



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

**Por un Desarrollo  
Agrario Integral  
y Sostenible**

**Trabajo de Graduación**

**Cuantificación de la biomasa, dióxido de  
carbono (CO<sub>2</sub>) y carbono almacenado en  
bosques y sistemas Silvopastoriles en siete  
fincas del municipio de Boaco- Camoapa,  
Nicaragua, 2018**

**AUTOR**

**Br. Kevin Antonio Silva García**

**ASESORES**

**Ing. MSc. Edwin Alonzo Serrano**

**Ing. Claudio Calero**

**Managua, Nicaragua  
Julio , 2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Facultad de Recursos Naturales y del**  
**Ambiente**

**Trabajo de Graduación**

**Cuantificación de la biomasa, dióxido de  
carbono (CO<sub>2</sub>) y carbono almacenado en  
bosques y sistemas Silvopastoriles en  
siete fincas del municipio de Boaco-  
Camoapa, Nicaragua, 2018**

**AUTOR**

Br. Kevin Antonio Silva García

**ASESORES**

Ing. MSc. Edwin Alonzo Serrano

Ing. Claudio Calero

**Managua, Nicaragua**

**Julio, 2019**

## INDICE DE CONTENIDO

Sección		Página
	<b>DEDICATORIA</b>	i
	<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
	<b>INDICE DE CUADRO</b>	iii
	<b>INDICE DE FIGURAS</b>	iv
	<b>INDICE DE ANEXOS</b>	iv
	<b>RESUMEN</b>	v
	<b>ABSTRACT</b>	vi
I	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
II	<b>OBJETIVOS</b>	3
2.1.	Objetivo General	3
2.2.	Objetivo específicos	3
III	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	4
3.1.	Descripción del Municipio	4
3.1.1	Ubicación del área de estudio	4
3.2.	Descripción física	5
3.3.	Metodología	7
3.3.1.	Diseño de Inventario	7
3.3.2.	Diseño de parcelas en bosques y silvopastoriles	9
3.3.3.	Recolección de datos	11
3.3.4.	Ordenamiento y Análisis de datos	14
3.3.5.	Variables calculadas y evaluadas	14
IV	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	16
4.1.	Composición florística en bosque y sistema Silvopastoril	16
4.2.	Especies arbóreas y frecuencia encontradas por fincas	17
4.2.1.	Sistema bosque	17
4.2.2.	Sistema silvopastoril	19
4.2.3	Relación de la fijación y almacenamiento de carbono con la estructura horizontal en bosque y sistema silvopastoril	20
4.3.	Biomasa presente en los sistemas bosques y silvopastoril	21
4.4.	Carbono presente en los sistemas bosque y silvopastoril	22
4.5.	Dióxido de carbono ( CO <sub>2</sub> ) presente en los sistemas bosque y silvopastoril	23
4.6.	Comportamiento de las presencia de especies en la fincas evaluadas	24
4.7.	Valoración del contenido de biomasa , CO <sub>2</sub> y carbono almacenado en relación a estudios similares	26
V	<b>CONCLUSIONES</b>	29
VI	<b>RECOMENDACIONES</b>	30
VII	<b>REFERENCIAS CITADAS</b>	31
VIII	<b>ANEXOS</b>	34



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# Universidad Nacional Agraria

## Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Tribunal Examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al Título Profesional de:

**Ingeniero Forestal**

---

**Ing. Álvaro Noguera Talavera**  
**Presidente**

---

**Ing. MSc. Jael Cruz Castillo**  
**Secretario**

---

**Vocal**

Managua, Nicaragua

Julio, 2019

## DEDICATORIA

Primeramente, a Dios nuestro padre celestial creador y único juzgador de este mundo, por darme el don de la vida y la dicha de gozar cada momento rodeado de las personas que me aprecian.

A mi Madre: **Francisca del Rosario García Mendoza**, que con todo el sacrificio del mundo me ha sacado adelante teniendo muchos obstáculos, pero importante es la perseverancia y la Fe, sobre todo, gracias por cada uno de los consejos que me has dado.

A mi Padre: **Francisco Antonio Silva Hernández** por su apoyo y consejos de superación.

A mi hermana: Bertha y Tías que siempre confiaron en mí y me brindaron su apoyo y consejo para mi formación educativa.

A mis amigos incondicionales que siempre me apoyaron y me brindaron su confianza y amistad dándome muchos consejos.

**Br. Kevin Antonio Silva García**

En la oscuridad DIOS, es mi luz...

En la tormenta, mi Refugio

En la tristeza, mi Fortaleza, y

En la soledad, ¡mi Compañía!

## **AGRADECIMIENTO**

Muy agradecido con cada una de las instituciones que me dieron la oportunidad de poder poner en práctica mis conocimientos adquiridos en las asignaturas: Proyecto el Porvenir – el Sauce, León, Universidad Nacional Agraria, vivero, Proyecto CONAGAN – Camoapa.

A mis docentes y asesores Ing. MSc. Edwin Alonzo e Ing. Claudio Calero. Al Ing. Gustavo Sediles por su dedicación y tiempo disponible en mi ayuda. Y demás profesores que me forjaron a ser un buen y esforzado alumno.

A mis amigas: Belkys Pérez, Guissel Peralta, Marycruz Miranda, Nadieska Sánchez, Verónica Hernández, María José, que siempre me brindaron su apoyo y consejos durante la carrera. Y otras amistades que con muy poco tiempo de conocer me llegaron a ayudar y apreciar.

**Br. Kevin Antonio Silva García**

**“He aquí la esclava del señor, hágase en mí según tu palabra” (Lc.1, 26-38)**

## INDICE DE CUADRO

N°		Página
1	Pastos establecidos, encontrados y predominantes en siete fincas del municipio de Camoapa.	7
2	Intensidad de muestreo para el sistema bosque	8
3	Intensidad de muestreo para el sistema silvopastoril	9
4	Número de especie y porcentaje por familia presente en el sistema bosque y silvopastoril en siete fincas del municipio de Camoapa, Boaco, 2018.	16
5	Número de especie en el sistema bosque encontradas en siete fincas del municipio de Camoapa, Boaco , 2018	17
6	Frecuencia de la especie en el sistema bosque en siete fincas en el área de bosque	18
7	Número de especie en el sistema silvopastoril encontradas en siete fincas del municipio de Camoapa, Boaco, 2018	19
8	Frecuencia de las especies en las siete fincas en el sistema silvopastoril	19
9	Biomasa presente en los sistemas bosque y silvopastoril dado en Tonelada, Camoapa, Boaco, 2018	22
10	Carbono almacenado presente en los sistemas bosques y silvopastoril dado en Tonelada , Camoapa, Boaco,2018	23
11	Carbono fijado de CO <sub>2</sub> presente en los sistemas bosque y silvopastoril dado en Tonelada, Camoapa, Boaco,2018	24
12	Biomasa , Carbono almacenado y CO <sub>2</sub> por especie , por hectárea en el sistema bosque en 7 fincas en el municipio de Boaco, Camoapa, 2018	27
13	Biomasa , Carbono almacenado y CO <sub>2</sub> por especie y por hectárea en el sistema silvopastoril en 7 fincas en el municipio de Camoapa, Boaco , 2018	29

## INDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>		<b>Página</b>
1.	Ubicación de los municipios Boaco- Camoapa	4
2.	Ubicación del área de estudio	5
3.	Diseño de parcelas de muestreo en el área de bosque, Camoapa, Boaco, 2018	10
4.	Georreferenciación de punto de ubicación y establecimiento de parcelas de inventario forestal, 2018	10
5.	Diseño de parcelas de muestreo en el área silvopastoril Camoapa, Boaco, 2018	11
6.	Medición de altura total de los árboles en el área de bosque, 2018	12
7.	Medición de Diámetro normal a la altura de 1.30 metros sobre el suelo , 2018	13
8.	Especie forestales que más se presentan en el sistema bosque y silvopastoril en las 7 fincas del municipio de Camoapa, Boaco , 2018	25
9.	Número de individuo por especie que más se presentan en el sistema bosque y silvopastoril en 7 fincas de municipio de Camoapa, Boaco, 2018	25

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexos</b>		<b>Página</b>
1.	Tabla de registro de datos las PMP en Bosque del arbolado $\geq$ 10 cm de DAP	34
2.	Tabla de registro de datos de las franjas de muestreo en sistema silvopastoril para arbolado $\geq$ 10 cm de DAP	34
3.	Glosario de términos utilizados	35
4	Lista de especie a nivel de 7 fincas seleccionadas en ambos sistema en el municipio de Camoapa, Boaco	37
5	Presencia de las especies forestales en dos sistema muestreados en 7 fincas del municipio de Camoapa, Boaco, 2018	39
6	Porcentaje de Biomasa en el sistemas bosque y silvopastoril en Boaco, Camoapa,2018	40
7	Porcentaje de Carbono almacenado en el sistemas bosque y silvopastoril en Boaco , Camoapa , 2018	41
8	Porcentaje de Dióxido de carbono ( CO <sub>2</sub> ) fijado en el sistema bosque y silvopastoril en Boaco, Camoapa, 2018	41
9	Almacenamiento de Carbono por clase diamétrica en el sistema bosque	42
10	Fijación de Dióxido de carbono ( CO <sub>2</sub> ) por clase diamétrica en sistema bosque	42
12	Almacenamiento de Carbono por clase diamétrica en sistema silvopastoril	43
13	Fijación de Dióxido de carbono ( CO <sub>2</sub> ) por clase diamétrica en sistema silvopastoril	43

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue la cuantificación de biomasa, captación y almacenamiento de carbono en seis fincas del municipio de Camoapa y una en el municipio de Boaco en el sistema bosque y sistema silvopastoril. La información se obtuvo con el establecimiento de nueve parcelas permanentes con dimensiones de 50 por 50 m, en el sistema bosques y 12 parcelas de 25 por 10 m., en sistemas silvopastoriles. En cada sistema se registró información del nombre común de las especies, medición de los árboles con diámetro normal a partir de 10 cm, y la altura total. Se obtuvo el listado de especie y familias botánicas a nivel del municipio en los cuales se encontraron 53 especies comprendidas en 30 familias, entre las familias más sobresalientes están las Fabáceas, Caesalpinaceae y Mimosaceae. La especie con mayor cantidad de individuos es el Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*) con 67 individuos y las que tienen presencia en las siete fincas son: Falso roble (*Tabebuia rosea*) en 6 fincas, el Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*) en cinco fincas y Guaba (*Inga edulis*), Chilamate (*Ficus tondozi*), Laurel negro (*Cordia alliodora*) y Cola de pava (*Cupania cinérea*) presentes en cuatro fincas respectivamente. La mayor parte de biomasa se encuentra en la finca San Rafael con (46.26 ton/ha), carbono almacenado de (23.13 ton/ha) y para el dióxido de carbono (84.97 ton/ha), todos estos valores son para el sistema bosque. Mientras que para el sistema silvopastoril la finca con mayores valores de biomasa fue la finca El Chaparral con (46.17 ton/ha) de biomasa, en Carbono con (23.09 ton/ha) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de 84.73 ton / ha.

**Palabras claves:** Bosques, Silvopastoril, Biomasa, Carbono almacenado, Dióxido de carbono.

## SUMMARY

The objective of this study was the quantification of biomass, carbon capture and storage in six farms of the municipality of Camoapa and one in the municipality of Boaco in the forest system and silvopastoral system. The information was obtained with the establishment of nine permanent plots with dimensions of 50 by 50 m, in the forest system and 12 plots of 25 by 10 m in silvopastoral systems. In each system information of the common name of the species was registered, measurement of the trees with normal diameter from 10 cm, and the total height. The list of species and botanical families at the level of the municipality was obtained in which 54 species comprised in 28 families were enchanted, among the most outstanding families are the Fabáceas, Caesalpinaceae and Mimosaceae. The species with the largest number of individuals is Guacimo de calnero (*Guazuma ulmifolia*) with 67 individuals and those with presence in the seven farms are: False oak (*Tabebuia rosea*) in 6 farm, guácimo de calnero (*Guazuma ulmifolia*) in five farms and Guava (*Inga edulis*), Chilamate (*Ficus tondozi*), black Laurel (*Cordia alliodora*) and turkey tail (*Cupania cinérea*) present in four farms respectively. The majority of biomass is found in the San Rafael farm with (46.26 ton / ha), stored carbon (23.13 ton / ha) and for carbon dioxide (84.97 ton / ha), all these values are for the forest system .While for the silvopastoral system the farm with the highest biomass values was the El Chaparral farm with (46.17 ton / ha) of biomass, in Carbon (23.09 ton / ha) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) of 84.73 ton / ha.

Keywords: Forests, Silvopastoral, Biomass, Carbon stored, Carbon dioxide.

## I. INTRODUCCIÓN

Los programas de captura de carbono en bosques son instrumentos con enorme potencial para la contribución y la transición hacia el desarrollo sustentable. El interés en los programas de captura de carbono se debe a que cada vez es más alarmante la emisión de gases causantes del “efecto de invernadero” por causa de las actividades humanas (IPCC, 2001).

Los métodos para cuantificar o medir la captación de carbono son nuevos, los cuales han sido diseñados para aprovechar potencial ecológico a favor de la protección ambiental y del combate a la contaminación.

El renovado interés en esta función ecológica de los ecosistemas terrestres aparece cuando los investigadores y administradores públicos empiezan a entender el valor total de la naturaleza.

Los bosques pueden ser también fuentes de carbono cuando sufren perturbaciones, por ejemplo, muerte, corta de árboles, daños por agentes bióticos o abióticos, tales como plagas y enfermedades, incendio y otros daños (Pregitzer y Euskirchen, 2004), Citado por Pardo J.A,2010.

Según explica IDEAM (2010), la cantidad de carbono que tiene un bosque se puede medir a partir de cinco factores: la biomasa aérea (que se encuentran en el tronco, las ramas, y los frutos de los árboles), la subterránea (que está en las raíces), la del suelo, la de la hojarasca que se encuentra sobre este y la de los árboles ya muertos, pero que siguen en pie.

Los servicios ambientales son considerados como la capacidad que tienen los ecosistemas para generar productos para el hombre como es la captación de carbono mediante el recurso Bosque. Los sistemas agroforestales han sido recomendados como parte de los sumideros de carbono, pero aún no se conoce mucho sobre su potencial (Cuñachi. G, 2004), (Ortiz-Ceballo, 2004).

El pago de servicios ambientales por fijación y almacenamiento de C representa una opción para dar valor agregado a la producción, que podría tener un gran potencial e importancia para los productores y en consecuencia, representa una estrategia que debe ser considerada, diseñada e implementada a corto plazo (Pineda-López et al. 2005).

La importancia del trabajo presente es para dar a conocer lo que es el proceso de captación de carbono con el fin de que los propietarios de fincas puedan conocer la importancia de los servicios ambientales que produce el bosque. Al igual que este trabajo pueda servir a futuro a las generaciones del sector forestal en la toma de decisiones.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1.Objetivo general**

- ❖ Evaluar cuantitativamente la biomasa, fijación y almacenamiento de carbono en siete fincas bajo un sistema de bosque y Silvopastoril en Boaco – Camoapa, 2018.

### **2.2.Objetivos específicos**

- ❖ Determinar la biomasa aérea en las diferentes especies de las siete fincas en los diferentes sistemas.
- ❖ Evaluar el carbono almacenado a nivel de siete fincas seleccionadas en el sistema Bosque y silvopastoril del Municipio de Camoapa.
- ❖ Analizar qué sistema arbóreo produce más captación de Carbono en siete fincas del municipio de Camoapa.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del Municipio

##### 3.1.1. Ubicación del área de estudio

El municipio de Camoapa se localiza en posición geográfica de Latitud  $12^{\circ} 22' 48''$  N y Longitud  $85^{\circ} 30' 36''$  W con una altitud aproximadamente de 520 m.s.n.m. Limita al Norte con el municipio de Boaco, Matiguás y Paiwas, Al Sur con Cuapa y Comalapa, al Este con el municipio del Ayote Región Autónoma del Atlántico Sur (RACCS), y al Oeste con el municipio de San Lorenzo, (CENAGRO, 2011)

El municipio de Boaco se localiza a los  $12^{\circ}28'$  latitud Norte y  $85^{\circ} 39'$  de Longitud Oeste. Limita al Norte con el municipio de Muy – Muy, al Sur con los municipios de San Lorenzo y Camoapa, al Este con Camoapa y al Oeste con los municipios de San José de los Remates, Santa Lucia y Teustepe. (Figura 1 y 2).

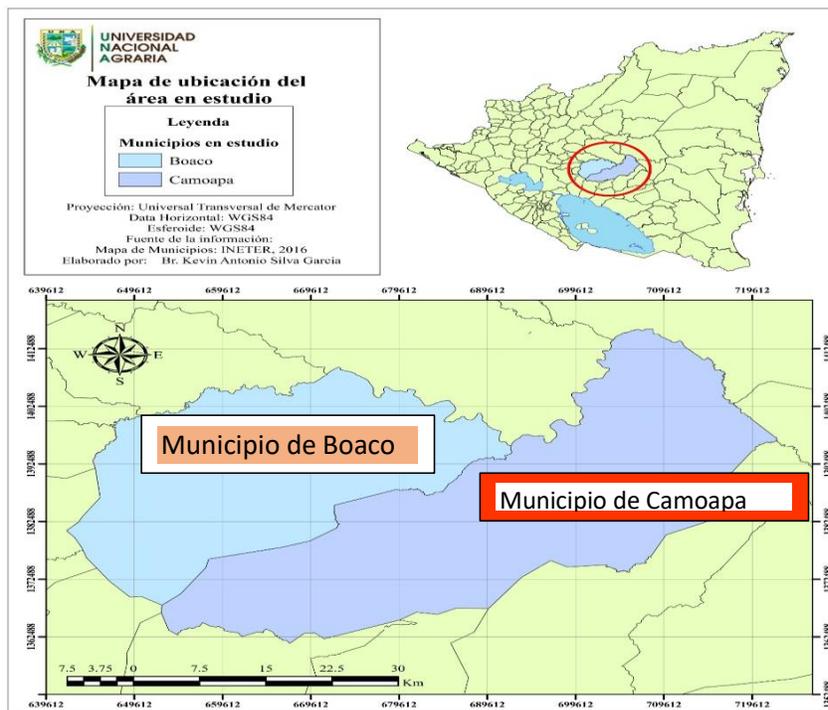


Figura 1. Ubicación de los municipios de Boaco y Camoapa.

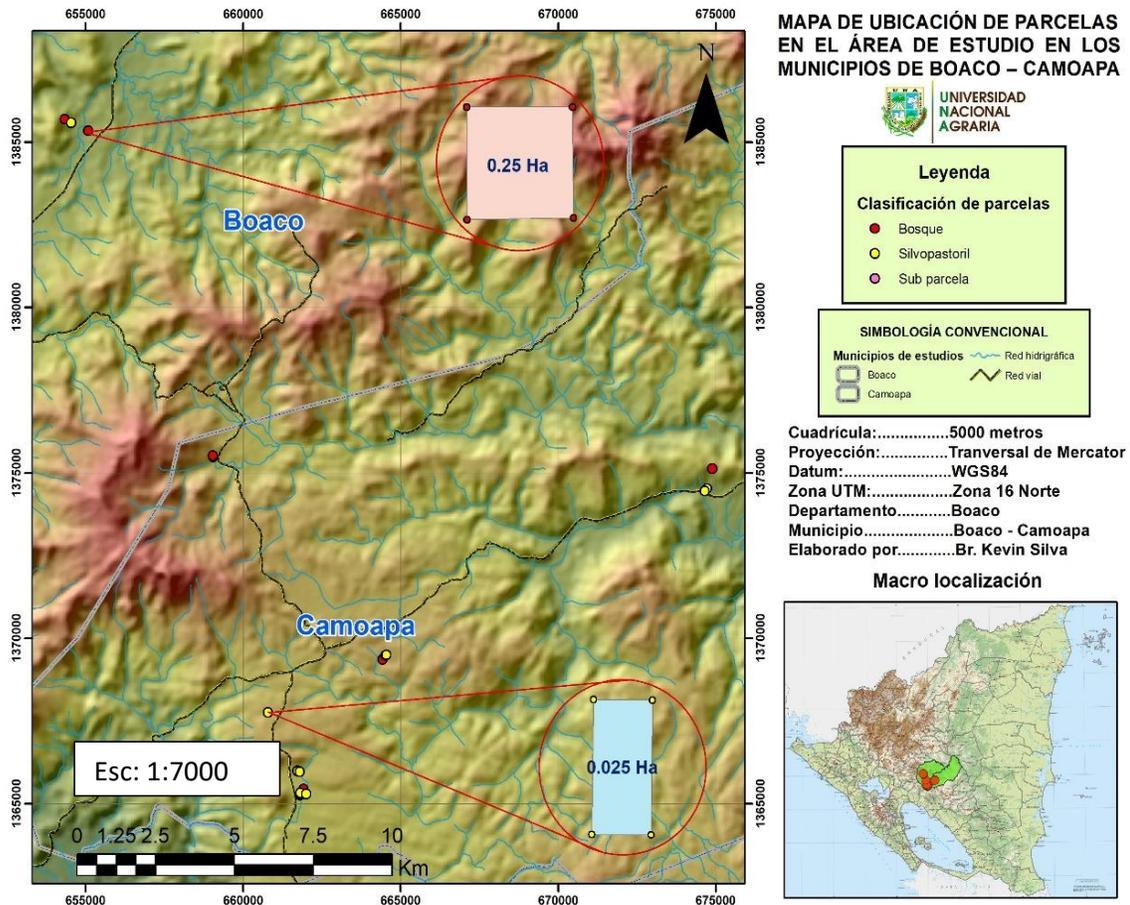


Figura 2. Ubicación del área de estudio

### 3.2 Descripción física

#### a) *Clima y Precipitación*

El clima es variado con temperatura promedio anual de 25.2° C. y en algunos períodos logra descender 23°C. La precipitación pluvial alcanza desde los 1 200 hasta los 2 000 milímetros al año, sobre todo en la parte noroeste del Municipio, (CENAGRO, 2011)

### ***b) Suelos***

En el área de estudio, los suelos son arcilloso con una alta capacidad de retención de agua, dando un buen desarrollo al cultivo de pastizales. Con erosión moderada, de acuerdo al uso potencial de la tierra el cual resulta del Análisis de la caracterización climática y edáfica, el departamento posee el 36.5 % de su territorio con suelo de uso agropecuario propio para la producción de cultivos anuales, destacando en estas áreas el 13.7% de suelos vertisoles que con aplicación de sistemas de riego pueden convertirse en áreas importante para la producción de diversos cultivos, con pendientes que oscilan entre el (5 a  $\geq$  del 75%) comprendido entre los relieves plano ligeramente ondulado, fuertemente ondulado, colinado, fuertemente colinado y montañosos (CENAGRO, 2011 y ENACAL, s. f.)

### ***c) Vegetación***

La zona donde se realizó el levantamiento de datos se encuentra caracterizado principalmente por pastizales y árboles y con especies nativas del bosque mediano o bajo subcaducifolio de zona cálidas y semi-húmedas y al igual se encontraron una serie de variedades de pasto, los cuales son utilizados para la alimentación del ganado bovino en donde los distintos tipos de pastos son sembrados de manera rotativa y para su mejor corta y cosecha del mismo.

En algunas de las fincas seleccionadas se encontraron establecidas plantaciones forestales de Teca (*Tectona grandis* L. F) y Pochote (*Pachira quinata* Jacq Dugand), las cuales se encontraban sin tratamiento silviculturales, ni manejo de sanidad, ni podas de ningún tipo, lo cuales se encontraban en competencia relativa, pero muy bien desarrolladas.

No obstante, la mayor parte de la vegetación natural ha sido desplazada por pastizales producto de la actividad ganadera y por cultivos de subsistencia. En algunas zonas se encuentran rebrotes de bosques secundarios y bosques de galería (cuadro 1).

Según el INATEC (2016) los nombres científicos de los pastos identificados en las fincas seleccionadas se presentan a continuación en el cuadro 1.

Cuadro 1. Pastos establecidos encontrados y predominantes en siete fincas del municipio de Camoapa.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Pasto Mombaza	<i>Panicum máximum</i>
Pasto Estrella	<i>Cynodon plectostachyus</i>
Pasto Gamba	<i>Andropogon garanus</i>
Pasto Pará	<i>Brachiaria mutica</i>
Pasto Marandú	<i>Brachiaria brizantha</i>
Pasto Taiwán	<i>Pennisetum purpureum</i>
Pasto para Caribe	<i>Pennisetum purpureum</i>

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Diseño de Inventario**

##### **a) Área de bosque**

Para el levantamiento de datos en este estudio se diseñaron parcelas permanentes (PMP) en donde se establecieron dos parcelas en el área de bosque natural con las siguientes dimensiones 50 x 50 metros y un distanciamiento entre parcelas de 100 metros. En tres fincas se establecieron 2 parcelas en cada una (La Casita, San Rafael y Yahoska); en otras tres fincas se establecieron una parcela en cada una (La Pampa, Donitila y El Chaparral) y en una finca no se establecieron debido a que no había bosque natural (San Gregorio). En total se establecieron 9 parcelas de 50 por 50 m.

Dentro de las parcelas grandes se estableció una sub parcela al azar con dimensiones de 10 x 10 metros; en cinco fincas se estableció una parcela por cada parcela grande, en total se realizaron cinco subparcelas ya que en algunas parcelas grande no existía regeneración natural o existía otro tipo de sistema (sistema café bajo sombra; finca Yahoska).

En donde se determinó las Intensidades de muestreo de cada finca para conocer como estaba la composición del sistema bosque en cuanto a su establecimiento según el (INAFOR, 2009) se calcula de la siguiente manera:

$$IM = \frac{Np \times Tp}{At} \times 100$$

**Dónde:**

IM: Intensidad de Muestreo

Np: Numero de parcelas

Tp: Tamaño de la parcela (m<sup>2</sup>)

At: área total en (Ha)

Para el área de bosque se reflejan los siguientes datos de cálculos de Intensidad de muestreo para cada finca.

Cuadro 2. Intensidad de muestreo para el área de bosque.

<b>Fincas</b>	<b>Atf( ha )</b>	<b>Atb ( ha)</b>	<b>IM (%)</b>
La Casita	16.2	4.2	23.81
Yahoska	51.4	6.7	14.93
San Rafael	80.9	9.1	10.99
San Gregorio	35.2		
Donitila	45.8	2.8	8.93
La Pampa	70.4	15.5	1.61
El Chaparral	113.4	22.5	1.11

**Nota:** **Atf:** Área total finca en (ha), **Atb:** Área total de Bosque en (ha), **IM:** Intensidad de muestreo en (%)

**b) Área silvopastoril**

En el área de arbolado disperso (silvopastoril) se establecieron parcelas con dimensiones de 25 x 10 metros. En cinco fincas se establecieron dos parcelas en cada una (San Rafael, Donitila, San Gregorio, El Chaparral y Yahoska) y en dos fincas se establecieron una parcela en cada una (La Casita y La Pampa). En total se establecieron 12 parcelas.

Para el sistema silvopastoril se realizaron los cálculos de Intensidad de muestreo por fincas para determinar la distribución de las especies arbóreas.

Cuadro 3. Intensidad de muestreo para el sistema silvopastoril.

Fincas	Atf (ha)	Ats ( ha)	IM (%)
La Casita	16.2	10.4	0.24
Yahoska	51.4	4.9	2.04
San Rafael	80.9	59.9	0.17
San Gregorio	35.2	5.6	1.79
Donitila	45.8	39.4	0.25
La Pampa	70.4	53.5	0.05
El Chaparral	113.4	80.9	0.12

**Nota:** Atf: Área total finca en (ha), Ats: Área total silvopastoril en (ha), IM: Intensidad de muestreo en (%).

### 3.3.2. Diseño de parcelas en el área de bosque y silvopastoril

#### a) Área de bosque

Dentro del área de bosque se hizo el establecimiento de la parcelas fue de la siguiente manera; Primero se constató que el área de la finca estuviera con cobertura forestal, luego se estableció un punto de inicio (punto A), el brujulero orientó la dirección de Norte franco (NF) (Azimut 0°) que debería seguir el cintero con el fin de medir la distancia con la cinta métrica, con ésta se midieron los primeros 50 metros, seguidamente se midió la distancia de otros 50 m., hasta el punto (B), con un giro de 90° hacia la izquierda hacia la dirección Oeste franco (Azimut 270°); luego se repitió lo mismo hacia el punto (C), girando otros 90° (Sur franco con Azimut 180°), por último un gira siempre a la izquierda de otros 90° con azimut 90° (EF) y luego cerrar punto (C-D).

En cada punto o esquinas de las parcelas fueron georreferenciados para obtener una mayor precisión de las parcelas. En estas parcelas se midieron todos los árboles  $\geq 10$  cm de diámetro normal. En las subparcelas se midieron todos los árboles entre 5 – 9.9 cm de diámetro normal (figura 3 y 4).

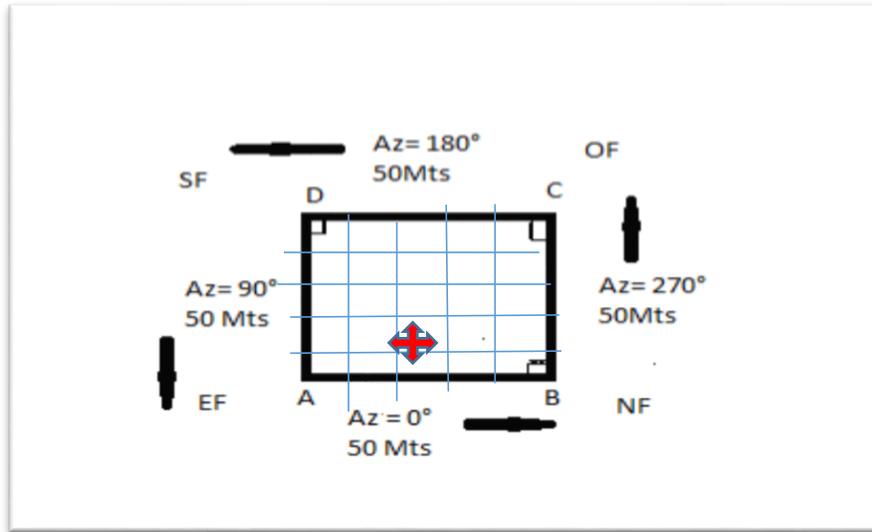


Figura 3. Diseño de parcelas de muestreo en áreas de bosques, Camoapa, Boaco, 2018.



Figura 4. Georreferenciación de puntos de ubicación y establecimiento de parcelas de Inventario forestal, 2018.

### b) Área Silvopastoril

Dentro del área silvopastoril se establecieron las parcelas de la siguiente manera: primeramente, se observó que existiera la combinación de pasto y árboles forestales, en donde se delimitarían dichas parcelas.

Luego se estableció un punto de inicio (punto A), el brujulero orientó la dirección de Norte franco (NF) (Azimut  $0^\circ$ ) que debería seguir el cintero con el fin de medir la distancia 25 m. con la cinta métrica hacia un punto (B), seguidamente se giró  $90^\circ$  con dirección Oeste franco (Azimut  $270^\circ$ ) y se midió la distancia de 10 m., hasta el punto (C) correspondiente), Con un giro de  $90^\circ$  hacia la izquierda hacia una dirección Sur franco (Azimut  $180^\circ$ ), midiendo una distancia de 25 m. luego se repitió lo mismo hacia el punto (D), girando otros  $90^\circ$  (Este franco con Azimut  $90^\circ$ ) para cerrar la parcela (Figura 5).

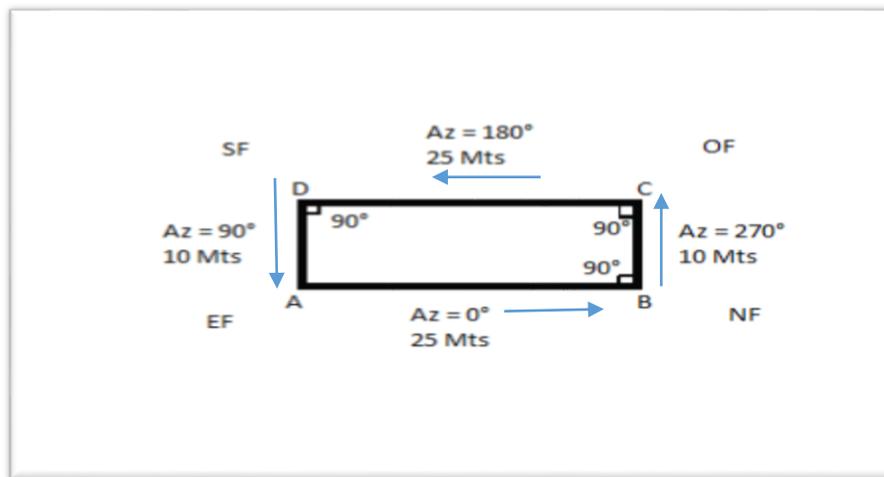


Figura 5. Diseño de parcelas de muestreo en áreas silvopastoril, Camoapa, Boaco, 2018.

### 3.3.3. Recolección de Datos

La recolección de datos se hizo dentro de las parcelas y la información se registró en formato elaborados para tal fin.

#### a) Información del área de bosque, variables en árboles $\geq 10$ cm de diámetro normal

En el área de bosque se tomó información de las siguientes variables: Altura total expresada en metro (m), Altura del fuste limpio en metro (m), Diámetro normal expresado en centímetro (cm) e identificación de la especie. El equipo utilizado fueron el hipsómetro, cinta Diamétrica y cinta biodegradable.

**La altura total y altura del fuste limpio**, fue medido utilizando un hipsómetro; la actividad inicia con la identificación del individuo (árbol) luego se midieron 15 metros horizontales desde pie del árbol a cualquier dirección en la cual se pudiera observar la copa del árbol. Con el instrumento hipsómetro se midieron las alturas expresadas en metros (m) (Figura 6).

Para la altura fustal se realizó de la misma manera se tomó una distancia de 15 metros y realizo la medición desde el pie del árbol hasta la primera ramificación o altura comercial expresado en metros (m).



**Figura 6.** Medición de altura total de los árboles en el área de bosques, 2018.

**El diámetro normal** fue medido utilizando cinta diamétrica en centímetros diamétricos a la altura de 1.30 m. sobre el nivel del suelo. El diámetro normal o altura al pecho es de gran importancia para el cálculo del área basal y el volumen de los árboles (Figura 7).



**Figura 7.** Medición del diámetro normal a la altura de 1.30 m de altura sobre el suelo. 2018.

**La identificación de la especie**, el nombre común se obtuvo con la ayuda de un identificador de especies de la zona proporcionado por los propietarios de cada finca, los nombres científicos se obtuvieron consultando listas de especies existentes de Nicaragua y del inventario nacional forestal (INAFOR, 2009), (Quezada B, 2010) y (UNA, 2015).

**b) Variables en árboles  $\leq 10$  cm de diámetro normal**

En las subparcelas de 10 x10 m se evaluaron las variables: Diámetros normales de 5.5 – 9.9 centímetro (cm) y Altura total (At) y la identificación de las especies.

**c) Información del área silvopastoril**

Parcelas en el área de Silvopastoril se recolectaron los datos de las siguientes variables: Especie, Diámetro normal (cm), Altura total (At) expresado en metros (m), Altura del fuste (Af) expresado en (m). En los cuales por lo general se encontraban pocos árboles y siempre de la misma especie.

La recolección de datos se llevaba de manera ordenada y cronológica en dependencia de la visita a las fincas en que se estaba evaluando, con el fin de no confundir ningún dato o alteraciones de los mismos.

### 3.3.4. Ordenamiento y análisis de los Datos

Los datos fueron procesados de manera inmediata en una base de datos en un programa tecnológico avanzado EXCELL versión 2013 para una mayor confiabilidad y seguridad de alguna perdida u otra circunstancia. Estos datos fueron levantados de manera precisa y fidedigna para un buen trabajo en el cual se procesaron por compartimento de parcelas y por fincas.

### 3.3.5. Variables calculadas y evaluadas

**Área Basal**, según CATIE (2014) se determina de la siguiente manera:

$$AB = \pi /4* DN^2$$

**Donde:**

**AB:** Área basal en metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

$\pi/4$ : constante 0.7854

**DN:** Diámetro normal medido a los 1.30 m sobre el nivel del suelo, expresado en centímetros.

**Volumen**, para calcular el **Volumen** en (m<sup>3</sup>), según CATIE (2014) se hizo de la siguiente manera:

$$Vol = AB* H* Ff$$

**Donde:**

**Vol:** volumen en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

**AB:** área basal en m<sup>2</sup>

**H:** Altura total en (m)

**Ff:** factor de forma 0.7 para especies de bosque latifoliados, según (INAFOR, 2009).

**Biomasa**, Para calcular la biomasa, según Segura y Kanniennen (1999).

$$BF= V*GE*FEBa$$

**Donde:**

**BF:** Biomasa forestal expresada en toneladas métricas.

**GE:** Densidad de la madera expresada en gr/cm<sup>3</sup>, de forma genera según FAO, (1998), es de 0.5 gr/cm<sup>3</sup>.

**FEBa:** Factor de expansión de la biomasa aérea (fustes, ramas, hojas) según FAO, (1998) es de 1. 20

**Carbono almacenado:** Para la determinación del carbono almacenado se debe considerar la conversión del volumen del árbol en biomasa seca y el factor de carbono (Fc) que según IPCC es de 0.5. Según Segura y Kanninen (1999).

$$C = Bf * Fc$$

**Donde:**

**C**= Carbono almacenado en toneladas/ha

**Bf**=Biomasa forestal en toneladas/ha

**Fc**=Factor de carbono (0.5) Fracción de carbono que en ese caso se utilizará es 0,5 establecido por el panel de Intergubernamental de cambio climático (IPCC, 2001).

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) fijado:** Se calcula aplicando la relación siguiente:  
Según: Segura y Kanninen (1999).

$$CO_2 \text{ fijado} = C * 3.67$$

**Donde:**

**CO<sub>2</sub>:** fijado: Se refiere al dióxido de carbono que ha fijado o capturado el árbol o masa forestal, expresado en toneladas.

**C:** Carbono almacenado en toneladas 3.67: Es la relación carbono y oxígeno en la molécula de CO<sub>2</sub>.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Composición florística en bosques y sistemas silvopastoriles

En el Anexo 4 y Cuadro 4, se puede observar la lista de especies forestales encontradas en siete fincas del municipio de Boaco - Camoapa, reflejando 53 especies contenidas en 30 familias botánicas. Las familias que presentan más especies son: Fabaceae con 6 especies, Caesalpiniaceae y Mimosaceae presentan 4 especies, las familias Meliaceae, Bombacaceae y Anacardiaceae presentan 3 especies cada una, el resto de familias presentan 2 y una especie respectivamente.

En el Cuadro 4 se puede observar que la familia Fabaceae presenta 6 especies (11.32 %), seguido de las familias Caesalpiniaceae con 4 especies (7.55 % respectivamente).

Cuadro 4. Número de especies y porcentajes por familia presentes en el sistema bosque y silvopastoril en 7 fincas del municipio de Camoapa y Boaco, 2018.

Familia	N° de especie	%
Fabaceae	6	11.32
Caesalpiniaceae	4	7.55
Mimosaceae	4	7.55
Meliaceae	3	5.66
Bombacaceae	3	5.66
Anacardiaceae	3	5.66
Malpigiaceae	2	3.77
Moraceae	2	3.77
Sterculiaceae	2	3.77
Euphorbiaceae	2	3.77
Verbenaceae	2	3.77
Polygonaceae	2	3.77
Simaroubaceae	1	1.89
Lauraceae	1	1.89
Anonaceae	1	1.89
Apocynaceae	1	1.89
Ericaceae	1	1.89
Melastomaceae	1	1.89
Myristicaceae	1	1.89
Sapindaceae	1	1.89
Aracaceae	1	1.89
Bignoniaceae	1	1.89

Rhamnaceae	1	1.89
Rubiaceae	1	1.89
Burseraceae	1	1.89
Rutaceae	1	1.89
Boraginaceae	1	1.89
Sapotaceae	1	1.89
Vochysiaceae	1	1.89
Flacourtiaceae	1	1.89
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>100</b>

## 4.2. Especies arbóreas y frecuencia encontradas por finca

### 4.2.1. Bosque medio a bajo subcaducifolio

Se determinó que la mayor cantidad de especies presente en el sistema bosque la posee la finca San Rafael con 24 Especies, y el mayor número de familia lo presenta la finca Yahoska con 17 individuos (Cuadro 5).

En el sistema bosque se encontraron las siguientes especies distribuidas en las siete fincas del municipio reflejadas a continuación:

Cuadro 5. Número de especies en el sistema bosques encontrado en 7 fincas del municipio de Camoapa, Boaco, 2018.

<b>Sistema Bosque</b>		
<b>Finca</b>	<b>N° de Especie arbóreas</b>	<b>N° de Familias</b>
La Casita	11	9
San Rafael	24	16
La Pampa	5	5
Donitila	18	16
San Gregorio		
El Chaparral	19	16
Yahoska	22	17

En el Cuadro 6, se observa que en el sistema bosque la especie *Tabebuia rosea* es la que presenta más frecuencia apareciendo en seis de las siete fincas (5.88%), seguida de las especies *Guazuma ulmifolia* y *Cedrela odorata* con 5 apariciones (4.90 %), siete especies comprendidas en la frecuencia de 4 repeticiones expresando un (3.92%) , dos especies con frecuencias de tres con un (2.94%) , diez especies comprendidas en la frecuencia de dos con (1.96%) y por ultimo 33 especies con 1 repetición en las siete fincas muestreadas.

Cuadro 6. Frecuencia de las especies en las siete fincas en el área de bosque.

Especie	Fa	%
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	6	5.83
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. Var.	5	4.83
<i>Cedrela odorata</i> L	5	4.85
<i>Ficus tonduzis</i>	4	3.88
<i>Cupania cinérea</i>	4	3.88
<i>Inga edulis</i> Mart.	4	3.88
<i>Genipa caruto</i> H.B.K	4	3.88
<i>Zamthoxylum belicense</i>	4	3.88
<i>Cordia alliodora</i> L.	4	3.88
<i>Ttichilia havanensis</i>	4	3.88
<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	3	2.91
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Kunth ex xalp	3	2.91
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.	2	1.94
<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	2	1.94
<i>Ceiba pentandra</i> (L) Gaertn	2	1.94
<i>Triplaris melaenodendron</i> (Bertol) Stand y Steyerm	2	1.94
<i>Tococa guianencis</i>	2	1.94
<i>Cassia grandis</i> L.	2	1.94
<i>Albizia caribaea</i> (Urb.) Britton y Rose	2	1.94
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq) Griseb.	2	1.94
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw ssp. <i>Alicastrum</i>	2	1.94
<i>Cecropia peltata</i> L.	2	1.94
Otras especies comprendidas en 33 especies	33	32.04
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>100</b>

Nota: **Fa**: Frecuencia absoluta

#### 4.2.2. Sistema Silvopastoril

En la finca El Chaparral se determinó que en el sistema silvopastoril es la que se encuentra mayor número de especies (5) y 5 familia, seguida por la finca San Gregorio con 4 especies en 3 familias botánicas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Número de especies en los sistemas silvopastoriles encontrado en 7 fincas del municipio de Camoapa, Boaco, 2018.

Finca	Sistema Silvopastoril	
	N° de Especie	N° de Familia
La Casita	1	1
San Rafael	3	3
La Pampa	2	2
Donitila	2	2
San Gregorio	4	3
El Chaparral	5	5
Yahoska	3	3

#### Frecuencia para el área de silvopastoril

Cuadro 8, Frecuencia de las especies en las siete fincas con sistemas silvopastoriles.

En el cuadro 6 se observa la frecuencia de las especies en el sistema silvopastoril en el cual la especie *Guazuma ulmifolia* es la que presenta una frecuencia de cinco apariciones en siete fincas muestreadas expresando un (25%), seguida de la especie *Tabebuia rosea* con una frecuencia de 4 en siete finca (20%), dos especies con la frecuencias de 2 apariciones con un (10%) y por ultimo 7 especies con una frecuencia de 1 aparición en siete fincas muestreadas expresando un (5 %).

Cuadro 8. Frecuencia de las especies en las siete fincas en sistemas Silvopastoriles.

Especies	Fa	%
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. Var.	5	25.00
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	4	20.00
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Kunth ex xalp	2	10
<i>Inga edulis</i> Mart	2	10
<i>Cedrela odorat</i> L.	1	5
<i>Erythrina fusca</i> Lour	1	5

<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.) Benth.	1	5
<i>Enterolium cyclocarpum</i> (Jacq) Griseb.	1	5
<i>Tocaca guianensis</i>	1	5
<i>Senna siamea</i>	1	5
<i>Bysonima crassifolia</i> (L.) Kunth in Humb	1	5
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

**Nota: Fa:** Frecuencia absoluta

#### 4.2.3. Relación de fijación y almacenamiento de carbono con la estructura horizontal en bosque y sistema silvopastoril

##### Bosque

En el Anexo 9 y 10 se observa que la categoría diamétrica con valores diamétricos mayores de 100 cm., presentan más carbono fijado y almacenado con un 23.87 ton/ ha de Carbono Almacenado (CA) y 71.62 ton/ ha para CO<sub>2</sub> fijado, estos resultados están bajo la influencia de que existen arboles con grandes condiciones de sobrevivencia en esta categoría, también en las categorías diamétricas de 10- 19.9 cm., con 5.49 ton /ha de CA y 20.15 ton/ha de Co<sub>2</sub> y por la categoría de 20- 29.9 9 cm., con 5.26 ton/ha de carbono almacenado y 20.01 ton ha de Co<sub>2</sub> fijado. Estas categorías presentaron estos resultados debidos a que existe la competitividad por componente climáticos como suelo, nutriente, iluminación y espacio para su desarrollo.

##### Silvopastoril

En el Anexo 11 y 12 se refleja que para el componente almacenamiento y fijación de carbono los resultados mayores para el sistema silvopastoril lo presentó la categoría diamétrica entre el rango de 40- 49.9 cm con resultados de 17.1 ton/ha de CA y 62.76 ton / ha de Co<sub>2</sub>), seguida de la categoría 30- 39.9 con CA de 13.31 ton/ha y 48.75 ton/ha fijado y por último la categoría de > 100 con 11.41 ton / ha para CA y 41.87 ton / ha de Co<sub>2</sub>. En dichas categoría existe una pequeña variación entre ambos rangos esto debido a que en el área de establecimiento de parcelas existen homogeneidad de especie en edad y desarrollo de los arboles ya que son de las misma especie en general y no existe la relativa competencia entre ambas.

### **4.3. Biomasa presente en los sistemas bosques y silvopastoril**

Se determinó la biomasa aérea mediante fórmulas utilizando el programa Excel 2013 y con los datos recolectados en campo en las siete fincas del municipio de Camoapa, a continuación, se les presenta un cuadro con los datos de la biomasa aérea por finca y por sistemas (Cuadro 9).

En el Cuadro 9, se observa que la finca San Rafael produjo más biomasa en el área de bosque con 46.26 ton/ha, seguida de la finca El Chaparral con 25.80 ton/ha respectivamente.

Según Torres y Mena (2017) en estudios realizados en la cuantificación de carbono aéreo en tres bosques del jardín botánico del pacífico de Colombia se encontró una biomasa aérea en el sistema bosque de 96.3 Ta/ ha, en comparación a los datos obtenidos del trabajo investigativo en Camoapa - Boaco, 2018 se obtuvo una biomasa aérea de 110.83 ton/ha. En la cual se observa una variación de los datos ya sea por el tamaño de las parcelas establecidas y por la heterogeneidad de los bosques ya que cada sitio presenta condiciones climáticas diferentes (Alvares *et al* 2011). Citado por Torres 2017.

En el sistema silvopastoril la mayor cantidad de biomasa fue en la finca El Chaparral con 46.17 ton/ha, seguida de la finca La Casita con 46. 10 ton/ha. Se puede ver que prácticamente no hay diferencia en estas dos fincas.

Según Ordoñez y Muñoz en estudios realizados en Colombia en la estimación de biomasa aérea y captación de carbono en arboles dispersos en potreros, encontraron una biomasa aérea de 9.57 ton/ha en comparación a los datos obtenidos en Camoapa- Boaco, 2018 (136.48 ton/ha) existe una variación de los resultados debido al tamaño, número y formas de la parcelas en los estudios comparados.

Cuadro 9. Biomasa presente en los sistemas bosques y Silvopastoril dado en Toneladas, Camoapa, Boaco, 2018.

Finca	Sistema Bosque			Sistema Silvopastoril		
	Biomasa (Ton)	%	Biomasa (Ton/ha)	Biomasa (Ton)	%	Biomasa (Ton/ha)
La Casita	22.22	8.91	9.88	13.83	33.77	46.10
San Rafael	104.08	41.74	46.26	3.15	7.70	10.51
La Pampa	7.28	2.92	3.24	2.79	6.82	9.31
Donitila	16.81	6.74	7.47	2.13	5.20	7.10
San Gregorio			-----	4.11	10.04	13.70
El Chaparral	58.04	23.28	25.80	13.85	33.83	46.17
Yahoska	40.90	16.40	18.18	1.08	2.63	3.59
<b>Total</b>	<b>249.33</b>	<b>100</b>	<b>110.83</b>	<b>40.94</b>	<b>100</b>	<b>136.48</b>

#### 4.4. Carbono presente en los sistemas bosque y Silvopastoril

En el Cuadro 10, se refleja que la mayor cantidad de carbono almacenado en el área de bosque se encuentra en la finca San Rafael con 23.13 ton/ ha (41.74 %), seguida de la finca El Chaparral con 12.90 ton/ha (23.28 %) y por último con 9.09 ton/ha (16.40 %) la finca Yahoska respectivamente.

Según Torres y Mena estudios en Colombia para el carbono aéreo almacenado en Enero 2017, en el sistema bosque se encontró un carbono almacenado de 48.2 ton/ha en comparación a los datos, de Camoapa – Boaco 2018 (55.42 ton/ha) se observa que existe una pequeña variación debido al número y tamaños de las parcelas muestreadas en los estudios.

En el área de sistema silvopastoril la mayor cantidad de carbono almacenado lo posee la finca El Chaparral con 23.09 ton/ha (33.84 %) seguida de finca La Casita con 23.05, ton/ha (33.74 %).

Según Ordoñez estudio sobre la captación de carbono en arboles dispersos en potreros en Colombia se encontró un carbono almacenado de (4.78 ton/ha) en comparación a los datos obtenidos en Camoapa – Boaco, 2018 (68.25 ton/ha) es notorio que existe una gran variación de los resultados debido a la densidad de los árboles y al manejo silvicultural (Ibrahim et al 2007) citado por CATIE, 2018.

Cuadro 10. Carbono almacenado presente en los sistemas bosques y Silvopastoril dado en Toneladas, Camoapa, Boaco, 2018.

Finca	Sistema Bosque			Sistema Silvopastoril		
	Carbono (ton)	%	Carbono (ton/ha)	Carbono (ton)	%	Carbono (Ton/ha)
La Casita	11.11	8.91	4.94	6.91	33.74	23.05
San Rafael	52.04	41.74	23.13	1.58	7.71	5.25
La Pampa	3.64	2.92	1.62	1.40	6.84	4.66
Donitila	8.41	6.74	3.74	1.06	5.16	3.55
San Gregorio				2.06	10.06	6.85
El Chaparral	29.02	23.28	12.90	6.93	33.84	23.09
Yahoska	20.45	16.40	9.09	0.54	2.64	1.80
<b>TOTAL</b>	<b>124.67</b>	<b>100</b>	<b>55.42</b>	<b>20.48</b>	<b>100</b>	<b>68.25</b>

#### 4.5. Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) presente en los sistemas bosque y silvopastoril

En el Cuadro 11, se observa que la mayor cantidad de carbono fijado para el sistema bosque lo posee la finca San Rafael con 84.97 ton/ha (41.77 %), seguida de la finca El Chaparral con 47.37 ton/ha (23.27 %).

Según Torres y Mena (2017) en estudios en Colombia en carbono aéreo almacenado se encontró en el sistema bosque un carbono fijado de (1.9 ton/ha) en comparación a los datos obtenidos en Camoapa, 2018 (203.44 ton/ha) existe una variación de los datos obtenidos debido a diferentes factores establecidos en la metodología en de los estudios realizados.

En el sistema silvopastoril la finca con mayor cantidad de carbono fijado fue la Finca el Chaparral con 84.73 ton / ha (33.83 %), seguida de la finca La Casita con 84.59 ton / ha (33.77 %).

En estudios realizados por Giraldo y Zapata (2008) en captura y flujo de carbono en un sistema silvopastoril de la zona andina colombiana, se encontró un carbono fijado de (156.21 ton/ha) en comparación a los datos obtenidos en Camoapa – Boaco 2018, que fue de (250 ton/ha) existe una diferenciación debido a que solo existía una sola especie en el sistema silvopastoril (*Acacia decurrens*), mientras que en el estudio de Camoapa existe variabilidad de especies arbóreas así como distintos pastos.

Cuadro 11. Carbono fijado de CO<sub>2</sub> presente en los sistemas bosques y Silvopastoril dado en Toneladas, Camoapa, Boaco, 2018.

Finca	Sistema Bosque			Sistema Silvopastoril		
	CO <sub>2</sub> ton	%	CO <sub>2</sub> (ton/ha)	CO <sub>2</sub> ton	%	CO <sub>2</sub> (ton/ha)
La Casita	40.78	8.91	18.12	25.38	33.77	84.59
San Rafael	191.18	41.77	84.97	5.79	7.70	19.29
La Pampa	13.37	2.92	5.94	5.13	6.83	17.08
Donitila	30.85	6.74	13.71	3.91	5.20	13.02
San Gregorio	-----			7.54	10.03	25.15
El Chaparral	106.50	23.27	47.34	25.42	33.83	84.73
Yahoska	75.05	16.40	33.36	1.98	2.63	6.60
<b>TOTAL</b>	<b>457.73</b>	<b>100</b>	<b>203.44</b>	<b>75.15</b>	<b>100</b>	<b>250.45</b>

#### 4.6. Comportamiento de la presencia de especies en las fincas evaluadas

En el Anexo 5, se refleja que la especie más predominante a nivel de las siete fincas fue la especie. *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. (Falso roble) encontrada en seis fincas y en segundo lugar la especie *Guazuma ulmifolia* Lam. var. (Guácimo de ternero) encontrada en cinco fincas, las especies: *Cedrela odorata*, *Ficus tonduzis*, *Cupania cinerea*, *Inga edulis*, *Genipa caruto* y *Zanthoxylum belicense* se encontraron en cuatro de las sietes fincas respectivamente.

La finca que posee mayor diversidad de especie es la finca San Rafael con 27 especies y la finca con menor cantidad de especie es la finca San Gregorio con 1 especie respectivamente muestreada en el área de las parcelas.

En la Figura 8, se presenta un gráfico de barra de las especies más predominante en ambos sistemas (Bosque y Silvopastoril) a nivel de los sietes fincas muestreadas. En donde se logra observar que la especie con mayor presencia en seis de las siete fincas es la especie Falso roble y en segundo lugar la especie Guácimo de ternero presente en 5 fincas. Se encontraron las especies Jagua, Chilamate, Laurel negro y Cola de pava en cuatro de las siete fincas respectivamente.

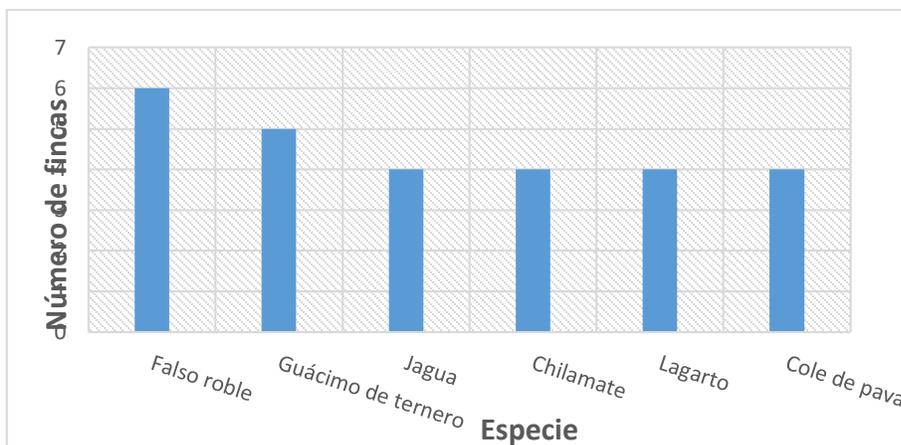


Figura 8. Especies forestales que más se presentan en el sistema bosque y silvopastoril en la 7 finca del municipio de Camoapa, Boaco, 2018.

En Figura 9, se expresa las especies más predominantes a nivel de las siete fincas para ambos sistemas en el cual se observa que es la especie (*Guazuma ulmifolia* Lam. var.) Encontrada en la finca Yahoska con 67 individuos y en segundo lugar la especie (*Inga edulis*) con 55 individuos en la finca La Casita, seguida de la finca San Rafael con 45 individuos con la especie (*Guazuma ulmifolia* Lam. var.) Y la especie con menos presencia en las siete fincas es el (*Erythrina fusca* Lour ) encontrada en la finca San Gregorio.

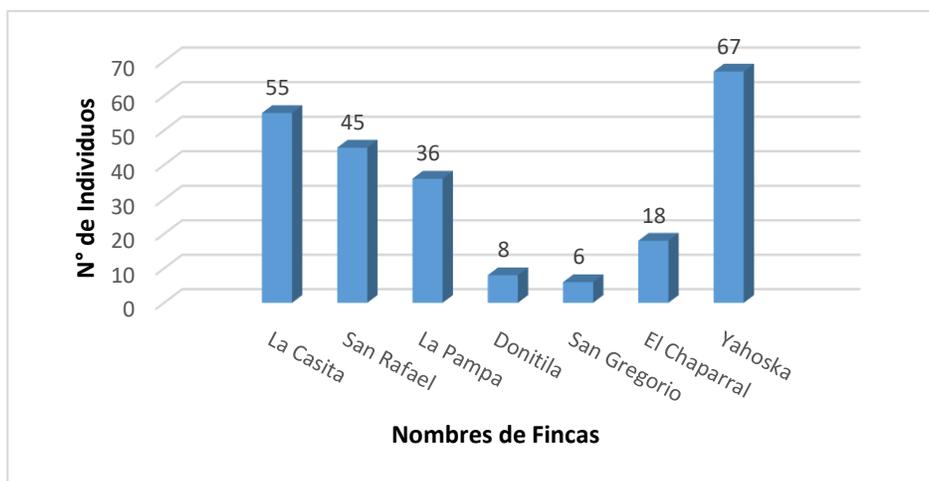


Figura 9. Número de individuos por especies que más se presentan en el sistema bosque y silvopastoril en 7 fincas en el municipio de Camoapa, Boaco, 2018.

#### 4.7. Valoración del contenido de biomasa, CO<sub>2</sub> y carbono almacenado en relación a estudios similares

##### a) Área de bosque

En el sistema bosque se observar (cuadro 12) que las especie que presenta mejores condiciones ecológicas para la determinación de biomasa arbórea, en el sistema bosque son: el *Enterolobium cyclocarpum* con 40.31 ton/ha, *Ceiba pentandra* 16.15 ton/ha, y por último la especie *Ficus tonduzis* con 8.80 ton/ha.

Para el Carbono *Enterolobium cyclocarpum*: 19.92 ton / ha, *Ceiba pentandra*: 8.07 ton/ha y *Ficus tonduzis*: 4.40 ton/ha. Para el Dióxido de carbono: *Enterolobium cyclocarpum*: 73.45ton/ha, *Ceiba pentandra*: 29.63 ton/ha y *Ficus tonduzis*: 16.15 ton/ha. Estos resultados obtenidos por especies son el resultado de la influencia de variables como son la altura y el diámetro normal que excedían a unos 60 centímetros de diámetro normal y alturas mayores de 15 metros.

Cuadro 12. Biomasa, Carbono y CO<sub>2</sub> por especie y por hectárea en el sistema bosque en 7 fincas en el municipio de Boaco – Camoapa, 2018.

Especies	Fa	B/E	C/E	CO <sub>2</sub> /E
<i>Senna siamea</i>	1	1.28	0.61	2.25
<i>Malpighia glabra</i> L.	1	0.12	0.06	0.21
<i>simarouba glauca</i> Dc.	1	0.20	0.10	0.36
<i>Persea coerulea</i>	1	0.05	0.03	0.10
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Kart.	1	0.17	0.47	1.68
<i>Stemmadenia donnell</i> (Rose) Woodson	1	0.91	0.02	0.07
<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.	1	0.04	0.05	0.18
<i>Tocona guianensis</i>	2	0.10	0.32	1.17
<i>Cassia grandis</i> L.	2	0.74	0.37	1.36
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	1	0.06	0.03	0.10
<i>Virola sebifera</i> Aubl	1	0.64	0.10	0.17
<i>Cedrela odorata</i> L.	5	2.61	1.30	4.78
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	1	16.15	8.07	29.63
<i>Pseudobombax septenatum</i> ( Jacq) Dugand	1	0.24	0.12	0.44
<i>Lonchocarpum minimiflorus</i> Donn.Sm	2	1.00	0.50	1.85
<i>Ficus tonduzis</i>	4	8.80	4.40	16.15
<i>Myrospermum frutesces</i> Jacq.	1	0.05	0.02	0.09
<i>Cupania cinérea</i>	4	3.95	1.91	0.01
<i>Astrocaryum alatum</i> H.H.Loomis	1	1.22	0.61	2.24

<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn.Sm.	1	0.31	0.16	0.57
<i>Anacardium excelsum</i> (Bertol y Balb, ex Kunth)	1	0.35	0.17	0.64
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC	6	1.02	0.51	1.87
<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	2	0.02	0.04	1.21
<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.) Benth	1	0.06	0.03	0.12
<i>Inga edulis</i> Mart	4	6.21	3.40	12.49
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. var.	5	8.23	4.29	15.75
<i>Albizia caribea</i> (Urb.) Britton y Rose	2	0.22	0.11	0.41
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	2	40.31	19.92	73.45
<i>Hymenaeae courbaril</i> L.	1	0.02	0.009	0.03
<i>Karwinkia calderonii</i> Standl	1	0.11	0.05	0.20
<i>Erythrina fusca</i> Lour	1	0.08	0.04	0.15
<i>Genipa caruto</i> H.B.K.	4	0.41	0.20	0.74
<i>Hura crepitans</i> L.	1	0.01	0.005	0.02
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	3	0.33	0.17	0.61
<i>Zanthoxylum belicense</i>	4	1.73	0.005	2.86
<i>Cordia alliodora</i> L.	4	2.35	1.09	4.01
<i>Trichilia havanensis</i>	4	1.68	0.84	3.08
<i>Glisicidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex xalp	3	3.92	1.96	7.19
<i>Lippia myriocephala</i> (Schlecht & Cham.)	1	0.10	0.05	0.18
<i>Gmelina arborea</i>	1	0.22	0.11	0.40
<i>Byronima crassifolia</i> (L.) Kunth in Humb	1	0.31	0.15	0.57
<i>Hieronyma alchorneodes</i>	1	0.55	0.27	1.00
<i>Naranjo</i>	1	0.02	0.01	0.04
<i>Manilkara chicle</i> (Pitter) Gilly	1	0.08	0.04	0.14
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. Ssp. <i>Alliscastrum</i>	1	2.48	1.24	4.54
<i>Vochysia hondurensis</i>	1	0.05	0.02	0.09
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Katst.	1	0.02	0.009	0.03
<i>Coccoloba caracasana</i> Meissn	1	0.03	0.01	0.05
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britt & Millsp.	1	0.02	0.01	0.04
<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S.Alverson	1	0.66	0.33	1.20
<i>Triplaris melaenodendro</i> (Bertol) Standl y Steyerm	1	0.20	0.10	0.36
<i>Spondia mombis</i>	1	0.03	0.005	0.02
<i>Cecropia peltata</i>	2	0.13	0.35	0.24
<i>Annona chirimola</i>	1	0.17	0.08	0.31
<b>TOTAL</b>	<b>99</b>	<b>110.82</b>	<b>55.41</b>	<b>203.44</b>

**Nota: Fa:** Frecuencia absoluta de la especie. **B/E:** Biomasa (ton/ha) por especie. **C/E:** Carbono almacenado (ton/ha) por especie. **CO<sub>2</sub>/E:** Dióxido de carbono (ton/ ha) por especie.

## b) Área silvopastoril

Para el sistema silvopastoril las especies con mayores capacidades de fijación y almacenamiento de carbono y biomasa son: La biomasa forestal (B) de la *Inga edulis* fue de 50.54, C: 25.27 y CO<sub>2</sub>: 92.74, seguida de la especie *Guazuma ulmifolia* con Biomasa de 24.42, C: 12.21 y CO<sub>2</sub>: 44.81. Por último, la especie *Tabebuia rosea* con Bf: de 23.75, C: 11.87 y CO<sub>2</sub>: 43.58, respectivamente debido a la abundancia y dominancia de estas especies (cuadro 13).

Cuadro 13. **Biomasa, Carbono y CO<sub>2</sub> por especie** y por hectárea en el sistema silvopastoril en 7 fincas en el municipio de Boaco – Camoapa, 2018.

<b>Especies</b>	<b>Fa</b>	<b>B/E</b>	<b>C/E</b>	<b>CO<sub>2</sub>/E</b>
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	8.20	4.20	15.42
<i>Inga edulis</i> Mart	2	50.54	25.27	92.74
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. var.	5	24.42	12.21	44.81
<i>Erythrina poeppigiana</i> Lour	1	12.95	6.47	23.76
<i>Tococa guianensis</i>	1	4.49	2.24	8.23
<i>Tabebuia rosea</i> ( Bertol.) DC.	3	23.75	11.87	43.58
<i>Bysonima crassifolia</i> (L.)Kunth in Humb	1	2.01	1.00	3.69
<i>Senna siamea</i>	1	4.18	2.09	7.67
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	1	0.15	0.08	0.28
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex xalp	2	8.84	2.42	8.87
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>136.49</b>	<b>67.24</b>	<b>250.43</b>

**Nota:** **Fa:** Frecuencia absoluta de la especie. **B/E:** Biomasa (ton/ha) por especie. **C/E:** Carbono almacenado (ton/ha) por especie. **CO<sub>2</sub>/E:** Dióxido de carbono (ton/ ha) por especie.

## V.CONCLUSIONES

En total se identificaron 54 especies forestales comprendidas en 30 familias botánicas, sobresaliendo la Fabaceae con 6 especies, Caesalpinaceae y Mimosaceae con 4 especies y Meliaceae, Bombacaceae y Anacardiaceae con 3 especies respectivamente.

La finca San Rafael presenta el mayor número de especies forestales con 27 especies, esta finca presenta estado de conservación y manejo integrado del sistema bosque.

La especie con mayores cantidades de individuo en el sistema bosque es la especie Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia* Lam var) con 67 individuos, al igual se determinó que la especie con más presencia en seis de las siete fincas en estudio fue la especie Falso roble (*Tabebuia rosea*).

En la finca San Rafael se encontró el valor más alto de biomasa con 46.26 ton/ha para el sistema bosque y la especie Guanacaste negro con 40.31 ton / ha con el valor más alto. Mientras que para el sistema silvopastoril la finca el Chaparral el valor más alto de biomasa con 46.17 ton/ha y la especie Guaba con 50.54 ton/ha.

Los mayores valores de carbono almacenado lo presentan la finca San Rafael con 23.13 ton/ha, siendo el Guanacaste negro con 19.92 ton/ha la que registra los mayores valores de almacenamiento para el sistema bosque. Para el sistema silvopastoril la finca El Chaparral con 23.09 ton/ha y la especie con mayores valores es la Guaba 25.27 ton/ha.

La mayor cantidad de Dióxido de carbono lo presenta la finca San Rafael en el sistema bosque con 84.97 ton / ha y la especie Guanacaste negro con 73.45 ton / ha, mientras que para el sistema Silvopastoriles es la finca El Chaparral con 84.73 ton/ha y la especie con Guaba con 92.74 ton/ha.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se debe inducir a los dueños de fincas ganaderas que incrementen las áreas de bosques en sus fincas sobre todo donde existen fuentes de agua, a través de un proceso de reforestación, considerando también las áreas de bosques ralos con predominancias de algunas especies tratando de enriquecer con otras especies, tanto nativas, como introducidas.

En las áreas de pastos y cubierto con arbolado disperso se debe incrementar el número de árboles con especies que utilice el ganado como forraje o consumo de parte de los árboles (frutos, flores), usando métodos de distribución de árboles, tales como, bosquetes, cerca o líneas de árboles.

Los propietarios ganaderos también requieren de temas de capacitación relacionados con el mejoramiento de bosques naturales y mejoramiento de uso de los sistemas silvopastoriles.

Realizar investigaciones dirigidas a la cuantificación de biomasa, carbono y dióxido de carbono para realizar comparaciones dentro de la misma zona o en diferentes fincas organizadas por el programa de CONAGAN para determinar cómo se encuentra la composición florística de dicha zona u determinar la contribución de mejora al medio ambiente.

## VII.BIBLIOGRAFÍA

**CATIE. (Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR) 2014.**

Mejorando la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de la tierra en el bosque Atlántico del Paraguay oriental – Paraguay-biodiversidad (PDF). PY 11 p. Consultado. Set. 2015. disponible en [http://www.paraguaybio.com.py/informes/Cursos%20de%20Sistemas%20Agroforestales/1\\_Dasometria\\_2parte.pdf](http://www.paraguaybio.com.py/informes/Cursos%20de%20Sistemas%20Agroforestales/1_Dasometria_2parte.pdf).

**CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza) (2002).** Fijación y Almacenamiento de carbono en sistema Silvopastoril y competitividad económica En Matiguás, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica. (Pág. 119).

**CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Esperanza) (2018).** Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación del cambio climático y en la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica.

**CENAGRO (Centro Nacional Agropecuario).** (2011). Caracterización del municipio de Camoapa. Camoapa: Autor.

**Cuñachi, E. G, (2014), Servicio Ambientales,** “Mejoramiento de la Gobernanza e Implementación de Mecanismo Transparente de Negociación en la Forestaría Indígena en ATALAYA (UCAYALI), Perú.

**ENACAL (Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillado), (s. f ) ,** Caracterización del municipio de Camoapa , Camoapa : Autor.

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1998.**

FRA 2000 Directrices para la Evaluación en los Países Tropicales y Subtropicales (en línea). Roma, IT. Consultado 31 Set. 2015. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/ae218s/AE218S00.pdf> (Documento de Trabajo 2).

**Giraldo, A & Zapata, M. (2008).** Captura y flujo de carbono en un sistema de la zona andina Colombiana.

**IDEAM (Instituto Meteorológico y Estudios Ambientales), 2010.** Capítulo 2: Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Pp 199-152. En IDEAM 2010. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.

**IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2016.** Establecimiento y uso de sistema Silvopastoriles en República Dominicana. (En línea). Consultado en Octubre 2018. Disponible en <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2014/CD001854.pdf>

**IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change, CH). 2001.** Glosario de términos utilizados en el tercer informe de evaluación del IPCC. S.l., (en línea). Consultado 26 abr. 2014. Disponible en <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

**INAFOR (Instituto Nacional Forestal). 2009.** Resultados del Inventario Forestal Nacional de Nicaragua 2007-2008. 2º ed. Managua, NI. 232 p.

**INATEC (Instituto Nacional Tecnológico) (2016).** Manual del Protagonista, Pasto y Forraje. Managua: Autor.

**Integración de la ganadería y la conservación de los recursos naturales. (2010).** Los Sistemas Silvopastoriles, México, D.F. Disponible en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2014/CD001854.pdf>

- Martínez, P. E. (2014).** Biomasa residual vegetal; tecnología de transformación y estado actual.
- Ortiz-Ceballos G. 2004.** El Agroecosistema Café: Crisis de mercado y sustentabilidad. Tesis de Doctorado en Ciencias, Programa en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz. México. 125 p.
- Ordoñez, H, Muñoz, D, Ballastero, w, & Mosquera, J (s.f.).** Estimación de la biomasa aérea y captación de carbono en árboles dispersos en potreros con Motilon silvestre (*Freziera canescens*) en el municipio de Pasto Nariño, Colombia.
- Pineda-López MR, Ortiz-Ceballos G, Sánchez-Velázquez LR. 2005.** Los cafetales y su papel en la captura de carbono: un servicio ambiental aún no valorado en Veracruz. *Madera y Bosques* 11(2):3-14.
- Prado, J.A (2010).** Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global, Madrid, (29-253 p).
- Quezada B, JB. Zapata, MG; Meyrat A. 2010.** Especies arbóreas del Arboretum Alain. Managua NI. 34p.
- Segura, M. & Kanninen, M. (1999).** Inventarios para estimar carbono en ecosistemas forestales tropicales. En: Orozco, L. y Brumer, C. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Turrialba: CATIE, 2002. P. 202-222.
- Salinas, Z. Hernández, P. 2008.** Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía. Turrialba CR. CATIE. 117 p. (serie técnica No. 83).
- Torres, J Mena, V & Álvarez, E. (2017)** Carbono aéreo almacenado en tres bosque del jardín botánico del pacífico, Chocó, Colombia, En: *Entramado: Enero – Junio, 2017*. Vol.13, N° 1 Pp. 200-209.
- UNA (Universidad Nacional Agraria NI). 2015.** Arboretum Alain Meyrat: árboles y arbustos presentes en la UNA. (En línea). NI. UNA. Consultado Diciembre. 2018. Disponible en <http://redbio.una.edu.ni/arboretum/>

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1.** Tabla de registro de datos las PMP en bosque del arbolado  $\geq 10$  cm de DAP

<b>NPAR</b>	<b>NAR</b>	<b>Especie</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>At (m)</b>	<b>AF (m)</b>

**NPAR:** Número de parcelas. **NAR:** Número de árboles. **ESPECIES:** Se refiere al nombre común del árbol en la zona. **DAP:** Diámetro a la altura al pecho. **At:** Altura total del árbol. **AF:** Altura del fuste del árbol.

**Anexo 2.** Tabla de registro de datos de las franjas de muestreo en el sistema Silvopastoril para arbolado  $\geq 10$  cm de DAP

<b>NF</b>	<b>NAR</b>	<b>Especie</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>At (m)</b>	<b>AF(m)</b>

**NF:** número de fuste

### **Anexo 3. Glosario de términos utilizados**

**Cambio Climático:** Es un fenómeno que se expresa como una desviación del tiempo meteorológico promedio esperados de las condiciones climáticas normales (temperatura y precipitación) para un lugar y tiempo dado (IPCC, 2001).

**Almacenamiento de Carbono:** El almacenamiento de dióxido de carbono (CAC); se considera como una de las opciones para reducir las emisiones atmosféricas de CO<sub>2</sub> generadas por las actividades humanas. (IPCC, 2001)

**Biomasa:** Es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptibles de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol a energía química a través de la fotosíntesis y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica. La biomasa en los ecosistemas forestales se divide área, fuste, ramas, follaje y biomasa subterránea, raíces (IPCC, 2001) y (Martínez, 2014)

**Biomasa aérea:** Se refiere al peso seco de material vegetal del árbol sobre el suelo incluyendo fuste, corteza, ramas y hojas (Salinas y Hernández, 2008).

**Fijación de carbono:** La fijación de carbono se genera en el proceso de la fotosíntesis realizado por las hojas y otras partes verdes de las plantas, que capturan el CO<sub>2</sub> de la atmósfera que producen carbohidratos, liberan oxígeno y dejan carbono que se utiliza para la transformar la biomasa de la planta incluyendo la madera de los árboles (Brown *et al* 1984) Citado de: (Segura 1999).

**Carbono fijado:** Se refiere a la capacidad de una unidad de área cubierta por vegetación para fijar carbono en un periodo determinado; es decir por encima de la cantidad actual almacenada (Segura ,1999).

**Sistema silvopastoril:** Es una forma de hacer ganadería en los potreros, combinando los pastos con enredaderas, hierbas, árboles y arbustos. En este sistema se requiere una administración de estos recursos de manera que perduren en el tiempo de los árboles y arbustos, así como es el aprovechamiento en la alimentación animal. (IICA, 2016) e (Integración de la ganadería y la conservación de los recursos naturales 2010.)

**Sistema bosque:** Es una asociación vegetal natural o plantada, en cualquier etapa del ciclo natural de vida, con árboles que alcanzan una altura superior a 5 metros, con una cobertura de dosel mayor del 10%, que se extiende por más de 0.5 hectáreas y un mínimo de 20 metros de ancho que con o sin manejo, es capaz de producir bienes y servicios; ejercer influencia sobre el régimen del agua, el suelo, el clima y proveer hábitat para la vida silvestre. (INAFOR, 2009).

**Factor de expansión de biomasa (FEB):** Es la proporción directa entre biomasa total y la biomasa del fuste. Se trata de un factor variable que depende de la especie arbórea, las condiciones ambientales, la densidad de la plantación y la edad de los individuos, entre otros (Salinas y Hernández, 2008).

**Densidad básica de la madera:** Relación entre la masa de la madera en estado anhidro (seco) y el volumen de la madera en estado verde y se expresa en  $\text{g/cm}^3$  o  $\text{ton/m}^3$ . (IPCC, 2001)

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** (CO<sub>2</sub>) Gas que se produce de forma natural, y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, cambios en el uso de las tierras y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio de radiación del planeta. Es el gas de referencia frente al que se miden otros gases de efecto invernadero y, por lo tanto, tiene un Potencial de calentamiento mundial (IPCC, 2001).

**Clases diamétricas:** son la principal variable del bosque en término de uso, aprovechamiento, manejo y otros servicios que brinda el bosque convencionalmente, existen diez clases diamétricas. La legislación nacional relativa al aprovechamiento forestal comercial establece de manera general un diámetro mínimo de corta de 40 cm. (INAFOR, 2009).

Anexo 4. Lista de especie a nivel de 7 fincas seleccionadas en ambos sistemas en el municipio de Camoapa, Boaco.

	<b>Especie</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>
1	Acacia amarilla	<i>Senna siamea</i>	Caesalpinaceae
2	Acerola	<i>Malpighia glabra L.</i>	Malpighiaceae
3	Acetuno	<i>Simarouba glauca DC.</i>	Simaroubaceae
4	Aguacate montero	<i>Persea coerulea</i>	Lauraceae
5	Anona montera	<i>Annona chirimola</i>	Annonaceae
6	Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto kart.</i>	Caesalpiniaceae
7	Cachito	<i>Stemmadenia donnell (Rose) woodson</i>	Apocynaceae
8	Canelo	<i>Arbutus xalapensis H.B.K.</i>	Ericaceae
9	Caoba del pacifico	<i>Swietenia humilis Zucc.</i>	Meliaceae
10	Capirote	<i>Tococa guianensis</i>	Melastomataceae
11	Carao	<i>Cassia grandis L.</i>	Caesalpiniaceae
12	Sebo	<i>Virola sebifera Aubl</i>	Myristicaceae
13	Cedro real	<i>Cedrela odorata L.</i>	Meliaceae
14	Ceiba	<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn</i>	Bombacaceae
15	Ceiba barrigón	<i>Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand</i>	Bombacaceae
16	Chaperno negro	<i>Lonchocarpus minimiflorus Donn. Sm</i>	Fabaceae
17	Chilamate	<i>Ficus tonduzis</i>	Moraceae
18	Chiquirín	<i>Myrospermum frutescens Jacq.</i>	Fabaceae
19	Cola de pava	<i>Cupania cinérea</i>	Sapindaceae
20	Coyolillo	<i>Astrocaryum alatum H.F. Loomis</i>	Arecaceae
21	Coyote	<i>Platymiscium dimorphandrum Donn.Sm.</i>	Fabaceae
22	Espavel	<i>Anacardium excelsum (Bertero y Balb. Ex Kunth) Skeels</i>	Anacardiaceae
23	Falso roble	<i>Tabebuia rosea ( Bertol.) DC.</i>	Bignoniaceae
24	Frijolillo	<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	Anacardiaceae
25	Genizaro	<i>Pithecellobium saman (Jacq.) Benth.</i>	Mimosaceae
26	Guaba	<i>Inga edulis Mart</i>	Mimosaceae
27	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia Lam.var.</i>	Sterculiaceae

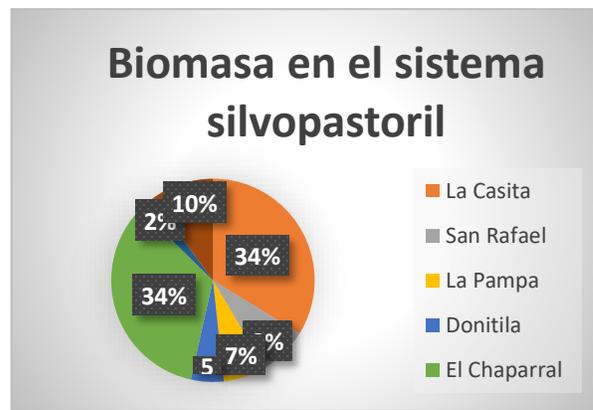
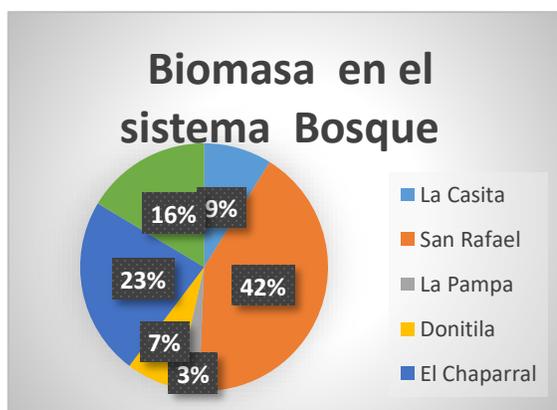
28	Guanacaste blanco	<i>Albizia caribea</i> (Urb.) Britton y Rose	Mimosaceae
29	Guanacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Mimosaceae
30	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Caesalpinaceae
31	Güiligüiste	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.	Rhamnaceae
32	Helequeme	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	Fabaceae
33	Helequeme playero	<i>Erythrina poeppigiana</i> Lour.	Fabaceae
34	Jagua	<i>Genipa caruto</i> H.B.K.	Rubiaceae
35	Javillo	<i>Hura crepitans</i> L.	Euphorbiaceae
36	Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae
37	Jocote Jobo	<i>Spondias mombins</i>	Anacardiaceae
38	Lagarto	<i>Zanthoxylum belicense</i>	Rutaceae
39	Laurel negro	<i>Cordia alliodora</i> L.	Boraginaceae
40	Limoncillo	<i>Trichilia havanensis</i>	Meliaceae
41	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i> ( Jacq ) Kunth ex xalp	Fabaceae
42	Mampás	<i>Lippia myriocephala</i> Schlecht & Cham.) Schauer	Verbenaceae
43	Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Verbenaceae
44	Nancite	<i>Bysonima crassifolia</i> (L.) Kunth in Humb	Malpighiaceae
45	Nancitón	<i>Hieronyma alchorneodes</i>	Euphorbiaceae
46	Níspero montero	<i>Manilkara chicle</i> (Pittier) Gilly	Sapotaceae
47	Ojoche	<i>Brosumum alicastrum</i> Sw ssp. <i>Alicastrum</i>	Moraceae
48	Palo de agua	<i>Vochysia hondurensis</i>	Vochysiaceae
49	Panamá	<i>Sterculia apetala</i> ( Jacq ) H. Katst	Sterculiaceae
50	Papalón	<i>Coccoloba caracasana</i> Meissn.	Polygonaceae
51	Plomo	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britt & Millsp.	Flacourtiaceae
52	Pochote	<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S. Alverson	Bombacaceae
53	Tabacón	<i>Triplaris melaenodendron</i> (Bertol) Standl y Steyerm	Polygonaceae

Anexo 5. Presencia de las especies forestales en los dos sistemas muestreados en las 7 fincas del municipio de Camoapa, Boaco, 2018.

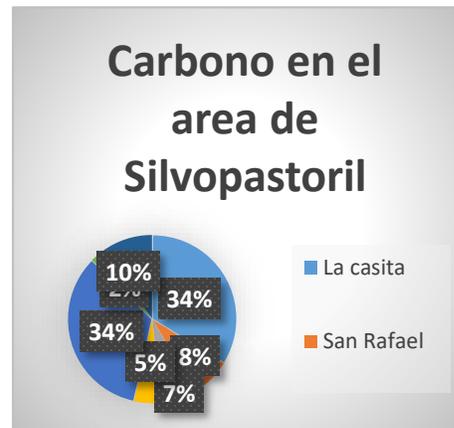
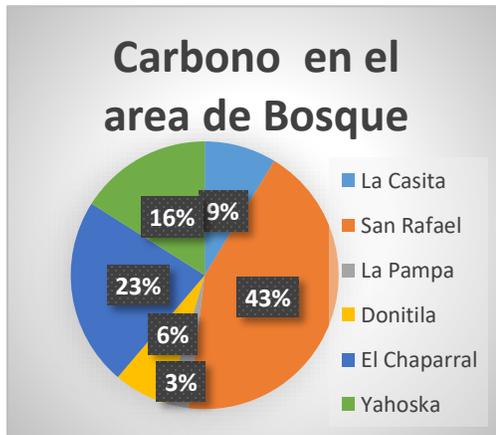
Finca	La Casita	San Rafael	La Pampa	Domitila	San Gregorio	El Chaparral	Yahoska
Acacia amarilla		Si					
Acerola				Si			
Acetuno		Si					
Aguacate montero				Si			
Anona montera		Si					
Brasil		Si					
Cachito						Si	
Canelo		Si					
Caoba del pacifico		Si					
Capirote	Si					Si	
Carao			Si				Si
Cedro real	Si		Si	Si		Si	
Ceiba		Si					Si
Ceiba barrigón				Si			
Chaperno negro		Si					Si
Chilamate		Si		Si		Si	Si
Chiquirín		Si					
Cole de pava		Si		Si		Si	Si
Coyolillo	Si						
Coyote						Si	
Espavel						Si	
Falso roble	Si	Si	Si	Si		Si	Si
Frijolillo		Si		Si			
Genizaro		Si					
Guaba	Si			Si		Si	Si
Guácimo de ternero	Si	Si		Si		Si	Si
Guanacaste blanco		Si					Si
Guanacaste negro		Si					Si
Guapinol		Si					
Guarumo		Si		Si			
Güiligüiste							Si
Helequeme	Si						
Helequeme playero					Si		
Jagua		Si		Si		Si	Si
Javillo		Si					

Jiñocuabo	Si			Si		Si	
Jobo							Si
Jocote				Si			
Lagarto		Si	Si			Si	Si
Laurel negro	Si			Si		Si	Si
Limoncillo		Si		Si		Si	Si
Madero negro		Si	Si				
Mampás						Si	
Melina							Si
Nancite	Si						
Nancitón				Si			
Níspero montero				Si			
Ojoche						Si	Si
Palo de agua							Si
Panamá		Si					
Papalón		Si					
Plomo						Si	
Pochote		Si					
Sebo	Si						
Tabacón				Si			Si

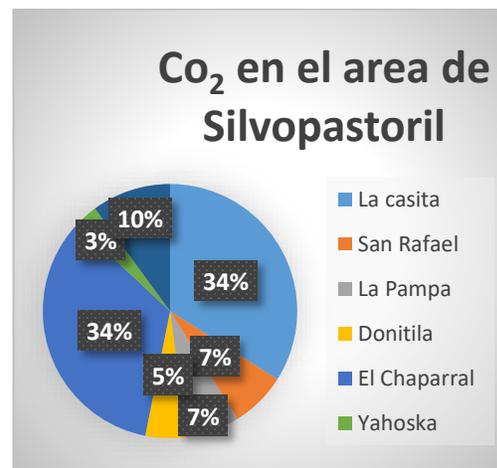
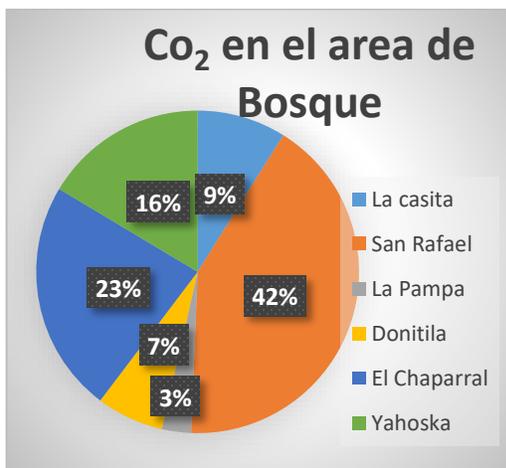
Anexo 6. Porcentajes de Biomasa en el sistema bosque y silvopastoril en Boaco-Camoapa, 2018.



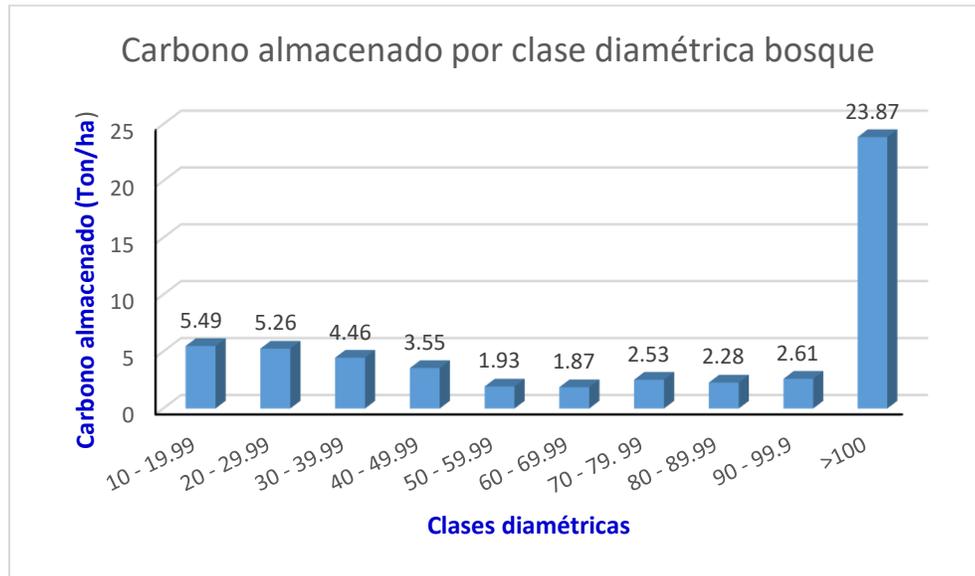
Anexo 7. Porcentajes de carbono almacenado en el sistema bosque y silvopastoril en Boaco-Camoapa, 2018.



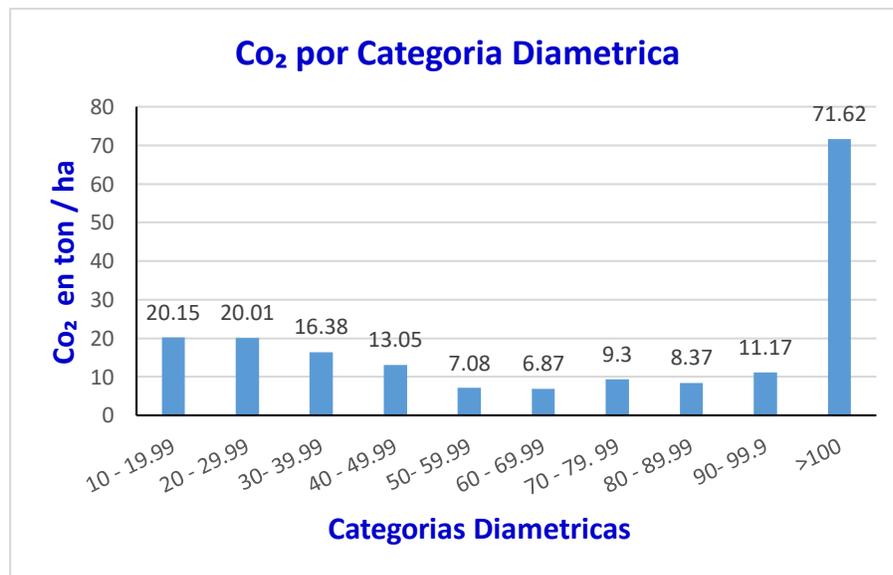
Anexo 8. Porcentajes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) fijado en el sistema bosque y silvopastoril en Boaco-Camoapa, 2018.



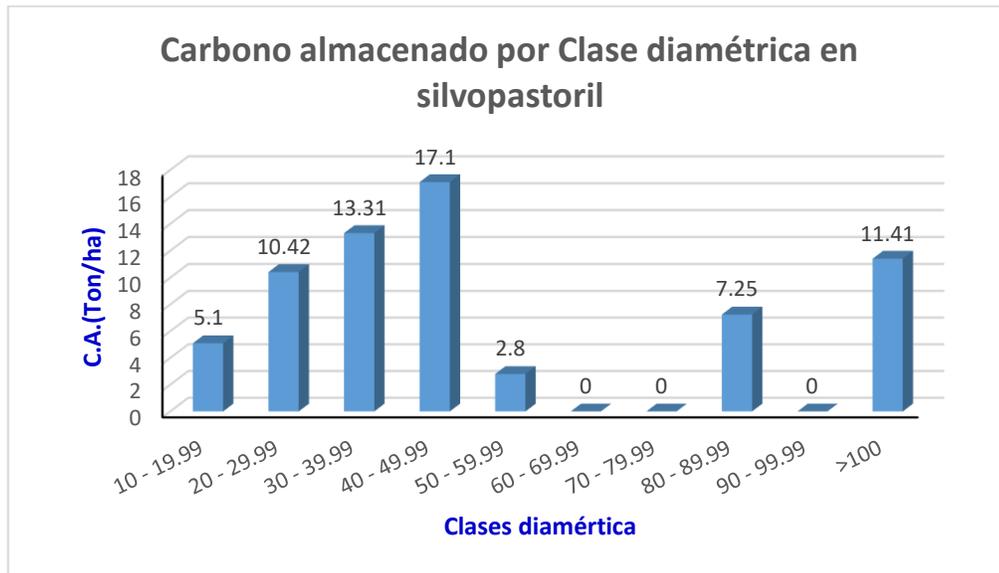
Anexo 9. Almacenamiento de carbono por clases diamétricas en el sistema bosque.



Anexo 10. Fijación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por clases diamétricas en el sistema bosque.



Anexo 11. Almacenamiento de carbono por clases diamétricas en el sistema silvopastoril.



Anexo 12. Fijación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por clases diamétricas en el sistema silvopastoril.

