



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Forestal

Título de proyecto de investigación:

Estimación volumétrica y del carbono de la biomasa aérea de la cobertura forestal del sector uno de la finca experimental la Represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

AUTOR:

ARROBA JACOME BRAYAN BLADIMIR

Director del proyecto de Investigación:

Ing. For. WALTER GARCÍA COX M.Sc.

QUEVEDO-LOS RÍOS-ECUADOR

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Arroba Jácome Brayan Bladimir**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Arroba Jácome Brayan Bladimir

AUTOR

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Walter García Cox**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la egresada **Arroba Jácome Brayan Bladimir**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, **“Estimación volumétrica y del carbono de la biomasa aérea de la cobertura forestal del sector uno de la finca experimental La Represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Ing. For. Walter García Cox M.Sc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

CERTIFICACIÓN

El suscrito, **Ing. Walter García Cox**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Estimación volumétrica y del carbono de la biomasa aérea de la cobertura forestal del sector uno de la finca experimental La Represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo**”, de autoría de la estudiante **ARROBA JACOME BRAYAN BLADIMIR** de la carrera de Ingeniería forestal.

CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 4%.



Document Information

Analyzed document	TESIS BRAYAN ARROBA -----.docx (D115999060)
Submitted	2021-10-22 00:47:00
Submitted by	Walter García
Submitter email	wgarcia@uteq.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	wgarcia.uteq@analysis.orkund.com

Ing. For. Walter García Cox M.Sc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Estimación volumétrica y del carbono de la biomasa aérea de la cobertura forestal del sector uno de la finca experimental La Represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal.

Aprobado por:

Ing. Rolando López. M.sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Pedro Suatunce. M.sc.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. Edison Solano. M.sc.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2021

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación se lo dedico a Dios, por siempre llenarme de fuerzas y de valor para poder enfrentar las adversidades de la vida.

A mi hijo Mathius Arroba Defaz, el que ha sido mi motor y el motivo para llegar a cumplir esta meta tan anhelada, mi fortaleza para salir adelante, a ti hijo querido que no me alcanzan las palabras para expresarte mi amor hacia ti, te dedico este triunfo y todos los que vienen.

A mi compañera de vida, mi amiga, la persona más maravillosa que me ha dado la vida le agradezco por a verme apoyado hasta el último instante en mi carrera, y por siempre estar en mis victorias así como también en mis derrotas, hablo de Lady Domenica Defaz Vera muchas gracias por todo.

A mis padres el Señor Luis Arroba Toasa y a la Señora Dina Jácome Acurio, quienes han sido el pilar fundamental de mi carrera universitaria, por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y hacerlos sentir orgullosos de mí, gracias por tanto y por todo los amo.

A mis compañeros de curso por siempre apoyarme en las buenas y malas pero en especial a los que hemos construido más que una amistad una hermandad, a mis futuros colegas, Dany Calero, Ivanna Villanueva, Jordan Barreiro, Michael Arias, y Angie Ganchozo, gracias a todos ustedes por siempre ser unidos, por siempre demostrarme un gran cariño, y espero que siempre sigamos haciendo ese gran equipo el cual nunca se abandonan y se apoyan en todo momento, los quiero demasiado a todos ustedes hermanos del alma.

Brayan Bladimir Arroba Jácome.....

AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a Dios, por guiarme en el camino y darme la gran fortaleza de seguir avanzando para empezar un camino lleno al éxito.

Manifiesto mis más grandes agradecimientos a mis profesores quienes compartieron sus conocimientos para una mejor formación académica, gracias a mi tutor de proyecto Ing. Walter García Cox, quien con su guía y su conocimiento formo una parte fundamental para desarrollar mi proyecto, aquellos docentes que estaban incondicionalmente para ayudarme y que además de ser maestros construimos una amistad la cual espero sea inquebrantable, agradecido profundamente con la Ing. María Lorena Cadmen, al Ing. Rolando Lopez, al Ing. Pedro Suatunce, al Ing. Carlos Belezaca, al Ing. Rommel Crespo y al Ing. Edison Solano, a cada uno de ustedes muchas gracias por siempre brindarme su tiempo y ayuda con cada uno de los inconvenientes que se han presentado a lo largo de mi formación universitaria.

Agradezco también a mis compañeros y próximos colegas Sebastián Triviño, Jessica Reyes, Adrián Saltos, por haberme ayudado incondicionalmente a la toma de datos de campo, para poder hacer posible la elaboración de este proyecto de investigación.

A la señora Rosario Pimentel Bustamante, una gran amiga que ha formado parte fundamental en mi carrera universitaria ayudándome a seguir adelante siendo un gran pilar de sabiduría y enseñanza ayudándome a que nunca desista y siempre brindándome esos grandes consejos de superación, te quiero mucho “Charito”.

RESUMEN

Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia seca; son considerados como los ecosistemas terrestres responsables de la mayor parte de los flujos de carbono entre la tierra y la atmósfera. La presente investigación tiene como objetivo la estimación del volumen y el contenido de carbono de la biomasa aérea de la cobertura forestal del sector dos de la finca experimental “La Represa”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, perteneciente a la parroquia San Carlos, en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. Mediante un censo forestal realizado para la presente investigación en sector dos, el cual contaba con una superficie de 6,1048 HA que tiene este sector, se pudo registrar un total de 2.055 árboles, los cuales estaban distribuidos en 44 especies dentro de 22 familias diferentes; cabe resaltar que la variedad de especies que existe en el lugar se debe a la presencia de la colección de especies forestales que tiene la Universidad técnica Estatal de Quevedo en el sector dos de la finca experimental “La Represa”; destacando de esta forma como la especie más representativa guayacán con 1.039 árboles, seguido de amarillo lagarto con 114 árboles. Se obtuvo también un total de 2.025,82 m³, las especies que presentaron mayor volumen fueron guayacán con 984,86 m³ y pachaco con 138,71 m³. Mediante el método no destructivo se pudo cuantificar la biomasa aérea 2.587,76 Tm/total almacenados en 1.293,88 Tm/total carbono contenido, la especie que contó con el mayor promedio más alto fue pechiche con 373,30 Tm/B y 186,65 Tm/C, seguido de pachaco con 189,09 Tm/B y 94,54 Tm/C.

Palabras claves: Censo forestal, especies forestales, volumen, familia.

ABSTRACT

Forests and jungles capture, store and release carbon as a result of photosynthetic, respiration and dry matter degradation processes; are considered to be the terrestrial ecosystems responsible for most of the carbon fluxes between the earth and the atmosphere. The objective of this research is to estimate the volume and carbon content of the aerial biomass of the forest cover of sector two of the experimental farm "La Represa", owned by the State Technical University of Quevedo, belonging to the San Carlos parish, in the Quevedo canton, Los Ríos province. Through a forest census carried out for the present investigation in sector two, which had an area of 6,1048 HA that this sector has, a total of 2.055 trees could be registered, which were distributed in 44 species within 22 different families ; It should be noted that the variety of species that exists in the place is due to the presence of the collection of forest species that the State Technical University of Quevedo has in sector two of the experimental farm "La Represa"; highlighting in this way as the most representative Guayacán species with 1.039 trees, followed by yellow lizard with 114 trees. A total of 2.025,82 m³ was also obtained, the species with the highest volume were Guayacán with 984,86 m³, and Pachaco with 138,71 m³. By means of the non-destructive method, it was possible to quantify the aerial biomass 2587,76 Tm / total stored in 1.293,88 Tm / total carbon content, the species that had the highest average was pechiche with 373,30 Tm / B and 186,65 Tm / C, followed by pachaco with 189,09 Tm / B and 94,54 Tm / C.

Keywords: Forest census, forest species, volume, family.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..	iii
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLÍN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	16

CAPÍTULO I: CONCEPTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización de la Investigación	18
1.1.1. Diagnóstico.....	18
1.1.2. Formulación del problema.....	18
1.1.3. Sistematización del problema.....	18
1.1.4. Pronóstico	18
1.2. Objetivos.....	19
1.3. Justificación	20

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACION TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual	22
2.1.1. Carbono	22
2.1.2. Estructura del carbono	22

2.1.3. Captura y almacenamiento de carbono.....	22
2.1.4. El carbono en la hojarasca	24
2.1.5. Fijación de carbono en sistemas forestales.....	25
2.2. Marco referencial.....	26
2.3. Marco conceptual	26

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos.....	29
3.1.1. Mapa de ubicación.....	29
3.1.2. Localización del proyecto de investigación.....	30
3.2. Tipo de investigación.....	30
3.3. Métodos de investigación	30
3.3.1. Métodos	30
3.4. Fuentes de recopilación	31
3.4.1. Fuentes primarias.....	31
3.4.2. Fuentes secundarias	31
3.5. Diseño de la investigación.....	31
3.5.1. Análisis de variables	31
3.5.1.1. Censo forestal	31
3.5.1.2. Diámetro a la altura del pecho.....	31
3.5.1.3. Altura del árbol.....	32
3.5.1.4. Volumen total	32
3.5.1.5. Cálculo de la biomasa área	32
3.5.2. Cálculo del CO ₂	33
3.5.3. Cálculo de cantidad de carbono.....	33
3.6. Instrumentos de investigación	34
3.7. Tratamientos de los datos	34

3.8. Recursos humanos y materiales.....	34
3.8.1. Materiales	34

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados.....	37
4.1.1. Identificar las especies forestales presentes en la zona uno de la finca experimental La Represa.....	37
4.1.2. Estimación volumétrica de las especies arbóreas del sector uno de la finca experimental La Represa.	39
4.1.3. Determinar la cantidad de carbono que se encuentra almacenado en la cobertura forestal en el sector uno de la finca experimental La Represa.	41
4.1. Discusión	44

CAPÍTULO V: [CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES](#)

5.1. Conclusiones.....	46
5.2. Recomendaciones	47

CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.....	49
------------------------	----

CAPÍTULO VII: ANEXOS

7.1. Anexos	53
-------------------	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre hibridación, estereoquímica y estructuras del carbono sólido	22
Tabla 2. Perfil por procesos o actividades industriales de las grandes fuentes estacionarias de CO ₂ de todo el mundo con emisiones de más de 0,1 millones de toneladas de CO ₂ (MtCO ₂) al año.....	23
Tabla 3. Listado de las especies forestales del sector uno.....	37
Tabla 4. Volumen de madera del sector uno de la finca experimental “La Represa”	39
Tabla 5. Contenido de carbono en la biomasa área del sector uno.....	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama esquemático de los posibles sistemas de CAC. En él se indican las fuentes para las que la CAC podría ser de utilidad, así como las opciones de transporte y almacenamiento del CO ₂ (por gentileza del CO ₂ CRC).	24
Figura 2. Finca Experimental La Represa.	29
Figura 3. Abundancia de las especies por familia de la zona 1.....	39
Figura 4. Volumen de madera por familias del sector uno.....	40
Figura 5. Contenido de carbono por familia del sector uno	43

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Medición de diámetros de las especies maderables.....	52
Anexo 2. Toma de alturas de las especies maderables.....	53
Anexo 3. Anotación de los datos obtenidos.....	53
Anexo 4. Limpieza en las zonas que eran necesarias para la toma de datos.	55
Anexo 5. Ficha de formulario de campo.	56
Anexo 6. Datos tomados en campo en la finca experimental “La Represa”	57

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Estimación volumétrica y del carbono de la biomasa aérea de la cobertura forestal del sector uno de la finca experimental La Represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
Autor:	Brayan Bladimir Arroba Jácome
Palabras clave:	Censo forestal, especies forestales, volumen, familia.
Fecha de publicación:	
Editorial:	Quevedo: UTEQ 2021
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia seca; son considerados como los ecosistemas terrestres responsables de la mayor parte de los flujos de carbono entre la tierra y la atmósfera. La presente investigación tiene como objetivo la estimación del volumen y el contenido de carbono de la biomasa aérea de la cobertura forestal del sector dos de la finca experimental “La Represa”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, perteneciente a la parroquia San Carlos, en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. Mediante un censo forestal realizado para la presente investigación en sector dos, el cual contaba con una superficie de 6,1048 HA que tiene este sector, se pudo registrar un total de 2.055 árboles, los cuales estaban distribuidos en 44 especies dentro de 22 familias diferentes; cabe resaltar que la variedad de especies que existe en el lugar se debe a la presencia de la colección de especies forestales que tiene la Universidad técnica Estatal de Quevedo en el sector dos de la finca experimental “La Represa”; destacando de esta forma como la especie más representativa guayacán con 1.039 árboles, seguido de amarillo lagarto con 114 árboles. Se obtuvo también un total de 2025,82 m³, las especies que presentaron mayor volumen fueron guayacán con 984,86 m³ y pachaco con 138,71 m³. Mediante el método no destructivo se pudo cuantificar la biomasa aérea 2587,76 Tm/total almacenados en 1293,88 Tm/total carbono</p>

	contenido, la especie que contó con el mayor promedio más alto fue pechiche con 373,30 Tm/B y 186,65 Tm/C, seguido de pachaco con 189,09 Tm/B y 94,54 Tm/C.
Descripción:	Hojas: dimensiones 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

INTRODUCCIÓN

La compactación es considerada la principal causa de degradación de los suelos agrícolas. Su efecto provoca cambios en la estructura del suelo, afecta el comportamiento de las propiedades físicas y dificulta el crecimiento y el desarrollo de las plantas. (Domínguez-Palacio et al, 2018) La compactación es, además, precursora del proceso de erosión de los suelos y del encostramiento superficial. Es un proceso de compresión, que provoca incremento de la masa del suelo por unidad de volumen, debido a la aplicación de una fuerza externa, resultando en una disminución del flujo e intercambio hídrico y gaseoso del suelo. Debido a la composición textural y estructural de los suelos, los índices de relación masa/volumen varían de un tipo de suelo a otro.

El carbono se puede estimar a través de la biomasa, por eso los modelos de biomasa han aumentado en los últimos años, y posiblemente sean más los desarrollados para árboles individuales que para bosques. Para estimar la biomasa se utilizan varios tipos de modelos de regresión y combinación de variables. En general, y así lo demuestran muchas investigaciones, el DAP es la variable que mejor se correlaciona y predice la biomasa. Además, el DAP es una variable de fácil medición y que se registra en la mayoría de los inventarios forestales (Fonseca et al, 2009). Para determinar la biomasa aérea de algunas especies forestales se han realizado estudios de campo y laboratorio que han generado modelos alométricos específicos, los cuales para estimar la biomasa requieren tomar en campo el DAP y altura del árbol y por simple aplicación del modelo se obtiene la biomasa para un determinado sistema forestal o agroforestal.

El uso de los ecosistemas forestales como sumideros y reservorios de carbono es cada día más aceptado. Aun así, la información fidedigna sobre su crecimiento en biomasa y la capacidad de captura y de almacenamiento de CO₂ es insuficiente para proponer formas de compensación a los propietarios de bosques. En la presente investigación se buscará la estimación volumétrica y carbono de la biomasa aérea de la cobertura forestal del sector uno de la finca experimental la represa. Utilizando diferentes variables con el objetivo de obtener la cantidad total de biomasa aérea total dentro del sector uno en la Finca Experimental La Represa utilizando diferentes variables.

CAPÍTULO I
CONCEPTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización de la Investigación

1.1.1. Diagnóstico

En la actualidad no existe información sobre el registro de la cantidad de carbono en el sector uno de la finca experimental La Represa, esto se debe a que no se han realizado investigaciones de este tipo con anterioridad en este lugar.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la cantidad de biomasa aérea y carbono que contiene la cobertura forestal del sector uno ubicado en la finca experimental La Represa, en el cantón Quevedo?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la cantidad de biomasa aérea que se encuentra presente dentro del sector uno de la finca experimental La Represa, en el cantón Quevedo?
- ¿Cuál es la cantidad de carbono que existe en la cobertura forestal del sector uno en la finca experimental La Represa, en el cantón Quevedo?

1.1.4. Pronóstico

Se pronostica obtener resultados sobre el contenido de biomasa aérea dentro de la cobertura forestal del sector uno dentro de la finca experimental La Represa este se espera que contenga un gran valor.

1.2. Objetivos

General

Cuantificar el volumen de madera de las especies forestales y la cantidad de carbono en la biomasa aérea de la cobertura forestal del sector uno de la finca experimental La Represa.

Específicos

- Identificar las especies forestales presentes en la zona uno de la finca experimental La Represa.
- Estimación volumétrica de las especies arbóreas del sector uno de la finca experimental La Represa.
- Determinar la cantidad de carbono que se encuentra almacenado en la cobertura forestal en el sector uno de la finca experimental La Represa.

1.3. Justificación

La falta de información que existe acerca de temas como la biomasa aérea y carbono de las coberturas forestales conlleva problemas en cuanto al desconocimiento de las funciones ecológicas de los bosques en temas de mitigación del cambio climático. Dentro de la finca experimental La Represa no existen muchas investigaciones acerca del tema por lo que no se presenta un registro que permita llevar a cabo el monitoreo y la gestión de las coberturas forestales relacionando la toma de decisiones en los procesos ecológicos, evolutivos y de preservación. La biomasa aérea de los bosques naturales es una de las principales reservas de carbono en ecosistemas terrestres, su estimación es de suma importancia para monitorear los contenidos de carbono y así tener una idea de las emisiones que se generan por la deforestación.

Los beneficiarios directos de este proyecto serán los estudiantes y docentes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, además de otras identidades públicas que tomen como base estos datos, para sus actividades educativas, como también para otros proyectos de investigación acorde a la investigación realizada en la zona dos de la finca experimental La Represa, con el fin de continuar con el proceso de investigación para que de esta manera poder dar soluciones a problemas forestales que se está viviendo actualmente.

CAPÍTULO II
CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Carbono

El carbono es un elemento relativamente abundante en nuestro planeta; sus átomos se encuentran casi en su totalidad combinados con otros elementos, formando una gigantesca variedad de compuestos. Se piensa que la primera forma en que existió el carbono en nuestro planeta fue como dióxido de carbono (CO_2) que pudo haberse fijado en la corteza terrestre de diversas maneras, por ejemplo, al combinarse con algunos óxidos metálicos, formando carbonatos como el mármol, (CaCO_3). Posee características contrastantes: puede ser el más duro o uno de los más blandos; negro y opaco o incoloro y transparente; el más caro o el más barato; el más antiguo o el más moderno. Es un elemento que se encuentra en todos los seres vivos y forma una cantidad tan enorme de moléculas que tal vez nunca se conozcan todas. Está constituido únicamente por átomos con seis protones y seis electrones (Gasque, 2019).

2.1.2. Estructura del carbono

El elemento carbono, con un número atómico de 6, posee una configuración electrónica $[\text{He}]2s^2 2p^2$. Los átomos de carbono pueden adoptar tres tipos de hibridación de orbitales: sp^3 , sp^2 y sp , que dan lugar a tres estructuras básicas del carbono: diamante, grafito y carbinos, respectivamente. La Tabla 1 resume la relación existente entre tipos de enlace, estereoquímica y estructuras del carbono sólido (Tascón, 2007).

Tabla 1. Relación entre hibridación, estereoquímica y estructuras del carbono sólido

Tipo de hibridación	Estereoquímica	Estructuras
Sp^3	Tetraédrica	Diamante Lonsdaleita
Sp^2	Trigonal plana	Grafito hexagonal grafico romboédrico
sp	Lineal	Carbinos

Fuente: Tascón (2007)

2.1.3. Captura y almacenamiento de carbono

La captura y almacenamiento del carbono (CAC) constituye un proceso consistente en la separación del CO_2 emitido por la industria y fuentes relacionadas con la generación de

energía en los procesos de combustión y su transporte a un lugar de almacenamiento geológico para aislarlo de la atmósfera a largo plazo. Debido a los riesgos subyacentes se ha prohibido la difusión del CO₂ en la columna de agua oceánica o en el fondo marino, contempladas inicialmente como una opción en los primeros estudios sobre la CAC y por tanto solamente se hace referencia al almacenamiento en el subsuelo terrestre o marino, de forma preferente en yacimientos salinos. La acidificación del océano podría tener consecuencias negativas para los ecosistemas marinos y no hay ninguna garantía de que el CO₂ no vuelva a la atmósfera (Arribas, 2013).

La captación de CO₂ puede aplicarse a grandes fuentes puntuales. Entonces, el CO₂ sería comprimido y transportado para ser almacenado en formaciones geológicas, en el océano, en carbonatos minerales, o para ser utilizado en procesos industriales. Las grandes fuentes puntuales de CO₂ comprenden a las instalaciones de combustibles fósiles o de energía de la biomasa de grandes dimensiones, principales industrias emisoras de CO₂, la producción de gas natural, las plantas de combustible sintético y las plantas de producción de hidrógeno alimentadas por combustibles fósiles (Tabla 2) (Metz et al, 2005).

Tabla 2. Perfil por procesos o actividades industriales de las fuentes estacionarias de CO₂ de todo el mundo con emisiones de más de 0,1 millones de toneladas de CO₂ (MtCO₂) al año.

Proceso	Número de fuentes	Emisiones (MtCO/año)
Combustibles fósiles		
Energía	4.942	10.539
Producción de cemento	1.175	932
Refinerías	638	798
Industria siderúrgica	269	646
Industria petroquímica	470	379
Refinamiento de petróleo y gas	No disponible	50
Otras fuentes	90	33
Biomasa		
Bioetanol y bioenergía	303	91
Total	7.887	91

Fuente: Metz et al (2005)

Los posibles métodos técnicos de almacenamiento son los siguientes: almacenamiento geológico (en formaciones geológicas, como los yacimientos de petróleo y gas, las capas de carbón inexplorables y las formaciones salinas profundas), almacenamiento oceánico (liberación directa en la columna de agua oceánica o en el fondo oceánico) y la fijación industrial de CO₂ en carbonatos inorgánicos (Metz et al, 2005).

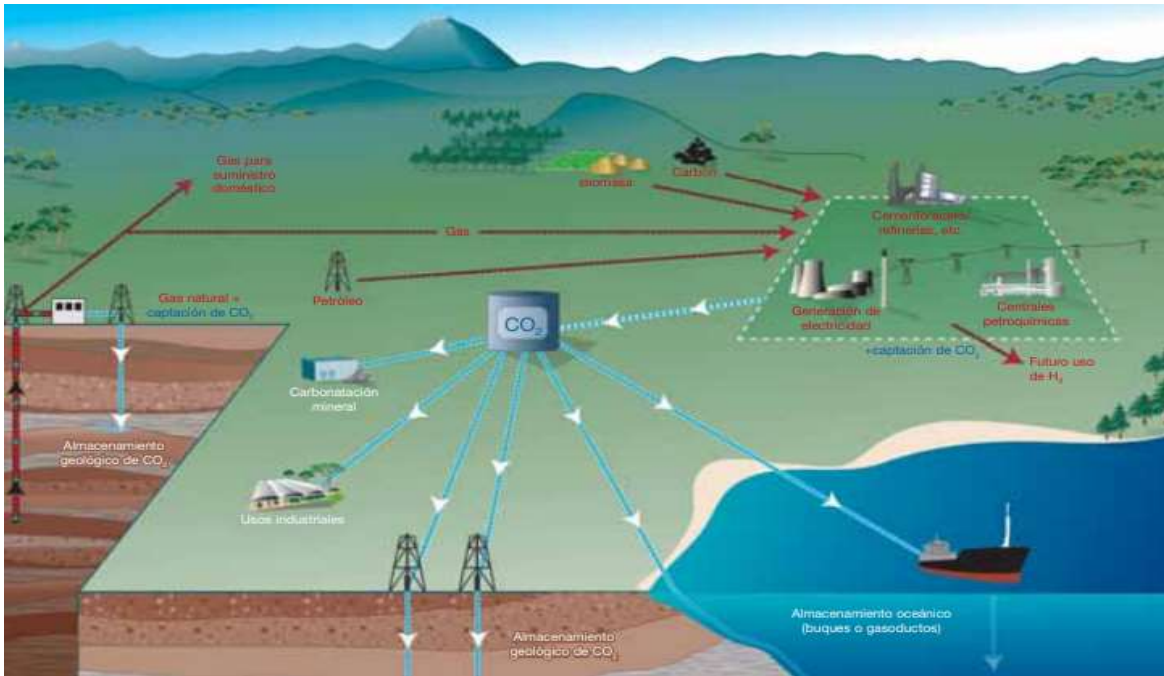


Figura 1. Diagrama esquemático de los posibles sistemas de CAC. En él se indican las fuentes para las que la CAC podría ser de utilidad, así como las opciones de transporte y almacenamiento del CO₂ (por gentileza del CO₂CRC).

Fuente: Metz et al (2005)

2.1.4. El carbono en la hojarasca

El sistema de la hojarasca es la parte del ecosistema en el que la hojarasca sobre el suelo se acumula y descompone. La mayoría de los estudios sobre la descomposición y el ciclo de los nutrientes han sido conducidos en este ambiente específico. Los sistemas de la hojarasca son muy diferentes en su morfología y en sus composiciones de su comunidad. Esto se refleja en los tipos modales reconocidos en clasificaciones anteriores de los tipos de humus y por las distintas comunidades microbiana y de invertebrados que caracterizan a la hojarasca de diferente calidad (Lavelle y Spain, 2005).

La hojarasca se caracteriza por ser residuos vegetales frescos, sin descomponer, y fácilmente reconocibles (por especie y tipo). Esto puede ser cualquier cosa, desde hojas, conos, agujas, ramas, cortezas, semillas, frutos secos, troncos u órganos reproductivos (por ejemplo, los estambres de las plantas con flores). Elementos de más de 2 cm de diámetro se denominan como hojarasca gruesa, mientras que cualquier cosa más pequeña se conoce como mantillo fino o mantillo. El tipo de hojarasca es el más directamente afectado por el tipo de ecosistema. Por ejemplo, los tejidos de hojas representan aproximadamente el 70 por ciento de la hojarasca en los bosques, pero los residuos leñosos tienden a aumentar con la edad del bosque (Serrato et al, 2014).

2.1.5. Fijación de carbono en sistemas forestales

Los bosques y sistemas forestales juegan un rol importante no solo como factor de desarrollo de un país y de sus modelos de sostenibilidad, sino que adquieren protagonismo mundial por su probable reconocimiento como sumideros en los sistemas contables de los ciclos de carbono. El debate actual se intensifica alrededor de los beneficios que los Sistemas Agroforestales pueden proporcionar, más allá de sus funciones productivas; el de los denominados "servicios ambientales". Los árboles, base de los sistemas agroforestales, juegan un papel importante en el ciclo global del carbono, porque cuando una planta crece, progresivamente acumula CO₂ y lo convierte en biomasa. Si esta biomasa es almacenada en forma estable, se captura y retiene una significativa cantidad de carbono de la atmósfera durante mucho tiempo (Corral et al, 2015).

Los árboles en crecimiento renuevan sus partes permanentemente a través de la caída de hojas, ramas, flores, frutos, corteza, etc. Esta dinámica libera carbono, una parte del cual se incorpora a la atmósfera en forma de CO₂ y el resto queda fijado en el suelo en forma de humus estable. Paralelamente a este proceso, se produce un aumento en las dimensiones del árbol (crecimiento) que se realiza a partir de la acumulación de carbono. El balance entre el C acumulado en el árbol, como resultado de su crecimiento, y el liberado por el desprendimiento y descomposición de las ramas, frutos, corteza, etc., determina la fijación neta de C por el árbol. Esta característica de los bosques está adquiriendo cada vez mayor importancia, fundamentalmente, porque el 50% de la materia orgánica seca representa la cantidad de C fijado por el ecosistema forestal (Pece et al., 2002).

Según Moura (2001) la fijación de carbono mediante la actividad forestal se basa en dos premisas: En primer lugar, el CO₂ es un gas atmosférico que circula por todo el planeta y, por lo tanto, las iniciativas dirigidas a eliminar gases de efecto invernadero (GEI) de la atmósfera tendrán la misma eficacia tanto, si se realizan cerca de la fuente de emisiones, como en el extremo opuesto del globo. En segundo lugar, las plantas absorben CO₂ de la atmósfera en el proceso de fotosíntesis y lo utilizan para sintetizar azúcares y otros compuestos orgánicos utilizados en el crecimiento y el metabolismo.

2.2. Marco referencial

Los autores Ortiz y Riascos (2006) realizaron un trabajo de investigación que tuvo como objetivo simular la capacidad de almacenamiento y fijación de Carbono del sistema agroforestal *Theobroma cacao L- Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón) Oken, en la Reserva Indígena de Talamanca, Costa Rica, bajo dos condiciones de sitio (valle y loma) y tres densidades de siembra para laurel (6 x 6 m, 9 x 9 m y 12 x 12 m). Para esto, se desarrollaron modelos de crecimiento en diámetro y biomasa total para cada una de estas especies y se tuvieron en cuenta los compartimientos suelo, necromasa y vegetación herbácea del sistema.

Un estudio realizado Bajaña (2016) tuvo como finalidad determinar la estructura vegetal del bosque y su contribución a la captación de carbono en la estación experimental Pedro Franco Dávila (PFD), para ello se instalaron dos parcelas en área natural y dos parcelas en área intervenida; cada una dividida en 8 cuadrantes o sub-parcelas de 400 m²; las variables utilizadas para la recolección de datos en el campo de estudio fueron: diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total de las diferentes especies; así mismo se estableció parámetros estadísticos y se consideró datos como: abundancia absoluta y relativa, la dominancia, el volumen promedio y el almacenamiento de carbono en el fuste.

2.3. Marco conceptual

Sistema

Se identifican los sistemas como conjuntos de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, que mantienen al sistema directa o indirectamente unido de modo más o menos

estable y cuyo comportamiento global persigue, normalmente, algún tipo de objetivo (teleología). Esas definiciones que concentran fuertemente en procesos sistémicos internos deben, necesariamente, ser complementadas con una concepción de sistemas abiertos, en donde queda establecida como condición para la continuidad sistémica el establecimiento de un flujo de relaciones con el ambiente (Arnold y Osorio, 1998).

Fijación

Es un método físico o químico con el cual el proceso de digestión enzimática celular es detenido, evitando la posterior autólisis y que al mismo tiempo preserva la estructura morfológica y química de las muestras sometidas al procedimiento. Para una buena fijación se debe tener los siguientes aspectos: Buena velocidad de penetración mantenimiento de la estructuras químicas y morfológicas tanto a nivel macroscópico como microscópico y evitar la petrificación. Mantiene su estructura química un largo tiempo, evitando su degeneración como agente fijador (Suniaga, 2013).

Biomasa

Biomasa (también conocida como bioenergía o biocombustibles) es la fracción biodegradable de los productos y residuos de la agricultura, la forestación y sus industrias asociadas. El término también incluye la fracción orgánica de los desperdicios municipales e industriales. Dicha biomasa tiene carácter de energía renovable ya que su contenido energético procede, en última instancia, de la energía solar fijada por los vegetales en el proceso fotosintético. Esta materia orgánica es renovable cuando se produce a la misma velocidad de consumo, evitando la sobreexplotación de los recursos naturales. En contraposición, el carbón, el gas, el petróleo y otros combustibles fósiles no se consideran biomasa, aunque deriven de material orgánico (EPEC, 2015).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.2. Localización del proyecto de investigación

El trabajo se realizará en la finca experimental “La Represa” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), que se encuentra localizada en el km 7,5 de la vía a Quevedo-Babahoyo, en el Recinto Faita, de la parroquia San Carlos, del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. La finca experimental cuenta con diferentes áreas dedicadas a: investigación, producción y conservación de recursos naturales, posee también diferentes zonas como; vivero forestal, banco de germoplasma sistemas agroforestales, orquideario, área de producción de abonos orgánicos, laguna, área de cacao, banco de especie, plantación de teca, plantación de pachaco, cultivo de naranja, así como plantación de melina. El clima que prevalece este sitio es seco-tropical (Quintana, 2015).

3.2. Tipo de investigación

Explorativo

La investigación exploratoria es un tipo de investigación utilizada para estudiar un problema que no está claramente definido, por lo que se lleva a cabo para comprenderlo mejor, pero sin proporcionar resultados concluyentes. En este caso se determinaron variables en campo correspondientes al análisis de biomasa del suelo.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Métodos

Método documental

Para la investigación documental que es una técnica de investigación cualitativa se encarga de recopilar y seleccionar información a través de la lectura de documentos, libros, revistas, grabaciones, filmaciones, periódicos, bibliografías, etc.

Gracias a una metodología precisa, la investigación documental nos permitió desarrollar los conocimientos sobre el tema que está investigando. Al dar lugar a nuevas interrogantes de

trabajo, la búsqueda bibliográfica permite realizar un estudio empírico eficaz para obtener los resultados deseados.

Método de campo

Este método de recolección de datos cualitativos encaminado a comprender, observar e interactuar con las personas en su entorno natural.

3.4. Fuentes de recopilación

3.4.1. Fuentes primarias

Por medio de la investigación en el sitio y mediante la observación de los cambios de las variables tratadas en el estudio se pudo obtener los datos necesarios para llevar a cabo la conclusión de los resultados.

3.4.2. Fuentes secundarias

Consistió en la búsqueda de información pertinente a través de los diferentes medios digitales de divulgación científica, libros, periódicos, entre otros.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Análisis de variables

3.5.1.1. Censo forestal

El censo se realizó en el sector uno de la finca experimental La Represa donde se evaluaron las siguientes variables:

3.5.1.2. Diámetro a la altura del pecho

Para esta variable se utilizó una forcípula en la cual ya viene dado el DAP (diámetro de altura al pecho) directamente sin la necesidad de aplicar la fórmula para poder obtener los

resultados y también se hizo uso de una cinta métrica en el que se obtuvo el CAP (circunferencia a la altura del pecho), el cual para convertirlo a DAP se debe de hacer uso de la fórmula que se presenta a continuación :

$$DAP = \frac{CAP}{3,1416}$$

3.5.1.3. Altura del árbol

Para la medición del árbol se utilizara un altímetro de marca Haga, a una distancia de 15 m de cada árbol.

3.5.1.4. Volumen total

Para poder obtener el volumen total de las especies arbóreas del sector uno, se va hacer uso de la siguiente formula:

$$V_t = H_t \times g \text{ (m}^2\text{)} \times ff$$

Donde:

V_t = Volumen total

H_t = Altura total

G = Área basal

Ff = Factor de forma

3.5.1.5. Cálculo de la biomasa área

Para poder calcular la biomasa aérea se debe calcular primero la biomasa total (Bt) de la parte aérea. La fórmula apropiada para el cálculo de la biomasa para plantaciones es la de (Clutter et al, 1983).

$$BT = \beta_0 + \beta_i * DAP^2 H$$

Donde:

BT = Biomasa total

β_0 = parámetro de regresión

β_i = i-ésimo parámetro de regresión del modelo

DAP = diámetro a la altura del pecho

h = altura del árbol

3.5.2. Cálculo del CO₂

La cantidad de biomasa obtenida por el método de (Clutter et al, 1983), se multiplicara por 0,5 para estimar el contenido de carbono, de acuerdo a la norma establecida por la IPPCC 2003.

3.5.3. Cálculo de cantidad de carbono

Para estimar la cantidad de carbono almacenado en el suelo se requiere saber la densidad aparente de éste. Por ello, en el momento de realizar el muestreo en campo se midió la longitud de cada muestra de suelo y, con el dato del diámetro de la barrena, se determinó su volumen.

$$DAP = \frac{Pss}{0.7854 * DB^2 * PM - Voe}$$

Dónde:

DAP = densidad aparente del suelo (g cm⁻³);

Pss = peso de suelo seco (g); DB = diámetro de la barrena (cm)

Pm = profundidad de la muestra (longitud del cilindro en cm)

Voe = volumen ocupado por material diferente al suelo mineral (raíces, piedras, etc.);

0.7854 = factor que resulta de dividir $\pi/4$.

Para determinar la cantidad de carbono acumulado en el componente suelo se empleó la siguiente fórmula:

$$CC = Pm * DAp * \%C$$

Dónde:

CC = cantidad de carbono (Mg ha⁻¹);

Pm = profundidad de la muestra (cm)

DAP = densidad aparente del suelo (g cm⁻³); C = porcentaje de carbono por cada muestra.

La cantidad de carbono por cada profundidad se determinó con la ecuación anterior y el total de carbono es la suma de todas.

3.6. Instrumentos de investigación

Se utilizó una ficha de formulario de campo donde se detalla las variables que van hacer necesario para la toma de datos en el lugar, teniendo así, el nombre común de la especie, la altura total y el CAP o DAP.

3.7. Tratamientos de los datos

Luego de que se obtengan los datos estos serán digitalizados en el programa Excel por el cual se aplicara las formulas respectivas y se obtendrán los datos pertinentes.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Materiales

Materiales de campo

- Cámara fotográfica
- Cinta métrica
- Cuaderno
- Libreta de campo
- Machete
- Manila (piolas)
- Marcadores permanentes
- Periódico

Materiales de oficina

- Hojas de papel bond
- Ordenador
- Impresión

- Carpetas
- Internet
- Software

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Identificar las especies forestales presentes en la zona uno de la finca experimental La Represa.

El sector uno de la finca experimental “La Represa” cuenta con una superficie de estudio de 6,1048 ha la cual presenta un total de 2.055 árboles, distribuidos 44 especies dentro de 22 familias diferentes. Las especies con mayor abundancia fueron guayacán con 1.039 árboles, seguido de amarillo lagarto con 114 árboles y laurel blanco con 97 árboles, y las especies que tuvieron menor abundancia fueron Mata palo, Guaba de machete, Grosella, Tillo, Guanábana, Neem, Carambola, Mora de castilla, Pomarrosa, Jackfruit, Clavellin contando todas estas especies con un solo individuo en la zona.

Tabla 3. Listado de las especies forestales del sector uno

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	N° de arboles
1	<i>Tabebuia chrysantha</i>	guayacán amarillo	Bignoniaceae	1.039
2	<i>Licania arborea</i>	guayjí	Chrysobalanaceae	4
3	<i>Magnolia tripetala</i>	paraguas	Magnoliaceae	78
4	<i>Tectona grandis</i>	teca	Lamiaceae	94
5	<i>Samanea saman</i>	saman	Fabaceae	2
6	<i>Cecropia peltata</i>	guarumo	Urticaceae	92
7	<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	Meliaceae	5
8	<i>Schizolobium parahybum</i>	pachaco	fabaceae	41
9	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch	fernansanchez	Polygonaceae	72
10	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	tachuelo	Rutaceae	84
11	<i>Albizia guachapele</i>	guachapelí	Fabaceae	18
12	<i>Vitex gigantea</i> Kunth	pechiche	Verbenaceae	1
13	<i>Centrolobium ochroxylum</i> Rudd	amarillo lagarto	Fabaceae	114
14	<i>Maclura tinctoria</i>	moral	Moraceae	21
15	<i>Maclura tinctoria</i>	palo prieto	Rosaceae	14
16	<i>Gmelina arborea</i>	melina	Verbenaceae	6
17	<i>O. floribunda</i> (Sw) Mez	cedro	Lauraceae,	12
18	<i>C. alliodora</i> Ruiz & Pav	laurel blanco	Boraginaceae	97
19	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F.Cook	bombón	Fabaceae	25

N°	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	N° de arboles
20	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	achotillo	sapindaceae	2
21	<i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A. Robyns	beldaco	Malvaceae	60
22	<i>Inga sp.</i>	guaba	Fabaceae	18
23	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud	moral fino	Moraceae	19
24	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	balsa	Malvaceae	15
25	<i>Persea americana</i> Mill	aguacate	Lauraceae	7
26	<i>Mangifera indica</i> L.	mango	Anacardiaceae	50
27	<i>Brownea multijuga</i> Britton & Killip	clavellin	Fabaceae	1
28	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	leucaena	Fabaceae	2
29	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	jackfruit	Moraceae	1
30	<i>Psidium guajava</i>	guayabo	Myrtaceae	3
31	<i>Syzygium jambos</i>	pomarrosa	Myrtaceae	1
32	<i>Rubus glaucus</i> Benth	mora de castilla	Rosaceae	1
33	<i>Averrhoa carambola</i>	carambola	Oxalidaceae	1
34	<i>Azadirachta indica</i>	neem	Meliaceae	1
35	<i>Annona muricata</i>	guanabana	Annonaceae	1
36	<i>Anacardium occidentale</i>	marañon	Anacardiaceae	8
37	<i>Salix humboldtiana</i> Willd	sauce	Salicaceae	8
38	<i>Apeiba membranaceae</i> Spruce ex Benth.	peine de mono	Malvaceae	20
39	<i>Myrtus communis</i>	mirton	Myrtaceae	10
40	<i>Brosimum alicastrum</i>	tillo	Moraceae	1
41	<i>Phyllanthus acidus</i>	grosella	Phyllanthaceae	1
42	<i>Inga spectabilis</i>	guaba de machete	Fabaceae	1
43	<i>Coussapoa</i> spp	mata palo	Moraceae	1
44	<i>Spondias mombin</i> L	ovo de monte	Anacardiaceae	3

En la figura 3 se demuestra la abundancia de las familias existentes de la zona uno de la finca experimental “La Represa”.

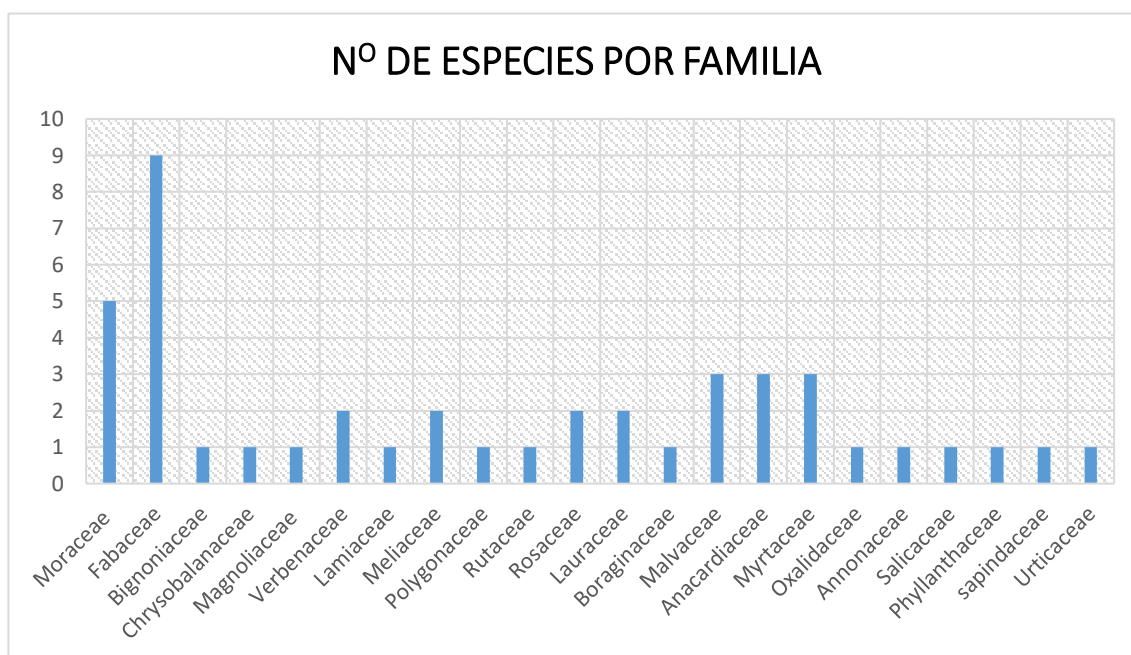


Figura 3. Abundancia de las especies por familia de la zona 1.

4.1.2. Estimación volumétrica de las especies arbóreas del sector uno de la finca experimental La Represa.

En el sector uno de la finca experimental “La represa” conformada por 2055 árboles, se pudo contabilizar un volumen de 2025,82 m³. De las 44 especies arbóreas y 22 familias identificadas en el sector uno, las que tuvieron mayor cantidad de metros cúbicos fueron, la especie guayacán amarillo con 984,86 m³, pachaco 138,71 m³ y teca 118,87 m³ y la especie con menor volumen fue la mora de castilla con 0.07 m³.

Tabla 4. Volumen de madera del sector uno de la finca experimental “La Represa”

Nº	Nombre Común	Volumen (m3)	Nº de arboles
1	Guayacan	984,86	1.039
2	Guayjí	5,78	4
3	Paraguas	17,03	78
4	Teca	118,87	94
5	Saman	0,13	2

N°	Nombre Común	Volumen (m3)	N° de arboles
6	Guarumo	46,58	92
7	Caoba	2,75	5
8	Pachaco	138,71	41
9	Fernan sanchez	38,06	72
10	Tachuelo	42,43	84
11	Guachapeli	23,58	18
12	Pechiche	4,79	1
13	Amarillo lagarto	212,8	114
14	Moral	17,65	21
15	Palo prieto	15,75	14
16	Melina	5,15	6
17	Cedro	27,41	12
18	Laurel blanco	68,09	97
19	Bombon	22,6	25
20	Achotillo	0,12	2
21	Beldaco	80,13	60
22	Guaba	10,85	18
23	Moral fino	15,34	19
24	Balsa	11,27	15
25	Aguacate	0,69	7
26	Mango	40,63	50
27	Clavellin	0,44	1
28	Leucaena	0,45	2
29	Jackfruit	0,42	1
30	Guayabo	0,43	3
31	Pomarrosa	7,79	1
32	Mora de castilla	0,07	1
33	Carambola	0,13	1
34	Neem	1,86	1
35	Guanabana	1,02	1
36	Marañon	15,55	8
37	Sauce	1,29	8
38	Peine de mono	28,11	20
39	Mirton	21,96	10
40	Tillo	0,35	1
41	Grosella	0,34	1
42	Guaba de machete	0,15	1
43	Mata palo	0,16	1
44	Ovo de monte	0,2	3

En la figura 4 se presenta el volumen por familia de sector uno de la finca experimental “La Represa”.

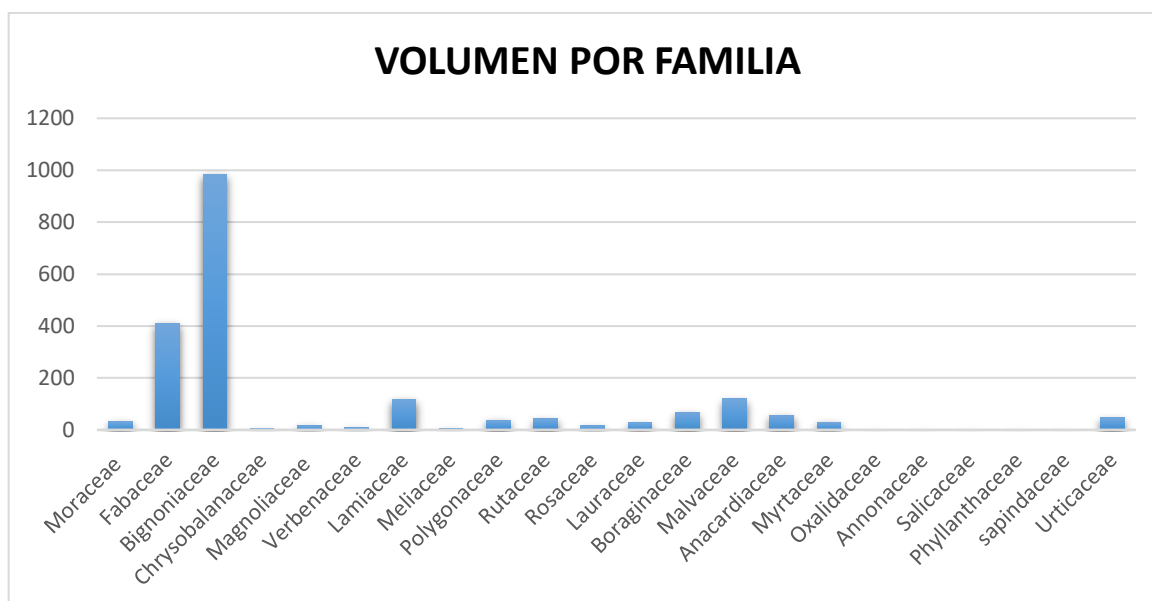


Figura 4. Volumen de madera por familias del sector uno.

4.1.3. Determinar la cantidad de carbono que se encuentra almacenado en la cobertura forestal en el sector uno de la finca experimental La Represa.

De 6,1048 ha ubicadas en el sector uno de la finca experimental “La Represa” se pudo cuantificar un contenido de biomasa de 423,89 Tm/haB y 2587,76 Tm/total, para el contenido de carbono se obtuvo 211,89 Tm/haC y 1293,88 Tm/total, la especie que contó con el mayor promedio más alto fue pechiche con 373,30 Tm/B y 186,65 Tm/C, seguido de pachaco con 189,09 Tm/B y 94,54 Tm/C, la especie que conto con los menores índice de captura de carbono fue achotillo con 4,50 Tm/B y 2,25 Tm/C.

Tabla 5. Contenido de carbono en la biomasa área del sector uno

N°	Nombre Vulgar o Común	PDAP (m)	PHT (m)	Bta	CC
1	guayacán amarillo	0,26	15,66	44,66	22,33
2	guayjí	0,38	17,13	104,75	52,38
3	paraguas	0,16	11,54	13,06	6,53

N°	Nombre Vulgar o Común	PDAP (m)	PHT (m)	Bta	CC
4	teca	0,32	18,30	82,46	41,23
5	saman	0,13	7,50	5,08	2,54
6	guarumo	0,22	15,84	32,85	16,42
7	caoba	0,24	14,80	37,91	18,95
8	pachaco	0,45	21,45	189,09	94,54
9	fernansanchez	0,22	16,89	34,77	17,38
10	tachuelo	0,19	13,63	22,18	11,09
11	guachapelí	0,35	17,61	89,91	44,95
12	pechiche	0,64	21,50	373,30	186,65
13	amarillo lagarto	0,38	17,03	103,70	51,85
14	moral	0,27	16,29	49,27	24,64
15	palo prieto	0,28	13,54	46,86	23,43
16	melina	0,27	18,58	59,59	29,79
17	cedro	0,40	18,92	129,96	64,98
18	laurel blanco	0,24	15,76	40,13	20,07
19	bombón	0,27	15,70	48,85	24,43
20	achotillo	0,11	8,00	4,50	2,25
21	beldaco	0,32	16,42	73,76	36,88
22	guaba	0,22	13,11	26,74	13,37
23	moral fino	0,27	15,13	47,22	23,61
24	balsa	0,24	13,37	33,19	16,59
25	aguacate	0,16	6,14	7,08	3,54
26	mango	0,36	9,23	52,65	26,33
27	clavellin	0,25	13,00	34,42	17,21
28	leucaena	0,21	7,50	13,65	6,82
29	jackfruit	0,25	12,50	33,10	16,55
30	guayabo	0,16	9,17	10,46	5,23
31	pomarrosa	0,33	13,00	61,98	30,99
32	mora de castilla	0,18	4,00	5,84	2,92
33	carambola	0,24	4,00	10,03	5,01
34	neem	0,52	12,50	145,04	72,52

N°	Nombre Vulgar o Común	PDAP (m)	PHT (m)	Bta	CC
35	guanabana	0,20	45,00	79,29	39,65
36	marañon	0,38	18,81	113,93	56,97
37	sauce	0,16	10,38	11,83	5,92
38	peine de mono	0,36	18,08	101,01	50,50
39	mirton	0,41	18,05	129,81	64,90
40	tillo	0,19	17,00	27,41	13,71
41	grosella	0,19	16,50	26,61	13,30
42	guaba de machete	0,15	13,00	11,94	5,97
43	mata palo	0,13	18,00	12,50	6,25
44	ovo de monte	0,21	2,83	5,40	2,70
SUMA				2587,76	1293,88

En la figura 5 se presenta el contenido de carbono y biomasa aérea de las familias del sector uno de la finca experimental “La Represa”.

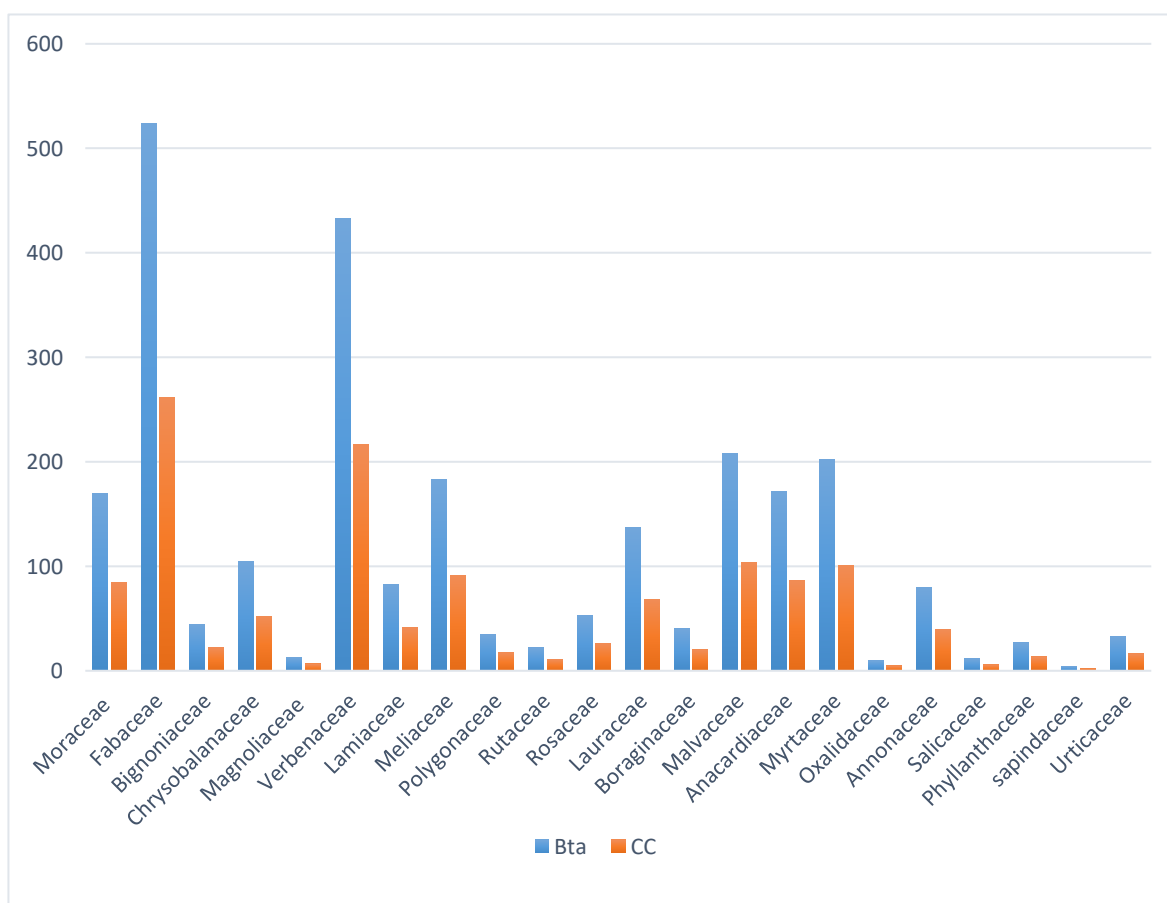


Figura 5. Contenido de carbono por familia del sector uno.

4.1. Discusión

Diversas investigaciones como (Aquino, 2016) y (Guerra, 2016) señalan en sus investigaciones que una de las familias más representativas por el número de especie fue la Fabaceae con 4 y 3 especies respectivamente, en la zona de influencia de la costa ecuatoriana, lo que concuerda con la investigación realizada en el sector uno de la finca experimental “La Represa”, ya que en dicho sector la familia Fabaceae cuenta con 8 especies, siendo así la más representativa del lugar.

En la investigación se presentó una captura de biomasa de 211,98 Tm/haB y 1293,88 Tm/total debido a que esto depende del establecimiento y disposición de cada especie y de los rodales que existan en la zona y Castellanos (2013), lo afirma por lo que señala también que el almacenamiento varía según el tipo de establecimiento vegetal como lo son bosques, sistemas agroforestales o plantaciones.

En cuanto al contenido de carbono en la zona de estudio fue de 211,94 Mg*C/ha, este resultado concuerda con Albán (2015), quien efectuó un trabajo en una zona similar y obtuvo un contenido de carbono de 272,90 Mg*C/ha.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se identificó las especies forestales existentes en el sector uno de la finca experimental “La Represa” presentando un total de 2.055 árboles, distribuidos en 44 especies dentro de 22 familias diferentes. Las especies con mayor abundancia fueron guayacán con 1.039 árboles, seguido de amarillo lagarto con 114 árboles y laurel blanco con 97 árboles, y las especies que tuvieron menor abundancia fueron Mata palo, Guaba de machete, Grosella, Tillo, Guanábana, Neem, Carambola, Mora de castilla, Pomarrosa, Jackfruit, Clavellin contando todas estas especies con un solo individuo en la zona.
- En el sector uno de la finca experimental “La Represa”, luego del censo forestal realizado se encontró 2.055 árboles, los cuales arrojaron un volumen de madera de 2.025,8 m³ basada en las distintas especies analizadas, de las 44 especies arbóreas las que tuvieron mayor cantidad de metros cúbicos fueron Guayacán con 984,86 m³, Pachaco 138,71 m³ y Teca 118,87 m³ y la especie con menor volumen fue la mora de castilla con 0.07 m³.
- Dentro del sector uno de la finca experimental, el cual está comprendido de 6,1048 ha, se pudo cuantificar un contenido de biomasa de 423,89 Tm/haB y 2587,76 Tm/total, para el contenido de carbono se obtuvo 211,89 Tm/haC y 1293,88 Tm/total, la especie que contó con el mayor promedio más alto fue pechiche con 373,30 Tm/B y 186,65 Tm/C, seguido de pachaco con 189,09 Tm/B y 94,54 Tm/C, la especie que conto con los menores índice de captura de carbono fue achotillo con 4,50 Tm/B y 2,25 Tm/C.

5.1. Recomendaciones

- Examinar los porcentajes de carbono almacenado en otros tipos de estratos como lo son: la necromasa, el carbono almacenado en el suelo y la hojarasca.
- Realizar estudios acerca del almacenamiento de carbono en biomasa aérea con distintas especies forestales existentes en el lugar.
- Se recomienda realizar comparaciones de datos y resultados después de unos años para comparar los datos y verificar si la captura de carbono en la biomasa va aumentando.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Aquino, A. (2016). Banco de semillas del suelo y su importancia en la regeneración de un mosaico heterogéneo en el trópico seco de Veracruz. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- Albán, O. (2015). Análisis de fragmentación de hábitats para la creación de corredores de conservación entre áreas protegidas utilizando herramientas SIG. Trabajo de titulación. Grado Mg. en Sistemas de Información Geográfica. Universidad San Francisco de Quito USFQ.
- Acosta-Mireles, M., Vargas-Hernández, J. Etchevers-Barra y Velásquez-Martínez. (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Agrociencia* 6: 725-736.
- Arnold, F. Osorio, M. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta de Moebio*. 3.
- Arribas, C. (2013). Captura y almacenamiento del carbono. *Revista El Ecologista*. (79).
- Bajaña, S. (2016). Estructura vegetal del bosque y su contribución a la captación de carbono en la reserva Pedro Franco Dávila Jauneche–Ecuador. Año 2015. Propuesta de oferta de carbono. Tesis previa a la obtención del Grado Académico de Magíster en Manejo y Aprovechamiento Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 99 p.
- Brown, S. (2002). Measuring Carbon in Forests: Current Status and Future Challenges. *Environmental Pollution*, 116, 363-372.
- Castellanos-Bolaños, J. F., M. Gómez-Cárdenas, J. R. Contreras-Hinojosa y R. González-Cubas. (2013). Metodologías para cuantificar biomasa y carbono en bosques. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, ETLA, Oaxaca, México. Libro Técnico. (19): 101.

- Corral., R, Duicela., L, Maza., F. (2015). *Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales con café arábigo y cacao, en dos zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano*. X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.
- Clutter, J.L.; J.C. Fortson; L.V. Piennar; G.H. Brister y R.L. Bailey. 1983. *Timber management: A quantitative approach*. John Wiley. Nueva York. 333.
- Domínguez-Palacio., D, Pozo-Gálvez., C, León-Sánchez., M. (2018). Estimación de la densidad volumétrica y porosidad total usando el penetrómetro. *Cultivos Tropicales*. 39 (4).
- EPEC. (2015). *Energía renovable: la biomasa*. Empresa Provincial de Energía de Córdoba
- Fonseca., W, Alice., F, Rey., J. (2009) Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. *Bosque* 30 (1).
- Guasque., L. (2019). *Carbono. El elemento con múltiples personalidades*. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México.
- Guerra, F. (2016). *Aprovechamiento forestal y su efecto en la estructura y diversidad de un bosque de transición en el cantón Jipijapa*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Lavelle, P. y Spain, A. (2005). *Soil Ecology*. Published by Springer. Netherlands.
- López., G. (2017). *Sistemas agroforestales*. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural pesca y Alimentación*.
- Metz., B, Davidson., O, de Coninck., H, Loos., M, Meyer., L. (2005). *La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

- Moura., P. (2001). La Convención sobre el clima y el mercado de las contrapartes de las emisiones de carbono basadas en las actividades forestales. *Unasyuva*, 52 (206), 34-40.
- Ortiz., A. Riascos., L. (2006). Almacenamiento y fijación de carbono del sistema agroforestal cacao *Theobroma cacao* L y laurel *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken en la reserva indígena de Talamanca, Costa Rica. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agroforestal. Universidad de Nariño. 111 p.
- Pece., M, de Benítez., C, de Galíndez., M, Acosta., M. (2018). *Bosques y forestaciones como sumideros de carbono en el parque chaqueño*. FCF-UNSE.
- Quintana., W. (2015). Diseño de una guía de plantas ornamentales de la Finca Experimental “La Represa” de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Ecoturismo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 122 p.
- Serrato., R, Adame., S, López. Flores., D. (2014). Carbono orgánico de la hojarasca en los bosques de la reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, caso santuario sierra Chincua, México. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 5(1).
- Suniaga., E. (2013). *Fijación: Proceso primario en tratamiento de muestras biológicas y/o experimentales*. Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel".
- Tascón., J. (2007). Materiales de carbono: estructuras y formas. *Óptica Pura y Aplicada*. 40(2). 149-159.
- Tigrero., J. (2013). Diseño de una guía de aviturismo para la Finca Experimental “La Represa” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Ecoturismo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 107 p.

CAPITULO VII
ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Medición de diámetros de las especies maderables.



Anexo 2. Anotación de los datos obtenidos.



Anexo 3. Anotación de los datos obtenidos.



Anexo 3. Toma de altura a los arboles de la zona.



Anexo 4. Limpieza en las zonas que eran necesarias para la toma de datos.



Anexo 6. Datos tomados en campo en la finca experimental “La Represa”

N° ÁRBOL	ESPECIE NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CAP	DAP	g (m ²)	HT	VT
1	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacan	26	8,276 0	0,0054	17	0,0640
2	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacan	52,5	16,71 12	0,0219	13	0,1996
3	<i>Tectona grandis</i>	Teca	41	13,05 07	0,0134	8	0,0749
4	<i>Tectona grandis</i>	Teca	169	53,79 42	0,2273	19	3,0228
5	<i>Licania arborea</i>	Guayjí	86,2	27,43 82	0,0591	16	0,6622
6	<i>Licania arborea</i>	Guayjí	159,8	50,86 58	0,2032	17,5	2,4893
7	<i>Magnolia tripetala</i>	Paraguas	70	22,28 16	0,0390	15,5	0,4231
8	<i>Magnolia tripetala</i>	Paraguas	39	12,41 41	0,0121	7	0,0593
9	<i>Samanea saman</i>	Saman	44	14,00 56	0,0154	8	0,0863
10	<i>Samanea saman</i>	Saman	35	11,14 08	0,0097	7	0,0478
11	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	34	10,82 25	0,0092	7	0,0451
12	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	35	11,14 08	0,0097	13	0,0887
13	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	58	18,46 19	0,0268	15	0,2810 8
14	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	55	17,50 70	0,0241	11	0,1853 6
15	<i>Schizolobium parahybum</i>	Pachaco	98	31,19 43	0,0764	23	1,2305
16	<i>Schizolobium parahybum</i>	Pachaco	124	39,47 03	0,1224	24	2,0556
17	<i>Triplaris cumingiana Fisch</i>	Fernán sánchez	63	20,05 35	0,0316	16	0,3537
18	<i>Triplaris cumingiana Fisch</i>	Fernán sánchez	50	15,91 55	0,0199	15	0,2089
19	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Tachuelo	62	19,73 52	0,0306	15	0,3212
20	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Tachuelo	175	55,70 41	0,2437	22	3,7531

N° ÁRBOL	ESPECIE NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CAP	DAP	g (m²)	HT	VT
21	<i>Albizia guachapele</i>	Guachapeli	62,5	19,89 43	0,0311	15	0,3264
22	<i>Albizia guachapele</i>	Guachapeli	137,8	43,86 30	0,1511	20	2,1155
23	<i>Vitex gigantea Kunth</i>	Pechiche	200	63,66 18	0,3183	21,5	4,7906
24	<i>Centrolobium ochroxylum Rudd</i>	Amarillo lagarto	103	32,78 58	0,0844	18	1,0637
25	<i>Centrolobium ochroxylum Rudd</i>	Amarillo lagarto	104	33,10 42	0,0861	20	1,2050
26	<i>Maclura tinctoria</i>	Moral	122	38,83 37	0,1184	19	1,5753
27	<i>Maclura tinctoria</i>	Moral	113	35,96 89	0,1016	18	1,2803
28	<i>Maclura tinctoria</i>	Palo prieto	134	42,65 34	0,1429	19	1,9004
29	<i>Maclura tinctoria</i>	Palo prieto	163	51,88 44	0,2114	25	3,7000
30	<i>Gmelina arborea</i>	Melina	80	25,46 47	0,0509	17	0,6061
31	<i>Gmelina arborea</i>	Melina	90	28,64 78	0,0645	18,5	0,8347
32	<i>O. floribunda (Sw) Mez</i>	Cedro	165,8	52,77 57	0,2188	20	3,0626
33	<i>O. floribunda (Sw) Mez</i>	Cedro	175,3	55,79 96	0,2445	19	3,2524
34	<i>C. alliodora Ruiz & Pav</i>	Laurel blanco	36	11,45 91	0,0103	11	0,0794
35	<i>C. alliodora Ruiz & Pav</i>	Laurel blanco	65	20,69 01	0,0336	15	0,3530
36	<i>Erythrina poepigiana (Walp.) O.F.Cook</i>	Bombon	104,1	33,13 60	0,0862	20	1,2073
37	<i>Erythrina poepigiana (Walp.) O.F.Cook</i>	Bombon	171,3	54,52 64	0,2335	22	3,5960

N° ÁRBOL	ESPECIE NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CAP	DAP	g (m ²)	HT	VT
38	<i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A. Robyns	Beldaco	125	39,78 86	0,1243	18	1,5667
39	<i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A. Robyns	Beldaco	88	28,01 12	0,0616	17	0,7333
40	<i>Inga sp.</i>	Guaba	87,2	27,75 66	0,0605	17	0,7201
41	<i>Inga sp.</i>	Guaba	85,3	27,15 18	0,0579	17	0,6890
42	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud	Moral fino	50	15,91 55	0,0199	13	0,1810
43	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud	Moral fino	97	30,87 60	0,0749	17	0,8910
44	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Balsa	35,7	11,36 36	0,0101	6	0,0426
45	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Balsa	35,6	11,33 18	0,0101	6,5	0,0459
46	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Balsa	36	11,45 91	0,0103	5,5	0,0397
47	<i>Persea americana</i> Mill	Aguacate	55,3	17,60 25	0,0243	5	0,0852
48	<i>Persea americana</i> Mill	Aguacate	39	12,41 41	0,0121	8	0,0678
49	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	88,7	28,23 40	0,0626	6,5	0,2849
50	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	136	43,29 00	0,1472	8,5	0,8758
51	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena	83,9	26,70 61	0,0560	10	0,3921
52	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena	45,6	14,51 49	0,0165	5	0,0579
53	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Jackfruit	78,1	24,85 99	0,0485	12,5	0,4247
54	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	56,8	18,08 00	0,0257	13	0,2336

N° ÁRBOL	ESPECIE NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CAP	DAP	g (m²)	HT	VT
55	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	43	13,68 73	0,0147	7	0,0721
56	<i>Syzygium jambos</i>	Puma rosa	104,8	33,35 88	0,0874	13	0,7953
57	<i>Rubus glaucus Benth</i>	Mora de castilla	58	18,46 19	0,0268	4	0,0750
58	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	76	24,19 15	0,0460	4	0,1287
59	<i>Azadirachta indica</i>	Neem	163,5	52,04 35	0,2127	12,5	1,8614
60	<i>Annona muricata</i>	Guanabana	63,7	20,27 63	0,0323	45	1,0171
61	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañon	34	10,82 25	0,0092	15	0,0966
62	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañon	120	38,19 71	0,1146	19	1,5241
63	<i>Salix humboldtiana Willd</i>	Sauce	47	14,96 05	0,0176	10	0,1231
64	<i>Salix humboldtiana Willd</i>	Sauce	55	17,50 70	0,0241	12	0,2022
65	<i>Apeiba membranaceae Spruce ex Benth.</i>	Peine de mono	91,7	29,18 89	0,0669	17	0,7963
66	<i>Apeiba membranaceae Spruce ex Benth.</i>	Peine de mono	98,2	31,25 80	0,0767	17	0,9132
67	<i>Myrtus communis</i>	Mirton	176	56,02 24	0,2465	21	3,6235
68	<i>Myrtus communis</i>	Mirton	91	28,96 61	0,0659	18	0,8303
69	<i>Brosimum alicastrum</i>	Tillo	61	19,41 69	0,0296	17	0,3524
70	<i>Phyllanthus acidus</i>	Grosella	61	19,41 69	0,0296	16,5	0,3420
71	<i>Inga spectabilis</i>	Guaba de machete	46	14,64 22	0,0168	13	0,1532
72	Coussapoa spp	Mata palo	40	12,73 24	0,0127	18	0,1604

N° ÁRBOL	ESPECIE NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CAP	DAP	g (m²)	HT	VT
73	<i>Spondias mombin L</i>	Ovo de monte	82	26,10 13	0,0535	2,5	0,0936
.....
2055	<i>Spondias mombin L</i>	Ovo de monte	49	15,59 71	0,0191	4	0,0535
TOTAL				55292 ,81	152,32	3204 0,70	2025,8 2
PROMEDIO				26,91	0,07	15,59	0,99