
USOS DE SUELO	UBICACIÓN	BIOMASA AÉREA	BIOMASAS DE RAÍCES	SUMA DE BIOMASA TOTAL AÉREA + RAÍCES
BR	Matiguás	60.06 C	18.87 C	78.94 C
BS	Matiguás	43.51 B	14.12 B	57.64 B
CV	Matiguás	0.12 A	0.07 A	0.19 A
PCADA	Matiguás	5.15 A	2.05 A	7.20 A
PCBDA	Matiguás	2.81 A	1.09 A	3.91 A
PSA	Matiguás	0 A	0 A	0 A
BR	Muy Muy	57.48 C	17.52 C	75.01 C
BS	Muy Muy	34.36 B	11.32 B	45.69 B
CV	Muy Muy	0.19 A	0.11 A	0.31 A
PCADA	Muy Muy	3.81 A	1.50 A	5.31 A
PCBDA	Muy Muy	2.02 A	0.78 A	2.80 A
PSA	Muy Muy	0 A	0 A	0 A

Fuente: Resultado de investigación.

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Grafico 2. Almacenamiento de toneladas de Dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e/ha/año) por practica de uso de suelo



Fuente: Resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

### 9.2.1. Almacenamiento de Dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>e) en pasturas

Para evaluar el almacenamiento en las pasturas se estudió el rendimiento y las condiciones de las pasturas en cada uso de suelo estudiando las variables como cobertura de pastos en los suelos, cobertura de maleza, producción de las variedades de pasturas, estados de los suelos, entre otras.

La captura por pasturas fue mayor en las prácticas de uso de suelo de pasturas sin árboles a diferencia de pasturas que tienen componente arbóreo, en los bosques (riparios y secundarios) y las cercas vivas. Sin embargo, no existió diferencias significativas en el carbono almacenado en las pasturas entre los bosques (ribereños y secundarios) con las pasturas que tienen incorporado el componente arbóreo (pasturas con alta densidad de árboles y pasturas con baja densidad de árboles) y existió diferencia significativa en la práctica de uso de suelo pasturas sin árboles (cuadro 18).

Cuadro 18. Análisis de varianza en captura de pastura por uso de suelo

Usos de suelo	Captura de pasturas
BR	1.09±0.12 A B
BS	1.21±0.15 B
CV	0.00±0.00 A
PCADA	1.52±0.14 B C
PCBDA	1.29±0.11 B
PSA	2.57±0.64 C

Fuente: Resultado de investigación .

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Las prácticas de usos de suelos no poseen diferencia significativa entre los municipios (cuadro 19) por ende los datos se comportan de la misma manera en Matiguás y Muy Muy.

Cuadro 19. Análisis de varianza en captura de pasturas por municipio

Ubicación	Medias
Matiguás	1,32±0.25 A
Muy Muy	1.24±0.14 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

La práctica con mayor almacenamiento de carbono es pasturas sin arboles (PSA) con 12.11 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Matiguás y 18.75 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Muy Muy, las demás practicas (BR,BS,PCADA,PCBDA) se comportan de la misma manera almacenando (7.42,7.46,6.52 y 7.92 tCO<sub>2</sub>e/ha/año respectivamente) en el municipio de Matiguás y en Muy Muy las practicas (BR,BS,PCADA,PCBDA) almacenan: 5.61,6.99,11.76 y 7.57 tCO<sub>2</sub>e/ha/año respectivamente. (Cuadro 20), a como se refleja en el **Grafico 3**. (Castro, 2012) en estudio de productividad y captura CO<sub>2</sub> en sistemas silvopastoriles expresa que la captura de carbono en pastura entre menor es la densidad de árboles mayor es la captura de CO<sub>2</sub> en pasturas, según el

comportamiento carbono almacenado en los uso de suelos en Matiguás y Muy Muy presentado en la **gráfico 3** a medida que la practica posee menos cantidad de árboles en los sitios mayor es la captura de CO<sub>2</sub> en las pasturas. La práctica de cerca vivas no se estudió en este proceso debido a que no se estudió pastura en este sitio.

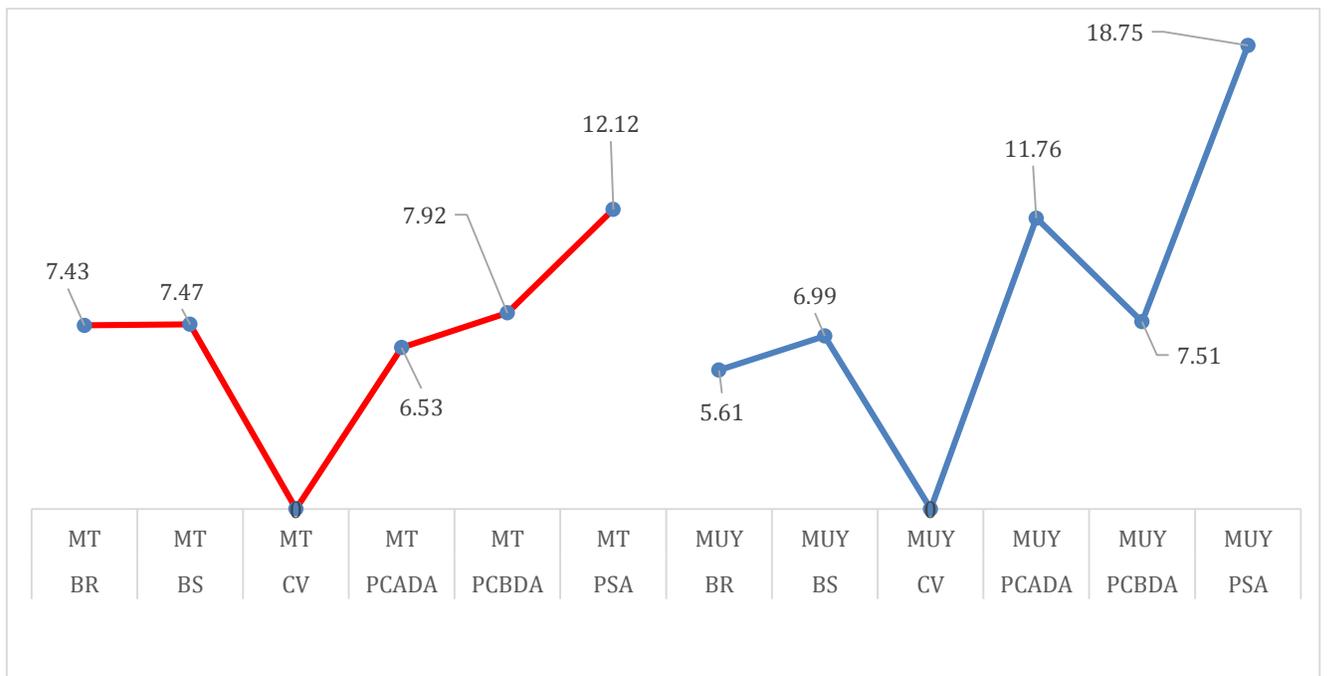
Cuadro 20. Almacenamiento de tCO<sub>2</sub>e/ha/año por uso de suelo

USOS DE SUELOS	CAPTURA TOTAL EN VARIEDAD DE PASTURA.
<b>MATIGUAS: 41.46891467 tCO<sub>2</sub>e</b>	
BR	7.43
Grama Común (Cynodon dactylon)	1.68
Grama Rastrera (Paspalum notatum)	0.79
Pasto Estrella (Cynodon nlemfuensis)	4.94
BS	7.47
Grama Común (Cynodon dactylon)	2.15
Pasto Estrella (Cynodon nlemfuensis)	5.31
PCADA	6.53
Grama Común (Cynodon dactylon)	5.09
Pasto Toledo (Brachiaria brizantha)	1.43
PCBDA	7.92
Grama Común (Cynodon dactylon)	7.93
PSA	12.12
Grama Común (Cynodon dactylon)	2.22
Pasto Estrella (Cynodon nlemfuensis)	9.89
<b>MUY MUY: 50.705104 tCO<sub>2</sub>e</b>	
BR	5.61
Grama Común (Cynodon dactylon)	3.16
Grama Rastrera (Paspalum notatum)	0.82
Pasto Estrella (Cynodon nlemfuensis)	1.63
BS	6.99
Grama Común (Cynodon dactylon)	2.53
Pasto Estrella (Cynodon nlemfuensis)	4.46
PCADA	11.76

Mombaza ( <i>Panicum máximum</i> )	2.19
Pasto Estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	9.57
PCBDA	7.57
Pasto Estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	7.57
PSA	18.75
Pasto Estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	18.75

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Grafico 3. Almacenamiento de tCO<sub>2</sub>e en pasturas por prácticas de uso de suelo por municipio



Fuente resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

### 9.2.2. Almacenamiento de cercas vivas presentes en las prácticas de usos de suelos

En este caso se estudió el aporte de las cercas vivas presentes en las prácticas de usos de suelos pasturas con alta densidad de árboles, pasturas con baja densidad de árboles y pasturas sin árboles no poseen diferencia significativa entre ellas,

debido a que en las practicas bosques ribereños y bosque secundarias no poseen cercas vivas en sus alrededores (la practica cerca viva no será mencionada porque el resultado está en el **(cuadro 17)**).

Cuadro 21. Análisis de varianza en captura de cercas vivas por uso de suelo

Usos de suelo	Cercas vivas
PCADA	1.52±0.17 A
PCBDA	1.29±0.09 A
PSA	2.57±0.11 A

Fuente resultado de investigación

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Las prácticas de usos de suelos no poseen diferencia significativa entre municipios datos se comportan de la misma manera en Matiguás y Muy Muy. **(Cuadro 22)**

Cuadro 22. Análisis de varianza en captura de Cercas vivas por municipio

Ubicación	Medias
Matiguás	0.18±0.06 A
Muy Muy	0.17±0.06 A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

En las prácticas de usos de suelos es importante mencionar las interacciones que poseen las cercas vivas en cada sitio de estudio como un factor más de almacenamiento. **Cuadro 23** muestra el carbono almacenado por las cercas vivas en cada uso de suelo, no poseen diferencia significativa entre municipios según análisis de varianza en las prácticas se encontró diferencia debido a que la práctica boques ribereño y bosques secundarios no poseen cercas vivas en ambos municipios y en las practicas PSA, PCADA, PCBDA ayudan almacenar 2.42, 2.56, 1.62 tCO<sub>2</sub>e/ha/año respectivamente en el municipio de Matiguás y 1.29, 3.28, 1.59 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en el municipio de Muy Muy.

Cuadro 23. Almacenamiento de carbono por cercas vivas en los sitios de estudios

Usos de suelos	almacenamiento de carbono por cercas vivas
Matiguás	6.62
pastura con alta densidad de árboles	2.56
pastura con baja densidad de árboles	1.63
pastura sin árboles	2.43
Muy Muy	6.18
pastura con alta densidad de árboles	3.28
pastura con baja densidad de árboles	1.59
pastura sin árboles	1.29
Total	12.80

Fuente: Resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

### 9.2.3. Almacenamiento total de Dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2e</sub>) por uso de suelo

Este paso es la sumatoria del carbono almacenado por las especies de árboles más la suma de almacenamiento de las pasturas más el factor de cercas vivas en los alrededores de los sitios de estudios. Según el análisis de varianza no existió diferencia entre las prácticas CV, PCADA, PCBDA, PSA sin embargo estas prácticas poseen diferencia significativa con BS al igual de BR que posee diferencia significativa con todas las prácticas de uso de suelo.

Cuadro 24. Análisis de varianza de almacenamiento total por uso de suelo

Usos de suelo	Medias
BR	78.06±9.10 C
BS	52.87±5.84 B
CV	0.25±0.05 A
PCADA	8.27±0.78 A
PCBDA	4.92±0.87 A
PSA	2.88±0.61 A

Fuente: Resultado de investigación.

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p <= 0,05$ )

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Las prácticas de usos de suelos no poseen diferencia significativa entre los municipios por ende los datos se comportan de la misma manera en Matiguas y Muy Muy. **(Cuadro 25)**

Cuadro 25. Análisis de varianza en almacenamiento total por municipio.

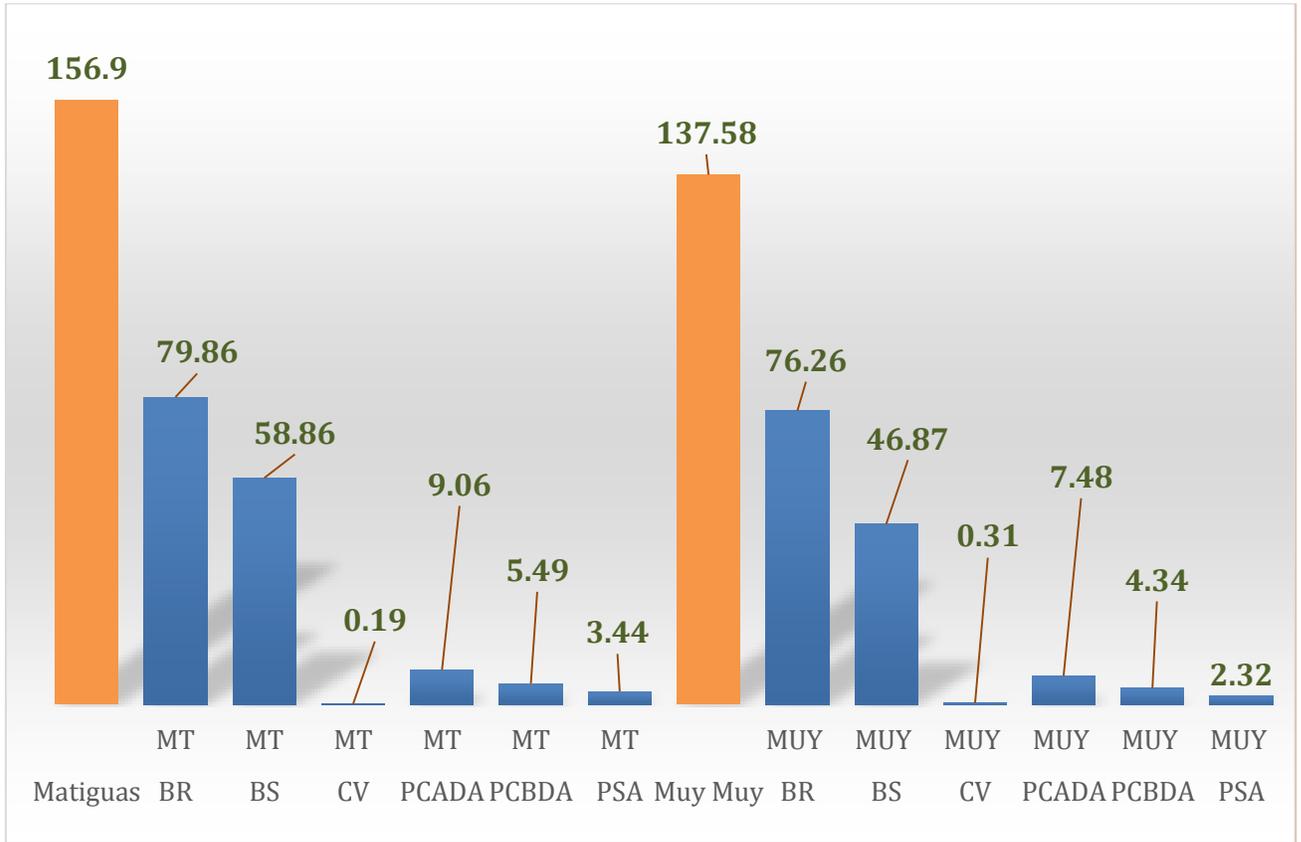
Ubicación	Medias
Matiguás	26.15±0.09 A
Muy Muy	22.93±0.10 A

Fuente resultados de investigación .

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

En el almacenamiento total de tCO<sub>2</sub>e según usos de suelos destacó la práctica bosque ribereños almacenando 79.86 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Matiguas y 76.26 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Muy Muy. Las prácticas BS, PCADA, PCBDA y PSA almacenaron (58.86, 9.06, 5.49 y 3.44 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Matiguas) y (46.26, 7.48, 4.34, y 2,32 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Muy Muy), el uso de suelo cercas vivas (CV) es la práctica que almacenó menos al resto de prácticas con 0.19 y 0.31 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Matiguas y Muy Muy respectivamente. (Ibrahim, Chacón, Cuartas, Naranjo, Ponce, Vega, Casasola, Rojas 2017). El trabajo de investigación realizado en Colombia, Costa Rica y Nicaragua el cual concluyeron que el total de carbono (CO<sub>2</sub> y biomasa arbórea) presentó mayores depósitos en los bosques secundarios, los bosques riparios (ribereños) y las plantaciones forestales, mientras que las pasturas degradadas fueron el uso de la tierra que reportó menores valores. Que se asemeja a los datos encontrados en este presente estudios donde el **Gráfico 4** los bosques tanto ribereños y secundarios almacenan la mayor cantidad de carbono.

Gráfico 4. Almacenamiento de tCO<sub>2</sub>e/ha/año en práctica de uso de suelo en municipios de Matiguás y Muy Muy



Fuente: Resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

### 9.3. Fijación de tCO<sub>2</sub> por prácticas de uso de suelo

La **fijación de carbono** es la conversión de carbono inorgánico (en forma de dióxido de carbono) en compuestos orgánicos realizada por los organismos vivos (Rodríguez, Pratt 2010), para calcular fijación de carbono se utilizó proceso de metodología propuesta por el CATIE y metodologías IPCC (2006), las cuales relaciona el almacenamiento total y la fijación por cada especie de árbol.

Según datos estadísticos se encuentra diferencia significativa en prácticas de uso de suelo BR y BS entre ellas y diferentes ha los otros usos de suelo mas no existe

diferencia significativa entre prácticas de uso de suelo CV, PSA, PCADA y PCBDA.  
**(Cuadro 26)**

Cuadro 26. Análisis de varianza de Fijación de CO<sub>2</sub> por uso de suelo

Usos de suelo	Medias
BR	40.93±4.77 C
BS	27.72±3.06 B
CV	0.13±0.03 A
PCADA	4.34±0.41 A
PCBDA	2.58±0.49 A
PSA	1.51±0.32 A

Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Las prácticas de usos de suelos no poseen diferencia significativa entre los municipios por ende los datos se comportan de la misma manera en Matiguás y Muy Muy **(cuadro 27)**

Cuadro 27. Análisis de varianza en Fijación de CO<sub>2</sub> por municipio.

Ubicación	Medias
Matiguás	26.15±3.06 A
Muy Muy	22.93±2.85 A

Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

Según (Ibrahim, M; Chacón, M; Mora J; Zamora, S; Gobbi, J; Llanderal, T; Harvey, A; Murgueitio, E; Casasola, F; Villanueva, C; Ramirez, E. 2005), en el estudio realizado en Costa Rica y Nicaragua sobre secuestro de carbono el sistemas silvopastoriles dio como resultado que las prácticas bosque y pasturas degradadas, fijan un promedio de 50% de carbono del almacenamiento total. El comportamiento

de los usos de suelos en este estudio no es diferente debido a que el promedio de fijación de los usos de suelos en Matiguás y Muy Muy es 52.42% de las capturas totales de tCO<sub>2</sub>e cada municipio (cuadro 28). Las prácticas de uso de suelo estudiadas se comportaron de la misma manera fijando del 52.42% hasta 52.63% las cantidades se comportan debido al carbono total almacenado (Gráfica 5) donde la practica con mayor fijación es bosque ribereños y la de menos fijación es las Cercas vivas.

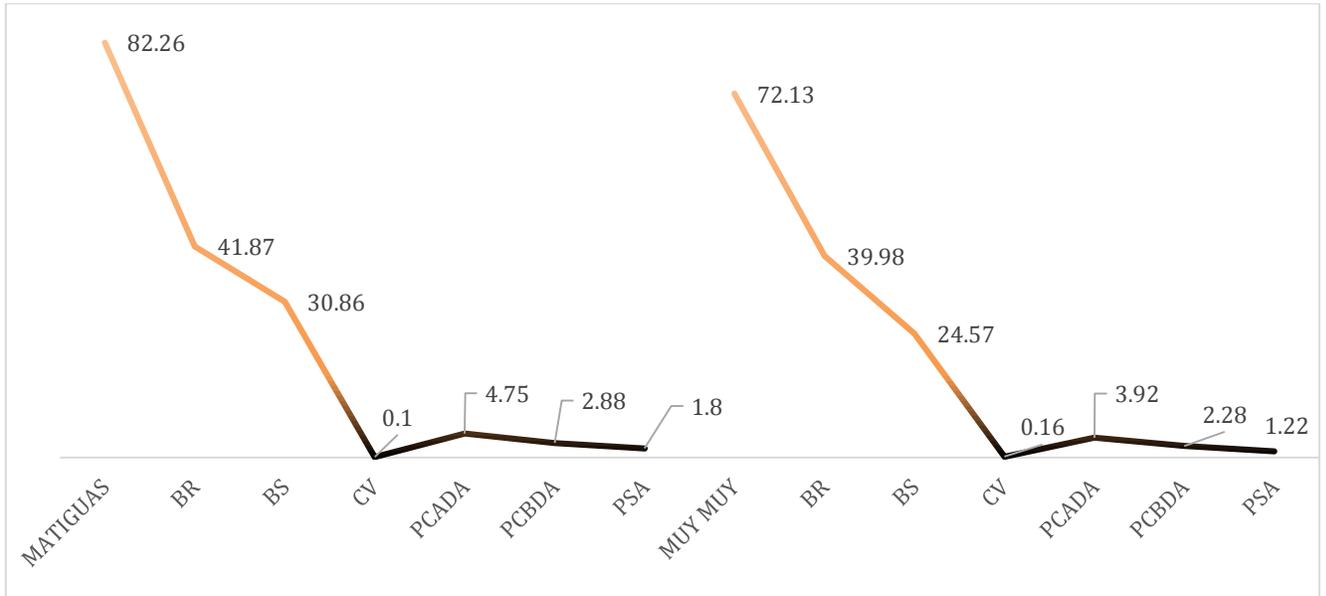
Cuadro 28. Fijación de tCO<sub>2</sub>e por uso de suelo

USO DE SUELO	ubicación	Almacenamiento de carbono tCO <sub>2</sub> e/ha/año	Fijación de carbono tCO <sub>2</sub> e (tCO <sub>2</sub> e/ha/año)	% de fijación.
MATIGUAS		156.9	82.26	52.42
BR	MT	79.86	41.87	52.42
BS	MT	58.86	30.86	52.42
CV	MT	0.19	0.1	52.63
PCADA	MT	9.06	4.75	52.42
PCBDA	MT	5.49	2.88	52.45
PSA	MT	3.44	1.8	52.32
MUY MUY		137.58	72.13	52.42
BR	MUY	76.26	39.98	52.42
BS	MUY	46.86	24.57	52.43
CV	MUY	0.31	0.16	51.61
PCADA	MUY	7.48	3.92	52.42
PCBDA	MUY	4.35	2.28	52.41
PSA	MUY	2.32	1.22	52.58
TOTAL		294.48	154.39	52.383

Fuente: Resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Grafico 5. Fijación de carbono almacenado (tCO<sub>2</sub>e/ha/año) por prácticas de uso de suelo.



Fuente: Resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin arboles

#### 9.4. Emisiones de CO<sub>2</sub> en prácticas de usos de suelo

Para las emisiones de carbonos por uso de suelos se aplicó encuestas las cuales estudio los componentes que posiblemente emitan CO<sub>2</sub> por cada sitio de suelo.

##### 9.4.1. Emisiones por combustibles fósiles y energía

En las emisiones por combustibles fósiles y energía el comportamiento es similar entre las diferentes prácticas de usos de suelos. Sin embargo en Muy Muy existe mayor emisión de tCO<sub>2</sub>e con un promedio total de 0.2789 tCO<sub>2</sub>e/ha/año y Matiguás con un promedio total de 0.2376 tCO<sub>2</sub>e/ha/año. La práctica que mayor emitió CO<sub>2</sub> por consumo de gasolina es la práctica PCADA con 0.47 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Matiguás y la practica BR con 0.512 tCO<sub>2</sub>e/ha/año (cuadro 29), según IMN (2014) en un estudio realizado en Nicaragua en el 2014 los combustibles fósiles mayormente utilizados en el manejo de las fincas ganaderas, fueron el uso de bombas de motor,

motosierras y tractores. La emisión utilizados fueron de 2,69 y 2,26 tCO<sub>2</sub>e de diésel y gasolina, respectivamente, la cual es diferente a los datos encontrados en el presente estudio debido a que los manejos de usos de suelos son diferentes y su consumo de gasolina es menor.

Cuadro 29. Emisiones carbono por leña, Diésel, electricidad y gasolina.

usos de suelos	leña t	Diésel	electricidad	gasolina
MATIGUAS	0 A	0 A	0 A	0.24 A
BR	0 A	0 A	0 A	0.21 A
BS	0 A	0 A	0 A	0.42 A
CV	0 A	0 A	0 A	0 A
PSA	0 A	0 A	0 A	0.16 A
PCADA	0 A	0 A	0 A	0.47 A
PCBDA	0 A	0 A	0 A	0.16 A
MUY MUY	0 A	0 A	0 A	0.278 A
BR	0 A	0 A	0 A	0.51 A
BS	0 A	0 A	0 A	0.26 A
CV	0 A	0 A	0 A	0 A
PSA	0 A	0 A	0 A	0.47 A
PCADA	0 A	0 A	0 A	0.11 A
PCBDA	0 A	0 A	0 A	0.31 A
Total general	0 A	0 A	0 A	0.52 A

Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

#### 9.4.2. Emisiones de tCO<sub>2</sub> por fertilización de prácticas de uso de suelo

El 41% de los sitios de estudio no aplica fertilizante de ningún tipo; sin embargo, el 59% si aplica fertilizante (urea). Existe diferencia significativa entre la practica PSA y PCBDA con las demás practica sin embargo no se encontró diferencia entre las

prácticas BR, CV, PCADA y BS que no tiene diferencia significativa con la práctica PCBDA. **(Cuadro 30)**

Cuadro 30. Análisis de varianza de emisiones por fertilización en uso de suelo.

Usos de suelo	Medias
BR	0.13±0.14 A
BS	0.15±0.33 AB
CV	0.00±0.00 A
PCADA	0.09±0.17 A
PCBDA	0.39±0.34 BC
PSA	1.51±0.12 C

Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Las prácticas de usos de suelos no poseen diferencia significativa entre los municipios por ende los datos se comportan de la misma manera en Matiguas y Muy Muy. **(Cuadro 31)**

Cuadro 31. Análisis de varianza de emisiones por fertilizaciones en por municipio.

Ubicación	Medias
Matiguás	26.15±0.04 A
Muy Muy	22.93±0.05 A

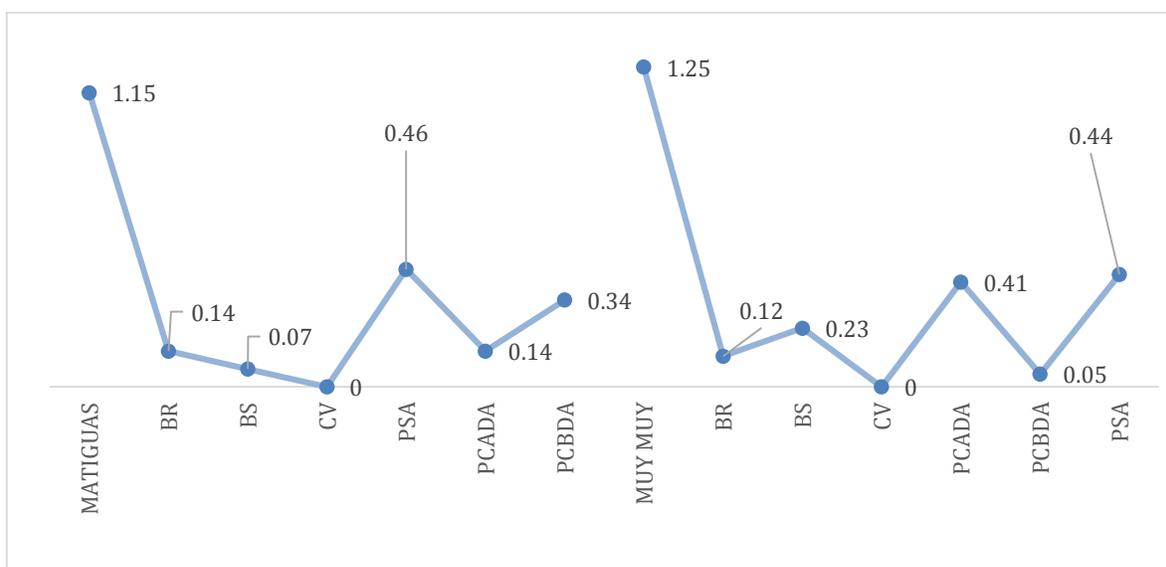
Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

Muy Muy es el municipio que mayor emite tCO<sub>2</sub>e el sumar una emisión de 1.25 tCO<sub>2</sub>e/ha/año, siéndola práctica de PCBDA la que promedia la mayor emisión con 0.44 tCO<sub>2</sub>e/ha/año seguido de las prácticas PSA, BS, BR, PCADA con 0.41, 0.23, 0.12, 0.05 tCO<sub>2</sub>e/ha/año. Matiguás es el municipio que menos emite CO<sub>2</sub> por fertilización, ya que solo emite la suma de 1.15 tCO<sub>2</sub>e/ha/año siendo la práctica

PSA la que mayor emita promediando un 0.46 tCO<sub>2</sub>e/ha/año seguido de las practicas PCBDA, PCADA, BR, BS con 0.34, =.14, 0.14, 0.07 tCO<sub>2</sub>e/ha/año, respectivamente (**Gráfico 6**). Fonseca (2016) en su estudio los fertilizantes a base de urea emitió 0,22±0,22 a 0,45±0,45 en grandes y medianas fincas, respectivamente según su agrupación con solo el 28 % de sitios que realizan fertilización. Los datos encontrados en este presente estudio se comportan de manera similar a los datos encontrados por (Fonseca, 2016) solo que se posee un mayor porcentaje de aplicación de fertilizantes.

Grafico 6. Emisiones por fertilización



Fuente: Resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño A, BS: bosque secundario A, CV: cerca vivas A, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles A, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles A, PSA: pasturas sin arboles A.

(Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ))

### 9.4.3. Emisiones de CO<sub>2</sub> de producción de leche por práctica de uso de suelo

El cálculo de promedio de emisión de CO<sub>2</sub> en producción de leche se estudiaron las vacas en ordeño que pastorean la práctica de uso de suelo, no existe diferencia significativa entre las prácticas de uso de suelo Pasturas con alta densidad de árboles, Pasturas con baja densidad de árboles y Pasturas sin árboles (cuadro 32).

Las practicas Bosques secundarios y Bosques Ribereños no introducen en su animales en producción de leche por ende no poseen datos y Cercas Vivas no tiene animales en su utilidad de practica de uso de suelo.

Cuadro 32. Análisis de varianza en emisiones de CO<sub>2</sub> de producción de leche por uso de suelo

Usos de suelo	Captura de pasturas
PCADA	37.59±1.95 B
PCBDA	25.87±1.59 B
PSA	25.27±1.64 B

Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Las prácticas de usos de suelos no poseen diferencia significativa entre los municipios por ende los datos se comportan de la misma manera en Matiguás y Muy Muy.

Cuadro 33. Análisis de varianza en emisiones de CO<sub>2</sub> de producción de leche por municipio.

Ubicación	Medias
Matiguás	15.09±4.52 A
Muy Muy	14.09±2.46 A

Fuente: Resultado de investigación.

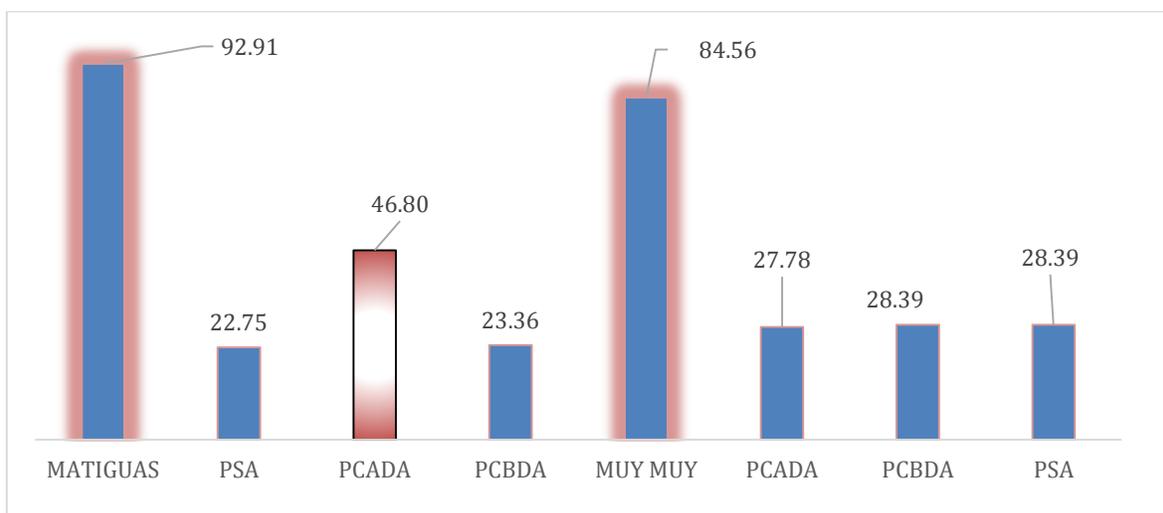
*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Entre las practicas el uso de suelo que más emitió fue la Pasturas con alta densidad de árboles con 46.80 tCO<sub>2</sub>e seguido de PCBDA y PSA con 23.35 y 22.75 tCO<sub>2</sub>e/ha/año respectivamente y en el municipio de Muy Muy las practicas PCBDA

y PSA emitieron igual cantidad de tCO<sub>2</sub>e con 28.38 tCO<sub>2</sub>e/ha/año y PCADA emitió 27.78 tCO<sub>2</sub>e/ha/año (Grafico 7). Ibrahim, M.; Sepúlveda, C.; Tobar, D.; Ríos, N.; Guerra, L.; Casasola, F.; Vega, A. (2013) en su estudio realizado en chorotega en sistemas de doble propósito y su efecto en los gases de efecto invernadero encontraron que las emisiones de dióxido de carbono en producción de leche en vacas de producción se emitió en mayor cantidad en prácticas sin árboles siendo diferente a lo encontrado en el presente estudio que la práctica que mayor emitió fue la PCADA esto debido al manejo y cantidades de animales que introducen al sitio de estudio.

Grafico 7. Emisiones de tCO<sub>2</sub>e/ha/año en vacas en producción de leche por uso de suelo



Fuente: Resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

#### 9.4.4. Emisiones de CO<sub>2</sub> de ganado en producción de carne por práctica de uso de suelo

Se realizó análisis estadísticos para saber el comportamiento de los datos por municipio y usos de suelos, los cuales existen diferencias significativas donde los bosques ribereños y secundarios son diferentes al comportamiento de pastura con baja densidad de árboles y diferente de pasturas sin árboles y pasturas con alta

densidad de árboles. Las pasturas con baja densidad de árboles emiten menor dióxido de carbono por producción de carne que las pasturas con alta densidad y pasturas sin árboles. Los datos se comportan de la misma manera entre municipios.

Cuadro 34. Análisis de varianza en emisiones de CO<sub>2</sub> de producción de carne por uso de suelo.

Usos de suelo	emisiones
BR	0.78±0.09 A
BS	0.74±0.08 A
PCADA	3.03±0.36 C
PCBDA	1.77±0.11 B
PSA	2.91±0.41 C

Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Las prácticas de usos de suelos no poseen diferencia entre los municipios por ende los datos se comportan de la misma manera en Matiguás y Muy Muy.

Cuadro 35. Análisis de varianza en emisiones de CO<sub>2</sub> de producción de carne por municipio.

Ubicación	Medias
Matiguas	1.53±0.22 A
Muy Muy	1.55±0.24 A

Fuente: Resultado de investigación.

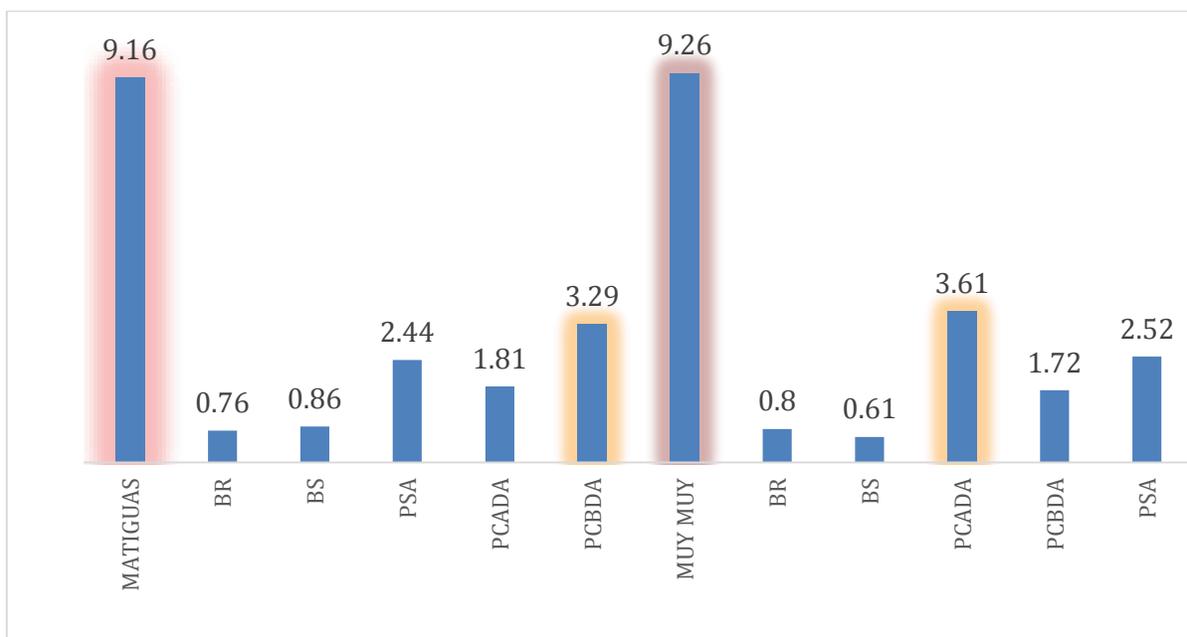
*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin arboles

En las emisiones de CO<sub>2</sub> por producción de carne el municipio con mayor emisión es Muy Muy con 9.26 tCO<sub>2</sub>e/ha/año y Matiguás emita 9.16 tCO<sub>2</sub>e/ha/año. En Muy Muy la practica con mayor emisión es PCADA con 3.61 tCO<sub>2</sub>e/ha/año seguido de PSA, PCBDA con 2.52, 1.72 tCO<sub>2</sub>e/ha/año las prácticas con menor emisión por producción de carne fueron BR y BS con 0.8 y 0.61 tCO<sub>2</sub>e/ha/año, respectivamente

y en Matiguás la práctica con mayor emisión es PCBDA con 3.29 tCO<sub>2</sub>e/ha/año seguidas de las practicas PSA, PCADA con 2.44 y 1.81 tCO<sub>2</sub>e/ha/año las practicas con menor emisiones fueron BS y BR con 0.87 y 0.76 tCO<sub>2</sub>e/ha/año. Las CV no poseen datos debido a que no se le incorporan animales en ella debido a que su manejo en estos sitios de estudios es para división de potreros (Gráfico 8). Galloway, Glenn (2007) señala que las emisiones de CO<sub>2</sub> por producción de carne escala a medida que el número de animales es mayor y las pasturas tienen mayor nivel de degradación en sus fincas experimentales de un estudio realizado en Costa Rica donde evaluaron la carga animal por uso de suelo presento los bosques emitían la menor cantidad de CO<sub>2</sub> debido a que estos usos de suelos no pastorean gran cantidad de animales en producción de carne emitiendo solo 2.34 CO<sub>2</sub>/año. Comparándolo con los datos encontrados el comportamiento es diferente emitiendo en menor cantidad a la encontrada por Galloway y Glenn pero esto debido a los tipos de manejo que productores trabajan en los sitios de estudios pastoreando la mayor cantidad de animales en sitios cercanos a áreas de ordeños o viviendas.

Gráfico 8. Emisiones de tCO<sub>2</sub>e/ha/año por producción de carne por uso de suelo



Fuente: Resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

#### 9.4.5. Emisiones totales de CO<sub>2</sub> por uso de suelo

Se encontró diferencias significativas entre las prácticas de uso de suelo, las BR y BS son similares entre ellas pero diferentes a las demás prácticas PCADA, PSA y PCBDA. (Cuadro 36)

Cuadro 36. Análisis de varianza de emisiones totales por uso de suelo

Usos de suelo	Medias
BR	1.27±0.14 A
BS	1.23±0.33 A
PCADA	41.00±0.17 B
PCBDA	28.27±0.34 B
PSA	28.93±0.12 B

Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Las prácticas de usos de suelos no poseen diferencia significativa entre los municipios por ende los datos se comportan de la misma manera en Matiguás y Muy Muy. **(Cuadro 37)**

Cuadro 37. Análisis de varianza en emisiones totales por municipio

Ubicación	Medias
Matiguás	17.44±0.04 A
Muy Muy	16.13±0.05 A

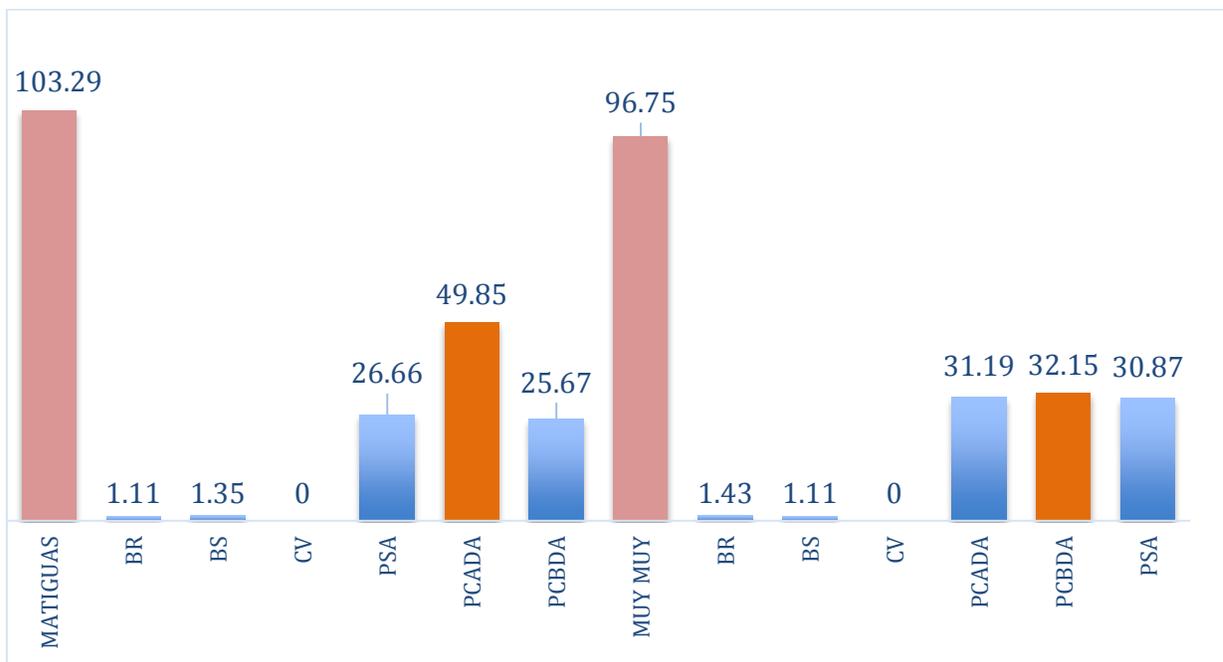
Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

El municipio con mayor emisión total es Matiguás emitiendo 103.29 toneladas de dióxido de carbono equivalente por hectárea por año (tCO<sub>2</sub>e/ha/año) y Muy Muy emite menos con 96.75 tCO<sub>2</sub>e/ha/año. En Matiguás la práctica con más emisiones

fue el uso de suelo con PCADA: 49.85 tCO<sub>2e</sub>/ha/año seguido de PSA y PCBDA: 26.66 y 25.67 tCO<sub>2e</sub>/ha/año, respectivamente, BS: 1.35 tCO<sub>2e</sub>/ha/año, BR: 1.11 tCO<sub>2e</sub>/ha/año. En Muy Muy las prácticas PCBDA, PCADA y PSA se comportan de igual manera emitiendo en un rango de 32.15 ha 30.87 tCO<sub>2e</sub>/ha/año siendo las practicas BS y BR con menores cantidades de emisiones con 1.11 y 1.43 tCO<sub>2e</sub>/ha/año. La práctica CV que debido a su manejo en estos sistemas no emite tCO<sub>2e</sub>/ha/año en ambos municipios (Grafico 9). Los resultados del presente estudio fueron menores a los encontrados por el Proyecto GANASOL. (2015) donde afirma que las pasturas degradadas sin arboles emiten un total de 57 tCO<sub>2e</sub> al año, el factor que los productores se les ha incentivado a prácticas con menores emisiones y las sistemas de manejos han cambiado.

Grafico 9. Total de emisiones de tCO<sub>2e</sub>/ha/año por práctica de uso de suelo



Fuente: Resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

### 9.5. Balance de emisiones y capturas de tCO<sub>2</sub>e por práctica de uso de suelo

En el análisis de varianza se encontró que no existe diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre prácticas Bosque ribereños, bosque secundario, pero si son diferentes a cercas vivas son las practicas las cuales capturan y no emiten existiendo diferencia significativas hacia las pasturas con alta y baja densidad de árboles, emitiendo mayor cantidad las pasturas sin árboles.

Cuadro 38. Análisis de varianza balance de emisiones y capturas por uso de suelo.

Usos de suelo	Balance
BR	39.65±4.68 C
BS	26.49±3.10 C
CV	0.13±0.03 B
PCADA	-24.60±2.00 A
PCBDA	-38.42±11.04 A
PSA	-26.76±1.86 A

Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

Las prácticas de usos de suelos no poseen diferencia significativa entre los municipios por ende los datos se comportan de la misma manera en Matiguás y Muy Muy.

Cuadro 39. Análisis de varianza balance de emisiones y capturas por municipio

Ubicación	Medias
Matiguás	24.86±6.41 A
Muy Muy	22.81±4.82 A

Fuente: Resultado de investigación.

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

Las cantidades promedio del balance de emisiones menos captura con signo negativo significa que la práctica de uso de suelo captura y se vuelve una práctica amigable con el ambiente aportando al almacenamiento de CO<sub>2</sub> y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernaderos y los de valor positivo significan que emiten tCO<sub>2</sub>e.

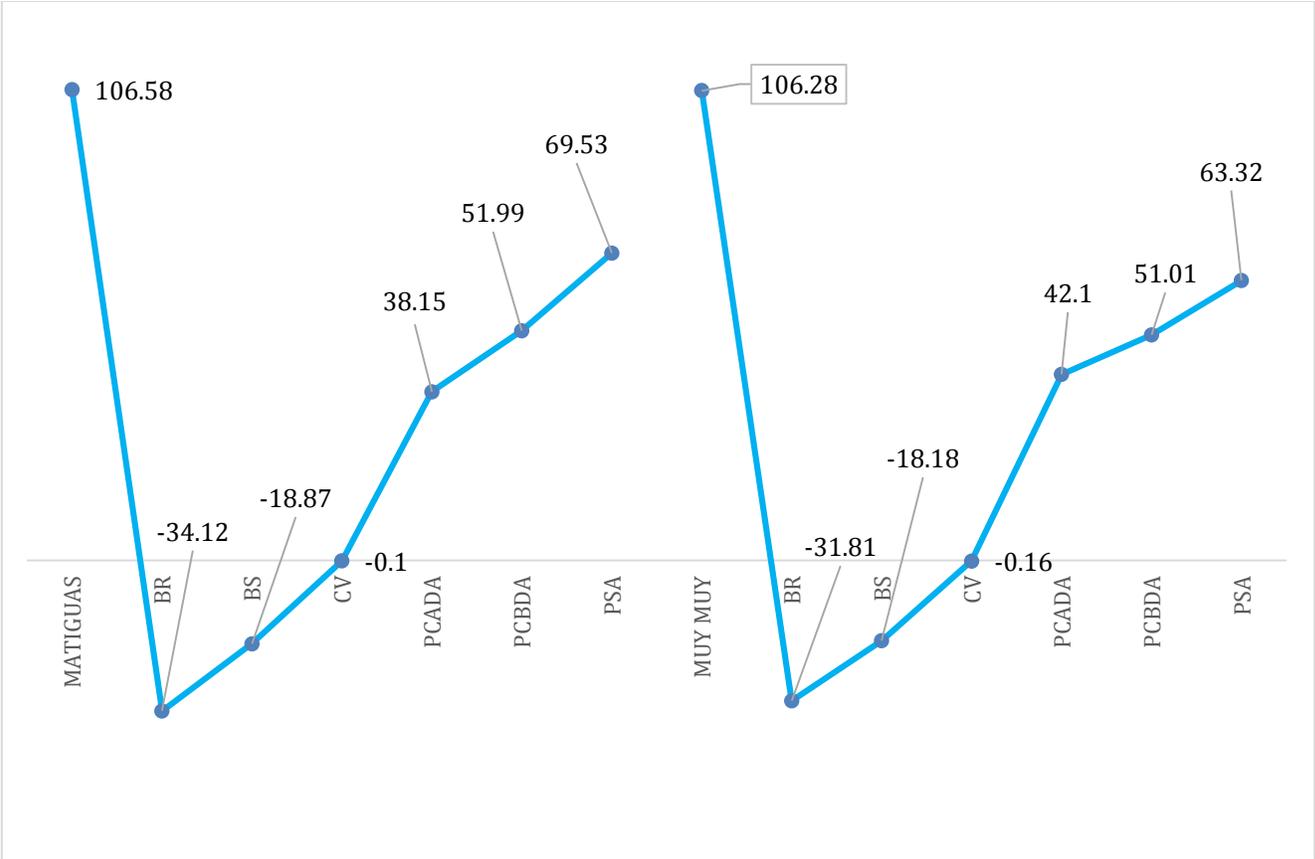
El balance de emisiones y captura donde los municipios Matiguás y Muy Muy emiten en sus prácticas de usos de suelo con 106.58 y 106.28 tCo<sub>2</sub>e/ha/año respectivamente, ya que sus sistemas de manejo en las fincas de doble propósitos son similares y pertenecen al mismo corredor Trópico Seco o vía láctea del departamento de Matagalpa.

La práctica que mayor emitió CO<sub>2</sub> a diferencia del resto fue la pasturas sin arboles con 69.53 y 63.32 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Matiguás y Muy Muy, respectivamente, seguido de las pasturas con baja y alta densidad de árboles con 51.99 y 38.15 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Matiguás y 51.01 y 42.1 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Muy Muy.

Las práctica de uso de suelo con mayor captura de carbono son los bosques ribereños con 34.12 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Matiguás y Muy Muy con 31.81 tCO<sub>2</sub>e/ha/año seguido de las practicas bosque secundarios y cercas vivas capturando 18.87 y 0.1 tCO<sub>2</sub>e/ha/año en Matiguás y 18.18 y 0.16 tCO<sub>2</sub>e/ha/año (Gráfico 10). Siendo mayores los datos encontrados en el estudio que el de Ibrahim, M.; Sepúlveda, C.; Tobar, D.; Ríos, N.; Guerra, L.; Casasola, F.; Vega, A. (2013). En el estudio en el cual estimo la remoción y la reducción de gases efecto invernadero por prácticas de manejo mejores en pastizales bajo el Estándar de Carbono Voluntario que consiste en prácticas amigables con el ambiente que capturen mayor cantidad dióxido de carbono que se encontró que la práctica que más capturaba fue la de bosques riparios con apenas 12.34 tCO<sub>2</sub> y la práctica que emitía mas era la pasturas degradadas con apenas 34.12 tCO<sub>2</sub>e. Este crecimiento tanto de emisiones y capturas pueden ser efecto del aumento de producción de sistemas de producción

ganadera y los diversos manejo de estas prácticas, las cuales han venido concientizando sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y tratar de construir sistemas de producción más amigables al ambiente.

Grafico 10. Balance promedio de emisiones y capturas de tCO<sub>2</sub>e por prácticas de usos de suelo.



Fuente: Resultado de investigación.

Nota: BR: bosque ribereño, BS: bosque secundario, CV: cerca vivas, PCADA: pasturas con alta densidad de árboles, PCBDA: pasturas con baja densidad de árboles, PSA: pasturas sin árboles.

## X. CONCLUSIONES

Se rechaza la hipótesis general debido a que según el manejo de la práctica de usos de suelo posee efectos sobre la captura y emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> es decir las practicas con mayor densidad de árboles y mejor estado en las pasturas tienen una mayor captura de dióxido de carbono.

Se acepta la hipótesis de investigación número uno resultando que los usos de suelo en Matiguás y Muy Muy se comportaron de manera similar en sus datos y no poseen diferencia significativa en sus resultados esto se evaluó con análisis de varianza con el programa INFOSTAT.

Se rechaza hipótesis de investigación numero dos debido a que las prácticas de uso de suelo en fincas ganaderas con sistemas doble propósito en los municipios de Matiguás y Muy Muy capturan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Obteniendo como resultado en el estudio que la práctica que más almacena y fija tCO<sub>2</sub>e/ha/año es la de bosque ribereño con 41.87 tCO<sub>2</sub>/ha/año Matiguás y 39.98 tCO<sub>2</sub>e/ha/año Muy Muy, debido a que posee mayor número de árboles en el sitio de estudio y es una práctica que tiene componentes que ayudan a la fijación de carbono como lo es pasturas y los árboles.

Se rechaza hipótesis de investigación número tres ya que las prácticas de uso de suelo en fincas ganaderas con sistemas doble propósito en los municipios Matiguás y Muy Muy emiten dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) resultando que la práctica de uso de suelo que es un mayor emisor de CO<sub>2</sub> es la pasturas sin arboles con un promedio de 66.43 tCO<sub>2</sub>e/ha/año lo cual indica que entre menos es la presencia de árboles mayor serán las emisiones en el sistema de producción de doble propósito en la ganadería de Muy Muy y Matiguás.

Se rechaza hipótesis de investigación número cuatro debido a que no todas las prácticas de usos de suelo en fincas ganaderas con sistemas doble propósito en los municipios Matiguás y Muy Muy poseen balance positivo entre captura y emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) la práctica de uso de suelo en los sistemas de producción ganadera que son amigables con el ambiente debido a que ellas capturan CO<sub>2</sub> son los bosque ribereño con promedio de captura de 32.96 tCO<sub>2</sub>e/ha/año los bosque secundarios con promedio de 18.45 tCO<sub>2</sub>e/ha/año de captura dando una respuesta fija que entre más árboles exista en el uso de suelo mayor será la captura de gases de efecto invernadero y el sistema de producción será amigable con el ambiente.

## **XI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda:

Aumentar el número de trabajos de investigación por todas las zonas productivas de Nicaragua para crear conciencia en los productores sobre la importancia de diversificación de árboles en los sistemas de producción ganaderas y estos sistemas sea amigables al ambiente capturando una mayor cantidad de dióxido de carbono.

Se recomienda a los productores aumentar el número de árboles en los sistemas de producción para elevar el promedio de captura de dióxido de carbono y contribuir a la disminución de emisiones de dióxido de carbono.

Realizar estudio de rentabilidad para presentar al productor la importancia económica de los árboles en los sistemas de producción, mejorar sus prácticas usos de suelo y sean amigables al medio ambiente para el mejoramiento de sus sistemas productivos.

Elaborar reuniones o talleres con productores para la concientizar sobre el manejo de usos de suelo y fomentar el uso de prácticas silvopastoriles que contribuyan al mejoramiento ambiental.

## XII. BIBLIORAFÍAS

- Abreu, J de; Lima, M; Queiroz, M. de; Santos, M; Primavesi, O; Toyoko; R; Berchielli, T. (2004). Inventory improvements for methane emissions from ruminants in Brazil. Report No. 8. Jaguariúna, SP, Br, Brazilian Agricultural Research Corporation- Embrapa. 15 p.
- Albrecht, A; Kandji, S. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 99:15-27.
- Amezquita, M.C.; Amezquita, E., Casasola, F.; Ramirez, B.L.; Giraldo, H.; Gomez, M.E.; Llanderal, T.; Velásquez, J. and Ibrahim, M. (2008). C stocks and sequestration. 49-68p. In: Mannelje, L.; Amezquita, M.C.; Buurman, P. Ibrahim, M.(Eds). *Carbon sequestration in tropical grassland ecosystems*. Wageningen Academic Publisher.
- Andrade C., H.J., (1999). Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70 p.
- Arias, A; Alonso, C; Rodríguez, G; Kries, R. (1997). Marco global para el desarrollo agropecuario: el caso Venezuela. In II Foro Iberoamericano de Agricultura. Maturín, VE, Ministerio de Agricultura y Cría. 55 p.
- Arias, K; Ruiz-Sivera, C; Milla, M; Messa, H.F; Escobar, A. (2001). Almacenamiento de carbono por *Gliricidia sepium* en sistemas agroforestales de Yaracuy, Venezuela. (en línea). *Livestock Research For Rural Development* 13(5). Consultado 1 Nov. 2006. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/5/ruiz135.htm>
- Baker, T.; Chao, K. (2009). Manual para mediciones de detritus de madera gruesa en parcelas RAINFOR. Pan Amazonía: Universidad de Leeds. (en Línea):[http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/rainfor/manuals/CWD\\_protocol\\_RAINFOR\\_2009\\_ESP.pdf](http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/rainfor/manuals/CWD_protocol_RAINFOR_2009_ESP.pdf)
- Banco Central de Nicaragua (2010). Índices económicos, Nicaragua.
- Bennett, R.N. Mellon, Foidl N., Pratt, J. H., Dupont, M.S. Perkins, L., Kroon, P.A.. (2003). Profiling Glucosinolates and Phenolics in Vegetative and Reproductive Tissues of the Multi-Purpose Trees *Moringa oleifera* L. (Horseradish Tree) and *Moringa stenopetala* L. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51 (12), pp 3546–3553
- Betancourt, K. (2013). Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de Matiguas, municipio de Matagalpa, Nicaragua. Tesis de Maestría. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica: 60p.
- Bevilacqua, M; Miranda, M. (2002). Cobertura y protección de los bosques. In *Situación de los bosques en Venezuela. La región Guayana como caso de*

- estudio. Informe del Observatorio Mundial de Bosques Observatorio Mundial de Bosques (OMB - Venezuela). Instituto de Recursos Mundiales (WRI) - Fundación Polar. Caracas, VE, Imagen Color S.A. 133 p
- Brown, P; Cabarle, B; Livernash, R. (1997). Carbon counts: Estimating climate change mitigation in forestry projects. World Resources Institute, US. 25 p.
- Buurman, P; Ibrahim, M; Amézquita, M C. (2004). Mitigation of greenhouse gas emissions by silvopastoral systems: optimism and facts. In Mannetje, L´t.; Ramírez, L; Ibrahim, M; Sandoval, N; Ojeda, JK. eds. The Importance of Silvopastoral System in Rural Livelihoods to Provide Ecosystem Services (2, 2004, Merida, MX). Memoria. Mérida, MX. p. 61.
- Carballo D. D J., Matus L. M., Betancourt M & Ruíz F. C (2005) Manejo de pasto I. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. 170pp. [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/139-AFORAR\\_POTRERO.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/139-AFORAR_POTRERO.pdf).
- Cassasola, F; Ibrahim, M; Barrantes, J. (2005). Los árboles en los potreros. IMPASA. 2:19p
- Castillo (2014). Metodos de investigacion educativa, Universidad Autonoma de 3º Magisterio Educación Especial, Madrid España. [https://www.uam.es/personal\\_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Est\\_Casos\\_doc.pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Est_Casos_doc.pdf)
- Castro .E. (2012). Estrella Cárdenas Castro, Productividad en materia seca y captura de carbono en un sistema silvopastoriles y un sistema tradicional en cinco fincas ganaderas de piedemonte en el departamento de Casanare Colombia
- CATIE, (2015). Metodologias para calculos de medidas de arboles en areas forestales Costa Rica 2015.
- CENAGRO. (2011). VI Censo nacional Agropecuario. MAGFOR-INIDE.
- Chavarria, A. (2010). Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 195 p
- Chave (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests <http://chave.ups-tlse.fr/chave/chave-oecologia05.pdf>
- Dixon (1995). Diagnostico y diseño participativo en diseños agroforestales. Corpoica\_MDR (1): 41p
- Esquivel, H; Ibrahim, M; Harvey, C; Benjamin, T; Villanueva, C; Sinclair, F. (2003). Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. Agroforesteria en las Américas 10(39/40): 24-29
- FAOSTAT, (2012). Base de datos de FAO. Consultada el 15 de agosto del 2012. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/377/DesktopDefault.aspx?PageID=377#ancor>.

- Ferreira, CM. (2001). Almacenamiento de carbono en bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 100 p.
- Fonseca (2016). Andrés Vega Fonseca Tesis de Análisis de herramientas para la estimación de gases de efecto invernadero (GEI) y su aplicación en sistemas de producción doble propósito en fincas ganaderas de la cuenca del río Jesús María, Costa Rica 2016
- Galloway, Glenn (2007). El Fomento de Plantaciones Forestales en América Central. En: Resumen de Ponencias del III Congreso Forestal Centroamericano. 15, 16 y 17 de setiembre, 2007, San José, Costa Rica. Páginas 66-85.
- Gamma (2010) Programa de fomento de la producción agropecuaria sostenible (PFPAS) programa de ganadería y manejo del medio ambiente (GAMMA) estudio determinación del balance de gases efecto invernadero en fincas ganaderas de la región chorotega, como elemento de referencia para mejorar la competitividad sp no: 14-2009. Informe final, junio del 2010.
- Gregory, SV; Swanson, FJ, McKee,A; Cummins, W. (1991). An ecosystem perspective of riparian zones: focus on links between land and water. *Bioscience* 41 (8): 540-551
- Harvey, C; Ibrahim, M. (2003). Diseño y manejo de la cobertura arbórea en fincas ganaderas para mejorar las funciones productivas y brindar servicios ecológicos. *Agroforestería en las Américas*. (10): 39-40
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Batista Lucio, P. (1991). Metodología de la investigación. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de <https://www.esup.edu.pe/investigacion> Metodología
- Hernández, I; y Simón, L. (1993). Los sistemas silvopastoriles: Empleo de la agroforestería en las explotaciones ganaderas. *Pastos y Forrajes*. 99p <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/factores-de-emision-gei-cuarta-edicion>
- Ibrahim, Chacón, Cuartas, Naranjo, Ponce, Vega, Casasola, Rojas (2007). Muhammad Ibrahim<sup>1</sup> ; Mario Chacón<sup>1</sup> ; César Cuartas<sup>2</sup> ; Juan Naranjo<sup>2</sup> ; Guillermo Ponce<sup>1</sup>; Pedro Vega<sup>3</sup>; Francisco Casasola<sup>1</sup>; Jairo Rojas 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua *Agroforestería en las Américas* N° 45 2007
- Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F; Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa aérea en sistemas de uso de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 45:27 – 36.
- Ibrahim, M; Chacón, M; Mora J; Zamora, S; Gobbi, J; Llanderal, T; Harvey, A; Murgueitio, E; Casasola, F; Villanueva, C; Ramirez, E. (2005). Opportunities for carbon sequestration and conservation of water resources on landscapes

- dominated by cattle production in Central America. In Henry A.Wallace/CATIE Inter-American Scientific Conference Series, "Integrated management of environment services in human-dominated tropical landscape" (4, Costa Rica, 2005). Abstracts. Turrialba, CR, CATIE. p. 27 -34.
- Ibrahim, M; Guerra, L; Neely, C; Casasola, F. (2010). Importance of Silvopastoriles Systems for mitigation of climate change and harnessing of environmental benefits In Grassland Carbon Sequestration: Management Policy and Economics. Proceedings of the workshop on the role of grassland on, sequestration in the mitigation of climate change. FAO. Vol 11. p. 189 – 196.
- Ibrahim, M; Harvey, C. (2003). Diseño y manejo de la cobertura arbórea en fincas ganaderas para mejorar las funciones productivas y brindar servicios ambientales. *Agroforesteria en las Américas* 10 (40): 4-5.
- Ibrahim, M.; Sepúlveda, C.; Tobar, D.; Ríos, N.; Guerra, L.; Casasola, F.; Vega, A. (2013). Balance de gases de efecto de invernadero en los sistemas ganaderos de doble propósito en la región Chorotega.
- IMN. (2014). Factores de emisión de gases de efecto invernadero. Cuarta Edición. San José, Costa Rica.: 10 p. Consultado 02/03/2015. Disponible en
- Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA) (2003). Estudio de la cadena de comercialización de la leche. Managua, Nicaragua. EDITARTE.121p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA) 2009. Manual de IPCC (Intergovernmental Panel Climate Change). 2006. Guidelines for National Green House Inventories. (En línea). Consultado abr 2007. Disponible en: <http://www.grida.no/climate/ipcc>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1996. Report of the twelfth session of the intergovernmental panel on climate change. Reference manual and workbook of the
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. Climate change: Mitigation. Contribution of working group III of the Intergovernmental panel on climate change. (En línea). Consultado nov. 2005. Disponible en: [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg3/index.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg3/index.htm).
- IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change). 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996
- IPCC (2001) revised guidelines for national greenhouse gas inventories. Ciudad de México, MX. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001a. Technical summary. In Climate Change 2001: The scientific basis.

- Contribution of working group I of the Intergovernmental panel on climate change. Consultado nov. 2005. Disponible en: [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg1/index.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/index.htm)
- IPCC, (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, Chapter 4 Supplementary methods and good practice guidance arising from the Kyoto Protocol, Section 4.2.3.7.
- IPCC, (2006) Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 1 Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions, Chapter 2, Reporting the National Inventory, Table 2-1, page 2.3
- Izaguirre, F.F., Martínez T. J. J. (2008). El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. *Tecnología en Marcha*, Vol. 21-1, Enero-Marzo 2008, P. 28-40
- Johnson, J.; Fransluebbers, A. J.; Weyers, S. L. & Reicosky, D. C. (2007). Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions. *Environmental pollution*, 150: 107-124.
- Kanninen, M. (2000). Secuestro de carbono en los bosques: El papel de los bosques en el ciclo global de carbono. In C. Pomareda y H. Steinfeld Eds. *Intensificación de la ganadería en Centroamérica: Beneficios económicos y ambientales*. CATIE/FAO/SIDE, San José, CR, pp. 137-149.
- Kelling, C. (1998). Rewards and penalties of monitoring the earth. *Annu. Rev. Energy Environ.* 23:25–82.
- León-Velarde, C; Quiroz, R. A; Cañas, R; Osorio, J; Guerrero, J; Pezo, D. (2006). LIFE-SIM: Livestock feeding strategies simulation models. Natural Resources Management Division, CIP (International Potato Center), Lima, PE (Working Paper N° 2006-1). 37 p.
- López, A; Schlönvoigt; Ibrahim, M; Kleinn, C; Kanninen, M. (1999). Cuantificación del carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en el Zona Atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 6(23):51-53.
- MacDicken, K. (1997). A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. F. C. M. P. Winrock International Institute for Agricultural Development. US. 91 p.
- Martínez F, (2008). Recomendaciones sobre sistemas intensivos de reproducción de carne: Estabulación, Semiabulación y suplementación estratégica en pastoreo. Santiago de Cali.
- Martínez, Villanueva–López, Casanova (2013). Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la sierra de Tabasco, México. *Agrociencia* vol.47 no.5 México jul./ago. 2013
- Messa, H. F. (2009). Balance de Gases de efecto invernadero en un sistema doble propósito con un alternativas silvopastoriles. Costa Rica.
- Montenegro, J; Abarca, S. (2001). Balance of emissions with greenhouse effect in silvopastoral systems in three life zones of Costa Rica. In Ibrahim, M.

- compiler. International Symposium on Silvopastoral Systems, Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. (2, 2001, San José, CR). Turrialba, CR, CATIE/GTZ/EDI/IFS/DANIDA/IUFRO/SIDCA /FAO. p. 107-111
- Mora, V. (2001). Fijación, emisión y balance de gases de efecto invernadero en pasturas en monocultivo y en sistemas silvopastoriles de fincas lecheras intensivas de las zonas altas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 92 p.
- Mora, V. (2001). Fijación, emisión y balance de gases de efecto invernadero en pasturas en monocultivo y en sistemas silvopastoriles de fincas lecheras intensivas de las zonas altas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 92 p. Moreno, F;
- Moreno, F; Lara, W. (2003). Variación del carbono orgánico del suelo en bosques primarios intervenidos y secundarios. In Orrego, SA; Del Valle JI; Moreno, FH. eds. Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia, contribuciones para la mitigación del cambio climático. Bogotá, CO. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencias Forestales / Centro Andino para la Economía del Medio Ambiente (CAEMA). p 87-120.
- Murgueitio, E; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. (2003). Usos de la tierra en fincas ganaderas. Guía para el pago de servicios ambientales en el Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas.
- Murgueitio, E; Rosales, M.; Gómez; M. (1999). Agroforestería para la producción animal sostenible. Cali, CO, Fundación CIPAV. 67 p.
- Murgueitio, E. ed. Cali, CO, Fundación CIPAV. 97 p. Murgueitio, E; Ibrahim, M. (2008). Ganadería y medio ambiente en América Latina. In Murgueitio, E; Cuartas, C; Naranjo, J. eds. Ganadería Del Futuro: Investigación para el Desarrollo. Cali, CO, Fundación CIPAV. p 19-39.
- Naiman, RJ y Décamps H. (1997). The ecology of interfaces: Riparian Zones. Ann. Rev. Ecol. Syst. 28:621-58.
- Pezo, D; Ibrahim, M. (1999). Sistemas Silvopastoriles. Módulo de enseñanza agroforestal. Colección Módulos de enseñanza agroforestal. Proyecto agroforestal CATIE/ GTZ.
- Proyecto GAMMA. (2010). Determinación del Balance de efecto Invernadero en fincas ganaderas en la región del Chorotega. CATIE.
- Proyecto GANASOL. (2015). Análisis de carbono y emisiones de gases de efecto invernadero en fincas ganaderas con sistemas de producción doble propósito. CATIE.

- Reid, R; Thornton, P; McCrabb, G; Kruska, R; Atieno, F; Jones, P. (2004). Is it possible to mitigate greenhouse gas emissions in pastoral ecosystems of the tropics? *Environmental, Development and Sustainability* 6:91-109.
- Rodríguez, Pratt (2010). Jorge Rodríguez, Lawrence Pratt Potencial de Carbono y Fijación de Dióxido de Carbono de la Biomasa en Pie por Encima del Suelo en los Bosques de Nicaragua
- Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 45:27-36
- Romero, J. (2009). Metodología para estimar la remoción y la reducción de gases efecto invernadero por prácticas de manejo mejoradas en pastizales bajo el Estándar de Carbono Voluntario. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 2008. Serie Técnica, Manual Técnico No 83. Turrialba, C. R.: 171 p.
- Ruiz, A. (2002). Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguás, Nicaragua. Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Ruiz, A. (2002). Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguás, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 111p.
- Salinas, Z.; Hernández, P. (2008). Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía. CATIE, Turrialba. Serie Técnica, Manual Técnico no. 83. 220p.
- Sanchez , Harvey, Grijalva, Medina, Vilchez, Hernandez (2005). Dalia Sánchez Merlos<sup>1</sup>, Celia A. Harvey, Alfredo Grijalva, Arnulfo Medina, Sergio Vilchez & Blas Hernández. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua.
- Sampieri, Collado, & Batista, (2014). Trabajo de Bioestadística general, propuestas de investigación. México 2014
- Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; Haan C. (2006). La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones, FAO; LEAD: 493p.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. (2000). The Hamburger Connection Hangover: Cattle Pasture Land Degradation and Alternative Land Use in Central America. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 71 p. (Serie Técnica / Informe técnico, no. 313).
- Veldkamp; Keller, Núñez, (1998). Effects of pasture management on N<sub>2</sub>O and NO emissions from soils in the humid tropics of Costa Rica. *Global Biogeochemical Cycles*, VOL. 12, No. 1, pp. 71-79.
- Vellina, T. (2008). [SustainableDayryfarming.om](http://SustainableDayryfarming.om). Recuperado el 11 de Abril de 2016

- Vellinga, T. (2008). Las emisiones de Gases de efecto invernadero en las granjas lecheras. Sustainable dairy farming. Consultado 12 sep. 2009. Disponible en: [editor@sustainabledairyfarming.com](mailto:editor@sustainabledairyfarming.com)
- Wenger, S. (1999). A review of the scientific literature on riparian buffer width, extend and vegetation. Office of Public Service and Outreach. Institute of Ecology. University of Georgia. USA. Versión electrónica. Consultado el 25 de octubre 2009.  
[http://www.chathamnc.org/WatershedReviewBoard/supporting\\_documents/stream\\_buffers/LitReviewRiparianBuffers.pdf](http://www.chathamnc.org/WatershedReviewBoard/supporting_documents/stream_buffers/LitReviewRiparianBuffers.pdf)
- White, R. (2006). Principles and practice of soil science. The soils as a natural resource. 4th ed. Oxford, UK, Blackwell Publishing. 212 p.
- Wilkerson, V; Casper, D; Mertens, D. (1995). The prediction of methane production of Holstein cows by several equations. *Journal Dairy Science* 78:2402-2414.
- Zamora, S. (2006). Efecto de los pagos por servicios ambientales en la estructura, composición, conectividad y el stock de carbono presentes en el paisaje ganadero de Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, 70 p

### XIII. Anexos

**Tabla de operacionalización de la variable por cada objetivo**

Objetivo	Variable	Indicador	Método	Instrumentos
identificar prácticas de uso de suelo en fincas ganaderas con manejo doble propósito en los municipios de Matiguas y Muy Muy.	las practicas de uso de suelo de manejo en fincas ganaderas	-Prácticas de manejo realizadas. -prácticas de manejo de hato. -usos de suelo	Recolección de datos y recorrido por las fincas estudiadas	Hoja de registros Hoja de campo Cinta métrica
Estimar en captura de CO <sub>2</sub> según prácticas de uso de suelo implementada en fincas ganaderas con manejo doble propósito.	Cuantificar la captura de CO <sub>2</sub>	-Producción de biomasa aérea y raíces. Especie de árbol Altura de árbol Diámetro de copa Densidad de madera por especie DAP (diámetro de altura al pecho) -pastura. Altura de pasto %cobertura. %maleza, %de suelo descubierto. Estado de pastura, Tipo de suelo	Chave (2005)	-Hoja de registros -Bolsas kraft -herramienta Excel para procesamiento de datos
Estimar las emisiones de CO <sub>2</sub> según prácticas de uso de suelo implementadas en fincas ganaderas con manejo doble propósito.	Estimar las emisiones de CO <sub>2</sub> .	-Emisión de CO <sub>2</sub> numero de animales peso del animal fertilización	metodología IPCC (2006)	Hoja de campo Observación visual Fotos. Hoja de registro Herramienta Excel
Valorar la eficiencia de balance de captura y emisiones según práctica de uso de suelo en los sistemas de producción de fincas ganaderas de manejo doble propósito.	Balance positivo o negativo de los sistemas de producción	Relación captura/emisiones por practicas	Se comparar el balance de captura y emisiones para ver la eficiencia de las prácticas de uso de suelo	Hoja de registro Hoja de campo

### Cronograma de actividades.

<b>Cronograma de actividades</b>	<b>Fecha</b>		<b>Responsable</b>
	<b>Inicio</b>	<b>Finalización</b>	
Revisión de información (primaria y secundaria)	01/04/2016	29/04/2016	Maestrante
Elaboración de Protocolo	02/04/2016	30/04/2016	Maestrante
Adquisición de materiales	05/05/2016	15/05/2016	Maestrante
Selección de productores	15/05/2016	15/06/2016	Maestrante
Establecimiento de la fase de Campo	15/05/2016	15/06/2016	Maestrante
Levantamiento de información general (Caracterización)	15/05/2016	15/07/2016	Maestrante
elaboración de base de datos	16/05/2016	30/05/2016	Maestrante
Implementación de registros	15/05/2016	15/07/2016	Maestrante
Pesaje de animales	15/07/2016	15/11/2016	Maestrante
Muestreo de pasturas	10/08/2016	10/09/2016	Maestrante
Toma de Muestra de leche y análisis	15/12/2016	15/11/2016	Maestrante
Digitalización de Datos	10/01/2017	20/12/2016	Maestrante
Análisis de datos	20/01/2017	05/12/2016	Maestrante
Elaboración de informe final	15/08/2017	20/12/2016	Maestrante

### Formato de levantamiento de datos.

Formato para levantamiento de datos por sitio															
Fecha					Propietario de la finca:				Manejo de la carga animal en caso de los SSPS:						
Nombre de la finca:				nombre del potrero:				numero de sitio:		Estado del suelo:			Tipo de sitio:		
Uso del suelo:				Uso anterior de la tierra:					Estado del fuste (tronco) bueno, malo o regular.	tipo de suelo (Clase de suelo):					
Años de pastoreo:				pastura (natural o mejorada)	coordenadas de centro del sitio			Diámetro de copa		Altura de copa	fertiliza?	con que?	Coordenadas de área		
	Vegetación (Cobertura arbórea con dap > 10 cm.		coordenada de el árbol		X:	Y:									
N. de árbol		Especie	X	Y	Dap	Altura total	Altura comercial					x	y	altura (z)	

Selección de usos del suelo.

1. Bosque secundarios
2. Bosque ribereño o de galería
3. Cercas vivas simples (presencia de una o dos especies)
4. Pasturas con alta densidad de árboles ( $\geq 30$  árboles/ha)
5. Pasturas con baja densidad de árboles ( $\leq 29$  árboles/ha)
6. Pasturas sin arboles

Observaciones


**Formato de seguimiento del hato ganadero en los sitios de estudio.**

Registro de inventario de hato mes: _____					
N	categoría	raza	cantidad	estado	peso % kg
1	vacas en producción				
2	vacas secas				
3	vaquillas + 3años				
4	vaquillas 2 - 3 a				
5	vaquillas 1 - 2 a				
6	ternaras menor de 1a				
7	sub total de hembras				
8	sementales				
9	toretas + 3 a				
10	toretas 2 - 3a				
11	toretas 1 - 2a				
12	toretas - 1 a				
13	Novillos				
14	Bueyes				
15	Sub total machos				
16	total de bovinos				
17	total de equinos				
18	total de caprinos				
19	total de ovinos				
20	total porcino				
21	total de cabezas				

Observaciones
