

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, Olancho, Honduras.

TESIS

Presentado a la Universidad Nacional de Agricultura como requisito previo a la realización del
trabajo de investigación

Por:

Enoc David Sabillón Perdomo

Catacamas, Olancho,

Agosto 2025.

Evaluación de fincas ganaderas, en su potencial de captura de carbono y servicios
ecosistémicos, Olancho, honduras.

POR:

ENOC DAVID SABILLON PERDOMO

M Sc. JORGE DAVID ZUNIGA MEJIA

Director de Tesis

TESIS

Presentado a la Universidad Nacional de Agricultura como requisito previo a la realización
del trabajo de investigación

CATACAMAS, OLANCHO

Agosto 2025.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a **Dios**, quien ha sido la guía y la fuente de cada uno de mis logros. A él, que me ha sostenido en los momentos más difíciles, que me ha levantado cada vez que he caído y me ha brindado la fortaleza necesaria para poder avanzar y alcanzar cada meta trazada en mi vida.

A mi padre, **Enoc Sabillón** y a mi madre **Berlany Perdomo**, por regalarme el don de la vida y por formarme con valores que me han hecho una persona de bien. Gracias por enseñarme que detrás de cada gran decisión siempre existe un gran sacrificio, y que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

A mi hermana, **Mariana Sabillón** por estar siempre a mi lado, brindándome apoyo, compañía y aliento en cada etapa de mi vida. Gracias por ser mi apoyo en todo momento y por recordarme que siempre podía, por su confianza en mí y que siempre vale la pena seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por bendecir mi familia y a mí con la fortaleza necesaria para alcanzar este logro.

A mis padres, quienes con su confianza en mí me han impulsado a superarme cada día. Gracias por enseñarme el valor de la responsabilidad, la importancia del esfuerzo y por ser la guía que ilumina mi camino. Les agradezco profundamente por ser mi mayor ejemplo y por entregarse incondicionalmente para que hoy pueda ver cumplido mis sueños.

A mi hermana, Mariana Perdomo, por acompañarme en cada etapa, por regalarme siempre su aliento brindarme un amor incondicional. Su apoyo ha sido un faro de esperanza en los momentos más difíciles de mi vida.

A Abigail Cruz, por ser la compañera que camina a mi lado con amor y entrega. Gracias por regalarme paciencia y por creer en mí incluso en los momentos que yo dudaba. Por su apoyo, lleno de fortaleza, fue el impulso invisible que me sostuvo y me llevó a alcanzar esta meta.

A mis compañeros, por su apoyo, colaboración y compartir juntos los desafíos y aprendizajes de este proceso. Gracias por su compañía y por hacer cada paso más llevadero y fácil.

Al M. Sc. Jorge David Zuniga, mi más profundo agradecimiento por su valiosa guía, sus enseñanzas y su dedicación constante a lo largo de este trabajo.

Al M. Sc. Rober Danilo Rubí Torres, por apoyarme durante el proceso, brindándome su conocimiento, comprensión y apoyo incondicional.

Al Lic. Henry Bonilla Matute, por su acompañamiento, paciencia y orientación técnica, que fueron esenciales para el desarrollo de este proyecto.

Al proyecto MAF-GANADERIA de la institución CATIE (Centro Agronómico tropical y Enseñanza), por su apoyo económico y por brindarme la oportunidad de desarrollar y llevar a cabo este trabajo de investigación.

Al M. Sc. Edwin García, mi más sincero agradecimiento por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo, por compartir su tiempo, sus conocimientos y su constante disposición para orientarnos en cada etapa del proceso.

A los productores de las fincas, mi más profundo agradecimiento por brindarme las puertas de sus fincas y brindar la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación en sus fincas, su apoyo, disposición y colaboración fueron fundamentales para la culminación de mi trabajo de investigación.

CONTENIDO

	Pag.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE GRÁFICAS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xxv
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)	6
4.2.1 Dióxido de carbono (CO ₂)	7
4.3 Principales generadores de dióxido de carbono en el planeta	7
4.4 Bienes y recursos ecosistémicos	8
4.4.1 Biodiversidad y métodos de cuantificación	8
4.5 Desafíos globales en la conservación forestal	9
4.6 Problemas de conservación forestal a nivel nacional	9

4.7 Transformación del uso del suelo	10
4.8 Sector ganadero	10
4.8.1 Desafíos en la ganadería.....	11
4.8.2 Normativa y estrategias gubernamentales	11
4.9 Sistema silvopastoril (SSP)	12
4.9.1 Tipos de sistemas silvopastoriles.....	13
4.10 Cercas vivas.....	13
4.10.1 Características de las cercas vivas	14
4.10.2 Ventajas y desventajas de las cercas vivas	15
4.10.3 Tipos de árboles más utilizados en las cercas vivas	15
4.10.4 Beneficios ecológicos de las cercas vivas	16
V. MATERIALES Y METODOS.....	17
5.1 Ubicación del área de estudio.....	17
5.2 Materiales y equipo	18
5.3 Enfoque metodológico.....	18
5.4 Procedimiento metodológico.....	19
5.4.1 Fase 1: Diagnóstico	19
5.4.2 Fase 2: Toma de datos de campo	20
5.4.3 Fase 3: Evaluación de la información recolectada	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	27
6.1. Fincas seleccionadas	27
6.1.1.Delimitación y Ubicación de las fincas seleccionadas	28
6.2. Análisis descriptivo y comparativo de Carbono acumulado y biomasa área t ha/año por familias en las siete fincas.....	32

6.2.1.	Municipio de Catacamas.....	32
6.2.2.	Municipio de Santa María del Real	39
6.2.3.	Comparación de familias de captura de carbono y biomasa aérea en las siete fincas 48	
6.2.4	Carbono acumulado de las familias más representativas y comparación de individuos entre las especies de estas familias de las 7 fincas.	51
6.2.5.	Comparación total de captura carbono y Biomasa aérea por familias de las siete fincas. 53	
6.3.	Análisis descriptivo y comparativo de captura de carbono por especies en las siete fincas. 55	
6.3.1.	Municipio de Catacamas.....	55
6.3.2.	Municipio de Santa Marial del Real	59
6.3.3.	Comparación de especies de Carbono acumulado en las siete fincas.....	66
6.3.4.	Comparación total de Carbono acumulado de las siete fincas.....	69
6.4.	Análisis descriptivo y comparativo de biomasa aérea en las siete fincas.	70
6.4.1.	Municipio de Catacamas.....	70
6.4.2.	Municipio de Santa María del Real	76
6.4.3.	Comparación de Biomasa de las especies en las siete fincas	83
6.4.4.	Comparación total de Biomasa de las siete fincas.....	85
6.5.	Análisis descriptivo y comparativo para los Indices de Shannon-Weiner y Simpson.....	86
VII	CONCLUSIONES	89
VIII	RECOMENDACIONES	90
IX	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS.....	91
ANEXOS		96

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Ubicación de los municipios del departamento de Olancho, donde se realizó la investigación	17
Figura 2. Delimitación de finca #40	28
Figura 3. Delimitación de finca #59	28
Figura 4. Delimitación de finca #24	29
Figura 5. Delimitación de finca #58	29
Figura 6. Delimitación de finca #62	30
Figura 7. Delimitación de finca #50	30
Figura 8. Delimitación de finca #52	31

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Densidad de madera por especie (tm ³)	23
Tabla 2. Fincas seleccionadas para el estudio en el departamento de Olancho	27
Tabla 3. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F#40	32
Tabla 4. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F#59	35
Tabla 5. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F#24.	37
Tabla 6. Captura de Carbono y Biomasa aérea por familias F#58.....	39
Tabla 7. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F# 62.	41
Tabla 8. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F# 50	43
Tabla 9. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F# 52	45
Tabla 10. Comparación de familias de Carbono acumulado y biomasa aérea en las siete fincas	49
Tabla 11. Comparación total de Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias de las siete fincas.	53
Tabla 12 Finca #40	55
Tabla 13. Finca #59	57
Tabla 14. Finca#24.....	58
Tabla 15. Finca #58.....	60
Tabla 16. Finca #6.....	61
Tabla 17. Finca #50.....	63
Tabla 18. Finca #52.....	64
Tabla 19. Comparación de especies de Carbono acumulado en las siete fincas.....	67
Tabla 20. Comparación total de Carbono acumulado de las siete fincas.....	69
Tabla 21. Total de biomasa Finca#40.....	71
Tabla 22. Total de biomasa Finca #59.....	73
Tabla 23. Total de biomasa Finca #24.....	74
Tabla 24. Total de biomasa Finca #58.....	76
Tabla 25. Total de biomasa Finca #62.....	77
Tabla 26. Total de biomasa Finca #50.....	79

Tabla 27. Total de biomasa Finca #52.....	81
Tabla 28.Comparacion de biomasa de las especies en las siete fincas	84
Tabla 29. Comparación total de Biomasa de las siete fincas.	85
Tabla 30.Indices de Shannon-Weiner y Simpson.....	87

LISTA DE GRÁFICAS

	Pag.
Gráfica 1. Toneladas de carbono ha por familias F#40.....	33
Gráfica 2. Diferencia de individuos por especies en finca #40.....	34
Gráfica 3. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias F#59	35
Gráfica 4. Diferencia de individuos por especies en finca #59.....	36
Gráfica 5. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias F#24.	37
Gráfica 6. Diferencia de individuos por especies en finca #24.....	38
Gráfica 7. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias F#58	39
Gráfica 8. Diferencia de individuos por especies en finca #58.....	40
Gráfica 9. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias F#62	42
Gráfica 10. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias F#50	43
Gráfica 11. Diferencia de individuos por especies en finca #50.....	44
Gráfica 12. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias F#52	46
Gráfica 13. Diferencia de individuos por especies en finca #52.....	47
Gráfica 14. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias de las 7 fincas.....	50
Gráfica 15. Carbono acumulado y diferencia de individuos familia Fabaceae	51
Gráfica 16. Carbono acumulado y diferencia de individuos familia Meliaceae.....	52
Gráfica 17. Carbono acumulado y diferencia de individuos familia Bignoniaceae	53
Gráfica 18. Comparación de Carbono acumulado y Biomasa área por familias de las 7 fincas	54
Gráfica 19. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#40	56
Gráfica 20. Toneladas de Carbono acumulado por ha/año F#59	57
Gráfica 21. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#24	59
Gráfica 22. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#58	60
Gráfica 23. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#62	62
Gráfica 24. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#50	63
Gráfica 25. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#52	65
Gráfica 26. Toneladas de Carbono acumulado por especie por ha	68

Gráfica 27. Carbono acumulado por especie total de las 7 fincas	69
Gráfica 28. Total de biomasa Finca #40	72
Gráfica 29. Total de biomasa Finca #59	73
Gráfica 30. Total de biomasa Finca #24	75
Gráfica 31. Total de biomasa Finca #58	76
Gráfica 32. Total de biomasa Finca #62	78
Gráfica 33. Total de biomasa Finca #50	80
Gráfica 34. Total de biomasa Finca #52	82
Gráfica 35. Toneladas de biomasa por especie por ha	84
Gráfica 36. Total de Biomasa por especie en las siete fincas	86
Gráfica 37. Indices de Shannon-Weiner y Simpson	87

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexos 1. Emisiones mundiales totales de gases de efecto invernadero en 2023 (Floresncia ...)	97
Anexos 2. Aplicación PlantNet para identificación de especies arbóreas	97
Anexos 3. Mapa de la finca #40, Catacamas, Olancho	98
Anexos 4. Mapa de la finca #59, Catacamas, Olancho	98
Anexos 5. Mapa de la Finca #24, Catacamas, Olancho	99
Anexos 6. Mapa de la finca #58, Santa María del Real.	99
Anexos 7. Mapa de la finca #62, Santa María del Real, Olancho.	100
Anexos 8. Mapa de la finca #50, Santa María del Real, Olancho	100
Anexos 9. Mapa de la finca #52, Santa María del Real, Olancho	101
Anexos 10. Imagen de medición de diámetro del árbol	101
Anexos 11. Imagen para medición de los 50 m	102
Anexos 12. Imagen de recorrido y diseño de croquis de las cercas vivas	102
Anexos 13. Imagen de diseño de las placas de identificación	103
Anexos 14. Formulario para protocolo de muestreo del segmento de cercas vivas seleccionadas	104

Sabillon Perdomo, E.D. 2025. Evaluación de fincas ganaderas, en su potencial de captura de carbono y servicios ecosistémicos, Olancho, Honduras. Tesis Ing. En Gestión Integral de los Recursos Naturales. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 108. Pág.

RESUMEN

El estudio se realizó en cinco comunidades del departamento de Olancho, pertenecientes a dos municipios: Cerro Vijía, Concepción de Rio Tinto, Catacamas, para el otro municipio: El Guayabito y el Cienigo, Santa María del Real, donde fueron seleccionadas siete fincas ganaderas representativas, donde se levantó una línea base y un sistema de monitoreo continuo de las cercas vivas. El propósito principal fue generar información que oriente estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero a partir de la gestión sostenible de estos sistemas arbóreos. Así mismo se adoptó un enfoque mixto que, por un lado, se aplicaron mediciones cuantitativas como (densidad y diversidad de especies, captura de biomasa y de carbono) y, por otro lado, se emplearon técnicas cualitativas (entrevistas semiestructuradas y recorridos participativos) que ayudaron a enfatizar con el conocimiento local de los productores. Así mismo la colaboración activa de los propietarios resultó beneficiaria para así comprender el estado funcional y productivo de las cercas vivas, así como su papel en la resiliencia de las fincas ganaderas de esta región centro-oriental de Honduras.

Palabras clave: cercas vivas, fincas ganaderas, mitigación, captura, diversidad.

I. INTRODUCCIÓN

El valor de las cercas vivas se ha destacado últimamente ya que ha sido frecuentemente subestimado en cuando a su capacidad para capturar carbono. Este potencial esta exclusivamente ligado a la producción de biomasa, lo que hace que la densidad de especies en estas cercas sea un aspecto importante (Ibrahim *et al.* 2005), la importancia de este tema radica en su contribución a la mitigación del cambio climático y en el fomento de prácticas agrícolas sostenibles.

Un estudio que fue realizado por Tobar y Ibrahim (2009), fuerza esta idea, sugiriendo que las cercas vivas no solo son beneficiosas para la captura de carbono, sino que también pueden desempeñar papeles fundamentales en la conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. Así mismo argumentaron que la implementación de sistemas silvopastoriles, que incluyen cercas vivas, puede mejorar tanto la sostenibilidad como la productividad de las fincas ganaderas. Además, demostrando que estas estructuras pueden actuar como corredores biológicos, facilitando el movimiento de especies y mejorando la conectividad del hábitad.

Según Ayala (2023), las cercas vivas no solo son útiles para para delimitar áreas agrícolas o ganaderas, sino que también tienen un papel importante en la captura de carbono. Investigaciones han demostrado que estas estructuras pueden actuar como sumideros de carbino eficientes. Un estudio se realizado encontró que el (*Centrolobium ochroxylum*), una especie arbórea utilizada en cercas vivas puede capturar hasta 232 Mg de CO₂ por hectárea a lo largo de 30 años. Donde presenta un ingreso potencial significativo por la venta de créditos de carbono.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Levantar una línea base con monitoreo permanente de cercas vivas, en fincas ganaderas del departamento de Olancho, 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

Objetivos	Preguntas de investigación
Objetivo específico 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 específico 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 específico 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 en fincas ganaderas capturan carbono y mejoran los servicios ecosistémicos en comparación con áreas sin cercas vivas.

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

Martínez (2015), expresa que, el cambio climático se refiere a las alteraciones significativas y duraderas en los patrones climáticos globales, que son atribuibles, directa o indirectamente, a la actividad humana. Esto incluye el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo que contribuye a un calentamiento global que supera la variabilidad natural del clima. La Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) definen este fenómeno como un riesgo para diversas áreas del desarrollo humano, incluyendo la seguridad alimentaria, salud pública y educación.

El informe "State of the Global Climate 2023" de la OMM advierte que estamos cerca del límite de 1,5 °C del acuerdo de París, destacando la urgencia de actuar ante los graves impactos del cambio climático atribuidos a actividades humanas. México, es particularmente vulnerable por su geografía, donde enfrenta fenómenos extremos y la degradación de ecosistemas, con posibles pérdidas económicas, con posibles pérdidas económicas de hasta el 6% del PIB para el 2050 sin medidas efectivas (Trio 2024).

El cambio climático es un fenómeno ampliamente reconocido como el resultado de actividades humanas, que han alterado la composición de la atmósfera y han contribuido al aumento de la temperatura global como la quema de combustibles fósiles, lo que a elevado la temperatura global desde el siglo XIX. Según el IPCC (2021), este fenómeno afecta tanto como a los ecosistemas, clima y la salud humana.

4.2 Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Los gases de efecto invernadero son gases que atrapan el calor en la atmósfera, lo que causa que nuestro planeta mantenga una temperatura elevada, desde los inicios de la era industrial, la actividad humana ha provocado la emisión de niveles peligrosos de gases de efecto invernadero, lo que ocasiona el calentamiento global y el cambio climático. Los gases de efecto invernadero son de origen natural o antropogénico (actividad humana) (UNDP 2023).

La radiación solar interactúa con la atmósfera y la superficie terrestre de manera compleja, contribuyendo al fenómeno del cambio climático, según el informe del panel intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC 2021), una parte significativa de la radiación solar es absorbida por la tierra, lo que provoca un aumento en la temperatura de la superficie. Esta energía es posteriormente reemitida de forma de radiación infrarroja, que es absorbida por gases de efecto invernadero en la atmósfera, intensificando así el efecto invernadero.

Según Attenborough (2020), menciona que el aumento de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y metano, ha llevado a un calentamiento global acelerado. Destaca como las actividades humanas han intensificado este efecto natural, alterando patrones climáticos y amenazando ecosistemas enteros. Así mismo el cambio climático ya no es un problema futuro, si no una crisis presente, describe como los gases han llevado a eventos climáticos extremos y cambios drásticos en el medio ambiente (McKibben 2010).

Los principales gases de efecto invernadero que se liberan como consecuencia de la actividad humana son el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso, así como los gases fluorados utilizados para la refrigeración. El dióxido de carbono es el principal gas de efecto invernadero resultante de las actividades humanas, en especial de la quema de combustibles fósiles, la deforestación y los cambios en el uso de la tierra (UNDP 2020).

4.2.1 Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono es un gas incoloro, inodoro que se compone de un átomo de carbono y 2 de oxígeno unidos por enlaces covalentes. El aumento de este se debe principalmente a actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles. Este incremento ha llevado a un aumento en el efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático y sus efectos adversos, como el aumento del nivel del mar y cambios en los patrones climáticos. La necesidad de mitigar las emisiones de (CO₂) se ha vuelto crítico para enfrentar estos desafíos ambientales. (Arroyo *et al.* 2020).

Por lo que Laughner (2020), enfatiza que, a pesar de una reducción del 5.4% en las emisiones durante la pandemia, las concentraciones de (CO₂) continuaron aumentando, lo que resalta la complejidad del ciclo del carbono y la interacción entre calidad del aire y clima. Según Puerto Rico 2020, los ecosistemas han sido importantes sumideros de carbono, están cambiando su función hacia emisores de gases de efecto invernadero debido a perturbaciones ambientales. Esto es crítico ya que la degradación de estos ecosistemas contribuye significativamente al aumento de (CO₂) en la atmósfera.

Las emisiones de (CO₂) han aumentado significativamente debido a la quema de combustibles fósiles y la deforestación. Estas prácticas no solo incrementan la cantidad de (CO₂) en la atmósfera, sino que también afectan la capacidad de los ecosistemas para absorber este gas. Por ejemplo, los bosques, que actúan como sumideros de carbono, están siendo destruidos a un ritmo alarmante, lo que limita su función en la mitigación del cambio climático (Lockwood 2024).

4.3 Principales generadores de dióxido de carbono en el planeta

El dióxido de carbono es uno de los principales gases de efecto invernadero y su emisión a nivel mundial está concentrada en un número reducido de países y empresas. En los últimos años, se ha evidenciado que China, Estados Unidos e India son los 3 mayores emisores de (CO₂) representando juntos más del 51% del total global.

En 2023, estos países descargaron un de récord de 24, 5000 millones de toneladas métricas de (CO₂) lo que refleja un aumento en sus emisiones a pesar de los esfuerzos globales por reducirlas (Tomas 2024).

4.4 Bienes y recursos ecosistémicos

Según Maldonado *et al.* (2022), la relación entre biodiversidad y el bienestar humano es fundamental, que los bienes y servicios cosiméticos derivados de la biodiversidad son esenciales para mantener la calidad de vida de las personas, la biodiversidad no solo da recursos directos como alimentos o materias primas si no que desarrolla una regulación de procesos ecológicos que son vitales para los humanos, aproximadamente América latina y el caribe tiene un aproximado del 50% de la diversidad biológica del planeta.

Así mismo los servicios ecosistémicos se pueden clasificar en varias categorías, incluyendo servicios de aprovisionamiento como alimentos y agua, servicios de regulación que afectan el clima y calidad de agua y servicios culturales, donde la evaluación de estos servicios es crítica ya que permite entender su valor económico y social (Garibaldi *et al.* 2016).

4.4.1 Biodiversidad y métodos de cuantificación

Los índices de diversidad son herramientas matemáticas que permiten cuantificar la diversidad dentro de una comunidad. Por ejemplo, el índice de *Shannon* mide la incertidumbre asociada con la identificación de una especie seleccionada al azar en un lugar. Este índice expresa en unidades dependiendo la base del logaritmo utilizado. Jost (2006), introdujo el concepto de diversidad verdadera, donde se busca ofrecer una interpretación más intuitiva mediante el uso de números efectivos de especies.

Según Odum *et al.* (1998), los índices de diversidad son esenciales para evaluar la salud y estabilidad de los ecosistemas, así mismo es crucial utilizarlos con un entendimiento claro de sus significados y limitaciones. La diversidad biológica no solo refleja la cantidad de especies presentes, sino también su distribución y abundancia, lo que son vitales para la conservación.

4.5 Desafíos globales en la conservación forestal

La problemática de los bosques a nivel mundial es un tema de importancia debido a la deforestación y la degradación forestal, que amenazan la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas, cada año, se destruyen aproximadamente 10 millones de hectáreas de bosques, lo que representa una pérdida significativa de áreas forestales vitales para la regulación del clima y la conservación de la biodiversidad (Fedemaderas 2023).

Para Fran (2020), el área total de bosques en el mundo es de 4 060 millones de hectáreas (ha), que corresponde al 31% de la superficie total de la tierra. Esta área es equivalente a 0,52 ha por persona¹, aunque los bosques no están distribuidos de manera equitativa por población mundial o situación geográfica. Las zonas tropicales poseen la mayor proporción de los bosques del mundo (45%), el resto está localizado en las regiones boreales, templadas y subtropicales.

4.6 Problemas de conservación forestal a nivel nacional

Para Meraz (2023), Honduras tiene una biodiversidad excepcionalmente alta, en relación con su tamaño. Su ubicación tropical privilegiada entre dos océanos y sus condiciones topográficas crean una gran variedad de hábitats, desde bosques nublados a arrecifes coralinos, favorables para una alta diversidad de flora y fauna. Honduras cuenta con 43 352 km² de bosques (4 335 200 ha), ocupado el puesto 74 a nivel global. Sus bosques se conforman de 5 tipos diferentes; Bosque húmedo, bosque nuboso, bosque seco, bosque manglar y bosque pinar. Destacan los bosques de la Reserva de la Biosfera de Río Plátano, que cubre un área de 5251 km² o 390 000 hectáreas de selva tropical, con una abundante flora y fauna, donde viven más de 2000 indígenas.

Según Larios (2011), en Honduras históricamente determinadas actividades agrícolas o industriales han incidido directa o indirectamente para fomentar la deforestación o la degradación del bosque, aunque las consideraciones para su aprobación en principio hayan sido válidas (desarrollar el país, fomentar actividades productivas, combatir la pobreza rural).

4.7 Transformación del uso del 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 Sector ganadero

Según Repetto (2009), la ganadería ha sido reconocida como una actividad productiva que, a pesar de su importancia económica, genera serios problemas ambientales, según un estudio realizado por la facultad de agronomía de UBA, el proceso de intensificación de la ganadería ha contribuido significativamente a la contaminación y degradación ambiental. Este incremento en los sistemas de engorde en corral ha llevado un aumento en los flujos de energía y nutrientes, lo que incrementa el riesgo de la contaminación del suelo y agua.

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).

La ganadería contribuye a las emisiones globales principalmente a través de tres vías: la deforestación vinculada a la actividad ganadera ya sea para la creación de pastizales o el cultivo de alimentos para el ganado; la fermentación entérica de los rumiantes; y la gestión del estiércol. Al considerar también las emisiones derivadas del uso y cambio del suelo, se calcula que el sector ganadero es responsable del 9% del dióxido de carbono generado por actividades humanas.

Este sector es especialmente perjudicial debido a su impacto en los recursos hídricos, que se ven cada vez más limitados por la contaminación del agua. Además, fomenta la eutrofización, que implica un crecimiento excesivo de biomasa vegetal provocado por altos niveles de nutrientes, y contribuye a la destrucción de los arrecifes de coral (Veterinarios sin Fronteras 2012).

4.8.1 Desafíos en la ganadería

Según Aponte *et al.* (2019), expresan que la ganadería extensiva y su relación con el medio ambiente han sido objeto de estudio por varios autores donde destacan que esta modalidad de ganadería no solo afecta la biodiversidad, sino que también contribuye a problemas como la erosión del suelo y la emisión de gases de efecto invernadero. Estos impactos son evidentes en regiones como la Amazonia, donde se estima que la ganadería es responsable del 75% de la deforestación.

4.8.2 Normativa y estrategias gubernamentales

A pesar de los efectos, existen una falta de regulación específica para mitigar los daños causados por la ganadería extensiva. La implementación de evaluaciones de impacto ambiental podría ser clave para identificar y gestionar los efectos negativos de esta actividad. Así mismo se requiere un enfoque equilibrado que se considere tanto las necesidades económicas de los ganaderos como la protección del medio ambiente (Aponte *et al.* 2019).

4.9 Sistema silvopastoril (SSP)

Para Canu (2018), los sistemas silvopastoriles son una combinación de árboles, arbustos forrajeros y pastos con la producción ganadera en la finca. En este sistema se quiere una administración de estos recursos de manera que perduren en el tiempo los árboles y arbustos, así como su aprovechamiento en la alimentación animal. La importancia de estos es que pueden aportar mucho en mantener una cobertura vegetal continua sobre el suelo, posiblemente haciéndolo más fértil a mediano plazo, y, además, trae beneficios verificables en la producción animal.

Entre los beneficios de los SSP se destacan la mejora en la calidad del forraje y aumento de la producción animal. Por ejemplo, se ha demostrado que estos sistemas pueden incrementar la producción lechera de dos a ocho litros diarios por vaca y aumentar significativamente la producción de carne. La inclusión de especies vegetales con alto contenido proteico, como *Tithonia diversifolia*, mejora la nutrición del ganado y reduce los costos asociados a la alimentación. Esto no solo beneficia a los animales, sino que también contribuye a la rentabilidad de las fincas (Aguilar 2019).

Según Michel (2002), expresa que: desde el punto de vista ambiental, los SSP ofrecen múltiples ventajas. Contribuyen a la captura de CO₂, fijación de nitrógeno atmosférico y mejora de las condiciones micro climáticas del terreno. así mismo ayudan a controlar la erosión y promueven el reciclaje de nutrientes, los que es crucial para mantener la fertilidad del suelo a largo plazo. Estos sistemas también fomentan la biodiversidad al crear hábitats para diversas especies, los que es esencial en un contexto de cambio climático y pérdida de ecosistemas.

La implementación exitosa de SSP requiere un diseño cuidadoso y un manejo adecuado. Es fundamental seleccionar las especies vegetales apropiadas y establecer una rotación eficiente del ganado para evitar la compactación del suelo. Aunque existen desafíos en cuanto a financiamiento y capacitación, los beneficios a largo plazo hacen que los SSP sean una inversión valiosa para el futuro de la agricultura (Aguilar 2019).

4.9.1 Tipos de sistemas silvopastoriles

Sistemas Silvopastoriles Intensivo: Según Estrada (2014), describe el sistema silvopastoril intensivo como un arreglo agroecológico con árboles nativos, frutales o forestales (tercer piso) y arbustivas (segundo piso) para ramoneo en alta densidad como la (*Leucaena leucocephala*) y la presencia de al menos dos pastos más próximos al suelo (primer piso). Modelo agroecológico prometedor que promueve la biodiversidad se desarrolla sin agroquímicos e integra tres cultivos (árboles, arbustivos, pastos y animales todo el año).

4.10 Cercas vivas

Para Sánchez (2008), las cercas vivas se definen como líneas de árboles o arbustos sobre los cuales se fijan varios hilos de alambre con la finalidad de establecer los límites de las fincas y cultivos agrícolas y dividir extensas áreas de potreros en áreas más pequeñas (Budowski *et al.* 1993). Las plantas pueden originarse de brotones, plántulas de viveros, siembra directa de semillas en el suelo o regeneración natural.

Desde el punto de vista ambiental, las cercas vivas son valoradas por su capacidad para conservar la avifauna nativa. Un análisis reciente destaca que estas estructuras permiten el flujo de fauna silvestre y ayudan a conectar remanentes de bosques, lo que es esencial en paisajes animales, sino que también mejora la resiliencia del ecosistema al proporcionar refugios y recursos alimenticios (Lacayo 2013).

Según Pulido (2005), expresan que las cercas vivas ofrecen beneficios económicos a los agricultores. Son una alternativa viable a las cercas tradicionales hechas de madera, ya que pueden reducir costos y proporcionar productos como madera y leña. así mismo, existen desafíos para su implementación, como el alto costo inicial y la falta de apoyo institucional, lo que puede limitar su adopción en algunas comunidades rurales.

Económicamente, las cercas vivas ofrecen ventajas significativas para los agricultores. Pueden ser una alternativa más sostenible y económica en comparación con las cercas tradicionales de madera. Así mismo proporcionan productos útiles como leña y madera, lo que puede ayudar a diversificar los ingresos de los agricultores, su adopción puede verse limitada por factores como el costo inicial de establecimiento y falta de apoyo técnico de algunas comunidades rurales (COP16 2024).

Para lacayo (2013), las cercas vivas representan una herramienta multifuncional en los sistemas agropecuarios. Su implementación puede ser promovida mediante políticas públicas que fomentan su uso y reconozcan sus múltiples beneficios tanto ecológicos como económicos.

4.10.1 Características de las cercas vivas

Cercas vivas simples: son cercas sencillas compuestas por una sola especie de árbol. Son las más comunes y su establecimiento es poco complicado. Las más conocidas son aquellas con matarratón *Gliricidia sepium*. Esta especie, además de su función como poste vivo, tiene la gran ventaja adicional de que su follaje es de gran valor nutritivo y es apetecido por el ganado; con un buen manejo de sus podas se obtendrá alimento de calidad para los bovinos.

Cercas vivas multiestrato: son estructuras más complejas compuestas por dos o más especies de árboles, de diversos tamaños y características. De este tipo de cercas se puede obtener una mayor cantidad de productos (leña, madera, frutos, forraje) y desde el punto de vista de conservación de la biodiversidad dan un mayor beneficio que las cercas simples. Estas cercas pueden estar compuestas por una o varias líneas paralelas conformadas por árboles y arbustos diversos. Su función como barrera rompe viento puede ser muy importante (Silva *et al.* 2020).

4.10.2 Ventajas y desventajas de las cercas vivas

Según Vilorio (2020), expresa que existen múltiples ventajas y desventajas sobre las cercas vivas sobre lo que pueden o no aportar entre ellas están:

Ventajas de las cercas vivas	Desventajas de las cercas vivas
Se pueden obtener productos como, alimento para los humanos, medicina, forraje para los animales, leña y postes nuevos para cercas.	Requiere podas para evitar un excesivo crecimiento y que se puedan tragar el alambre. Requiere mano de obra permanente para su mantenimiento.
Protegen contra el sol y el viento a cultivos y los animales.	Los postes vivos pueden presentar problemas de sobrevivencia.
Tienen un efecto beneficioso para el suelo y evitan la erosión.	Dificultad en eliminar la cerca si esto se hace necesario.
Generalmente duran muchos años.	

4.10.3 Tipos de árboles más utilizados en las cercas vivas

Algunas de las especies más utilizadas como cercas vivas en la región centroamericana son: madriado (*Gliricidia sepium*), piñón de la India (*Jatropha curcas*), aceituno (*Bursera simarouba*), guazuma (*Guazuma ulmifolia*), cañafistula (*Erythrina sp*), ciruela (*Spondias sp*), jobito (*Cordia dentata*).

En las zonas central y nor-occidental de Honduras una de las especies más utilizadas es *Gliricidia sepium*, comúnmente denominado madreño.

4.10.4 Beneficios ecológicos de las cercas vivas

Estructura y composición: Según Villanueva (2008), 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 multiestratos 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.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en los municipios de Santa María del Real y Catacamas, ubicadas en el departamento de Olancho, Honduras. Las comunidades que se incluyeron en este estudio son: Cerro Vijía, Concepción de Río Tinto, El Guayabito y El Cienigo (Figura 1).

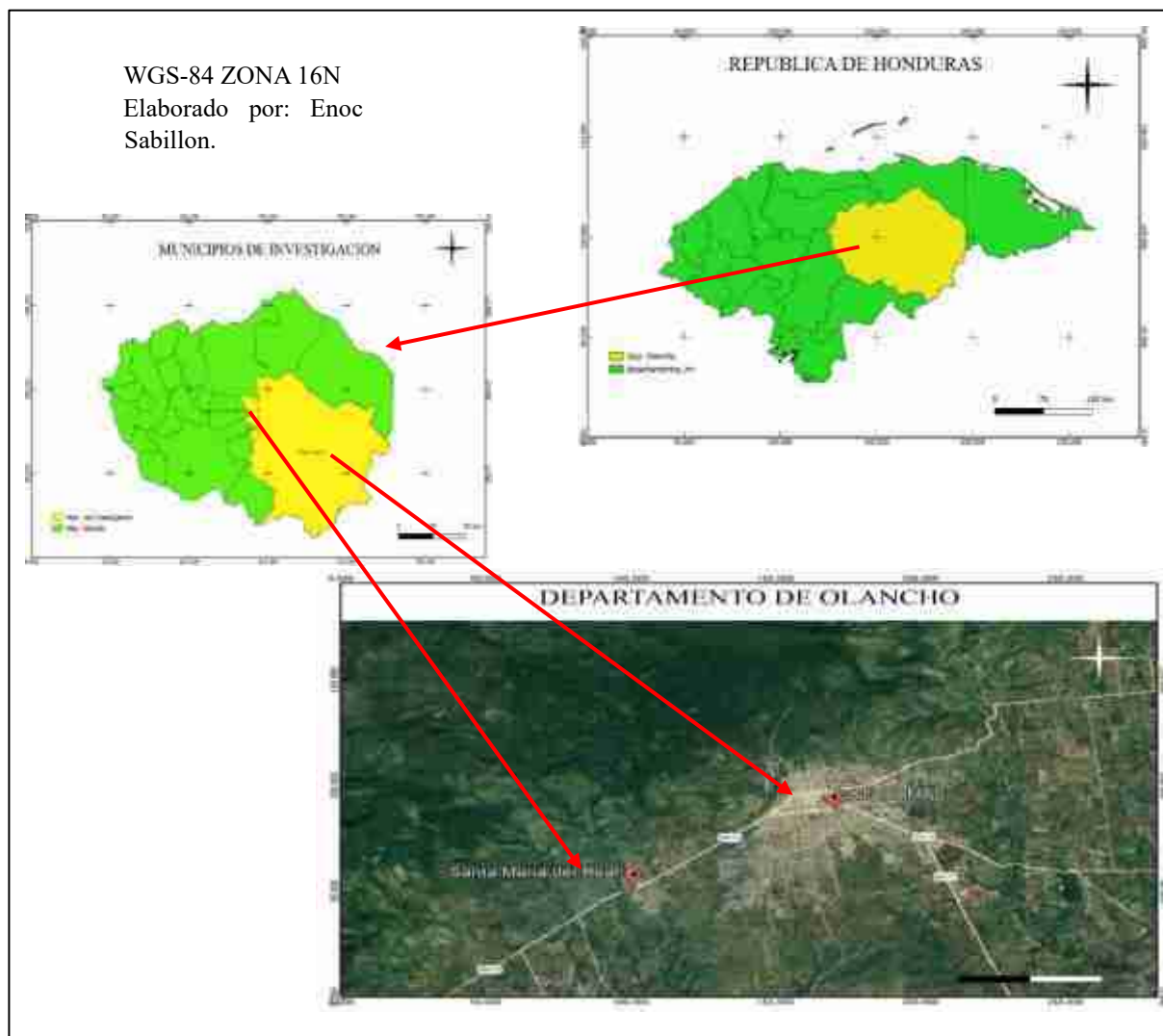


Figura 1. Ubicación de los municipios del departamento de Olancho, donde se realizó la investigación

Este trabajo de campo se realizó durante cuatro meses iniciando el mes de febrero 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, *GPS*, hipsómetro, cinta métrica, alambre, placas de aluminio, estacas, pistola para marcaje de láminas de aluminio.

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

Este estudio 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 2024 por consultores.

5.4.1 Fase 1: Diagnóstico

➔ Selección de fincas ganaderas

Se realizaron vistas a las 10 fincas de las cuales fueron seleccionadas por la Institución CATIE (Centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza), que nos proporcionó una base de datos con más información para ayudarnos a seleccionar las fincas, para luego visitarse todas las 10 fincas para observar y seleccionar cuales entrarían en la investigación con los criterios óptimos; para así seleccionar 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), manejo (poda o no se poda), origen (endémica o introducida, plantado o por regeneración natural) y cuál es su origen si fue plantada por estaca, y otras.

5.4.2 Fase 2: Toma de datos de campo

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

Se realizó la cuantificación de la totalidad de los transeptos lineales directos para cada cerca viva existente en las fincas seleccionadas, por lo que se muestrearán tres a nueve segmentos al azar, se realizaron 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 tuvo 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 (#F - #S - #A), nos sirvió para identificar la información obtenida de cada árbol en cada segmento, por lo que se realizaron agujeros en las esquinas de las placas y se utilizaron alambre resistente para colgarlos del árbol. Por tal manera las placas colocaron de una manera que pueden ser identificadas fácilmente.

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 2), para una mayor facilidad a la hora de la identificación del árbol, que había sido reconocido en campo.

5.4.3 Fase 3: Evaluación de la información recolectada

➔ Análisis e interpretación de datos

A. Cálculos de datos dasométricas

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

I. 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.

$$\frac{\text{metros}}{2}$$

II. Diámetro

$$\frac{\text{Circunferencia}}{\pi}$$

III. Radio

$$\frac{\text{Diametro}}{2}$$

IV. Volumen del cilindro

$$3.1416 * \text{radio}^2 * \text{Altura}$$

V. Volumen del árbol

$$\text{Vol. Cilindro} * ff (0.45)$$

VI. Biomasa

Para estimar la biomasa se necesita la densidad de la madera por especie y está representada en unidades (t/m³) ya que es un dato clave para los estudios, así mismo se calcula la biomasa aérea o para el almacenamiento de carbono, ya que nos ayuda para obtener cuanta biomasa tiene cada especie, así mismo se expresa en t/m³ por que un metro cubico de madera pesa habitualmente entre 0.3 y 1.0 (t) de 300 a 1000 kg, de modo que usar toneladas facilita trabajos con valores más claros, y la densidad de la madera varía según la especie

Especies	Densidad (t/m ³)
Acacia retinodes	0.7
Azadirachta indica	0.65
Betula maximowicziana	0.55
Bridelia micrantha gambicola	0.6
Bursera simaruba	0.41
Byrsonima crassifolia	0.6

Calliandra pittieri	0.6
Cassia grandis	0.7
Cecropia peltata	0.46
Cedrela odorata	0.5
Citrus sinensis	0.5
Cordia alliodora	0.6
Enterolobium cyclocarpum	0.6
Ficus virens	0.5
Gliricidia sepium	0.6
Guaiacum officinale	1.3
Guazuma ulmifolia	0.5
Jatropha curcas	0.5
Laurus nobilis	0.6
Ligustrum lucidum	0.6
Persea americana	0.6
Pinus oocarpa	0.45
Psidium guajava	0.7
Quercus robur	0.75
Quercus suber	0.25
Robinia hispida	0.7
Simarouba glauca	0.42
Swietenia humilis	0.6
Swietenia macrophylla	0.65
Swinglea glutinosa	0.5
Tabebuia ochracea	0.85
Tabebuia rosea	0.85
Tectona grandis	0.65
Terminalia arjuna	0.8

Tabla 1. Densidad de madera por especie (tm³)

Para luego Utilizar la formula:

$$\text{Vol. \acute{A}rbol} * \text{Densidad Madera por especie (tm}^3\text{)}$$

B) Estimación de carbono en biomasa aérea

La estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea se realizó mediante la relación entre la biomasa total y un factor de conversión que representa la fracción de carbono en dicha biomasa.

La fórmula que se utilizó es:

$$C = B * 0.47$$

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 biomasa, 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, serán 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 ($E = \Sigma 1/(s * \pi^2)$).

➔ Comparación de biomasa y carbono por fincas.

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.

➔ 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, se obtuvieron 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 a 10 fincas preseleccionadas donde estas fueron proporcionadas por la institución CATIE donde se descartaron aquellas fincas que no cumplieron con los criterios establecidos, donde las cuales 7 se fueron seleccionadas en 2 municipios del departamento de Olancho, visualizándose de la siguiente manera:

Código de Finca	Nombre del productor	Municipio	Comunidad
#40	Mario Guifarro	Catacamas	Concepción de Rio Tinto
#59	Rober Rubí	Catacamas	Concepción de Rio Tinto
#24	José Luis Argueñal	Catacamas	Cerro del Vigía
#58	Rafael Andrade	Santa María del Real	Santa María del Real
#62	Sara Calix	Santa María del Real	El Cienigo
#50	Noel Santos	Santa María del Real	El Guayabito
#52	Nolberto Velázquez	Santa María del Real	El Guayabito

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

6.1.1. Delimitación y Ubicación de las fincas seleccionadas

→ #40

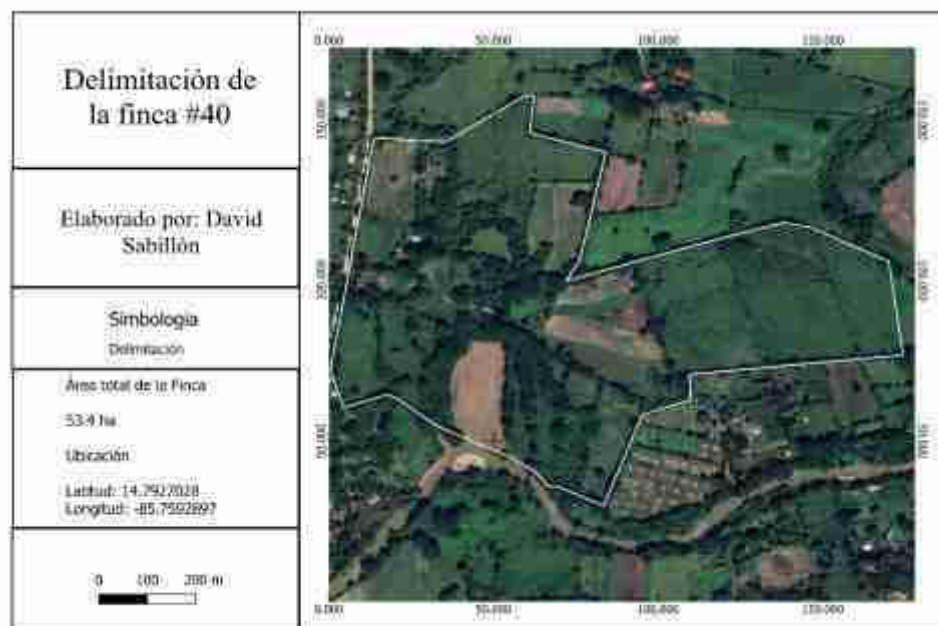


Figura 2. Delimitación de finca #40

→ #59



Figura 3. Delimitación de finca #59

→ #24



Figura 4. Delimitación de finca #24

→ #58



Figura 5. Delimitación de finca #58

→ #62



Figura 6. Delimitación de finca #62

→ #50



Figura 7. Delimitación de finca #50

→ #52



Figura 8. Delimitación de finca #52

6.2. Análisis descriptivo y comparativo de Carbono acumulado y biomasa área t ha/año por familias en las siete fincas.

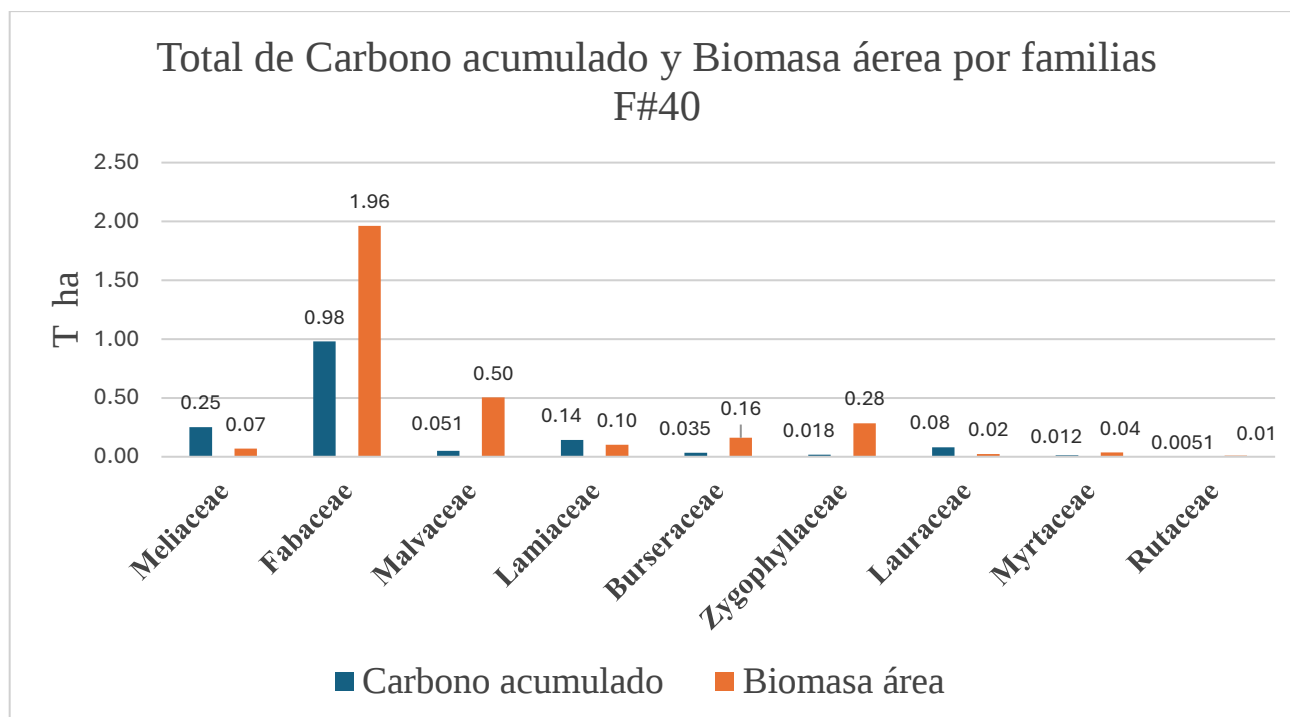
6.2.1. Municipio de Catacamas

Se realizó en este municipio la investigación de campo, así mismo obteniendo como resultado 3 fincas evaluadas, dos en la comunidad de Concepción de Río Tinto y 1 en la comunidad del Cerro del Vigía, donde cada una de las fincas se obtuvieron resultados diferentes como los que se mostraran a continuación:

➔ Finca #40

Nombre común	Especies	Familia	Cantidad arboles	Carbono acumulado (t ha)	Biomasa área (t ha)
Caoba; Cedro; Neem	<i>Azadirachta indica</i> ; <i>Cedrela odorata</i> ; <i>Swietenia humilis</i>	Meliaceae	22	0.25	0.07
Acacia amarilla; Guanacaste; Madreado	<i>Acacia retinodes</i> ; <i>Enterolobium cyclocarpum</i> ; <i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	17	0.98	1.96
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	15	0.051	0.50
Teca	<i>Tectona grandis</i>	Lamiaceae	6	0.14	0.10
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	4	0.035	0.16
Guayacán	<i>Guaiacum officinale</i>	Zygophyllaceae	4	0.018	0.28
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	3	0.08	0.02
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	1	0.012	0.04
Limoncillo	<i>Swinglea glutinosa</i>	Rutaceae	1	0.0051	0.01

Tabla 3. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F#40

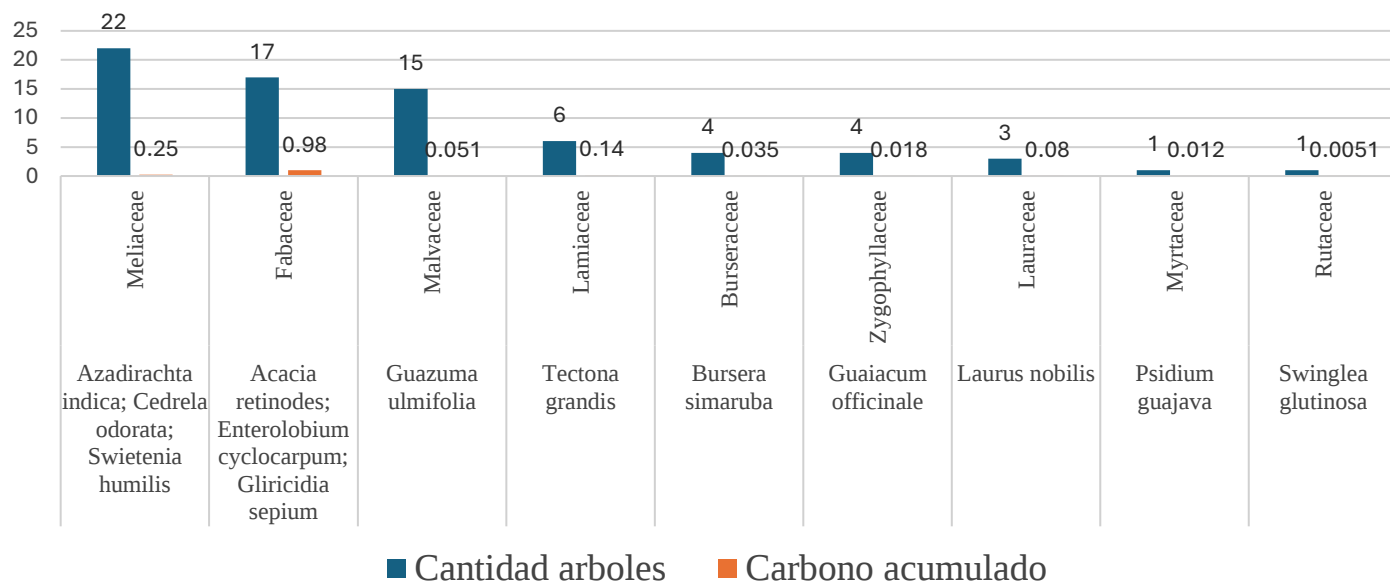


Grafica 1. Toneladas de carbono ha por familias F#40

En la siguiente grafica de la finca (F#40) se muestran los resultados anuales por familia de captura de carbono y biomasa aérea, donde la que más captura carbono es la familia Fabaceae con un valor de 0.98 t ha/año, así mismo la causa se debe a la alta abundancia de individuos y crecimiento rápido de esta familia, la cual en su mayoría son leguminosas que fijan Nitrógeno, lo que favorece mayor área foliar, diámetro y por lo tanto capturan más carbono.

Así mismo la que más biomasa genera es la misma familia Fabaceae con un valor de 1.96 t ha/año, siguiéndole la familia Malvaceae con un valor de 0.50 t ha/año, por lo que son arboles grandes y numerosos que son especies de porte voluminoso. El resto de las familias se mantiene por debajo de los valores de 0.30 t ha/año en captura de carbono y valores < 0.10 t ha/año en biomasa

Diferencia de individuos por especie de las familias de la finca #40



Grafica 2. Diferencia de individuos por especies en finca #40

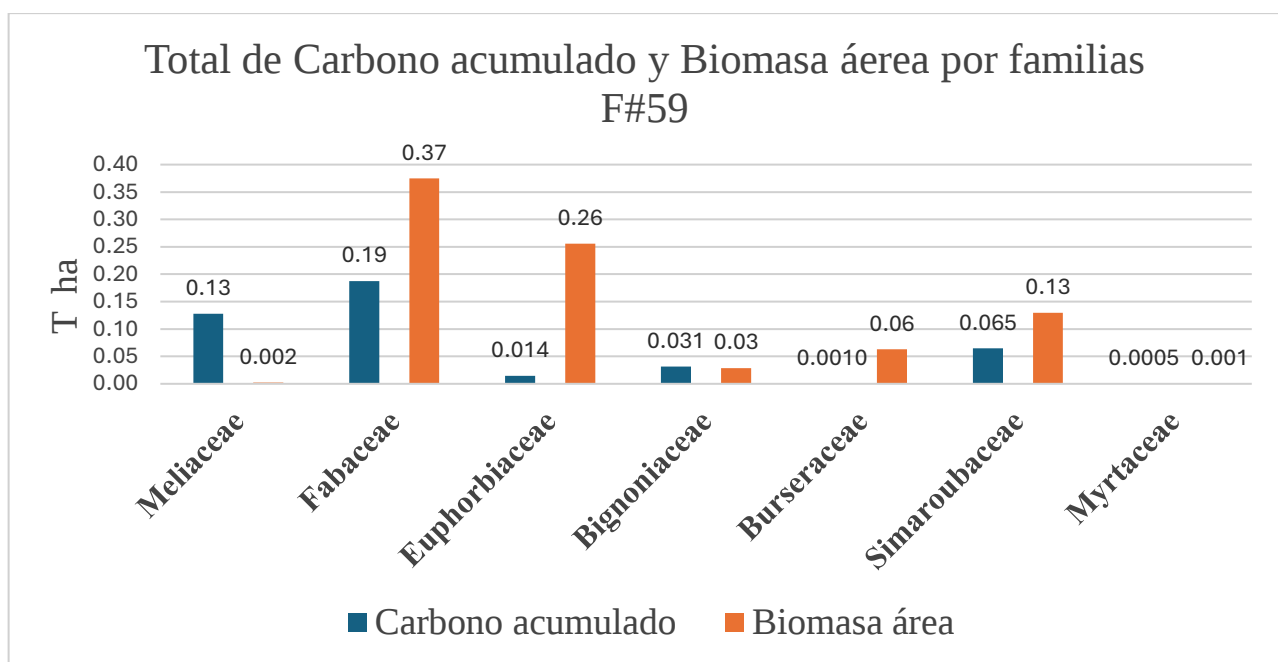
La grafica muestra la diferencia de individuos por especie de las familias presentes en la finca #40 y permite observar tanto la cantidad de arboles como el carbono acumulado. La familia Meliaceae es la mas abundante con 22 individuos, seguida de la Fabaceae con 17 y Malvaceae con 15, mientras que las demás familias presentan una representación mucho menor. Así mismo la familia Meliaceae tiene una captura con un valor de 0.25 t ha, mientras que la Fabaceae tiene un valor de 0.98 t ha, siendo la que más carbono acumulado tiene.

→ Finca #59

Nombre común	Especies	Familia	Cantidad arboles	Carbono acumulado (t h)	Biomasa área (t ha)
Caoba; Cedro	<i>Cedrela odorata</i> ; <i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	23	0.13	0.002
Carao; Madreado	<i>Cassia grandis</i> ; <i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	20	0.19	0.37

Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	19	0.014	0.26
Cortez amarillo; Macuelizo	<i>Tabebuia ochracea</i> ; <i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	12	0.031	0.03
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	6	0.0010	0.06
Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	2	0.065	0.13
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	1	0.0005	0.001

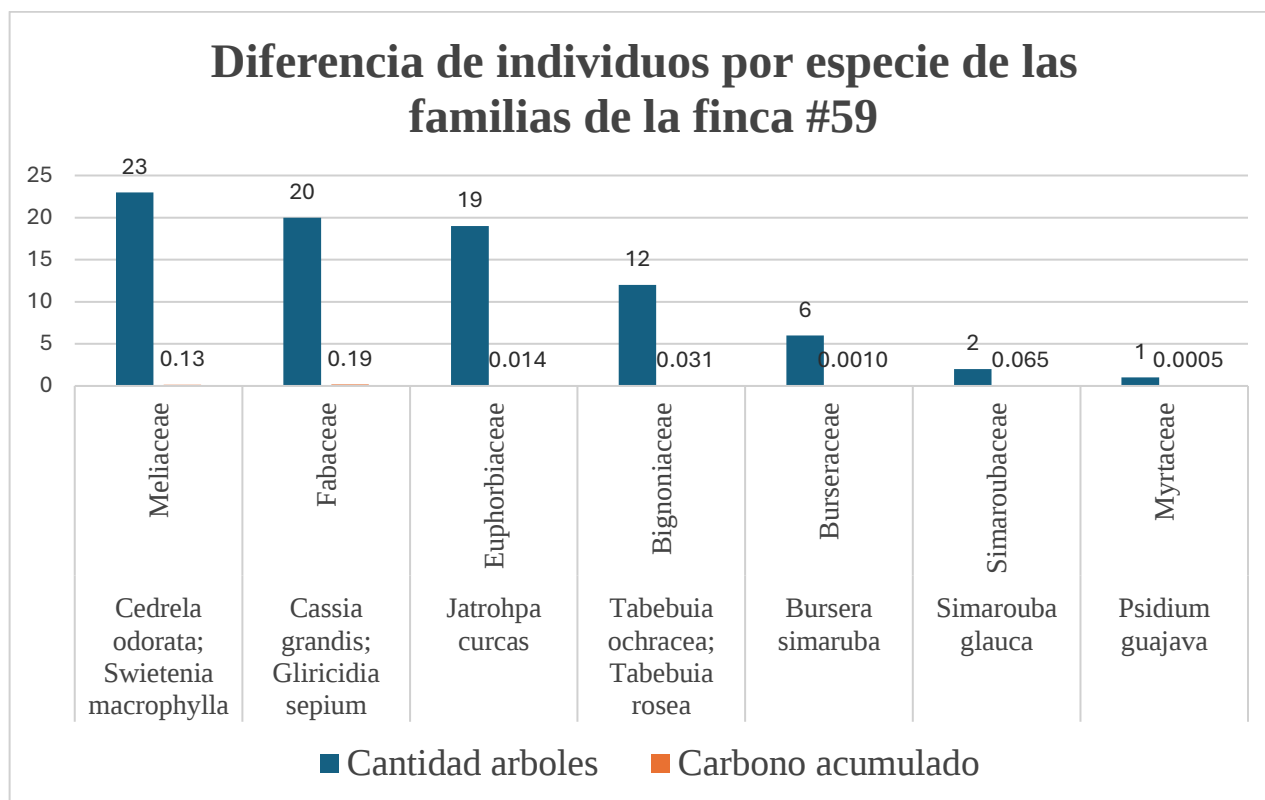
Tabla 4. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F#59



Grafica 3. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias F#59

Para la siguiente finca se muestra que en la captura de carbono la familia Fabaceae es la que mas captura con un valor de 0.19 t ha/año, seguida de la familia Meliaceae con un valor de 0.13 t ha/año, por lo que se debe a su abundancia en la finca y un crecimiento vigoroso de leguminosas que ayudan a la fijación de Nitrógeno y tienen copas amplias, para el resto de las familias quedan con valores muy bajos casi cercanos a cero.

Para la biomasa la familia que más genera en la Euphorbiaceae con valores de 0.37 t ha/año, siguiéndole las familias Bignoniaceae y Simaroubaceae con valores desde 0.26 hasta 0.13 t ha/año donde estas tienen pocos individuos pero de gran porte, para las demás especies sus valores están por debajo de 0.06 t ha/año considerándose muy poco, por lo que resalta la falta de individuos de estas familias para esta finca.



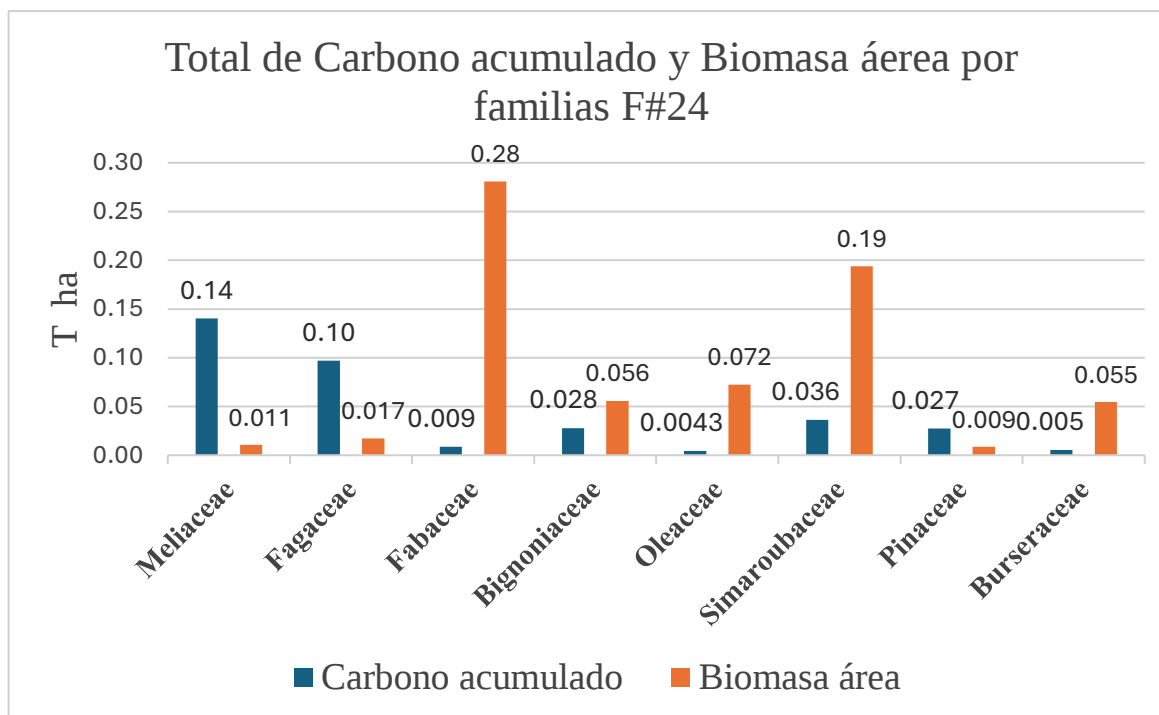
Grafica 4. Diferencia de individuos por especies en finca #59

En la siguiente grafica tenemos que las familias Meliaceae, Fabaceae y la Bignoniaceae son las mas especies tienen en esta finca, siendo la familia Fabaceae con la mayor cantidad de carbono acumulado con un valor de 0.19 t ha, teniendo en cuenta que tiene una cantidad de individuos de 20 árboles, siguiéndole la familia Meliaceae con un valor de 0.13 t ha, y con una cantidad de individuos de 23 árboles.

→ Finca #24

Nombre común	Especies	Familia	Cantidad arboles	Carbono acumulado (t ha)	Biomasa área (t ha/año)
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	21	0.14	0.011
Roble	<i>Quercus robur</i>	Fagaceae	8	0.10	0.017
Carbón	<i>Calliandra pittieri</i>	Fabaceae	4	0.009	0.28
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	2	0.028	0.056
Aligustre	<i>Ligustrum lucidum</i>	Oleaceae	2	0.0043	0.072
Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	1	0.036	0.19
Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	Pinaceae	1	0.027	0.009
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	1	0.005	0.055

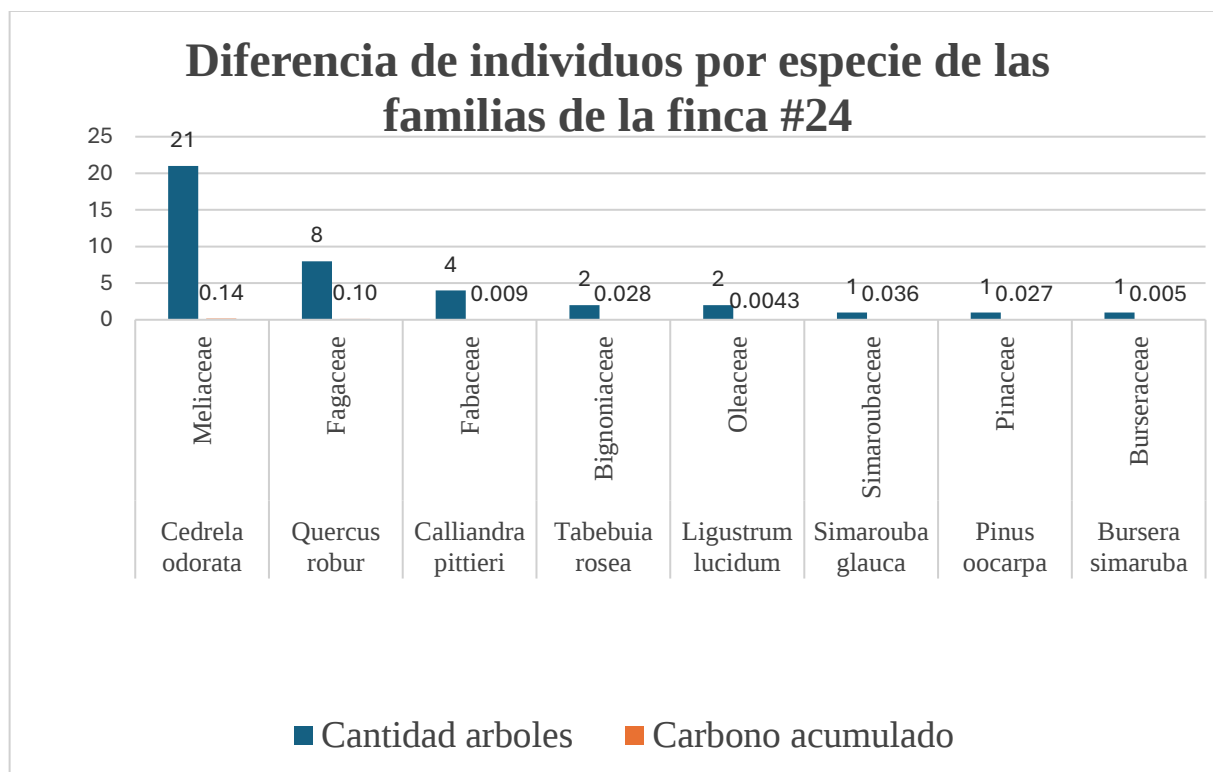
Tabla 5. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F#24.



Grafica 5. Total de Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F#24.

La finca F#24 revela que la familia que más captura carbono es la Meliaceae con un valor de 0.14 t ha/año, seguida por la familia Fagaceae con valores de 0.10 t ha/año, por lo que destaca un crecimiento reciente vigoroso y buena densidad de especies.

Por otro lado la familia que más genera biomasa en esta finca es la Fabaceae con valores de 0.28 t ha/año, luego la Simaroubaceae y la Oleaceae con valores de 0.19 hasta 0.072 t ha/año, donde nos indica arboles voluminosos o abundantes para las Fabaceae. Para las demás especies la Meliaceae capta más pero almacena poco y la Fabaceae almacena más pero su incremento anual es medio con una captura de 0.028 t ha/año, esto sugiere que la familia Fabaceae con individuos grandes establecidos y para las Meliaceae/Fagaceae con crecimiento actual más alto.



Grafica 6. Diferencia de individuos por especies en finca #24

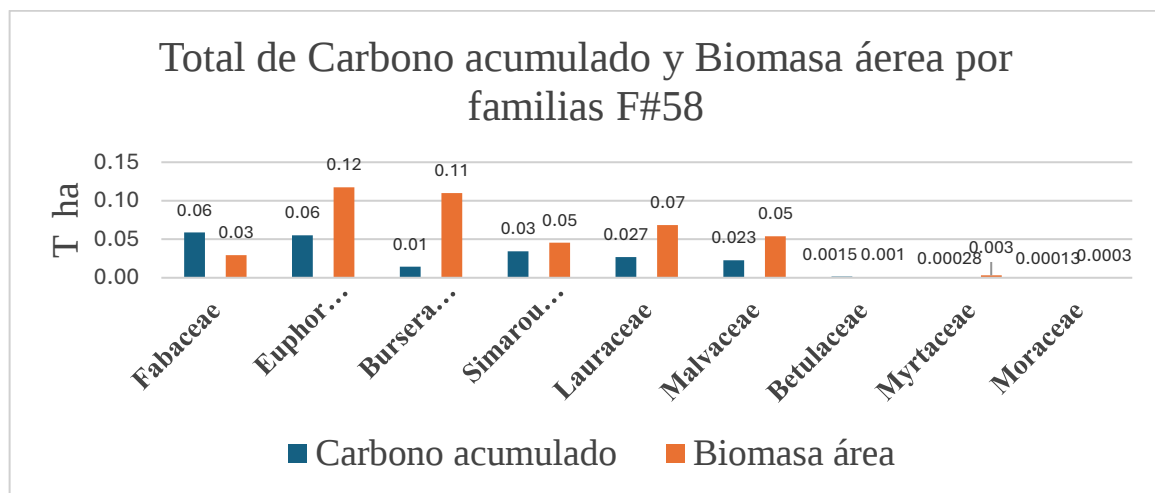
Para la finca #24 tenemos que todas las familias no sobrepasan mas de una especie, siendo así la familia Meliaceae con el valor mas alto con 0.14 t ha de carbono acumulado y una cantidad de individuos de 21 árboles, siguiendo la familia Fabaceae con un valor de 0.10 t ha de carbono acumulado y un total de 8 individuos para la especie *Quercus robur*.

6.2.2. Municipio de Santa María del Real

→ Finca #58

Nombre común	Especies	Familia	Cantidad arboles	Captura de carbono (t ha/año)	Biomasa área (t ha/año)
Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	32	0.06	0.03
Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	26	0.06	0.12
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	18	0.01	0.11
Negrillo de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	2	0.03	0.05
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	2	0.027	0.07
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	1	0.023	0.05
Abedul	<i>Betula maximowicziana</i>	Betulaceae	1	0.0015	0.001
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	1	0.00028	0.003
Higo Blanco	<i>Ficus virens</i>	Moraceae	1	0.00013	0.0003

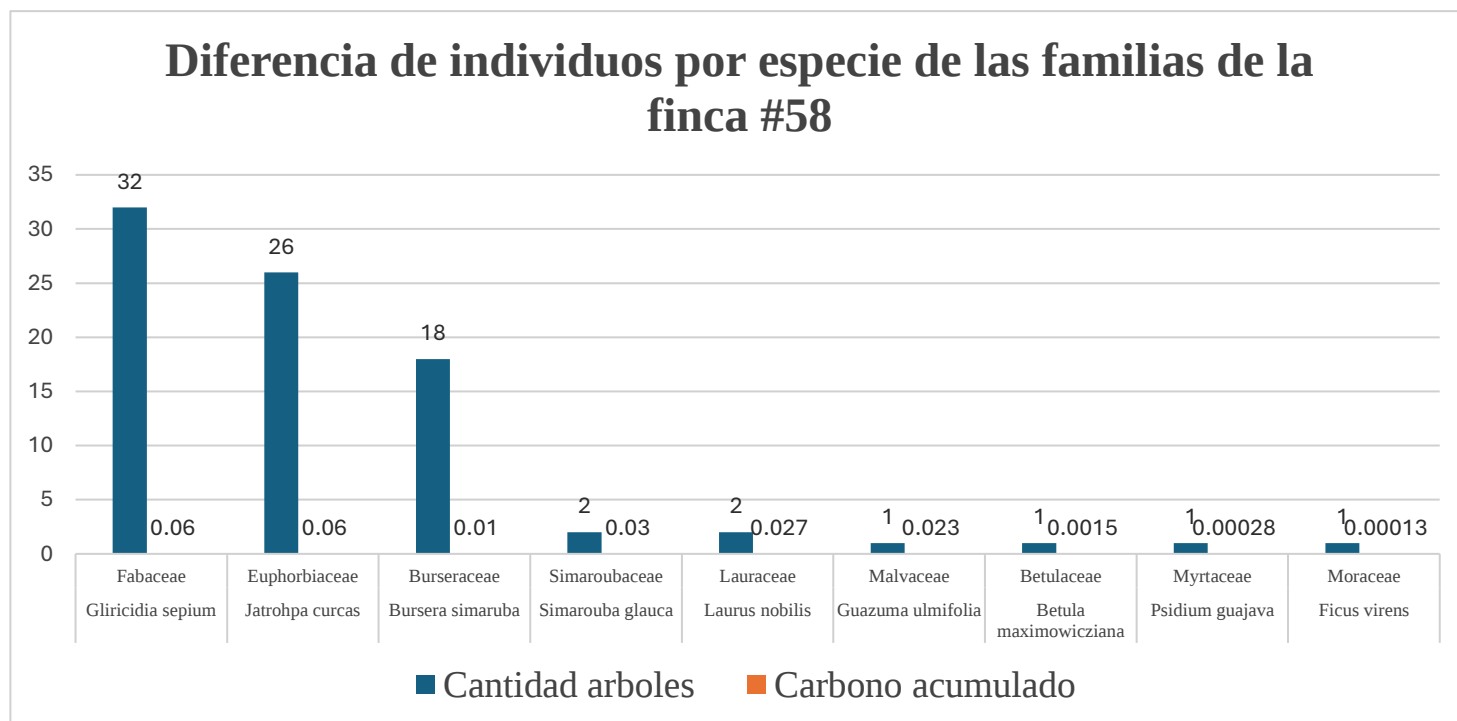
Tabla 6. Captura de Carbono y Biomasa aérea por familias F#58.



Grafica 7. Total de Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F#58

En siguiente grafica nos muestra que la finca #58 las familias Fabaceae y Euphorbiaceae tienen valores de 0.06 t ha/año, dándonos a conocer que hay alta abundancia para estas familias que favorecen a la captura de carbono y las demás familias tienen valores bajos <0.05 t ha/año, lo que da a conocer que tienen poca captura de carbono, lo que significa que hay pocos individuos de esas familias.

Para la biomasa aérea la familia que domina más es la Euphorbiaceae con valores de 0.12 t ha/año, lo que destaca el aumento de individuos de esta familia en esta finca, y así mismo le siguen las familias Burseraceae y Lauraceae con valores de 0.11 hasta 0.07 t ha/año, lo que indica árboles grandes y voluminosos, para las demás familias tienen valores que están por debajo 0.05 t ha/año, lo que indica poca diversidad de individuos por familia.



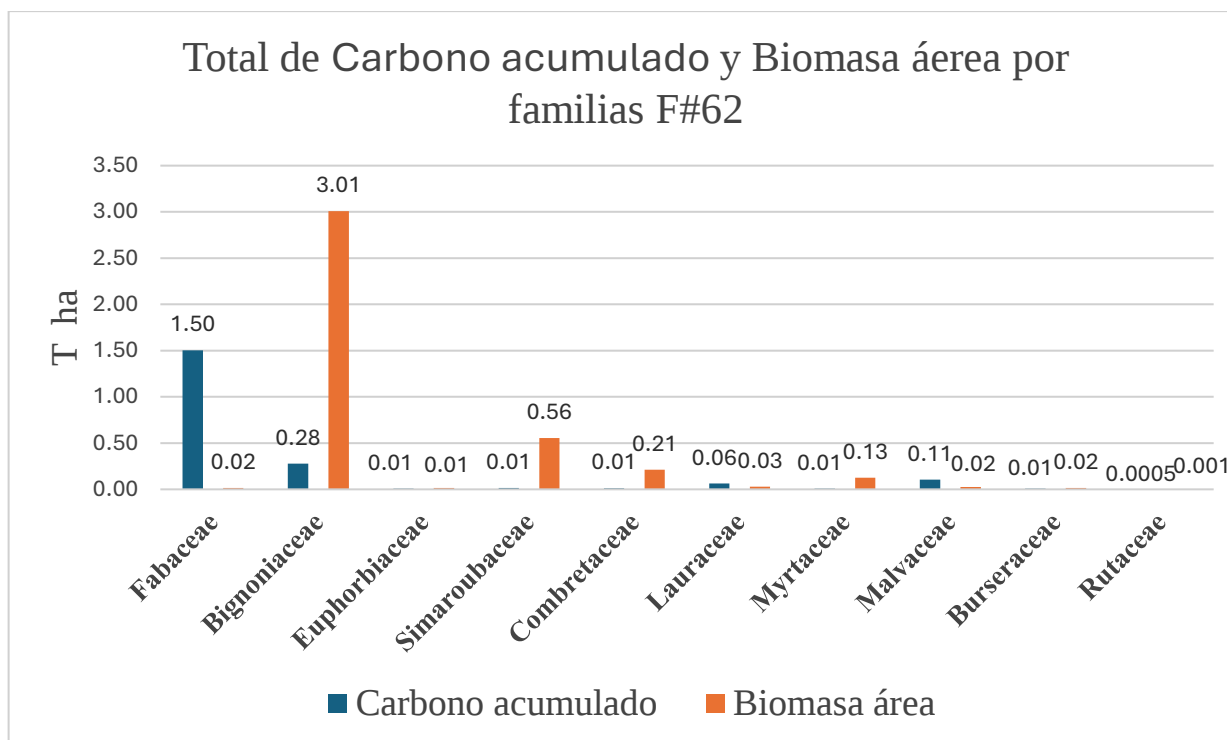
Grafica 8. Diferencia de individuos por especies en finca #58

Para la familia #50 todas las familias no tienen más de una especie, siendo así la familia y especie que más carbono acumulado tiene es la Fabaceae y la Euphorbiaceae con valores de 0.06 t ha, y teniendo una diferencia significativa de individuos para cada una con 32 árboles para la Fabaceae y 26 para Euphorbiaceae, significando que la especie *Jatropha curcas* tiene una mayor edad de las Fabaceae.

➔ Finca #62

Nombre común	Especies	Familia	Cantidad arboles	Captura de carbono (t ha)	Biomasa área (t ha)
Acacia Rosada; Acacia amarilla; Madreado	<i>Acacia retinodes</i> ; <i>Gliricidia sepium</i> ; <i>Robinia hispida</i>	Fabaceae	54	1.50	0.02
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	22	0.28	3.01
Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	7	0.01	0.01
Negrillo de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	5	0.01	0.56
Arjuna	<i>Terminalia arjuna</i>	Combretaceae	5	0.01	0.21
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	2	0.06	0.03
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	2	0.01	0.13
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	1	0.11	0.02
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	1	0.01	0.02
Naranjo	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	1	0.0005	0.001

Tabla 7. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F# 62.



Grafica 9. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias F#62

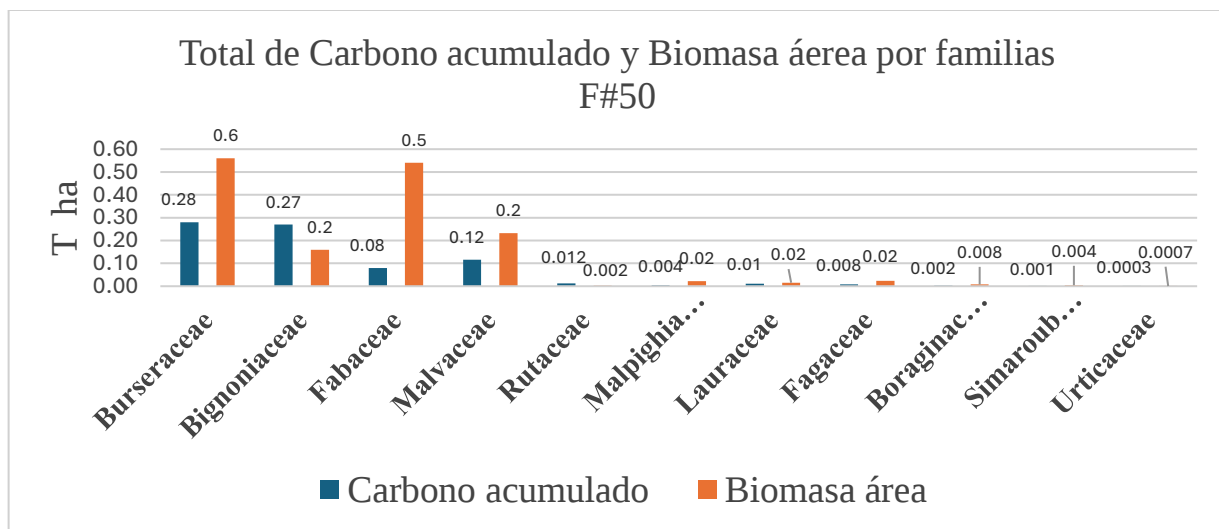
Para la finca 62, el grafico nos representa que la familia que más captura carbono es la Fabaceae con un valor de 1.50 t ha/año siendo esta la más captura, siguiéndole la Bignoniaceae con un valor de 0.28 t ha/año, dándonos a entender que hay grandes numerosos de individuos para cada familia por lo que incrementa la captura de carbono, así mismo para las otras familias tienen una captura negativa menores a 0.02 t ha/año, lo que nos indica pocos individuos y mortalidad de árboles.

Para la biomasa la familia que más genera es la Euphorbiaceae con valores de 3.01 t ha/año, donde le sigue la Combretaceae con un valor de 0.56 t ha/año y familias con valores medios de 0.21 hasta 0.11 para las familias Lauraceae, Myrtaceae y Malvaceae, lo que indica un gran porte concentrados en esas familias. Para las otras familias tienen valores menores a 0.01 t ha/año, siendo así con un incremento de biomasa demasiado bajo debido a la cantidad de individuos o árboles en su mayoría muertos.

→ Finca #50

Nombre común	Especies	Familia	Cantidad árboles	Captura de carbono (t ha)	Biomasa área (t ha)
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	65	0.28	0.6
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	9	0.27	0.2
Acacia amarilla; Guanacaste	<i>Acacia retinodes</i> ; <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae	7	0.08	0.5
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	4	0.12	0.2
Limoncillo	<i>Swinglea glutinosa</i>	Rutaceae	2	0.012	0.002
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	2	0.004	0.02
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	1	0.01	0.02
Alcornoque	<i>Quercus suber</i>	Fagaceae	1	0.008	0.02
Muñeco	<i>Cordia collocca</i>	Boraginaceae	1	0.002	0.008
Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	1	0.001	0.004
Yagrumo	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae	1	0.0003	0.0007

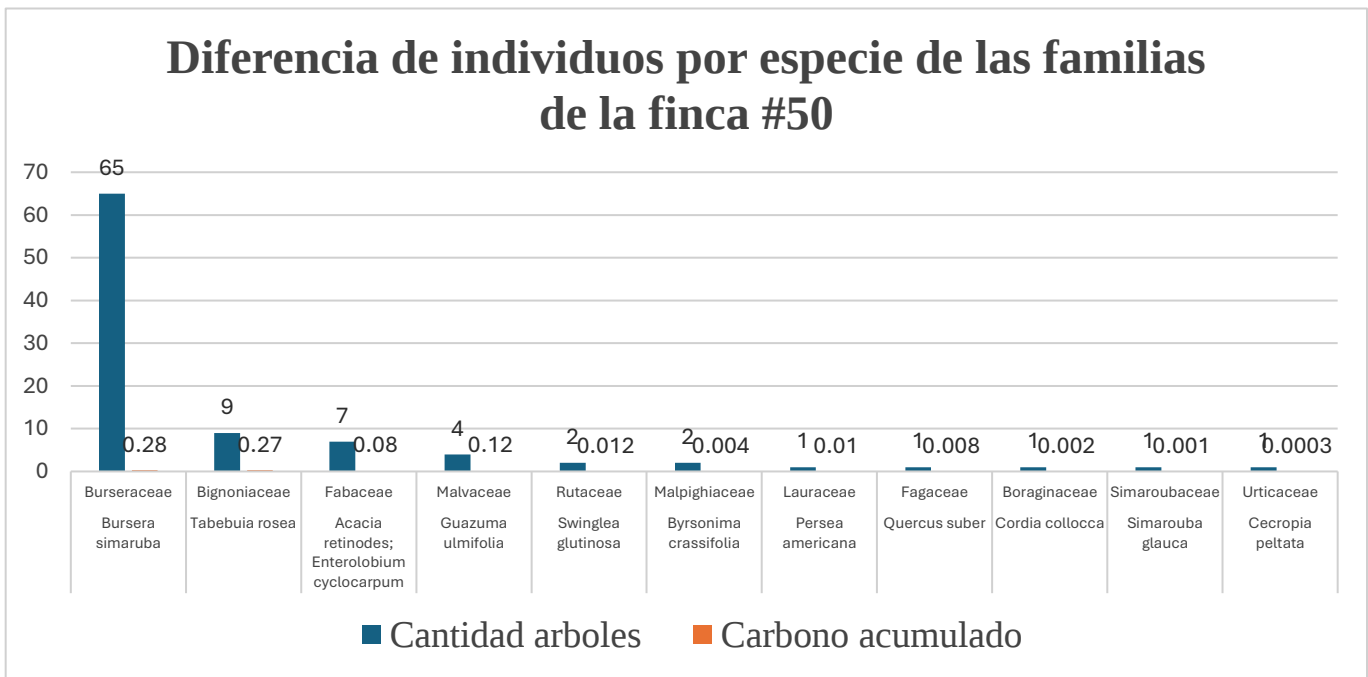
Tabla 8. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F# 50



Grafica 10. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias F#50

Para la siguiente grafica nos muestra que en la Finca #50 la familia que más captura carbono es la Burseraceae con valores de 0.28 t ha/año, siguiéndole las Bignoniaceae con un valor de 0.27 t ha/año, lo que indica abundancia y crecimiento reciente.

Para la biomasa la familia que más genera es la Bignoniaceae con un valor de 0.60 t ha/año, y también la Fabaceae y la Malvaceae con valores de 0.50 t ha/año, lo que indica individuos de gran porte. Paras las demás familias quedan por debajo con valores < 0.28 t ha/año para captura de carbono y valores < 0.2 t ha/año para biomasa de esta finca.



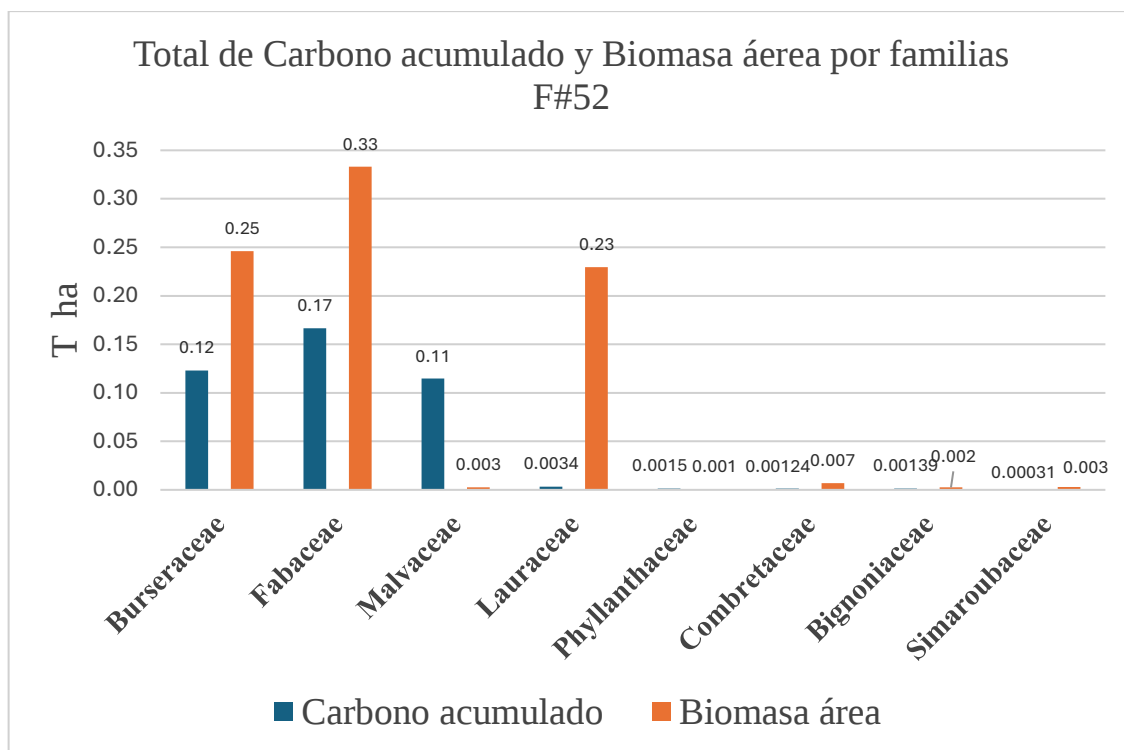
Grafica 11. Diferencia de individuos por especies en finca #50

Para la finca #52 tenemos diferencias significativas entre individuos y carbono acumulado como la familia de Fabaceae que tiene 2 especies pero tiene un valor de 0.08 t ha de carbono acumulado y 7 individuos en comparación a la familia Burseraceae que solo tiene una especie y tiene un valor de 0.28 t ha de acumulación de carbono pero tiene una cantidad de individuos de 65 árboles, haciendo así una diferencia significativa bastante grande entre estas dos familias representativas.

→ Finca 52

Nombre común	Especies	Familia	Cantidad arboles	Captura de carbono (t ha)	Biomasa área (t ha)
Indio desnudo	<i>Bursera simarub a</i>	Burseraceae	84	0.12	0.25
Carao; Madreado	<i>Cassia grandis; Gliricidi a sepium</i>	Fabaceae	14	0.17	0.33
Caulote	<i>Guazum a ulmifolia</i>	Malvaceae	2	0.11	0.003
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	2	0.0034	0.23
Mugimba	<i>Bridelia micranth a gambico la</i>	Phyllanthac eae	2	0.0015	0.001
Arjuna	<i>Termin a lia arjuna</i>	Combretace ae	2	0.00124	0.007
Cortez amarillo	<i>Tabebui a ochrace a</i>	Bignoniaceae	1	0.00139	0.002
Negrito de montaña	<i>Simarou ba glauca</i>	Simaroubac eae	1	0.00031	0.003

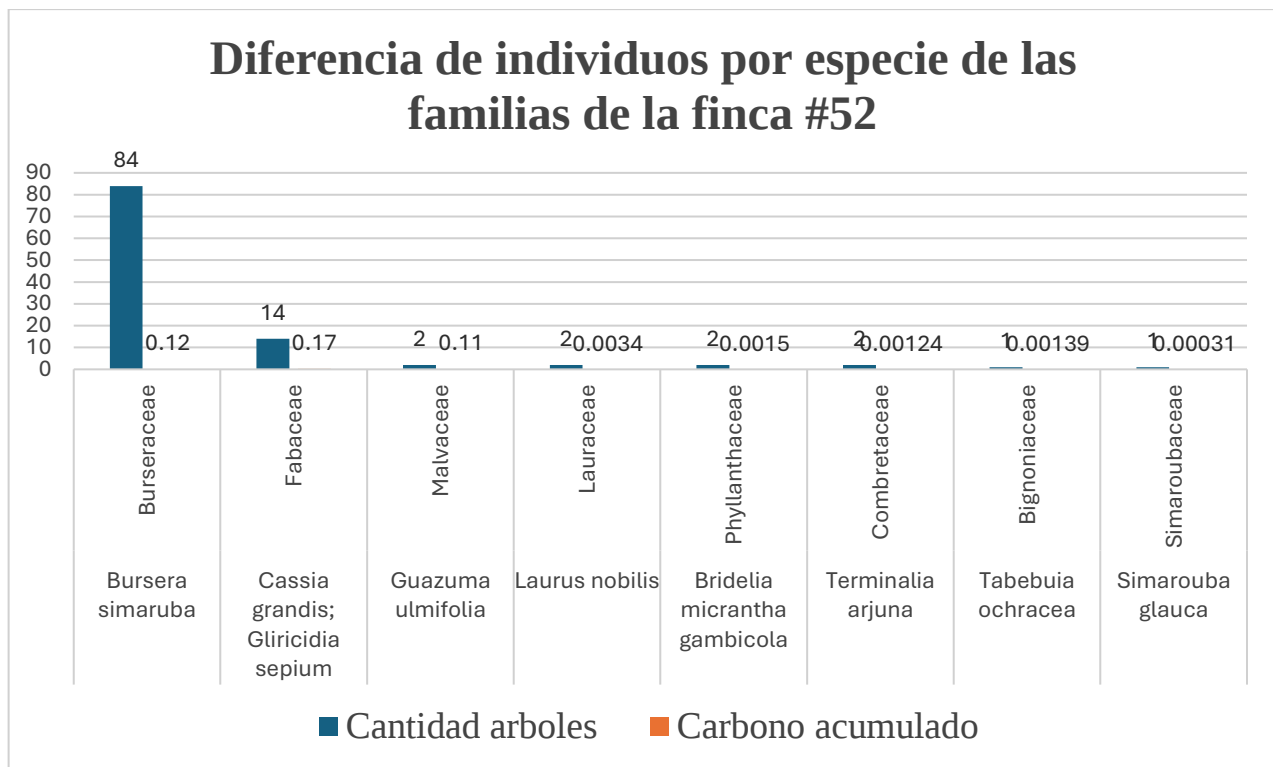
Tabla 9. Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F# 52



Grafica 12. Total de Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias F#52

Para la finca #52, la familia que lidera en captura de carbono es la Fabaceae con un valor de 0.18 t ha/año, donde le siguen las familias Burseraceae y Malvaceae con valores desde 0.12 hasta 0.11 t ha/año, lo que indica crecimiento vigoroso de leguminosos.

Para la biomasa también lidera la familia Fabaceae con un valor de 0.33 t ha/año, siguiéndole las familias Lauraceae y Burseraceae con valores desde 0.28 hasta 0.25 t ha/año, lo que son arboles de gran porte para estas familias. Así mismo el liderazgo de las Fabaceae es igual, tanto para captura de carbono como para generación de biomasa, mientras tanto las Lauraceae muestran un incremento para biomasa pero casi nulo para captura, lo que señala individuos maduros y/o podados, así mismo las Burseraceae combinan almacenamiento alto con incremento medio de biomasa.



Grafica 13. Diferencia de individuos por especies en finca #52

Para la finca #52 solo una familia tiene diferencia significativa con las otras ya que esta cuenta con 2 especies dentro de esta familia que es la Fabaceae y con valores de 0.17 t ha para el carbono acumulado y con una cantidad de individuos de 14 arboles a diferencia de la familia de Burseraceae y que cuenta con una solo especie y que tiene una cantidad de arboles significativa de 84 arboles pero tiene valores mas bajos que la familia Fabaceae, con valores distintivos de 0.12 t ha para carbono acumulado, esto nos quiere decir que los individuos de la familia burserácea eran más jóvenes que los de la familia Fabaceae.

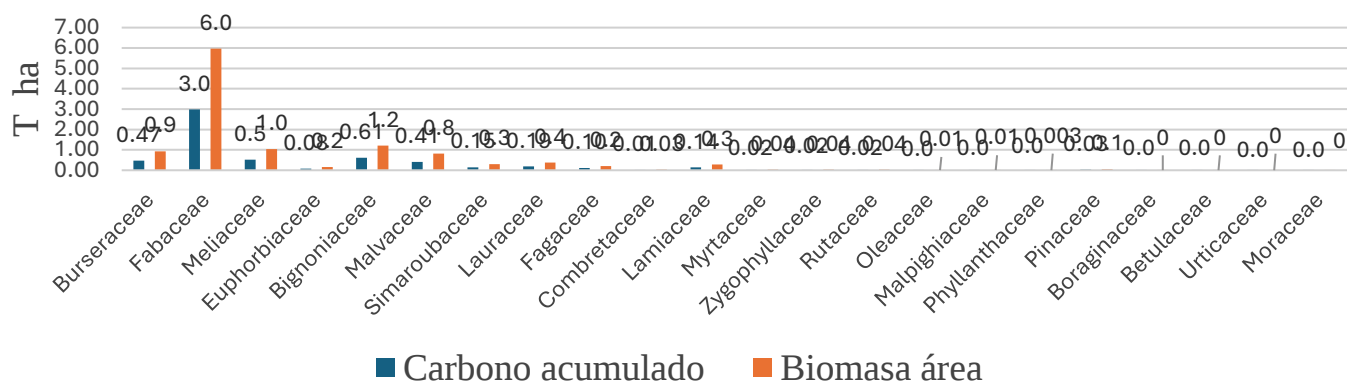
6.2.3. Comparación de familias de captura de carbono y biomasa aérea en las siete fincas

Nombre común	Especies	Familia	Cantidad árboles	Captura de carbono (t ha/año)	Biomasa área (t ha/año)
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	179	0.47	0.9
Acacia Rosada; Acacia amarilla; Carao; Carbón; Guanacaste; Madreado	<i>Acacia retinodes</i> ; <i>Calliandra pittieri</i> ; <i>Cassia grandis</i> ; <i>Enterolobium cyclocarpum</i> ; <i>Gliricidia sepium</i> ; <i>Robinia hispida</i>	Fabaceae	148	3.0	6.0
Caoba; Cedro; Neem	<i>Azadirachta indica</i> ; <i>Cedrela odorata</i> ; <i>Swietenia humilis</i> ; <i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	66	0.5	1.0
Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	52	0.08	0.2
Cortez amarillo; Macuelizo	<i>Tabebuia ochracea</i> ; <i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	46	0.61	1.2
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	23	0.41	0.8
Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	12	0.15	0.3
Aguacate; Laurel	<i>Laurus nobilis</i> ; <i>Persea americana</i>	Lauraceae	10	0.19	0.4
Alcornoque; Roble	<i>Quercus robur</i> ;	Fagaceae	9	0.10	0.2

	<i>Quercus suber</i>				
Arjuna	<i>Terminalia arjuna</i>	Combretaceae	7	0.01	0.03
Teca	<i>Tectona grandis</i>	Lamiaceae	6	0.14	0.3
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	5	0.02	0.04
Guayacán	<i>Guaiacum officinale</i>	Zygophyllaceae	4	0.02	0.04
Limoncillo ; Naranjo	<i>Citrus sinensis</i> ; <i>Swinglea glutinosa</i>	Rutaceae	4	0.02	0.04
Aligustre	<i>Ligustrum lucidum</i>	Oleaceae	2	0.004	0.01
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	2	0.004	0.01
Mugimba	<i>Bridelia micrantha gambicola</i>	Phyllanthaceae	2	0.0015	0.003
Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	Pinaceae	1	0.03	0.1
Muñeco	<i>Cordia collocca</i>	Boraginaceae	1	0.002	0.004
Abedul	<i>Betula maximowicziana</i>	Betulaceae	1	0.002	0.003
Yagrumo	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae	1	0.0003	0.001
Higo Blanco	<i>Ficus virens</i>	Moraceae	1	0.0001	0.0003

Tabla 10. Comparación de familias de Carbono acumulado y biomasa aérea en las siete fincas

Total de Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias de las 7 fincas



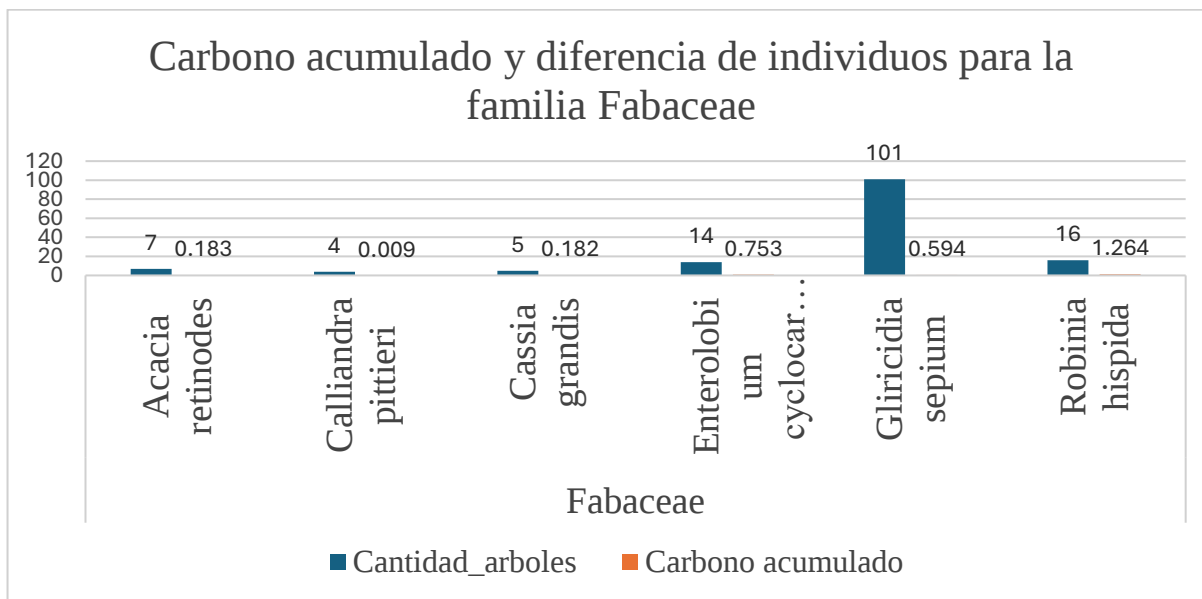
Grafica 14. Total de Carbono acumulado y Biomasa área por familias de las 7 fincas

Esta grafica nos representa cual familia fue la que más capturo carbono y cual genero más biomasa en el total de las 7 fincas, por lo que nos indica que la que lidera en captura de carbono es la Fabaceae con un valor de 3.0 t ha/año, donde nos indica una alta abundancia de estos individuos en todas las fincas y un crecimiento vigoroso de varias leguminosas que fijan Nitrógeno que aportan a la captura de carbono, siguiéndoles las familias Bignoniaceae, Meliaceae y Burseraceae con valores desde 0.61 hasta 0.47 t ha/año

Para la biomasa la que encabeza todas las familias es la Fabaceae igualmente con un valor de 6.0 t ha/año, siendo así la familia con más biomasa generada de las siete fincas, siguiéndole las familias Bignoniaceae, Meliaceae, Burseraceae y la Malvaceae con valores de 1.2 hasta 0.8 t ha/año, indicando así árboles grandes y números en Fabaceae y buen porte para las otras familias que le siguen. Para las demás familias tienen valores muy bajos casi cero para ambos criterios dándonos a entender una baja diversidad de estos individuos por finca

6.2.4 Carbono acumulado de las familias más representativas y comparación de individuos entre las especies de estas familias de las 7 fincas.

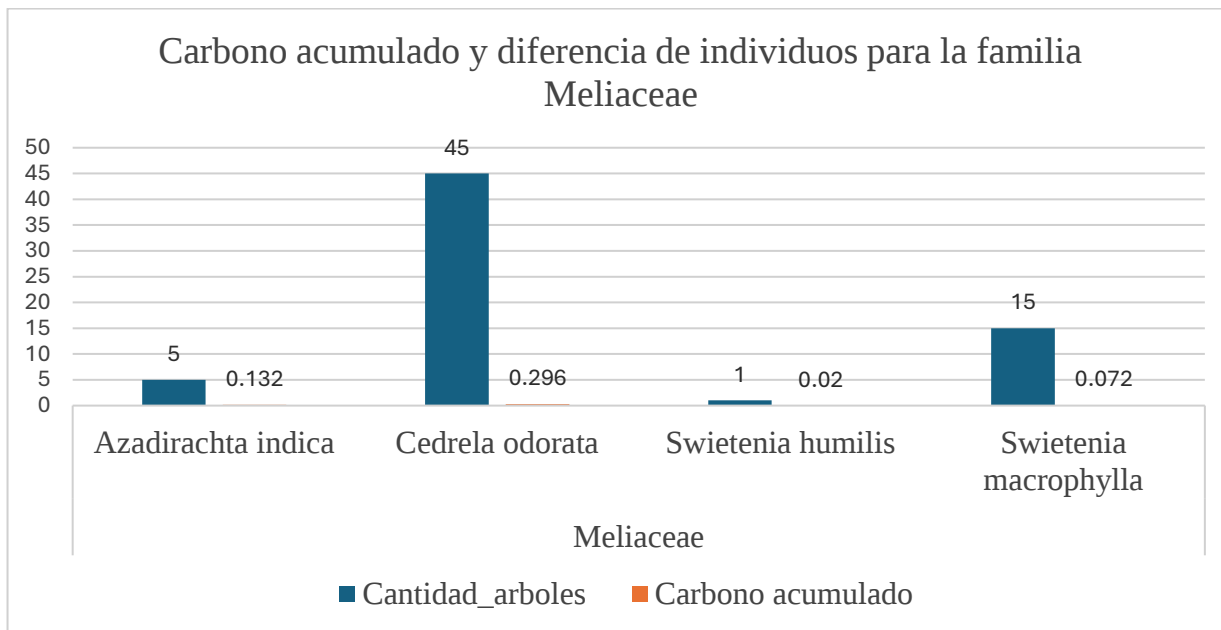
➔ Familia Fabaceae



Grafica 15. Carbono acumulado y diferencia de individuos familia Fabaceae

El análisis de todas las familias se identificó que la familia Fabaceae es la que más carbono acumulado tiene y siendo una de las que más especies tiene, donde dentro de esta está la especie *Gliricidia sepium* con un valor de 0.59 t/ha de carbono teniendo en cuenta que tiene una cantidad de árboles de 101, a diferencia de las especies que tienen pocos individuos.

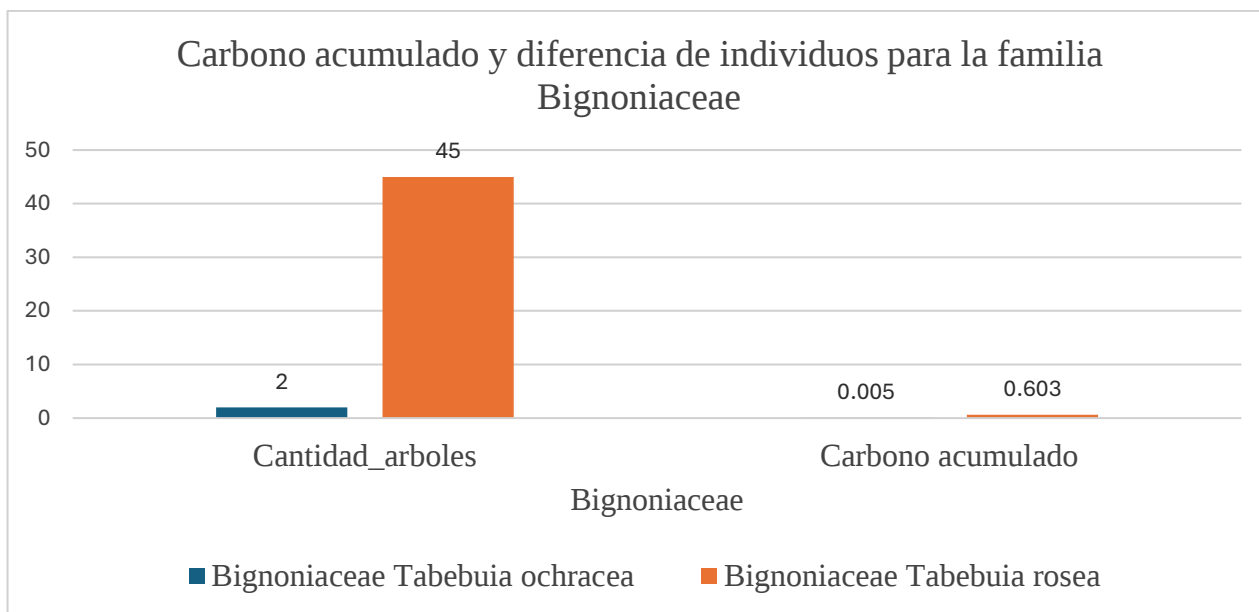
→ Familia Meliaceae



Grafica 16. Carbono acumulado y diferencia de individuos familia Meliaceae

Para la siguiente familia tenemos un total de 4 especies siendo la *Cedrela odorata* la que mas destaco en carbono acumulado siendo igual la que mas individuos tenia con una cantidad de 45 arboles y un valor de 0.29 t ha de carbono acumulado a diferencia de las de más que tienen valores más bajos con <0.13 t ha.

→ Familia Bignoniaceae



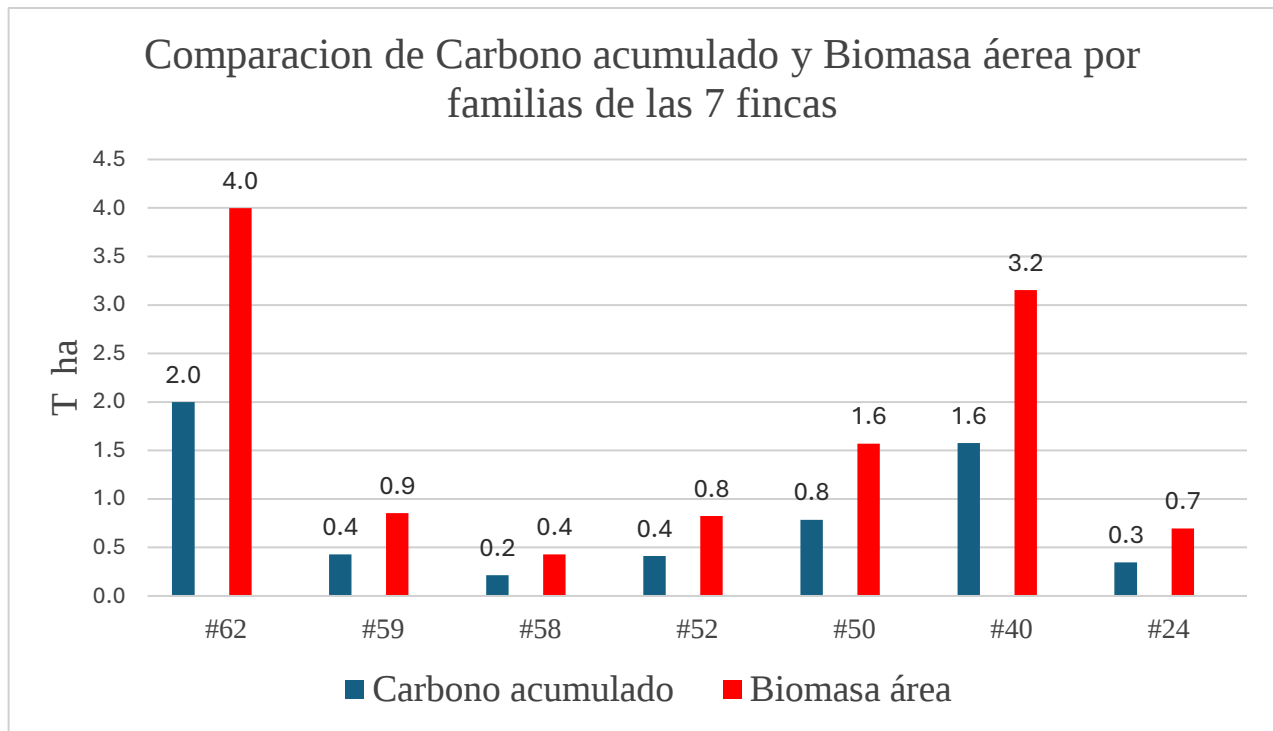
Grafica 17. Carbono acumulado y diferencia de individuos familia Bignoniaceae

Para esta ultima familia representativa de todas las familias tenemos que, tiene 2 especies que siendo la especie *Tabebuia rosea* la que más carbono acumulado obtuvo con un valor de 0.60 t ha y con una cantidad de individuos de 45 arboles a diferencia de la especie *Tabebuia ochracea* que tiene 0.005 t ha de carbono acumulado pero una alta significancia en la cantidad de arboles que solo tiene 2 individuos siendo así una significancia alta entre estas dos especies.

6.2.4. Comparación total de captura carbono y Biomasa aérea por familias de las siete fincas.

Nº de Finca	Carbono acumulado (t ha)	Biomasa aérea (t ha)
#62	2.0	4.0
#59	0.4	0.9
#58	0.2	0.4
#52	0.4	0.8
#50	0.8	1.6
#40	1.6	3.2
#24	0.3	0.7

Tabla 11. Comparación total de Carbono acumulado y Biomasa aérea por familias de las siete fincas.



Grafica 18. Comparación de Carbono acumulado y Biomasa área por familias de las 7 fincas

En el siguiente grafico nos representa las comparación de captura de carbono y biomasa aérea por familias de las 7 fincas, donde nos indica que hay dos fincas donde se concentra la mayor captura de carbono y biomasa, con valores de 2.0 t ha/año para la finca #62 y 1.6 t ha/año para la #40 de captura de carbono indicando que son las que más capturas carbono siguiéndole la #50 con un valor de 0.8 t ha/año, dándonos a entender que hay arboles de alta de densidad, rápido crecimiento y leguminosas o mayor área foliar y diámetro, así mismo para las demás rondan valores bajos desde 0.2 hasta 0.3 t ha/año.

Para la biomasa tenemos las mismas fincas (#62, #40) liderando con una generación de biomasa con valores de 4.0 t ha/año para la finca #62 y 3.2 t ha/año para la #40, así mismo la finca #50 tiene un incremento de biomasa con un valor de 1.6 t ha/año, lo que explica una elevada presencia de árboles grandes en familias como Euphorbiaceae, Bignoniaceae y Malvaceae, así mismo las otras fincas tienen valores <0.7 t ha/año, dándonos a entender que tienen poca diversidad de árboles o poda excesiva.

6.3. Análisis descriptivo y comparativo de captura de carbono por especies en las siete fincas.

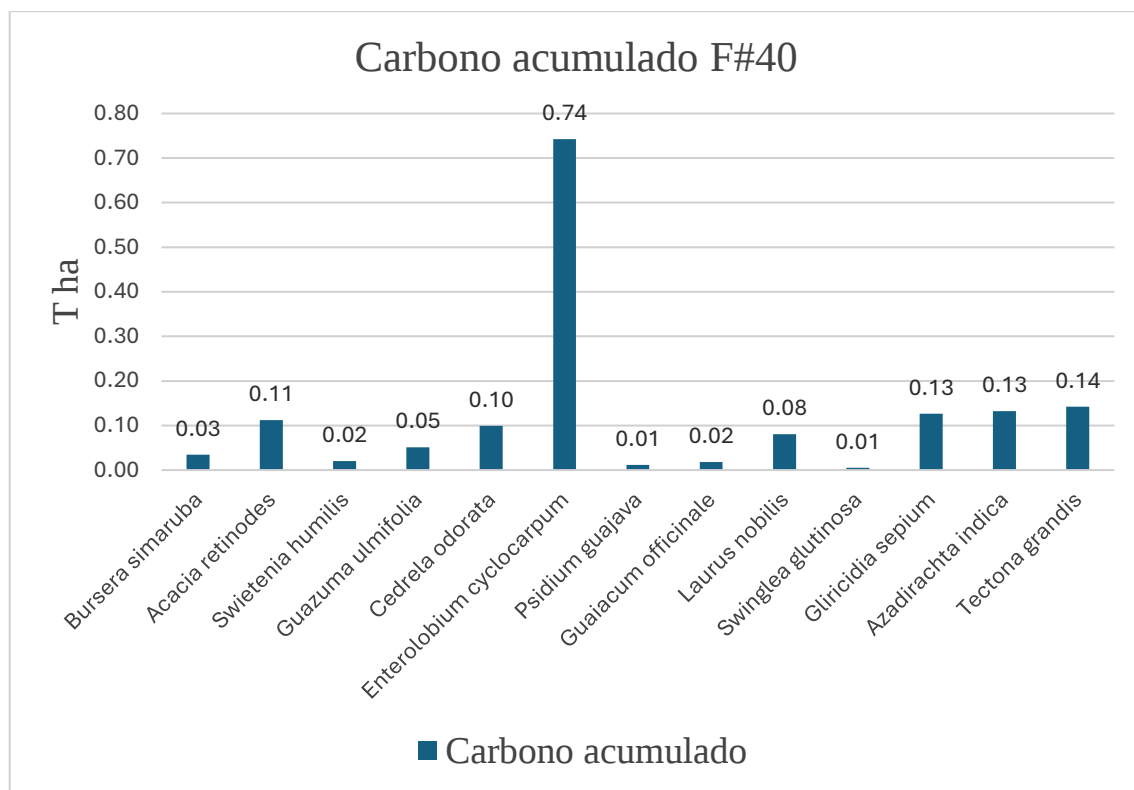
6.3.1. Municipio de Catacamas

Se realizó en este municipio la investigación de campo, así mismo obteniendo como resultado 3 fincas evaluadas, dos en la comunidad de Concepción de Río Tinto y 1 en la comunidad del Cerro del Vigía, donde cada una de las fincas se obtuvieron resultados diferentes como los que se mostraran a continuación:

➔ Finca #40

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Árboles	T C ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	4	0.03
2	Acacia amarilla	<i>Acacia retinodes</i>	3	0.11
3	Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	2	0.02
4	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15	0.05
5	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	15	0.10
6	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	9	0.74
7	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1	0.01
8	Guayacán	<i>Guaiacum officinale</i>	4	0.02
9	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	3	0.08
10	Limoncillo	<i>Swinglea glutinosa</i>	1	0.01
11	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	5	0.13
13	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	5	0.13
14	Teca	<i>Tectona grandis</i>	6	0.14

Tabla 12 Finca #40



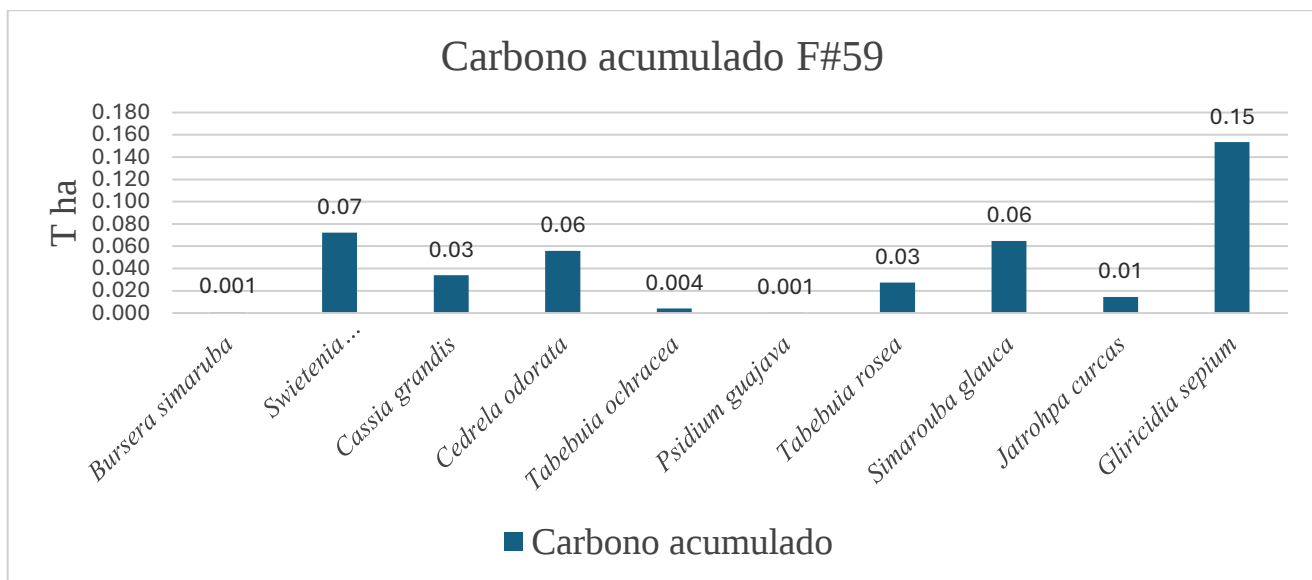
Grafica 19. Toneladas de Carbono acumulado por ha/año F#40

De acuerdo con la gráfica la finca #40 cuenta con un total de trece especies diferentes arbóreas, donde cada una cuenta con una capacidad distinta para capturar carbono. Así mismo entre todas las especies evaluadas la (*Enterolobium cyclocarpum*) es la que mayor que captura carbono, con un valor significativamente más alto que las demás con 0.74 t de carbono, así mismo las especies que menos carbono capturan son las (*Psidium guajava* y la *Swinglea glutinosa*) donde ambas tienen un valor de 0.01, así mismo otras especies que muestran una captura relativamente significativa son las (*Tectona grandis*) con 0.14 (t), la (*Azadirachta indica*) y (*Gliricidia sepium*) con 0.13 (t), y así mismo donde la (*Acacia retinodes*) y (*Cedrela odorata*) que capturan 0.11 y 0.10 respectivamente. El resto de las especies como la (*Bursera simaruba*, *Swietenia humilis*, *Guazuma ulmifolia*, *Guaiacum officinale* y *Laurus nobilis*) tienen valores intermedios o bajos de captura de carbono, que van desde 0-02 hasta un 0.08 toneladas de carbono por hectárea al año.

→ Finca #59

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T C ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	6	0.001
2	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	17	0.07
3	Carao	<i>Cassia grandis</i>	2	0.03
4	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	6	0.06
5	Cortez amarillo	<i>Tabebuia ochracea</i>	1	0.004
6	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1	0.001
7	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	11	0.03
8	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	18	0.06
9	Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	2	0.01
10	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	19	0.15

Tabla 13. Finca #59



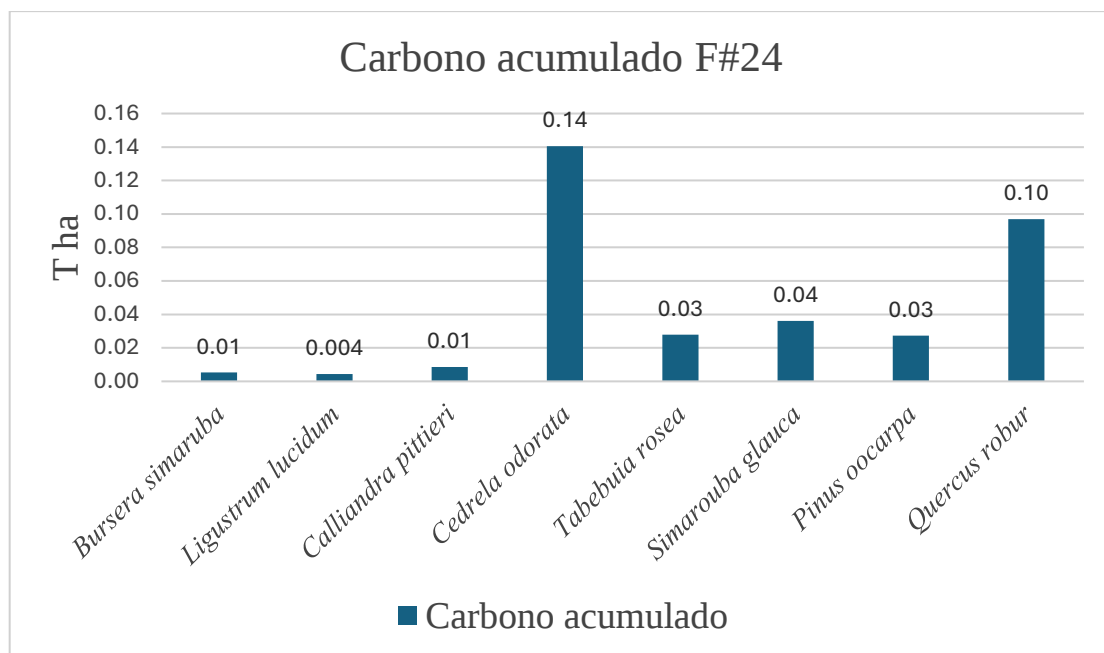
Grafica 20. Toneladas de Carbono acumulado por ha/año F#59

En la siguiente finca se encuentran 10 especies arbóreas, donde la especie que representa mayor captura de carbono es la (*Gliricidia sepium*) con un valor de 0.15 toneladas de carbono, donde se destaca como la que más contribuye al secuestro de carbono en esta finca. Así mismo le siguen las especies (*Swietenia macrophylla* y *Simarouba glauca*) donde ambas capturas 0.07 y 0.06 respectivamente, junto con la (*Cedrela odorata*) con el mismo valor de 0.06 toneladas de carbono, otras especies como la (*Cassia grandis* y *Tabebuia rosea*) tiene un valor de 0.03, finalmente, mientras que la especie (*Jatropha curcas*) tiene una captura de 0.01, y finalmente las especies (*Bursera simaruba*, *Psidium guajava* y *Tabebuia ochracea*) tienen las capturas más bajas con valores desde 0.001 hasta 0.004, donde nos indica que son las especies con menor rango de captura de carbono.

➔ Finca #24

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T C ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	1	0.01
2	Aligustre	<i>Ligustrum lucidum</i>	2	0.004
3	Carbón	<i>Calliandra pittieri</i>	4	0.01
4	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	21	0.14
5	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	2	0.03
6	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	1	0.04
7	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	1	0.03
8	Roble	<i>Quercus robur</i>	8	0.10

Tabla 14. Finca#24



Grafica 21. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#24

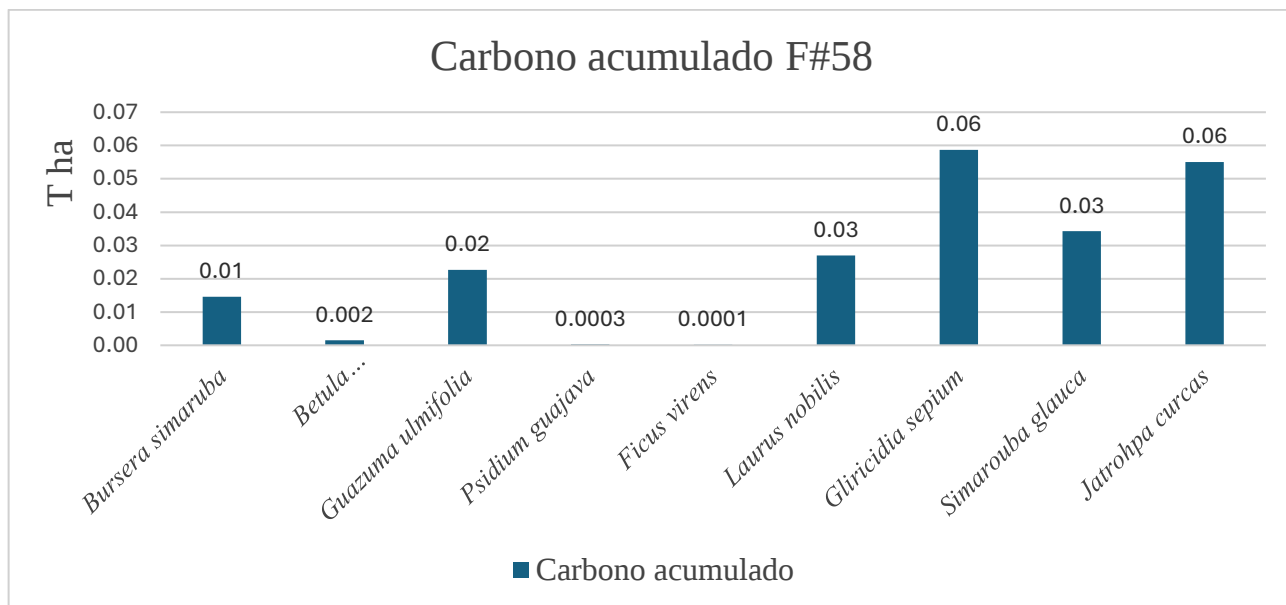
En esta finca se encuentran ocho especies arbóreas, donde la especie que más carbono captura es la (*Cedrela odorata*) con un valor de 0.14 toneladas de carbono, donde la sigue la especie (*Quercus robur*) con un valor de 0.10, ambas especies son conocidas por su gran biomasa y longevidad, lo que les permite almacenar carbono durante largos periodos, así mismo la especie (*Simarouba glauca*, la *Tabebuia rosea* y *Pinus oocarpa*) tiene un valor de 0.04 y 0.03 de toneladas de captura de carbono. Por otro lado, la especie (*Bursera simaruba* y la *Calliandra pittieri*) capturan bajas cantidades con un valor de 0.01, así mismo la especie que menos captura es la (*Ligustrum lucidum*) con un valor de 0.004)

6.3.2. Municipio de Santa Marial del Real

→ Finca #58

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T C ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	18	0.01
2	Abedul	<i>Betula maximowicziana</i>	1	0.002
3	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.02
4	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1	0.0003
5	Higo Blanco	<i>Ficus virens</i>	1	0.0001
6	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	2	0.03
7	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	32	0.06
8	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	2	0.03
9	Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	26	0.06

Tabla 15. Finca #58



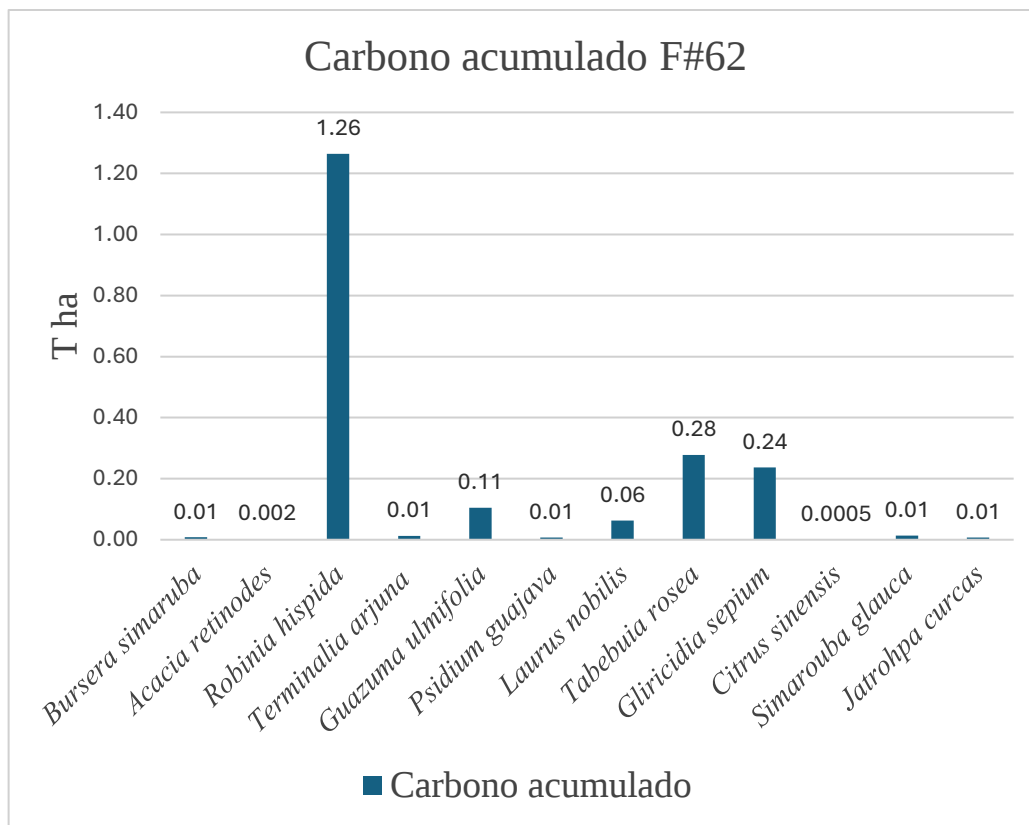
Grafica 22. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#58

En la siguiente finca se registran nueve especies arbóreas donde la especie que más carbono captura es la (*Gliricidia sepium* y la *Jatropha curcas*) con un valor de 0.06 toneladas de captura de carbono, donde se destacan como la mayor contribución para retener carbono, así mismo le sigue la especie (*Laurus nobilis* y la *Simarouba glauca*) con un valor de 0.03 cada una, ahora la especie (*Guazuma ulmifolia*) presenta un valor de 0.02, mientras que la especie (*Bursera simaruba* y *Betula maximowicziana*) tiene un valor de 0.01 y 0.002 respectivamente, ahora las especie (*Psidium guajava*, *Ficus virens*) tienen las capturas más bajas con valores de 0.0003 y 0.0001, lo que indica una contribución muy limitada para la captura de carbono.

➔ Finca #62

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T C ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	1	0.01
2	Acacia amarilla	<i>Acacia retinodes</i>	2	0.002
3	Acacia Rosada	<i>Robinia hispida</i>	16	1.26
4	Arjuna	<i>Terminalia arjuna</i>	5	0.01
5	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.11
6	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	2	0.01
7	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	2	0.06
8	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	22	0.28
9	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	36	0.24
10	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	1	0.0005
11	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	5	0.01
12	Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	7	0.01

Tabla 16. Finca #6



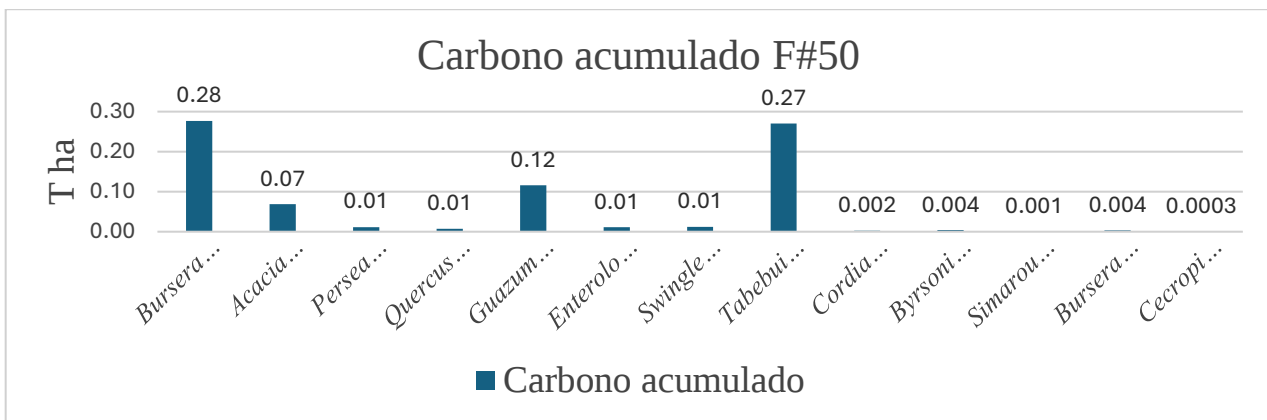
Grafica23. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#62

Esta finca cuenta con doce especies arbóreas, donde la cual la especie que captura más carbono es la (*Robinia hispida*) con un valor destacado de 1.26 toneladas de carbono, seguida por la especie (*Tabebuia rosea*) con un valor de 0.28 y la especie (*Gliricidia sepium*) con un valor similar con 0.24 toneladas de carbono, así mismo los niveles intermedios están las especies (*Guazuma ulmifolia* y *Laurus nobilis*) con valores de 0.11 y 0.06, las especies con menor capacidad de capturas incluyen (*Bursera simaruba*, *Terminalia arjuna*, *Psidium guajava*, *Simarouba glauca* y la *Jatropha curcas*) todas con un valor de 0.01, mientras que la especie (*Acacia retinodes* y *Citrus sinensis*) cuentan con valores más bajos con 0.002 y 0.0005 respectivamente.

➔ Finca #50

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T C ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	64	0.28
2	Acacia amarilla	<i>Acacia retinodes</i>	2	0.07
3	Aguacate	<i>Persea americana</i>	1	0.01
4	Alcornoque	<i>Quercus suber</i>	1	0.01
5	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0.12
6	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	5	0.01
7	Limoncillo	<i>Swinglea glutinosa</i>	2	0.01
8	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	9	0.27
9	Muñeco	<i>Cordia collocca</i>	1	0.002
10	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.004
11	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	1	0.001
12	Palma africana	<i>Bursera simaruba</i>	1	0.004
13	Yagrumo	<i>Cecropia peltata</i>	1	0.0003

Tabla 17. Finca #50



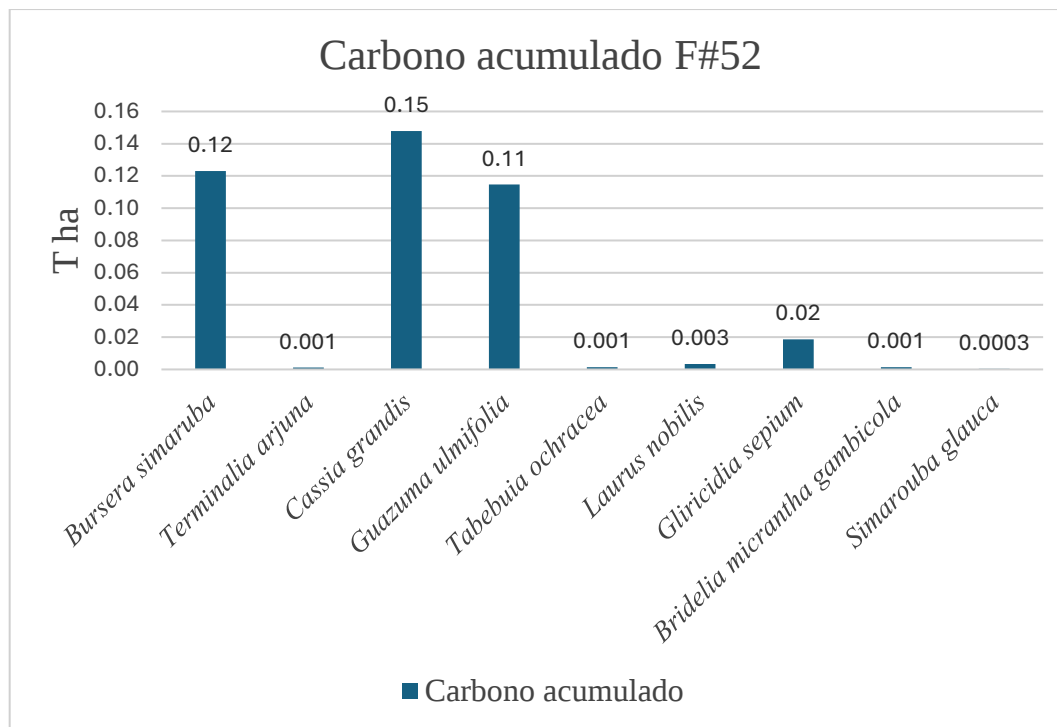
Grafica 24. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#50

En la siguiente grafica la finca cuenta con trece especies, donde la especie que mayor carbono captura es la (*Bursera simaruba*) con un valor destacado de 0.28 toneladas de carbono por ha/año, seguida le sigue la especie (*Tabebuia rosea*) con un valor similar a 0.27, así mismo la especie (*Guazuma ulmifolia*) con un valor de 0.12, y en niveles intermedios se encuentran las especies (*Acacia retinodes*) con 0.07, las especies (*Persea americana*, *Quercus suber*, *Enterolobium cyclocarpum* y la *Swinglea glutinosa*) tienen un valor de 0.01, así mismo las especies como menor capacidad de carbono son las (*Byrsonima crassifolia*, *Cordia collocca*, *Simarouba glauca* y la *Cecropia peltata*) con valores desde 0.004 hasta 0.0003, teniendo en cuenta que son las especies que menos capturaron carbono en esta finca.

➔ Finca 52

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T C ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	84	0.12
2	Arjuna	<i>Terminalia arjuna</i>	2	0.001
3	Carao	<i>Cassia grandis</i>	3	0.15
4	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.11
5	Cortez amarillo	<i>Tabebuia ochracea</i>	1	0.001
6	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	2	0.003
7	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	11	0.02
8	Mugimba	<i>Bridelia micrantha gambicola</i>	2	0.001
9	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	1	0.0003

Tabla 18.Finca #52



Grafica25. Toneladas de Carbono acumulado por ha F#52

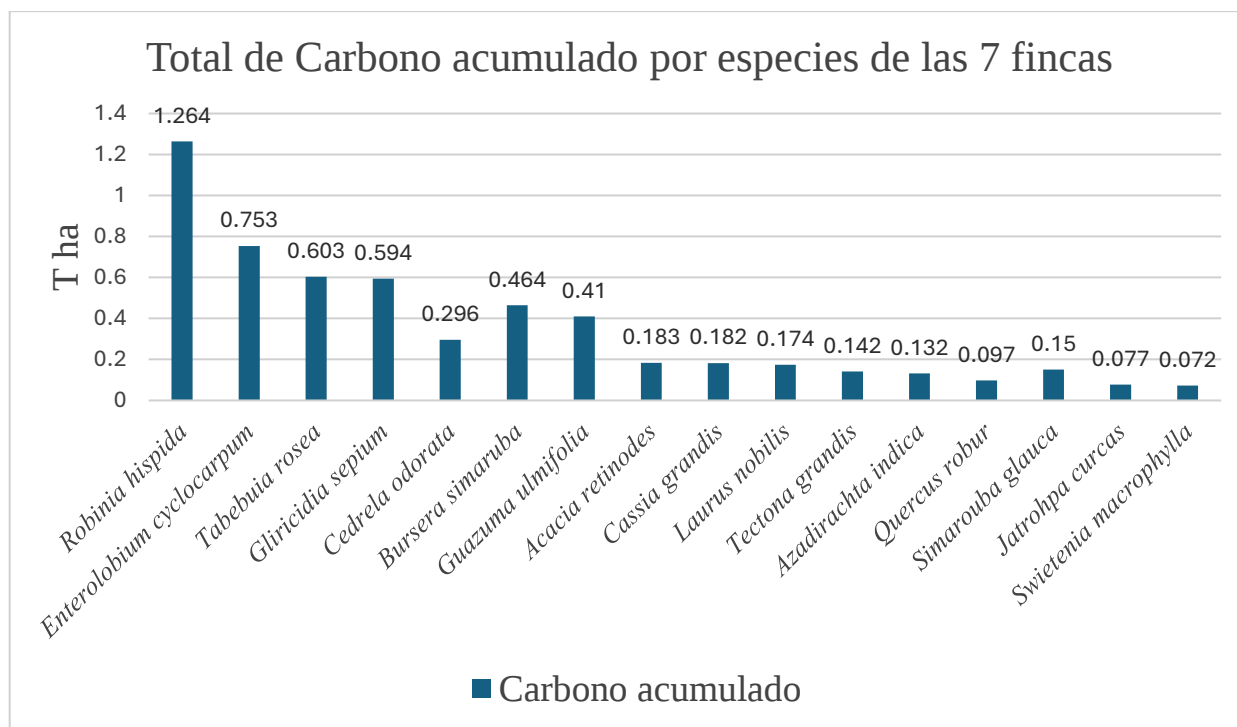
Esta finca cuenta como nueva especies arbóreas diferentes, donde la especie que mayor captura carbono es la (*Cassia grandis*) con un valor de 0.15 toneladas de carbono por ha/año, seguida le sigue la (*Bursera simaruba*) con un valor de 0.12 y así mismo la (*Guazuma ulmifolia*) con 0.11, en niveles más intermedios están las especies (*Gliricidia sepium*) con un valor de 0.02, así mismo las especies como menor capacidad de captura son (*Laurus nobilis*, *Terminalia arjuna*, *Bridelia micrantha gambicola*, la *Tabebuia ochracea* y *Bursera simaruba*) con valores desde 0.003 hasta 0.0003, teniendo un bajo rendimiento en la captura de carbono.

6.3.3. Comparación de especies de Carbono acumulado en las siete fincas.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T C ha
1	Acacia amarilla	<i>Acacia retinodes</i>	7	0.183
2	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	5	0.132
3	Abedul	<i>Betula maximowicziana</i>	1	0.002
4	Mugimba	<i>Bridelia micrantha gambicola</i>	2	0.001
5	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	179	0.464
6	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.004
7	Carbón	<i>Calliandra pittieri</i>	4	0.009
8	Carao	<i>Cassia grandis</i>	5	0.182
9	Yagrumo	<i>Cecropia peltata</i>	1	0.000
10	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	45	0.296
11	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	1	0.000
12	Muñeco	<i>Cordia alliodora</i>	1	0.002
13	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	14	0.753
14	Higo Blanco	<i>Ficus virens</i>	1	0.000
15	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	101	0.594
16	Guayacán	<i>Guaiacum officinale</i>	4	0.018
17	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	23	0.410
18	Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	52	0.077

19	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	9	0.174
20	Aligustre	<i>Ligustrum lucidum</i>	2	0.004
21	Aguacate	<i>Persea americana</i>	1	0.011
22	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	1	0.027
23	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	5	0.020
24	Roble	<i>Quercus robur</i>	8	0.097
25	Alcornoque	<i>Quercus suber</i>	1	0.008
26	Acacia Rosada	<i>Robinia hispida</i>	16	1.264
27	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	12	0.150
28	Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	1	0.020
29	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	15	0.072
30	Limoncillo	<i>Swinglea glutinosa</i>	3	0.017
31	Cortez amarillo	<i>Tabebuia ochracea</i>	2	0.005
32	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	45	0.603
33	Teca	<i>Tectona grandis</i>	6	0.142
34	Arjuna	<i>Terminalia arjuna</i>	7	0.013

Tabla 19.Comparación de especies de Carbono acumulado en las siete fincas.



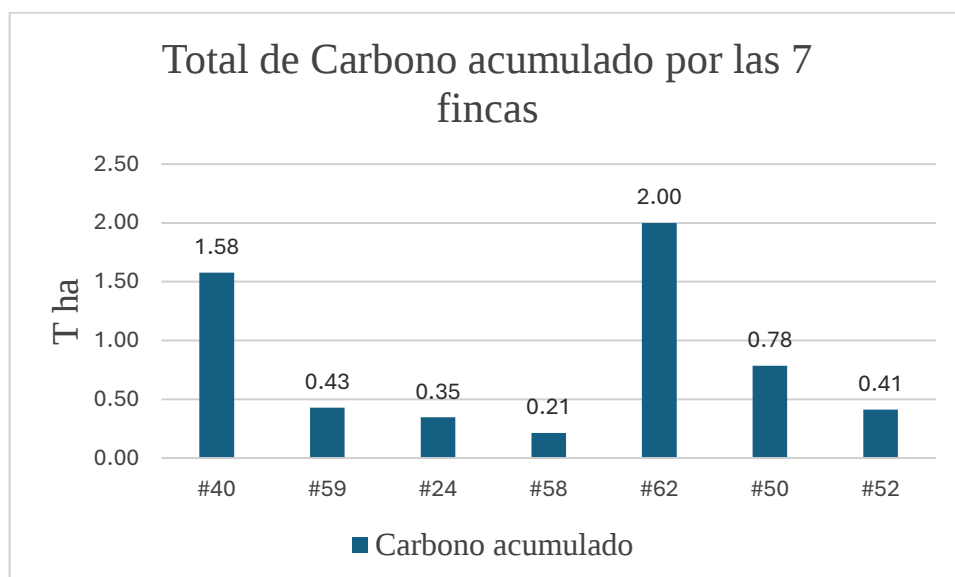
Grafica 26. Toneladas de Carbono acumulado por especie por ha/año

En el total de las siete fincas la especie con mayor captura de carbono es la (*Robinia hispida*) con un valor de 1.26 toneladas de carbono por ha/año, donde la sigue la especie (*Enterolobium cyclocarpum*) con un valor de 0.75, (*Tabebuia rosea*) con 0.60 y así mismo la especie (*Gliricidia sepium*) con 0.59, mostrando una alta presencia. Así mismo las especies como la (*Cecropia peltata* y la *Citrus sinensis*) tienen valores nulos, en niveles intermedios están las especies (*Bursera simaruba*) con 0.46 y la especie (*Guazuma ulmifolia*) con 0.41 y en niveles bajos se encuentran las especies (*Cedrela odorata* y la *Acacia retinodes*) que oscila entre 0.29 hasta 0.18.

6.3.4. Comparación total de Carbono acumulado de las siete fincas.

N° de Finca	Cantidad de Árboles	T C ha
#40	73	1.58
#59	83	0.43
#24	40	0.35
#58	84	0.21
#62	100	2.00
#50	94	0.78
#52	108	0.41

Tabla 20.Comparación total de Carbono acumulado de las siete fincas.



Grafica 27. Carbono acumulado por especie total de las 7 fincas

Las siete fincas donde se realizó el estudio revelan una marcada variabilidad en la captura anual de carbono, con valores que van desde un mínimo de 0.21 t C/ha en la finca #58 hasta un máximo de 2 t C/ha en la finca #62, y así mismo con valores intermedios como 1.58 t C/ha en la finca #40 y 0.78 t C/ha en la finca #50. Este rango amplio de 1.79 t C/ha y una media de 0.82 C/ha indican que solo un par de fincas como la #62 y la #40 superan de manera significativa el promedio, lo que sugiere condiciones especiales favorables de densidad y vigor vegetativo, así mismo las fincas #58 la finca #24 con un valor de 0.35 t C/ha, la finca #52 con un valor de 0.41 t C/ha y la #59 con un valor de 0.43 t C/ha, muestran capacidad de fijación muy baja que este asociado a coberturas vegetales escasas.

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

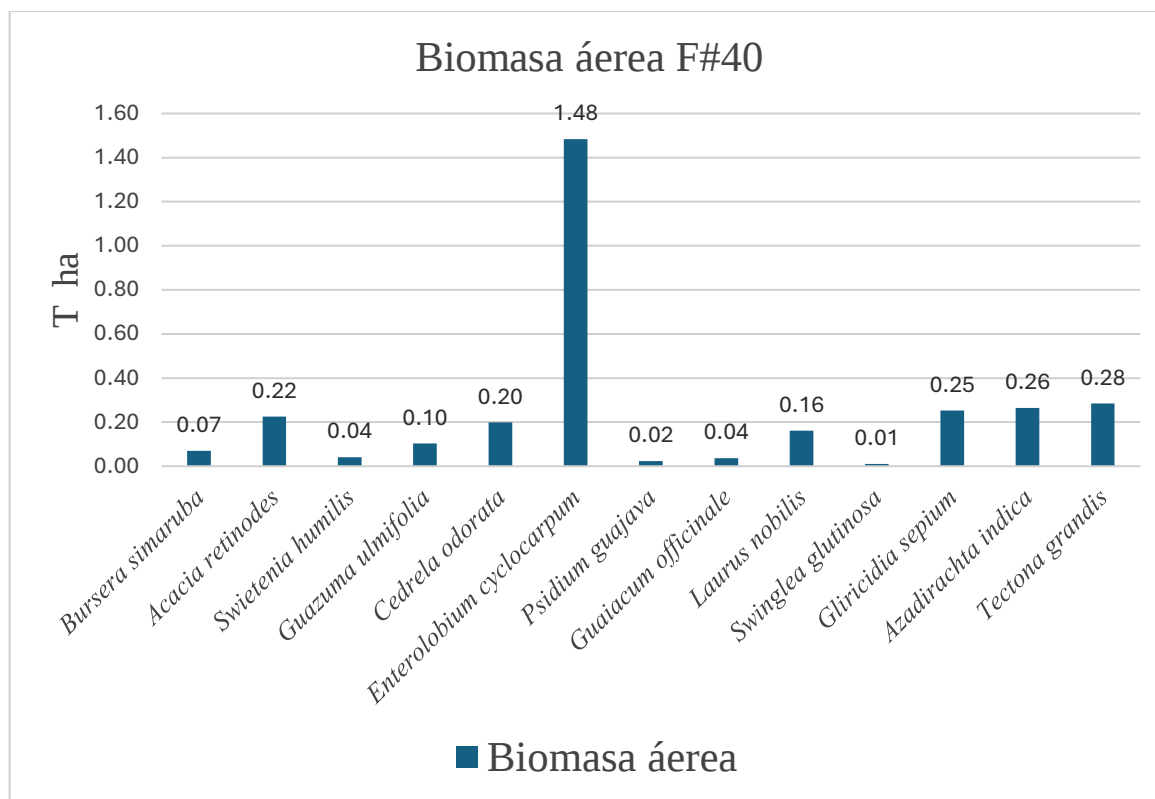
6.4.1. Municipio de Catacamas

Se realizó en este municipio la investigación de campo, así mismo obteniendo como resultado 3 fincas evaluadas, dos en la comunidad de Concepción de Río Tinto y 1 en la comunidad del Cerro del Vigía, donde cada una de las fincas se obtuvieron resultados diferentes como los que se mostraran a continuación:

➔ Finca #40

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T B ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	4	0.07
2	Acacia amarilla	<i>Acacia retinodes</i>	3	0.22
3	Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	2	0.04
4	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15	0.10
5	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	15	0.20
6	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	9	1.48
7	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1	0.02
8	Guayacán	<i>Guaiacum officinale</i>	4	0.04
9	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	3	0.16
10	Limoncillo	<i>Swinglea glutinosa</i>	1	0.01
11	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	5	0.25
12	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	5	0.26
13	Teca	<i>Tectona grandis</i>	6	0.28

Tabla 21. Total de biomasa Finca#40



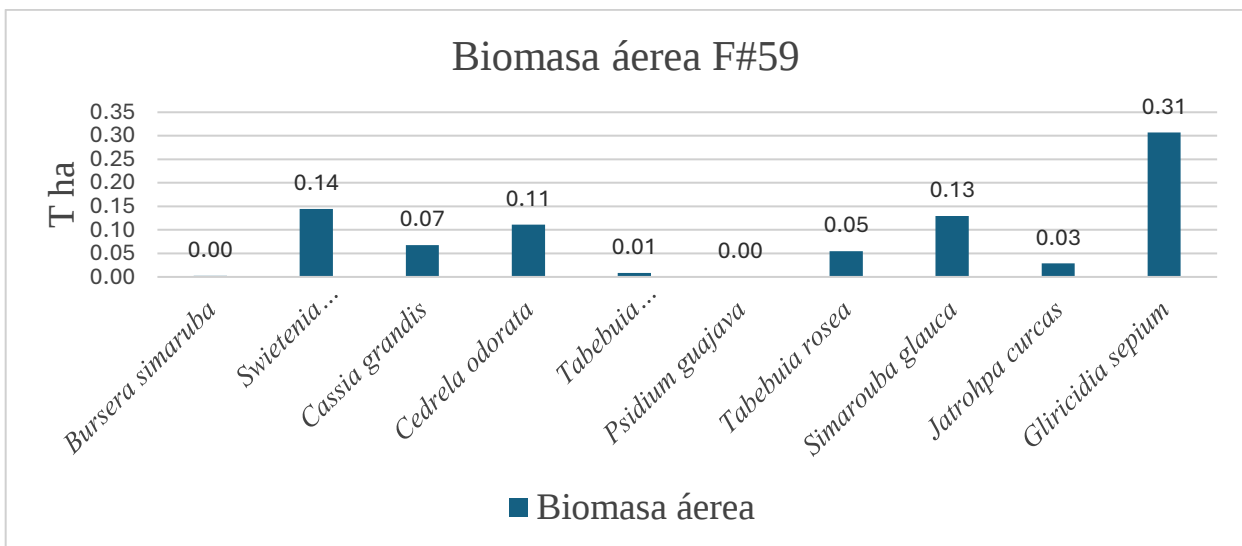
Grafica 28. Total de biomasa Finca #40

En la finca #40 la biomasa arbórea está claramente dominada por la especie (*Enterolobium cyclocarpum*) que concentra un valor de 1.48 (t) de biomasa, más de la mitad del total registrado , donde la sigue la especie (*Tectona grandis*) con un valor de 0.28 (t), así mismo las especies (*Azadirachta indica*, *Gliricidia sepium*, *Cedrela odorata* y la *Acacia retinodes*) rondan entre los valores desde 0.26 hasta 0.20 (t), el resto de especies que son; (*Laurus nobilis*, *Guazuma ulmifolia*, *Bursera simaruba*, *Swietenia humilis*, *Guaiacum officinale*, *Psidium guajava* y la *Swinglea glutinosa*) tienen una representación muy baja, donde se indica hay muy baja equidad donde solo un puñado de especies representan la mayor parte de la biomasa.

→ Finca #59

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T B ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	6	0.002
2	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	17	0.14
3	Carao	<i>Cassia grandis</i>	2	0.07
4	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	6	0.11
5	Cortez amarillo	<i>Tabebuia ochracea</i>	1	0.01
6	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1	0.001
7	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	11	0.05
8	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	18	0.13
9	Piñón	<i>Jatrohpa curcas</i>	2	0.03
10	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	19	0.31

Tabla 22. Total de biomasa Finca #59



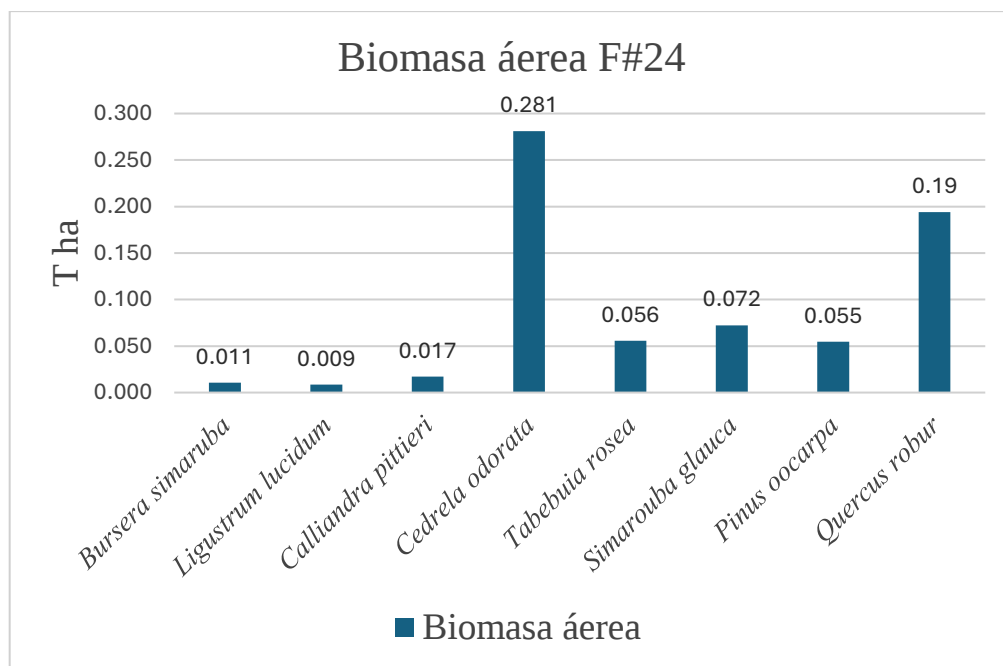
Grafica 29. Total de biomasa Finca #59

Para la siguiente finca, la biomasa está encabezada por la especie (*Gliricidia sepium*) con un valor de 0.31 (t), seguida por la especie (*Swietenia macrophylla*) que está representada con un valor de 0.14 (t) y las especies (*Simarouba glauca*, *Cedrela odorata* y *Cassia grandis*) con valores desde 0.13 hasta 0.07 (t), el resto de las especies (*Tabebuia rosea*, *Jatropha curcas* y la *Tabebuia ochracea*) oscilan entre 0.05 hasta los 0.01 (t). donde la especie (*Tabebuia ochracea*) tiene una participación muy reducida en este muestreo y aunque la presencia de varias especies indica un cierto grado de diversidad, la concentración de casi un tercio de la biomasa en la (*Gliricidia sepium*) reflejan un equilibrio subóptimo.

➔ Finca #24

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T B h
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	1	0.011
2	Aligustre	<i>Ligustrum lucidum</i>	2	0.009
3	Carbón	<i>Calliandra pittieri</i>	4	0.017
4	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	21	0.281
5	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	2	0.056
6	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	1	0.072
7	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	1	0.055
8	Roble	<i>Quercus robur</i>	8	0.19

Tabla 23. Total de biomasa Finca #24



Grafica 30. Total de biomasa Finca #24

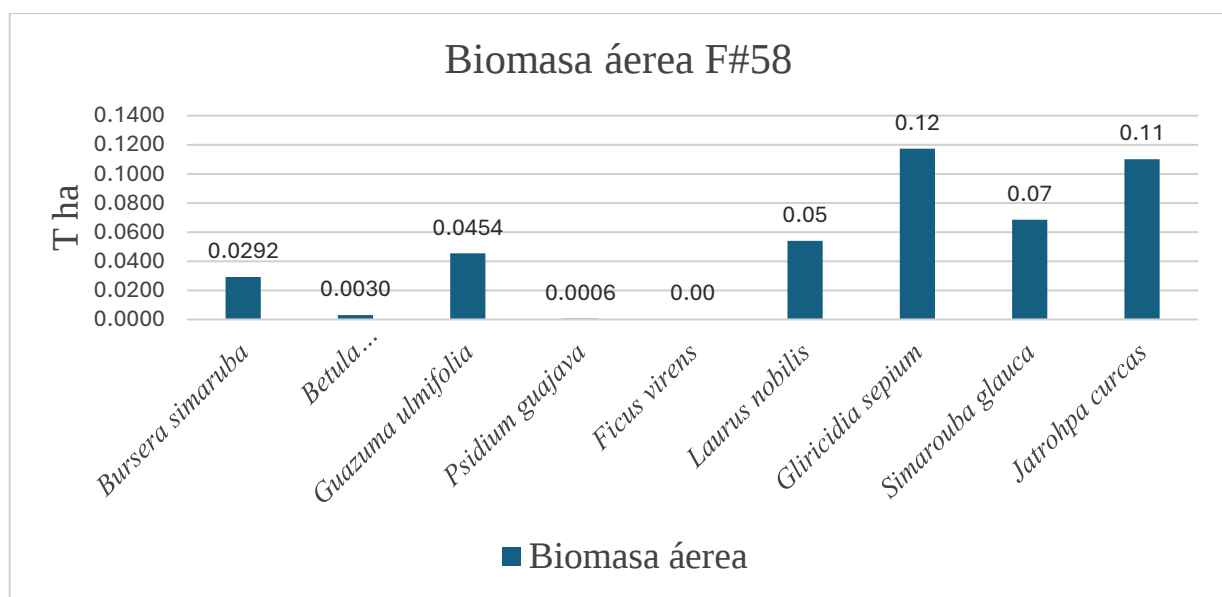
En esta finca la biomasa arbórea se concentra principalmente en la especie (*Cedrela odorata*) con 0.281 (t) de biomasa, más de un tercio del total, seguida por la especie (*Quercus robur*) con un valor de 0.19 (t), así mismo hay tres especies con contribuciones moderadas que son las (*Simarouba glauca*, *Tabebuia rosea* y la *Pinus oocarpa*) con valores desde 0.072 hasta 0.055 (t) de biomasa, así mismo el resto de las especies (*Calliandra pittieri*, *Bursera simaruba* y la *Ligustrum lucidum*) con valores desde 0.017 a 0.009 (t) que apenas aportan biomasa. Así mismo esta finca está dominada por dos especies principales que juntas suman casi el 60% de la biomasa total

6.4.2. Municipio de Santa María del Real

→ Finca #58

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T B ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	18	0.0292
2	Abedul	<i>Betula maximowicziana</i>	1	0.0030
3	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.0454
4	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	1	0.0006
5	Higo Blanco	<i>Ficus virens</i>	1	0.00
6	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	2	0.05
7	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	32	0.12
8	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	2	0.07
9	Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	26	0.11

Tabla 24. Total de biomasa Finca #58



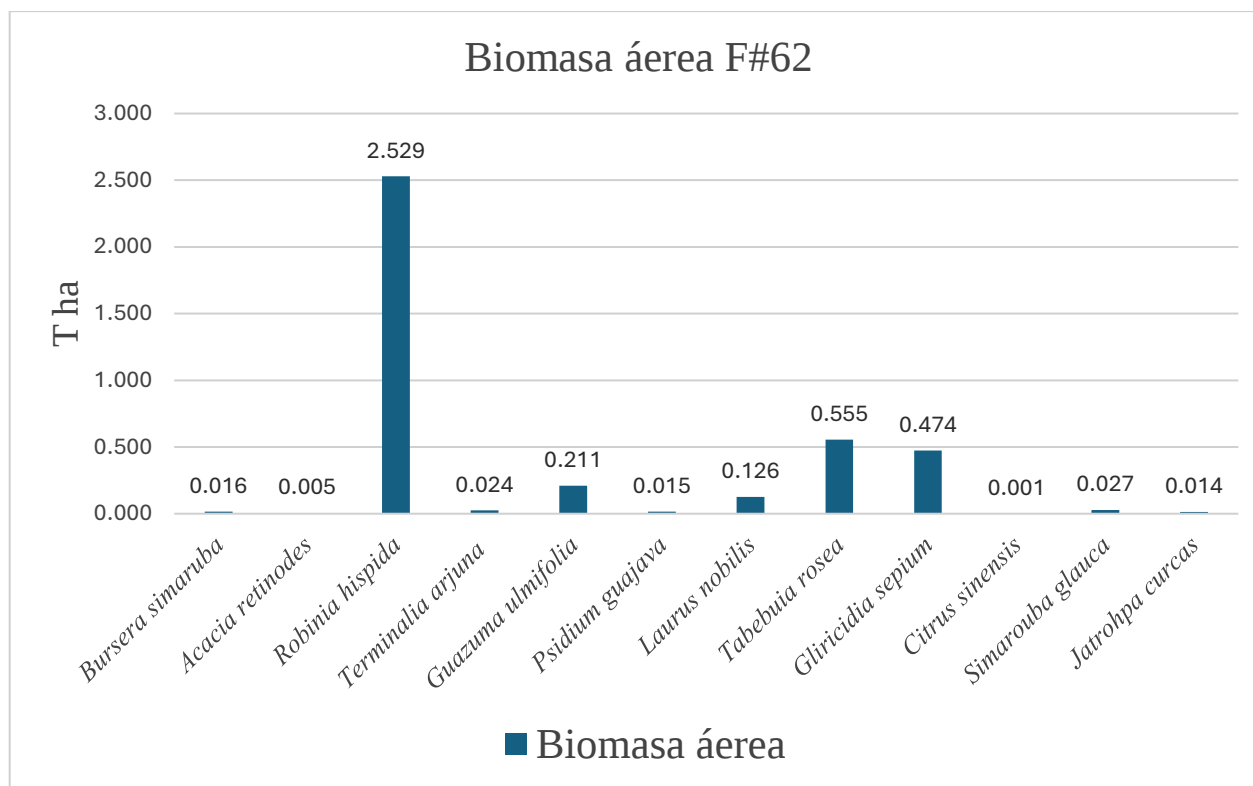
Grafica 31. Total de biomasa Finca #58

En esta finca la biomasa total acumulada es muy baja, reflejo de un samblaje más semejante a un árbol joven o aun sistema agroforestal de baja densidad. La distribución de biomasa muestra una representativa de tres especies (*Gliricidia sepium*, *Jatropha curcas* y *Simarouba glauca*) con valores desde 0.12 hasta 0.07 (t) de biomasa, así mismo seguidas por las especies (*Laurus nobilis* y *Bursera simaruba*) con valores de 0.05 a 0.045 (t), el resto de las especies contribuyen de forma marginal. Mientras que la especie (*Ficus virens*) no tiene registro de biomasa porque son especies en muy temprana edad. Estos datos indican que hay una baja equidad donde casi el 70% de la biomasa recae en dos leguminosas y una maderable de rápido crecimiento.

→ Finca #62

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T B ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	1	0.016
2	Acacia amarilla	<i>Acacia retinodes</i>	2	0.005
3	Acacia Rosada	<i>Robinia hispida</i>	16	2.529
4	Arjuna	<i>Terminalia arjuna</i>	5	0.024
5	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.211
6	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	2	0.015
7	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	2	0.126
8	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	22	0.555
	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	36	0.474
	Naranjo	<i>Citrus sinensis</i>	1	0.001
	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	5	0.027
	Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	7	0.014

Tabla 25. Total de biomasa Finca #62



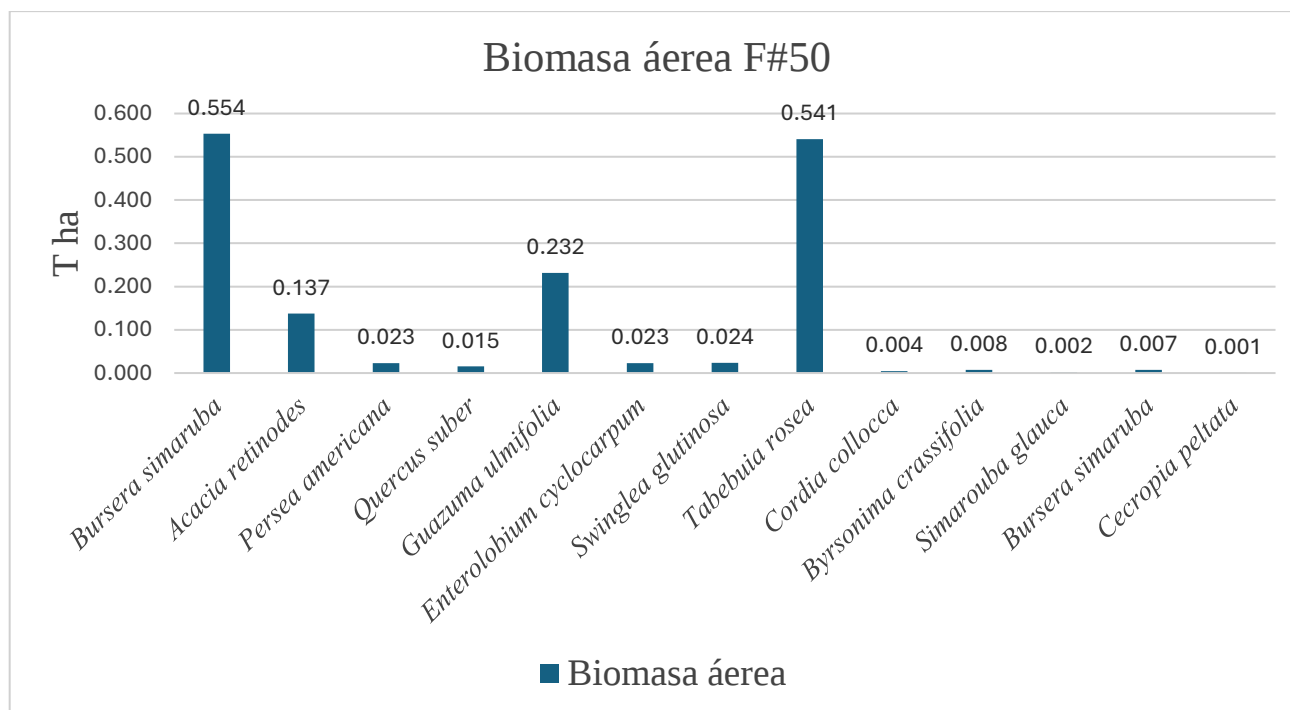
Grafica 32. Total de biomasa Finca #62

En la siguiente finca la biomasa total acumulada ronda las 4 (t) pero esta desequilibrada donde la especie (*Robinia hispida*) que concentra 2.52 toneladas casi un 63% del total de biomasa acumulada, seguida le sigue la especie (*Tabebuia rosea*) con un valor de 0.55 (t) y la especie (*Gliricidia sepium*) con 0.47 (t), en tercer nivel aparecen las especies (*Guazuma ulmifolia* y la *Laurus nobilis*) con valores de 0.21 a 0.12 (t), así mismo el resto de especies como las (*Bursera simaruba*, *Terminalia arjuna*, *Psidium guajava*, *Simarouba glauca*, *Jatropha curcas*, *Acacia retinodes* y la *Citrus sinensis*) que aportan en conjunto menos del 3% de la biomasa total. Este patrón refleja que esta finca está dominada por una leguminosa de crecimiento rápido que es la especie (*Robinia hispida*).

→ Finca #50

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T B ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	64	0.554
2	Acacia amarilla	<i>Acacia retinodes</i>	2	0.137
3	Aguacate	<i>Persea americana</i>	1	0.023
4	Alcornoque	<i>Quercus suber</i>	1	0.015
5	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0.232
6	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	5	0.023
7	Limoncillo	<i>Swinglea glutinosa</i>	2	0.024
8	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	9	0.541
9	Muñeco	<i>Cordia colocca</i>	1	0.004
10	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.008
11	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	1	0.002
12	Palma africana	<i>Bursera simaruba</i>	1	0.007
13	Yagrumo	<i>Cecropia peltata</i>	1	0.001

Tabla 26. Total de biomasa Finca #50



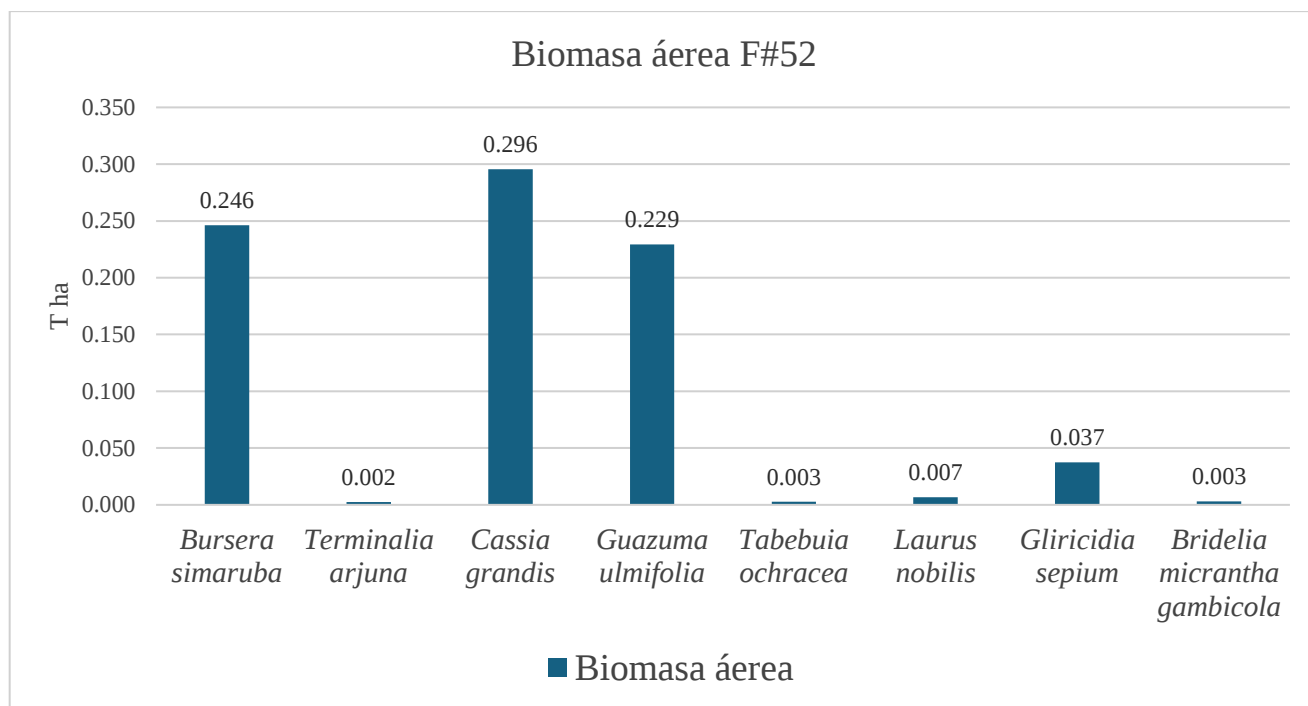
Grafica 33. Total de biomasa Finca #50

En esta finca la biomasa arbórea total se concentra casi por igual en dos especies dominantes (*Bursera simaruba* y *Tabebuia rosea*) que rondan valores de 0.55 a 0.54 (t), donde la siguen las especies (*Guazuma ulmifolia*) con 0.23 (t) y la especie (*Acacia retinodes*) con valores de 0.13 (t) de biomasa, el resto de las especies entre ellas las (*Persea americana*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Swinglea glutinosa*) y varias de aporte marginal representan menos del 13% de la biomasa total, esto indica que hay una baja equidad, donde la dominancia es por dos árboles que acaparan más de dos tercios de la biomasa, donde limita la diversidad funcional y la estabilidad a largo plazo.

➔ Finca #52

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T B ha
1	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	84	0.246
2	Arjuna	<i>Terminalia arjuna</i>	2	0.002
3	Carao	<i>Cassia grandis</i>	3	0.296
4	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.229
5	Cortez amarillo	<i>Tabebuia ochracea</i>	1	0.003
6	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	2	0.007
7	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	11	0.037
8	Mugimba	<i>Bridelia micrantha gambicola</i>	2	0.003
9	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	1	0.001

Tabla 27. Total de biomasa Finca #52



Grafica 34. Total de biomasa Finca #52

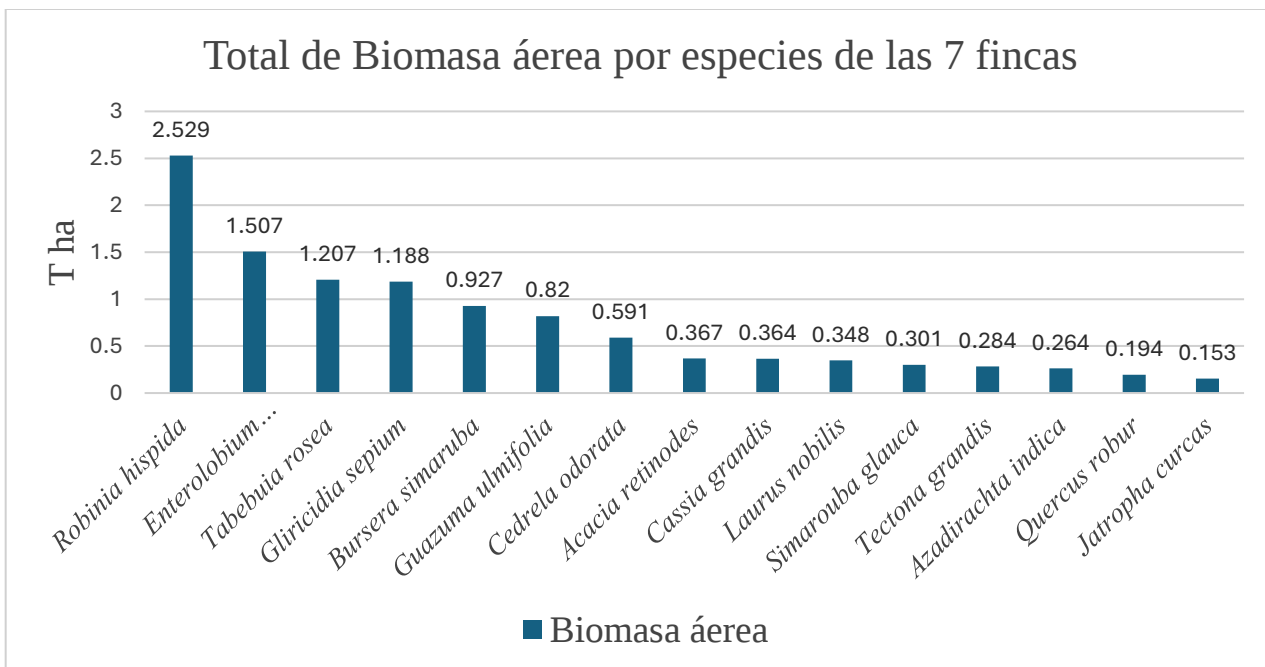
En esta finca la biomasa acumulada es de 0.82 (t) de biomasa y está prácticamente centrada en tres especies (*Cassia grandis*, *Bursera simaruba* y la *Guazuma ulmifolia*) con valores de 0.29 hasta 0.22 (t) donde juntas suman más del 90% de la biomasa total, así mismo el resto de las especies (*Gliricidia sepium*) con un valor de 0.037 (t) y las especies (*Laurus nobilis*, *Terminalia arjuna*, *Tabebuia ochracea*, *Bridelia micrantha gambicola* y la *Simarouba glauca*) aportan cantidades marginales menores a un 1% cada una. Este estudio realizado refleja que esta finca tiene muy baja igualdad, dominado por tres arboles de rápido crecimiento.

6.4.3. Comparación de Biomasa de las especies en las siete fincas

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Cantidad de Arboles	T B ha
1	Acacia amarilla	<i>Acacia retinodes</i>	7	0.367
2	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	5	0.264
3	Abedul	<i>Betula maximowicziana</i>	1	0.003
4	Mugimba	<i>Bridelia micrantha gambicola</i>	2	0.003
5	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	179	0.927
6	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	2	0.008
7	Carbón	<i>Calliandra pittieri</i>	4	0.017
8	Carao	<i>Cassia grandis</i>	5	0.364
9	Yagrumo	<i>Cecropia peltata</i>	1	0.001
10	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	45	0.591
11	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	1	0.001
12	Muñeco	<i>Cordia alliodora</i>	1	0.004
13	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	14	1.507
14	Higo Blanco	<i>Ficus virens</i>	1	0.000
15	Madreado	<i>Gliricidia sepium</i>	101	1.188
16	Guayacán	<i>Guaiacum officinale</i>	4	0.036
17	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	23	0.820
18	Piñón	<i>Jatropha curcas</i>	52	0.153
19	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	9	0.348
20	Aligustre	<i>Ligustrum lucidum</i>	2	0.009
21	Aguacate	<i>Persea americana</i>	1	0.023

22	Pino	<i>Pinus oocarpa</i>	1	0.055
23	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	5	0.041
24	Roble	<i>Quercus robur</i>	8	0.194
25	Alcornoque	<i>Quercus suber</i>	1	0.015
26	Acacia Rosada	<i>Robinia hispida</i>	16	2.529
27	Negrito de montaña	<i>Simarouba glauca</i>	12	0.301
28	Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	1	0.041
29	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	15	0.144
30	Limoncillo	<i>Swinglea glutinosa</i>	3	0.034
31	Cortez amarillo	<i>Tabebuia ochracea</i>	2	0.011
32	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	45	1.207
33	Teca	<i>Tectona grandis</i>	6	0.284
34	Arjuna	<i>Terminalia arjuna</i>	7	0.027

Tabla 28.Comparacion de biomasa de las especies en las siete fincas



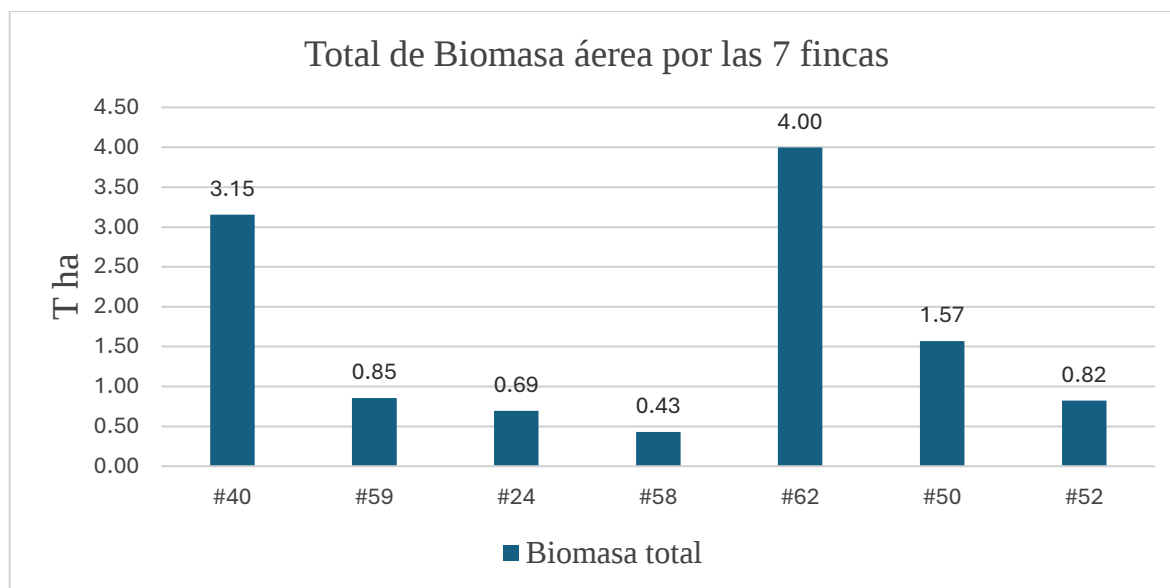
Grafica 35.Toneladas de biomasa por especie ha

En el conjunto de las siete fincas, la biomasa arbórea total representa un claro rango hacia unas pocas especies de crecimiento rápido o muy bien adaptadas a las condiciones locales como la especie (*Robinia hispida*) que lidera con un valor de 2.52 (t) de biomasa, seguidas están las especies (*Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea* y la *Gliricidia sepium*) con valores de 1.50 hasta 1.18 (t) de biomasa, estas cuatro especies concentran más de la mitad de la biomasa total, así mismo junto con las especies (*Bursera simaruba* y la *Cedrela odorata*) que tienen valores de 0.02 y 0.59 (t) suman casi el 75%, por otro lado las especies (*Cassia grandis*, *Acacia retinodes*, *Laurus nobilis* y la *Simarouba glauca*) tienen valores entre 0.35 hasta 0.30 (t). aportando funciones complementarias, así mismo el resto de las especies tienen contribuciones menores a 0.3 (t) cada una, donde actúan más como acompañantes de nicho y que también algunas están en fases tempranas de desarrollo, este patrón indica una fuerte dependencia de unas pocas especies dominantes.

6.4.4. Comparación total de Biomasa de las siete fincas.

N° Finca	Cantidad de Árboles	T B ha
#40	73	3.15
#59	83	0.85
#24	40	0.69
#58	84	0.43
#62	100	4.00
#50	94	1.57
#52	108	0.82

Tabla 29. Comparación total de Biomasa de las siete fincas.



Grafica 36. Total de Biomasa por especie en las siete fincas

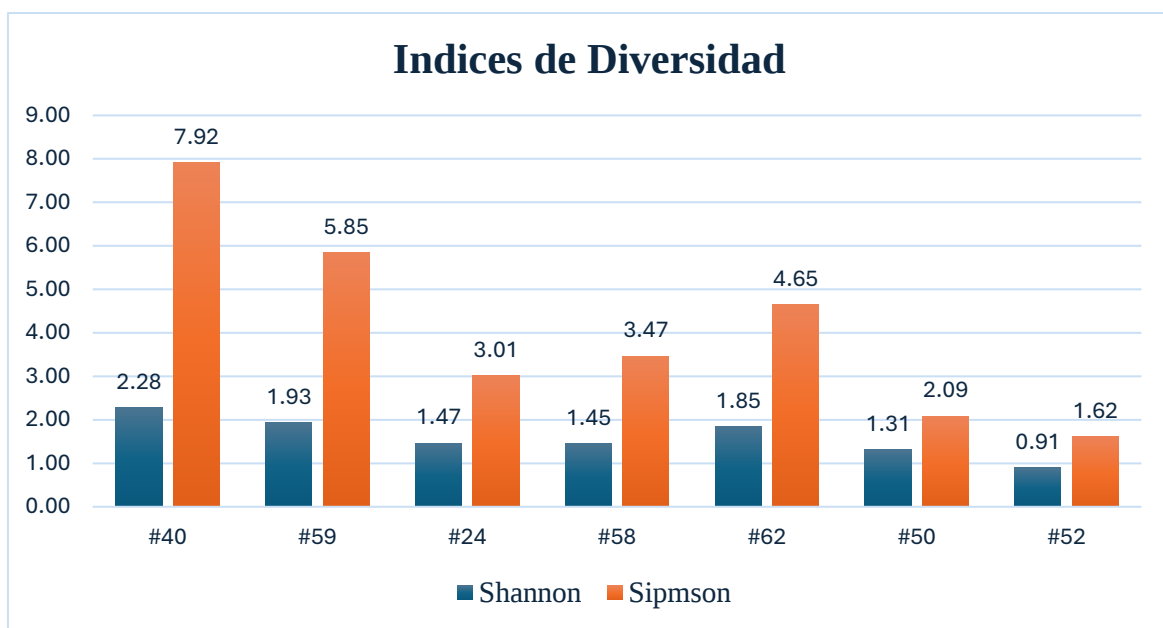
En la comparación de las siete fincas, la biomasa aérea total revela una clara superioridad donde la finca #62 lidera, alcanzando 4 (t/ha/año), seguida por la finca #40 con un valor de 3.15 (t), juntas estas dos fincas suman casi la mitad de la producción total de biomasa de las siete fincas. Así mismo las fincas que están más intermedias esta la finca #50 con un valor de 1.57 (t), la finca #59 con valores de 0.85 y la finca #52 con un valor de 0.82 (t), así mismo las fincas (#24 y #58) tienen valores de 0.69 y 0.43 (t), que muestran rendimientos muy bajos. Este análisis manifiesta que los resultados pueden variar por varias razones como especies de rápido crecimiento o prácticas de majo más efectivas que favorecen la acumulación de biomasa.

6.5. Análisis descriptivo y comparativo para los Índices de Shannon-Weiner y Simpson

Se utilizaron los índices Shannon-Weiner y Simpson en la investigación, para determinar la cantidad de especies en términos de diversidad en las siete fincas de la investigación y así mismo el índice de Simpson nos ayuda a evaluar la probabilidad que dos individuos al azar pertenezcan a especies distintas.

Indices de Shannon-Weiner y Simpson		
Fincas	Shannon	Simpson
#40	2.28	7.92
#59	1.93	5.85
#24	1.47	3.01
#58	1.45	3.47
#62	1.85	4.65
#50	1.31	2.09
#52	0.91	1.62

Tabla 30. Indices de Shannon-Weiner y Simpson



Grafica 37. Indices de Shannon-Weiner y Simpson

Entre las siete fincas, la #40 es la que más diversidad contiene (Shannon 2.28, Simpson con 7.92) y la finca menos diversa es la #52 con valores de (Shannon con 0.91, Simpson con 1.62), así mismo en general ambos índices correlacionan muy fuertemente (Pearson =0.96), lo que viene significando que cuando aumenta la riqueza y equitatividad (Shannon) también crece la probabilidad de poder encontrar especies distintas en una misma muestra (Simpson). Así mismo se agrupan en 3 niveles: alta diversidad (#40, #59, #62) con Shannon > 1.8 y para Simpson > 4.65, diversidad intermedia (#24, #58 con Shannon con 1.45 a 1.50 y para Simpson > a 3.01, y así mismo con baja diversidad (#50, #52) con Shannon < 1.35 y así mismo para Simpson valores de 1.62-2.09, esto indica que las fincas con mayor diversidad tienen ecosistemas más estables, resilientes y más abundantes.

VII CONCLUSIONES

Las evaluaciones realizadas en esta investigación confirman que la familia Fabaceae fue la que más carbono acumulado obtuvo con un 52% de total, mientras que la que menos aporte fue la Rutaceae con apenas 0.3 %. En abundancia, la familia más representada fue la Meliaceae con un 28% de los individuos registrados en todas las fincas, y la que menos fueron la Myrtaceae y Rutaceae con un solo árbol y cada una con un valor de 1.2%. esto refleja que no siempre la familia más numerosa es la más eficiente en la captura de carbono, ya que especies con menor número pueden tener mayor capacidad de fijación.

Los resultados de los índices Shannon-Weiner mostro que representa un 65% de diversidad efectiva frente al máximo posible, mientras que el índice de Simpson evidencio que cerca del 40% de los individuos pertenecen a unas pocas especies dominantes. Esto indica que, aunque exista una riqueza aceptable de especies, la equidad no es alta y unas pocas familias concentran la mayor abundancia y carbono.

Se observó que la diversidad arbórea alcanzo alrededor de un 55% del potencial esperado en sistemas más complejos, pero con fuertes limitaciones por las podas frecuentes que reducen la cobertura. Ahora la baja heterogeneidad estructural limita la presencia de fauna silvestre, ya que la falta de estratos y refugios disminuye el habitat disponible. Esto significa que las cercas vivas cumplen un papel importante en carbono y delimitación de potreros, aun no favorecen plenamente la biodiversidad ni la conectividad de la fauna local.

VIII RECOMENDACIONES

Impulsar la propagación y manejo de cercas vivas formadas por especies nativas y naturalizadas más que todo reconocidas por su rápido crecimiento y también buena densidad de madera como las especies (*Gliricidia sepium*, la *Bursera simarouba*, *Guazuma ulmifolia* y la *Jatropha curcas*) de modo que las fincas ganaderas fortalezcan su capacidad de captura de carbono principalmente.

Fijar un sistema de seguimiento participativo que utilice los segmentos georreferenciados ya establecidos en las fincas de investigación de modo que los datos sobre estructura, diversidad y biomasa de las cercas vivas se actualicen regularmente y sirvan de base para planes locales de mitigación climática.

Se recomienda mantener y dar seguimiento a las especies con mayor aporte de carbono, priorizando su conservación y manejo, e incentivar la incorporación de especies nativas con alta capacidad de fijación de carbono y valor ecológico. Es necesario implementar prácticas de manejo sostenible que reduzcan la poda excesiva y favorezcan la regeneración natural. Finalmente, se propone la creación de un banco de semillas de especies nativas y de alto valor ecológico, con el fin de garantizar la disponibilidad para futuras reforestaciones y aumentar la diversidad en las fincas.

IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, F. 2019. El sistema silvopastoril intensivo, alternativa de ganadería sostenible. Evitan la erosión del suelo (en línea). Hecho en México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Consultado 5 en. 2025. Disponible en <https://www.gaceta.unam.mx/el-sistema-silvopastoril-intensivo-alternativa-de-ganaderia-sostenible/>
- Aponte, W; Rodelo, A. 2019. Evaluación de Impacto Ambiental y ganadería extensiva en Colombia (en línea). Universidad Externado de Colombia. Consultado 4 en. 2025. Disponible en <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/0e08b404-c874-4031-a755-5b0d1c168d7c/content>
- Arroyo, M; Ramírez, A. 2020. Dióxido de carbono, sus dos caras. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. Consultado 2 en. 2025. Disponible en <file:///D:/Dialnet-DioxidoDeCarbonoSusDosCaras-8109260.pdf>
- Attenborough, D. 2020. UNA VIDA EN NUESTRO PLANETA (en línea). Barcelona, España. 20 p. Consultado 2 en. 2025. Disponible en https://proassetspdlcom.cdnstatics2.com/usuaris/libros_contenido/arxius/47/46547_Una_vida_en_nuestro_planeta.pdf
- Ayala, M. 2023. Crecimiento, producción y captura de carbono aéreo, de *Centrolabium ochroxylum* Rose ex Rudd en sistemas silvopastoriles, Costa baja del Ecuador (en línea). Tesis. ECUADOR - REGIÓN COSTA BAJA. Consultado 2 en. 2025. Disponible en <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/9865>
- BBVA. 2024. HUELLA DE CARBONO. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-dioxido-de-carbono-co2-y-como-impacta-en-el-planeta/>
- Canu, A. 2018. NAMA PARA UN SECTOR GANADERO BAJO EN CARBONO Y RESILIENTE AL CLIMA EN HONDURAS: Disponible en: <https://unepccc.org/wp-content/uploads/2018/01/honduras-livestock-spanish-final.pdf>

- COP16. 2024. Naciones unidad, biodiversidad. (en línea). Cali. Colombia. Consultado el 5 en. 2025. Disponible en <https://www.wwf.org.co>
- Estrada, M. (2014). “SISTEMAS SILVOPASTORILES INTENSIVOS, BASE DE LA PRODUCTIVIDAD, CREACIÓN DE VALOR Y SOSTENIBILIDAD DE LA GANADERIA DEL TRÓPICO DE MÉXICO”. (En línea). Disponible en: <https://www.redinnovagro.in/docs/silvopastoril.pdf>
- Fedemaderas. 2023. La deforestación, un grave problema a nivel mundial (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado el 4 en.2025. disponible en <https://fedemaderas.org.co/la-deforestacion-un-grave-problema-a-nivel-mundial/>
- Fran. (2020). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. (En línea). Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a8369c1b-88c7-41f2-8b7b-0d0e013a95d7/content>.
- Garibaldi, C; Arcia, D. 2016. BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS, Y SU PERCEPCIÓN SOCIAL EN LA RESERVA FORESTAL EL MONTUOSO (en línea). Universidad de Panamá, ICAB/ Departamento de Botánica. Consultado 3 en. 2025. Disponible en [https://up-rid.up.ac.pa/112/1/Tecnociencia%20articulo%206%2018\(2\).pdf](https://up-rid.up.ac.pa/112/1/Tecnociencia%20articulo%206%2018(2).pdf)
- 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.
<https://www.semillas.org.co/es/ganader#:~:text=Seg%C3%BAAn%20este%20estudio%20C%20la%20ganader%C3%ADa,medidas%20en%20equivalentes%20de%20CO2%20>
- Ibrahim, M; Tobar, D. 2009. ¿Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios? (en línea). Turrialba, Costa Rica. Consultado 2 en. 2025. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58n1/a32v58n1.pdf>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate change). 2021. Climate Change 2021 The Physical Science Basis (en línea). USA. 280 p. informe IPCC. Consultado 2 en. 2025. Disponible en https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SummaryVolume.pdf

- Jost, M. 2006. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. (En línea). Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/629/62980201.pdf>.
- Larios, M (2011). Evaluación Preliminar sobre Causas de Deforestación y Degradación de Bosques en Honduras. CONSULTORÍA EN LEGISLACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL, (ECOJURIS). (En línea). Disponible en: <https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2022/02/2011-Analisis-de-la-Deforestacion-en-Honduras-REDD-CCAD-GiZ.pdf>.
- Laughner, E. 2020. La ganadería y su contribución al cambio climático (en línea). Consultado 4 en. 2025. Disponible en <https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2020/09/Informe-Ganaderia-Cambio-climatico-Amigos-de-la-Tierra.pdf>
- Lockwood, L. 2024. Dióxido de carbono fallas. Universidad de Georgia. Estados Unidos. Consultado 3 en. 2025. Disponible en <https://easypdfs.cloud/downloads/4917031->
- Magurran, E. 2004. Medición de la Diversidad Biológica. Editorial Blackwell, Malden. (en línea). Revista Colombiana de Ciencia Animal. consultado 5 en. 2025. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4694165>
- Maldonado, J; Sánchez, R. 2022. Servicios ecosistémicos y biodiversidad en América Latina y el Caribe. Universidad de los Andes, Bogotá – Colombia (en línea). Consultado 3 en. 2025. Disponible en <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2106/Servicios%20ecosistémicos%20y%20biodiversidad%20en%20ALC.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Martínez, H.(1985). MANEJO Y PRODUCCION DE CERCAS VIVAS DE *Gliricidia sepium* EN EL NOESTE DE HONDURAS. (En línea). 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#:~:text=Algunas%20de%20las%20especies%20m%C3%A1s,11%2C%2013%2C%2021\).](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#:~:text=Algunas%20de%20las%20especies%20m%C3%A1s,11%2C%2013%2C%2021).)

- Martinez, M. 2015. Cambio Climático (en línea). España. 32 p. Informe. Consultado el 2 en. 2025. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n31/v6n31a1.pdf>
- McKibben, M. 2010. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. (En línea). Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/629/62980201.pdf>
- Meraz, S.(2023). TIPOS DE BOSQUES EN HONDURAS. (En línea). Disponible en: https://issuu.com/seylimera/docs/grupo_3_u1t2a1/s/27001563
- Michel, R. 2002. CAPTURA DE CARBONO EN LOS SUELOS PARA UN MEJOR MANEJO DE LA TIERRA (en línea). París, Francia. Consultado 5 en. 2025. Disponible en <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d8b7252e-03c2-4116-8b6c-ebd5ca3c9662/content>
- Moreno, C; Barragan, F; Pineda, E; Pavón, N. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas (en línea). Veracruz, México. Consultado 5 en. 2025. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532011000400019&script=sci_arttext
- Odum, D; Sarmiento, E. 1998. DIVERSIDAD Y ESTABILIDAD. Autoorganización del ecosistema (en línea). España. Consultado 4 en. 2025. Disponible en http://tarwi.lamolina.edu.pe/~acg/diversidad_biologica.htm
- Pulido, S. 2005. Las cercas vivas: herramienta clave para la conservación de la biodiversidad en un paisaje rural de la cordillera central de los Andes Colombianos (en línea). Tesis. Pontificia Universidad Javeriana. Consultado 5 en. 2025. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/56122>
- Repetto, J. 2009. Impacto ambiental de la ganadería intensiva, Ciencias Ambientales de la FAUBA (en línea). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Consultado 4 en. 2025. Disponible en <https://sobrelatierra.agro.uba.ar/impacto-ambiental-de-la-ganaderia-intensiva/>
- Sánchez, D.(2008). Cervas vivas y su valor para la producción y conservación. (En línea). Disponible en:

https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7782/Cercas_vivas.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Silva, B. (2020). SISTEMAS SILVOPASTORILES ASPECTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS. (En línea). Disponible en: <https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/sistemas-silvopastoriles-aspectos-teoricos-y-practicos.pdf>
- Tomas, D. 2024. Diversidad de mariposas en un paisaje agropecuario del Pacífico Central de Costa Rica (en línea) Agroforestería en las Américas. Consultado 3 en. 2024.
- Trio, W. 2024. Claves para convertir España en líder mundial de acción climática. Informe de Greenpeace España. Consultado 4 en. 2025. Disponible en: <https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2024/06/Resumen-Ejecutivo-Informe-Ambicion-Climatica-1-1.pdf>
- UNDP. 2020. El Diccionario Climático. Una guía práctica para el cambio climático. Consultado 5 en. 2025. Disponible en: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-10/undp-the-climate-dictionary-es_0.pdf
- UNDP. 2023. El Diccionario Climático. Una guía práctica para el cambio climático. Consultado 4 en. 2025. Disponible en: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-10/undp-the-climate-dictionary-es_0.pdf
- Villanueva, C. (2008). Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos. (En línea). Consultado 4 en. 2025. Disponible en: https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4289/Valor_economico_y_ecologico_de_las_cercas_vivas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

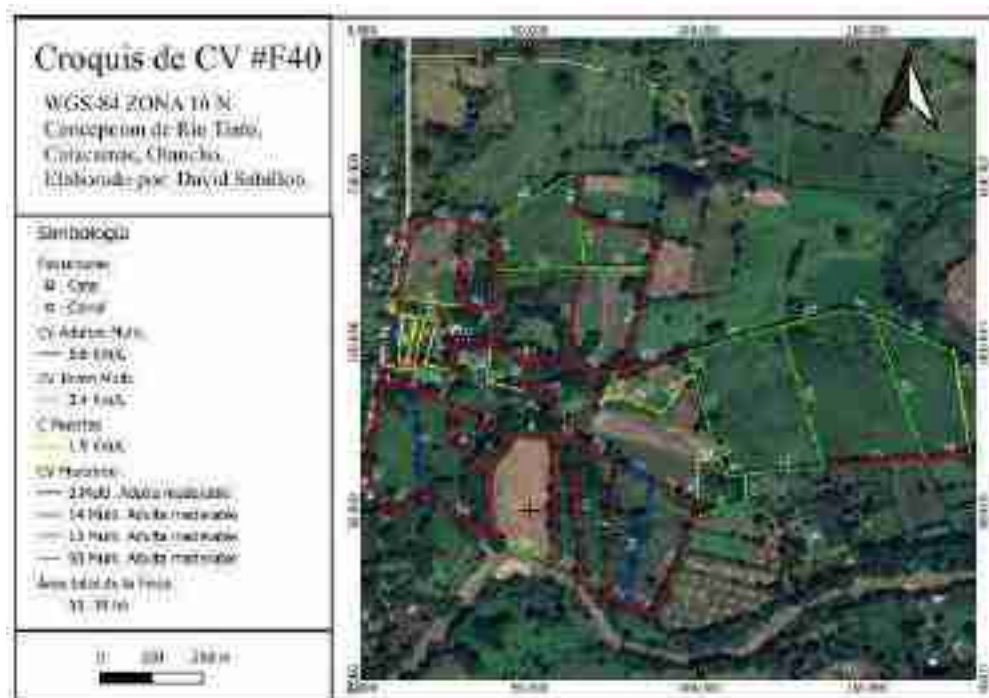
Anexos 1. Emisiones mundiales totales de gases de efecto invernadero en 2023 (Florescia)



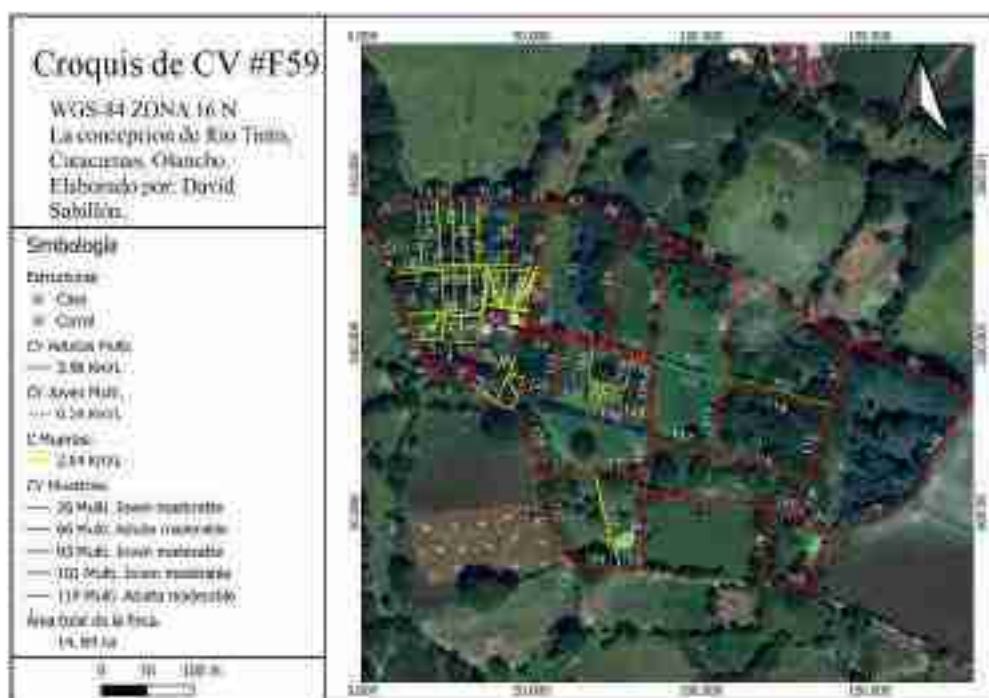
Anexos 2. Aplicación PlantNet para identificación de especies arbóreas



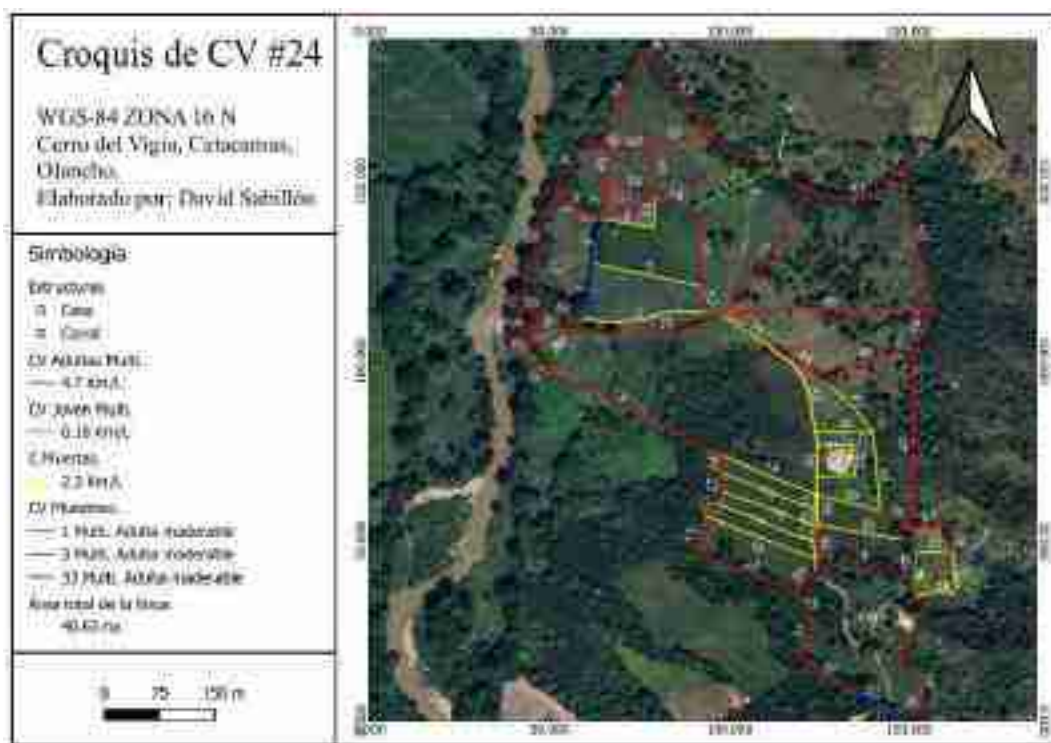
Anexos 3. Mapa de la finca #40, Catacamas, Olancho



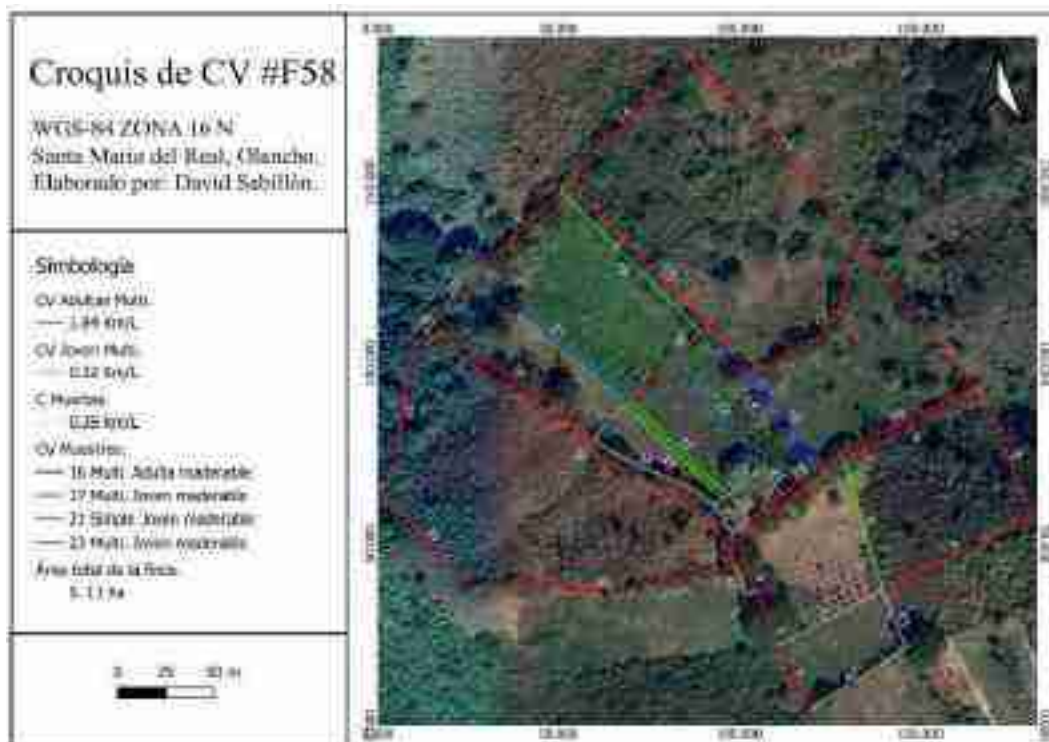
Anexos 4. Mapa de la finca #59, Catacamas, Olancho



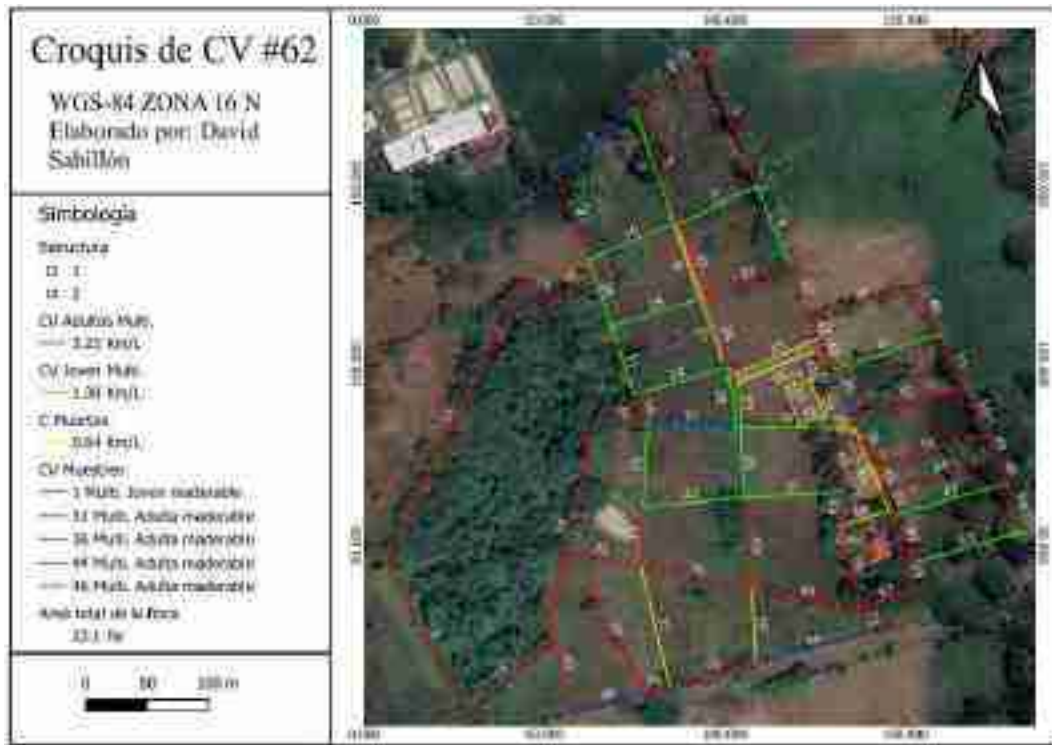
Anexos 5. Mapa de la Finca #24, Catacamas, Olancho



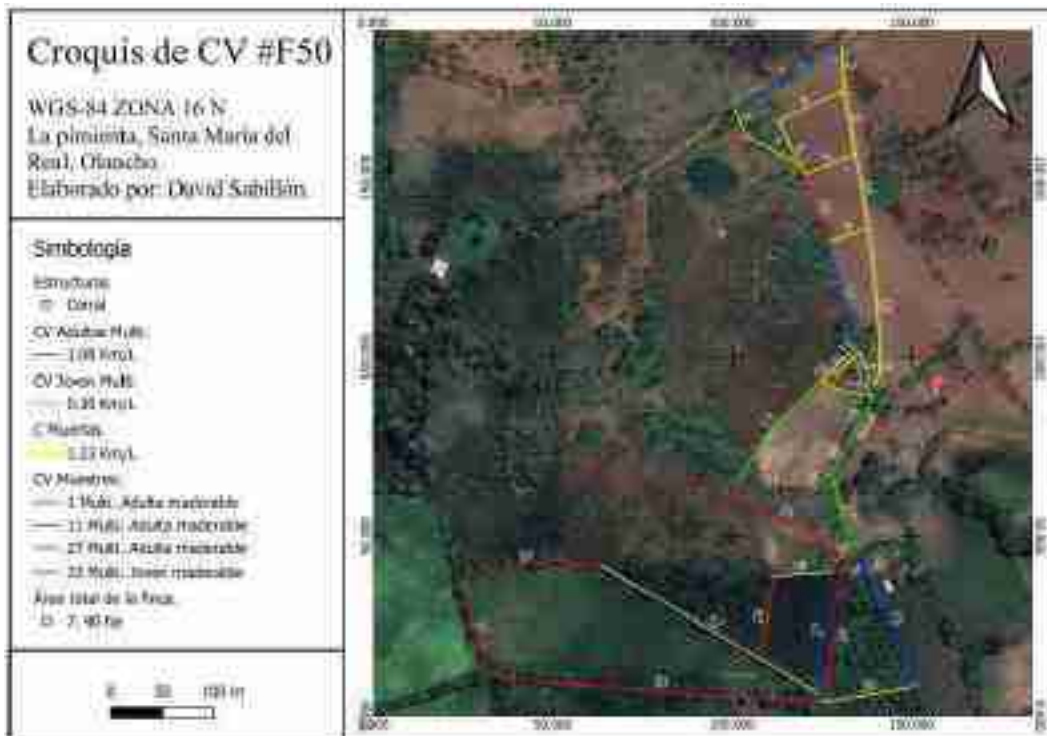
Anexos 6. Mapa de la finca #58, Santa María del Real.



Anexos 7. Mapa de la finca #62, Santa María del Real, Olancho.



Anexos 8. Mapa de la finca #50, Santa María del Real, Olancho



Anexos 9. Mapa de la finca #52, Santa María del Real, Olancho



Anexos 10. Imagen de medición de diámetro del árbol



Anexos 11. Imagen para medición de los 50 m



Anexos 12. Imagen de recorrido y diseño de croquis de las cercas vivas



Anexos 13. Imagen de diseño de las placas de identificación



**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

Azimut _____

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)

o _____ 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
- ☐ 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 o 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