



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

Proyecto de investigación previo a
la obtención del título de Ingeniera
Forestal.

Proyecto de investigación:

Valoración del recurso forestal del campus La María de la Universidad Técnica Estatal
de Quevedo ubicado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos.

Autor:

Jennifer Lisbeth Bravo Pacheco

Director:

Ing. For. Walter García Cox, M.Sc

Quevedo – Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Bravo Pacheco Jennifer Lisbeth, 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.

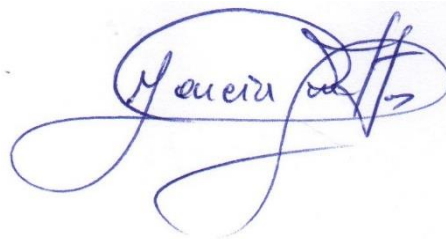
La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Bravo Pacheco Jennifer Lisbeth

C.I. 094214201-9

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Walter García Cox, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el egresado Bravo Pacheco Jennifer Lisbeth, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, “Valoración del recurso forestal del campus La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos”, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Ing. M.Sc. Walter Oscar García Cox

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

El suscrito, Ing. Walter García Cox, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “Valoración del recurso forestal del campus La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos”, de autoría de la Bravo Pacheco Jennifer Lisbeth 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 3%



Document Information

Analyzed document	Proyecto de investigacion_ Valoración del recurso forestal Final -URKUND.docx (D138889789)
Submitted	2022-06-01T18:40:00.0000000
Submitted by	Walter Garcia
Submitter email	wgarcia@uteq.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	wgarcia.uteq@analysis.urkund.com

Ing. M.Sc. Walter Oscar García Cox
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

**Certificado de aprobación por tribunal de sustentación de proyecto de
investigación**

Título:

Valoración del recurso forestal del campus La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos.

Presentado a la comisión académica como requisito a la obtención del título de Ingeniero Forestal.

Aprobado por:

Ing. Jose Luis Muñoz Marcillo, ph.D.

Presidente del Tribunal

Ing. Fabricio Fabian Meza Bone, MSc

Integrante del Tribunal

Ing. Marco Gerardo Heredio Rengifo, MSc

Integrante del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi familia, principalmente a mis padres, que siempre me han aconsejado, apoyado y motivado a seguir con mis metas.

A mis profesores quienes compartieron su conocimiento, a mi tutor de proyecto Ing. Walter García Cox, quien con sus enseñanzas y su guía ha sido posible culminar este proyecto de investigación.

Mis compañeros: Anay Edison, Aquiles Alfonzo, Barreiro Jordán, Cedeño Luis, Rizzo Ronnye, Rizzo Stefy Sarabia Alejandra, muchas gracias por su ayuda y sus bromas.

DEDICATORIA

A mis padres, que me apoyan constantemente en mis estudios, objetivos y metas
pues sin ellos y sus esfuerzos no lo hubieran logrado.

A mis hermanos que siempre me han dado su cariño y comprensión.

Resumen

El recurso forestal son los elementos que provienen de los bosques y se utilizan principalmente para satisfacer alguna necesidad humana. El presente proyecto de investigación se llevó a cabo con la finalidad de realizar la valoración del recurso forestal del campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Para el desarrollo de la investigación se colectó información en 29 parcelas de diferentes superficies; además de georreferenciar las áreas forestales con el uso de equipo de GPS, se recolectó datos de las variables dasométricas (diámetro, altura comercial y total) de las especies forestales; se registró un total de 4523 individuos, distribuido en 24 familias y 40 especies, siendo *Tectona grandis* L.f. la especie que demostró un mayor potencial volumétrico con 945,10 de volumen total y 563,66 de volumen comercial, esta especie también demostró un mayor índice de valor de importancia de 133,96% seguida por la especie *Cecropia peltata* L. con 18,68%. En la investigación se realizó el cálculo de carbono obteniendo que la familia Lamiaceae registró mayores valores de carbono almacenado con un total de 10349,65 Mg/ha, seguido por la familia Fabaceae con un total de 1412,48 Mg/ha. En el caso de especies la *Tectona grandis* L.f. es la especie con mayor carbono almacenado con un total de 10337,52 Mg/ha, seguida por *Mangifera indica* L. con un total de 1260,70 Mg/ha.

Palabras claves: Especie, familia, diámetro, volumen, carbono

Abstract

Forest resources are the elements that come from forests and are mainly used to satisfy human needs. This research project was carried out with the purpose of assessing the forest resource of the "La María" campus of the Quevedo State Technical University located in the Mocache canton, province of Los Ríos. For the development of the research, information was collected in 29 plots of different surfaces; in addition to georeferencing the forest areas with the use of GPS equipment, data was collected on the dasometric variables (diameter, commercial and total height) of forest species; a total of 4523 individuals were recorded, distributed in 24 families and 40 species, being *Tectona grandis* L. f. was the species that showed the highest volumetric potential with 945,10 of total volume and 563,66 of commercial volume, this species also showed the highest importance value index of 133,96% followed by the species *Cecropia peltata* L. with 18,68%. In the research, the carbon calculation was carried out, obtaining that the Lamiaceae family registered higher values of stored carbon with a total of 10349,65 Mg/ha, followed by the Fabaceae family with a total of 1412,48 Mg/ha. In the case of species, *Tectona grandis* L.f. is the species with the highest carbon stock with a total of 10337,52 Mg/ha, followed by *Mangifera indica* L. with a total of 1260,70 Mg/ha.

Keywords: Species, family, diameter, volume, carbon

ÍNDICE

ÍNDICE	10
ÍNDICE DE TABLAS	12
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Justificación.....	18
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1. Objetivo General.....	19
1.3.2. Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN...20	20
2.1. Marco conceptual.....	21
2.1.1. Carbono en ecosistemas forestales.....	21
2.1.2. El flujo de carbono.....	21
2.1.3. Ciclo del carbono.....	22
2.1.4. Biomasa.....	22
2.1.5. Biomasa forestal.....	22
2.1.6. Diversidad florística.....	23
2.1.7. Composición florística.....	24
2.1.8. Altura.....	24
2.1.9. Diámetro.....	24
2.1.10. Área basal.....	25
2.1.11. Contenido volumétrico.....	25
2.2. Marco referencial.....	26
2.2.1. El carbono en el Ecuador.....	26

2.2.2. Emisiones de carbono.....	26
2.2.3. Sumideros de carbono en plantaciones forestales.....	27
2.2.4. Valorización económica de la fijación de carbono	27
2.2.5. Especies forestales de mayor importancia en el campus “La María”	28
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1. Localización.....	33
3.1.1. Mapa de ubicación	33
3.1.2. Características climatológicas del lugar experimental.	33
3.2. Tipo de investigación	34
3.3. Métodos de investigación	34
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	34
3.5. Diseño de investigación.....	34
3.6. Instrumento de investigación.....	35
3.7. Tratamiento de datos	35
3.8. Recursos humanos y materiales	35
3.8.1. Materiales de campo.....	35
3.8.2. Materiales de oficina	36
3.8.3. Software.....	36
3.9. Metodología.....	36
3.9.1. Fase de campo.....	36
3.9.2. Variables cuantitativas	38
3.9.3. Variables cualitativas	38
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. Resultados.....	40
4.1.1. Zonificación de las áreas forestales.....	40
4.1.2. Contenido de carbono por especie	40

4.1.2.1. Contenido de carbono por familia	41
4.1.3. Potencial volumétrico de madera	42
4.1.3.1. Índice de valor de importancia	43
4.2. Discusión	45
4.2.1. Zonificación de las áreas forestales	45
4.2.2. El contenido del carbono presente en la biomasa aérea	45
4.2.3. Potencial volumétrico	46
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1. Conclusiones	48
5.2. Recomendaciones	49
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA	50
6.1. Bibliografía	51
CAPÍTULO VII ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características climatológicas del campus “La María”	33
Tabla2. Contenido de carbono por especie	41
Tabla3. Contenido de carbono por especie	41
Tabla 4. Potencial volumétrico de la madera	42
Tabla 5. Índice de valor de importancia por especie	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del Campus “La María”	33
Figura 2. Zonificación de las áreas forestales	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de recolección de datos.....	57
Anexo 2. Potencial volumétrico	57
Anexo 3. Índice de valor de importancia (IVI)	58
Anexo 4. Carbono por especie.....	60
Anexo 5. Carbono por familia	62

Código Dublín

Título:	“Valoración del recurso forestal del campus La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos”		
Autor:	Bravo Pacheco Jennifer Lisbeth		
Palabras claves:	Especie	Familia, diámetro	volumen, carbono
Fecha de publicación:			
Editorial:	FACAGR; Carrera de Ingeniería Forestal;		
Resumen:	<p>El recurso forestal son los elementos que provienen de los bosques y se utilizan principalmente para satisfacer alguna necesidad humana. El presente proyecto de investigación se llevó a cabo con la finalidad de realizar la valoración del recurso forestal del campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Para el desarrollo de la investigación se tomó datos de 29 parcelas, además de georreferenciar las áreas forestales con el uso de equipo de GPS. Se recolecto datos de las variables dasométricas (diámetro y altura) de las especies forestales, se registró un total de 4523 individuos, distribuido en 24 familias y 40 especies, siendo la <i>tectona grandis</i> L.f. la que demostró un mayor potencial volumétrico con 169,08 de volumen total y 563,66 de volumen comercial, esta especie también demostró un mayor índice de valor de importancia de 133,96% seguida por la especie <i>Cecropia peltata</i> L. con 18,68%. En la investigación se realizó el cálculo de carbono obteniendo que la Lamiaceae es la familia con mayor carbono almacenado con un total de 10349,65 Mg/ha, seguido por la Fabaceae con un total de 1412,48 Mg/ha. En el caso de especies la <i>tectona grandis</i> L.f. es la especie con mayor carbono almacenado con un total de 10337,52 Mg/ha, seguida por <i>Mangifera indica</i> L. con un total de 1260,70 Mg/ha.</p>		
Descripción			

INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas están produciendo un exceso de gases de efecto invernadero que están potencialmente calentando el clima de la tierra (Rodríguez *et al*, 2009) donde los ecosistemas forestales están almacenando el Carbono (C) de la atmósfera en la biomasa y el suelo.

El incremento en biomasa de los árboles y en el carbono almacenado, la producción de un ciclo más rápido de carbono en el ecosistema ante el aumento de la concentración atmosférica de dióxido de carbono (CO₂), son objeto de continua atención experimental, focalizada en el incremento en la producción primaria neta, su duración y su reparto entre los posibles sumideros (Pardos, 2010) las emisiones de CO₂ por cambios en el uso de la tierra y su transformación en cultivos agrícolas suponen cantidades importantes de carbono en la atmósfera con un incremento acelerado en el último medio siglo en todo el mundo.

Se estima que el CO₂ es el responsable del 71.5% del efecto invernadero, los otros gases con concentraciones menores producen el mismo efecto, (Rodríguez *et al*, 2006) el uso de combustibles fósiles y el cambio en el uso del suelo son considerados, a nivel mundial, como las dos principales fuentes netas de CO₂ en la atmósfera, relacionadas con el cambio climático global. El campus “La María” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Sánchez *et al*, 2017) está localizada en el km 7 1/2 de la vía Quevedo-Mocache, provincia de Los Ríos.

La presente investigación plantea realizar un estudio de la Valoración volumétrica de las especies forestales del campus “La María” con la finalidad de conocer su capacidad de captura y almacenamiento de carbono.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Diagnóstico

En la actualidad no existe información detallada del carbono almacenado y el potencial volumétrico que presentan los recursos forestales del campus “La María” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Pronóstico

Se pronostica que el carbono almacenado y el potencial volumétrico que presentan los recursos forestales en el campus “La María” es relativamente alto.

Formulación del problema

¿Cuál es la valoración del recurso forestal del campus “La María”?

Sistematización

¿Cuál es la cantidad de carbono almacenado en el campus “La María”?

¿Cuál es el potencial volumétrico que existe en el recurso forestal “La María”?

1.2. Justificación

Ecuador es un país en los que no se han realizado muchas investigaciones acerca de la cuantificación del contenido volumétrico y su relación con el contenido de carbono en los recursos forestales, donde los niveles de captura de carbono son altos ya que las especies forestales fijan y almacenan el carbono ambiental.

La presente investigación tiene como propósito estimar el potencial volumétrico y el carbono almacenado en el recurso forestal del campus “La María”

El proyecto de investigación va a beneficiar principalmente a los investigadores que deseen desarrollar investigaciones con relación al potencial volumétrico y el contenido de carbono almacenado en los recursos forestales.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Realizar la valoración del recurso forestal del campus La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Zonificar las áreas forestales del campus “La María”
- Determinar el contenido del carbono presente en la biomasa aérea del campus “La María”
- Establecer el potencial volumétrico del recurso forestal del campus “La María”

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Carbono en ecosistemas forestales

Una vez que el dióxido de carbono (CO_2) atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis, éste participa en la composición de materias primas como la glucosa, para formar todas las estructuras necesarias para que el árbol pueda desarrollarse, el árbol al crecer va incrementado su follaje, ramas, flores, frutos, yemas de crecimiento (que en su conjunto conforman la copa); así como altura y grosor del tronco. El contenido de carbono que se encuentra en los ecosistemas forestales es el resultado de la capacidad de almacenamiento que estos tienen mediante el proceso de fotosíntesis, por otra parte, también las actividades de cortas y extracciones de biomasa del bosque generan emisiones de carbono (Benjamin y Masera, 2001).

2.1.2. El flujo de carbono

Las plantas superiores adquieren el dióxido de carbono (CO_2) atmosférico por difusión a través de los pequeñísimos poros que se encuentran en las hojas conocidos como estomas, y es transportado en los sitios donde se lleva a cabo la fotosíntesis, cierta cantidad de CO_2 regresa a la atmósfera, pero la cantidad que se fija y se convierte en carbohidratos durante el proceso de la fotosíntesis se conoce como producción primaria bruta (PPB), el crecimiento anual de las plantas es el resultado de la diferencia que hay entre el carbono fijado y el respirado. Las perturbaciones al ciclo global del carbono se enmarcan dentro de un contexto más amplio reconocido como «el cambio ambiental global», que amenaza de diversas formas el funcionamiento del planeta e incluye varios fenómenos y procesos íntimamente relacionados (Jaramillo, 2004).

2.1.3. Ciclo del carbono

El carbono es el elemento químico clave en los compuestos de naturaleza orgánica, elemento que circula entre los océanos, la atmósfera, el suelo y el subsuelo, instancias que conforman los depósitos, reservorios o almacenes de carbono. El paso entre los depósitos ocurre mediante procesos de orden químico, físico y biológico. El ciclo del carbono se inicia con la fijación del dióxido de carbono atmosférico mediante la fotosíntesis que realizan las plantas y algunos microorganismos. En la fotosíntesis, el dióxido de carbono y el agua reaccionan para formar carbohidratos y a la vez, liberar oxígeno, que va a la atmósfera. Parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía a la planta y el dióxido de carbono que así se forma, se libera a través de sus hojas o de sus raíces (Orjuela, 2018).

2.1.4. Biomasa

La biomasa abarca todo un conjunto heterogéneo de las materias orgánicas, tanto por su origen como por su naturaleza. En el contexto energético, el término biomasa se emplea para denominar a una fuente de energía renovable basada en la utilización de la materia orgánica formada por la vía biológica en un pasado inmediato o de los productos derivados de ésta. También tienen consideración de biomasa la materia orgánica de las aguas residuales y los lodos de depuradora, así como la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU), aunque dadas las características específicas de estos residuos se suelen considerar como un grupo aparte. La 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 (Fernández, 2003).

2.1.5. Biomasa forestal

La biomasa forestal está constituida por aquellos residuos procedentes de cualquier tipo de actividad humana dentro del campo del aprovechamiento de los bosques y tiene como

definición que el peso (o estimación equivalente) de la materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo normalmente es cuantificada en toneladas por hectárea de peso verde o seco, frecuentemente es separada en componentes, donde los más típicos corresponden a la masa del fuste, ramas, hojas, corteza, raíces, hojarasca y la madera muerta, la determinación adecuada de la biomasa de un bosque es un elemento de gran importancia debido a que esta permite determinar los montos de carbono y otros elementos químicos que existen en cada uno de sus componentes (Schlegel, Gayoso, & Guerra, 2000)

2.1.6. Diversidad florística

En ecología el término de diversidad florística ha designado tradicionalmente un parámetro de los ecosistemas (aunque se considera una propiedad emergente de la comunidad) que describe su variedad interna, el concepto resulta de una aplicación específica de la noción física de información, y se mide mediante índices que están relacionados con los habitualmente empleados para medir la complejidad, la diversidad de un ecosistema depende de dos factores, el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas, entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) consideraríamos más diverso al que presentara un número de especies mayor (Santana, 2017).

Los procesos que determinan la diversidad y la composición florística de los bosques son poco conocidos, se han hecho esfuerzos, tanto a nivel global como a escalas regionales y locales, para entenderlos y describirlos. A gran escala hay una fuerte relación positiva entre la diversidad y la precipitación anual y que por el contrario la riqueza de los suelos no es un factor muy influyente en la diversidad de un lugar. Sin embargo, para él no era claro qué procesos determinan la composición florística y los patrones de dominancia a escalas locales. Se ha propuesto que factores abióticos como la riqueza y el drenaje del suelo y las condiciones de un bosque regulan el número y el tipo de especies que pueden sobrevivir en él (Cano y Stevenson, 2009).

2.1.7. Composición florística

La composición de un bosque se determina con el número de familias, géneros y especies que se registren dentro del bosque al momento de realizar un inventario, esta información se utiliza esencialmente para caracterizar de manera inicial al bosque en su estructura arbórea, los componentes que se toman en cuenta para complementar mejor la información acerca de la composición se enfocan en la diversidad de especies, riqueza de especies y la similaridad de especies entre otros. la composición florística son atributos de las comunidades que permiten su comprensión y comparación, se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, usualmente teniendo en cuenta su densidad, su distribución y su biomasa, la composición florística de los bosques son poco conocidos (López y García, 2002).

2.1.8. Altura

La altura (h) es una variable geométrica muy fundamental para los árboles, la mayoría de las mediciones se basan en inspecciones visuales, y casi siempre están sesgadas, ya que es difícil valorar el tamaño vertical de los objetos entre 10 y 40 metros de altura, una estimación no sesgada de la altura emplea material automático para tomar medida a distintas distancias. Hay varias maneras tanto de medir como de estimar la altura que tiene un árbol el cual puede ser medida directa o indirectamente. Las técnicas de medición directa se llevan a cabo en individuos caídos o derribados, donde por lo general se emplea una cinta métrica para tomar esta medida, para calcular la altura existen muchos métodos (Chave, 2005).

2.1.9. Diámetro

Es una medida que nos proporciona datos sobre el crecimiento secundario del árbol (crecimiento en grosor) que puede ser referente de un crecimiento adecuado o inadecuado relacionado con otros datos como la altura del mismo y desde luego la especie de la que

se trate. Si se hacen mediciones periódicas se puede tener un registro censal de crecimiento y por tanto una proyección. La medida más típica del diámetro de un árbol es el diámetro a la altura del pecho, que se representa abreviando con las letras DAP, con esta medida se trata de conocer el diámetro que tiene el fuste del árbol a la altura de 1,30m sobre el nivel del suelo y cuando el árbol está sobre terreno inclinado, la altura del pecho se puede tomar a partir del nivel alto del suelo (Ugalde, 1981).

2.1.10. Área basal

La elección de una banda o factor de área basal (FAB) óptima, es muy importante para la eficacia del muestreo y la racionalización del inventario forestal. Una vez escogido el FAB se tiene que usar el mismo en cada punto de muestreo, ya que variaciones del factor dentro de un mismo inventario, pueden introducir errores en las estimaciones y complicaciones estadísticas a la hora de determinar la precisión en la estimación del área basal o densidad. La sección normal de un árbol es la que se encuentra a la altura del pecho, o a 1,30 m de su base, el valor de su superficie supuesta circular, que se suele expresar como "g", se obtiene a través de la medida de su diámetro "d" y la aplicación de la fórmula que nos proporciona el área del círculo a través del mismo (Da Cunha & Guimaraes, 2008).

2.1.11. Contenido volumétrico

Una de las actividades más comunes en biometría forestal es la estimación del volumen de los árboles, mediante ecuaciones que lo predicen con base en algunas variables independientes de fácil medición en el campo, estos modelos son herramientas matemáticas fundamentales para calcular las existencias volumétricas y, por consiguiente, se convierten en una consideración básica para la toma de decisiones en el manejo forestal. El diámetro normal es una variable que sirve para determinar el volumen individual o de una masa forestal, para definir la estructura del bosque o para seleccionar los árboles que se deben medir en un inventario, de acuerdo a un diseño de muestreo. Después del aprovechamiento, cuando un árbol ha sido cortado, solo permanece su tocón

como un indicador de sus dimensiones, y este puede utilizarse como variable predictiva del diámetro normal o de su volumen (Quiñonez *et al*, 2012).

2.2. Marco referencial

2.2.1. El carbono en el Ecuador

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Ecuador constituyen, en términos absolutos, una parte marginal de las emisiones globales que se acumulan en la atmósfera y que originan, tal como coincide en la mayoría de la comunidad científica mundial, el fenómeno del calentamiento global. Sin embargo, el nivel relativo y las características endógenas de las emisiones nacionales reflejan deficiencias estructurales e insostenibles tendencias coyunturales en la eficiencia económica o la integridad ambiental de múltiples patrones locales de producción y de consumo. En Ecuador, el mercado de carbono está presente desde el año 2003; es decir, se desarrollan proyectos de mecanismos de desarrollo limpio (MDL), el cual ha estado en constante crecimiento hasta la actualidad (Gallegos, 2012).

2.2.2. Emisiones de carbono

Las emisiones de CO₂ proceden, principalmente, de la quema de combustibles fósiles, tanto en grandes unidades de combustión como en fuentes menores distribuidas, estas emisiones también se originan en ciertos procesos industriales y de extracción de recursos, así como en la quema de bosques que se lleva a cabo para el desmonte, las emisiones son originadas por actividades humanas proceden de diversas fuentes, en su mayor parte de la combustión de combustibles fósiles utilizados en la generación de energía, el transporte, los procesos industriales, y los edificios residenciales y comerciales. El dióxido de carbono se intercambia constantemente entre la atmósfera, océanos y superficie cubierta por tierra ya que es producido y absorbido a la vez por muchos microorganismos, plantas y animales. Sin embargo, las emisiones y la

eliminación de CO₂ que se registran a raíz de estos procesos naturales tienen a equilibrarse, sin los impactos antropogénicos. (Bert Metz *et al*, 2005).

2.2.3. Sumideros de carbono en plantaciones forestales

La idea de las plantaciones forestales es de “absorber” carbono de la atmósfera a través del proceso natural por el cual los árboles en crecimiento van fijando carbono en su biomasa, aunque no hay certeza científica acerca de la capacidad de absorción de los bosques o plantaciones en crecimiento (Arango, 2011). Los bosques naturales o plantados son sumidero de carbono que tiene la capacidad de fijar en forma continua carbono, a través de la descomposición de la materia viva se vuelve a emitir CO₂ a la atmósfera, sin embargo los árboles por su gran tamaño acumulan gran cantidad de carbono, si la madera de estos es utilizada para la construcción de muebles y casas ese carbono fijado queda en las estructuras por largo plazo (Alfaro, 1997).

2.2.4. Valorización económica de la fijación de carbono

La importancia de la valoración económica permite comprender que resulta útil emplear herramientas de valoración, que generen datos aproximados de la verdadera situación del medio ambiente, a la vez que se demuestra que los ecosistemas son capaces de generar recursos que los convierta en auto-sostenibles, salvaguardando de esta manera la integridad del medio ambiente, cuenta con elementos políticos necesarios para alentar o frenar actividades en relación a los costos ambientales para la sociedad, permitiendo de esta forma generar y promover incentivos a la conservación ambiental. De esta manera, se reducirían los costos ambientales y se incrementaría la eficiencia en cuanto a la distribución de las externalidades positivas y negativas (Campaña, 2015).

2.2.5. Especies forestales de mayor importancia en el campus “La María”

2.2.5.1. Teca

Tectona grandis L. f (teca) es una especie originaria de Indochina que fue introducida en los países tropicales de América Latina hace aproximadamente 100 años, en Ecuador se introdujo en el año 1950, donde actualmente tiene alta demanda en el sector maderero (Nieto *et al*, 2014). Es un árbol caducifolio de tamaño grande, que alcanza 45 m de altura y desarrolla un tronco con contrafuertes al llegar a la madurez., produce una de las maderas tropicales más valiosas y mejor conocidas, ha sido plantada extensamente para la producción de madera para la construcción naviera, muebles y carpintería en general (Schargel, 2008). Crece en condiciones climáticas de clima monzónico (tropical húmedo y cálido), caracterizado con una estación seca de 3 a 5 meses y una precipitación anual entre “1300” mm y “2500” mm (Blanco *et al*, 2014).

- **Clase:** Equisetopsida C. Agardh
- **Orden:** Lamiales Bromhead
- **Familia:** Lamiaceae
- **Género:** *Tectona* L. f.
- **Especie:** *Tectona grandis* L. f.

2.2.5.2. Melina

La especie *Gmelina arbórea* (melina) es una especie forestal tropical nativa del Sureste de Asia, con una amplia capacidad de adaptación a diferentes condiciones edáficas y ambientales (Ruiz *et al*, 2005). Los usos más comunes que se le dan son para la elaboración de muebles, construcción estructural, obra liviana, carpintería y ebanistería, sin embargo, actualmente a los frutos de melina no se le ha dado un uso en la industria (Vanoye *et al*, 2020). Pertenece a la familia Lamiaceae, se desarrolla en ecosistemas desde muy húmedos a secos, por ser una especie de rápido crecimiento, tolerante a

temperaturas entre 18 y 35 °C, a una precipitación hasta de 2 286 mm (fácil adaptación) y los múltiples usos de su madera es muy apreciada en los mercados forestales, lo cual ha propiciado su introducción en gran parte del mundo (Ruiz *et al*, 2020).

- **Clase:** Equisetopsida C. Agardh
- **Orden:** Lamiales Bromhead
- **Familia:** Lamiaceae
- **Género:** *Gmelina* L.
- **Especie:** *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm.

2.2.5.3. Guayacán Blanco

El *Roseodendron Donnel-smitti* (guayacán blanco) tiene una amplia distribución geográfica y alto valor comercial a lo largo de la Costa, Andes y Amazonia ecuatoriana, lo que ha generado a lo largo del tiempo, sea aprovechada a niveles extremos, el guayacán es un árbol importante para la región y principalmente para la provincia de Loja ya que mejora el turismo de los sitios donde se encuentra (Aguila *et al*, 2018). Árbol caducifolio de hasta 30 m de altura, corteza externa dura, con fisuras zigzagueantes, formando placas alargadas; corteza interna pardo-amarillenta, con láminas sobrepuestas. Folíolos enteros o ligeramente aserrados, generalmente con pelos estrellados por debajo. Inflorescencia cimosa, corola campanulada, amarilla, 10,0 cm de largo, fruto 15,0 – 80,0 cm de largo (PNUD, 2021).

- **Clase:** Equisetopsida C. Agardh
- **Orden:** Asteranae Takht.
- **Familia:** Bignoniaceae
- **Género:** *Roseodendron*
- **Especie:** *Roseodendron Donnel-smitti*

2.2.5.4. Laurel blanco

La especie *Cordia alliodora* (laurel blanco) es nativa de América tropical, que se distribuye desde las Antillas y sur de México hasta el límite meridional sudamericano (Paraguay y Bolivia) se la puede encontrar desde los 25° de latitud norte, hasta los 25° latitud sur (Guevara, 2014). Es un árbol caducifolio, de 7 a 25 m (hasta 40 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 90 cm, su copa es muy pequeña, estrecha y abierta lo cual permite el paso de mucha luz, el tronco es generalmente recto, cilíndrico y a menudo libre de ramas, sus hojas son alternas y simples, esta especie forestal produce madera de alta calidad y se lo utiliza para la fabricación de muebles (Cedeño, 2020).

- **Clase:** Equisetopsida C. Agardh
- **Orden:** Asteranae
- **Familia:** Cordiaceae
- **Género:** Cordia L.
- **Especie:** *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken

2.2.5.5. Guarumo

El *Cecropia peltata* (guarumo) es una especie que se encuentra desde el sur de México y Las Antillas (Jamaica y Trinidad) hasta el norte de Sur América (Colombia, Venezuela, Surinam y Brasil), entre 1000 y 2500 m de altitud (Linares y Moreno, 2010). Es un árbol dioico que crece entre 5-10 m de altura, aunque en sus zonas de origen puede alcanzar más de 20 m, con el tronco derecho, hueco, produciendo con el tiempo raíces zancudas o contrafuertes; corteza lisa, gris clara, con grandes cicatrices circulares de las estípulas caídas y abundantes lenticelas, tiene ramas gruesas, horizontales. Ramillas huecas, tabicadas, con numerosas cicatrices anulares y lenticelas (Durando, 2009).

- **Clase:** Equisetopsida C. Agardh
- **Orden:** Rosanae Takht.
- **Familia:** Urticaceae Juss
- **Género:** *Cecropia* Loefl.
- **Especie:** *Cecropia peltata* L

2.2.5.6. Mango

El *Mangifera indica* (mango) es moderadamente vigoroso de copa abierta y se adapta en cierta medida en condiciones áridas con cierta tolerancia a la salinidad, tiene bajas demandas hídricas y no presenta producción alterna tan acentuada (Sergent, 1999). Es un alimento fuente de ácido ascórbico (9.79 a 186 mg/100 g), carotenoides (1159 a 3000 mg/100 g) y (poli)fenoles presentes en la parte comestible de la fruta que le confieren capacidad antioxidante (1-10). Es una de las frutas tropicales más importantes del mundo en términos de producción, superficie cultivada, y popularidad, con una producción global que excede los 27 millones de toneladas, siendo el mayor cultivo tropical seguido por el banano, la piña, papaya y aguacate (Corrales *et al*, 2014).

- **Clase:** Equisetopsida C. Agardh
- **Orden:** Rosanae Takht.
- **Familia:** Anacardiaceae R.
- **Género:** *Mangifera* L.
- **Especie:** *Mangifera indica* L.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

3.1.1. Mapa de ubicación

En la figura 1 se puede observar el mapa de la ubicación del campus “La María” de la UTEQ, vía Quevedo-Mocache, provincia de Los Ríos.

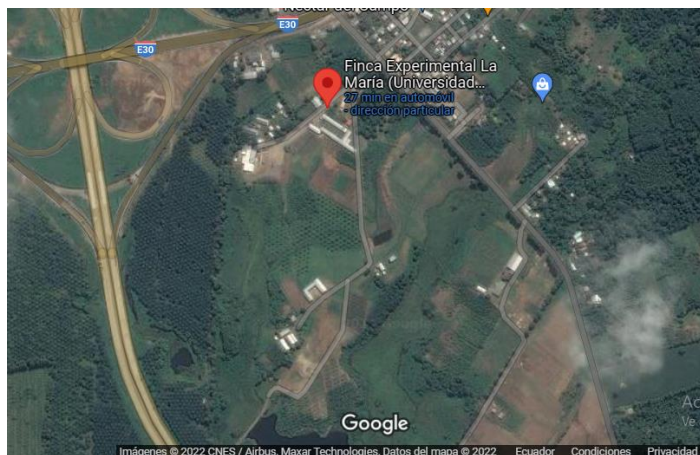


Figura 1. Mapa del Campus “La María”
Fuente: (Google, 2021).

3.1.2. Características climatológicas del lugar experimental.

En la presente tabla se describen las características climatológicas del campus La María ubicado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos.

Tabla 1. Características climatológicas del campus “La María”

Parámetros	Promedio
Temperatura	24,87 °C
Humedad relativa	85,48%
Precipitación anual	2223.85 mm
Heliofanía	898.66 horas luz año
Zona ecológica	Bh-T
Topografía	Irregular

Fuente: (Departamento Agrometeorológico INIAP,2019).

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter exploratoria y procedimental de tipo no experimental, debido a que se realizó la colecta de información de variables numéricas y cualitativas Partiendo de la recolección de datos, para el cual se realizó una toma de datos de todos los árboles que se encuentran en el campus “La María”.

3.3. Métodos de investigación

Se empleó el método analítico, el cual consiste en la observación de las plantas en su ambiente natural (in situ), la misma que permite definir la estructura, y estado de conservación de bosque nativo secundario y el método deductivo para obtener las conclusiones analizando los datos de campo a recopilar usando la lógica y comparación a otras investigaciones del mismo tipo, para garantizar la validez de estas.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Para la siguiente investigación se procedió a extraer información de artículos científicos, revistas y documentos técnicos que se obtuvieron de varias fuentes bibliográficas de índole científico, además se recolecto información de campo como el DAP, altura total y altura comercial.

3.5. Diseño de investigación

Se aplicó el diseño observacional, ya que para la siguiente investigación se procedió a observar y registrar los datos tomados en el campo.

3.6. Instrumento de investigación

Se recopiló información de los árboles, los cuales fueron enumerados con pintura tipo spray de color rojo, se tomó lectura de los diámetros utilizando una cinta diamétrica y con el hipsómetro se estimó la altura total y comercial. Para la recolección de datos se utilizó la ficha de recolección que se muestra en el anexo 1.

3.7. Tratamiento de datos

Se emplearon estadísticos de medida central (media y mediana), variabilidad (percentil, desviación estándar y coeficiente de variabilidad) para describir el contenido del carbono y la biomasa aérea. Los softwares para el tratamiento estadístico serán InfoStat y Microsoft Excel.

3.8. Recursos humanos y materiales

Para llevar a cabo el proyecto de investigación se emplearán materiales de campo y de oficina:

3.8.1. Materiales de campo

- GPS
- Cuaderno
- Esferos
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo

3.8.2. Materiales de oficina

- USB
- Internet
- Computadora
- Impresora
- Hojas de papel bond
- Carpetas
- Internet

3.8.3. Software

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Gv-Sig

3.9. Metodología

3.9.1. Fase de campo

Zonificación de las áreas forestales

Se debe obtener coordenadas de las áreas forestales utilizando un GPS, para asignar una ubicación espacial y con el software gv-sig, se generó la zonificación de las áreas forestales.

Contenido del carbono presente en la biomasa aérea

Para estimar la biomasa aérea (ABG, por sus siglas en inglés) expresada en $Mg \cdot ha^{-1}$, considerando la contribución individual de cada una de las especies, independientemente de su porte. La biomasa aérea se obtuvo a partir de la ecuación alométrica propuesta por Chave en el 2005, la cual se muestra a continuación (García *et al*, 2020):

$$\mathbf{AGB} = \rho \times \exp (-1.499 + 2.148\ln(\text{DBH}) + 0.207(\ln(\text{DBH}))^2 - 0.0281(\ln(\text{DBH}))^3)$$

Donde:

DBH = Diámetro a la altura del pecho

ρ = Densidad de la madera

Para estimar de forma precisa el potencial de biomasa aérea, la cual incluye el diámetro a la altura del pecho (DBH, por sus siglas en inglés) y la densidad de la madera (ρ). El valor de (ρ) fue posible a partir de los datos reportados de densidad específica de la madera para 11 de las especies inventariadas, con excepción de algunos casos en los que no estuvo disponible y se empleó la (ρ) media global que fue de 0.632 g.cm⁻³ (García *et al*, 2020).

Establecimiento del volumen de madera del campus La María

El volumen de un árbol es igual a 0,7854 por el Dap al cuadrado por altura total es necesario multiplicarlo por un factor de forma, obtenido a partir de los árboles cubicados rigurosamente, teniendo como base del cilindro (Cancino y Von Gadow, 2002):

$$V = \frac{\pi}{4} \times (DAP)^2 \times h \times f$$

Donde:

V = Volumen del árbol en pie en m³

$\pi = 3,1416$

DAP= diámetro a la altura del pecho

H = Altura del árbol en m.

F = Factor de forma (0,7)

Cada especie tiene un factor de forma característico, aunque en general el factor de forma utilizado es de 0,7 en base a la normativa forestal.

Variables a evaluar

Las variables de estudio fueron las siguientes:

1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)
2. Altura total (H)
3. Altura comercial
4. Volumen

3.9.2. Variables cuantitativas

Se efectuará el registro de campo considerando nombre científico, nombre común, familia y características dasométricas de todos los árboles que componen el campus La María.

3.9.3. Variables cualitativas

Se considerará el fuste, estado fitosanitario y daño mecánico de acuerdo con las categorías ya mencionadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Zonificación de las áreas forestales

La figura 2, presenta el área de zonificación arbórea del campus “La María” donde se obtuvo una superficie total de 15,87 ha.

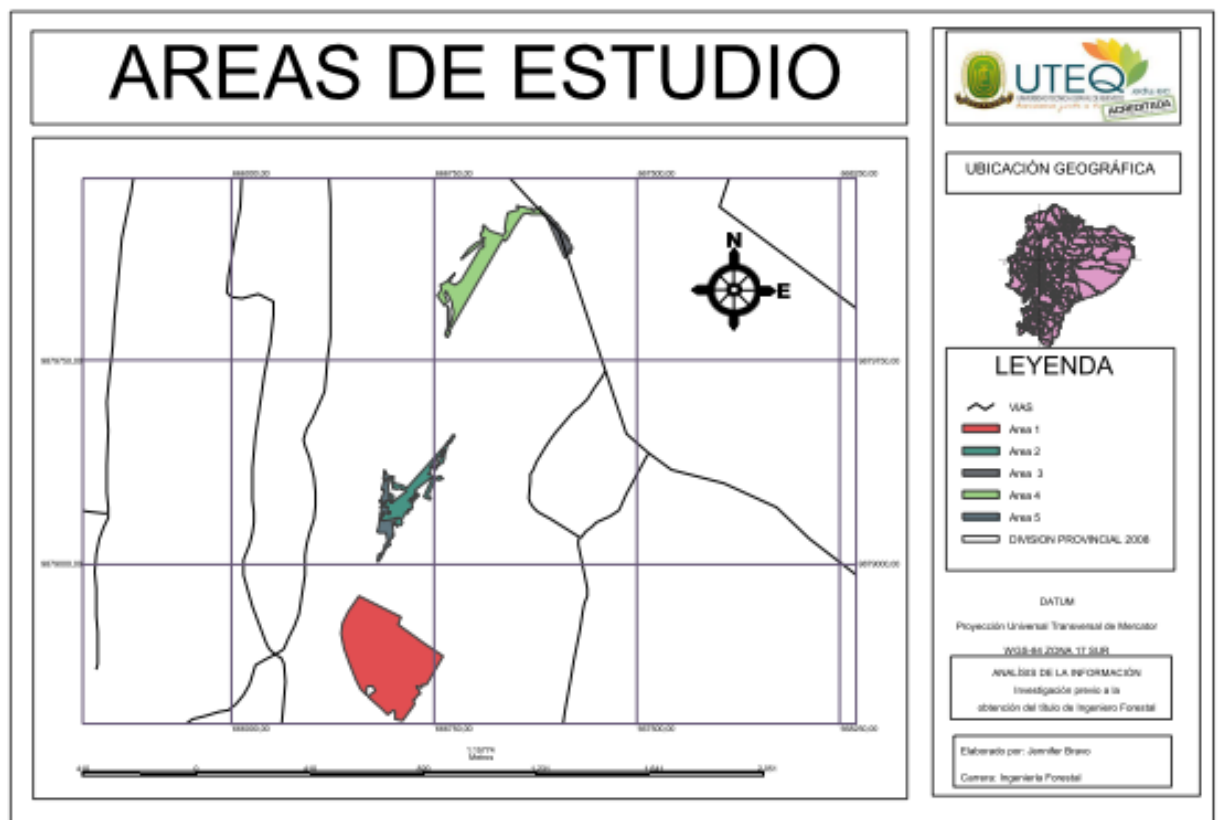


Figura 2. Zonificación de las áreas forestales

4.1.2. Contenido de carbono por especie

Según los datos tomados en el campus “La María” se puede observar que la especie con mayor contenido de carbono es la teca, con 1.033,75 Mg, la especie que menor contenido tiene es el higuerón con 0,27. Por hectárea se determinó que la teca tiene 1.033,52 Mg a comparación del higuerón que tiene 2,72 Mg por hectárea.

Tabla2. Contenido de carbono por especie

N°	Nombre científico	Nombre común	Densidad	TB (Mg)	TB (Mg/ha)
1	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca	0,632	1.033,75	10.337,52
2	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	0,632	126,07	1.260,70
3	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo	0,358	116,18	1.161,82
4	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel blanco	0,529	56,06	560,56
5	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr	Saman	0,632	42,96	429,58
6	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Palo prieto	0,276	37,92	379,22
7	<i>Diospyros blancoi</i> A. DC.	Mabolo	0,632	33,63	336,30
8	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms	Guachapeli	0,632	30,72	307,18
9	<i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A. Robyns	Beldaco	0,632	29,45	294,48
10	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Caoba de la costa	0,632	27,50	274,99
36	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendro	0,610	0,62	6,18
37	<i>Mespilus germanica</i> L.	Níspero	0,632	0,52	5,24
38	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex G. Don	Moral fino	0,632	0,35	3,52
39	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	Bombon	0,276	0,32	3,22
40	<i>Ficus</i> sp	Higueron	0,418	0,27	2,72

En la tabla 2, se muestra la densidad de las especies, así como su contenido de carbono total por especies y su contenido de carbono por hectáreas.

4.1.2.1. Contenido de carbono por familia

Según los datos tomados en el campus “La María” se puede observar que la familia con mayor contenido de carbono es la Lamiaceae con 1.034,96 Mg mientras que la familia con el menor contenido de carbono es la Combretaceae con 0,62 Mg, Por hectárea la familia Lamiaceae tiene 10.349,65 Mg y la Combretaceae tiene 6,18 Mg por hectárea.

Tabla 3. Contenido de carbono por familia

N°	Familia	DAP total	TB (Mg)	TB (Mg/ha)
1	Lamiaceae	63.192,80	1.034,96	10.349,65
2	Fabaceae	4357,80	141,25	1.412,48
3	Anacardiaceae	2.586,90	127,94	1.279,45
4	Urticaceae	8.568,60	116,18	1.161,82
5	Malvaceae	1.045,5	56,19	561,95

6	Cordiaceae	2.047,20	56,06	560,56
7	Ebenaceae	711,6	33,63	336,30
8	Rhamnaceae	1.706,2	27,50	274,99
9	Moraceae	918,7	25,58	255,83
10	Annonaceae	809,7	24,42	244,20
20	Lauraceae	117,8	4,98	49,76
21	Sapindaceae	228,0	4,34	43,42
22	Rutaceae	298,7	3,47	34,66
23	Asteraceae	88,7	1,17	11,73
24	Combretaceae	43,0	0,62	6,18

En la tabla 3, se muestra el Dap total de las familias forestales del campus “La María”, así como su contenido de carbono por familias y por hectárea.

4.1.3. Potencial volumétrico de madera

Los individuos censados en el campus “La María” se dividieron en 40 especies, las cuales presentaron un volumen total de 1.543,73 m³ y un volumen comercial de 857,41 m³. Siendo la teca y el guarumo las especies que más volumen total presentan con 945,10 m³ y 169,08 m³. En el caso del volumen comercial las especies con mayor volumen fueron la teca y el mango con 563,70 m³ y 51,62 m³. En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 4. Potencial volumétrico de la madera

N°	Nombre científico	Nombre común	N° individuos	VT	VC
1	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca	3373	945,10	563,70
2	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	58	67,23	51,62
3	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Palo prieto	57	58,05	34,22
4	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel blanco	76	44,76	30,37
5	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Pachaco	4	17,97	14,04
6	<i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A. Robyns	Beldaco	9	19,41	13,61
7	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr	Saman	13	15,85	12,65
8	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Fruta del pan	27	14,68	12,42
9	<i>Diospyros blancoi</i> A. DC.	Mabolo	17	18,84	12,30
10	<i>Quararibea cordata</i> (Bonpl.) Vischer	Zapote	5	9,98	12,17

36	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	Bombon	1	0,43	0,14
37	<i>Mespilus germanica</i> L.	Níspero	2	0,26	0,13
38	<i>Ficus</i> sp	Higueron	2	0,21	0,12
39	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex G. Don	Moral fino	5	0,19	0,07
40	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo	384	169,08	0

En la tabla 4, se muestra el número de individuos por especies forestales, así como su volumen total y su volumen comercial.

4.1.3.1. Índice de valor de importancia

En el campus “La María” se muestra que la especie con un mayor índice de valor de importancia es la teca y la de menor importancia es el bombon, con 133,97 y 0,06 (tabla 6).

Tabla 5. Índice de valor de importancia por especie

N°	Nombre científico	Abun. sp	Abun. %	Dom. sp M2	Dom. %	IVI
1	<i>Tectona grandis</i> L.f.	3373	74,57	107,51	59,39	133,97
2	<i>Cecropia peltata</i> L.	384	8,49	18,46	10,20	18,69
3	<i>Mangifera indica</i> L.	58	1,28	9,00	4,97	6,25
4	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	57	1,26	6,58	3,63	4,89
5	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	76	1,68	5,41	2,99	4,67
6	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	84	1,86	2,96	1,64	3,49
7	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms	27	0,60	2,38	1,31	1,91
8	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. y CA Mey.	46	1,02	1,55	0,86	1,88
9	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	27	0,60	2,13	1,18	1,77
10	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk	43	0,95	1,49	0,82	1,77
36	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex G. Don	5	0,11	0,06	0,03	0,14
37	<i>Terminalia catappa</i> L.	2	0,04	0,07	0,04	0,08
38	<i>Mespilus germanica</i> L.	2	0,04	0,06	0,03	0,07
39	<i>Ficus</i> sp	2	0,04	0,05	0,03	0,07
40	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	1	0,02	0,07	0,04	0,06

En la tabla 5, se muestra la abundancia por especie y su porcentaje, también se muestra la dominancia de las especies con su respectivo porcentaje y el índice de valor de importancia.

4.2. Discusión

4.2.1. Zonificación de las áreas forestales

La zonificación de las áreas forestales del campus donde se realizó el estudio de investigación, se mostró ingresando al gv-sig las coordenadas del gps, el cual mostró 15,87 ha de áreas forestales. Mientras que (Casanova, 2010) obtuvo su área de cobertura vegetal mediante información cartográfica y alfanumérica de mapas ya elaborados, se generó el mapa de cobertura natural actual a escala 1:250000 que se realizó por la superposición de mapas y cruce de información del bosque protector (SIGAZCA), áreas protegidas (MAE), uso (DINAREN), vegetación (MAE-PROMSA).

4.2.2. El contenido del carbono presente en la biomasa aérea

Para estimar la biomasa, se procedió a tomar los datos la cual incluye el diámetro a la altura del pecho y la densidad de la madera, el valor de la densidad fue posible a partir de datos reportados de densidad específica de la madera, con excepción de algunos casos en los que se empleó la media global que es 0.632 g.cm^{-3} . En la investigación se observó que la teca es la especie con mayor contenido de carbono con 1.033,75 Mg. Sin embargo (Villanueva, 2021) estimó la biomasa aérea en distintas zonas de estudio donde se dio a conocer que la variable más predictora fue el diámetro a la altura de pecho (DAP), con un alto coeficiente de determinación que explica un 89,61 % de la variabilidad de los datos. Los bajos niveles de biomasa y contenido de carbono a comparación con el presente estudio se deben en gran mayoría al sitio de estudio al ser plantaciones de edades adultas ya con pocos individuos a analizar.

4.2.3. Potencial volumétrico

El potencial volumétrico que se obtuvo en “La María” fue de un volumen total de 1543,73 m³ y un volumen comercial de 857,41 m³, siendo la de mayor volumen la especie *Tectona grandis* L.f. y la de menor volumen la especie *Cecropia peltata* L, esto se debe mayormente por que la especie *Tectona grandis* L.f. son de una edad adulta y tiene mayor abundancia en el sitio de estudio. Mientras que en el estudio realizado en el sector dos de la finca experimental “La Represa” por (Defaz, 2021) de las 56 especies forestales se obtuvo un volumen de 6.663,99 m³. Siendo la especie que más volumen presenta, teca con 1.312,8 m³ y la especie con menor volumen fue el sande con 0,17 m³.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✚ Se finalizó con éxito el mapa cartográfico de la zonificación de las áreas forestales del campus “La María” donde se establecieron varias parcelas, siendo la parcela doce la que tiene mayor masa arbórea.
- ✚ A partir de los datos tomados se obtuvo que la especie con mayor contenido de carbono es la especie *Tectona grandis*, en el caso de la familia la que cuenta con mayor contenido de carbono es la Lamiaceae.
- ✚ A partir de los individuos censados se obtuvo que la especie con mayor representación volumétrica es la especie *tectona grandis*, en el caso del volumen total la especie con menor representación volumétrica es el *Maclura tinctoria*.

5.2. Recomendaciones

- ✚ Realizar un inventario de las cercas vivas del campus “La María”, con el fin de conocer su volumen y el almacenamiento de carbono.
- ✚ Realizar estudios acerca de los porcentajes almacenado en distintos estratos como: la hojarasca y el carbono que se encuentra almacenado en el suelo.
- ✚ Aumentar la diversidad de especies en el campus “La María”.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Aguila, S., Burneo, A., Narváez, L., & Pucha-Cofrep, D. (2018). Propiedades físicas y características anatómicas de la madera de tres especies de Guayacán al sur de Ecuador. *Revista Indexada*, 2.
- Alfaro, M. (1997). Almacenamiento y fijación de carbono en ecosistemas forestales. *Revista forestal Centroamericana*, 10.
- Arango, B. (2011). Sumideros de carbono en el marco del protocolo de Kioto. *Memorando de derecho*, 18.
- Benjamin, J., & Masera, O. (2001). Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y bosques*, 5-6.
- Bert Metz, D., 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.
- Blanco, J., Trugilho, P., Tarcisio, J., Gherardi, P., & Moreira, J. (2014). Caracterización de la madera joven de *Tectona grandis* L. f. plantada en Brasil. *Madera y bosques*.
- Campaña, F. (2015). *La importancia y el rol de la valoración económica de los servicios ambientales para la toma de decisiones en el contexto de las negociaciones de cambio climático*. Quito.
- Cano, Á., & Stevenson, P. (2009). Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés. *Revista Colombia forestal*, 64.
- Caputo, L., Nazzaro, F., Souza, L. F., Aliberti, L., De Martino, L., Fratianni, F., . . . De Feo, V. (2017). *Laurus nobilis*: composición del aceite esencial y sus actividades biológicas. *Moléculas*.
- Cárdenas, D., Barreto, J., Arias, J., Murcia, U., Salazar, C., & Mendez, O. (2007). *Caracterización y tipificación forestal de ecosistemas en el municipio de Inírida y el corregimiento de Cacahual (departamento del Guainía): una zonificación forestal para la ordenación de los recursos*. Bogotá-Colombia.

- Cárdenas, O., Flores, J., Treviño, E., Aguirre, O., & Cárdenas, A. (2019). Zonificación forestal bajo el concepto de áreas de respuesta homogénea en el centro de México. *UNAM*.
- Casanova, J. (2010). *Zonificación forestal en el canton Cañar, bajo criterio biofísico y de conservación para un equilibrio social económico y ambiental*. Riobamba-Ecuador.
- Cedeño, E. (2020). *Estimación las condiciones óptimas para la supervivencia de la especie nativa laurel (Cordia alliodora), en plantaciones del cantón 24 de Mayo*. Manabi-Ecuador.
- Chave, J. (2005). *Medición de la altura del árbol, para árboles tropicales. Manual de campo. sixth framework programme (2002-2006)* .
- Corrales, A., Maldonado, M., Urango, L., Franco, M., & Rojano, B. (2014). Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *Revista chilena de nutrición*.
- Cubero, J., & Rojas, S. (1999). *Fijación de carbono en plantaciones de melina (Gmelina arborea Roxb.), teca (Tectona grandis Lf:) y pochote (Bombacopsis quinata Jacq.) en los cantones de Hojanca y Nicoya, Guanacaste, Costa Rica*. Costa Rica.
- Da Cunha, T., & Guimaraes, C. (2008). Selección del factor de área basal del relascopio de Bitterlich para el muestreo de un rodal de pinus taeda L. en el sur de Brasil. *Kurú: Revista forestal (Costa Rica)*, 2.
- Defaz, L. (2021). *Estimación volumétrica y del 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*. Quevedo.
- Durando, J. (2009). *Capacidad del guarumo (Cecropia peltata) como planta fitorremediadora de suelos contaminados con mercurio* . Cartagena.
- Fernández, J. (2003). *Energía de la biomasa*. Thomson-Paraninfo.

- Gallegos, M. (2012). Analisis mercado de carbono en el Ecuador. *Observatorio de la Economia Latinoamericana*.
- García, Y., Arteaga, Y., Torres, B., Bravo, C., & Robles, M. (2020). Biomasa aérea de familias botánicas en un bosque siempreverde piemontano sometido a grados de intervención. *Colombia forestal*.
- Gayoso, J., & Guerra, J. (2005). Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile. *Bosque (Valdivia)*.
- Guevara, H. (2014). *Influencia de las especies forestales Cordia alliodora "Laurel" y Calycophyllum spruceanum "Capiroña" en el rendimiento de Theobroma cacao, en sistema agroforestal, Tocache, San Martín, 2013"*. Moyobamba- Perú.
- Jaramillo, V. (2004). *Cambio climático: una visión desde México*. México.
- Linares, É., & Moreno, E. (2010). *Morfología de los frutiolos de cecropia (cecropiaceae) del Pacífico Colombiano y su valor taxonómico en el estudio de dietas de murciélagos*. Caldasia.
- López, R., & García, G. (2002). *Composición florística y estructural de las especies arbóreas en el bosque seco secundario de la finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua, 2002*. Nicaragua.
- Murillo, Y., Domínguez, M., Zurimendi, P., Lagunes, L., & Aldrete, A. (2017). Índice de sitio en plantaciones de Cedrela odorata en el trópico húmedo de México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 16.
- Nieto, J., Hernández, S., Motte, E., & Mayek, N. (2014). Análisis de la diversidad genética del germoplasma de teca (Tectona grandis L. f.) en Ecuador. *Revista mexicana de ciencias forestales*.
- Orjuela, H. B. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 85-86.
- Pardos, J. A. (2010). *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global*. Madrid.

- PNUD. (2021). *Guía para la identificación dendrológica y anatómica de 29 especies maderables*. Quito.
- Quiñonez, G., Cruz, F., Vargas, B., & Hernández, F. (2012). Estimación del diámetro, altura y volumen a partir del tocón para especies forestales de Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*.
- Riaño, O., & Lizarazo, I. (2017). Estimación del volumen de madera en árboles mediante polinomio único de Ahusamiento. *Colombia Forestal* .
- Rodríguez, R., Jiménez, J., Aguirre, O., Treviño, E., & Razo, R. (2006). Estimación del carbono almacenado en un bosque de niebla de Tamaulipas, México. *ciencia UANL*, 179.
- Rodríguez, R., Jiménez, J., Aguirre, O., Treviño, E., & Razo, R. (2009). Estimación de carbono almacenado en el bosque de pino-encino en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. *Ra Ximhai*.
- Ruiz, B., Hernandez, E., Rodríguez, R., & Salcedo, E. (2020). Valoración dasométrica y producción de biomasa en *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm. establecida en plantaciones puras y mixtas. *SciELO*.
- Ruiz, R., Vargas, J., Alcalá, C., & Villegas, A. (2005). Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de estaca en el enraizado de *Gmelina arborea* Roxb. *Revista Fitotecnia Mexicana*.
- Sánchez, A., Torres, E., Espinoza, Í., Sánchez, J., & Torres, B. (2017). Forrajeras arbustivas tropicales en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus). *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*.
- Santana, L. (2017). *Incidencia de especies introducidas en la composición florística: Análisis de una unidad de vegetación con presencia de guayabo en el sector Cerro Mesa, Isla Santa Cruz, Galapagos*. Puerto Ayora.
- Schargel, I. (2008). Crecimiento de una plantación de teca (*tectona grandis* LP) proveniente de dos fuentes de material vegetativo. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*.

- Schlegel, B., Gayoso, J., & Guerra, J. (2000). *Manual de procedimientos muestreos de biomasa forestal*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Sergent, E. (1999). *El cultivo del mango (Mangifera indica L.): botánica, manejo y comercialización*. Caracas.
- Ugalde, L. (1981). *Conceptos básicos de dasometría*.
- Vanoye, M., López, L., García, J., & Alavez, J. (2020). Aprovechamiento del fruto de la melina (*gmelina arborea roxb*) como colorante natural y antimicrobiano. *Agronomía Costarricense*.
- Villanueva, I. (2021). "Estimación volumétrica y del carbono de la biomasa aérea de la cobertura forestal del sector cuatro de la finca experimental La Represa, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo". Los ríos-Ecuador.
- Zabal, R., & Paul, C. (2012). *Zonificación de áreas con aptitud forestal asistido por sistema de información geográfica en la provincia de Tarma-Junín*. Junín.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Ficha de recolección de datos

#	Nombre científico	Nombre común	DAP (cm)	HT (m)	HC (m)	Observaciones
1						
2						
3						
4						
....						

Anexo 2. Potencial volumétrico

N°	Nombre científico	Nombre común	N° individuos	VT	VC
1	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca	3373	945,1	563,7
2	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	58	67,23	51,62
3	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Palo prieto	57	58,05	34,22
4	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel blanco	76	44,76	30,37
5	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Pachaco	4	17,97	14,04
6	<i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A. Robyns	Beldaco	9	19,41	13,61
7	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr	Saman	13	15,85	12,65
8	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Fruta del pan	27	14,68	12,42
9	<i>Diospyros blancoi</i> A. DC.	Mabolo	17	18,84	12,3
10	<i>Quararibea cordata</i> (Bonpl.) Vischer	Zapote	5	9,98	12,17
11	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Caoba de la costa	84	22,89	11,72
12	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	26	16,47	10,24
13	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms	Guachapeli	27	18,4	10,16
14	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Nuez de cucuy	12	10,57	10,08
15	<i>Annona muricata</i> L.	Guanabana	28	14,16	8,42
16	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Pomarrosa	19	11,45	8,16
17	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. y CA Mey.	Fernan Sanchez	46	11,35	6,71
18	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk	Cauje	43	9,43	5,67
19	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulí	35	8,04	5,34
20	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda	Guayacan Blanco	17	6,17	4,01
21	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urb.	Balsa	20	5,63	3,54

22	<i>Mammea americana</i> L.	Mamey Cartagena	de 3	4,09	2,97
23	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	3	3,21	2,56
24	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.)	Bototillo	4	3,38	1,83
25	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tachuelo	17	2,94	1,81
26	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Achotillo	10	2,69	1,52
27	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Guayacán Rosado	36	3,14	1,24
28	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Wild.	Guaba de machete	19	1,8	0,9
29	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Matarráton	13	1,56	0,81
30	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Chilco	5	0,94	0,54
31	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba de bejuco	5	0,71	0,44
32	<i>Erythrina glauca</i> Willd.	Caraca	2	0,92	0,41
33	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. Ex Sm.	Melina	7	0,92	0,4
34	<i>Spondias purpurea</i> L.	Hobo	7	0,63	0,23
35	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendro	2	0,2	0,18
36	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	Bombon	1	0,43	0,14
37	<i>Mespilus germanica</i> L.	Níspero	2	0,26	0,13
38	<i>Ficus</i> sp	Higueron	2	0,21	0,12
39	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex G. Don	Moral fino	5	0,19	0,07
40	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo	384	169,08	0
Total				1543,73	857,41

Anexo 3. Índice de valor de importancia (IVI)

Nº	Nombre científico	Nombre común	Abun sp	Abun %	Dom sp M2	Dom%	IVI
1	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca	3373	74,57	107,5117	59,394	133,969
2	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo	384	8,49	18,4601	10,198	18,688
3	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	58	1,28	8,9988	4,971	6,254
4	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Palo prieto	57	1,26	6,577	3,633	4,894
5	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel blanco	76	1,68	5,4117	2,990	4,670
6	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Caoba de la costa	84	1,86	2,961	1,636	3,493
7	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms	Guachapeli	27	0,60	2,3797	1,315	1,912

8	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. y CA Mey.	Fernan Sanchez	46	1,02	1,5544	0,859	1,876
9	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Fruta del pan	27	0,60	2,1312	1,177	1,774
10	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk	Cauje	43	0,95	1,4882	0,822	1,773
11	<i>Annona muricata</i> L.	Guanabana	28	0,62	2,0702	1,144	1,763
12	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr	Saman	13	0,29	2,6539	1,466	1,754
13	<i>Diospyros blancoi</i> A. DC.	Mabolo	17	0,38	2,4803	1,370	1,746
14	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	26	0,57	1,854	1,024	1,599
15	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulí	35	0,77	1,3401	0,740	1,514
16	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Pomarrosa	19	0,42	1,4022	0,775	1,195
17	<i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A. Robyns	Beldaco	9	0,20	1,7754	0,981	1,180
18	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Guayacan Rosado	36	0,80	0,6338	0,350	1,146
19	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Nuez de cucuy	12	0,27	1,264	0,698	0,964
20	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urb.	Balsa	20	0,44	0,7697	0,425	0,867
21	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Pachaco	4	0,09	1,3404	0,740	0,829
22	<i>Quararibea cordata</i> (Bonpl.) Vischer	Zapote	5	0,11	1,2823	0,708	0,819
23	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda	Guayacan Blanco	17	0,38	0,7792	0,430	0,806
24	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tachuelo	17	0,38	0,4338	0,240	0,616
25	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Wild.	Guaba de machete	19	0,42	0,3123	0,173	0,593
26	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Matarráton	13	0,29	0,3651	0,202	0,489
27	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Achotillo	10	0,22	0,439	0,243	0,464
28	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.)	Bototillo	4	0,09	0,4335	0,239	0,328
29	<i>Mammea americana</i> L.	Mamey de Cartagena	3	0,07	0,3932	0,217	0,284
30	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	3	0,07	0,382	0,211	0,277
31	<i>Spondias purpurea</i> L.	Hobo	7	0,15	0,2106	0,116	0,271
32	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. Ex Sm.	Melina	7	0,15	0,154	0,085	0,240
33	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Chilco	5	0,11	0,1355	0,075	0,185

34	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba de bejuco	5	0,11	0,1303	0,072	0,183
35	<i>Erythrina glauca</i> Willd.	Caraca	2	0,04	0,1935	0,107	0,151
36	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex G. Don	Moral fino	5	0,11	0,0574	0,032	0,142
37	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendra	2	0,04	0,0726	0,040	0,084
38	<i>Mespilus germanica</i> L.	Níspero	2	0,04	0,0623	0,034	0,079
39	<i>Ficus</i> sp	Higueron	2	0,04	0,0502	0,028	0,072
40	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	Bombon	1	0,02	0,0689	0,038	0,060
Total			4523	100,00	181,014	100,00	200,000

Anexo 4. Carbono por especie

N°	Nombre científico	Nombre común	DAP total	Densidad	TB (Mg)	TB (Mg/ha)
1	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca	63078,7	0,632	1033,7523	10337,5 2
2	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	2456,4	0,632	126,0695	1260,70
3	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo	8568,6	0,358	116,1819	1161,82
4	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel blanco	2047,205 1	0,529	56,0565	560,56
5	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr	Saman	555,9	0,632	42,9580	429,58
6	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Palo prieto	8568,6	0,276	37,9217	379,22
7	<i>Diospyros blancoi</i> A. DC.	Mabolo	711,6	0,632	33,6297	336,30
8	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms	Guachapeli	555,9	0,632	30,7183	307,18
9	<i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A. Robyns	Beldaco	555,9	0,632	29,4480	294,48
10	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Caoba de la costa	1706,2	0,632	27,4986	274,99
11	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson)) Fosberg	Fruta del pan	823,7	0,632	24,9597	249,60
12	<i>Annona muricata</i> L.	Guanabana	809,7	0,632	24,4199	244,20
13	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Pachaco	243,9	0,632	22,3039	223,04
14	<i>Quararibea cordata</i> (Bonpl.) Vischer	Zapote	555,9	0,614	19,5852	195,85

15	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Nuez de cucuy	396,8	0,632	17,0315	170,31
16	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk	Cauje	872,40	0,774	16,6701	166,70
17	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Pomarrosa	567,2	0,632	15,7656	157,66
18	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	709,4	0,420	14,9173	149,17
19	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. y CA Mey.	Fernan Sanchez	868,4	0,530	13,0589	130,59
20	<i>Prunus salicifolia</i> Kunth	Capulí	555,9	0,614	12,3158	123,16
21	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda	Guayacan Blanco	555,9	0,632	8,3900	83,90
22	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam.) Urb.	Balsa	423,7	0,614	7,1615	71,62
23	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.)	Bototillo	134,5	0,632	5,7828	57,83
24	<i>Mammea americana</i> L.	Mamey de Cartagena	8568,6	0,632	5,3624	53,62
25	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	117,8	0,632	4,9764	49,76
26	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Guayacan Rosado	508,9	0,632	4,9292	49,29
27	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Achotillo	8568,6	0,632	4,3424	43,42
28	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tachuelo	298,7	0,614	3,4662	34,66
29	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Matarráton	8568,6	0,632	3,1482	31,48
30	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Wild.	Guaba de machete	8568,6	0,573	1,9757	19,76
31	<i>Spondias purpurea</i> L.	Hobo	130,5	0,632	1,8755	18,76
32	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. Ex Sm.	Melina	8568,6	0,632	1,2123	12,12
33	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Chilco	88,7	0,632	1,1735	11,73
34	<i>Erythrina glauca</i> Willd.	Caraca	66,4	0,276	1,0584	10,58
35	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba de bejuco	8568,6	0,510	0,8411	8,41
36	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendra	43,0	0,610	0,6181	6,18
37	<i>Mespilus germanica</i> L.	Níspero	8568,6	0,632	0,5237	5,24
38	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex G. Don	Moral fino	8568,6	0,632	0,3522	3,52

39	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	Bombon	29,6	0,276	0,3222	3,22
40	<i>Ficus</i> sp	Higueron	34,8	0,418	0,2715	2,7200

Anexo 5. Carbono por familia

N°	Familia	DAP total	TB (Mg)	TB (Mg/ha)
1	Lamiaceae	63192,8	1034,9646	10349,65
2	Fabaceae	4357,8	141,2475	1412,48
3	Anacardiaceae	2586,9026	127,9449	1279,45
4	Urticaceae	8568,6	116,1819	1161,82
5	Malvaceae	1045,5	56,1947	561,95
6	Cordiaceae	2047,2051	56,0565	560,56
7	Ebenaceae	711,6	33,6297	336,30
8	Rhamnaceae	1706,2	27,4986	274,99
9	Moraceae	918,7	25,5834	255,83
10	Annonaceae	809,7	24,4199	244,20
11	Lecythidaceae	396,8	17,0315	170,31
12	Sapotaceae	872,40	16,6701	166,701
13	Myrtaceae	567,2	15,7656	157,656
14	Meliaceae	709,4	14,9173	149,17
15	Bignoniaceae	886,8	13,3192	133,19
16	Polygonaceae	868,4	13,0589	130,589
17	Rosaceae	785,1	12,8395	128,39
18	Cochlospermaceae	134,5	5,7828	57,83
19	Calophyllaceae	113,9	5,3624	53,62
20	Lauraceae	117,8	4,9764	49,76
21	Sapindaceae	228,0	4,3424	43,424
22	Rutaceae	298,7	3,4662	34,662
23	Asteraceae	88,7	1,1735	11,73
24	Combretaceae	43,0	0,6181	6,18