

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSERVACIÓN



Evaluación de fincas ganaderas, en su potencial de captura de carbono y servicios
ecosistémicos, Choluteca, Honduras.

TESIS

Por:

Diego Francisco Martínez Espinoza

Catacamas, Olancho,

Agosto 2025

**EVALUACIÓN DE FINCAS GANADERAS, EN SU POTENCIAL DE CAPTURA
DE CARBONO Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS, CHOLUTeca, HONDURAS.**

POR:

DIEGO FRANCISCO MARTINEZ ESPINOZA

M Sc. JORGE DAVID ZUNIGA MEJIA

Director de Tesis

TESIS

Presentado a la Universidad Nacional de Agricultura como requisito previo a la
graduación

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS

Agosto 2025

DEDICATORIA

A mi **Dios** todo poderoso, por darme fuerzas en momentos difíciles y escuchar mis peticiones durante todo mi proceso de formación.

A mi madre **María del Carmen Espinoza**, por establecer confianza en mí, que saldría adelante durante estos cuatro años universitarios, siendo mi mayor motivación y voluntad, la amo mucho.

A mis hermanos: **Moisés David Martínez, Dalice del Carmen Martínez y Olman Guadalupe Martínez**, por su apoyo incondicional en todo momento de mi vida y formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a nuestra virgen de Suyapa por permitirme llevar a cabo mi trabajo de investigación.

A mi madre María del Carmen Espinoza, por sus consejos y apoyo incondicional en todo momento.

A mi hermano de otra sangre Javier Eduardo Mejía, por apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida, cuando me diagnosticaron Hipertensión, se te quiere y agradece mucho.

Al proyecto MAF-GANADERIA de la institución CATIE (**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza**) por apoyarme económicamente y por permitir llevar a cabo mi trabajo de investigación.

Al M. Sc. Edwin García, por su apoyo incondicional durante y después de la investigación.

Al M. Sc. Jorge David Zúñiga por sus orientaciones, confianza y asesorías en mi documento.

Al M. Sc. Rober Danilo Rubí por su orientación en mi trabajo de investigación.

Al Lic. Henry Osman Bonilla por su orientación en mi trabajo de investigación.

A los dueños de las siete fincas investigadas, se les agradece mucho por haberme prestado sus fincas.

A mis amigos que me ayudaron en este proceso: David Perdomo, Cindy Vásquez, Johana Rodríguez y demás amigos.

CONTENIDO

	Pag.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE GRAFICAS	vii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos	2
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Cambio climático.....	5
4.2 Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	5
4.2.1 Dióxido de carbono.....	6
4.3 Principales emisores de dióxido de carbono a nivel mundial.....	7
4.4 Bienes y servicios ecosistémicos	8
4.4.1 La diversidad y los índices de diversidad	8
4.5 Problemática de los bosques a nivel mundial	9

4.6 Problemática de los bosques a nivel nacional.....	10
4.7 Conversión de uso de suelo	10
4.8 Actividad ganadera	11
4.8.1 Problemáticas generadas.....	12
4.8.2 La ganadería y su contribución al cambio climático	12
4.8.3 Alternativas de mitigación a los impactos	12
4.9 Sistema silvopastoril (SSP).....	13
4.9.1 Clasificación de los sistemas silvopastoriles	14
4.10 Cercas vivas	14
4.10.1 Tipos de cercas vivas	16
4.10.2 Beneficios ecológicos de las cercas vivas	16
4.10.3 Especies empleadas como cercas vivas	17
4.10.4 Producción y calidad de la biomasa comestible de cercas vivas	18
V. MATERIALES Y METODOS	19
5.1 Ubicación del área de estudio	19
5.2 Materiales y equipo.....	20
5.3 Enfoque metodológico.....	20
5.4 Procedimiento metodológico	20
5.4.1 Fase 1: Diagnóstico.....	21
5.4.2 Fase 2: Toma de datos en campo	21
5.4.3. Fase 3: Evaluación de la información recolectada	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
6.1 Fincas seleccionadas.....	28
6.2. Análisis descriptivo y comparativo de captura de carbono y biomasa aérea t ha/año por familias en las siete fincas.....	28
6.2.1 Municipio de Choluteca	28

6.2.2	Municipio de Marcovia	35
6.2.3	Municipio de Namasigüe.....	36
6.2.4	Municipio de San Marcos de Colón	38
6.3.	Comparación de familia que capturan carbono y biomasa aérea t ha/año en las siete fincas.....	42
6.4.	Comparación total de captura de carbono y biomasa aérea por familia en las siete fincas.....	45
6.5.	Análisis descriptivo y comparativo de captura de carbono ha/año por especie en las siete fincas	46
6.5.1.	Municipio de Choluteca	46
6.5.2.	Municipio de Marcovia	51
6.5.3.	Municipio de Namasigüe.....	52
6.5.4.	Municipio de San Marcos de Colón	53
6.6.	Comparación de especies que capturan carbono en las siete fincas t ha/año	55
6.7.	Comparación total de captura de carbono en las siete fincas	58
6.8.	Análisis descriptivo y comparativo de biomasa aérea en las siete fincas.....	59
6.8.1.	Municipio de Choluteca	59
6.8.2.	Municipio de Marcovia	63
6.8.3.	Municipio de Namasigüe.....	64
6.8.4.	Municipio de San Marcos de Colón	65
6.9.	Comparación de especies que aportan biomasa en las siete fincas	67
6.10	. Comparación total de biomasa aérea en las siete fincas.....	70
6.11	. Análisis descriptivo y comparativo para el índice de Shannon-Weiner y Simpson.....	71
VII.	CONCLUSIONES.....	73
VIII.	RECOMENDACIONES	74

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS.....	75
ANEXOS	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de los municipios del departamento de Choluteca, donde se realizó la investigación.....	19
---	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Densidad de madera por especie (tm ³)	24
Tabla 2 Fincas seleccionadas para el estudio en el departamento de Choluteca.....	28
Tabla 3 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-28.....	29
Tabla 4 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-46.....	31
Tabla 5 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-64.....	33
Tabla 6 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-27.....	35
Tabla 7 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca 51	36
Tabla 8 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-36.....	38
Tabla 9 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-29.....	40
Tabla 10 Comparación de familia de carbono acumulado y biomasa aérea t/ha en las siete fincas.....	43
Tabla 11 Comparación de carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en las siete fincas.....	45
Tabla 12 Carbono acumulado por especie en la finca-28	47
Tabla 13 Carbono acumulado por especie en la finca-46	48
Tabla 14 Carbono acumulado por especie en la finca-64	50
Tabla 15 Carbono acumulado por especie en la finca-27	51
Tabla 16 Carbono acumulado por especie en la finca-51	52
Tabla 17 Carbono acumulado por especie en la finca-36	53
Tabla 18 Carbono acumulado por especie en la finca 29.....	54
Tabla 19 Carbono acumulado por especie en las siete fincas	57
Tabla 20 Carbono acumulado de las siete fincas	58
Tabla 21 Biomasa aérea por especie en la finca 28	59
Tabla 22 Biomasa aérea por especie en la finca 46	61
Tabla 23 Biomasa aérea por especie en la finca 64	62
Tabla 24 Biomasa aérea por especie en la finca 27	63
Tabla 25 Biomasa aérea por especie en la finca 51	64

Tabla 26 Biomasa aérea por especie en la finca 36	65
Tabla 27 Biomasa aérea por especie en la finca 29	66
Tabla 28 Captura total de biomasa por especie en las siete fincas.....	69
Tabla 29 Captura total de biomasa de las siete fincas.....	70
Tabla 30 Índices de Shannon-Weiner y Simpson.....	71

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1	Total de carbono acumulado y biomasa aérea ha por familia en la finca-28.....	29
Gráfica 2	Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-28	30
Gráfica 3	Total de carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-46.....	31
Gráfica 4	Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-46	32
Gráfica 5	Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-64	33
Gráfica 6	Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-64	34
Gráfica 7	Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-27	35
Gráfica 8	Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-27	36
Gráfica 9	Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-51	37
Gráfica 10	Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-51	37
Gráfica 11	Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familias en la finca-36	38
Gráfica 12	Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-36	39
Gráfica 13	Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-29	40
Gráfica 14	Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-29	41
Gráfica 15	Comparación carbono acumulado y biomasa aérea t/ha en las siete fincas	43
Gráfica 16	Análisis de la especie de la familia más dominante (Fabaceae) por familia	44
Gráfica 17	Comparación de las siete fincas por el carbono acumulado y biomasa aérea ..	45
Gráfica 18	Tonelada de carbono acumulado/ha por especie finca-28	47
Gráfica 19	Tonelada de carbono acumulado/ha por especie finca-46	48
Gráfica 20	Tonelada de carbono acumulado/ha por especie finca-64	50
Gráfica 21	Toneladas de carbono acumulado/ha por especie finca-27.....	51
Gráfica 22	Toneladas de carbono acumulado/ha por especie finca-51.....	52
Gráfica 23	Toneladas de carbono acumulado/ha por especie finca-36.....	53
Gráfica 24	Toneladas de carbono acumulado/ha por especie finca-29.....	55
Gráfica 25	Toneladas de carbono acumulado/ha por especie en las siete fincas.....	57
Gráfica 26	Tonelada de carbono acumulado/ha de las 7 fincas.....	58
Gráfica 27	Toneladas de biomasa por especie finca-28.....	60

Gráfica 28 Toneladas de biomasa por especie finca-46.....	61
Gráfica 29 Toneladas de biomasa por especie finca-64.....	62
Gráfica 30 Toneladas de biomasa por especie finca-27.....	63
Gráfica 31 Toneladas de biomasa por especie finca-51.....	64
Gráfica 32 Toneladas de biomasa por especie finca-36.....	65
Gráfica 33 Toneladas de biomasa por especie finca-29.....	67
Gráfica 34 Toneladas de biomasa por ha por especie en las siete fincas.....	69
Gráfica 35 Captura total de biomasa de las siete fincas T/B/ha	70
Gráfica 36 Indices de diversidad	71
Gráfica 37 Comparación de las riquezas de especies por fincas	72

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Emisiones mundiales totales de gases de efecto invernadero en 2023 (Floencia 2024).....	82
Anexo 2 Ejemplo del código de la placa que se utilizó.....	82
Anexo 3 Aplicación PlantNet para identificación de especies arbóreas	82
Anexo 4 Mapa de la finca 28 Tapatoca, Choluteca	83
Anexo 5 Mapa de la finca-46 Tapatoca, Choluteca.....	83
Anexo 6 Mapa de la finca-64 Santa fé, El trapiche, Choluteca.....	84
Anexo 7 Mapa de la finca-27 Marcovia, Choluteca.....	84
Anexo 8 Mapa de la finca-51 Namasigüe, Choluteca	85
Anexo 9 Mapa de la finca-29 Comalí, San Marcos de Colón, Choluteca.....	85
Anexo 10 Mapa de la finca-36 Comalí, San Marcos de Colón, Choluteca.....	86
Anexo 11 Imagen de las mediciones del diámetro del árbol	87
Anexo 12 Imagen de la cinta métrica para la medición de los 50m.....	87
Anexo 13 Imagen de cómo se colocaron las placas a los arboles	88
Anexo 14 Imagen de la visita del director de tesis a la comunidad de Comalí, San Marcos de Colón.....	88
Anexo 15 formulario para árboles en cercas vivas en parcelas permanentes.....	89

Martínez Espinoza, D.F. 2025. Evaluación de fincas ganaderas, en su potencial de captura de carbono y servicios ecosistémicos, Choluteca, Honduras. Tesis Ing. En Gestión Integral de los Recursos Naturales. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 106. Pág.

RESUMEN

El trabajo se realizó en cuatro municipios del departamento de Choluteca, haciendo un total de siete fincas, con el objetivo de levantar una línea base con monitoreo permanente de cercas vivas, en fincas ganaderas, para identificar acciones mitigantes a gases de efecto invernadero.

La investigación se llevó a cabo mediante el enfoque de carácter mixto lo que significa que se trabajó bajo el paradigma de investigación interpretativo (cualitativo) e investigación (cuantitativa), donde la participación de los dueños de las fincas ganadera fue de gran importancia para obtener la información de interés y analizar la realidad actual de las cercas vivas, ya que implica comprender su estado, función, productiva y social en el contexto donde la utilizan, como puede ser en el caso de zonas rurales en el sur de Honduras (como en el departamento de Choluteca).

Palabras claves: monitorea, cercas vivas, gases de efecto invernadero, fincas.

I. INTRODUCCIÓN

Según Ibrahim et al. (2005) se ha subestimado el valor de las cercas vivas en relación con el potencial en captura de carbono, ya que el potencial de captura de carbono está directamente relacionado con la producción de biomasa por lo que la densidad de especies en las cercas vivas se considera un factor importante, debido a la importancia de mitigar el cambio climático y garantizar la sostenibilidad de la agricultura.

Porque, la captura de carbono es fundamental para reducir la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, contribuyendo así a la regulación del clima (Zuluaga 2017). Según investigaciones previas que han realizado algunos investigadores sobre el tema a investigar, han dicho que las cercas vivas pueden almacenar grandes cantidades de carbono, lo que les confiere un valor significativo no solo ambiental, sino también económico.

Además de la captura de carbono, los sistemas agroforestales que pueden ser las cercas vivas proporcionan múltiples servicios ecosistémicos. Ya que estos incluyen la conservación del suelo, la biodiversidad, entre otros, así como la protección contra la erosión. Por lo que la valoración económica de estos servicios es esencial para incentivar su conservación y manejo adecuado. Porque la investigación se enfocará en cuantificar estos beneficios a través del levantamiento de datos en parcelas permanentes, permitiendo una evaluación precisa y continua del impacto ambiental.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Levantar una línea base con monitoreo permanente de cercas vivas, en fincas ganaderas del departamento de Choluteca, para identificar acciones mitigantes a gases de efecto invernadero.

2.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar la biomasa aérea de las cercas vivas en las fincas seleccionadas, para estimar el almacenamiento de carbono.
- Caracterizar los tipos de cercas vivas en términos de su composición florística, fenológica y estado de desarrollo, para monitoreo a corto plazo.
- Identificar la influencia de las cercas vivas en la biodiversidad florística, mediante el levantamiento de variables dasométricas y reconocer las especies arbóreas dominantes.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Objetivo	Preguntas de investigación
Objetivo Especifico 1 Cuantificar la biomasa aérea de las cercas vivas en las fincas seleccionadas para estimar el almacenamiento de carbono, estableciendo una línea base para futuros monitoreos	¿Cuál es la relación entre la densidad de la biomasa aérea y el almacenamiento total de carbono en las cercas vivas? ¿Cómo se puede establecer una línea base para el monitoreo futuro del almacenamiento de carbono en cercas vivas?
Objetivo Especifico 2 Caracterizar los tipos de cercas vivas en términos de su composición florística, fenológica, estructura y estado de desarrollo, documentando esta información como referencia para monitoreo a largo plazo.	¿Cómo se relaciona la fenología de las especies en las cercas vivas con su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos? ¿Qué características estructurales presentan las cercas vivas según su estado de desarrollo y como monitorearlas a largo plazo?
Objetivo Especifico 3 Identificar la influencia de las cercas vivas en la biodiversidad florística, mediante el levantamiento de variables dasométricas y reconocer las especies arbóreas dominantes	¿Qué especies arbóreas son las más dominantes en las cercas vivas y cómo varían según el tipo de cerca? ¿Cómo influyen las características dasométricas de las cercas vivas en la biodiversidad local?

III. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa: Las cercas vivas capturan carbono y mejoran los servicios ecosistémicos en una finca ganadera.

Hipótesis nula: Las cercas vivas no tienen un efecto significativo en la diversidad biológica, ni en la captura de carbono en comparación con áreas sin cercas vivas.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Cambio climático

Díaz (2012), define que, el cambio climático es un cambio de clima atribuido directo o indirectamente de la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima, observado durante períodos de tiempo comparables; pero Gonzáles (2020), menciona que el cambio climático es el desafío más importante de nuestro tiempo, ya que sus efectos son de alcance mundial y de una escala sin precedente.

Por lo qué, es indudable la influencia de las actividades humanas en el calentamiento de la atmósfera, el océano y la tierra. Se han provocado cambios rápidos y generalizados en el clima del planeta, afectando a muchos fenómenos meteorológicos y climáticos. Estos cambios extremos se han evidenciado en olas de calor, fuertes precipitaciones, sequías y ciclones tropicales en todas las regiones del mundo (Peacc 2024).

Según Klein et al. (2022), las actividades humanas son la causa del calentamiento del planeta; desde el periodo preindustrial se ha producido un aumento de la temperatura media en la tierra y el océano. Sin embargo, la temperatura de la superficie terrestre ha aumentado bastante más desde el año 1850; en cambio, la (NASA 2020); menciona que, durante el último siglo, la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo ha aumentado la concentración de dióxido de carbono atmosférico (CO₂).

4.2 Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Los Gases de Efecto Invernadero o también abreviado (GEI) son aquellos gases presentes en la atmósfera que contribuyen al efecto invernadero.

Son de origen natural y antropogénico (resultado de la actividad humana). Entendemos por efecto invernadero, el proceso por el que la radiación térmica emitida por la atmósfera es absorbida por los gases presentes e irradiada en todas las direcciones (Cepsa 2015)

Por lo que Sánchez (2020), indica que una parte de la radiación solar es reflejada por la atmósfera al espacio como un espejo, otra penetra y calienta la superficie de la Tierra. Una parte de estos rayos, ya con menor intensidad, son rebotados a la atmósfera, donde quedan atrapados por los gases, aumentando el calor y produciendo así el efecto invernadero.

Por lo que, los gases de la atmósfera actúan de forma parecida al cristal de un invernadero, ya que retienen el calor del sol e impiden que escape al espacio, provocando así el calentamiento global. El efecto invernadero hace que la temperatura de la superficie de la Tierra sea mayor que la que tendría si no existieran gases con efecto invernadero en la atmósfera, lo que permite la vida en el planeta (Parlamento Europeo 2023).

Ya que los gases de efecto invernadero tienen efectos de gran alcance sobre el medio ambiente y la salud, por lo que provocan el cambio climático al atrapar el calor y también contribuyen a las enfermedades respiratorias causadas por el smog y la contaminación atmosférica provocando los gases de efecto invernadero. Los patrones meteorológicos típicos a los que estamos acostumbrados cambiarán; algunas especies desaparecerán; otras emigrarán o crecerán (Núñez 2023).

4.2.1 Dióxido de carbono

El dióxido de carbono es un gas incoloro, inodoro y compuesto por oxígeno y carbono, sus emisiones son una de las principales causas del calentamiento global. Un problema causado por la actividad humana y agravado por la larga pervivencia del CO₂ en la atmósfera. Por lo que el CO₂ es un gas que cumple un rol trascendental en el efecto invernadero, es necesario conocer la importancia y necesidad del carbono sobre la extensión terrestre y cuál es su función en la atmósfera, que viene a ser un componente del ciclo del carbono (BBVA 2024).

Por lo que Núñez (2023), menciona que el dióxido de carbono es el responsable de aproximadamente tres cuartas partes de las emisiones. Ya que puede permanecer en la atmósfera durante miles de años, que proceden principalmente de la quema de materiales orgánicos como: carbón, petróleo, gas, madera y residuos sólidos. Pero para la ONU (2024); el dióxido de carbono junto con el metano y el óxido nitroso continúa acumulándose en la atmósfera condenando el planeta a temperaturas más altas, mientras los planes para reducir esas emisiones apenas tendrán efecto en 2030.

De igual manera, el dióxido de carbono se hace presente de manera natural en la atmósfera como parte del ciclo del carbono de la Tierra (la circulación natural de carbono entre la atmósfera, los océanos, la tierra, las plantas y los animales). Porque las actividades del ser humano están alterando el ciclo del carbono: tanto porque suman más CO₂ a la atmósfera como influenciando la capacidad de los disipadores naturales (como los bosques) para eliminar el CO₂ de la atmósfera e influyendo sobre la capacidad de las tierras para almacenar carbono (EPA 2024).

Por lo que, los componentes fundamentales del metabolismo del carbono son la oxidación, la respiración y la fotosíntesis (Molina y Paz, 2002). Gracias a la fotosíntesis, las plantas verdes toman CO₂ del aire y lo convierten en compuestos para el crecimiento y desarrollo de las plantas. El carbono se almacena en hojas, troncos y raíces subterráneas, especialmente en la madera de troncos y ramas. Por lo tanto, los bosques son controladores significativos de los niveles de carbono atmosférico.

4.3 Principales emisores de dióxido de carbono a nivel mundial

Según Florencia (2024), menciona que las emisiones de la aviación internacional registraron el mayor crecimiento entre 2022 y 2023, con un 19,5% (**ver anexo 1**). Esto se debe a que las emisiones del sector se desplomaron inicialmente tras las interrupciones del transporte aéreo durante la pandemia de coronavirus, antes de repuntar una vez levantadas las restricciones. Los otros sectores que crecieron rápidamente en 2023 fueron las emisiones procedentes de la producción de combustibles (infraestructuras de petróleo y gas, minas de

carbón), así como el transporte por carretera y las emisiones de la industria relacionada con la energía.

4.4 Bienes y servicios ecosistémicos

Según SEDEMA (2018), la biodiversidad es la base para el mantenimiento del bienestar humano, esta relación permite que la sociedad pueda producir, distribuir y consumir bienes y servicios en el sistema socioeconómico a partir de todo lo que provee la naturaleza. Es decir, los ecosistemas brindan al ser humano múltiples beneficios, conocidos como servicios ecosistémicos. A partir de los ecosistemas y las interacciones físicas, químicas y biológicas que se dan entre los elementos que los conforman es posible obtener alimentos, agua, combustible y madera.

Pero para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), son el motor del medio ambiente, puesto que son esenciales para la vida, por lo que la tierra, el agua, el aire, el clima y los recursos genéticos se deben utilizar de forma responsable para las presentes y futuras generaciones (UNAM, 2024).

4.4.1 La diversidad y los índices de diversidad

Según el diccionario de la Real Academia Española, explica que diversidad es «variedad, semejanza, diferencia», y «abundancia, gran cantidad de varias cosas distintas». Diversidad es uno de esos términos generales que usamos en ecología para hacer referencia a algo más concreto: la complejidad presente en la estructura de una comunidad; o, con otras palabras, la presencia de diferencias entre los elementos que componen una «colección» o «ensamble» de especies (Moreno et al., 1996).

Según algunos autores, la diversidad resume, para variables cualitativas, lo que la varianza mide para variables cuantitativas. Desde un punto de vista estadístico, la diversidad de una comunidad biológica es una medida de la incertidumbre que hay a la hora de predecir la

identidad de una especie de esa comunidad: otra forma de expresar la rareza media de las especies que la integran (Patil,2002).

Los índices de diversidad de especies habitualmente utilizados son formas matemáticas más o menos sencillas de medir la complejidad de un conjunto de especies. Muchas de estas medidas suelen combinar dos elementos de la estructura de las comunidades, a saber: la riqueza (es decir, el número de especies) y la equitatividad (la abundancia relativa de las especies). Aunque cada medida pondera a las especies raras o abundantes de modo distinto, se suele asociar una alta diversidad con una alta riqueza, o con una alta equitatividad, o con ambas características (Ricotta, 2005), así como sobre el comportamiento de los índices ante los distintos factores que los modifican (Magurran 2004).

4.5 Problemática de los bosques a nivel mundial

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) señala a la deforestación mundial como uno de los problemas más graves que sufren los ecosistemas de la Tierra. Se trata de una situación muy preocupante, ya que se destruyen 10 millones de hectáreas de bosques anualmente. Por lo que la agricultura, la deforestación mundial y otros cambios en el uso de la tierra son los responsables del 25% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) (FEDEMADERAS, 2023).

Según Weisser et al (2024), la pérdida total de bosques primarios tropicales en 2023 alcanzó un total de 3,7 millones de hectáreas, lo que equivale a perder casi 10 campos de fútbol en bosques por minuto. Si bien esto representa una disminución del 9 % con respecto a 2022, la tasa en 2023 fue casi idéntica a las de 2019 y 2021. Toda esta pérdida de bosques produjo 2.4 gigatoneladas (Gt) de emisiones de dióxido de carbono en 2023, una cifra que equivalente a casi la mitad de las emisiones anuales de combustibles fósiles de Estados Unidos.

4.6 Problemática de los bosques a nivel nacional

Por lo que, Vigilancia forestal mundial (2023), menciona que en Honduras los bosques primarios, ha perdido 509 mil hectáreas de bosque primario húmedo, en los últimos 20 años, reduciendo su área en 24 % desde 2002. Ya que en lo que refiere a incendios forestales, como se menciona previamente, 2023 fue el año más severo en todo el siglo XXI en Honduras, en donde se alcanzaron 3,060 según el Instituto de Conservación Forestal (ICF), afectando un total de 223,501 hectáreas de tierra. De estos, fueron Francisco Morazán (756 hectáreas), Olancho (725 hectáreas) y Yoro (380 hectáreas) los departamentos más afectados en cuanto a número de hectáreas quemadas.

Aunque, Madrigal (2024), menciona que, para los primeros tres meses de 2024, se registraron 822 incendios forestales en todo el territorio de Honduras, resultando en la afectación de 57,257 hectáreas de bosque. Hasta la fecha, las autoridades hondureñas han logrado capturar solamente a una persona por delito ambiental. El Instituto de Conservación Forestal (ICF), informó que en lo que va del año se han contabilizado un total de 1,104 incendios, que abarcan tanto áreas forestales como no forestales, ocasionando daños en un área estimada de 63,433 hectáreas.

4.7 Conversión de uso de suelo

Los cambios en los usos del suelo se definen como la transformación de la cubierta vegetal de los suelos para que estos puedan ser utilizados con otra función. Estos son una de las grandes causas de degradación de los ecosistemas a nivel global, así como una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. “Los cambios de uso del suelo afectan a los servicios ecosistémicos que estos proporcionan, como los de aprovisionamiento (producción de forraje, alimentos y agua limpia), regulación (control de la erosión y secuestro de carbono), soporte y culturales” (BBVA 2024).

4.8 Actividad ganadera

Para Hassán et al (2017), la ganadería, es una de las actividades productivas, desarrolladas por el ser humano que ha generado gran presión hacia los recursos naturales donde se evidencian los impactos de origen antropogénico a los ecosistemas por la necesidad de suplir las demandas en productos y servicios de una población creciente.

Ya que el ganado contribuye a las emisiones de GEI directamente a través de la fermentación entérica y el estiércol, e indirectamente a través de cómo se gestiona el sistema de producción y la conversión de bosques en pastos; se da por la cría de ganado tradicional, al generar dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) durante todo el proceso de producción (FAO 2013).

Según los datos de Veterinarios sin frontera (2012), existen tres grandes bloques de emisión para la ganadería: la deforestación asociada a la actividad ganadera (ya sea por pastos o para la producción de piensos y forrajes); la fermentación de los rumiantes, y el manejo del estiércol.

Si se incluyen las emisiones por el uso y cambio de la tierra, el sector ganadero es responsable del 9% del CO₂ procedente de las actividades humanas; ya que la actividad ganadera figura entre los sectores más perjudiciales porque cada día más son escasos los recursos hídricos al contaminar las aguas; favorecer la eutrofización, proliferación de biomasa vegetal debido a la excesiva presencia de nutrientes, y destruir los arrecifes de coral.

Por lo que a la ganadería se le atribuye un 14,5% del total de GEI anuales a nivel mundial; Además, esta actividad afecta al clima debido al cambio de uso de la tierra, la producción de alimentos, estiércol, la producción animal, procesamiento y transporte; y por la emisión de CO₂ (Gonzáles 2020)

4.8.1 Problemáticas generadas

Según la ONU (2006), la ganadería utiliza el 30% de la superficie terrestre del planeta y ocupa un 33% de toda la superficie cultivable, destinada a producir forraje y la tala de bosques para crear pastos es una de las principales causas de la deforestación, en especial en Latinoamérica, donde el 70% de los bosques que han desaparecido en el Amazonas se han dedicado a pastizales. Para contrarrestar la contaminación provocada por el ganado, la FAO propone, entre otras medidas, controlar los accesos y eliminar los obstáculos a la movilidad en los pastos comunales; incrementar la eficiencia de la producción ganadera y de la agricultura forrajera; y mejorar la eficacia de los sistemas de riego.

4.8.2 La ganadería y su contribución al cambio climático

La mayor parte de las emisiones de la ganadería son en forma de metano (CH₄, un 49%). Las otras formas importantes de GEI son óxido nitroso (N₂O, un 24%) y dióxido de carbono (CO₂, un 27%). Las emisiones de la producción, procesamiento y el transporte de piensos representa aproximadamente el 43% de las emisiones del sector. Las emisiones por fermentación entérica están a la par también con alrededor del 43%. El N₂O y el metano de la gestión de deyecciones animales (p. ej. estiércoles o purines) representa alrededor del 9 % de las emisiones GEI del sector (FAO 2013).

4.8.3 Alternativas de mitigación a los impactos

La FAO (2018), propone las siguientes tres formas para reducir sustancialmente las emisiones de la producción ganadera:

- Mejoras de productividad que reducen las intensidades de emisiones.
- Captura de carbono a través de un manejo mejorado de los pastos.
- Una mejor integración ganadera en la bio-economía circular.

4.9 Sistema silvopastoril (SSP)

En el año 1977 se propone la palabra agroforestería definiéndose como un sistema de manejo de tierras, donde se asocia los cultivos agrícolas con árboles frutales o maderables, con el fin de incrementar la diversidad y producción total (Solorio *et al.*, 2010). Sin embargo, Hernández et al (2021), los SSP son los sistemas alimentarios sostenibles más importantes del mundo, y permiten la integración de árboles y otros cultivos. Esta diversificación de la producción permite obtener mayores beneficios sociales, económicos y ambientales.

Por lo que, Sotomayor et al (2008), señala que los Sistemas Silvopastoril (SSP) son la relación entre la naturaleza y las actividades del ser humano, utilizando el suelo de manera múltiple y satisfaciendo las necesidades básicas del productor ya que los sistemas agroforestales también pueden contribuir a la mitigación del cambio climático mediante el secuestro y almacenamiento de carbono.

Según Hernández et al (2021), los SSP son los sistemas alimentarios sostenibles más importantes del mundo, y permiten la integración de árboles y otros cultivos. Esta diversificación de la producción permite obtener mayores beneficios sociales, económicos y ambientales. Para Villa et al., (2020) los principales beneficios que prestan los SSP se incluyen la recuperación, conservación y mejora de la biodiversidad, el aumento de las reservas de carbono, la fijación biológica de nitrógeno y el ciclaje de nutrientes, la disminución de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Los sistemas silvopastoriles presentan actividades que van a interactuar entre el elemento animal, varias especies leñosas y los pastos, para producir productos variados que son utilizados por el ganadero. Un factor ambiental es la disposición que tiene un ecosistema para crear productos de utilidad para la humanidad, entre los que cabe mencionar el equilibrio de gases de efecto invernadero, secuestro de carbono y la producción de oxígeno, estética escénica y la preservación de la biodiversidad, recursos hídricos y suelos (Ibrahim et al. 2005).

Según Pezo (1999), hace referencia que; el principal objetivo de incorporar el componente arbóreo o arbustivo en sistemas ganaderos pueden ser múltiples y muy diversos. Así, en algunos casos puede ser el incrementar la productividad del recurso suelo y el beneficio neto del sistema en el largo plazo, en otros reducir el riesgo a través de la diversificación de salidas del sistema (p. ej. frutas, madera) o atenuar los efectos perjudiciales del estrés climático sobre las plantas y los animales

4.9.1 Clasificación de los sistemas silvopastoriles

Sistemas silvopastoriles secuenciales: Los sistemas agroforestales secuenciales se presentan cuando las especies están parcialmente divididas en el tiempo, abarcan la agricultura migratoria (Nair, 1997)

Sistemas agroforestales simultáneos: Consisten en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple, y/o ganadería. Estos sistemas incluyen asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes, huertos caseros mixtos y sistemas agrosilvopastoriles.

4.10 Cercas vivas

Las cercas vivas son plantaciones de especies forestales que se establecen para dividir potreros o linderos, establecer barreras rompevientos, proteger fuentes de agua, suelos, cultivos o pastizales, proteger contra las heladas o contribuir al mejoramiento de la ecología local. En algunos casos, en predios de grandes extensiones, además de servir en los linderos, proveen madera con un enfoque productivo si se usan especies valiosas (como teca, cedro o caoba) (Infoagro 2019).

Según Hernández y Simón (1993) las cercas vivas son una modalidad de los sistemas agroforestales que se basan en la plantación de árboles y arbustos (en líneas), en los linderos externos e internos de las fincas, fundamentalmente postes o estacas de plantas con capacidad de rebrote.

Porque Ibrahim et al (2005), menciona las ventajas que favorecen las cercas vivas a la finca son: segmentación de potreros, señalan las fronteras de la finca, brindan espacios con sombra al ganado, se obtiene madera, producen especies frutales para el consumo humano, se utiliza como fuente alimenticia para el ganado incrementando el valor de la parcela; de igual forma, el beneficio ambiental de las fincas están: que van a actuar como corta fuegos, reducen la intervención sobre los bosques, brindan un aire saludable, mejoran y mantienen los suelos, incrementando las especies de animales silvestres mejorando la perfección de la finca.

Pero para Hernández (2001), el análisis de la práctica de las “cercas vivas” ha estado muy vinculado, fundamentalmente, a la que se considera su principal utilidad, que es no permitir el acceso de los animales y las personas a un determinado terreno; no obstante, sus usos y ventajas son múltiples, sobre la base de un grupo de factores de manejo, los servicios que prestan, algunos de sus aspectos económicos más importantes y los beneficios ecológicos que se obtienen con su uso.

En estudios realizados en los estados del sureste de México (Alayón-Gamboa et al. 2016), identificaron que los sistemas agroforestales y el empleo de prácticas silvopastoriles con cercos vivos (SCV) y presencia de árboles en potreros (SAP), adicionan carbono (C) en el suelo y biomasa viva. Asimismo, cuentan con una elevada capacidad para disminuir los gases de efecto invernadero, y según su estructura del sistema silvopastoril, adicionan ventajas ambientales en la reparación de ecosistemas y benefician a la seguridad alimentaria

Según lo descrito, al utilizar cercas vivas es una alternativa para la sostenibilidad de la producción ganadera en los que se incluye el árbol como elemento productivo que contribuye a mejorar la nutrición animal, además, creando relaciones positivas entre suelo, pastos y animales. En este sentido, Navas (2007), afirma que el árbol aumenta la fertilidad del suelo mediante el ciclo de nutrientes (algunas especies pueden fijar nitrógeno); mejora el equilibrio hídrico; las emisiones de CO₂, la fijación en el sistema. Estos beneficios ayudan a mejorar la rentabilidad de la operación; sobre todo, porque los sistemas silvopastoriles reducen el impacto de los agroecosistemas que podrían limitar la producción ganadera.

4.10.1 Tipos de cercas vivas

Según la composición de especies y estructura, como altura y diámetro de las copas, las cercas vivas pueden ser clasificadas como simples o Multiestrato (Murgueitio et al. 2003).

Simples: Son aquellas que tienen una o dos especies dominantes y manejadas bajo poda a una altura similar. Generalmente, las cercas vivas simples se podan una vez por año en zonas de trópico húmedo y cada dos años en zonas de trópico subhúmedo o seco. En zonas de trópico subhúmedo y seco, las especies más utilizadas por los productores son el jiñocuabe (*Bursera simaruba*), pochote (*Pachira quinata*), jocote (*Spondias* spp) y recientemente piñón (*Jatropha curcans*); en zonas de trópico húmedo, el poró (*Erythrina berteroana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) (Muñoz 2004).

Multiestrato: Tienen más de dos especies leñosas de diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, ornamentales, etc.). Contienen varias especies: de uso múltiple que se podan frecuentemente (ejemplo, *Erythrina berteroana*, *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, etc.) y especies de valor para madera (ejemplo, roble de sabana (*Tabebuia rosea*), pochote (*Pachira quinata*) y laurel (*Cordia alliodora*) (Villanueva et al 2008).

4.10.2 Beneficios ecológicos de las cercas vivas

Según Harvey et al. (2008), los beneficios ecológicos son:

Estructura y composición: Las cercas vivas son hábitats importantes para la conservación de biodiversidad, especialmente aquellas que tienen una mayor diversidad de especies y estructura. En Centroamérica las cercas vivas varían en su riqueza y estructura, atributos que son necesarios incrementarse para potencializar las funciones ecológicas.

Conservación de biodiversidad: Las cercas vivas cumplen funciones importantes en la conservación de la biodiversidad; su potencial varía según la complejidad en composición, estructura y manejo de la poda.

Algunos estudios como los de Sáenz et al. (2007) y Tobar et al. (2007) reportan que las cercas vivas multiestrato han mostrado una mayor riqueza y abundancia de aves y mariposas que las cercas vivas simples y pasturas con alta densidad de árboles (> 30 individuos/hectárea); incluso, han mostrado un comportamiento similar a bosques secundarios.

4.10.3 Especies empleadas como cercas vivas

En las cercas vivas se utilizan numerosas especies, de acuerdo con las condiciones climáticas y las características culturales de la región. Por lo que existe una gran variedad de plantas que pueden ser utilizadas para cercas, desde árboles maderables hasta ornamentales, considerando que la cerca viva, frecuentemente, se establece para un fin determinado y un ambiente específico. Las especies más comúnmente empleadas como cercas vivas en Norte, Centro y Sur América y en varios países de la Cuenca del Caribe son: Madriado (*Gliricidia sepium*), indio desnudo (*Bursera simaruba*), Jocote (*Spondias purpurea*) y Pito (*Erythrina berteroana*) (Budowski, 1987).

Madreado (*Gliricidia sepium*): Como cerca viva es uno de los más extendidos en América Central, con beneficios adicionales como producción de leña. En Costa Rica arroja una producción de biomasa total de 4,4 tm/km (peso seco) y 2,3 tm/km de leña en cercas vivas podados con frecuencia de seis meses; mientras que para frecuencia de corte de tres meses la producción de biomasa fue de 2,1 tm/km; la producción de forraje fue de 1,6 tm/km y 1,4 tm/km (peso seco) respectivamente (Otórola 1985).

Indio desnudo (*Bursera simaruba*): Tiene buena capacidad para competir con malezas, es de rápido crecimiento y establecimiento, es muy utilizada por su fácil

reproducción y prendimiento por estacas. No requiere de cuidados especiales y se mantiene por tiempos muy largos satisfactoriamente (Contexto ganadero 2022).

Pito (*Erythrina berteroana*): Es un árbol de vocación agroforestal con muchos usos, entre ellos el forraje para animales y el mejoramiento del suelo. Las investigaciones del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) respaldan sus beneficios y su producción en la práctica. Originaria de América Central, los nombres comunes de (*Erythrina berteroana*) incluyen elequeme, palo de pito y flautines (Walle 2023).

4.10.4 Producción y calidad de la biomasa comestible de cercas vivas

La presencia de árboles forrajeros en las cercas vivas de las fincas ganaderas puede significar un aporte adicional en la producción de biomasa comestible de alta calidad nutricional para la alimentación animal, con lo que se potencia la cantidad de forraje disponible. En las zonas con un período seco definido el uso del follaje proveniente de los árboles puede aportar un alimento rico en proteína cruda; sin embargo, en esa época muchas arbóreas comienzan su fase reproductiva y pierden parte o todas sus hojas. Este comportamiento es posible modificarlo mediante podas estratégicas al final del período de lluvia (FAO 2013).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en los municipios de San Marcos de Colón, Marcovia, Namasigüe y Choluteca; ubicados en el departamento de Choluteca, Honduras (Figura 1).

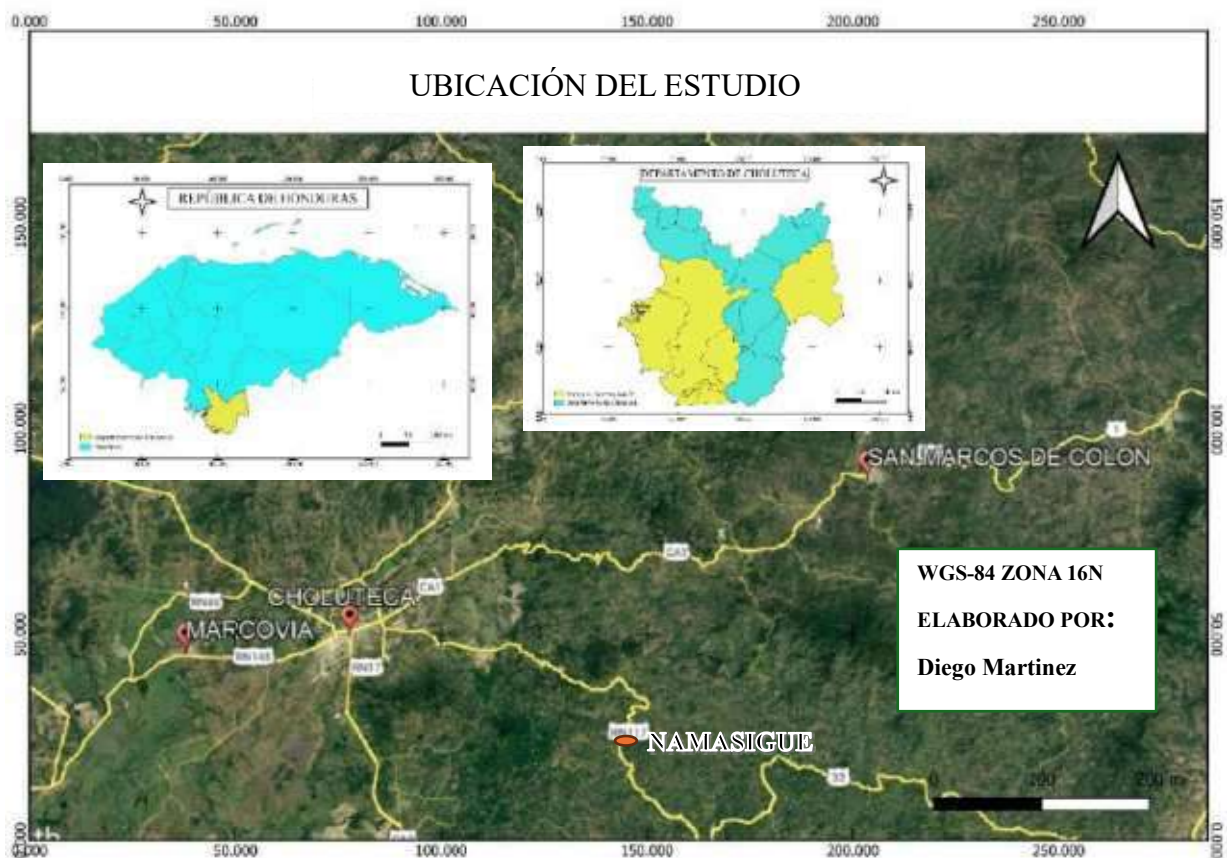


Figura 1 Ubicación de los municipios del departamento de Choluteca, donde se realizó la investigación

Este trabajo de campo se realizó durante cuatro meses iniciando el mes de enero 2025 y finalizando el mes de mayo 2025.

5.2 Materiales y equipo

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó herramientas de las cuales son: cinta diamétrica, forcípula, GPS, cinta métrica, hipsómetro, prensa botánica, periódico, cartón, cuerda elástica, atomizador, alcohol de 90%, alambre, placa de aluminio, escaleras, estacas, pistola para marcaje de láminas de aluminio, latas de pintura, Perdiga.

El equipo y el software que se utilizó son: programa de Sistema de Información Geográfica QGIS, Google Earth, Microsoft Excel, PlantNet identifica plantas.

5.3 Enfoque metodológico

Esta investigación tiene un enfoque de carácter mixto, es decir, se plantean preguntas de investigación y a la vez hipótesis, por lo que esta investigación se basó en conocer el potencial de captura de carbono y servicios ecosistémicos de las cercas vivas en sistemas agropecuarios, a través del establecimiento y levantamiento de línea base en parcelas permanentes de monitoreo, en ese sentido, se trabajó bajo el paradigma de investigación interpretativo (cualitativo) e investigación (cuantitativa), donde la participación de los dueños de las fincas ganadera fue de gran importancia para obtener la información de interés y analizar la realidad actual de las cercas vivas en las fincas ante el potencial de captura de carbono y el servicio ecosistémico.

5.4 Procedimiento metodológico

El procedimiento metodológico para este trabajo de investigación se realizó mediante una serie de fases, cada fase incluye diferentes pasos, orientados a obtener la información pertinente para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos planteados, utilizando información ya registrada a mediados del año 2024 por consultores.

5.4.1 Fase 1: Diagnóstico

➤ Selección de fincas ganaderas

Se realizaron visitas a doce fincas, de las cuales fueron seleccionadas por la Institución CATIE “**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza**”, que nos proporcionó una base de datos con la mayor información para ayudarnos a seleccionar las fincas; luego se visitaron todas las doce fincas para observar y seleccionar cuales entrarían en la investigación con los criterios óptimos; para así obtener las siete fincas para la investigación.

➤ Caracterización de tipos de cercas vivas: diversidad, estructura y desarrollo en fincas agrícolas

Se realizó la caracterización cualitativa de los tipos de cerca viva presentes en las fincas seleccionadas; cercas Simples y/o Multiestrato, especies arbóreas dominantes, nivel de desarrollo (recién establecida, jóvenes, maduras) y cuál es su origen si fue plantada o regeneración natural, etc.

5.4.2 Fase 2: Toma de datos en campo

➤ Evaluación de la extensión de cercas vivas en las fincas ganaderas

En esta fase, se realizó la cuantificación de la totalidad de metros lineales de cercas vivas existentes en las fincas seleccionadas, por lo que se muestrearon tres a nueve segmentos al azar de cercas vivas; se tomaron las medidas desde el centro del segmento tomándose 25 m a la derecha y 25 m a la izquierda, teniendo como resultado una longitud de 50 m y se tomaron en cuenta ambos lados del segmento, teniendo en cuenta un ancho de 1 m para cada lado (para incluir los árboles fuera de las cercas vivas).

➤ Georreferenciación y delimitación de parcelas

Consistió en marcar segmentos de muestreo (parcelas permanentes), utilizando el GPS para así georreferenciar cuidadosamente la localización de los segmentos muestreados y para la realización de los mapas se utilizaron QGIS, Google Earth, para futuros estudios en el área de investigación.

➤ Levantamientos de datos e identificación de especies

Consistió en levantar una línea base de una serie de variables dasométricas y de manejo de los árboles en cada segmento de cerca viva seleccionada; por lo que se tomó en cuenta una de las tres categorías de vegetación que son los latizales con DAP > 5 cm, por lo que se utilizó una cinta métrica tomando en cuenta la circunferencia del tronco a 1,30 metros (m) desde la base del árbol.

Al mismo tiempo se marcó cada árbol de los segmentos muestreados con placas de aluminio con una simbología como, por ejemplo: **(F35-S1-A1, ver anexo 2)**; nos sirvió para identificar la información obtenida de cada árbol en cada segmento, por lo que se hicieron agujeros en las esquinas de las placas y se utilizó alambre resistente para colgarlos del árbol. Por tal manera las placas se colocaron lo más alto posible para no ser alcanzados.

Así mismo, se identificaron las especies arbóreas con una aplicación proporcionada por el botánico de la Universidad Nacional de Agricultura, que lleva como nombre (PlantNet Identifica Plantas, **ver anexo 3**) para una mayor facilidad a la hora de la identificación del árbol, que no había sido reconocido en campo.

5.4.3. Fase 3: Evaluación de la información recolectada

➤ Análisis e interpretación de datos

A) Cálculo de datos dasométricas

En esta parte se utilizaron fórmulas para estimar la biomasa aérea y el total de captura de carbono, para eso se desglosan una serie de fórmulas para estimar y analizar las características de los árboles, como: altura, diámetro. Por esta razón damos a entender las siguientes formulas:

- **Circunferencia**

La circunferencia se utilizó para estimar la biomasa del tronco de un árbol, lo que a su vez contribuye a calcular la cantidad de carbono almacenado en ese árbol. La relación entre la circunferencia y la biomasa se basa en fórmulas que han sido desarrolladas a partir de investigaciones y mediciones en diferentes especies de árboles.

Metros

2

- **Diámetro**

Circuferencia

π

- **Radio**

Diámetro

2

- **Volumen del cilindro**

3.1416*radio²*Altura

- **Volumen del árbol**

$$\text{Vol. Cilindro} * \pi r^2 (0.45)$$

- **Biomasa**

Para estimar la biomasa se necesitó la densidad de madera por especie (t/m^3) ya que es un dato clave para los estudios forestales, especialmente cuando se calcula la biomasa aérea o para el almacenamiento de carbono, ya que nos sirve para saber cuánta masa tiene un volumen de madera seca. Ya que la densidad varía según la especie es por esto por lo que a continuación se les muestra la tabla utilizada en las especies encontradas en la investigación:

Especies	Densidad (tm^3)
Tabernaemontana donnell smithii	0.17
Simarouba glauca	0.41
Prunus dulcis	0.91
Annona squamosa	0.4
Vachellia farnesiana	0.63
Swietenia macrophylla	0.6
Senna bicapsularis (L.)	1.5
Guazuma ulmifolia	0.38
Ceiba pentandra	0.42
Piper aduncum	0.45
Delonix regia	0.7
Pithecellobium dulce	0.67
Guazuma ulmifolia	0.38
Enterolobium cyclocarpum	0.6
Cecropia peltata	0.18
Psidium guajava	0.7
Lactarius sanguifluus	0.15
Bursera simaruba	0.41
Coccoloba uvifera	0.5
Yucca guatemalensis	0.74
Crescentia alata	0.5
Laurus nobilis	0.54
Tabebuia rosea	0.45
Gliricidia sepium	0.47
Mangifera indica	0.67
Gmelina arborea	0.45
Pithecellobium dulce	0.67
Rubus ulmifolius	0.6
Byrsonima crassifolia	0.18
Azadirachta indica	0.65
Furcraea longaevea	0.43
Alibertia edulis	0.45
Shinopsis balanse	1.2
Populus alba	0.48
Cordia alba	0.47
Astronium graveolens	0.85

Tabla 1 Densidad de madera por especie (tm^3)

Para luego utilizar la formula:

$$B = \text{vol. Árbol} * \text{densidad de madera por especie (tm}^3\text{)}$$

B) Estimación de carbono en biomásas aérea

Las estimaciones de carbono se realizaron usando el dato de biomasa y una fracción de carbono de 0.47, la cual es la última recomendada por el IPCC:

$$C = B * 0.47$$

Donde:

- C = es el contenido de carbono estimado (generalmente expresado en unidades como kilogramos o toneladas).
- B = corresponde a la biomasa aérea total, que incluye todos los componentes vegetales sobre el suelo (troncos, ramas, hojas), medida en peso seco (kg o t).
- 0.47 = es el factor de conversión recomendado por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), el cual indica que el 47% del peso seco de la biomasa aérea está compuesto por carbono orgánico.

Pero para fines de resultados datos de biomásas, carbono en la sección de resultados de este informe, se reportaron en toneladas por hectárea. Por lo que para las bases de datos se realizó en Excel una base de datos por árbol, donde se tiene para cada uno de ellos una celda programada con la ecuación utilizada para biomasa y otra para carbono.

Luego de identificar la biomasa aérea y carbono en la biomasa aérea, fueron calculados los índices de diversidad más comúnmente utilizados en ecología: Shannon-Wiener (H) y Simpson (D) (Hill 1973).

C) Evaluación de biodiversidad mediante índices

1. Índice de Shannon-Wiener

Se considera no sólo el número de especies sino su representación (cuantos individuos por especie). Este índice requiere que todas las especies estén representadas en la muestra y es muy susceptible a la abundancia (Magurran, 1988). La mayor limitante es que no contempla la distribución de las especies en el espacio.

El índice de Shannon-Wiener (H) procede de la teoría de la información y mide la diversidad como:

$$H = -\sum p_i \ln(p_i) \quad p_i = n_i / N$$

Donde n_i es el número de individuos de la especie i y N es la abundancia total de las especies. El valor de H se encuentra acotado entre 0 y $\ln(s)$, tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica en comunidades de máxima equitatividad. La riqueza específica se midió como el número de especies presentes en una comunidad y la equitatividad como la abundancia de la especie dominante (Magurran, 1988),

2. Índice de Simpson

Varía inversamente con la heterogeneidad; por ejemplo, los valores del índice decrecen o aumentan según aumente o decrezca la diversidad. Es en realidad un índice de dominancia, sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total.

El índice de Simpson (D) mide la diversidad como $D = \sum 1/(p_i^2)$.

El valor de D se encuentra acotado entre 0 y s , tiende a cero en comunidades poco diversas, y es igual a la riqueza específica (s) en comunidades de máxima equitatividad ($E = \sum 1/(s * p_i^2)$).

➤ Comparación de resultados por fincas

A. Biomasa y captura de carbono

Se realizó la comparación entre las 7 fincas, teniendo los resultados obtenidos de campo en la base de datos de Excel de la captura de carbono y la biomasa, se realizó la comparación del carbono en las 7 fincas para evaluar cual es la que más captura, así mismo se realizó la comparación de la biomasa permitiendo así la comparación que puede contribuir al entendimiento de los servicios ecosistémicos proporcionados por las cercas vivas, tales como la reducción de la erosión del suelo, la mejora de la calidad del agua y el aumento de la fertilidad del suelo, entre otros. Por lo que esta comparación es fundamental para demostrar el impacto positivo que pueden aportar las cercas vivas en la captura de carbono y biomasa en la sostenibilidad agrícola.

B. Comparación de índices por fincas

Se realizó la comparación de los índices de Shannon y Simpson en las fincas, para evaluar la riqueza y la equidad de las especies presente, en el índice de Shannon en cambio el índice de Simpson se centra más en la dominancia de las especies, permitiendo identificar si un ecosistema está dominado por unas pocas especies o si hay una distribución más equitativa entre muchas.

Al aplicar estos índices para la evaluación en las cercas vivas en las diferentes fincas, obtendremos datos cuantitativos que reflejen la salud y funcionalidad de estos ecosistemas. Las cercas vivas son reconocidas por su capacidad para mejorar la biodiversidad, y al comparar los resultados entre varias fincas, identificando patrones que indiquen cómo las prácticas de manejo agrícola influyen en la diversidad biológica.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Fincas seleccionadas

Se realizaron las visitas de campo a las 12 fincas preseleccionadas por la Institución CATIE, donde se fueron descartando aquellas fincas que no entraban con los criterios establecido, dándonos como resultado siete fincas en cuatro municipios del departamento de Choluteca; quedando de la siguiente manera:

Código de finca	Nombre del productor	Municipio	Comunidad
F-28	José Amador	Choluteca	Tapatoca
F-46	Miguel Baca	Choluteca	Tapatoca
F-64	Shirley Hernández	Choluteca	Trapiche
F-27	Nahún Cáliz	Marcovia	Marcovia
F-51	Nohesis Gómez	Namasigüe	Namasigüe
F-36	Luis Gillen	San Marcos de Colón	Comalí
F-29	Julio Ordoñez	San Marcos de Colón	Comalí

Tabla 2 Fincas seleccionadas para el estudio en el departamento de Choluteca.

6.2. Análisis descriptivo y comparativo de carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familias en las siete fincas

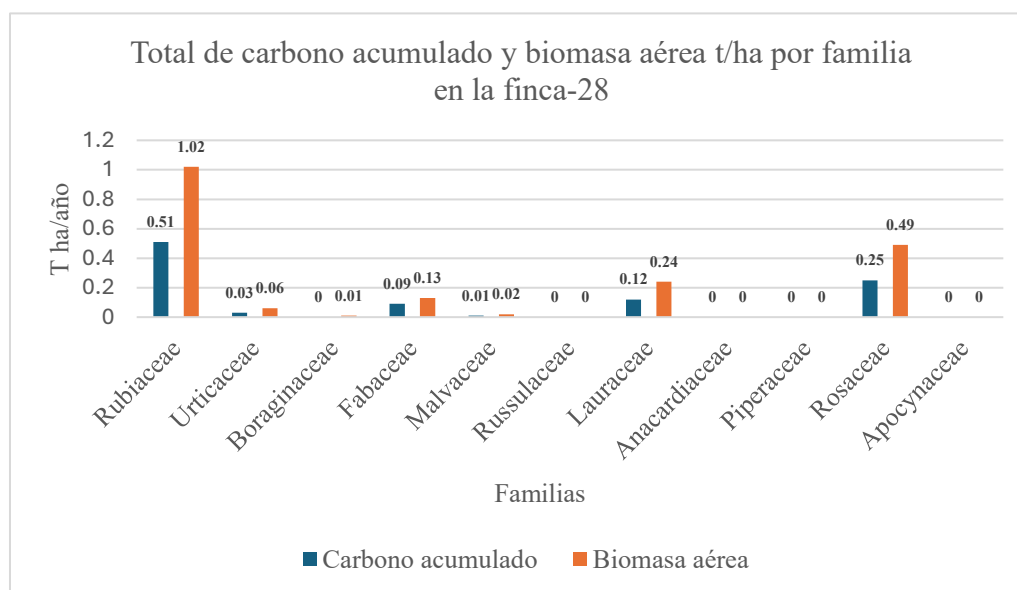
6.2.1 Municipio de Choluteca

En este municipio se realizó la investigación de campo obteniendo como resultado tres fincas evaluadas, dos en la comunidad de Tapatoca y una en la comunidad del Trapiche, cada una de ellas obteniendo diferentes resultados los cuales se mostrarán a continuación:

➤ **Finca-28**

N	Nombre común	Nombre científico	Familia	cantidad	Carbono acumulado/ha	Biomasa aérea
1	Pitajoni	<i>Alibertia edulis</i>	Rubiaceae	8	0.51	1.02
2	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae	2	0.03	0.06
3	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	Boraginaceae	2	0	0.01
4	Madreado, Cássia	<i>Gliricidia sepium</i> , <i>Senna bicapsularis</i> (L.)	Fabaceae	7	0.09	0.13
5	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	2	0.01	0.02
6	Guiscanal	<i>Lactarius sanguifluus</i>	Russulaceae	1	0	0
7	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	5	0.12	0.24
8	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	4	0	0
9	Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae	1	0	0
10	Almendro	<i>Prunus dulcis</i>	Rosaceae	2	0.25	0.49
11	Cojón puerco	<i>Tabernaemontana donnell smithii</i>	Apocynaceae	1	0	0

Tabla 3 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-28

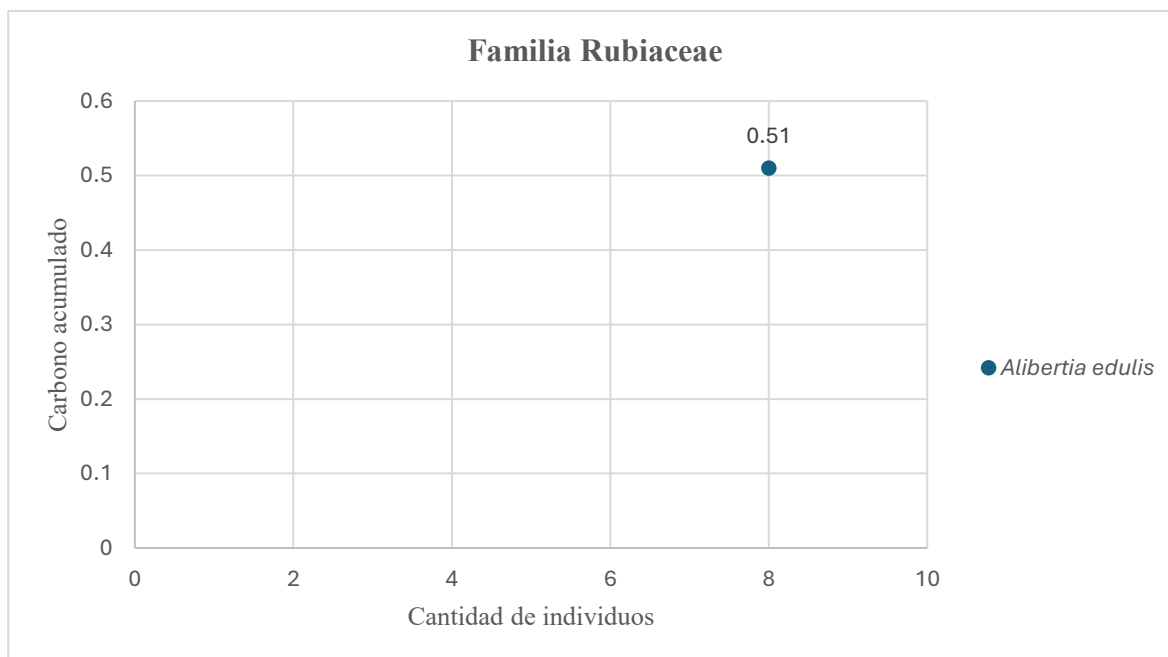


Gráfica 1 Total de carbono acumulado y biomasa aérea ha por familia en la finca-28

De acuerdo con la gráfica, nos muestra que la familia Rubiaceae es la que presenta mayor capacidad para acumular carbono con un 0.51 t/c/ha, lo que nos representa que hay una gran diferencia entre las demás familias, obteniendo valores mucho menores hasta 0 t/c/ha; indicándonos que la composición florística influye en la capacidad de acumular carbono en las cercas vivas, y así enfocar en familias que potencien especies con alta fijación.

Mientras que, en la biomasa aérea, se observa que la familia Rubiaceae y Rosaceae presentan valores altos (1.02 y 0.49 t/b/ha) sugiriéndonos que hay especies de madera más densa y crecimiento lento.

Análisis de las especies de la familia más dominante (Rubiaceae) de la finca-28



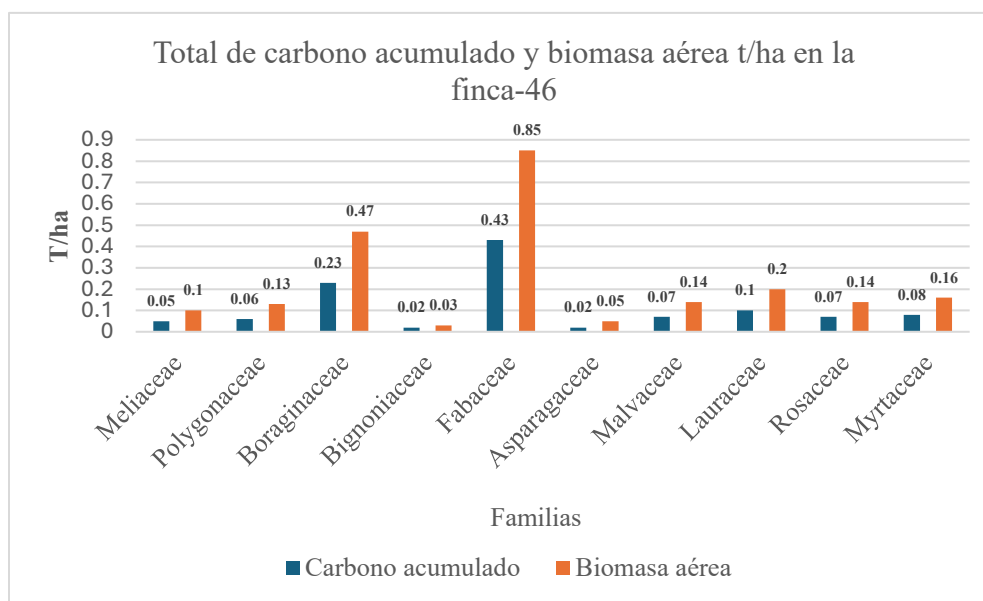
Gráfica 2 Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-28

Los resultados obtenidos demuestran que la especie *Alibertia edulis* es la más representativa en la finca dentro de la familia Rubiaceae, registrando un total de 8 individuos acumulando así un 0.51 t/c/ha, lo que significa que, aunque se trate de una sola especie; su presencia es significativamente en sus números de individuos como en la contribución de acumular carbono, por lo que esta familia cumple un rol importante.

➤ **Finca 46**

N	Nombre común	Nombre científico	Familia	cantidad	Carbono acumulado/ha	Biomasa aérea
1	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	6	0.05	0.1
2	Irí	<i>Coccoloba uvifera</i>	Polygonaceae	1	0.06	0.13
3	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	Boraginaceae	8	0.23	0.47
4	Jícaro, Macuelizo	<i>Crescentia alata, Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	2	0.02	0.03
5	Guanacaste, Michibuiste	<i>Enterolobium cyclocarpum, Pithecellobium dulce</i>	Fabaceae	13	0.43	0.85
6	Pescadillo	<i>Furcraea longaeva</i>	Asparagaceae	1	0.02	0.05
7	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	9	0.07	0.14
8	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	1	0.1	0.2
9	Almendo	<i>Prunus dulcis</i>	Rosaceae	5	0.07	0.14
10	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	1	0.08	0.16

Tabla 4 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-46

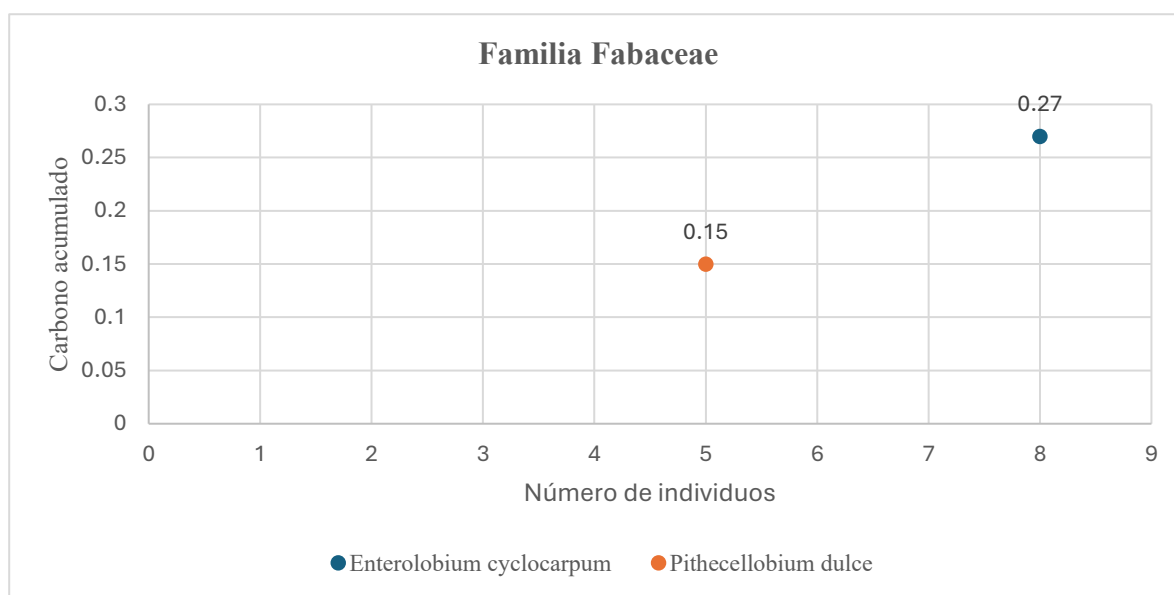


Gráfica 3 Total de carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-46

En esta gráfica nos muestra que; la familia Fabaceae destaca como la principal que contribuye a la captura de carbono con un 0.43 t/c/ha, mientras que el resto de las familias como Meliaceae, Polygonaceae, Malvaceae, Lauraceae, etc. Presentando valores bajos (< 0.23 t/c/ha, indicándonos un papel secundario en el total de carbono.

Mientras que en la biomasa la familia con mayor aporte es la Fabaceae con 0.85 t/b/ha, indicándonos que sus especies generan considerablemente volumen de madera. Ya que el resto de las familias aportan de forma secundaria al total de biomasa en la finca. Por lo que esto refuerza la importancia para la combinación de especies para mantener un balance funcional.

Análisis de las especies de la familia más dominantes (Fabaceae) de la finca-46



Gráfica 4 Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-46

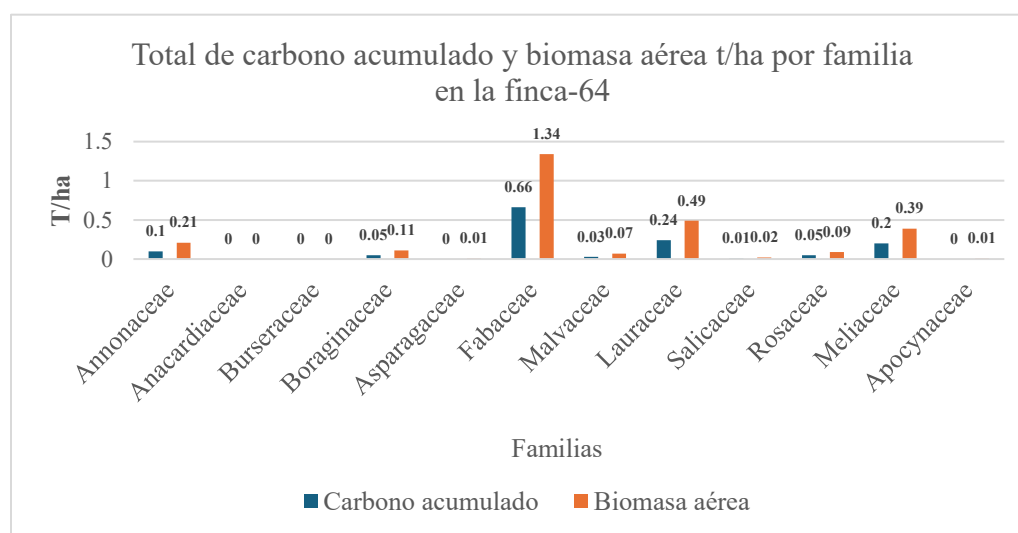
Los resultados obtenidos demuestran que en la familia Fabaceae las especies *Enterolobium cyclocarpum* y *Pithecellobium dulce*, muestran diferencias en el aporte de carbono y en el número de individuos. Ya que la especie *Enterolobium cyclocarpum* alcanzó un 0.27 t/c/ha con un alto valor de individuos de 8, reflejando que resalta su relevancia en el carbono acumulado dentro de la finca; mientras que la especie *Pithecellobium dulce* registró 0.15 t/c/ha con 5 individuos, significando que sigue siendo significativa.

Estos resultados nos indican que estas dos especies desempeñan un papel muy importante, como *Enterolobium cyclocarpum* que es la que más influencia ejerce en biomasa y en el carbono acumulado.

➤ **Finca-64**

N	Nombre común	Nombre científico	Familia	cantidad	Carbono acumulado/ha	Biomasa aérea
1	Anona	<i>Annona squamosa</i>	Annonaceae	8	0.1	0.21
2	Zorro	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	1	0	0
3	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	2	0	0
4	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	Boraginaceae	4	0.05	0.11
5	Pescadillo	<i>Furcraea longaeva</i>	Asparagaceae	1	0	0.01
6	Madreado, Guachipilin, Michibuiste, Quebracho	<i>Gliricidia sepium</i> , <i>Diphysa americana</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Shinopsis balanse</i>	Fabaceae	23	0.66	1.34
7	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	2	0.03	0.07
8	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	10	0.24	0.49
9	Salamo	<i>Populus alba</i>	Salicaceae	1	0.01	0.02
10	Mora	<i>Rubus ulmifolius</i>	Rosaceae	1	0.05	0.09
11	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	3	0.2	0.39
12	Cojón puerco	<i>Tabernaemontana donnell smithii</i>	Apocynaceae	6	0	0.01

Tabla 5 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-64



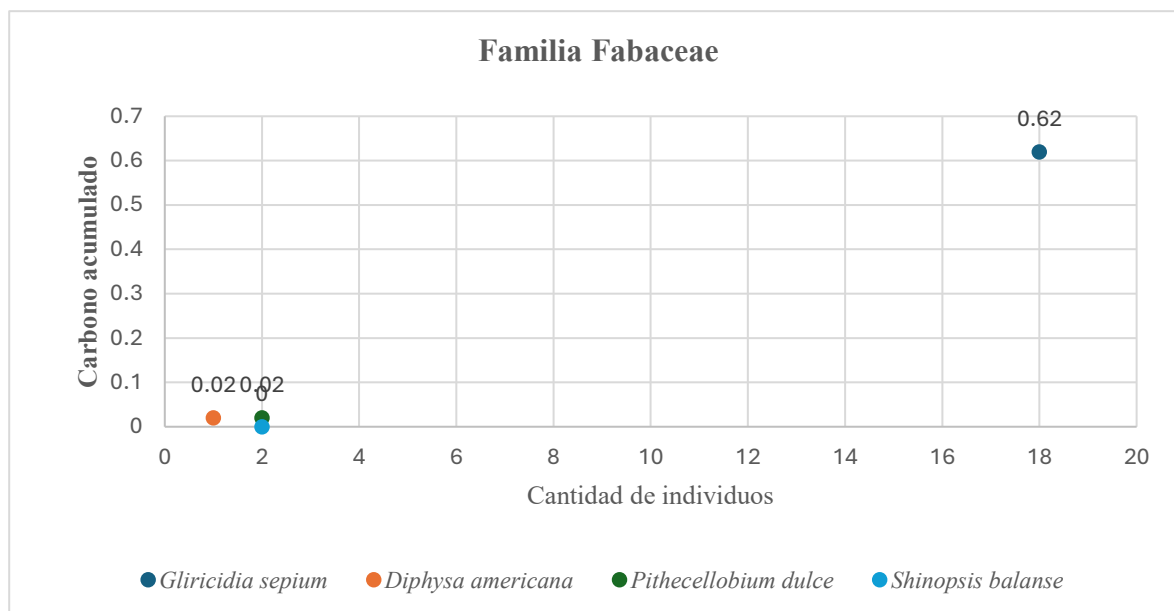
Gráfica 5 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-64

En esta finca, nos sigue destacando la familia Fabaceae capturando mayor carbono, aunque teniendo valor de 0.66 t/c/ha, significando una presencia importante de leguminosas, el resto de las familias presentan valores muy bajos < 0.05 t/c/ha o nulos, representando un aporte marginal a la captura de carbono.

Al contrario, en biomasa también la familia Fabaceae destaca con 1.34 t/b/ha, siendo el valor más alto de la finca, dándonos a entender que las especies de esta familia poseen un porte

notable, mientras que otras tienen valores hasta 0 t/b/ha en la captura de carbono y biomasa aérea por lo que posiblemente sea que en las especies de las familias tengan una menor cantidad de árboles.

Análisis de las especies de la familia más dominantes (Fabaceae) de la finca-64



Gráfica 6 Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-64

Los resultados obtenidos demuestran que en la familia Fabaceae la especie *Gliricidia sepium* alcanzó un 0.62 t/c/ha, con 18 individuos resaltando que su importancia en la estructura arbórea y en la acumulación de carbono, mientras que las especies *Diphysa americana*, *Pithecellobium dulce* y *Shinopsis balance* son las que presentan una baja contribución ya sea en la cantidad de individuos y en la acumulación de carbono, ya que son las que evidencian una presencia más limitada dentro de la finca.

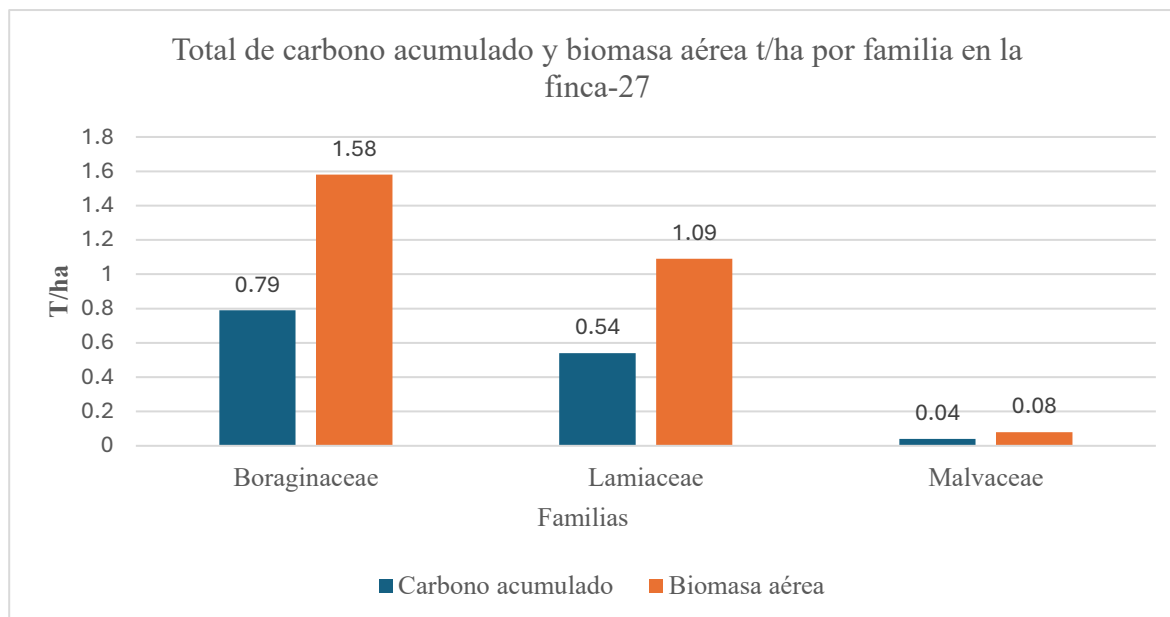
Evidenciando que estos resultados muestran que, aunque existan diversidad en la finca, la mayor con nivel es *Gliricidia sepium* dando como resultado la especie clave en la provisión de servicios ambientales.

6.2.2 Municipio de Marcovia

➤ Finca-27

N	Nombre común	Nombre científico	Familia	cantidad	Carbono acumulado/ha	Biomasa aérea
1	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	Boraginaceae	49	0.79	1.58
2	Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Lamiaceae	6	0.54	1.09
3	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	4	0.04	0.08

Tabla 6 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-27

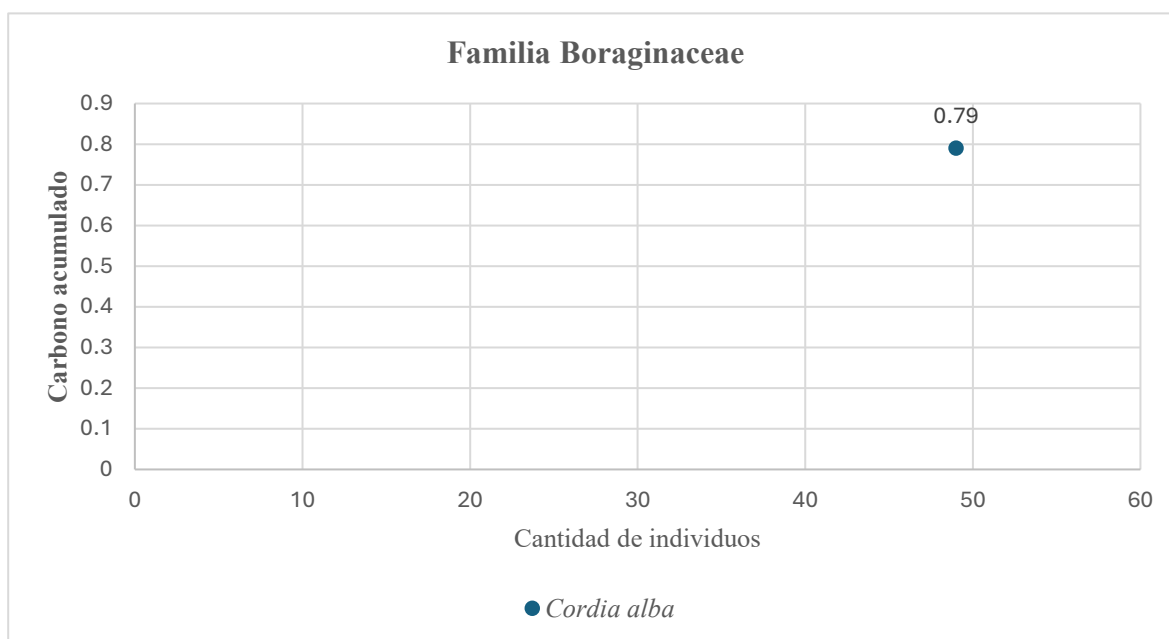


Gráfica 7 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-27

En esta finca, la familia Boraginaceae es la que presenta el valor más alto para capturar carbono con 0.79 t/c/ha, mientras que la familia Lamiaceae captura 0.54 t/c/ha posicionándose en la segunda que aporta la mayor parte de la captura de carbono en esta finca, dos familias que, probablemente cuenta por lo que la familia Malvaceae representa un aporte marginal al total.

También en la biomasa aérea la familia Boraginaceae aporta un gran potencial con 1.58 t/b/ha mostrando así un aporte arbóreo robusto y capacidad de acumular gran volumen de madera. En esta finca se encuentran dos familias dominantes (Boraginaceae y Lamiaceae) lo que significa que aportan tanto al crecimiento anual como el almacenamiento de largo plazo.

Análisis de las especies de la familia más dominantes (Boraginaceae) de la finca-27



Gráfica 8 Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-27

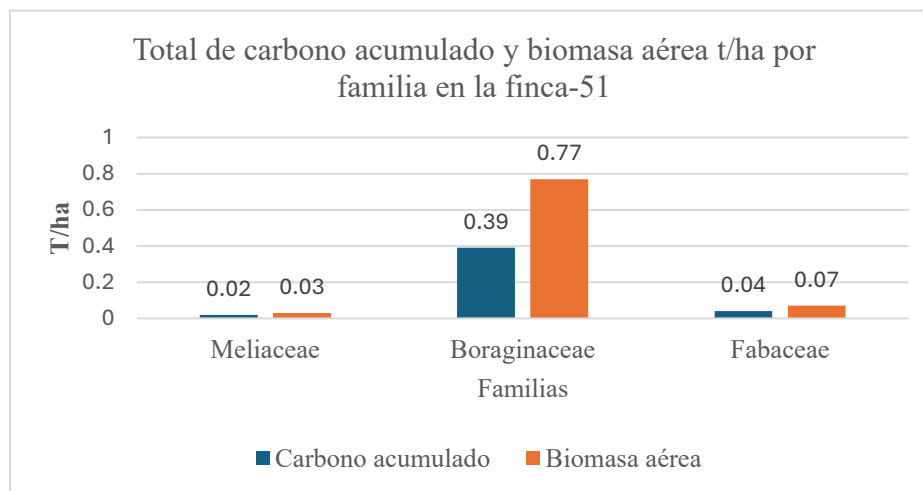
Los resultados obtenidos demuestran que en la familia Boraginaceae la especie *Cordia alba*, con 49 individuos y con un aporte de 0.79 t/c/ha, reflejando no solo la abundancia arbórea, sino que también su alta capacidad de acumular carbono en comparación con otras familias y especies de las 7 fincas investigadas.

6.2.3 Municipio de Namasigüe

➤ Finca-51

N	Nombre común	Nombre científico	Familia	cantidad	Carbono acumulado/ha	Biomasa aérea
1	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	5	0.02	0.03
2	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	Boraginaceae	31	0.39	0.77
3	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	Fabaceae	2	0.04	0.07

Tabla 7 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca 51

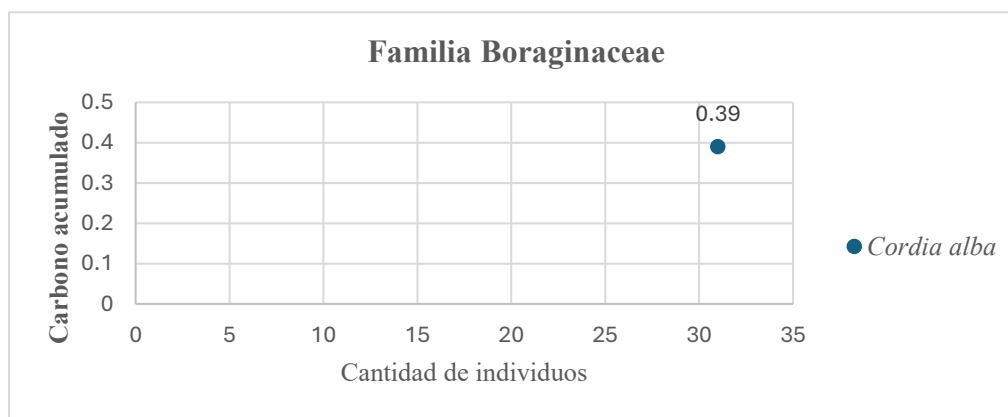


Gráfica 9 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-51

En esta finca, la captura de carbono claramente se encuentra concentrada en una sola familia botánica, la cual es: Boraginaceae, aportando un 0.39 t/c/ha, representando un 87% del total para la captura de carbono en la finca, mientras que las familias Meliaceae y Fabaceae reflejan una baja captura de carbono, esto podría deberse a un número bajo de individuos.

La familia Boraginaceae con su alta productividad nos indica que tiene un potencial importante si se llegara a diversificar la composición. Ya que también aporta a la biomasa aérea con un 0.77 t/b/ha, indicándonos que tiene especies de porte por medio a grande con un volumen importante.

Análisis de las especies de la familia más dominantes (Boraginaceae) de la finca-51



Gráfica 10 Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-51

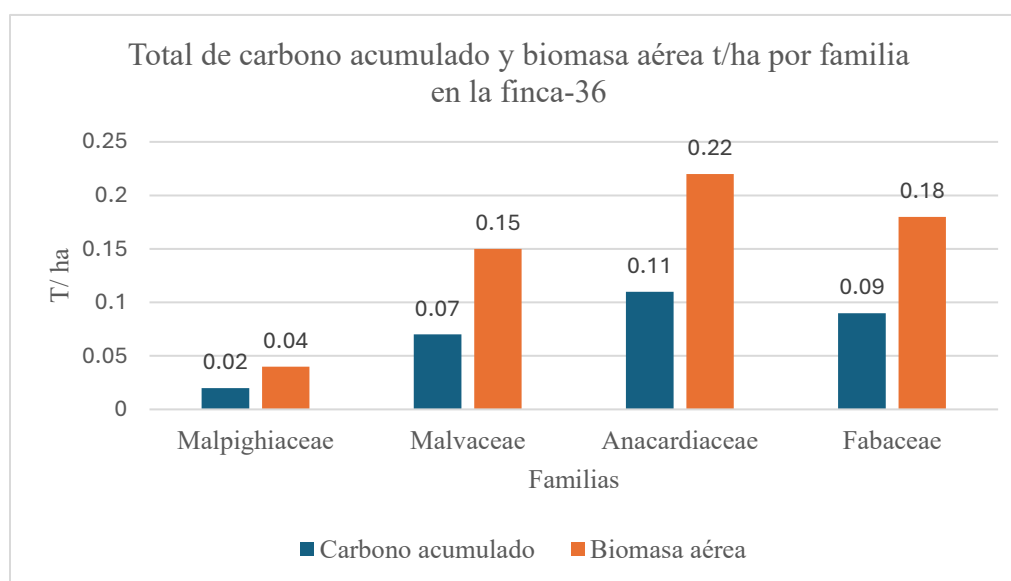
Los resultados obtenidos demuestran que en la familia Boraginaceae la especie *Cordia alba*, con 31 individuos y con un aporte de 0.39 t/c/ha, reflejando que, aunque su contribución de acumular carbono es menor, sigue siendo una especie clave en términos de abundancia arbórea, resaltando así la importancia ecológica en la finca.

6.2.4 Municipio de San Marcos de Colón

➤ Finca- 36

N	Nombre común	Nombre científico	Familia	cantidad	Carbono acumulado/ha	Biomasa aérea
1	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	1	0.02	0.04
2	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	6	0.07	0.15
3	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	6	0.11	0.22
	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	Fabaceae	9	0.09	0.18

Tabla 8 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-36



Gráfica 11 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familias en la finca-36

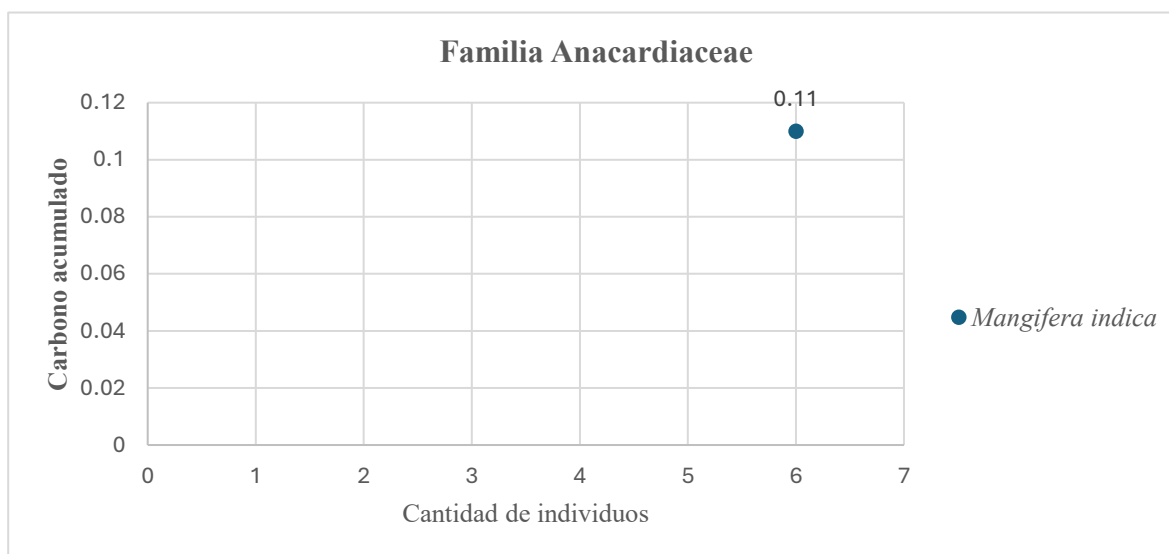
En la gráfica nos muestra que, la familia Anacardiaceae representa el valor más alto con un 0.11 t/c/ha, indicándonos que incluye especies arbóreas de porte grande, mientras que la familia Malpighiaceae es la que captura menos carbono con 0.02 t/c/ha, ya que en esta finca hay una distribución relativamente equilibrada, obteniendo a tres familias principales

(Anacardiaceae, Fabaceae y Malvaceae) diferenciándose de las otras fincas dominadas por una sola familia.

En la parte de biomasa también la familia Anacardiaceae es la aporta más con 0.22t/b/ha, indicándonos que tiene un buen volumen de madera y estructura aérea.

En esta finca la captura de carbono y la biomasa aérea están más equilibrado entre familias que en las anteriores fincas, dándonos no a entender sin que una sola domine claramente, esto puede ser positivo para la finca ya que, por la resiliencia ecológica, reduciendo así la dependencia de un solo grupo.

Análisis de las especies de la familia más dominantes (Anacardiaceae) de la finca-36



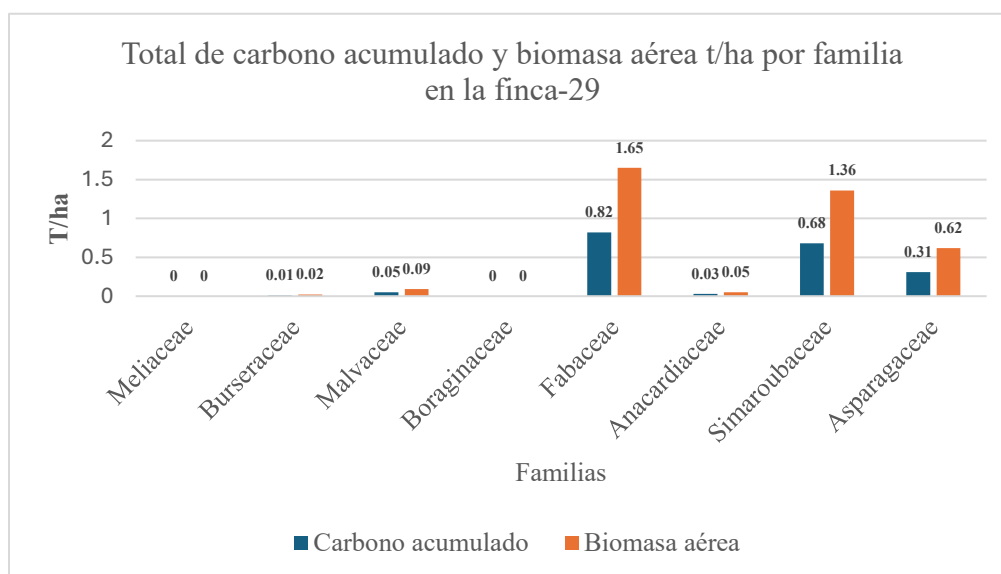
Gráfica 12 Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-36

Los resultados obtenidos demuestran que en la familia Anacardiaceae la especie *Mangifera indica*, con 6 individuos con un 0.11 t/c/ha, reflejando un mínimo porcentaje en la contribución de biomasa y acumulación de carbono, ya que en esta finca la dominancia de esta especie está más asociada a la producción agroforestal que a un alto potencial de acumulación de carbono.

➤ **Finca-29**

N	Nombre común	Nombre científico	Familia	cantidad	Carbono acumulado/ha	Biomasa aérea
1	Neem, Caoba	<i>Azadirachta indica</i> , <i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	9	0	0
2	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	5	0.01	0.02
3	Ceiba, Caulote	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	16	0.05	0.09
4	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	Boraginaceae	3	0	0
5	Franboyant, Guanacaste, Madreado, Michibuiste, Aromo	<i>Delonix regia</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Vachellia farnesiana</i>	Fabaceae	82	0.82	1.65
6	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	1	0.03	0.05
7	Aceituna	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	23	0.68	1.36
8	Izote	<i>Yucca guatemalensis</i>	Asparagaceae	20	0.31	0.62

Tabla 9 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-29

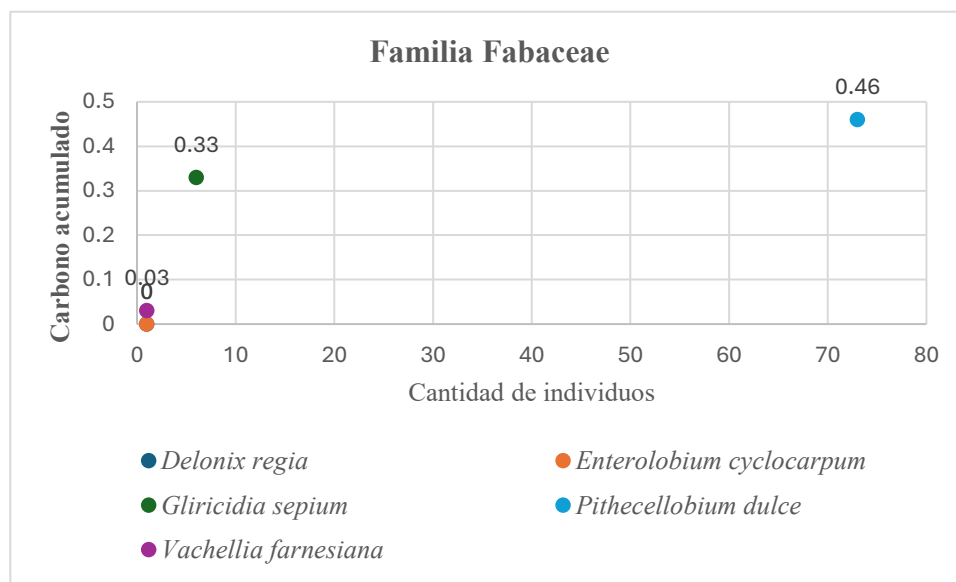


Gráfica 13 Carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en la finca-29

La familia que representa una mayor contribución es la Fabaceae con 0.82 t/c/ha, indicándonos por su rápido crecimiento, obtendrá una mayor contribución en la finca, el resto de las familias presentan valores bajos: Meliaceae, Boraginaceae, significando que no registran captura significativa.

Por lo que, en la biomasa la familia con mayor aporte es la Fabaceae con 1.65 t/b/ha, indicándonos un crecimiento vigoroso y una gran capacidad para acumular volumen de madera, el resto de las familias presentan valores bajos de biomasa <0 t/b/ha, indicándonos.

Análisis de las especies de la familia más dominantes (Fabaceae) de la finca-29



Gráfica 14 Análisis de las especies de la familia más dominante de la finca-29

Los resultados obtenidos demuestran que en la familia Fabaceae se registró una diversidad de especies de distintos niveles de abundancia ya que la especie *Pithecellobium dulce* registró un 0.46 t/c/ha con 73 individuos, posicionándose como la mayor influencia en el ecosistema local.

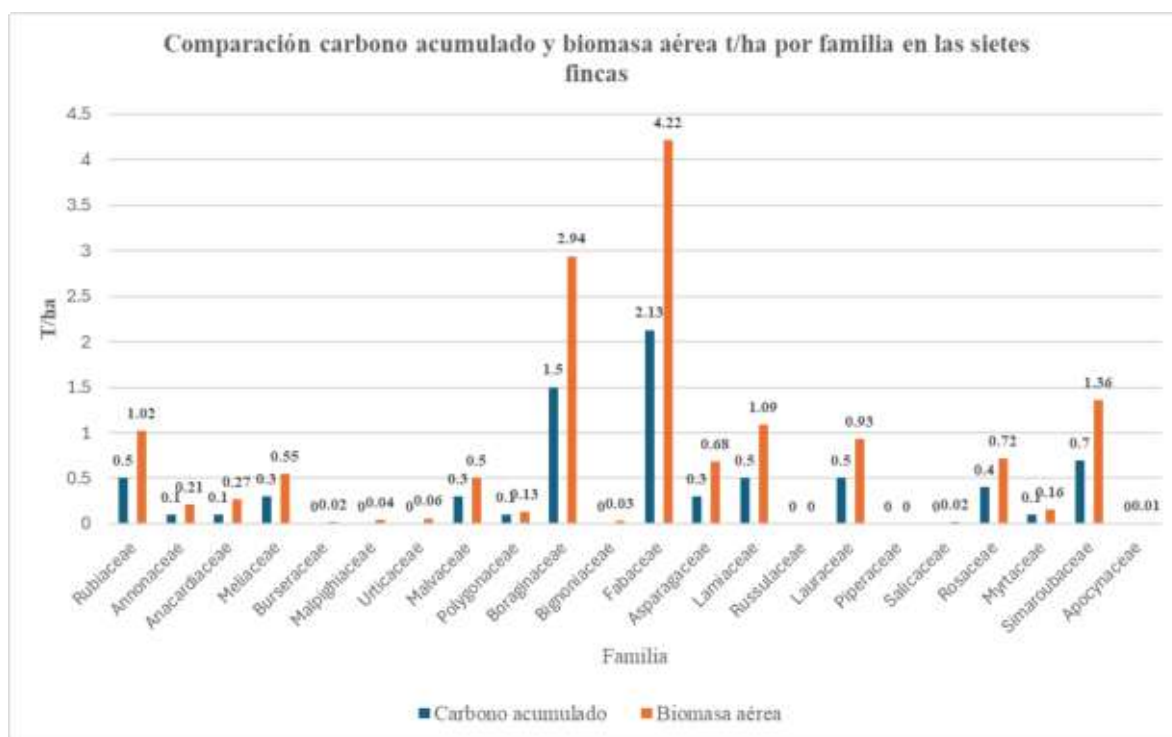
Mientras que las especies *Delonix regia*, *vachellia farnesiana* y *Enterolobium cyclocarpum* son los que reportan valores muy bajos de individuos y también en el carbono acumulado, reflejando así un rol más limitado en el aporte total de biomasa. Estos resultados demuestran que puede haber abundancia de especies, pero la mayor relevancia recae en la especie *Pithecellobium dulce*, significando que esta especie es la que fortalece la capacidad para acumular carbono en la finca.

6.3.Comparación de carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en las siete fincas

N	Nombre común	Nombre científico	Familia	cantidad	Carbono acumulado t/ha	Biomasa aérea
1	Pitajoni	<i>Alibertia edulis</i>	Rubiaceae	8	0.5	1.02
2	Anona	<i>Annona squamosa</i>	Annonaceae	8	0.1	0.21
3	Zorro, mango	<i>Astronium graveolens</i> , <i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	12	0.1	0.27
4	Neem, Caoba	<i>Azadirachta indica</i> , <i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	23	0.3	0.55
5	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	7	0	0.02
6	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	1	0	0.04
7	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae	2	0	0.06
8	Ceiba, Caulote	<i>Ceiba pentandra</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	39	0.3	0.5
9	Iríl	<i>Coccoloba uvifera</i>	Polygonaceae	1	0.1	0.13
10	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	Boraginaceae	97	1.5	2.94
11	Jícaro, Macuelizo	<i>Crescentia alata</i> , <i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	2	0	0.03
12	Framboyant, Guachipilín, Guanacaste, Madreado, Michibuiste, Cássia, Quebracho, Aromo	<i>Delonix regia</i> , <i>Diphyssa americana</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Senna bicapsularis</i> (L.), <i>Shinopsis balanse</i> , <i>Vachellia farnesiana</i>	Fabaceae	137	2.13	4.22
13	Pescadillo, Izote	<i>Furcraea longaevea</i> , <i>Yucca guatemalensis</i>	Asparagaceae	22	0.3	0.68
14	Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Lamiaceae	6	0.5	1.09
15	Guisanal	<i>Lactarius sanguifluus</i>	Russulaceae	1	0	0
16	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	16	0.5	0.93

17	Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae	1	0	0
18	Salamo	<i>Populus alba</i>	Salicaceae	1	0	0.02
19	Almendro, Mora	<i>Prunus dulcis, Rubus ulmifolius</i>	Rosaceae	8	0.4	0.72
20	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	1	0.1	0.16
21	Aceituna	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	24	0.7	1.36
22	Cojón puerco	<i>Tabernaemontana donnell smithii</i>	Apocynaceae	1	0	0.01

Tabla 10 Comparación de familia de carbono acumulado y biomasa aérea t/ha en las siete fincas



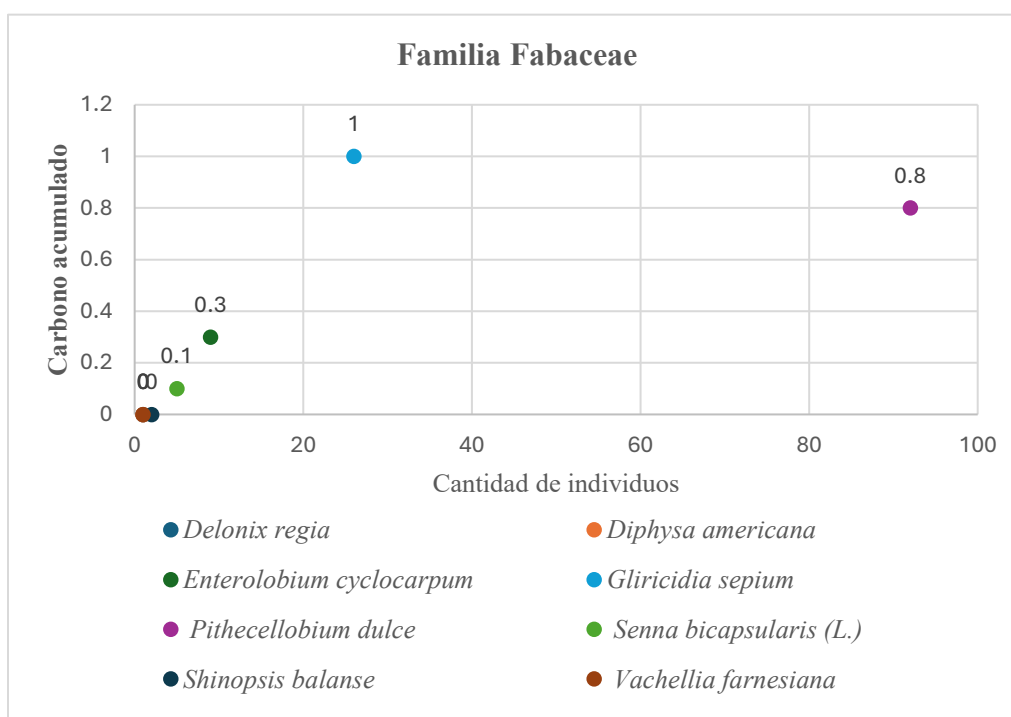
Gráfica 15 Comparación carbono acumulado y biomasa aérea t/ha en las siete fincas

En esta gráfica nos muestra que la familia Fabaceae sobresale obtenido un resultado más eficiente en la fijación de carbono con valores que alcanzan hasta los 2.13 t/c/ha, significando por su desempeño a su rápido crecimiento, mientras que otras familias no capturan nada teniendo un resultado de 0 t/c/ha las cuales las familia son: Burseraceae, Urticaceae, Bignoniaceae, Russulaceae, Piperaceae, Salicaceae y Apocynaceae, significando que un 0 t/c/ha no significa necesariamente que la familia no tenga carbono almacenado,

sino que no está contribuyendo de forma significativa a la fijación, lo que puede ser que en las familia, las especies tengan escasas de abundancia arbórea o a la baja tasa de crecimiento.

Mientras que en la biomasa también sobresale la familia Fabaceae con un valor de 4.22 t/b/ha, significando que tiene especies de gran porte como (*Gliricidia sepium*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Cassia grandis*) ya que pueden alcanzar diámetros considerables en pocos años. Significando que esta familia es clave para el almacenamiento de carbono a largo plazo, porque es una de la familia que es eficiente en la captura de carbono CO₂ y biomasa aérea; convirtiéndola en una familia estratégica para sistemas silvopastoriles que son las cercas vivas en el departamento de Choluteca y para implementarla en las fincas de la zona.

Análisis de la especie de la familia más dominante (Fabaceae) por familias



Gráfica 16 Análisis de la especie de la familia más dominante (Fabaceae) por familia

Los resultados obtenidos nos demuestran que en la familia Fabaceae hay una diversidad de especies con diferentes aportes en acumular carbono y abundancia arbórea, la especie *Gliricidia sepium* con 26 individuos y con 1 de t/c/ha, lo que significa que es la especie más

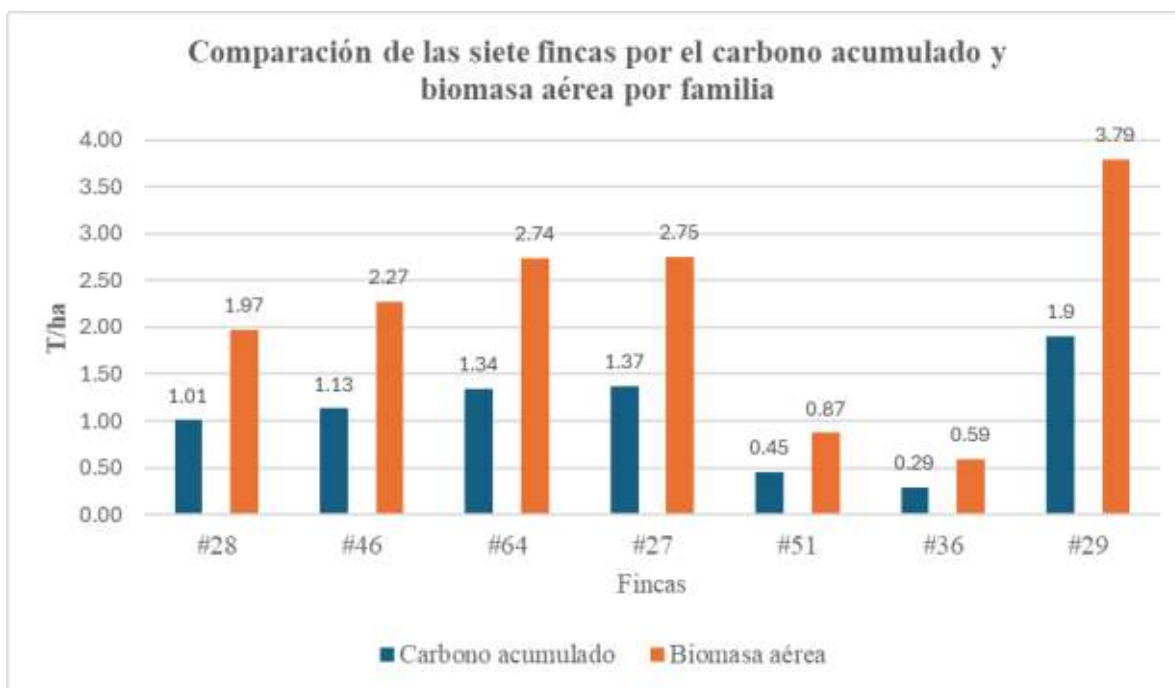
influyente en la dinámica de la familia; mientras que la especie *Pithecellobium dulce* con 92 individuos acumuló carbono al 0.8 t/c/ha, reflejando así una notable abundancia arbórea y un aporte significativo a la biomasa aérea.

Mientras que las especies *Delonix regia*, *Diphyssa americana*, *Shinopsis balanse* y *Vachellia farnesiana* presentan valores muy bajos tanto en acumular carbono e individuos.

6.4.Comparación de carbono acumulado y biomasa aérea por familia en las siete fincas

Fincas	Carbono acumulado	Biomasa aérea
#28	1.01	1.97
#46	1.13	2.27
#64	1.34	2.74
#27	1.37	2.75
#51	0.45	0.87
#36	0.29	0.59
#29	1.9	3.79

Tabla 11 Comparación de carbono acumulado y biomasa aérea t/ha por familia en las siete fincas



Gráfica 17 Comparación de las siete fincas por el carbono acumulado y biomasa aérea

En esta gráfica nos evidencia diferencias muy notables como en la acumulación de biomasa aérea; ya que la finca #29 sobresale de todas las fincas al registrar valores muy altos de captura de carbono como 1.9 t/c/ha, aunque también presenta un nivel relativamente alto en biomasa aérea con 3.79 t/b/ha.

Ya que los resultados demuestran que la calidad en la vegetación influye más en la captura de carbono que la cantidad de biomasa aérea, siendo así la finca # 29 la más eficiente en la mitigación del cambio climático.

6.5. Análisis descriptivo y comparativo de carbono acumulado ha/año por especie en las siete fincas

6.5.1. Municipio de Cholulteca

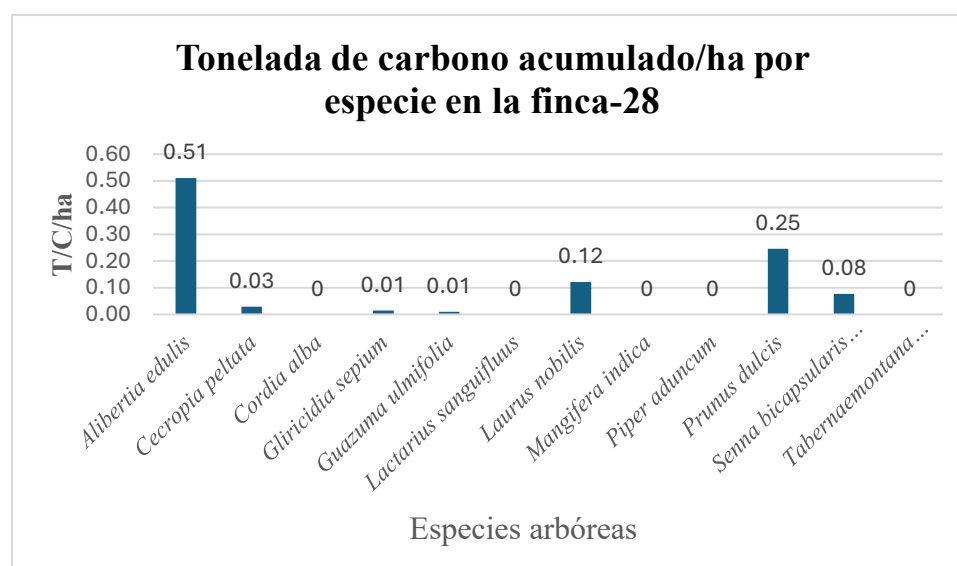
En este municipio se realizó la investigación de campo obteniendo como resultado tres fincas evaluadas, dos en la comunidad de Tapatoca y una en la comunidad del Trapiche, cada una de ellas obteniendo diferentes resultados los cuales se mostrarán a continuación:

➤ Finca-28

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Carbono acumulado t/ha
1	Pitajoni	<i>Alibertia edulis</i>	8	0.51
2	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	2	0.03
3	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	2	0
4	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	2	0.01
5	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.01
6	Guis canal	<i>Lactarius sanguifluus</i>	1	0
7	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	5	0.12
8	Mango	<i>Mangifera indica</i>	4	0
9	Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	1	0
10	Almendro	<i>Prunus dulcis</i>	2	0.25

11	Cássia	<i>Senna bicapsularis (L.)</i>	5	0.05
12	Cojón puerco	<i>Tabernaemontana donnell smithii</i>	1	0

Tabla 12 Carbono acumulado por especie en la finca-28



Gráfica 18 Tonelada de carbono acumulado/ha por especie finca-28

De acuerdo con la gráfica, nos muestra que en esta finca se identificaron diferentes especies arbóreas que nos pueden aportar a la captura de carbono; por lo que se observa que hay una variabilidad significativa en la capacidad de captura entre las especies evaluadas. La especie con mayor contribución es la (*Alibertia edulis*) con un porcentaje de 0.51 tonelada de carbono, indicándonos que es un componente clave en la provisión de servicios ecosistémicos.

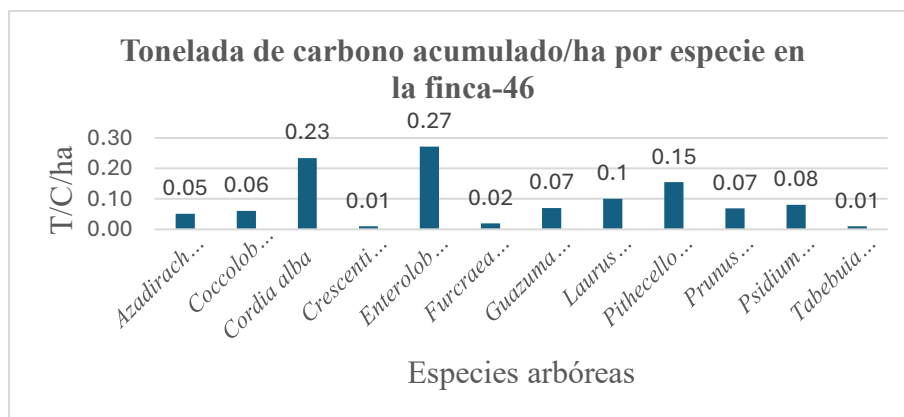
Por el contrario, se encuentran especies que registran valores muy bajos como: (*Tabernaemontana donnell smithii*), (*Piper aduncum*), (*Lactarius sanguifluus*), (*Mangifera indica*) y (*Cordia alba*), lo que podría explicarse por la falta de presencia de individuo o por sus características. Estos resultados nos ayudan a observar que especies arbóreas son adecuados en la zona para la implementación de cercas vivas para la obtención del alto

potencial de captura de carbono, también para mejorar otros servicios ecosistémicos, protección de suelos, etc.

➤ **Finca-46**

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Carbono acumulado t/ha
1	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	6	0.05
2	Iríl	<i>Coccoloba uvifera</i>	1	0.06
3	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	8	0.23
4	Jícaro	<i>Crescentia alata</i>	1	0.01
5	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	8	0.27
6	Pescadillo	<i>Furcraea longaeva</i>	1	0.02
7	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	0.07
8	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	1	0.1
9	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	5	0.15
10	Almendro	<i>Prunus dulcis</i>	5	0.07
11	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1	0.08
12	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.01

Tabla 13 Carbono acumulado por especie en la finca-46



Gráfica 19 Tonelada de carbono acumulado/ha por especie finca-46

De acuerdo con la gráfica, nos revela que hay una distribución homogénea entre las especies, ya que hay valores que oscilan entre 0.01 a 0.27 t C ha/año. Obteniendo la especie con mayor captura la (*Enterolobium cyclocarpum*) con 0.27 t C ha/año; dándonos a entender que esta especie es favorable para esta finca, resaltando la contribución de almacenamiento de carbono.

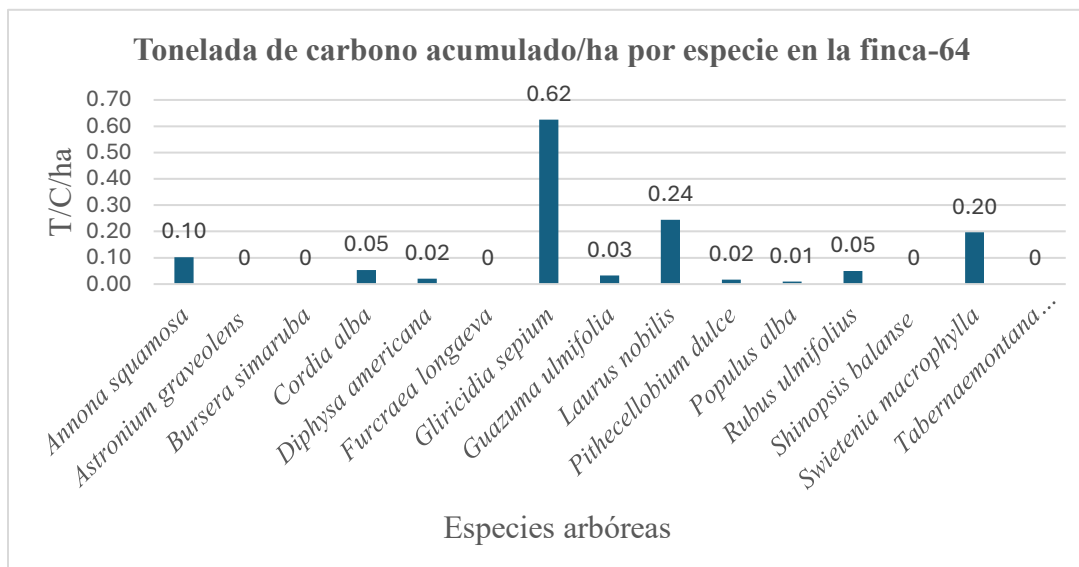
También la especie arbórea (*Cordia alba*) con 0.23 t C ha/año y la (*Pithecellobium dulce*) con 0.15 t C ha/año, posicionándose como otras especies claves para esta finca, las que obtuvieron valores bajos fueron: (*Crescentia alata*) y (*Tabebuia rosea*) con 0.01 t C ha/año lo que podría explicarse por su menor número de individuos encontrados en la finca. En esta finca se evidencia que tiene un buen potencial para la captura de carbono, destacando así la importancia de tener especies arbóreas que acumulen una buena tasa de biomasa.

➤ **Finca-64**

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Carbono acumulado t/ha
1	Anona	<i>Annona squamosa</i>	8	0.10
2	Zorro	<i>Astronium graveolens</i>	1	0
3	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	2	0
4	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	4	0.05
5	Pescadillo	<i>Furcraea longaeava</i>	1	0
6	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	18	0.62
7	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.03
8	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	10	0.24
9	Guachipilín	<i>Diphysa americana</i>	1	0.02
10	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	2	0.02
11	Salamo	<i>Populus alba</i>	1	0.01
12	Mora	<i>Rubus ulmifolius</i>	1	0.05
13	Quebracho	<i>Shinopsis balanse</i>	2	0
14	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	3	0.20

15	Cojón puerco	<i>Tabernaemontana donnell smithii</i>	6	0
----	--------------	--	---	---

Tabla 14 Carbono acumulado por especie en la finca-64



Gráfica 20 Tonelada de carbono acumulado/ha por especie finca-64

Según los resultados de la gráfica, nos enseña que la especie arbórea con mayor captura de carbono es la (*Gliricidia sepium*) con un 0.62 t C ha/año, lo que refleja que puede estar asociado a la alta densidad de población, rápido crecimiento o característica que la convierten en la especie con una buena opción a la implementación a las cercas vivas.

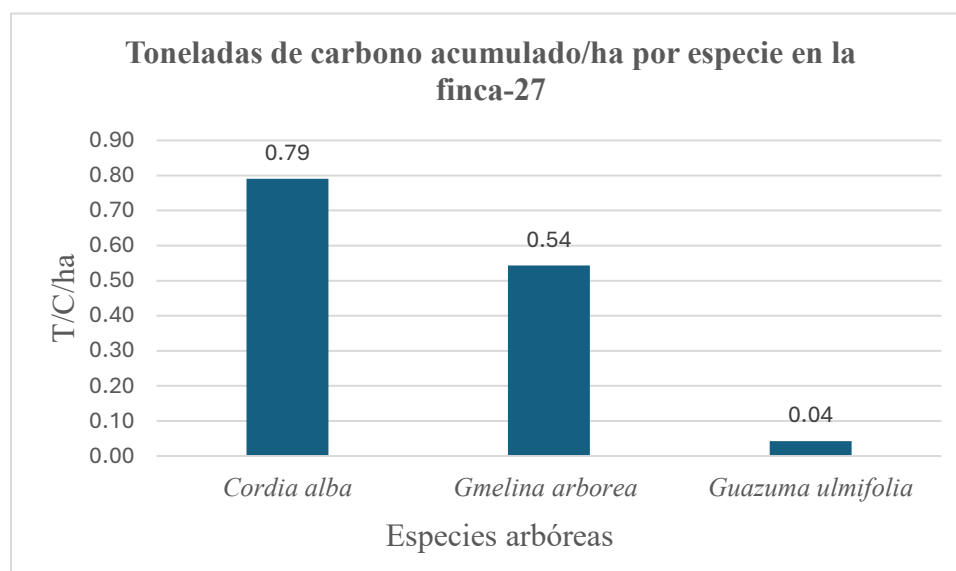
También se encontró especies que capturan menos toneladas de carbono como: (*Tabernaemontana donnell smithii*), (*Bursera simaruba*), (*Furcraea longaevea*), (*Shinopsis balanse*) y (*Astronium graveolens*) con 0 t C ha/año, lo cual significa que puede haber menos ausencia de individuos que la mayoría de las especies. Por lo que estos resultados demuestran que hay que usar especies arbóreas como (*Gliricidia sepium*) y (*Laurus nobilis*), porque sería de gran importancia para la captura de carbono en esta finca ganadera

6.5.2. Municipio de Marcovia

➤ Finca-27

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Carbono acumulado t/ha
1	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	49	0.79
2	Melina	<i>Gmelina arborea</i>	6	0.54
3	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0.04

Tabla 15 Carbono acumulado por especie en la finca-27



Gráfica 21 Toneladas de carbono acumulado/ha por especie finca-27

Según los resultados podemos observar que la especie arbórea con mayor captura de carbono es la (*Cordia alba*) con 0.79 t C ha/año lo que significa que destaca como la especie con mayor captura de carbono en cambio la especie arbórea (*Guazuma ulmifolia*) muestra la menor capacidad para capturar carbono con el 0.04 t C ha/año dando a entender que su aporte de carbono es limitado.

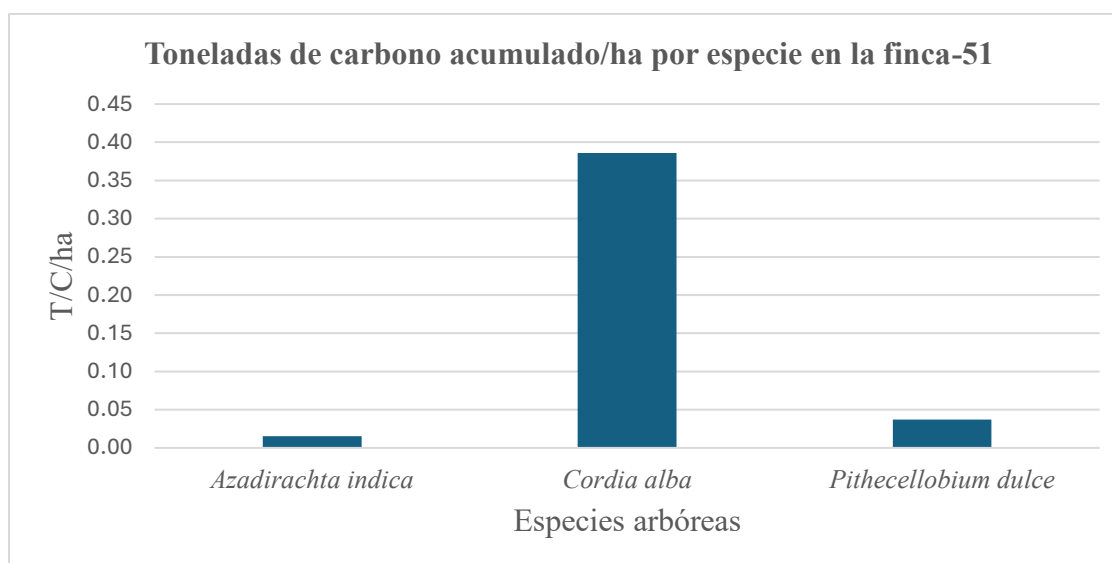
La especie que se recomendaría en esta finca para la captura de carbono en las cercas vivas es la (*Cordia alba*).

6.5.3. Municipio de Namasigüe

➤ Finca-51

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Carbono acumulado t/ha
1	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	5	0.02
2	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	31	0.39
3	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	2	0.04

Tabla 16 Carbono acumulado por especie en la finca-51



Gráfica 22 Toneladas de carbono acumulado/ha por especie finca-51

Según los resultados podemos observar que la especie arbórea con mayor captura de carbono es la (*Cordia alba*) con 0.39 t C ha/año lo que significa que destaca como la especie con mayor captura de carbono, superando ampliamente a las otras especies, en cambio la especie arbórea (*Pithecellobium dulce*) muestra la menor capacidad para capturar carbono con el 0.04 t C ha/año dando a entender que su aporte de carbono es limitado.

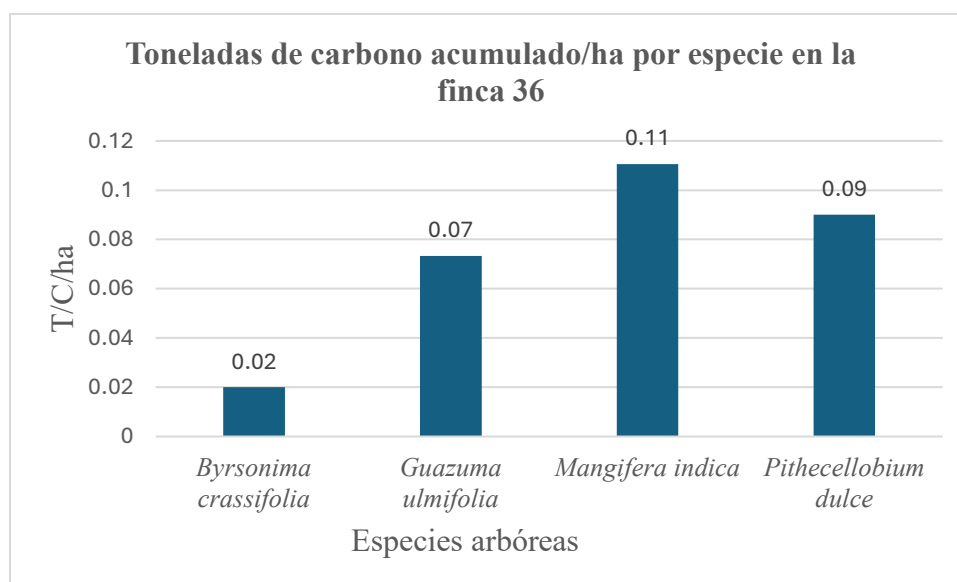
La especie que se recomendaría en esta finca para la captura de carbono en las cercas vivas es la (*Cordia alba*).

6.5.4. Municipio de San Marcos de Colón

➤ Finca-36

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Carbono acumulado t/ha
1	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	0.02
2	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	6	0.07
3	Mango	<i>Mangifera indica</i>	6	0.11
4	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	9	0.09

Tabla 17 Carbono acumulado por especie en la finca-36



Gráfica 23 Toneladas de carbono acumulado/ha por especie finca-36

Según los resultados podemos observar que la especie arbórea con mayor captura de carbono es la (*Mangifera indica*) con 0.11 t C ha/año lo que significa que destaca como la especie con mayor captura de carbono, superando ampliamente a las otras especies, su alta tasa de captura de carbono puede deberse a su rápido crecimiento o mayor adaptación favorable a las condiciones locales, en cambio la especie arbórea (*Byrsonima crassifolia*) muestra la menor capacidad para capturar carbono con el 0.02 t C ha/año dando a entender que su aporte

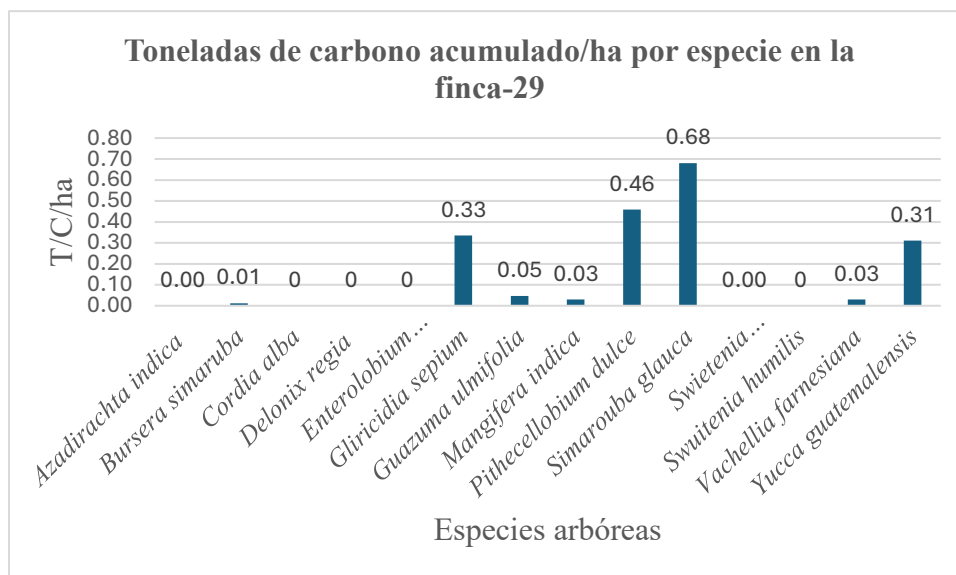
de carbono es limitado. Ya que puede deberse a un crecimiento más lento o menor densidad de madera, aunque sea menor su aporte, puede tener otros beneficios ecológicos.

Las especies que se recomendarían en esta finca para la captura de carbono en las cercas vivas es la (*Mangifera indica*) y (*Pithecellobium dulce*) ya que estas destacan como las opciones más eficientes para la maximización del secuestro de carbono.

➤ **Finca-29**

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Carbono acumulado t/ha
1	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	7	0.00
2	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	5	0.01
3	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	1	0
4	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	3	0
5	Franboyant	<i>Delonix regia</i>	1	0
6	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0
7	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	6	0.33
8	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15	0.05
9	Mango	<i>Mangifera indica</i>	1	0.03
10	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	73	0.46
11	Aceituna	<i>Simarouba glauca</i>	23	0.68
12	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	0.00
13	Aromo	<i>Vachellia farnesiana</i>	1	0.03
14	Izote	<i>Yucca guatemalensis</i>	20	0.31

Tabla 18 Carbono acumulado por especie en la finca 29



Gráfica 24 Toneladas de carbono acumulado/ha por especie finca-29

Según los resultados podemos observar que la especie arbórea con mayor captura de carbono es la (*Simarouba glauca*) con 0.68 t C ha/año lo que significa que destaca como la especie con mayor captura de carbono, superando ampliamente a las otras especies, en cambio la especie arbórea (*Ceiba pentandra*), (*Delonix regia*), (*Swietenia macrophylla*), (*Enterolobium cyclocarpum*), (*Azadirachta indica*) y (*Cordia alba*), muestra la menor capacidad para capturar carbono con el 0.00 t C ha/año dando a entender que su aporte de carbono es limitado. Ya que puede deberse a pocos arboles encontrado en la finca, puede ser el crecimiento más lento o menor densidad de madera, aunque sea menor su aporte, puede tener otros beneficios ecológicos.

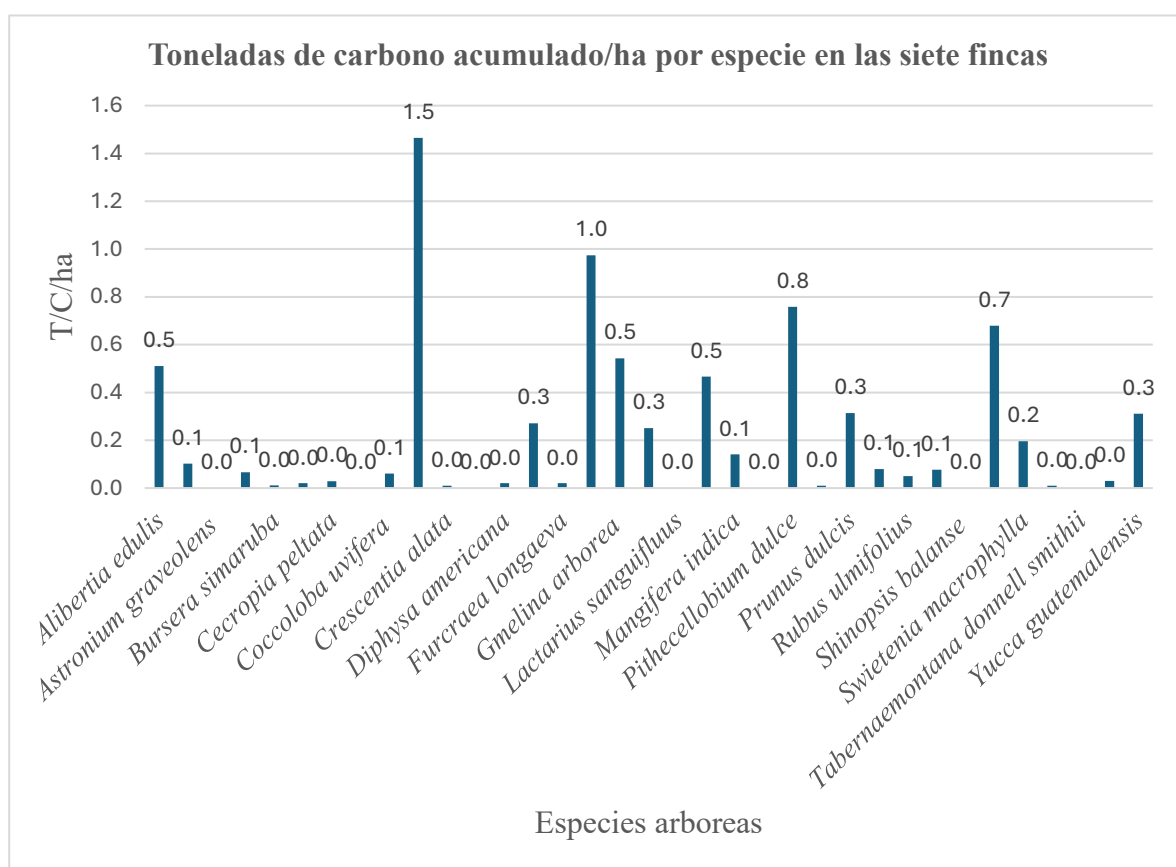
6.6.Comparación de especies para el carbono acumulado en las siete fincas t/ha

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Carbono acumulado t/ha
1	Pitajoni	<i>Alibertia edulis</i>	8	0.5
2	Anona	<i>Annona squamosa</i>	8	0.1
3	Zorro	<i>Astronium graveolens</i>	1	0.0

4	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	18	0.1
5	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	7	0.0
6	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	0.0
7	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	2	0.0
8	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	1	0.0
9	Irí	<i>Coccoloba uvifera</i>	1	0.1
10	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	97	1.5
11	Jícaro	<i>Crescentia alata</i>	1	0.0
12	Framboyant	<i>Delonix regia</i>	1	0.0
13	Guachipilín	<i>Diphyssa americana</i>	1	0.0
14	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	9	0.3
15	Pescadillo	<i>Furcraea longaeva</i>	2	0.0
16	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	26	1.0
17	Melina	<i>Gmelina arborea</i>	6	0.5
18	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	38	0.3
19	Guisanal	<i>Lactarius sanguifluus</i>	1	0.0
20	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	16	0.5
21	Mango	<i>Mangifera indica</i>	11	0.1
22	Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	1	0.0
23	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	92	0.8
24	Salamo	<i>Populus alba</i>	1	0.0
25	Almendro	<i>Prunus dulcis</i>	7	0.3
26	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1	0.1
27	Mora	<i>Rubus ulmifolius</i>	1	0.1
28	Cássia	<i>Senna bicapsularis</i> (L.)	5	0.1
29	Quebracho	<i>Shinopsis balanse</i>	2	0.0
30	Aceituna	<i>Simarouba glauca</i>	24	0.7

31	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	5	0.2
32	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.0
33	Cojón puerco	<i>Tabernaemontana donnell smithii</i>	1	0.0
34	Aromo	<i>Vachellia farnesiana</i>	1	0.0
35	Izote	<i>Yucca guatemalensis</i>	20	0.3

Tabla 19 Carbono acumulado por especie en las siete fincas



Gráfica 25 Toneladas de carbono acumulado/ha por especie en las siete fincas

Según los resultados las especies varían según sus resultados para capturar carbono, depende por la cantidad de especies encontradas en las siete fincas, densidad de madera o tasa de crecimiento. Dándonos a entender que las especies más relevantes son: (*Cordia alba*) y

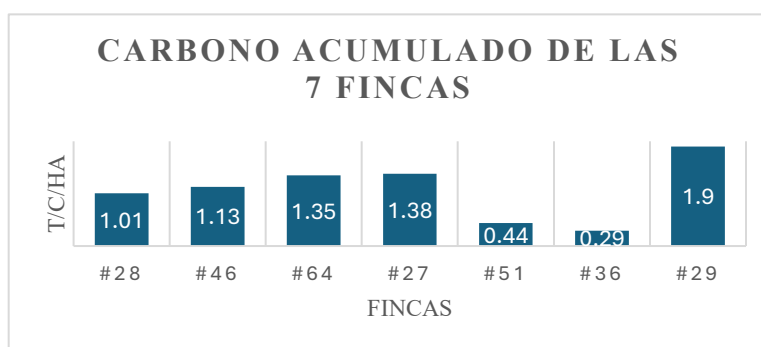
(*Gliricidia sepium*) lo que significa que son especialmente importantes para la captura de carbono, ya que estas especies arbóreas podrían ser prioritarias en las fincas ganaderas del departamento de Choluteca para la implementación de cercas vivas.

Por qué estos datos nos permitirían tomar decisiones sobre que especies plantar para maximizar la captura de carbono, porque también se encontraron especies que no contribuyen significativamente a la captura de carbono, dándonos a entender que en estas zonas no adecuadas para la captura de carbono.

6.7.Comparación total de carbono acumulado en las siete fincas

Carbono acumulado de las 7 fincas	
Fincas	C ha/año
#28	1.01
#46	1.13
#64	1.35
#27	1.38
#51	0.44
#36	0.29
#29	1.9

Tabla 20 Carbono acumulado de las siete fincas



Gráfica 26 Tonelada de carbono acumulado/ha de las 7 fincas

Según los resultados esta gráfica nos representa la cantidad total de carbono capturado por ha/año, en siete fincas del departamento de Choluteca, dándonos a entender que la finca #29 es la que lidera con la mayor captura de carbono con 1.9 t C ha/año, esto puede deberse a:

mayor densidad de árboles, especies altamente eficientes en capturar carbono o mejores condiciones de suelo. También se encontró finca que menos captura carbono como la finca #51 y la finca #36, lo que significa que posiblemente tengan menos densidad de árboles, presencia de especies de árboles eficientes en la captura de carbono.

6.8. Análisis descriptivo y comparativo de biomasa aérea en las siete fincas.

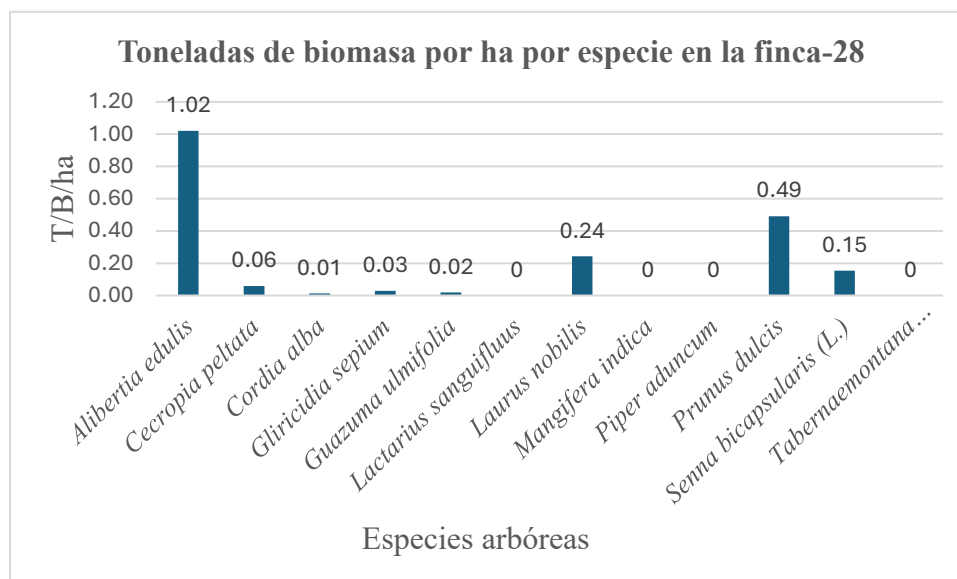
En este municipio se realizó la investigación de campo obteniendo como resultado tres fincas evaluadas, dos en la comunidad de Tapatoca y una en la comunidad del Trapiche, cada una de ellas obteniendo diferentes resultados los cuales se mostrarán a continuación

6.8.1. Municipio de Choluluteca

➤ Finca-28

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Biomasa aérea
1	Pitajoni	<i>Alibertia edulis</i>	8	1.02
2	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	2	0.06
3	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	2	0.01
4	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	2	0.03
5	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.02
6	Guis canal	<i>Lactarius sanguifluus</i>	1	0
7	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	5	0.24
8	Mango	<i>Mangifera indica</i>	4	0
9	Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	1	0
10	Almendro	<i>Prunus dulcis</i>	2	0.49
11	Cássia	<i>Senna bicapsularis (L.)</i>	5	0.10
12	Cojón puerco	<i>Tabernaemontana donnell smithii</i>	1	0

Tabla 21 Biomasa aérea por especie en la finca 28



Gráfica 27 Toneladas de biomasa por especie finca-28

Esta grafica nos da a entender que más del 50% de biomasa aérea captura la especie arbórea (*Alibertia edulis*) con 1.02 t ha/año, aunque hay varias especies, la biomasa se concentra en muy pocas especies; ya que muchas presentan valores nulos o casi nulos, dándonos a entender que posiblemente hay pocos individuos presentes, especies pocos adecuadas al sitio.

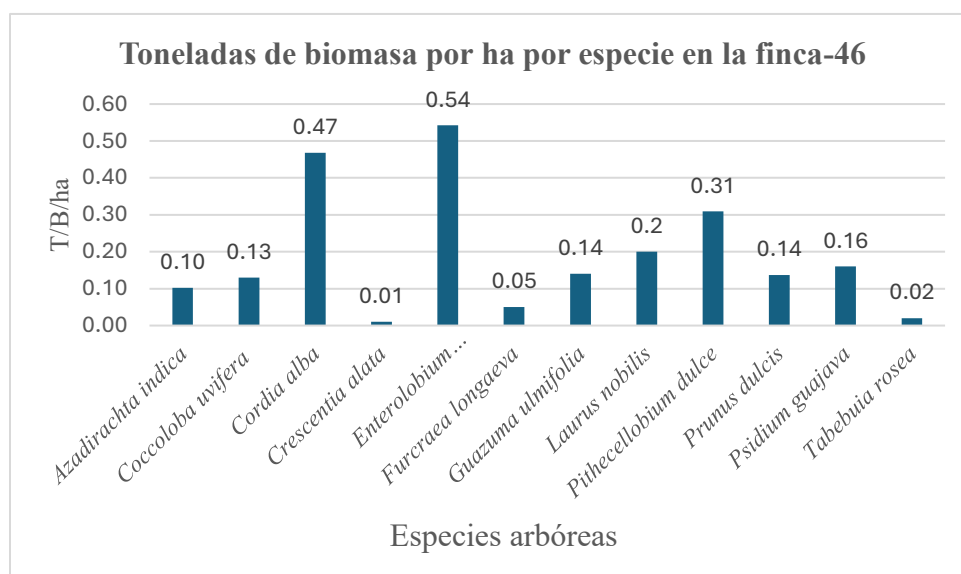
Sabemos también que la captura de carbono está relacionada con la biomasa aérea, nos da entender que posiblemente que las especies (*Alibertia edulis*) y (*Prunus dulcis*) son también los principales que capturan carbono.

➤ Finca-46

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Biomasa aérea
1	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	6	0.10
2	Iríl	<i>Coccoloba uvifera</i>	1	0.13
3	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	8	0.47
4	Jícaro	<i>Crescentia alata</i>	1	0.01

5	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	8	0.54
6	Pescadillo	<i>Furcraea longaeva</i>	1	0.05
7	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	0.14
8	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	1	0.2
9	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	5	0.31
10	Almendro	<i>Prunus dulcis</i>	5	0.14
11	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1	0.16
12	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.02

Tabla 22 Biomasa aérea por especie en la finca 46



Gráfica 28 Toneladas de biomasa por especie finca-46

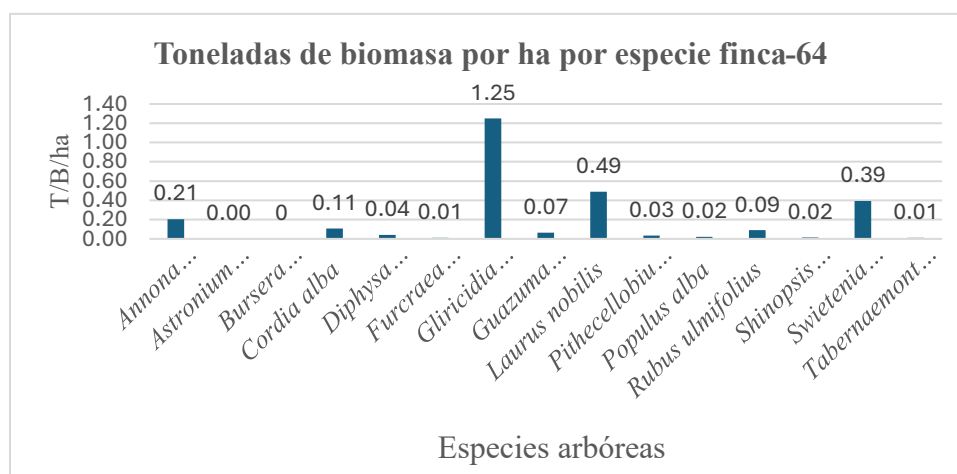
Los resultados obtenidos nos dan a entender que las especies más productivas son (*Enterolobium cyclocarpum*) con 0.54 t ha/año y (*Cordia alba*) con 0.47 t ha/año, dándonos a entender que son las principales captadoras de carbono.

También se encuentran especies con menor porcentaje las cuales son: (*Crescentia alata*) y (*Tabebuia rosea*) lo que significa que estas especies podrían ser muy pocas recomendables para la productividad de biomasa.

➤ **Finca-64**

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Biomasa aérea
1	Anona	<i>Annona squamosa</i>	8	0.21
2	Zorro	<i>Astronium graveolens</i>	1	0.00
3	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	2	0
4	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	4	0.11
5	Pescadillo	<i>Furcraea longaeva</i>	1	0.01
6	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	18	1.25
7	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.07
8	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	10	0.49
9	Guachipilín	<i>Diphysa americana</i>	1	0.04
10	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	2	0.03
11	Salamo	<i>Populus alba</i>	1	0.02
12	Mora	<i>Rubus ulmifolius</i>	1	0.09
13	Quebracho	<i>Shinopsis balanse</i>	2	0.02
14	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	3	0.39
15	Cojón puerco	<i>Tabernaemontana donnell smithii</i>	6	0.01

Tabla 23 Biomasa aérea por especie en la finca 64



Gráfica 29 Toneladas de biomasa por especie finca-64

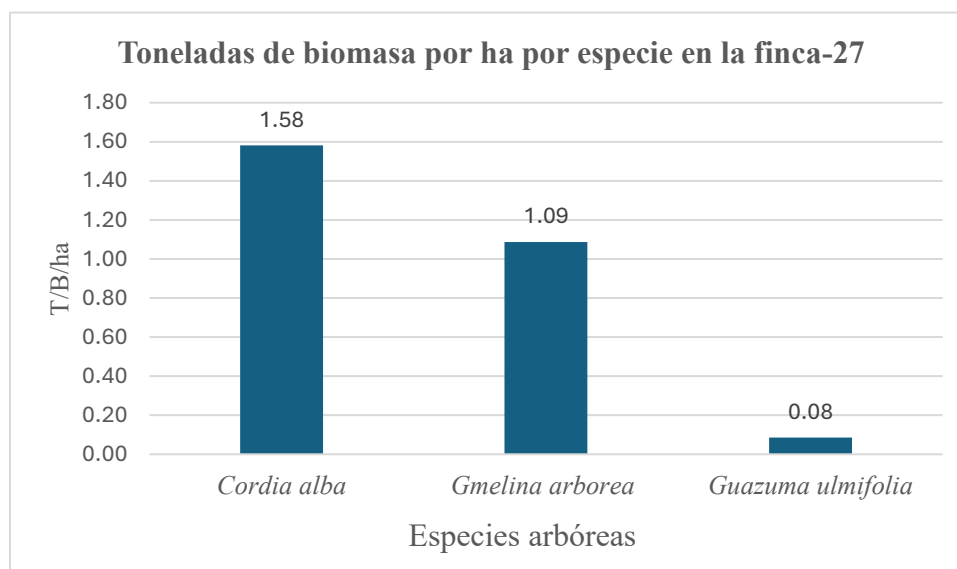
Según los resultados esta especie es eficiente y adaptable, ya que destaca con diferencia como la principal especie en generación de biomasa en la finca 64 la cual es: (*Gliricidia sepium*) con el 1.25 t ha/año, en cambio hay otras especies relevantes como: (*Laurus nobilis*) y (*Swietenia macrophylla*) ya que también hacen contribución significativa, mientras que otras especies tienen valores nulos; esto puede deberse a su baja densidad o mala adaptación a las condiciones de la finca.

6.8.2. Municipio de Marcovia

➤ Finca-27

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Biomasa aérea
1	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	49	1.58
2	Melina	<i>Gmelina arborea</i>	6	1.09
3	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0.08

Tabla 24 Biomasa aérea por especie en la finca 27



Gráfica 30 Toneladas de biomasa por especie finca-27

Los resultados obtenidos en esta finca nos dan a entender que hay especies altamente dominada, como la especie (*Cordia alba*) con 1.58 t ha/año, ya que nos da a entender que es la especie con mayor generación de biomasa, indicándonos su gran aporte a la captura de carbono, siendo el responsable del buen rendimiento en la finca.

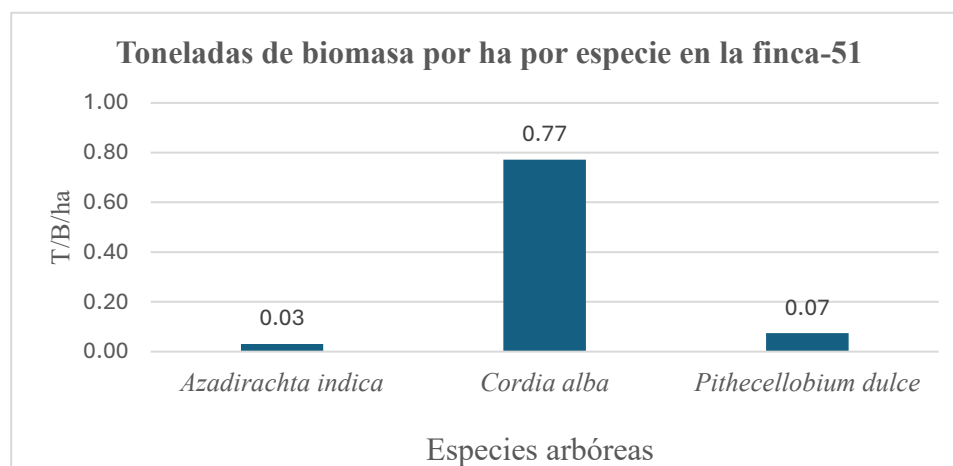
Por otro lado, está la especie (*Gmelina arborea*) con 1.09 t ha/año que también hace una contribución significativa, consolidando a esta finca altamente eficiente. Pero si bien la biomasa total es alta, significa que con pocas especies puede hacer el sistema más vulnerable al cambio climático.

6.8.3. Municipio de Namasigüe

➤ Finca-51

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Biomasa aérea
1	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	5	0.03
2	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	31	0.77
3	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	2	0.07

Tabla 25 Biomasa aérea por especie en la finca 51



Gráfica 31 Toneladas de biomasa por especie finca-51

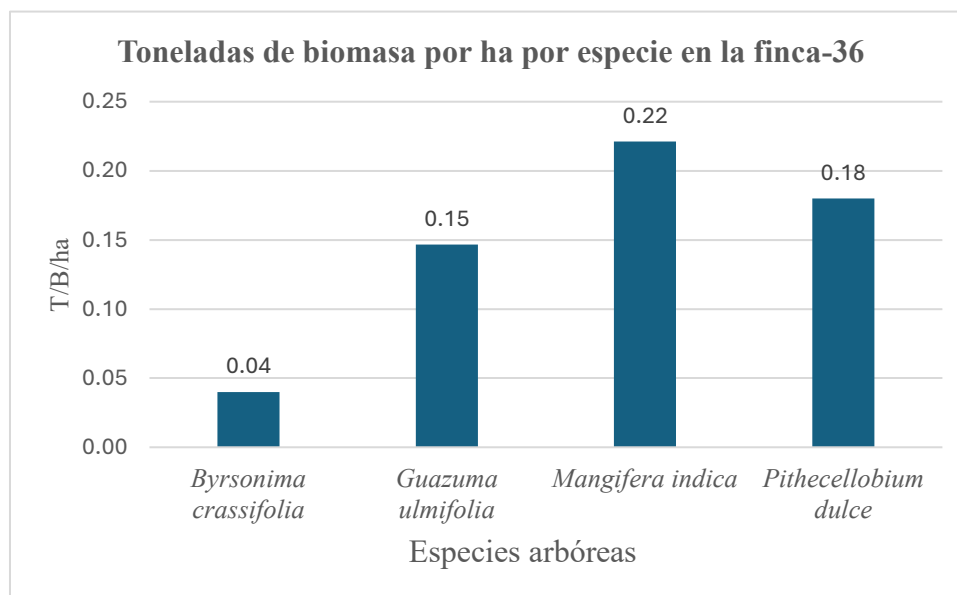
Los resultados obtenidos nos dan a entender que (*Cordia alba*) aporta más del 90% de la biomasa total que observamos en esta finca con 0.77 t ha/año, con presencia de esta especie en esta finca mejora significativamente el desempeño, sin ella, tendría una biomasa baja. Mientras que las otras especies están con poca densidad de individuos, etc. Lo que significa que la finca depende de una sola especie, lo que podría representar una baja resiliencia frente a enfermedades.

6.8.4. Municipio de San Marcos de Colón

➤ Finca-36

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Biomasa aérea
1	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	0.04
2	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	6	0.15
3	Mango	<i>Mangifera indica</i>	6	0.22
4	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	9	0.18

Tabla 26 Biomasa aérea por especie en la finca 36



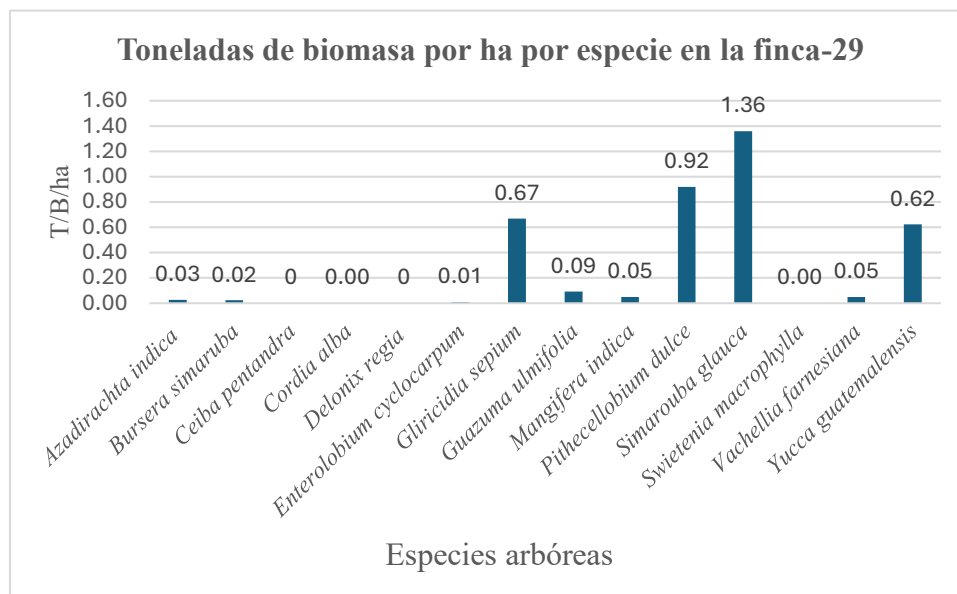
Gráfica 32 Toneladas de biomasa por especie finca-36

Los resultados obtenidos nos dan a entender que (*Mangifera indica*) con 0.22 t ha/año hace aportes relevantes, aunque menores. Además de aportar biomasa, puede tener valor alimenticio y económico. En cambio, hay especies como (*Pithecellobium dulce*) y (*Guazuma ulmifolia*) que han sido especies con buenos rendimientos en otras fincas, por lo que en esta finca podría recibir mayor importancia para la implementación en las cercas vivas. Y la que obtuvo menor aporte es la (*Byrsonima crassifolia*) con 0.04 t ha/año lo que podría significar que hay pocas especies en esa finca, para la aportación de biomasa.

➤ **Finca-29**

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Biomasa aérea
1	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	7	0.03
2	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	5	0.02
3	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	1	0
4	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	3	0.00
5	Franboyant	<i>Delonix regia</i>	1	0
6	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0.01
7	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	6	0.67
8	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15	0.09
9	Mango	<i>Mangifera indica</i>	1	0.05
10	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	73	0.92
11	Aceituna	<i>Simarouba glauca</i>	23	1.36
12	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	2	0.00
13	Aromo	<i>Vachellia farnesiana</i>	1	0.05
14	Izote	<i>Yucca guatemalensis</i>	20	0.62

Tabla 27 Biomasa aérea por especie en la finca 29



Gráfica 33 Toneladas de biomasa por especie finca-29

Los resultados obtenidos nos dan a entender que la especie de (*Simarouba glauca*) con 1.36 t ha/año lo que significa que en esta finca es la especie con mayor aporte a biomasa. También destacan (*Pithecellobium dulce*) y (*Gliricidia sepium*) que juntas conforman un sistema con alta productividad.

En esta finca se encuentran por lo menos 14 especie distintas, aunque unas pocas especies aportan la mayor parte de la biomasa, aunque la mayoría tienen aportes muy bajos lo que significa que hay una baja densidad de árboles o una distribución desigual.

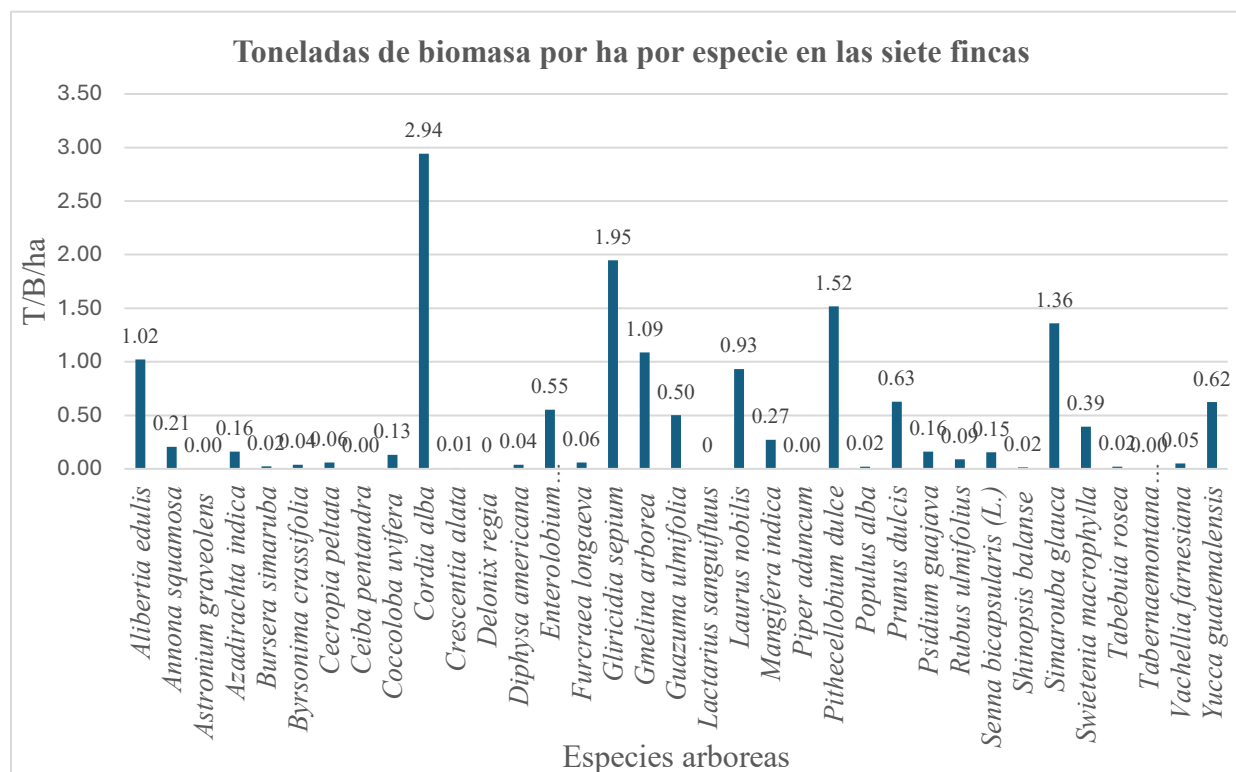
6.9.Comparación de especies que aportan biomasa en las siete fincas

No	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Biomasa aérea
1	Pitajoni	<i>Alibertia edulis</i>	8	1.02
2	Anona	<i>Annona squamosa</i>	8	0.21
3	Zorro	<i>Astronium graveolens</i>	1	0.00
4	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	18	0.16
5	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	7	0.02
6	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	0.04

7	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	2	0.06
8	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	1	0
9	Iríl	<i>Coccoloba uvifera</i>	1	0.13
10	Tiguilote	<i>Cordia alba</i>	97	2.94
11	Jicaro	<i>Crescentia alata</i>	1	0.01
12	Framboyant	<i>Delonix regia</i>	1	0
13	Guachipilín	<i>Diphysa americana</i>	1	0.04
14	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	9	0.55
15	Pescadillo	<i>Furcraea longaeva</i>	2	0.06
16	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	26	1.95
17	Melina	<i>Gmelina arborea</i>	6	1.09
18	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	38	0.50
19	Guis canal	<i>Lactarius sanguifluus</i>	1	0
20	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	16	0.93
21	Mango	<i>Mangifera indica</i>	11	0.27
22	Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	1	0
23	Michibuiste	<i>Pithecellobium dulce</i>	92	1.52
24	Salamo	<i>Populus alba</i>	1	0.02
25	Almendro	<i>Prunus dulcis</i>	7	0.63
26	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1	0.16
27	Mora	<i>Rubus ulmifolius</i>	1	0.09
28	Cássia	<i>Senna bicapsularis (L.)</i>	5	0.15
29	Quebracho	<i>Shinopsis balanse</i>	2	0.02
30	Aceituna	<i>Simarouba glauca</i>	24	1.36
31	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	5	0.39
32	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.02
33	Cojón puerco	<i>Tabernaemontana donnell smithii</i>	1	0.01
34	Aromo	<i>Vachellia farnesiana</i>	1	0.05

35	<i>Izote</i>	<i>Yucca guatemalensis</i>	20	0.62
----	--------------	----------------------------	----	------

Tabla 28 Captura total de biomasa por especie en las siete fincas



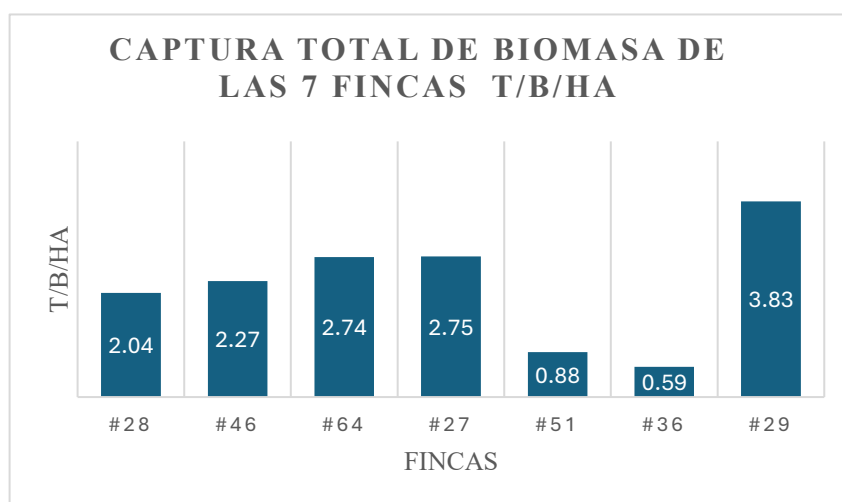
Gráfica 34 Toneladas de biomasa por ha por especie en las siete fincas

Los resultados obtenidos mediante el análisis de las especies que encontraron en las diferentes fincas investigadas nos dan como resultados especies prioritarias como la (*Cordia alba*) con 2.94 t ha/año, (*Gliricidia sepium*) con 1.52 t ha/año y la última (*Pithecellobium dulce*) con 1.52 t ha/año deben ser claves en planes de manejo forestal y reforestación en el departamento de Choluteca, también hay una alta variedad de especies, lo que nos indica que hay una buena biodiversidad regional.

6.10. Comparación total de biomasa aérea en las siete fincas

Captura total de biomasa de las 7 fincas	
Fincas	t/b/ha/año
#28	2.04
#46	2.27
#64	2.74
#27	2.75
#51	0.88
#36	0.59
#29	3.83

Tabla 29 Captura total de biomasa de las siete fincas



Gráfica 35 Captura total de biomasa de las siete fincas T/B/ha

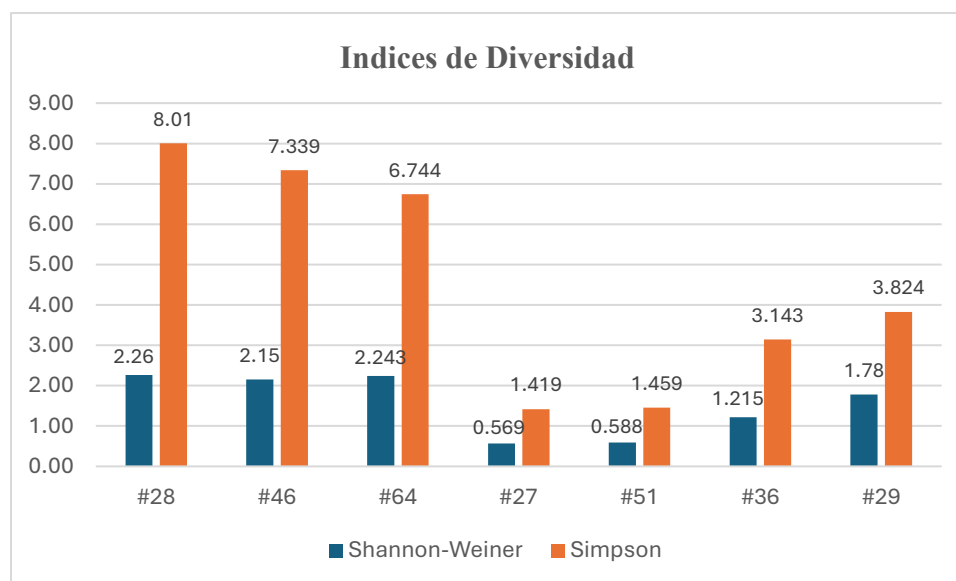
Los resultados obtenidos nos dan a entender que la finca 29 lidera la captura de biomasa con el 3.83 T B/ha/año superando a las demás significando que en esa finca existen especies arbóreas que aportan significativamente biomasa, por otra parte hay fincas con alto rendimiento como la finca 64 y 27 ambas superando en 2.7 T B/ha/año, en cambio hay fincas con rendimiento bajo como la finca 51 y 36 con valores inferiores a 1 tonelada, significando que presentan un rendimiento limitado, por lo que puede ser por una menor densidad de especies claves para el aporte de biomasa en las fincas, requiriendo atención técnica, para evaluar la calidad del suelo, densidad de especies y así para introducir especies que fomenten alta capacidad de biomasa como la (*Cordia alba*).

6.11. Análisis descriptivo y comparativo para el índice de Shannon-Weiner y Simpson

Utilizamos los índices de Shannon-Weiner y Simpson en la investigación, para saber la cantidad de especies (riqueza) como su distribución en las siete fincas que se realizó la investigación, mientras que el índice Simpson nos ayuda a evaluar la probabilidad de que dos individuos al azar pertenezcan a especies distintas.

Índice de Shannon-Weiner y Simpson		
Fincas	Shannon-Weiner	Simpson
#28	2.26	8.01
#46	2.15	7.339
#64	2.243	6.744
#27	0.569	1.419
#51	0.588	1.459
#36	1.215	3.143
#29	1.78	3.824

Tabla 30 Índices de Shannon-Weiner y Simpson

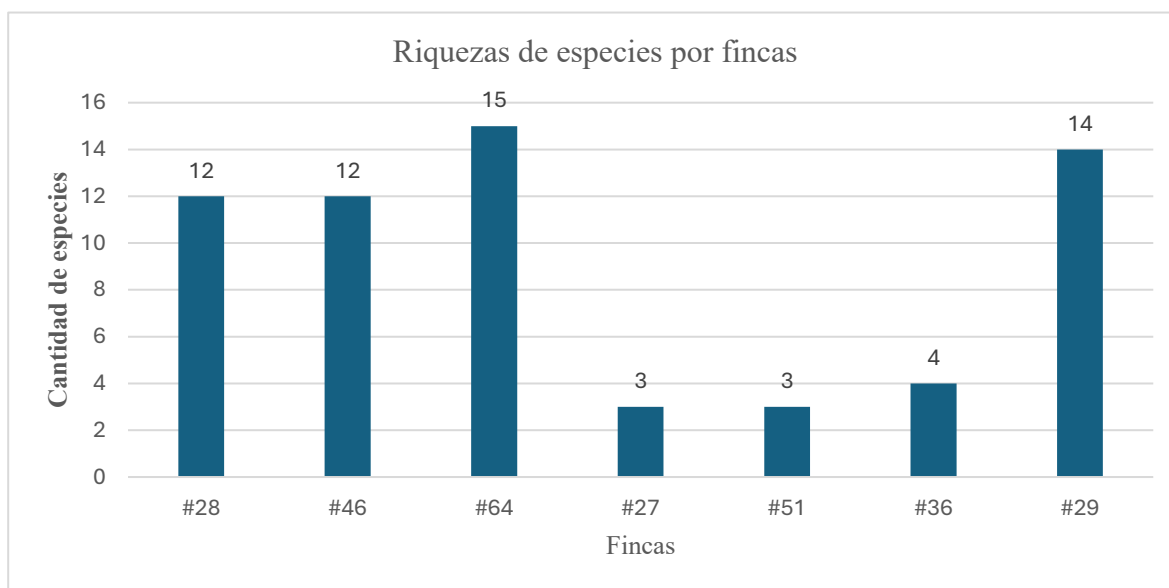


Gráfica 36 Índices de diversidad

Los resultados obtenidos reflejan una clara variación entre las fincas evaluadas en el departamento de Choluteca, ya que las fincas 28,46,64 muestran una alta diversidad en ambos índices, lo que significa que podrían conservar más especies. Mientras que las fincas 27,51 muestran resultados con valores bajo, significando que tendrán ecosistemas empobrecidos o con presencia de pocas especies.

Por el contrario, el índice Simpson nos dice que las fincas que tienen niveles más alto de diversidad son: 28, 46, 64, lo cual sugiere que tienen buenas prácticas de conservación, mientras que las fincas 27, 51 son las que reflejan una diversidad limitada, indicando una escasez heterogénea de hábitats.

Comparación de las riquezas de especies por fincas



Gráfica 37 Comparación de las riquezas de especies por fincas

Los resultados obtenidos dan a entender que la finca-64 con la mayor riqueza con 15 especies, mientras que las fincas 27 y 51 presentan la menor diversidad con solo 3 especies, sugiriendo que factores como el manejo del uso de suelo, la cobertura vegetal, pueden estar influyendo en la conservación o disminución de la biodiversidad en cada finca.

VII. CONCLUSIONES

En las siete fincas donde se realizó el estudio en el departamento de Choluteca, demostraron un buen potencial real para la acumulación de carbono con un 7.5 t/c/ha, ya que esto es un componente valioso en estrategia de mitigación al cambio climático. Demostrando que la importancia en la selección de las especies para cercas viva tiene que ser aquellas que presenten altos contenidos de captura como la especie *Cordia alba* con un 1.5 t/c/ha.

Los resultados obtenidos en los índices de Shannon-Weiner y Simpson, demuestran que la finca 28 obtuvo un 8.01 % por lo que nos indica que la finca obtuvo mayor diversidad florística, también tendieron a tener mayor potencial en la captura de carbono, así demostrando la relación directa entre la funcionalidad ecosistémica y la biodiversidad estructural.

Se observó en varias fincas que obtenían un bajo nivel de diversidad arbórea, obteniendo resultados mínimos como 1 árbol por especie en las fincas, dándonos a entender que obtenían dominancias unas pocas especies, limitando no solo el potencial de capturar carbono sino también los beneficios asociados y la resiliencia, como la conectividad ecológica.

VIII. RECOMENDACIONES

Promover la implementación de cercas vivas en el departamento de Choluteca, ya sean multiestrato o simples, utilizando especies con alta densidad de madera, rápido crecimiento, que capturen mayor biomasa y carbono.

Ampliar el monitoreo permanente a más fincas del departamento de Choluteca, para la implementación de cercas vivas para la lucha de la reducción de los gases de efecto invernadero así provocando la reducción del cambio climático.

Establecer programas de capacitación dirigidos a productores ganaderos, ya que les hace falta información sobre sistemas agroforestales para la implementación de cercas vivas, para que conozcan la importancia a la implementación de estas cercas vivas para sus fincas.

Promover la implementación de un banco de semillas de árboles nativos del departamento de Choluteca, para así obtener especies con alta densidad de madera, rápido crecimiento, que capturen mayor biomasa y carbono en cada finca del departamento.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alayón-Gamboa, J.A; Aguilar C; Ramírez, L; Ayala, A; Albores-Moreno, S; Magaña, J; Uvera, J. 2016. Efecto del fruto molido de (*Enterolobium cyclocarpum*) sobre la población de protozoarios y producción de metano en el rumen de ovinos de pelo (en línea) Conferencia de Gases de Efecto Invernadero en Sistemas Agropecuarios de América latina (GALA). Consultado 3 nov. 2024.
- Arévalo. 2006. Definición y clasificación de sistemas agroforestales (en línea, sitio web). Consultado 2 nov. 2024. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/CDinvestigacion/inia/INIA-I4/inia-i4-02.htm>
- BBVA (Banco Bilbao Vizcaya Argentina). 2024. BBVA: Que es el dióxido de carbono CO2 y como impacta en el planeta (en línea, sitio web). Consultado 31 oct. 2024. Disponible en <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-dioxido-de-carbono-co2-y-como-impacta-en-el-planeta/>
- BBVA (Banco Bilbao Vizcaya Argentina). 2024. Uso de suelo: Cambios, impactos y soluciones (en línea). Consultado 4 nov. 2024. Disponible en <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/los-cambios-en-los-usos-del-suelo-impactos-y-soluciones/>
- Budowski, G. 1987. Cercas vivas: una práctica agroforestal muy extendida en Centroamérica (en línea) Revista de Agroforestería: realidades, posibilidades y potencialidades. Consultado 3 nov. 2024.
- Budowsky, G. 1987. Cercas vivas en América tropical, una práctica agroforestal generalizada (en línea). Revista Agroforestería: realidades, posibilidades y potencialidades. Consultado 3 nov. 2024.
- Cepsa. 2015. El cambio climático y los gases de efecto invernadero (en línea). Cepsa. Consultado 23 oct. 2024. Disponible https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp_Comp/Medio%20Ambiente_Seguridad_Calidad/Art%C3%ADculos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf

- Contexto ganadero. 2022. Para que pueda usar el árbol indio desnudo o resbala mono? (en línea). Consultado 3 nov. 2024. Disponible en <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/para-que-puede-usar-el-arbol-indio-desnudo-o-resbala-mono>
- Díaz. 2012. El cambio climático (en línea). Ciencia y sociedad. Consultado 26 oct. 2024. Disponible <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87024179004>
- EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos). EPA: Emisiones de dióxido de carbono (en línea, sitio web). Consultado 31 oct. 2024. Disponible en <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Soluciones ganaderas para el cambio climático (en línea). Consultado 2 nov. 2024. Disponible en <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4c38936f-8175-4752-bb66-32710168079e/content>
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2013. Recursos zootécnicos de Honduras (en línea). Consultado 29 oct. 2024. Disponible <http://www.fao.org/AG/AGAInfo/programmes/en/genetics/documents/Interlaken/countryreports/Honduras.pdf>
- Fauth, J. E; Bernardo, J; Camara, M; Resetarits, W.J. y Van Buskirk, J. 1996. Simplificando la jerga de la ecología comunitaria: un enfoque conceptual (en línea). El Naturalista Americano. Consultado 4 nov. 2024.
- FEDEMADERAS (Federación Nacional de Industriales de la Madera). 2023. La deforestación, un grave problema a nivel mundial (en línea). Consultado 4 nov. 2024. Disponible en <https://fedemaderas.org.co/la-deforestacion-un-grave-problema-a-nivel-mundial/>
- Florencia. 2024. ¿De qué sectores proceden las emisiones mundiales de gases? (en línea). Statista. Consultado 31 oct. 2024. Disponible en <https://es.statista.com/grafico/33338/emisiones-mundiales-totales-de-gases-de-efecto-invernadero-por-sector/>
- Global Forest Watch. (2023). Bosque primarios en Honduras (en línea). Consultado 4 nov. 2024. Disponible <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/HND/?category=forestchange&location=WyJjb3VudHJ5IiwSE5EII0%3D>
- González. 2020. Efecto del cambio climático sobre la ganadería (en línea). Biblioteca del congreso nacional de Chile. Consultado 24 oct. 2024. Disponible

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/28543/1/Efecto_del_CC_sobre_la_Ganaderia.pdf

- Hart, R. (1985). Conceptos básicos sobre agroecosistemas (en línea) Revista de Turrialba-Costa Rica: CATIE. Consultado 3 nov. 2024. Disponible en <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr>
- Harvey, CA.; Villanueva, C; Ibrahim, M; Gómez, R; López, M; Kunth, S; Sinclair, FL. 2008. Productores, árboles y producción ganadera en paisajes de América Central: implicaciones para la conservación de la biodiversidad (en línea). Consultado 3 nov. 2024.
- Hassán, J; Espinoza, J; Ríos, L. 2017. Fijación de carbono en cercas vivas de fincas ganaderas de la cuenca del Río la Villa (en línea). Revista de Ciencia agropecuaria. Consultado 3 nov. 2024. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/322287670>
- Hernández, H; Hernán, A; Suarez, J; Sánchez, J; Gutiérrez, D; Gutiérrez, G; Trujillo, E; Casanovas, F. 2021. Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en los Llanos Orientales de Colombia (en línea). Revista de biología tropical 69 (1) 352-368. Consultado 2 nov. 2024
- Hernández, I. et al. 2001. Las cercas y los setos vivos como una alternativa agroforestal en los sistemas ganaderos (en línea). Revista de Pastos y Forrajes. Consultado 3 nov. 2024. Disponible en <http://revista.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/view/906>
- Hernández, I; Pérez, E; Sánchez, T. 2001. Las cercas y los setos vivos como una alternativa agroforestal en los sistemas ganaderos (en línea) consultado 3 nov. 2024.
- Ibrahim, M; Gobbi, J; Casasola, F; Murgueitio, E; Ramírez. E. 2005. Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas (en línea) Proyecto CATIE, CIPAV y NITLAPAN. Consultado 3 nov. 2024.
- Infoagro; Infoagro. 2019. Establecimiento y manejo de cercas vivas (en línea, sitio web). Establecimiento y manejo de cercas vivas. Consultado 14 oct. 2024. Disponible en <https://infoagronomo.net/establecimiento-y-manejo-de-cercas-vivas/>
- Klein ; Lescamontier, L ; Nicetto, N; Sadadou, D; Tricoire, M ; Wilgenbus, D. 2022. El cambio climático y la tierra (en línea). Manual para docentes de primaria y secundaria. Consultado 31 oct. 2024. Disponible en https://www.oce.global/sites/default/files/202402/OCE_Cambio%20Clim%C3%A1tico%20y%20la%20Tierra.pdf

- Langarika. 2020. La ganadería y su contribución al cambio climático (en línea). Consultado 31 oct. 2024. Disponible en <https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2020/09/Informe-Ganaderia-Cambio-climatico-Amigos-de-la-Tierra.pdf>
- Madrigal, J. 2024. Cambio climático (en línea). Asociación para una sociedad más justa (ASJ). Consultado 4 nov. 2024. Disponible en <https://estadodepais.asjhonduras.com/wp-content/uploads/2024/CAMBIOCLIMATICO/Boletines%20y%20PPT/Bolet%C3%ADn%20EdP%202024%20Cambio%20Clim%C3%A1tico.pdf>
- Magurran, E. 2004. Medición de la Diversidad Biológica (en línea). Editorial Blackwell, Malden. Consultado 4 nov. 2024.
- Molina, J.I; Paz D. 2002. Almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles en el municipio de Matigua, Matagalpa (en línea) Tesis Managua, Nicaragua. Consultado 3 nov. 2024.
- Muñoz, D. 2004. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica (en línea). Tesis Ms. C. Turrialba, CR, CATIE. Consultado 3 nov. 2024.
- Murgueitio, E; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Usos de la tierra en fincas ganaderas (en línea). Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Consultado 3 nov. 2024.
- Nair (1997). La diversidad de especies útiles y sistemas agroforestales (en línea). Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Consultado 2 nov. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.11.124>
- NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio). 2020. NASA: Las Causas del Cambio Climático (en línea, sitio web). Consultado 31 oct. 2024. Disponible en <https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/causas/>
- Navas, P. A. (2007). Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles (en línea) ACOVEZ. Consultado 3 nov. 2024. Disponible en https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/85sistemas.pdf
- Núñez. 2023. National Geographic: ¿Qué son los gases de efecto invernadero y cuáles son sus efectos? (en línea, sitio web). Consultado 31 oct. 2024. Disponible en <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/gases-efecto-invernadero-que-son-hacen>

- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2006. ONU: La ganadería produce más gases contaminantes que el transporte (en línea, sitio web). Consultado 3 nov. 2024. Disponible en <https://news.un.org/es/story/2006/11/1092601>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2024. ONU: Los gases de efecto invernadero alcanzan nuevos máximos en 2023 (en línea, sitio web). Consultado 31 oct. 2024. Disponible en [https://www.un.org/es/climatechange/news/gases-efecto-invernadero#:~:text=El%20di%C3%B3xido%20de%20carbono%20\(CO2, apenas 20tendr%C3%A1n%20efecto%20en%202030](https://www.un.org/es/climatechange/news/gases-efecto-invernadero#:~:text=El%20di%C3%B3xido%20de%20carbono%20(CO2, apenas 20tendr%C3%A1n%20efecto%20en%202030)
- Ortez, K. 2024. Incendios forestales en Honduras en 2024 (en línea). Consultado 4 nov. 2024. Disponible en <https://criterio.hn/822-incendios-forestales-en-honduras-en-2024-solo-una-persona-capturada-por-delitos-ambientales/>
- Otárola, A; Martínez, H; Ordoñez, R. 1985. Una cerca viva de (*Gliricidia sepium*) bien manejada en la finca San Antonio, El Progreso, Yoro (en línea). Consultado 3 nov. 2024. Disponible en https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9974/Manejo_y_produccion_de_cercas_vivas_de_Gliricidia_sepium_en_el_noroeste_de_Honduras.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Parlamento Europeo. 2023. Parlamento Europeo: Cambio Climático; gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global (en línea, sitio web). Consultado 31 oct. 2024. Disponible en <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20230316STO77629/cambio-climatico-gases-de-efecto-invernadero-que-causan-el-calentamiento-global>
- Patil, P. 2002. Perfiles de diversidad (en línea) Enciclopedia de Ambiental. John Wiley & Sons, Chichester. Consultado 4 nov. 2024.
- Peacc.2024. Acción ante el cambio climático (en línea). Revista de Jalisco. Consultado 31 oct. 2024. Disponible en https://cambioclimatico.jalisco.gob.mx/peacc/archivos/PEACC_18082023_paginas100VERSIONPRELIMINAR.pdf
- Pezo. 1999. Sistemas silvopastoriles (en línea). Consultado 2 nov. 2024. Disponible en https://books.google.hn/books?hl=es&lr=&id=BrWHDQcM7PwC&oi=fnd&pg=PR7&dq=sistemas+agroforestales+cercas+vivas+o+cortinas+rompimiento&ots=wsSJvTWNb9&sig=_mwLsdkVxvNAIJoTafTZgg1Rk6I#v=onepage&q&f=false

- Ricotta, C. 2005. A través de la jungla de la biología de diversidad (en línea). Acta Biotheoretica. Consultado 4 nov. 2024.
- Sáenz, JC; Villatoro, F; Ibrahim, M; Fajardo, D; Pérez, M. 2007. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agro paisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia (en línea). Agroforestería en las Américas. Consultado 3 nov. 2024.
- Sánchez. 2020. Cambio climático (en línea). Una guía para entender el cambio climático. Consultado 22 oct. 2024. Disponible en <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2009-092.pdf>
- SEDEMA (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México). 2018. Servicios Ecosistémicos (en línea). Consultado 4 nov. 2024. Disponible en <http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx:8081/biodiversidadcdmx/index.php/beneficios/servicios-ecosistemicos>
- Solorio, F., Petit, A. J., Casanova L. F. y Ramírez, A. L. (2010). Notas de curso: Diseño y Evaluación de Sistemas Agroforestales (en línea). Consultado 2 nov. 2024. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/295550043_
- Sotomayor, A., García, E., González, M. y Lucero, A. (2008). Modelos Agroforestales, alternativa productiva para un desarrollo sustentable de la agricultura campesina en Chile (en línea). Revista de Congreso Chileno de Ciencias Forestal. Consultado 2 nov. 2024. Disponible en <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3165880>
- Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F. 2007. Diversidad de mariposas en un paisaje agropecuario del Pacífico Central de Costa Rica (en línea) Agroforestería en las Américas. Consultado 3 nov. 2024.
- UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 2024. ¿Qué son los servicios ecosistémicos? (en línea). Consultado 4 nov. 2024. Disponible en <https://alianza.bunam.unam.mx/enp/que-son-los-servicios-ecosistemicos/>
- Veterinarios sin fronteras. 2012. Ganadería y cambio climático (en línea). Consultado 2 nov. 2024. Disponible en [https://www.semillas.org.co/es/ganader#:~:text=Seg%C3%BAn%20este%20estudio%2C%20la%20ganader%C3%ADa,medidas%20en%20equivalentes%20de%20CO2%20\).](https://www.semillas.org.co/es/ganader#:~:text=Seg%C3%BAn%20este%20estudio%2C%20la%20ganader%C3%ADa,medidas%20en%20equivalentes%20de%20CO2%20).)

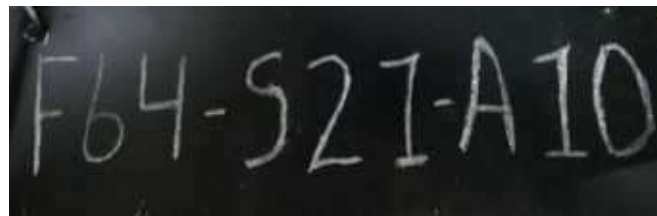
- Villa, P.M., Martín, S.V., de Oliveira Neto, S.N., Rodríguez, A.C., Hernández, E.P., & Kim, D.G. (2020). Foro de políticas: Cultivos migratorios y agroforestería en la Amazonía: premisas para REDD. (en línea). Revista política y economía forestales. Consultado 2 nov. 2024.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F. 2008. Valor económico y ecológico de las cercas vivas (en línea). Informe técnico/CATIE; no. 372. Consultado 3 nov. 2024.
- Walle. 2023. (*Erythrina berteroana*) (en línea, sitio web). Consultado 3 nov. 2024. Disponible en <https://www.echocommunity.org/es/resources/e33ba64d-9c4b-4752-a82f-10912c26f486>
- Weisse, M; Goldman, E; Carter, S. 2024. La información más reciente sobre los bosques del mundo (en línea). Consultado 4 nov. 2024. Disponible en <https://research.wri.org/es/gfr/latest-analysis-deforestation-trends>.
- Zuluaga. 2017. Valoración de servicios ambientales por captura de CO₂ en un ecosistema de bosque seco tropical en el municipio de él Carmen de bolívar, Colombia (en línea). Consultado 10 nov. 2024. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/3217/321764932001/html/>

ANEXOS

Anexo 1 Emisiones mundiales totales de gases de efecto invernadero en 2023 (Florencia 2024).



Anexo 2 Ejemplo del código de la placa que se utilizó



Anexo 3 Aplicación PlantNet para identificación de especies arbóreas



Anexo 4 Mapa de la finca 28 Tapatoca, Choluteca



Anexo 5 Mapa de la finca-46 Tapatoca, Choluteca



Anexo 6 Mapa de la finca-64 Santa fé, El trapiche, Choluteca



Anexo 7 Mapa de la finca-27 Marcovia, Choluteca



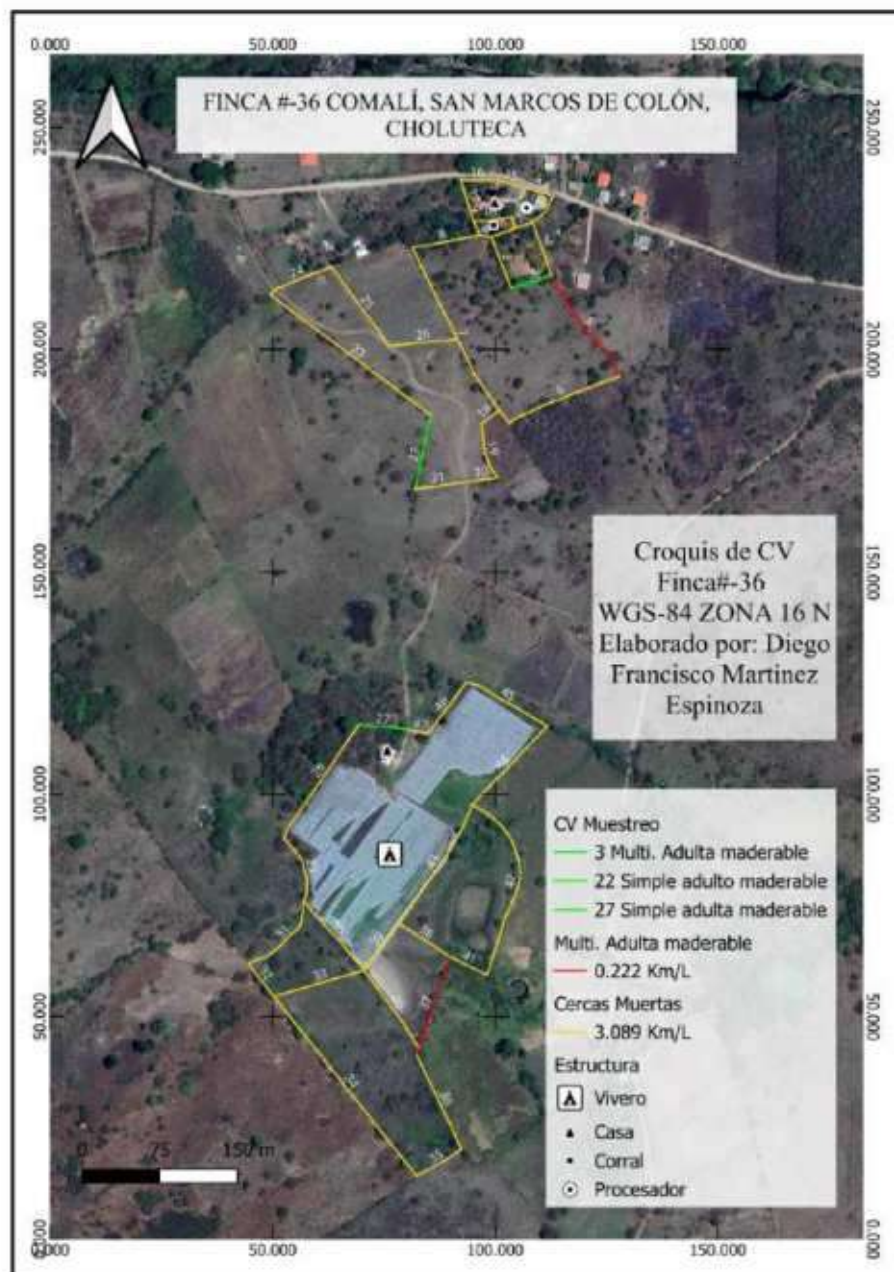
Anexo 8 Mapa de la finca-51 Namasigüe, Choluteca



Anexo 9 Mapa de la finca-29 Comalí, San Marcos de Colón, Choluteca



Anexo 10 Mapa de la finca-36 Comalí, San Marcos de Colón, Choluteca



Anexo 11 Imagen de las mediciones del diámetro del árbol



Anexo 12 Imagen de la cinta métrica para la medición de los 50m



Anexo 13 Imagen de cómo se colocaron las placas a los árboles



Anexo 14 Imagen de la visita del director de tesis a la comunidad de Comalí, San Marcos de Colón



Anexo 15 formulario para árboles en cercas vivas en parcelas permanentes

**FORMULARIO PARA PROTOCOLO DE MUESTREO DEL SEGMENTO DE
CERCAS VIVAS SELECCIONADAS**

Nombre del estudiante: _____

Fecha (/)

Nombre de la finca y lugar: _____

Código del segmento o punto: _____

Ubicación GPS (inicio del segmento) coordenadas X, Y y Altura

Acimut _____

Número de identificación del árboles o elemento (ficha metálica colocada a cada árbol):

¿Ubicación del árbol/elemento dentro del segmento muestreado? (medir la distancia desde el punto de referencia colocado para identificar la parcela permanente)

○ _____ m

Especie del árbol

Si el caso que no se sepa el nombre de la especie arbórea tomar cinco muestras utilizando la prensa botánica

¿Tomó una muestra de la especie “no identificada”?

- SI
- NO

Si la respuesta es SI, “Indique el código de identificación de la muestra”. Aquí la clave debe ser: Número de punto-número de árbol, por ejemplo: (F35-S1-A1).

Número de tallos (Si tiene más de 1 tallo, se deben medir todos los tallos por separado)

Muestreo de tallo:

Punto de medida (1.30 m; si no es posible, indicar la altura del punto de medición).

Nueva altura: _____

Circunferencia altura de pecho _____

Estado del tallo

- ☐ Tallo sano
- ☐ Tallo roto o quebrado
- ☐ Tallo muerto (de pie muerto)

Presencia de Lianas

- ☐ Si
- ☐ No

Usos del árbol:

- ☐ Madera
- ☐ Leña
- ☐ Fruta para la vida silvestre (aves y otros).
- ☐ Fruta para consumos humano
- ☐ Forraje
- ☐ Medicinal
- ☐ Otros: _____

Origen del árbol:

- ☐ Plantado por estaca
- ☐ Plantado por vivero
- ☐ Regeneración natural

Información de manejo del árbol:

- ☐ Tiene protección de algún tipo
- ☐ Está podado
- ☐ Tiene rebrotes
- ☐ Ha tenido corte de tallos
- ☐ Deshierbe, comaleo
- ☐ Otros (especificar) _____
- ☐ Ninguno

Característica del árbol

- Árbol en lindero (pegado a menos de 1 m del alambre)
- Árbol como parte de la cerca (forma parte de la cerca, es decir, pegado al alambre).
- Otros (especificar): _____

Nivel de desarrollo del árbol

- Fase de establecimiento (1-2 años)
- Jóvenes/ya establecido (3-5)
- En crecimiento (> 5 años)
- Maduro (ya tiene frutos, y bien desarrollado para su especie).

Altura comercial del árbol (hasta la primera rama o inicio de copa)

_____ m

Altura total del árbol: (medir con cinta métrica)

- _____ m

-

Diámetro (DAP) del árbol: (Forcípula)

- _____ cm

-