



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE

INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MEDIO
AMBIENTE**

MODALIDAD:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**ESTIMACIÓN DEL STOCK DE CARBONO EN ESPECIES
ARBÓREAS COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL,
LA FORTUNA, MANGA DEL CURA, MANABÍ**

AUTORES:

**MUÑOZ INTRIAGO OTTO ANDRES
ORTIZ VALDEZ ULICE GUILLERMO**

TUTOR:

ECO. ROBERTO ZAMBRANO FARIAS, M.SC,

CALCETA, NOVIEMBRE 2018

DERECHOS DE AUTORÍA

OTTO ANDRÉS MUÑOZ INTRIAGO y ULICE GUILLERMO ORTIZ VALDEZ, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

OTTO ANDRES MUÑOZ INTRIAGO

ULICE GUILLERMO ORTIZ VALDEZ

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ECO. TEÓDULO ROBERTO ZAMBRANO FARIÁS, certifica haber tutelado el proyecto **ESTIMACIÓN DEL STOCK DE CARBONO EN ESPECIES ARBÓREAS COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, LA FORTUNA, MANGA DEL CURA, MANABÍ**, que ha sido desarrollada por **OTTO ANDRÉS MUÑOZ INTRIAGO** y **ULICE GUILLERMO ORTIZ VALDEZ**, previa la obtención del título de ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ECO. TEÓDULO ROBERTO ZAMBRANO FARIAS, M.Sc,

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **ESTIMACIÓN DEL STOCK DE CARBONO EN ESPECIES ARBÓREAS COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, LA FORTUNA, MANGA DEL CURA, MANABÍ**, que ha sido propuesto, desarrollado por **OTTO ANDRÉS MUÑOZ INTRIAGO** y **ULICE GUILLERMO ORTIZ VALDEZ**, previa la obtención del título de ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. CARLOS SOLÓRZANO SOLÓRZANO, M. Sc.

MIEMBRO

ING. JULIO LOUREIRO SALABARRIA, Mg.Sc.

MIEMBRO

DRA. AIDA DE LA CRUZ BALÓN., Mg.Sc.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial agradecemos a Dios por el maravilloso regalo que es la vida, por la fortaleza y bendiciones recibidas a lo largo de nuestra formación profesional.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A nuestro tutor de tesis Eco. Teódulo Roberto Zambrano Farías, por ser quien nos guió durante este proceso de elaboración de nuestra tesis y durante nuestra carrera universitaria fortaleciendo temas con sus conocimientos como persona y profesional que es, así también agradecer a todos los profesionales que nos enseñaron sus conocimientos, quienes con su guía, paciencia y constancia desinteresada de convertirnos en unos buenos profesionales.

A la Ing. Flor María Cárdenas con sus dotes de maestra, madre y amiga estuvo ahí apoyándonos en todo momento de la manera más generosa.

A los miembros de tribunal, por la entrega, paciencia, consejos y sugerencias para mejorar la presentación final de nuestra investigación.

A la Dra. Aida De La Cruz, y los Ingenieros, Julio Loureiro Salabarría y Carlos Solórzano como nuestros profesores y amigos por su acertados cometarios y sugerencias para la desinteresada ayuda para la realización de este trabajo.

Al Ing. Iván Mendoza Velásquez por guiarnos y compartir su saber y experiencia en investigaciones en captura de carbono en especies maderables en bosques tropicales.

A todos nuestros compañeros y amigos que siempre estuvieron allí presente dándonos su apoyo en todo momento.

Son muchas las personas a las que queremos agradecer, pero solo queremos decirles mil gracias.

Los Autores

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, por estar como guía durante este proceso, por no hacerme desmayar y por haber dado en mi ser, fortaleza para no dejarme caer en los momentos más difíciles y estar siempre a mí lado dándome salud y fuerzas para seguir adelante en cada paso que doy en la vida. A mis padres: Ing. Otto Muñoz y Señora madre Bienvenida Intriago, que han sido mis mejores ejemplos de vida, me enseñaron con amor y sabiduría a luchar por lo que se quiere en la vida. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. Me apoyaron en las buenas y malas. Son los claros merecedores de mi respeto y admiración, los amo por sobre todo y este mérito es de ellos. A mis hermanos: Juan Carlos y María Belén, por ser parte de mi vida y por apoyar mis locuras, por ser de hermanos en todo el sentido de la palabra, junto a mis padres son mi fortaleza y mi soporte para construir mi camino en la vida profesional. A mi amada esposa: María Alejandra Franco Moreira, por estar siempre presente acompañándome en este largo camino lleno de obstáculos, pero bendecido de contar con su amor para vencer toda adversidad y ser parte de este gran triunfo en convertirme en profesional de la república de Ecuador. A mi tesoro amado, mi angelito aquí en la tierra mi princesa y ternurita de papa a mi pequeña hija María Emilia que llegó a darme felicidad a mi vida, dando la responsabilidad de ser papá y siendo ella mi motivación para lograr superarme en la vida.

OTTO ANDRÉS MUÑOZ INTRIAGO

DEDICATORIA

A Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre: Julia Valdez por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, para convertirme en un profesional. A mi padrastro: Pedro Torres por sus consejos, su confianza y apoyo incondicional que necesitaba para culminar este proceso tan importante de formación profesional. A mi padre: Ulices Ortiz por ser la persona que me dio la palabra de aliento para seguir adelante y no desmayar en mi trayecto. A mi hermano Vigosky Ortiz por sus consejos, paciencia y toda la ayuda que me brindaron para concluir mis estudios. A mi abuelita Rita Obregón, fue una parte esencial de mi formación, en mi educación y mis valores como persona.

ULICE GUILLERMO ORTIZ VALDEZ

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. LOS BOSQUES Y EL USO DE LA TIERRA	5
2.2. BOSQUES TROPICALES.....	5
2.3. ESPECIES ARBOREAS	7
2.4. LAS MASAS FORESTALES COMO SUMIDEROS DE CARBONO	7
2.5. INVENTARIOS FORESTALES	8
2.6. EL STOCK Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN ESPECIES ARBOREAS	9
2.7. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	10
2.8. LA CONTRIBUCIÓN DEL STOCK DE CARBONO COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	11
2.9. METODOLOGÍA PROPUESTA POR IPCC PARA LA CAPTURA DE CARBONO	11

2.10. SECUESTRO DE CARBONO EN BOSQUES, SU PAPEL EN EL CICLO GLOBAL.....	13
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	15
3.1. UBICACIÓN	15
3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO.....	16
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	16
3.4. VARIABLES DE ESTUDIO.....	16
3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	16
3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE	16
3.5. PROCEDIMIENTO	16
3.5.1. FASE 1.- ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LA ZONA GEOGRÁFICAS DE LA COMUNIDAD LA FORTUNA, DEMARCANDO LAS ÁREAS BOSCOSAS PARA LA CAPTACIÓN DE CARBONO	16
3.5.2. FASE 2.- CUANTIFICACIÓN EL STOCK DE CARBONO ALMACENADA EN LA BIOMASA AÉREA DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN LAS ÁREAS BOSCOSAS DE LA MANGA DEL CURA, MANABÍ.....	17
3.5.3. FASE 3.- COMPARACIÓN EL STOCK DE CARBONO DEL BOSQUE PIE MONTANO SIEMPRE VERDE, HÚMEDO TROPICAL DE LA COMUNIDAD LA FORTUNA CON LO ESTABLECIDO EN LAS TABLAS DEL IPCC, (2003)-FAO (2010) Y SU IMPORTANCIA PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA REGIÓN	20
3.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	21
3.6.1. MÉTODOS	22
3.6.2. TÉCNICAS.....	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. FASE 1.- ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LA ZONA GEOGRÁFICAS DE LA COMUNIDAD LA FORTUNA, DEMARCANDO LAS ÁREAS BOSCOSAS PARA LA CAPTACIÓN DE CARBONO	23
4.2. FASE 2.- CUANTIFICACIÓN EL STOCK DE CARBONO ALMACENADA EN LA BIOMASA AÉREA DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN LAS ÁREAS BOSCOSAS DE LA MANGA DEL CURA, MANABÍ.....	25
4.3. FASE 3.- COMPARACIÓN EL STOCK DE CARBONO DEL BOSQUE PIE MONTANO SIEMPRE VERDE, HÚMEDO TROPICAL DE LA COMUNIDAD LA	

FORTUNA CON LO ESTABLECIDO EN LAS TABLAS DEL IPCC, (2003)-FAO (2010) Y SU IMPORTANCIA PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA REGIÓN	38
4.4. DISCUSIÓN	40
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1. CONCLUSIONES.....	42
5.2. RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXOS	50

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 2.1. Depósitos de carbono en suelos tropicales.....	13
Cuadro 2.2. Depósitos de carbono en suelos tropicales.....	14
Cuadro 3.3. Características de la comunidad la Fortuna, Manga del Cura Manabí.15	
Cuadro 3.4. Depósitos de carbono en suelos tropicales.....	21
Cuadro 3.5. Depósitos de carbono en suelos tropicales.....	21
Cuadro 4.6. Características del Ecosistema de la comunidad la Fortuna Manga del Cura, Manabí, Ecuador.....	23
Cuadro 4.7. Coordenadas de Transectos a muestrear.....	24
Cuadro 4.8. Especies identificadas y cuantificadas en la comunidad la Fortuna....	26
Cuadro 4.9. Cálculos de la biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono en el transecto 1.....	29
Cuadro 4.10. Cálculos de la biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono en el transecto 2.....	30
Cuadro 4.11. Cálculos de la biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono en el transecto 3.....	31
Cuadro 4.12. Cálculos de la biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono en el transecto 4.....	32
Cuadro 4.13. Cálculos de la biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono en el transecto.....	33

Cuadro 4.14. Cálculo de stock de carbono de las especies arbóreas para el cálculo del stock en la comunidad la Fortuna.....	34
Cuadro 4.15. Stock de carbono (ha/año) en especies arbóreas de la comunidad la Fortuna.....	35
Cuadro 4.16. Comparación de los depósitos de carbono en suelos tropicales,	39
Cuadro 4.17. Depósitos de Stock de Carbono en suelos tropicales.....	39
Figura 3.1. Ubicación de la comunidad la Fortuna.....	15
Figura. 4.2. Cartografía del área de estudio.....	24
Figura. 4.3. Área del transecto para la cuantificación de especies arbóreas.....	25

RESUMEN

La cobertura vegetal presente en el bosque de la comunidad la Fortuna Manga del Cura, Provincia de Manabí, es un territorio rico en cobertura vegetal, el cual alberga bosque nativo Piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial (BePc02) categorizado por el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE, 2014), con una superficie aproximadamente 11,4 ha, de bosque. El objetivo de esta investigación es estimar el stock de carbono de las especies arbóreas como aporte a la sostenibilidad ambiental, la metodología que se utilizó para conocer el stock de carbono en especies arbóreas fue la propuesta por las Guías internacionales para la medición de carbono almacenado, como VCS (2008), MacDicken (1997), y la guía de IPCC (2003), sin alterar el equilibrio ecológico de la zona. Del trabajo en campo y la aplicación de la metodología antes mencionada se pudo identificar 31 especies con el DAP < 1,30m., representadas en un total 663 individuos siendo cinco las especies más abundante la *Clarisia biflora* (6 %) con (43 individuos), *Castilla elástica* (6 %) con (39 individuos), *Beloperone guttata* (5 %) con (32 individuos), *Maclura tinctoria* (5 %) con (30 individuos) y *Hibiscus elatus* (4 %) con (29 individuos), estas especies representan el 26 % de individuos totales. Se empleando la ecuación alométrica propuestas por el IPCC (2003), donde mostro resultado total de 481,86 ton. Stock de carbono ha/ año, mostrándonos que la investigación realizada en la comunidad la Fortuna es de alta importancia ambiental por el stock de carbono que almacena.

Palabras Claves: Bosques tropicales, especies, vegetación, endémicas, individuos, alométrica.

ABSTRACT

The vegetal cover present in the community forest of La Manga del Cura, Manabí province, is a territory rich in plant cover, which is home to the native Piedmont forest of the Equatorial Pacific Coastal Range (BePc02) categorized by the Ministry of Environment of the Ecuador (MAE, 2014), with an area of approximately 11.4 ha, of forest. The objective of this research is to estimate the carbon stock of tree species as a contribution to environmental sustainability, the methodology used to know the carbon stock in tree species was the one proposed by the international guidelines for the measurement of stored carbon, such as VCS (2008), MacDicken (1997), and the IPCC guide (2003), without altering the ecological balance of the area. From the field work and the application of the aforementioned methodology it was possible to identify 31 species with the DAP <1.30m., represented in a total of 663 individuals, with five species being the most abundant, the *Clarisia biflora* (6%) with (43 individuals) , *Castilla elastic* (6%) with (39 individuals), *Beloperone guttata* (5%) with (32 individuals), *Maclura tinctoria* (5%) with (30 individuals) and *Hibiscus elatus* (4%) with (29 individuals), these species represent 26% of total individuals. We used the allometric equation proposed by the IPCC (2003), where it showed a total result of 481.86 tons. Carbon stock ha / year, showing us that the research carried out in the La Fortuna community is of high environmental importance due to the carbon stock it stores.

Keywords: Tropical forests, species, vegetation, endemics, individuals, allometric.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Desde el inicio de la era industrial, producto del uso de energías derivadas de fuentes fósiles (petróleo, carbón, gas), las emisiones antropogénicas han aumentado considerablemente la concentración de dióxido de carbono (CO²) en el aire. En los últimos 50 años este incremento ha sido mayor al 25%. Considerando las absorciones por los sumideros naturales (bosques, vegetación, mares) y las emisiones por las fuentes de CO², el balance anual neto de emisiones a la atmósfera llega a 3.000 millones de toneladas por año (FAO, 2012), analizado las bondades que proporcionan los bosque juegan un rol principal no solo como factor de desarrollo de un país y de sus modelos de sostenibilidad si no que adquieren protagónico mundial por su reconocimientos como sumideros en los ciclos del carbono, (Terán. *et al.*,2016)

El promedio mundial de emisiones de CO² fue 3.9 toneladas por persona. Se necesitarían 1.5 hectárea plantadas por persona, con árboles en desarrollo en regiones sin forestación para compensar las emisiones de CO² de esta sola persona, 9.000 millones de hectáreas para compensar temporalmente las emisiones de los 6.000 millones de habitantes en el mundo. Sin embargo, esto sería insuficiente, porque la población y las emisiones de CO₂ aumentan diariamente, (Montesinos, *et al.* 2015).

INFOBOSQUE, (2016), destaca la importancia que tienen estos ecosistemas en América Latina, los bosques de tierras bajas de América Latina pueden capturar mucho CO² de la atmósfera. De hecho, estiman que, si no se interrumpe su crecimiento, en los próximos 40 años estas masas forestales podrían capturar de la atmósfera el equivalente a las emisiones por combustibles fósiles y procesos industriales que se produjeron en toda Latinoamérica y el Caribe entre 1993 y 2014 (22 años). Algo de relevancia y que no tenemos que dejar de mencionar son los mecanismos para la captura de carbono son viables actualmente, porque se enfocan solo a un subproceso del ciclo de carbono en la naturaleza, la captura terrestre, y específicamente en la captura de carbono

parte de los ecosistemas boscosos el IPCC, estima en un segundo informe de evaluación que entre 60 y 80 GtC, podrían conservarse o captarse en los bosque en los años futuros si se opta por reforestar y conservar los ecosistemas boscosos, (Vargas, *et al.* 2010)

MAGAP, (2012), atribuye que, en Manabí, las especies arbóreas en ciertos lugares cobra importancia ambiental por la captación de carbono, y se ha desarrollado a través del Ministerio de Ambiente del Ecuador programas de reforestación para compensar las pérdidas de bosques y garantizar las sostenibilidad y equilibrio ambiental. En el cantón el Carmen, ya hablando en el ámbito local, existen grandes extensiones de bosques en las zonas rurales en su gran mayoría en fincas o terrenos privados, estos bosques que sirven como pulmones de la naturaleza y sirven positivamente en la calidad de vida de los habitantes de la región, en los últimos años el stock de carbono y la preservación de bosques ha despuntado las investigaciones con el objetivo de conocer la realidad de los bosques y el grado de captación de CO₂, sin dejar de mencionar la a importancia del desarrollo sostenible de los sumideros de carbono en los bosques existentes, en las zonas que rodean algunas comunidades del sector rural, como la comunidad la Fortuna en la sector de la Manga del Cura, Manabí, ofreciendo una opción interesante de bosques para la captación de CO₂.

Los antecedentes expuestos permiten formular la siguiente pregunta de investigación

¿La estimación del stock de carbono almacenado en la biomasa aérea de las especies arbóreas (bosque) en la Manga del Cura, Manabí será favorable a la sostenibilidad ambiental de la región?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los problemas ambientales que enfrenta el planeta uno de ellos el calentamiento global y sus derivados hacen que vivamos a diario devastadoras situaciones y cambios adversos los cuales han sido tema a tratar por las naciones y los gobernantes en los últimos tiempo, la deforestación y la pérdida de las especies arbóreas por actividades antropogénicas como la tala y los cambios de vegetación que existen en la zona, causa principal de algunas especies nativas con gran valor ambiental como la captación de carbono.

Se le suma a esto el desconocimiento y la falta de información sobre los beneficios ambientales que brindan las especies arbóreas, información preocupante ya que no se cumple lo que establece la Constitución del Ecuador en el 2008, Capítulo segundo de Biodiversidad y recursos naturales, Sección primera, Naturaleza y ambiente Art. 395 donde la Constitución reconoce el principio ambiente donde se garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

La importancia de realizar la investigación es conocer el papel de los bosques en la disminución y control del calentamiento global y sus efectos sobre el planeta, a través de su rol como principal sumidero de carbono o fuentes de almacenamiento de carbono. Los bosques fijan CO₂ a través de la fotosíntesis y lo almacenan en su biomasa por lo que al disminuir la superficie de bosques se pierde el CO₂ retenido en los sumideros de carbono ya existente y además se restringe la capacidad de absorber más carbono, (Ibárcena, *et al.* 2003).sin dejar de mencionar la importancia de la sostenibilidad ambiental es el equilibrio que se genera a través de la relación armónica entre la sociedad y la naturaleza que lo rodea y de la cual es parte. Esta implica lograr resultados de desarrollo sin amenazar las fuentes de nuestros recursos naturales y sin comprometer los de las futuras generaciones. Fundamentado la importancia de la investigación en el Plan Nacional Toda una Vida (2017) eje 1 Derechos para todos durante toda la vida numeral 3 donde establece “garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones” Mencionando que la investigación se realizará para conocer la cantidad de carbono

almacenado en la biomasa aérea en el bosques de la Manga del Cura haciendo énfasis en su importancia a la conservación del mismo para el equilibrio y sostenibilidad ambiental de la región.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Estimar el stock de carbono de las especies arbóreas como aporte a la sostenibilidad ambiental, en la comunidad la Fortuna, Manga del Cura, Manabí.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los puntos de muestreo en la zona geográfica de la comunidad la Fortuna, demarcando las áreas boscosas para la captación de Carbono.
- Cuantificar el stock de carbono almacenado en la biomasa aérea de las especies arbóreas en las áreas boscosas de la Manga del Cura, Manabí.
- Comparar el stock de Carbono del bosque pie montano siempre verde, húmedo tropical de la comunidad la Fortuna con lo establecido en las tablas del IPCC, (2003) y FAO, (2010) y su importancia para la sostenibilidad ambiental de la región.

1.4. HIPÓTESIS

La estimación del stock de carbono almacenado en la biomasa aérea de las especies arbóreas del bosque tropical húmedo en la Manga del Cura, Manabí contribuye favorablemente a la sostenibilidad ambiental de la región.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. LOS BOSQUES Y EL USO DE LA TIERRA

García, *et al.* (2014) plantea que varios estudios han sugerido que la mesofauna edáfica puede ser considerada como un indicador temprano y sensible a los efectos del manejo del suelo. En el trópico, la macrofauna es una de las más representativas dentro del suelo; esta contiene invertebrados con un diámetro mayor de 2 mm y fácilmente visibles en la superficie o en el interior, los cuales desempeñan un papel imprescindible en la productividad del suelo debido a su capacidad de alterar el ambiente superficial y edáfico en que se desarrollan las plantas.

Leija *et al.* (2016) La biodiversidad de dichos individuos declina como función inversa a la intensidad con que son cultivadas las plantas mediante métodos mecanizados y agroquímicos. El uso intensivo del suelo en la explotación agrícola hace que disminuyan las comunidades de los organismos como consecuencia del efecto tóxico de los agroquímicos, la destrucción física de los hábitats y la reducción del alimento y de la materia orgánica. El cambio de uso de la tierra provoca variación en las poblaciones edáficas como respuesta a las modificaciones en la cobertura vegetal, la radiación solar, la lluvia y las propiedades físicas y químicas del suelo. La pérdida de la materia orgánica constituye uno de los principales factores que influyen en los bajos valores de densidad y biomasa de la macrofauna, además esta se relaciona estrechamente con las propiedades químicas del suelo, tales como: el contenido de cationes intercambiables, el pH, la textura y la capacidad de retención de agua.

2.2. BOSQUES TROPICALES

Los bosques tropicales húmedos albergan más de la mitad de las especies del planeta y se encuentran entre las comunidades terrestres más antiguas, exuberantes y de mayor complejidad ecológica con varios cientos de especies del planeta por hectáreas, los bosques tropicales húmedos albergan especies de plantas muchas de ellas requieren de sombras y humedad para establecerse y

sobrevivir por lo que son particularmente sensibles a la apertura o pérdida de dosel (Koleff, Unquiza & contreras 2012).

Históricamente la vegetación dominante en las regiones del mundo corresponde a la del Bosque Tropical Caducifolio y poco se han estudiado las relaciones florísticas con otros tipos de vegetación con los cuales comparte condiciones ambientales similares, como un periodo más o menos prolongado de sequía estacional, (Rocha & González, 2010).

Para la Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuarios menciona que los bosques tropicales son sitios con alta biodiversidad en plantas y animales; es también uno de los ecosistemas más antiguos del planeta, se encuentran debajo de los 1200 metros de altura; la temperatura y luz permanecen constantes durante el año. No hay sitio más exuberante que el bosque tropical; en una sola hectárea se pueden encontrar cientos de especies de árboles, cientos de especies de aves, y miles de especies de insectos; esto se debe a que siempre húmeda y calurosa, con mucha lluvia, poblada permanentemente por árboles que dan fruto comestible. Los árboles no solo acogen animales, sino que también a numerosas plantas: helechos, musgos, orquídeas y bromeliáceas que retienen agua y sirven de refugio a ranas, (ALPZA, 2018).

Los bosques tropicales protegen la mayor diversidad biológica del planeta y brindan servicios ecosistémico vitales. No obstante, la mayor parte de esos bosques están sostenidos por suelos de moderada a baja fertilidad. Bajo esas condiciones, la biomasa sostiene una importante proporción de los nutrientes que están potencialmente disponibles para la biota, y las plantas han desarrollado mecanismos altamente adaptados para la adquisición y la retención de los nutrientes (Celentano *et al.*, 2011).

Además de alterar la estructura del ecosistema y arrasar con el capital natural, la deforestación altera los ciclos de nutrientes y aumenta la fuga de nutrientes del ecosistema con altos costos ambientales y sociales, sin dejar de mencionar la creciente deforestación en la mayoría de los países tropicales, especialmente en

América Latina, donde los bosques son talados y rápidamente convertidos en suelos para la agricultura (FAO 2006).

2.3. ESPECIES ARBOREAS

La fenología puede contribuir a la solución de algunos problemas forestales, ya que sienta bases para comprender la biología de la reproducción de las especies, la dinámica de las comunidades, la interacción planta-animal y la evolución de la historia de vida de los animales que dependen de las plantas para su alimentación. Este conocimiento proporciona información sobre la disponibilidad de recursos a lo largo del año y permite determinar las estrategias de recolecta de frutos, lo que puede favorecer la calidad y cantidad de semillas para la producción de nuevas plántulas, (Ochoa, Pérez, & Bernaduz, 2008).

Desde la concepción de Lusk *et al.*, (2001) exponen que la conversión de grandes extensiones de plantaciones de árboles exóticos ha generado inquietudes sobre las posibles consecuencias ambientales de dichos cambios. Aparte del impacto evidente sobre la diversidad biológica, en los últimos años se ha estudiado la influencia de las plantaciones exóticas sobre el balance hídrico del sitio, y el rendimiento hídrico de las cuencas.

Los árboles se cuentan entre los organismos más destacados y de más importancia sobre la Tierra, y sin embargo nosotros tan solo estamos comenzando a comprender su alcance y distribución a escala mundial, Ellos almacenan enormes cantidades de carbono, son esenciales para los ciclos de los nutrientes, para la calidad del agua y del aire, y para innumerables servicios humanos, (CNN, 2018).

2.4. LAS MASAS FORESTALES COMO SUMIDEROS DE CARBONO

El carbono se acumula en la biomasa del ecosistema forestal a través de la fotosíntesis y, en términos generales, es aproximadamente el 50 %, este proceso ha hecho que los bosques se consideren “sumideros de carbono”. Por otra parte, el carbono almacenado en la materia orgánica de un suelo que, en su capa arable (aproximadamente 30 cm) contuviera un 4% de materia orgánica, tiene un valor calórico por hectárea equivalente a 20 toneladas de antracita. Generalmente a efectos de establecer metodologías para inventario de carbono en masas forestales

se reconocen 5 diferentes depósitos donde se acumula el carbono en el ecosistema forestal, (Yepes & Silveira, 2011).

En el caso de la respiración se produce de inmediato, mientras que la materia orgánica sobre el suelo se descompone lentamente, pasando una parte a formar compuestos estables de carbono en el suelo, que a su vez se descomponen a un ritmo mucho menor, en función de las condiciones edafoclimáticas de la masa forestal de que se trate. Por otra parte, los productos obtenidos de la madera también tienen un ciclo de desaparición, que resulta diferente en función del producto. En los bosques, el período de almacenamiento y la velocidad de fijación del carbono en la vegetación y en el suelo varía, dependiendo de la especie y de la calidad de la zona, del clima y de las prácticas y alteraciones a las que esté sometida esa vegetación, (Yáñez, 2004).

Cordero (2012) manifiesta que en cualquier caso, a mayor cantidad de estructuras vegetales existente, más carbono se encontrará almacenado en ellas, por lo que resulta obvio que la capacidad de fijación de las especies de crecimiento rápido es mayor. Por otra parte, la gestión forestal sostenible, que debe garantizar la persistencia, mejora y crecimiento, si es posible, de la masa forestal (sin descuidar su aprovechamiento), conlleva que, desde el punto de vista global de la citada masa, que se va aprovechando por fases, a la vez que se va regenerando, constituya un almacén de carbono, también persistente en el tiempo.

Mendoza y Jiménez (2017) exponen que se debe tener en claro que la transformación de los árboles en productos forestales, tales como madera aserrada, contrachapado o papel no suponen en sí misma una liberación de carbono a la atmósfera, sino que el carbono fijado por la masa forestal permanece fijado en los productos derivados del bosque durante su ciclo de vida,– si bien el sumidero de carbono constituido por estos productos no será tenido en cuenta, al menos, en el Primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto.

2.5. INVENTARIOS FORESTALES

SIGLA (2014). Un inventario forestal es un proceso mediante el cual se determinan parámetros forestales de interés en un área determinada como el número de ejemplares y sus DAP, especies, altura de los ejemplares, Volumen Comercial, Área

Basal, Fracción de Cobertura, etc. Suelen ir precedidos de la generación de un Mapa Forestal o Mapa de Usos del Suelo de detalle. Los datos recopilados y calculados en un Inventario Forestal son necesarios para la aprobación de DAA (Diagnóstico Ambiental de Alternativas), EIA (Estudios de Impacto Ambiental) y PMA (Plan de Manejo Ambiental) en proyectos en los sectores de hidrocarburos e infraestructura y permiten también el desarrollo de productos específicos en plantaciones de clientes privados como la determinación de volúmenes comerciales en plantaciones maderables o determinación de ejemplares enfermos en plantaciones de palma africana u otros cultivos (caucho, etc).

Las técnicas de inventario forestal tradicionales utilizando únicamente datos recopilados en campo requieren el empleo de una cantidad considerable de mano de obra, la realización de trabajo de campo lento y costo sujeto a múltiples errores. La aparición de la tecnología ha mejorado considerablemente en la ejecución de inventarios forestales que ahora se plantean como una operación estadística sobre el 100% del área a inventariar mediante la cual se registran objetivamente variables de interés incluyendo cálculos precisos de las incertidumbres obtenidas, (Cuñachi, s/f).

2.6. EL STOCK Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN ESPECIES ARBOREAS

El manejo de las áreas naturales protegidas y las áreas naturales y los bosques son una de las mejores opciones para la captación de carbono, los ecosistemas forestales contienen grandes cantidades de carbono almacenado en la biomasa viva, muerta y en el suelo Rodríguez, Jiménez, Agurre, & Treveño (2009) explican que ecosistemas terrestres y el suelo son depósitos considerables de Carbono.

Los bosques del mundo contienen un estimado de 340 Pg. de Carbono (1 Pg. = 10¹⁵ g) (1 GtC = giga tonelada = billón de tons) en vegetación, y 620 Pg. de Carbono en suelo. Por eso es que los cambios en estos reservorios de Carbono pueden tener un impacto considerable en el balance global. Durante el último siglo, aproximadamente 150 Pg. de Carbono han sido liberadas a la atmósfera, como consecuencia de los cambios en el uso del suelo. Esto equivale a casi 30 años de

emisiones de quema de combustible fósil. (Jerez, Quintero, Quevedo, & Moret, 2015).

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, siglas en inglés) ha estimado que las emisiones antropogénicas de CO₂ fueron 5,5 Pg. de C, causadas por la quema del combustible fósil y la producción de cemento, más 1,6 Pg. de C causado por la deforestación. Durante la última década, casi un 45 por ciento de las emisiones antropogénicas han permanecido en la atmósfera, el resto ha sido absorbido por los ecosistemas oceánicos y terrestres. Las emisiones per cápita varían. La comunidad científica está mayormente de acuerdo, al menos en las bases cualitativas, en que los ecosistemas forestales del trópico han sido fuentes netas de Carbono, De cualquier manera, resultados de investigaciones recientes muestran que los bosques tropicales maduros pueden acumular carbono con una tasa de 1-2 Mg/ha/año lo cual puede desviar las emisiones que producen la deforestación y degradación, (Yáñez, 2004).

2.7. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Leigue (2011) sostiene que una de las bases fundamentales del manejo sostenible de los bosques tropicales, es el mantenimiento de la regeneración natural. Esta forma de manejo, requiere que las especies maderables aprovechadas, regeneren de forma natural para mantener sus poblaciones y asegurar la futura productividad del bosque, el aprovechamiento de especies maderables, tiene varias consecuencias para la regeneración natural, algunas con efectos opuestos. Por un lado, los daños y mortalidad de los individuos, la reducción considerable de la producción de frutos, y el aumento de la disponibilidad de luz en el bosque.

Cervantes, Pelayo, & Arano, (2012), mencionan que se ha encontrado que el aprovechamiento forestal y otras actividades antropogénicas, podrían influenciar la distribución espacial de las especies del bosque incluso puede alterar significativamente la abundancia y modificar la distribución espacial de la regeneración natural de las especies aprovechadas y remanentes. Sin embargo, a nivel de especies, aun no se conoce a ciencia cierta, cuál es el grado de impacto que ocasiona la remoción de una alta proporción de árboles semilleros y cómo se

configura la estructura espacial, ante un escenario pos aprovechamiento con menos árboles semilleros y más distanciados entre sí, cuyos temperamentos y estrategias reproductivas son diversos.

La sostenibilidad ambiental del entorno se ve beneficiada por el stock de carbono almacenado en las especies arbóreas, siendo esta una influencia positiva donde se garantiza un ambiente equilibrado, ya que, a mayor stock de carbono, mayor será la sostenibilidad de la región por el aporte de stock de carbono almacenado, (Arregui, 2006).

2.8. LA CONTRIBUCIÓN DEL STOCK DE CARBONO COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

El stock de carbono almacenado contribuye a la sostenibilidad ambiental en ámbito social de una manera positiva garantiza la salud de los seres humanos, disminuye las enfermedades respiratorias y dermatológicas, (Mendoza & Jiménez, 2017).

Mendizábal, *et al.*, (2008) En el aspecto económico la sostenibilidad ambiental garantiza bienestar a las familias de la comunidad si están dentro del Programa Socio-bosque, donde tendrán una estabilidad y economía y goce familiar. Raynal, (2011), En el aspecto ambiental el stock de carbono aportara a la sostenibilidad en algunos aspectos como la conservación de especies arbóreas y endémicas de los bosques tropicales, la especie arbórea son importante dentro de la sostenibilidad para contrarrestar la erosión del suelo, también aporta de manera directa como fuente d recarga hídrica y conservación de cuencas hidrográficas.

2.9. METODOLOGÍA PROPUESTA POR IPCC PARA LA CAPTURA DE CARBONO

Esta metodología se basa en desarrollar las medidas de biomasa aérea con las ecuaciones de las Guías internacionales para la medición de carbono almacenado, como VCS (2008), MacDicken (1997), y la guía de IPCC (2003) donde se medirá: DAP, área basal, Volumen, densidad y biomasa aérea.

DAP

$$D = \frac{C}{\pi} \quad [2.1]$$

Dónde:

D= Diámetro

C= Circunferencia del tronco del árbol

Área basal

$$AB = \frac{\pi}{4D^2} [2.2]$$

Dónde:

D= Diámetro altura al pecho

π =3.1416

Volumen

$$V = AB * h [2.3]$$

Dónde:

AB= Área Basal

h= Altura

Densidad

$$D = \frac{NI}{AM} [2.4]$$

Dónde:

NI= Número de individuos

AM= Área muestreada

Biomasa área

$$BA = (V) * D [2.5]$$

Dónde:

V= Volumen

D= Densidad

Biomasa Arbórea / ha.

$$BA = \Sigma Au / 1000 * 10000 / \text{area de laparcela} [2.6]$$

Captura de carbono

$$\Delta CBA = (BA * CF) \text{ t C/ha.}$$

$$\Delta CBA = (BA * CF) \text{ t C/ha [2.7]}$$

Todos los valores de biomasa arbórea pasaran mediante el factor de conversión de fracción de carbono (CF) A tC/ha.

$$0,5MgDM/MGC \text{ (IPCC, 1995) [2.8]}$$

2.10. SECUESTRO DE CARBONO EN BOSQUES, SU PAPEL EN EL CICLO GLOBAL

La mayoría de los sumideros de C en la vegetación están localizados en bosques (tropicales) de baja latitud (62%), mientras que la mayoría del C del suelo está localizada en los bosques de alta latitud (boreal) (54%). En los trópicos, el C que está en sumideros superficiales varía entre 60 y 230 ton C/ha en bosques primarios, y entre 25 y 190 ton C/ha en bosques secundarios (Cuadro 4). En bosques tropicales, los sumideros de C en el suelo varían entre 60 y 115 ton C/ha. En otros sistemas de uso del suelo, tales como los agrícolas o ganaderos, los sumideros de C en el suelo son considerablemente pequeños.

Cuadro 2.1. Depósitos de carbono en suelos tropicales

Bosque	Stock de Carbono (ton C/ha)
Bosques primarios	60-230
Bosques secundarios	25-190

Fuente: IPCC, 2013

La FAO, a la solicitud de sus países miembros, evalúa regularmente el estado de los bosques del mundo, y el stock de carbono almacenados en ellos, así como su ordenación y sus usos, a través del Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 (FRA 2010). La evaluación abarcará los siete elementos temáticos de la ordenación forestal sostenible incluyendo variables relativas al marco político, legal e institucional. FRA 2010 también pretende proporcionar información que facilite la evaluación del

progreso hacia el logro de los Objetivos mundiales en materia de bosques establecidos por el Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques y de la Meta Biodiversidad 2010 del Convenio sobre la Diversidad Biológica. La publicación de los resultados ha sido prevista para 2010. realizar la comparación con lo establecido por la FAO, (2010).

Cuadro 2.2. Depósitos de carbono en suelos tropicales

Rango	Criterio	Referencia
25-60	Bajo	
61-190	Medio	
191-230 o mas	Alto	

Fuente: FAO, 2010

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

El estudio propuesto se enmarca en la normativa institucional ESPAM MFL. Siendo este una investigación de carácter no experimental.

3.1. UBICACIÓN

Cuadro 3.3. Características de la comunidad la Fortuna, Manga del Cura Manabí

Altitud (msnm)	236 msnm en tierras altas y bajas.
Latitud sur	00°40'07.40"S
Longitud oeste	79°36'47.10"W
Zona de vida (Holdridge)	BmsT
Temperatura promedio anual (°C)	25
Economía	Turismo, agricultura, ganadería
Fuente: MAE, 2015	

Esta investigación se realizó en la comunidad la Fortuna, del sector Manga del Cura en el cantón el Carmen en provincia de Manabí, esta comunidad está ubicada a 45 Km de la cabecera cantonal es un territorio montañoso de aproximadamente 32 Km² su vegetación es bastante diversas existiendo especies de gran importancia ambiental que aportan al equilibrio del lugar sus habitantes en su gran mayoría se dedica a la agricultura, ganaría turismo y gastronomía. El acceso a la comunidad se hace a través de transporte terrestre existiendo vías de segundo orden en buen estado permitiendo la interacción del turismo la producción agrícola y la economía de la comunidad.



Figura 3.1. Ubicación de la comunidad la Fortuna

Fuente. - IEE, 2013

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación tuvo un tiempo de duración de 8 meses a partir del mes de abril hasta el mes de diciembre del 2018.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue de tipo cuantitativa no experimental.

3.4. VARIABLES DE ESTUDIO

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Stock de carbono en especies arbóreas.

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Sostenibilidad ambiental.

3.5. PROCEDIMIENTO

3.5.1. FASE 1.- ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LA ZONA GEOGRÁFICAS DE LA COMUNIDAD LA FORTUNA, DEMARCANDO LAS ÁREAS BOSCOSAS PARA LA CAPTACIÓN DE CARBONO

Actividad 1.1. Características del área de estudio

Mediante la visita al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón el Carmen se solicitó datos relevante de la comunidad la Fortuna, pero en el GAD cantonal no existía información requerida sobre fisiográfica del sector en especial el área de estudio, por tal motivo de procedió a la creación de una ficha de observación, donde se realizó la descripción de la forma superficial del terreno de la comunidad, conociendo las características del relieve, comunidad vegetal, y especies arbóreas dominantes, (anexo 1).

Actividad 1.2. Modelación de la totalidad del área de estudio

Para la modelación del área de estudio se tomó las coordenadas de la zona boscosa de la comunidad a una distancia de 300 m. con la ayuda de un GPS, donde se presentó una cartográfica en hojas de papel tamaño A4, de la georreferenciación del área muestreada, aplicando los S.I.G. (Sistema de Información Geográfica) y el programa ArcGIS.

Actividad 1.3. Establecer los puntos de muestreo en la comunidad La Fortuna

Para dar cumplimiento a esta actividad se estableció puntos de muestreo en zonas estratégicas de acuerdo a las características que presenten una mayor concentración de bosques, y así ubicar puntos en posibles zonas ricas en captación de Carbono, aplicando la metodología del Ministerio de Ambiente del Perú, (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$N = a + b(S) \text{ [3.9]}$$

Donde:

N= Superficie total de la muestra (ha)

S= Superficie total a evaluar del área del proyecto (ha)

a= 5

b= 0,001

3.5.2. FASE 2.- CUANTIFICACIÓN EL STOCK DE CARBONO ALMACENADA EN LA BIOMASA AÉREA DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN LAS ÁREAS BOSCOSAS DE LA MANGA DEL CURA, MANABÍ

Actividad 2.1. Aplicación de metodología para stock y captura de carbono

La metodología que se utilizó para conocer el stock de carbono por las especies arbóreas es la propuesta por las Guías internacionales para la medición de carbono almacenado, como VCS (2008), MacDicken (1997), y la guía de IPCC (2003). Propuesta por Castellano, E.; Quilo, A.; Mato, R. (2010). Metodología para la Estimación del Contenido de Carbono en Bosques y Sistemas Agroforestales, en

donde recomiendan estimar carbono de los componentes forestales biomasa por encima del suelo, biomasa por debajo del suelo, suelo, madera muerta y hojarasca sin dejar de mencionar que está sujeta a adaptaciones por las condiciones de la investigación y cambios si es necesario por parte del investigador, recalcando dentro que para llevar a cabo el desarrollo de la metodología se puede hacer de dos maneras la metodología invasiva y la metodología no invasiva, en esta investigación se utilizó la metodología no invasiva la cual no altera ni destruye el equilibrio ambiental del lugar, teniendo en cuenta los pasos a desarrollarse en las actividades siguientes.

Actividad 2.2. Ubicación de transectos de muestreo

Las ubicaciones de los transectos de muestreo se establecieron dentro de los puntos estratégicos en el área boscosa de la comunidad que se desarrollaron en la actividad 1.2 y 1.3, estos transectos cubrieron una superficie de 0,1 ha cada uno.

Actividad 2.3. Identificación y cuantificación de especies arbóreas

La cuantificación e identificación de las especies arbóreas se realizó haciendo la técnica de barrido en cada transecto donde se identificó y contabilizó los individuos de cada especie, destacando la abundancia encontrada en el bosque, también se midió la circunferencia del tronco y para conocer la altura total del árbol se utilizará un clinómetro. A cada individuo ($h > 1,30\text{m}$) se le midió el diámetro normalizado (DN) y la altura total. Los individuos ($< 1,30\text{m}$) no se contabilizaron. Todos los datos fueron registrados por género y por clase diamétrica. Con los datos recolectados sobre las especies arbóreas se organizó y mostró los datos en una tabla estadística con la ayuda del programa Excel.

Actividad 2.4. Desarrollo de medidas de biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo de captura o stock de carbono

Las medidas de biomasa aérea se desarrollaron con las ecuaciones de las Guías internacionales para la medición de carbono almacenado, como VCS (2008), MacDicken (1997), y la guía de IPCC (2003) donde se medirá: DAP, área basal, Volumen, densidad y biomasa aérea.

DAP

$$D = \frac{C}{\pi} \quad [3.10]$$

Dónde:**D**= Diámetro**C**= Circunferencia del tronco del árbol**Área basal**

$$AB = \frac{\pi}{4D^2} \quad [3.11]$$

Dónde:**D**= Diámetro altura al pecho π =3.1416**Volumen**

$$V = AB * h \quad [3.12]$$

Dónde:**AB**= Área Basal**h**= Altura**Densidad**

$$D = \frac{NI}{AM} \quad [3.13]$$

Dónde:**NI**= Número de individuos**AM**= Área muestreada**Biomasa área**

$$BA = (V) * D \quad [3.14]$$

Dónde:**V**= Volumen**D**= Densidad

Todos estos datos fueron cuantificados con el programa de Excel y presentados en tablas estadísticas.

Actividad 2.5. Estimación del contenido de carbono en biomasa arbórea aérea

Con los datos obtenidos de las actividades anteriores se procedió a realizar el cálculo de captura de carbón con la ecuación desarrollada por las Guías internacionales para la medición de carbono almacenado, como VCS (2008), MacDicken (1997), y la guía de IPCC (2003).

Biomasa Arbórea / ha.

$$BA = \Sigma Au/1000 * 10000/area\ de\ laparcela\ [3.15]$$

Captura de carbono

$\Delta CBA = (BA * CF) \text{ t C/ha.}$

$$\Delta CBA = (BA * CF) \text{ t C/ha [3.16]}$$

Todos los valores de biomasa arbórea pasaran mediante el factor de conversión de fracción de carbono (CF) A tC/ha.

$$0,5MgDM/MGC \text{ (IPCC, 1995) [3.17]}$$

3.5.3. FASE 3.- COMPARACIÓN EL STOCK DE CARBONO DEL BOSQUE PIE MONTANO SIEMPRE VERDE, HÚMEDO TROPICAL DE LA COMUNIDAD LA FORTUNA CON LO ESTABLECIDO EN LAS TABLAS DEL IPCC, (2003)-FAO (2010) Y SU IMPORTANCIA PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA REGIÓN

Actividad 3.1. Comparación de resultados del stock de Carbono en el bosque húmedo tropical de la comunidad la Fortuna con lo establecido en las tablas del IPCC, (2003)- FAO, (2010).

Se realizó la comparación con lo establecido en las tablas del IPCC, (2003), para conocer la situación actual del bosque en la comunidad la Fortuna y establecer

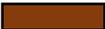
criterios cualitativos del mismo. La mayoría de los sumideros de Carbono en la vegetación están localizados en bosques (tropicales) de baja latitud (62%), mientras que la mayoría del C del suelo está localizada en los bosques de alta latitud (boreal) (54%). También realizar la comparación con lo establecido por la FAO, (2010).

Cuadro 3.4. Depósitos de carbono en suelos tropicales

Bosque	Stock de Carbono (ton C/ha)
Bosques primarios	60-230
Bosques secundarios	25-190

Fuente: IPCC, 2013

Cuadro 3.5. Depósitos de carbono en suelos tropicales

Rango	Criterio	Referencia
25-60	Bajo	
61-190	Medio	
191-230 o mas	Alto	

Fuente: FAO, 2010

Actividad 3.2. Socialización a los habitantes de la comunidad la Fortuna de los resultados del stock de Carbono capturado por el bosque con la finalidad que conozcan la importancia y papel que cumple los bosques para la sostenibilidad ambiental.

Se realizó la sociabilización de los resultados de la investigación a los habitantes de la comunidad la Fortuna de los resultados del stock de Carbono capturado por el bosque con la finalidad que conozcan la importancia y papel que cumple los bosques para la sostenibilidad ambiental.

3.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Para el desarrollo de la investigación se aplicará el método descriptivo – longitudinal, (Bernal, 2010), y las técnicas de observación directa y estadística, (Puente, 2017).

3.6.1. MÉTODOS

- **Método analítico:** Es el estudio los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual (análisis).
- **Método sintético:** Es la integración de las partes para estudiarlas de manera holística e integral (síntesis).

3.6.2. TÉCNICAS

- **Observación Directa:** La observación se realizó de manera vital para el reconocimiento de las especies arbóreas y así obtener información relevante acompañado de foto documentación y una toma de apuntes sobre cada detalle que se genere.
- **Técnica del barrido:** Esta técnica se empleó con la finalidad de cuantificar todos los individuos de las especies arbóreas para el desarrollo de la investigación.
- **Técnicas estadísticas:** Para el procesar los datos y expresar los resultados se utilizó la estadística descriptiva con la distribución de frecuencias como tablas, histogramas o gráficos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FASE 1.- ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LA ZONA GEOGRÁFICAS DE LA COMUNIDAD LA FORTUNA, DEMARCANDO LAS ÁREAS BOSCOSAS PARA LA CAPTACIÓN DE CARBONO

Actividad 1.1. Características del área de estudio

Cuadro 4.6. Características del Ecosistema de la comunidad la Fortuna Manga del Cura, Manabí, Ecuador.

Formación vegetal /	Bosque Primario, Siempreverde Estacional
Ecosistema	Piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial (BePc02)
Fisonomía:	Bosque tropical
Bioclima:	Pluviestacional, Ombrotipo (Io): húmedo
Biogeografía:	Región: Litoral, Provincia: Pacífico
Fenología:	Ecuatorial, Sector: Cordillera Costera del
Piso bioclimático:	Pacífico Ecuatorial Siempreverde estacional Piemontano (200-400 msnm), Termotipo (It): Termotropical Relieve general: Costa
Geoforma:	Macrorrelieve: Cordillera, Piedemonte, Mesorelieve: Colinas Bajas
Temperatura:	25° y 27° C, pero en determinadas ocasiones puede aumentar hasta 35° C
Precipitación:	1228mm
Hidrología:	Las hidrologías del lugar las conforman varias quebradas, afluentes como esteros, y ríos que son de relevancia e importancia ambiental para la vida.

Fuente: MAE, 2015

Actividad 1.2. Modelación de la totalidad del área de estudio

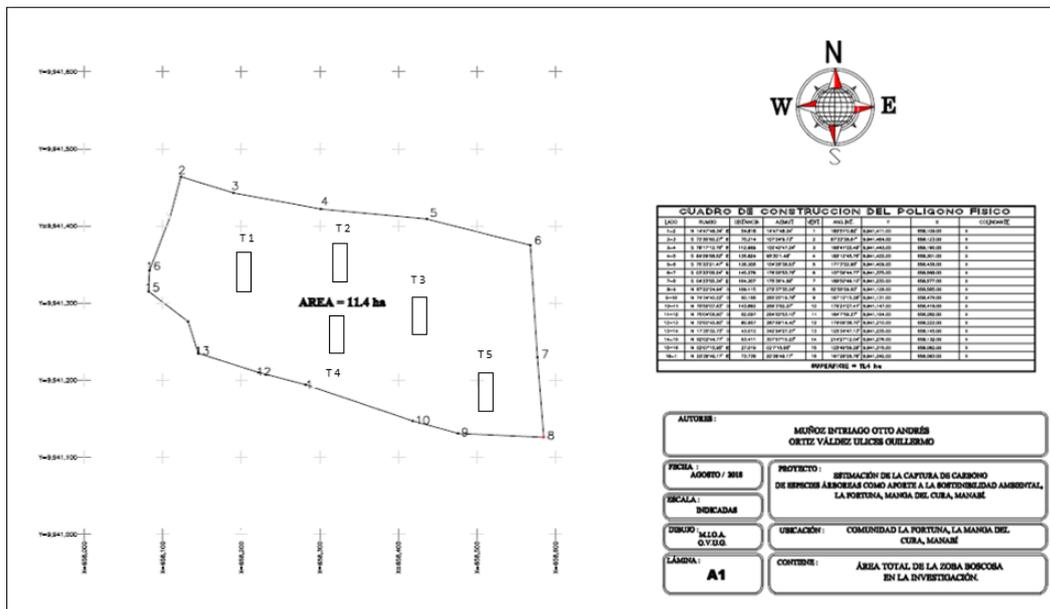


Figura. 4.2. Cartografía del área de estudio

Actividad 1.3. Establecer los puntos de muestreo en la comunidad La Fortuna

$$N = a + b(S) \quad [4.1]$$

$$N = 5 + 0,001(11,4)$$

$$N = 5$$

Cuadro 4.7. Coordenadas de Transectos a muestrear

Coordenadas de Transectos muestreados															
Transectos 1			Transectos 2			Transectos 3			Transectos 4			Transectos 5			
x	y	msn m	x	y	msn m	X	y	msn m	x	y	msn m	X	y	msn m	
658129	9941344	131	658202	9941370	133	658221	9941382	137	658253	9941364	149	658235	9941329	135	
658119	9941357	133	658205	9941397	135	658234	9941372	128	658294	9941347	148	658202	9941287	136	
658088	9941320	137	658178	9941419	111	658250	9941401	129	658215	9941357	119	658222	9941288	136	
658097	9941297	130	658129	9941344	131	658264	9941399	131	658248	9941329	135	658257	9941309	140	

4.2. FASE 2.- CUANTIFICACIÓN EL STOCK DE CARBONO ALMACENADA EN LA BIOMASA AÉREA DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN LAS ÁREAS BOSCOSAS DE LA MANGA DEL CURA, MANABÍ

Actividad 2.1. Aplicación de metodología para el stock de carbono

La metodología que se utilizó para para conocer el stock de carbono por las especies arbóreas es la propuesta por las Guías internacionales para la medición de carbono almacenado, como VCS (2008), MacDicken (1997), y la guía de IPCC (2003), agrupando la actividad 2.2, donde se ubicaron los transectos de muestreo y la actividad 2.3, donde se procedió a la identificación y cuantificación de especies arbóreas.

Actividad 2.2. Ubicación de transectos de muestreo

Las ubicaciones de las transectos de muestreo se establecieron dentro de los puntos estratégicos en el área boscosa de la comunidad que se desarrollaron en la actividad 1.3, estos transectos cubrieron una superficie de 0,1 ha cada uno los cuales tuvieron las siguientes medidas 50m de largo por 20m de ancho, (1000 m²) cada transecto, fueron georreferenciado con GPS, coordenadas UTM. Tomando como base la metodología del Ministerio de Ambiente del Perú, (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación considerando todos los arboles con un PAP (perímetro a la altura al pecho) aproximado de 31,4 cm incluyendo especies de 3m de alto.

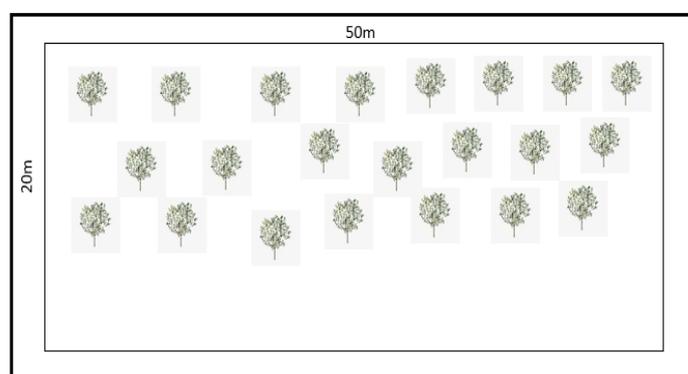


Figura. 4.3. Área del transecto para la cuantificación de especies arbóreas

Actividad 2.3. Identificación y cuantificación de especies arbóreas

La cuantificación e identificación de las especies arbórea se realizó haciendo la técnica de barrido en cada transecto donde se identificó y contabilizó los individuos de cada especie, destacando la abundancia encontrada en el bosque, también se midió la circunferencia del tronco y para conocer la altura total del árbol se utilizará un clinómetro. A cada individuo ($h > 1,30\text{m}$) se le midió el diámetro normalizado (DN) y la altura total. Los individuos ($< 1,30\text{m}$) no se contabilizaron. Todos los datos fueron registrados por género y por clase diamétrica. Con los datos recolectados sobre las especies arbóreas se organizó y mostró los datos una tabla estadística con la ayuda del programa Excel.

Cuadro 4.8. Especies identificadas y cuantificadas en la comunidad la Fortuna

Especies arbóreas registradas en la comunidad la fortuna Manga del Cura, Manabí								
N	Nombre común	Nombre científico	T. 1	T. 2	T.3	T.4	T. 5	Total
1	Cabo de hacha	<i>Machaerium millei</i>	6	4	7	3	6	26
2	Cacao de montaña	<i>Theobroma angustifolium</i>	5	3	5	5	7	25
3	Camarón	<i>Beloperone guttata</i>	8	6	7	4	7	32
4	Cativo	<i>Prioria copaifera</i>	5	1	6	4	6	22
5	Caucho	<i>Castilla elástica</i>	4	6	12	9	8	39
6	Coquito	<i>Calatola costaricensis</i>	0	0	5	0	3	8
7	Fernán sachez	<i>Triplaris guayaquilensis</i>	1	6	3	9	3	21
8	Flor de mayo	<i>Brownea angusiflora</i>	0	0	4	0	1	5
9	Guabillo	<i>Balizia elegans</i>	0	4	3	4	5	16
10	Guabo de Montaña	<i>Abarema macradenia</i>	4	5	5	6	4	24
11	Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	8	4	2	9	5	28
12	Guión	<i>Pseudolmedia egerssill</i>	13	4	6	15	3	41
13	Lengua de vaca	<i>Alseise gersi</i>	5	0	4	3	5	17
14	Guitarra	<i>Citharexylum subflavescens</i>	3	3	7	0	1	14
15	Higuerón	<i>Ficus costaricana</i>	0	1	10	4	3	18
16	Higueroncillo	<i>Ficus tonduzii</i>	2	3	4	4	0	13
17	Jagua de cheque	<i>Genipa americana</i>	4	1	3	5	3	16
18	Jigua	<i>Ocotea Sp</i>	3	6	4	8	5	26
19	Lechero	<i>Sapium glandulosum</i>	5	3	5	1	6	20
20	Majagua Blanca	<i>Hibiscus elatus</i>	3	4	13	5	4	29
21	Matapalo	<i>Caussapoa sp</i>	1	4	3	5	4	17
22	Membrillo	<i>Grias Lecythidaceae</i>	1	0	3	5	0	9
23	Moral bobo	<i>Clarisia racemosa</i>	4	1	5	3	3	16
24	Moral fino	<i>maclura tinctoria</i>	7	3	7	8	5	30
25	Pilón prieto	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	5	6	3	3	0	17
26	Pilón	<i>Conceveiba pleiostemona</i>	6	5	3	0	2	16
27	Cola de pavo	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	3	1	6	5	3	18
28	Sangre de gallina	<i>Pterocarpus officinalis</i>	6	3	7	6	0	22
29	Tillo serrano	<i>Clarisia biflora</i>	8	4	21	4	6	43
30	Tutumbe	<i>Cardia Eriostigma</i>	3	1	5	3	5	17
31	Uva de montaña	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	4	3	4	2	5	18
	Total		127	95	182	142	118	663

Una vez cuantificadas las especies arbóreas se conoció la riqueza y la abundancia siendo la riqueza de 31 especies y la abundancia 663 individuos

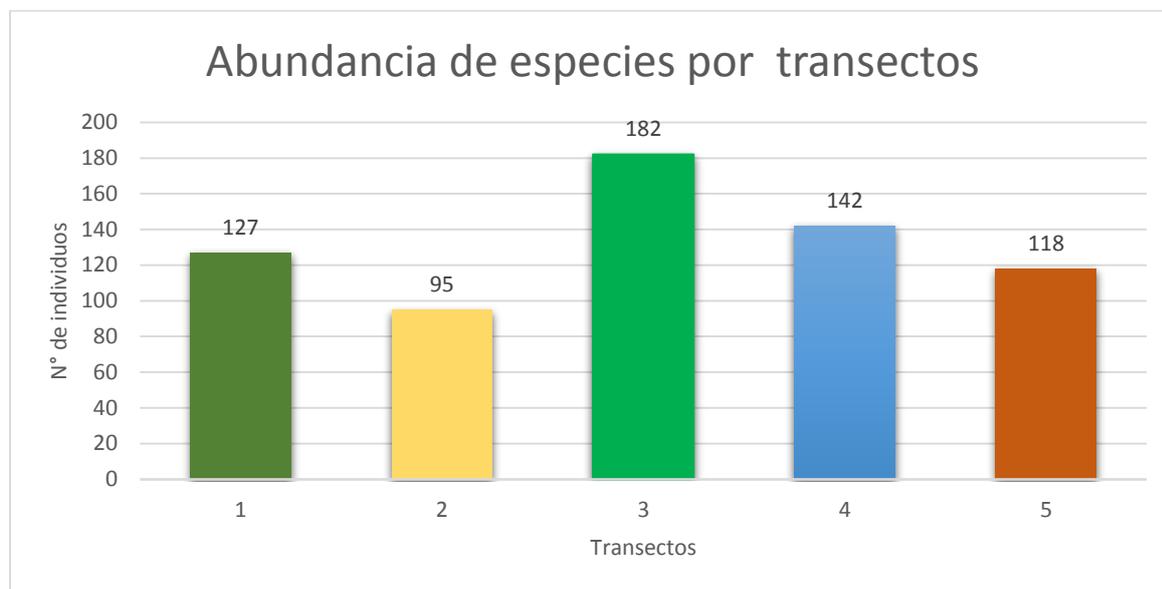


Gráfico 4.1. Abundancia de las especies en la comunidad la Fortuna

El transecto con mayor abundancia es el número 3 con 182 individuos que representa el 27% seguido del transecto 4 con 142 individuos representado en 21%, el transecto 1 con 127 individuos con el 19% así mismo el transecto 5 con 118 individuos que representa el 18% y por último el transecto 2 con 95 individuos que representa el 14%.

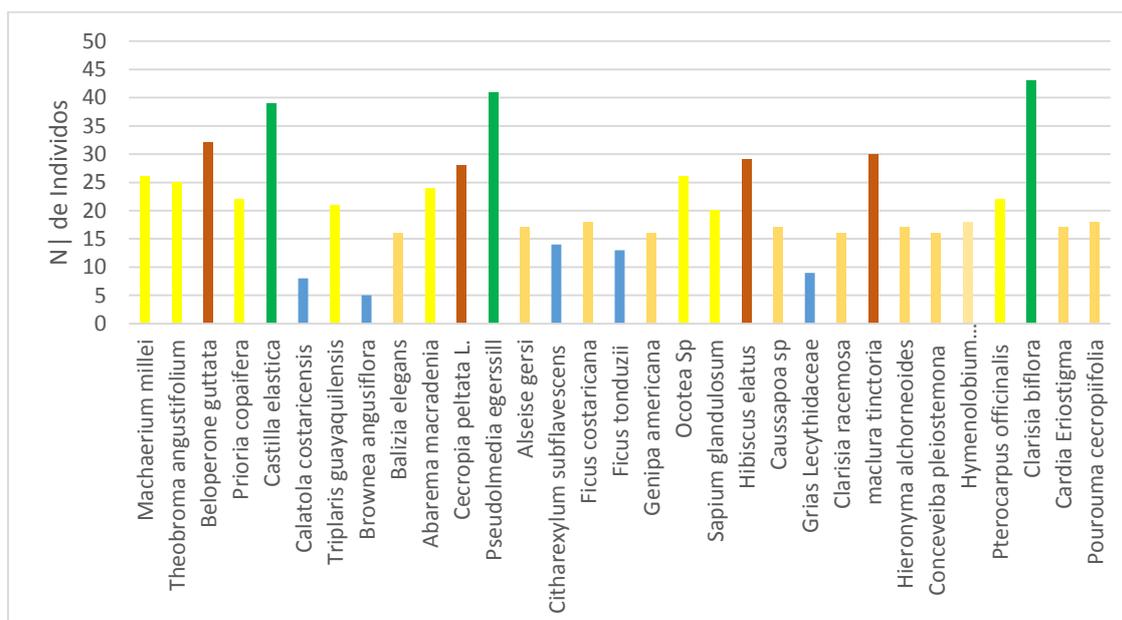


Gráfico 4.2. Abundancia de individuo por especie

Se observa en el gráfico 4.2 de abundancias de individuos por especies, despuntando la *Clarisia biflora* (tillo serrano) con 43 individuos, seguido del *Pseudolmedia egerssill* (guión) con 41 individuos y la *castilla elástica*, (balsa) con 39 individuos, de allí en adelante el número de individuo comienza a descender hasta llegar a la especie *Grias Lecythidaceae* (membrillo) con 9 individuos siendo el de menor abundancia

Actividad 2.4. Desarrollo de medidas de biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono

Todos estos datos fueron cuantificados con el programa de Excel y presentados en tablas estadísticas.

Cuadro 4.9. Cálculos de la biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono en el transecto 1

Nombre común	Nombre científico	Nº de Ind/Especies	H(m)	Circunf. del tronco	DAP (m) D=C/π(m)	Área Basal AB = π*DAP ² /4	Volumen V = AB * H	Densidad de especie	Biomasa Aérea BA=V*DENS.	Σau=n indi.* BA
Cabo de hacha	<i>Machaerium millei</i>	6	16	0,68	0,22	0,04	0,59	630	370,91	2225,45
Cacao de montaña	<i>Theobroma angustifolium</i>	5	26	0,98	0,31	0,08	1,99	450	894,18	4470,92
Camarón	<i>Beloperone guttata</i>	8	28	1,46	0,46	0,17	4,75	560	2659,75	21278,00
Cativo	<i>Prioria copaifera</i>	5	15	0,54	0,17	0,02	0,35	400	139,23	696,14
Caucho	<i>Castilla elastica</i>	4	22	1,65	0,53	0,22	4,77	560	2669,12	10676,47
Fernán sachez	<i>Triplaris guayaquilensis</i>	1	18	0,57	0,18	0,03	0,47	560	260,61	260,61
Guabo de Montaña	<i>Abarema macradenia</i>	4	18	0,86	0,27	0,06	1,06	560	593,26	2373,05
Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	8	19	0,77	0,25	0,05	0,90	350	313,76	2510,05
Guión	<i>Pseudolmedia egerssill</i>	13	18	1,22	0,39	0,12	2,13	600	1279,18	16629,37
Lengua de vaca	<i>Alseise gersi</i>	5	16	0,67	0,21	0,04	0,57	400	228,62	1143,11
Guitarra	<i>Citharexylum subflavescens</i>	3	21	0,98	0,31	0,08	1,60	400	641,98	1925,94
Higueroncillo	<i>Ficus tonduzii</i>	2	18	0,89	0,28	0,06	1,13	400	453,84	907,68
Jagua de cheque	<i>Genipa americana</i>	4	24	1,31	0,42	0,14	3,28	560	1835,40	7341,60
Jigua	<i>Ocotea Sp</i>	3	18	0,86	0,27	0,06	1,06	630	667,42	2002,26
Lechero	<i>Sapium glandulosum</i>	5	16	0,85	0,27	0,06	0,92	400	367,97	1839,83
Majagua Blanca	<i>Hibiscus elatus</i>	3	24	1,32	0,42	0,14	3,33	400	1331,09	3993,28
Matapalo	<i>Caussapoa sp</i>	1	22	1,34	0,43	0,14	3,14	530	1666,09	1666,09
Membrillo	<i>Grias Lecythydaceae</i>	1	16	0,87	0,28	0,06	0,96	400	385,49	385,49
Moral bobo	<i>Clarisia racemosa</i>	4	17	0,67	0,21	0,04	0,61	560	340,08	1360,30
Moral fino	<i>maclura tinctoria</i>	7	18	0,82	0,26	0,05	0,96	900	866,83	6067,78
Pilón prieto	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	5	17	0,74	0,24	0,04	0,74	650	481,52	2407,60
Pilón	<i>Conceveiba pleiostemona</i>	6	19	0,77	0,25	0,05	0,90	600	537,87	3227,21
Cola de pavo	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	3	15	0,62	0,20	0,03	0,46	560	256,95	770,86
Sangre de gallina	<i>Pterocarpus officinalis</i>	6	18	0,68	0,22	0,04	0,66	600	397,40	2384,42
Tillo serrano	<i>Clarisia biflora</i>	8	23	1,23	0,39	0,12	2,77	680	1882,94	15063,51
Tutumbe	<i>Cardia Eriostigma</i>	3	18	0,98	0,31	0,08	1,38	480	660,32	1980,96
Uva de montaña	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	4	16	0,83	0,26	0,05	0,88	400	350,85	1403,41

Fuente: Los Autores

Cuadro 4.10. Cálculos de la biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono en el transecto 2

Nombre común	Nombre científico	N° de Ind/Especies	H(m)	Circunferencia del tronco	DAP (m) D=C/π(m)	Área Basal AB = π*DAP ² /4	Volumen V = AB * H	Densidad de especie	Biomasa Aérea BA =V*DENSIDAD	Σau=n indi.* BA
Cabo de hacha	<i>Machaerium millei</i>	4	15	0,45	0,14	0,02	0,24	630	152,28	609,12
Cacao de montaña	<i>Theobroma angustifolium</i>	3	22	0,82	0,26	0,05	1,18	450	529,73	1589,18
Camarón	<i>Beloperone guttata</i>	6	19	1,02	0,32	0,08	1,57	560	880,91	5285,45
Cativo	<i>Prioria copaifera</i>	1	17	0,55	0,18	0,02	0,41	400	163,69	163,69
Caucho	<i>Castilla elastica</i>	6	22	1,21	0,39	0,12	2,56	560	1435,39	8612,35
Fernán sachez	<i>Triplaris guayaquilensis</i>	6	16	0,57	0,18	0,03	0,41	560	231,66	1389,95
Guabillo	<i>Balizia elegans</i>	4	14	0,47	0,15	0,02	0,25	560	137,82	551,27
Guabo de Montaña	<i>Abarema macradenia</i>	5	19	0,86	0,27	0,06	1,12	560	626,22	3131,11
Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	4	17	0,77	0,25	0,05	0,80	350	280,73	1122,92
Guión	<i>Pseudolmedia egerssill</i>	4	22	1,22	0,39	0,12	2,61	600	1563,45	6253,78
Guitarra	<i>Citharexylum subflavescens</i>	3	17	0,98	0,31	0,08	1,30	400	519,70	1559,09
Higuerón	<i>Ficus costaricana</i>	1	22	0,86	0,27	0,06	1,29	400	517,93	517,93
Higueroncillo	<i>Ficus tonduzii</i>	3	16	0,83	0,26	0,05	0,88	400	350,85	1052,56
Jagua de cheque	<i>Genipa americana</i>	1	22	1,05	0,33	0,09	1,93	560	1080,88	1080,88
Jigua	<i>Ocotea Sp</i>	6	19	0,86	0,27	0,06	1,12	630	704,50	4226,99
Lechero	<i>Sapium glandulosum</i>	3	17	0,67	0,21	0,04	0,61	400	242,91	728,73
Majagua Blanca	<i>Hibiscus elatus</i>	4	21	1,2	0,38	0,11	2,41	400	962,57	3850,27
Matapalo	<i>Caussapoa sp</i>	4	19	0,95	0,30	0,07	1,36	530	723,21	2892,85
Moral bobo	<i>Clarisia racemosa</i>	1	16	0,76	0,24	0,05	0,74	560	411,84	411,84
Moral fino	<i>maclura tinctoria</i>	3	16	0,87	0,28	0,06	0,96	900	867,34	2602,02
Pilón prieto	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	6	14	0,56	0,18	0,02	0,35	650	227,09	1362,57
Pilón	<i>Conceveiba pleiostemona</i>	5	15	0,62	0,20	0,03	0,46	600	275,31	1376,53
Cola de pavo	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	1	13	0,71	0,23	0,04	0,52	560	292,04	292,04
Sangre de gallina	<i>Pterocarpus officinalis</i>	3	17	0,67	0,21	0,04	0,61	600	364,37	1093,10
Tillo serrano	<i>Clarisia biflora</i>	4	21	0,62	0,20	0,03	0,64	680	436,82	1747,27
Tutumbe	<i>Cardia Eriostigma</i>	1	16	0,67	0,21	0,04	0,57	480	274,35	274,35
Uva de montaña	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	3	14	0,79	0,25	0,05	0,70	400	278,12	834,36

Fuente: Los Autores

Cuadro 4.11. Cálculos de la biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono en el transecto 3

Nombre común	Nombre científico	Nº del Ind/Especies	H(m)	Circunferencia del tronco	DAP (m) D=C/π(m)	Área Basal $AB = \pi \cdot DAP^2/4$	Volumen V = AB * H	Densidad de especie	Biomasa Aérea BA =V*DENSIDAD	Σau=n indi.* BA
Cabo de hacha	<i>Machaerium millei</i>	7	18	0,59	0,19	0,03	0,50	630	314,13	2198,89
Cacao de montaña	<i>Theobroma angustifolium</i>	5	21	0,78	0,25	0,05	1,02	450	457,52	2287,60
Camarón	<i>Beloperone guttata</i>	7	19	1,02	0,32	0,08	1,57	560	880,91	6166,36
Cativo	<i>Prioria copaifera</i>	6	16	0,61	0,19	0,03	0,47	400	189,51	1137,05
Caucho	<i>Castilla elastica</i>	12	18	1,25	0,40	0,12	2,24	560	1253,34	15040,11
Coquito	<i>Calatola costaricensis</i>	5	16	0,64	0,20	0,03	0,52	400	208,61	1043,04
Fernán sachez	<i>Triplaris guayaquilensis</i>	3	17	0,56	0,18	0,02	0,42	560	237,58	712,73
Flor de mayo	<i>Brownea angusiflora</i>	4	15	0,72	0,23	0,04	0,62	400	247,52	990,07
Guabillo	<i>Balizia elegans</i>	3	17	0,67	0,21	0,04	0,61	560	340,08	1020,23
Guabo de Montaña	<i>Abarema macradenia</i>	5	19	0,86	0,27	0,06	1,12	560	626,22	3131,11
Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	2	17	0,69	0,22	0,04	0,64	350	225,43	450,85
Guión	<i>Pseudolmedia egerssill</i>	6	15	1,34	0,43	0,14	2,14	600	1286,00	7716,00
Lengua de vaca	<i>Alseise gersi</i>	4	17	0,76	0,24	0,05	0,78	400	312,55	1250,22
Guitarra	<i>Citharexylum subflavescens</i>	7	19	0,83	0,26	0,05	1,04	400	416,64	2916,47
Higuerón	<i>Ficus costaricana</i>	10	18	0,96	0,31	0,07	1,32	400	528,04	5280,37
Higueroncillo	<i>Ficus tonduzii</i>	4	16	0,78	0,25	0,05	0,77	400	309,85	1239,42
Jagua de cheque	<i>Genipa americana</i>	3	19	1,01	0,32	0,08	1,54	560	863,72	2591,16
Jigua	<i>Ocotea Sp</i>	4	17	0,78	0,25	0,05	0,82	630	518,52	2074,09
Lechero	<i>Sapium glandulosum</i>	5	17	0,93	0,30	0,07	1,17	400	468,02	2340,10
Majagua Blanca	<i>Hibiscus elatus</i>	13	21	0,99	0,32	0,08	1,64	400	655,15	8516,91
Matapalo	<i>Caussapoa sp</i>	3	19	1,18	0,38	0,11	2,11	530	1115,79	3347,37
Membrillo	<i>Grias Lecythidaceae</i>	3	17	0,93	0,30	0,07	1,17	400	468,02	1404,06
Moral bobo	<i>Clarisia racemosa</i>	5	16	0,76	0,24	0,05	0,74	560	411,84	2059,18
Moral fino	<i>maclura tinctoria</i>	7	16	0,82	0,26	0,05	0,86	900	770,51	5393,58
Pilón prieto	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	3	18	0,98	0,31	0,08	1,38	650	894,18	2682,55
Pilón	<i>Conceveiba pleiostemona</i>	3	16	0,9	0,29	0,06	1,03	600	618,79	1856,38
Cola de pavo	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	6	16	0,62	0,20	0,03	0,49	560	274,08	1644,49
Sangre de gallina	<i>Pterocarpus officinalis</i>	7	19	0,75	0,24	0,04	0,85	600	510,29	3572,03
Tillo serrano	<i>Clarisia biflora</i>	21	21	1,07	0,34	0,09	1,91	680	1301,02	27321,48
Tutumbe	<i>Cardia Eriostigma</i>	5	18	0,84	0,27	0,06	1,01	480	485,13	2425,67
Uva de montaña	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	4	17	0,65	0,21	0,03	0,57	400	228,63	914,50

Fuente: Los Autores

Cuadro 4.12. Cálculos de la biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono en el transecto 4

Nombre común	Nombre científico	Nº del Ind/Especies	H(m)	Circunferencia del tronco	DAP (m) D=C/π(m)	Área Basal AB = π*DAP²/4	Volumen V = AB * H	Densidad de especie	Biomasa Aerea BA =V*DENSIDAD	Σau=n indi.* BA
Cabo de hacha	<i>Machaerium millei</i>	3	17	0,63	0,20	0,03	0,54	630	338,27	1014,80
Cacao de montaña	<i>Theobroma angustifolium</i>	5	18	0,67	0,21	0,04	0,64	450	289,35	1446,75
Camarón	<i>Beloperone guttata</i>	4	21	0,99	0,32	0,08	1,64	560	917,21	3668,82
Catívo	<i>Prioria copaifera</i>	4	18	0,58	0,18	0,03	0,48	400	192,74	770,97
Caucho	<i>Castilla elastica</i>	9	16	1,05	0,33	0,09	1,40	560	786,10	7074,87
Fernán sachez	<i>Triplaris guayaquilensis</i>	9	19	0,67	0,21	0,04	0,68	560	380,08	3420,76
Guabillo	<i>Balizia elegans</i>	4	17	0,59	0,19	0,03	0,47	560	263,71	1054,85
Guabo de Montaña	<i>Abarema macradenia</i>	6	16	0,92	0,29	0,07	1,08	560	603,49	3620,96
Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	9	18	0,78	0,25	0,05	0,87	350	305,01	2745,12
Guión	<i>Pseudolmedia egerssill</i>	15	19	1,16	0,37	0,11	2,03	600	1220,70	18310,54
Lengua de vaca	<i>Alseise gersi</i>	3	21	0,83	0,26	0,05	1,15	400	460,49	1381,48
Higuerón	<i>Ficus costaricana</i>	4	18	0,94	0,30	0,07	1,27	400	506,26	2025,06
Higueroncillo	<i>Ficus tonduzii</i>	4	17	0,95	0,30	0,07	1,22	400	488,37	1953,46
Jagua de cheque	<i>Genipa americana</i>	5	23	0,89	0,28	0,06	1,45	560	811,87	4059,34
Jigua	<i>Ocotea Sp</i>	8	21	0,68	0,22	0,04	0,77	630	486,82	3894,55
Lechero	<i>Sapium glandulosum</i>	1	17	0,93	0,30	0,07	1,17	400	468,02	468,02
Majagua Blanca	<i>Hibiscus elatus</i>	5	23	0,89	0,28	0,06	1,45	400	579,91	2899,53
Matapalo	<i>Caussapoa sp</i>	5	21	1,04	0,33	0,09	1,81	530	957,97	4789,84
Membrillo	<i>Grias Lecythidaceae</i>	5	17	0,91	0,29	0,07	1,12	400	448,11	2240,53
Moral bobo	<i>Clarisia racemosa</i>	3	19	0,69	0,22	0,04	0,72	560	403,11	1209,34
Moral fino	<i>maclura tinctoria</i>	8	21	0,85	0,27	0,06	1,21	900	1086,65	8693,18
Pilón prieto	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	3	18	0,91	0,29	0,07	1,19	650	771,01	2313,02
Cola de pavo	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	5	15	0,74	0,24	0,04	0,65	560	366,04	1830,21
Sangre de gallina	<i>Pterocarpus officinalis</i>	6	17	0,68	0,22	0,04	0,63	600	375,32	2251,95
Tillo serrano	<i>Clarisia biflora</i>	4	19	1,03	0,33	0,08	1,60	680	1090,75	4363,01
Tutumbe	<i>Cardia Eriostigma</i>	3	20	0,82	0,26	0,05	1,07	480	513,67	1541,02
Uva de montaña	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	16	0,69	0,22	0,04	0,61	400	242,48	484,95

Fuente: Los Autores

Cuadro 4.13. Cálculos de la biomasa aérea en las especies arbóreas para el cálculo del stock de carbono en el transecto 5

Nombre común	Nombre científico	Nº del Ind/Especies	H(m)	Circunferencia del tronco	DAP (m) D=C/π(m)	Área Basal AB = π*DAP ² /4	Volumen V = AB * H	Densidad de especie	Biomasa Aerea BA =V*DENSIDAD	Σau=n indi.* BA
Cabo de hacha	<i>Machaerium millei</i>	6	17	0,68	0,22	0,04	0,63	630	394,09	2364,55
Cacao de montaña	<i>Theobroma angustifolium</i>	7	21	0,98	0,31	0,08	1,60	450	722,23	5055,58
Camarón	<i>Beloperone guttata</i>	7	23	1,46	0,46	0,17	3,90	560	2184,80	15293,57
Catívo	<i>Prioria copaiifera</i>	6	16	0,54	0,17	0,02	0,37	400	148,51	891,06
Caucho	<i>Castilla elastica</i>	8	18	1,65	0,53	0,22	3,90	560	2183,82	17470,59
Coquito	<i>Calatola costaricensis</i>	3	21	0,67	0,21	0,04	0,75	400	300,07	900,20
Fernán sachez	<i>Triplaris guayaquilensis</i>	3	16	0,57	0,18	0,03	0,41	560	231,66	694,97
Flor de mayo	<i>Brownea angusiflora</i>	1	14	0,61	0,19	0,03	0,41	400	165,82	165,82
Guabillo	<i>Balizia elegans</i>	5	17	0,78	0,25	0,05	0,82	400	329,22	1646,10
Guabo de Montaña	<i>Abarema macradenia</i>	4	18	0,86	0,27	0,06	1,06	560	593,26	2373,05
Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	5	16	0,77	0,25	0,05	0,75	350	264,22	1321,08
Guión	<i>Pseudolmedia egerssill</i>	3	19	1,22	0,39	0,12	2,25	600	1350,25	4050,74
Lengua de vaca	<i>Alseise gersi</i>	5	17	0,67	0,21	0,04	0,61	400	242,91	1214,56
Guitarra	<i>Citharexylum subflavescens</i>	1	18	0,98	0,31	0,08	1,38	400	550,27	550,27
Higuerón	<i>Ficus costaricana</i>	3	21	1,23	0,39	0,12	2,53	400	1011,30	3033,89
Jagua de cheque	<i>Genipa americana</i>	3	21	1,31	0,42	0,14	2,87	560	1605,98	4817,93
Jigua	<i>Ocotea Sp</i>	5	19	0,86	0,27	0,06	1,12	630	704,50	3522,49
Lechero	<i>Sapium glandulosum</i>	6	15	0,85	0,27	0,06	0,86	400	344,97	2069,81
Majagua Blanca	<i>Hibiscus elatus</i>	4	21	1,32	0,42	0,14	2,91	400	1164,71	4658,82
Matapalo	<i>Caussapoa sp</i>	4	19	1,34	0,43	0,14	2,71	530	1438,89	5755,57
Moral bobo	<i>Clarisia racemosa</i>	3	17	0,67	0,21	0,04	0,61	560	340,08	1020,23
Moral fino	<i>maclura tinctoria</i>	5	16	0,82	0,26	0,05	0,86	900	770,51	3852,56
Pilón	<i>Conceveiba pleiostemona</i>	2	21	0,77	0,25	0,05	0,99	600	594,49	1188,97
Cola de pavo	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	3	16	0,62	0,20	0,03	0,49	560	274,08	822,25
Tillo serrano	<i>Clarisia biflora</i>	6	22	1,23	0,39	0,12	2,65	680	1801,07	10806,43
Tutumbe	<i>Cardia Eriostigma</i>	5	16	0,98	0,31	0,08	1,22	480	586,95	2934,76
Uva de montaña	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	5	14	0,83	0,26	0,05	0,77	400	307,00	1534,98

Fuente: Los Autores

Actividad 2.5. Estimación del contenido de carbono en biomasa arbórea aérea

Cuadro 4.14. Cálculo de stock de carbono de las especies arbóreas para el cálculo del stock en la comunidad la Fortuna

N	Nombre común	Nombre científico	Transecto 1		Transecto 2		Transecto 3		Transecto 4		Transecto 5	
			Biomasa Arbórea / ha $BA=\sum Au/1000$ $0^*10000/\text{área}$ a parcela	Captura de carbono $\Delta CBA=$ $(BA*CF)$ t C/ha.	Biomasa Arbórea / ha $BA=\sum Au/1000$ $*10000/\text{área}$ parcela	Captura de carbono $\Delta CBA=$ $(BA*CF)$ t C/ha.	Biomasa Arbórea / ha $BA=\sum Au/1000$ $*10000/\text{área}$ parcela	Captura de carbono $\Delta CBA=$ $(BA*CF)$ t C/ha.	Biomasa Arbórea / ha $BA=\sum Au/1000$ $0^*10000/\text{área}$ parcela	Captura de carbono $\Delta CBA=$ $(BA*CF)$ t C/ha.	Biomasa Arbórea / ha $BA=\sum Au/1000$ $*10000/\text{área}$ parcela	Captura de carbono $\Delta CBA=$ $(BA*CF)$ t C/ha.
1	Cabo de hacha	<i>Machaerium millei</i>	4,45	2,23	1,22	0,61	4,40	2,20	2,03	1,01	4,73	2,36
2	Cacao de montaña	<i>Theobroma angustifolium</i>	8,94	4,47	3,18	1,59	4,58	2,29	2,89	1,45	10,11	5,06
3	Camarón	<i>Beloperone guttata</i>	42,56	21,28	10,57	5,29	12,33	6,17	7,34	3,67	30,59	15,29
4	Cativo	<i>Prioria copaifera</i>	1,39	0,70	0,33	0,16	2,27	1,14	1,54	0,77	1,78	0,89
5	Caucho	<i>Castilla elastica</i>	21,35	10,68	17,22	8,61	30,08	15,04	14,15	7,07	34,94	17,47
6	Coquito	<i>Calatola costaricensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,09	1,04	0,00	0,00	1,80	0,90
7	Fernán sachez	<i>Triplaris guayaquilensis</i>	0,52	0,26	2,78	1,39	1,43	0,71	6,84	3,42	1,39	0,69
8	Flor de mayo	<i>Brownea angusiflora</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	0,99	0,00	0,00	0,33	0,17
9	Guabillo	<i>Balizia elegans</i>	0,00	0,00	1,10	0,55	2,04	1,02	2,11	1,05	3,29	1,65
10	Guabo de Montaña	<i>Abarema macradenia</i>	4,75	2,37	6,26	3,13	6,26	3,13	7,24	3,62	4,75	2,37
11	Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	5,02	2,51	2,25	1,12	0,90	0,45	5,49	2,75	2,64	1,32
12	Guión	<i>Pseudolmedia egerssill</i>	33,26	16,63	12,51	6,25	15,43	7,72	36,62	18,31	8,10	4,05
13	Lengua de vaca	<i>Alseise gersi</i>	2,29	1,14	0,00	0,00	2,50	1,25	2,76	1,38	2,43	1,21
14	Guitarra	<i>Citharexylum subflavescens</i>	3,85	1,93	3,12	1,56	5,83	2,92	0,00	0,00	1,10	0,55
15	Higuerón	<i>Ficus costaricana</i>	0,00	0,00	1,04	0,52	10,56	5,28	4,05	2,03	6,07	3,03
16	Higueroncillo	<i>Ficus tonduzii</i>	1,82	0,91	2,11	1,05	2,48	1,24	3,91	1,95	0,00	0,00
17	Jagua de cheque	<i>Genipa americana</i>	14,68	7,34	2,16	1,08	5,18	2,59	8,12	4,06	9,64	4,82
18	Jigua	<i>Ocotea Sp</i>	4,00	2,00	8,45	4,23	4,15	2,07	7,79	3,89	7,04	3,52
19	Lechero	<i>Sapium glandulosum</i>	3,68	1,84	1,46	0,73	4,68	2,34	0,94	0,47	4,14	2,07
20	Majagua Blanca	<i>Hibiscus elatus</i>	7,99	3,99	7,70	3,85	17,03	8,52	5,80	2,90	9,32	4,66
21	Matapalo	<i>Caussapoa sp</i>	3,33	1,67	5,79	2,89	6,69	3,35	9,58	4,79	11,51	5,76
22	Membrillo	<i>Grias Lecythydaceae</i>	0,77	0,39	0,00	0,00	2,81	1,40	4,48	2,24	0,00	0,00

23	Moral bobo	<i>Clarisia racemosa</i>	2,72	1,36	0,82	0,41	4,12	2,06	2,42	1,21	2,04	1,02
24	Moral fino	<i>maclura tinctoria</i>	12,14	6,07	5,20	2,60	10,79	5,39	17,39	8,69	7,71	3,85
25	Pilón prieto	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	4,82	2,41	2,73	1,36	5,37	2,68	4,63	2,31	0,00	0,00
26	Pilón	<i>Conceveiba pleiostemona</i>	6,45	3,23	2,75	1,38	3,71	1,86	0,00	0,00	2,38	1,19
27	Cola de pavo	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	1,54	0,77	0,58	0,29	3,29	1,64	3,66	1,83	1,64	0,82
28	Sangre de gallina	<i>Pterocarpus officinalis</i>	4,77	2,38	2,19	1,09	7,14	3,57	4,50	2,25	0,00	0,00
29	Tillo serrano	<i>Clarisia biflora</i>	30,13	15,06	3,49	1,75	54,64	27,32	8,73	4,36	21,61	10,81
30	Tutumbe	<i>Cardia Eriostigma</i>	3,96	1,98	0,55	0,27	4,85	2,43	3,08	1,54	5,87	2,93
31	Uva de montaña	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2,81	1,40	1,67	0,83	1,83	0,91	0,97	0,48	3,07	1,53
Total			116,99			54,61		120,72		89,53		100,01

Fuente: Los Autores

Cuadro 4.15. Stock de carbono (ha/año) en especies arbóreas de la comunidad la Fortuna

N	Nombre común	Nombre científico	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4	Transecto 5	Σ stock de carbono
			Stock de carbono					
1	Cabo de hacha	<i>Machaerium millei</i>	2,23	0,61	2,20	1,01	2,36	8,41
2	Cacao de montaña	<i>Theobroma angustifolium</i>	4,47	1,59	2,29	1,45	5,06	14,85
3	Camarón	<i>Beloperone guttata</i>	21,28	5,29	6,17	3,67	15,29	51,69
4	Cativo	<i>Prioria copaifera</i>	0,70	0,16	1,14	0,77	0,89	3,66
5	Caucho	<i>Castilla elastica</i>	10,68	8,61	15,04	7,07	17,47	58,87
6	Coquito	<i>Calatola costaricensis</i>	0,00	0,00	1,04	0,00	0,90	1,94
7	Fernán sachez	<i>Triplaris guayaquilensis</i>	0,26	1,39	0,71	3,42	0,69	6,48
8	Flor de mayo	<i>Brownea angusiflora</i>	0,00	0,00	0,99	0,00	0,17	1,16
9	Guabillo	<i>Balizia elegans</i>	0,00	0,55	1,02	1,05	1,65	4,27
10	Guabo de Montaña	<i>Abarema macradenia</i>	2,37	3,13	3,13	3,62	2,37	14,63

11	Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	2,51	1,12	0,45	2,75	1,32	8,15
12	Guión	<i>Pseudolmedia egerssill</i>	16,63	6,25	7,72	18,31	4,05	52,96
13	Lengua de vaca	<i>Alseise gersi</i>	1,14	0,00	1,25	1,38	1,21	4,99
14	Guitarra	<i>Citharexylum subflavescens</i>	1,93	1,56	2,92	0,00	0,55	6,95
15	Higuerón	<i>Ficus costaricana</i>	0,00	0,52	5,28	2,03	3,03	10,86
16	Higueroncillo	<i>Ficus tonduzii</i>	0,91	1,05	1,24	1,95	0,00	5,15
17	Jagua de cheque	<i>Genipa americana</i>	7,34	1,08	2,59	4,06	4,82	19,89
18	Jigua	<i>Ocotea Sp</i>	2,00	4,23	2,07	3,89	3,52	15,72
19	Lechero	<i>Sapium glandulosum</i>	1,84	0,73	2,34	0,47	2,07	7,45
20	Majagua Blanca	<i>Hibiscus elatus</i>	3,99	3,85	8,52	2,90	4,66	23,92
21	Matapalo	<i>Caussapoa sp</i>	1,67	2,89	3,35	4,79	5,76	18,45
22	Membrillo	<i>Grias Lecythidaceae</i>	0,39	0,00	1,40	2,24	0,00	4,03
23	Moral bobo	<i>Clarisia racemosa</i>	1,36	0,41	2,06	1,21	1,02	6,06
24	Moral fino	<i>maclura tinctoria</i>	6,07	2,60	5,39	8,69	3,85	26,61
25	Pilón prieto	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	2,41	1,36	2,68	2,31	0,00	8,77
26	Pilón	<i>Conceveiba pleiostemona</i>	3,23	1,38	1,86	0,00	1,19	7,65
27	Cola de pavo	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	0,77	0,29	1,64	1,83	0,82	5,36
28	Sangre de gallina	<i>Pterocarpus officinalis</i>	2,38	1,09	3,57	2,25	0,00	9,30
29	Tillo serrano	<i>Clarisia biflora</i>	15,06	1,75	27,32	4,36	10,81	59,30
30	Tutumbe	<i>Cardia Eriostigma</i>	1,98	0,27	2,43	1,54	2,93	9,16
31	Uva de montaña	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	1,40	0,83	0,91	0,48	1,53	5,17
Total			116,99	54,61	120,72	89,53	100,01	481,86

Fuente: Los Autores

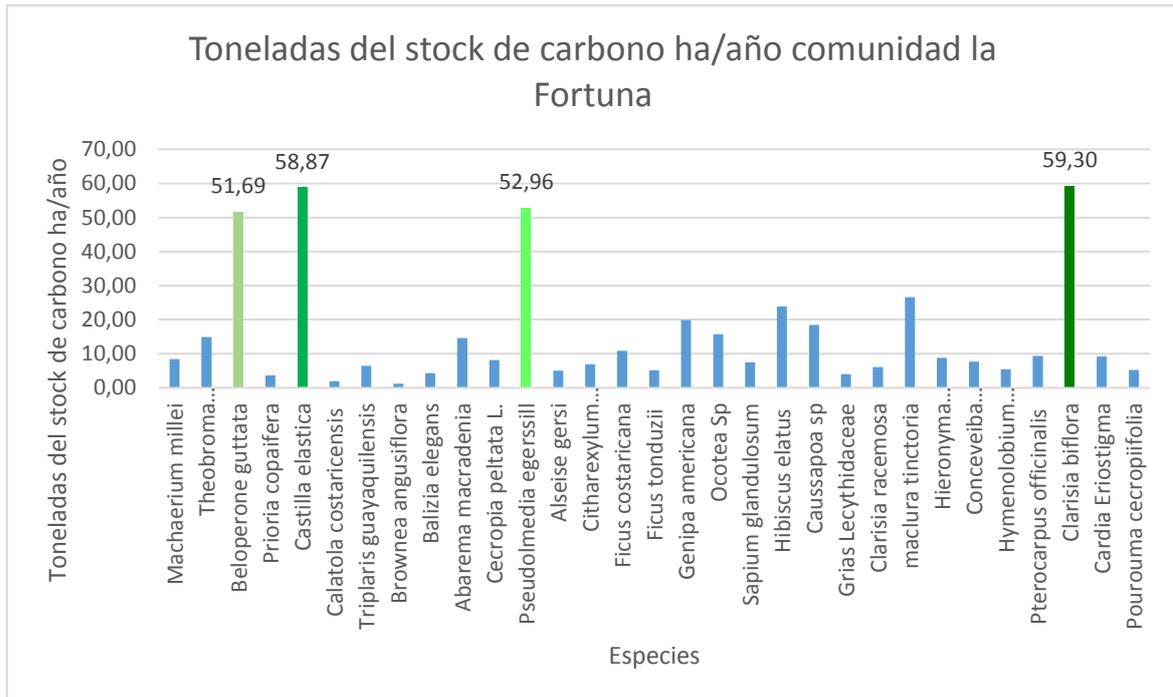


Grafico 4.3. Toneladas del stock de carbono en la comunidad la Fortuna

Fuente: Los Autores.

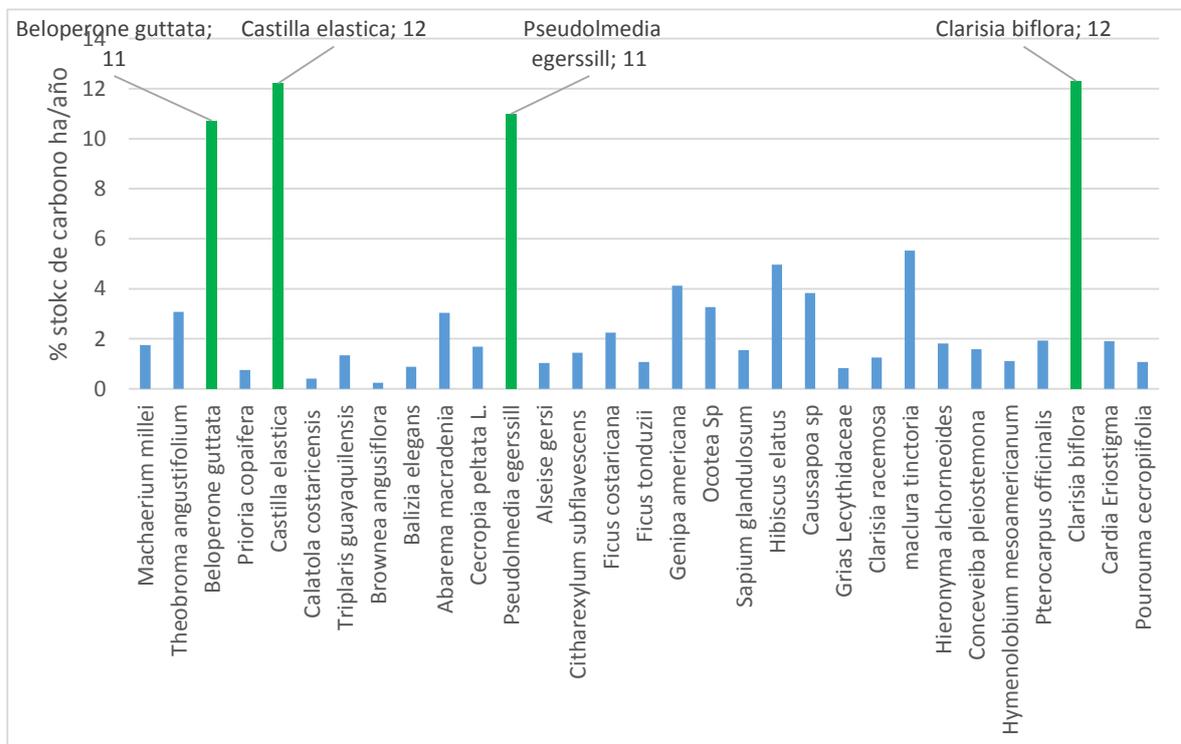


Grafico 4.4. Porcentaje de las toneladas del stock en la comunidad la Fortuna

Fuente: Los Autores

Se observa en el grafico 4.3., cuatro especies para el stock de carbono, despuntando la *Clarisia biflora* (tillo serrano) con 59,30 toneladas de stock,

seguido *castilla elástica*, (balsa) con un stock de 58,8 toneladas; el *Pseudolmedia egerssill* (guión) con 52,96 toneladas de stock de carbono almacenado y el *Beloperone guttata* (Camarón) con un 51,69 toneladas de stock capturado en la biomasa arbórea de esta especie la, de allí en adelante el número de individuo comienza descender hasta llegar a la especie *Brownea angusiflora* (flor de mayo) con 1,16 toneladas del stock y almacenamiento de carbono en esta especie. Cabe recalcar que las 31 especies inventariadas en el bosque húmedo tropical en la comunidad la Fortuna almacena en su biomasa arbórea la cantidad de 481,86 toneladas de stock de carbono hectárea/ año.

Del mismo modo en el grafico 4.4. Se puede apreciar los resultados de manera relativa donde *Clarisia biflora* (tillo serrano) y *castilla elástica*, (balsa) con 12 % de toneladas de stock de carbono ha/año, del mismo modo con una gran representación las especies *Pseudolmedia egerssill* (guión) y *Beloperone guttata* (Camarón) con 11 % de toneladas de stock de carbono ha/año.

4.3. FASE 3.- COMPARACIÓN EL STOCK DE CARBONO DEL BOSQUE PIE MONTANO SIEMPRE VERDE, HÚMEDO TROPICAL DE LA COMUNIDAD LA FORTUNA CON LO ESTABLECIDO EN LAS TABLAS DEL IPCC, (2003)-FAO (2010) Y SU IMPORTANCIA PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA REGIÓN

Actividad 3.1. Comparación de resultados del stock de Carbono en el bosque húmedo tropical de la comunidad la Fortuna con lo establecido en las tablas del IPCC, (2003)- FAO, (2010).

Se realizó la comparación con lo establecido en las tablas del IPCC, (2003), para conocer la situación actual del bosque en la comunidad la Fortuna y establecer criterios cuantitativos del mismo. También realizar la comparación con lo establecido por la FAO, (2010), dando los siguientes resultados.

Cuadro 4.16. Comparación de los depósitos de carbono en suelos tropicales

Tipo de bosque	(IPCC, 2003) Stock de Carbono (ton C/ha)	Stock de Carbono, bosque de la comunidad la Fortuna (ton C/ha)
Bosques primarios	60-230	481,86

Fuente: Los Autores

Realizando la comparación con lo tabla establecida por el IPCC, 2003 un bosque tropical Primario almacena un stock de carbono de 60- a 230 ton C/ha, el bosque de la comunidad la fortuna almacena un stock de carbono por año de 481,86 ton C/ha, resultado esto positivo para la región ya que aporta de manera directa a la sostenibilidad ambiental, estos resultados se dan por las condiciones del bosque, recalcado que es un bosque nativo con especies endémicas y de gran importancia ambiental, donde su contribución directa al ecosistema en recarga hídrica, protección del suelo y el más importante y propósito de la investigación el stock y almacenamiento del carbono.

Cuadro 4.17. Depósitos de Stock de Carbono en suelos tropicales

(FAO, 2010)			Bosque de la comunidad la Fortuna (2018)		
Rango	Criterio	Referencia	Rango	Criterio	Referencia
25-60	Bajo		481,86	Alto	
61-190	Medio				
191-230 o mas	Alto				

Fuente: Los Autores

Realizando la comparación con el cuadro de la FAO (2010), el bosque de la comunidad la Fortuna es un bosque con un almacenamiento del Stock de carbono de 481,86 to C/ha, viendo los rangos de la tabla plateada por la FAO es alto y representa una ponderación de color verde, este resultado es favorable para la sostenibilidad ambiental de la región.

Actividad 3.2. Socialización a los habitantes de la comunidad la Fortuna de los resultados del stock de Carbono capturado por el bosque con la

finalidad que conozcan la importancia y papel que cumplen los bosques para la sostenibilidad ambiental.

Se realizó la sociabilización de la investigación para que la, conozcan la importancia de investigaciones, se expusieron los resultados y se sugirió emprender proyectos de sostenibilidad ambiental en otros lugares donde la deforestación ha provocado la pérdida de especies arbóreas de gran importancia ambiental.

4.4. DISCUSIÓN

El stock de carbono se ha convertido en un eje de vital trascendencia en la conservación de los bosques tropical y su aporte a la sostenibilidad ambiental de los ecosistemas, considerando que hay especies más aptas que otras para la captura de Carbono, Villavicencio (2012) y Ramos (2010). Del trabajo en campo se identificó el DAP < 1,30m. 31 especies representadas en un total 663 individuos siendo cinco las especies más abundante la *Clarisia biflora* (6 %) con (43 individuos), *Castilla elástica* (6 %) con (39 individuos), *Beloperone guttata* (5 %) con (32 individuos), *Maclura tinctoria* (5 %) con (30 individuos) y *Hibiscus elatus* (4 %) con (29 individuos), Estas especies representan el 26 % de individuos totales. Se empleando la ecuación alométrica propuestas por el IPCC (2003), donde mostro resultado total de captura de 481,86 ton. stock de carbono ha/ año este dato se contrasta con el estudio propuesto por Galeana *et al.*, (2013) en la cuenca del Rio Magdalena(México) donde se realizó el estudio de la especie *Abies Religiosa*, una hectárea de esta especie tiene una captación de carbono 162,91 Tc/ha, considerando que esta es una única especie sobre una gran extensión de terreno y cuya capacidad de captura de carbono va a regir de los factores ambientales de la región según los registros forestales mexicanos ya que las características climáticas influyen en nivel de captación de la misma, además que no existe competencias con otras especies, situación que diverge de esta investigación en la existen competencias de muchas especies por unidades de muestreos. También refiriéndonos a lo sustentado por la FAO, (2010), la mayoría de los sumideros

de C en la vegetación están localizados en bosques (tropicales) de baja latitud (62 %), mientras que la mayoría del C del suelo está localizada en los bosques de alta latitud (boreal) (54 %). En los trópicos, el C que está en sumideros superficiales varía entre 60 y 230 ton C/ha. en bosques primarios, y entre 25 y 190 ton C/ha. en bosques secundarios (Cuadro 4). En bosques tropicales, los sumideros de C en el suelo varían entre 60 y 115 ton C/ha. En otros sistemas de uso del suelo, tales como los agrícolas o ganaderos, los sumideros de C en el suelo son considerablemente pequeños. Mostrándonos que la investigación realizada en la comunidad la Fortuna es de alta importancia ambiental ya que está capturando 481,86 ton. C ha/año, finalmente se propuso una guía de buen uso de bosques basados en parámetros del Ministerio de Ambiente del Ecuador y el programa REDD+, en las que se establece estrategias vitales de conservación de los recursos naturales y la biodiversidad para ser replicado en otros bosques de las mismas características y así mejorar las condiciones ambientales de la región.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El área de bosque de la comunidad la Fortuna en la Manga del Cura Manabí tiene un área de 11,4 ha, además es un relieve rico en especies nativas de gran importancia ambiental, esta extensión de territorio es 100 % bosque nativo, porque los terrenos han sido conservados por los propietarios y se ha establecido que este bosque no puede ser alterado por alguna acción humana.
- El bosque de la comunidad la fortuna almacena un stock de carbono por año de 481,86 ton C/ha, siendo la especie *Clarisia biflora* con 59,30 ton C/ha, resultado esto positivo para la región ya que aporta de manera directa a la sostenibilidad ambiental, estos resultados se dan por las condiciones del bosque, recalcado que es un bosque nativo con especies endémicas y de gran importancia ambiental, donde su contribución directa al ecosistema en recarga hídrica, protección del suelo y el más importante y propósito de la investigación el stock y almacenamiento del carbono.
- Una vez realizadas la comparación con el cuadro de la FAO (2010), se concluye que el bosque de la comunidad la Fortuna es un bosque con un almacenamiento del Stock de carbono de 481,86 to C/ha, con un rango alto representado con una ponderación de color verde, este resultado es favorable para la sostenibilidad ambiental de la región.

5.2. RECOMENDACIONES

- Toda esta información sobre las especies con mayor capacidad en stock de carbono, en la comunidad la Fortuna de la Manga del Cura Manabí, servirá para que las instituciones gubernamentales como el MAE y los GAD PROVINCIALES, CANTONALES Y PARROQUIALES, desarrollen proyectos de sostenibilidad ambiental a través de la conservación de bosques nativos de todo el cantón el Carmen.
- A la comunidad involucrada que tome la iniciativa en asociarse en el programa Socio-Bosque con la finalidad de proteger y cuidar los remanentes bosque nativo con especies endémicas de la zona con gran valor e importancia en la captación del Stock Carbono y sostenibilidad ambiental.
- Se recomienda desarrollar proyectos de sostenibilidad de bosques con especies endémicas, con la finalidad de que sean especies que contribuya a la sostenibilidad ambiental, con aportes de mantener la estabilidad del suelo, recarga hídrica y captación de carbono, todo esto sustentado en los Inventario Nacional Forestal (INF), Ministerio de ambiente del Ecuador (MAE), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

BIBLIOGRAFÍA

- Arregui, O. (2006). SOSTENIBILIDAD Y ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL. Consultado el 05 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194220466007>
- Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuarios (ALPZA, 2018). Bosques Tropicales. Consultado, el 10 de Ene. 2018. Formato en HTML. Disponible en: <http://www.quitozoo.org/index.php/zoo/ecosistemas/bosque-tropical>
- Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación. Tercera edición Colombia 320p, Consultado el 11 de ene. 2018. Formato PDF. Disponible en: http://www.academia.edu/7058761/10022014Metodologia_de_la_Investigacion_3edi_Bernal
- Castellano, E.; Quilo, A.; Mato, R. (2010). Metodología para la Estimación del Contenido de Carbono en Bosques y Sistemas Agroforestales en Guatemala Consultado el 10 de Ene. 2018. Formato PDF. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712013000100005&script=sci_arttext
- Celentano, D., Zahawi, R., Finegan, B., Casanoves, F., Ostertag, R., Cole, R., & Holl, K. (2011). Restauración ecológica de bosques tropicales en Costa Rica: efecto de varios modelos en la producción, acumulación y descomposición de hojarasca. *Revista Biología Vegetal*, 59(3).
- Cervantes, B., Pelayo, M., & Arano, A. (2012). Sustentabilidad ambiental, del concepto a la práctica: Una oportunidad para la implementación de la evaluación ambiental estratégica en México. *Gestión y Política Pública*, 21(2).
- Constitución de la República del Ecuador (2008). Capítulo segundo de Biodiversidad y recursos naturales, Sección primera, Naturaleza y ambiente, Art. 395. Consultado, el 28 de Oct. 2017. Formato en PDF. Disponible en: www.inocar.mil.ec/.../A._Constitucion_republica_ecuador_2008constitucion.pdf
- Cuñachi, (s/f). Manual Práctico de inventario Forestal. Consultado en línea el 23 de septiembre 2018. Disponible en: http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3033/Technical/TFL-SPD-030-12-R1-M-Manual-Practico-InventarioForestal.pdf

Díaz, G. (2012). EL CAMBIO CLIMÁTICO. Santo Domingo. REP. DOM. Revista Ciencia y Sociedad. Vol. XXXVII, Nº. 2 pp. 227-240

FAO, (2012). Especies Forestales de los Bosques Secos del Ecuador, Consultado, el 22 de Oct. 2017. Formato en PDF. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/288>

FAO (2013). Los Bosques y el uso de la tierra. Consultado el 28 de Oct 2017. Formato en HTML. Disponible en: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographicsdetails/es/c/174206/>

Food and Agriculture Organization (FAO). (2006). Global forest resources assessment 2005: progress towards sustainable forest management, FAO Forestry Paper 147. FAO, Roma, Italia. También disponible en línea: www.fao.org/forestry/fo/fra/index/jsp

Food and Agriculture Organization (FAO). (2010). Global forest resources assessment 2005: progress towards sustainable forest management, FAO Forestry Paper 147. FAO, Roma, Italia. También disponible en línea: www.fao.org/forestry/fo/fra/index/jsp

Galeana, J; Ordóñez, J y Corona N (2013). Estimación de contenido de carbono en la cuenca del río Magdalena, México. Consultado el 20 de Oct 2015. Formato en PDF. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140504712013000100005&script=sci_arttext

García, Y.; Ramírez, W.; Sánchez, S, (2014). Efecto de diferentes usos de la tierra en la composición y la abundancia de la macrofauna edáfica, en la provincia de CUBA. Revista. Pastos y Forrajes. Vol. 37, núm. 3, pp. 313-321

Griggs, B. (2015). CNN, México Perspectivas. Ecología ¿Cuántos arboles tiene la tierra? Consultado, el 10 de Ene. 2018. Formato en HTML. Disponible en: <http://cnnespanol.cnn.com/2015/09/04/la-tierra-tiene-3-billones-de-arboles-segun-un-estudio/#0>

Ibárcena M.; Scheelje J. (2003). Rol de los Bosques en el Cambio Climático. Lima. PERÚ. 0814-B2 Consultado, el 28 de Oct. 2017. Formato en HTML. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0814-B2.HTM>

INFOBOSQUE, (2016). El Valor De Los Bosques Jóvenes De América Latina, Consultado el 28 de Oct. 2017 formato HTML. Disponible en: <http://infobosques.com/portal/website/el-valor-de-los-bosques-jovenes-de-america-latina/>

Jerez, M., Quintero, M., Quevedo, A., & B., M. (2015). Simulador de crecimiento y secuestro de carbono para plantaciones de teca en Venezuela: una aplicación en SIMILE. *Bosque (Valdivia)*, 36(3).

Koleff, P., H., U., & B., C. (2012). Prioridades de Conservación de los Bosques Tropicales en México: Reflexiones sobre sus estado de conservación y manejo. *Ecosistemas Revista Ecológica y Medio Ambiente*, 21(1-2), 6-20.

Leigue, J. (2011). Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Acta Amazonica*, 41(1).

Leija-Loredo, Edgar G.; Reyes-Hernández, Humberto; Reyes-Pérez, Oscar; Flores-Flores, José L.; Sahagún-Sánchez, Francisco J. (2016). Cambios en la cubierta vegetal, usos de la tierra y escenarios futuros en la región costera del estado de Oaxaca, México Madera y Bosques, vol. 22, núm. 1, pp. 125-140 Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México

Lusk, C., Donoso, C., Jiménez, M., Moya, C., Oyarce, G., Reinoso, R., . . . Matus, F. (2001). Descomposición de hojarasca de *Pinus radiata* y tres especies arbóreas nativas. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74(3).

MAE (2014). Guisa fácil: convocatoria mesa de trabajo REDD+ bosque para el buen vivir, Consultado, el 26 de octubre. 2017. Formato en PDF. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/>

MAGAP- INIAP (2012). Caracterización y diversidad florística, Consultado el 22 de Oct 2017. Formato en PDF. Disponible en: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CCkQFjACahUKEwip4ai7idXIAhVEIB4KHfBS4&url=http%3A%2F%2Fwww.iniap.gob.ec%2Fnsite%2Fimages%2Fdocumentos%2Fcaracterizacion-y-diversidad-floristica-del-sistema-agroforestal->

Mendoza, C., Jiménez G. (2017). Relación entre el efecto invernadero y el cambio climático desde la perspectiva del sector agrario. Medellín. COL. Rev. Fac. Nac. Agron. Vol. 70. N° 2

Mendizábal, L.; Márquez, J; Alba, J; Cruz, H; Ramírez, E. (2008). CAMBIO CLIMÁTICO Y COMUNIDADES FORESTALES. Revista Foresta Veracruzana. MEX. Vol. 10, Núm. 2, pp. 49-56

Ministerio del Ambiente de Perú. (2010). Guía de inventario de la flora y vegetación / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. – Lima. PER. Pp. 64

Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal, Ed. El Pais. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia)

Montesinos. D., Pinto A., Beltrán D., Galiano, W. (2015.) Vegetación de un bosque de *Polylepis incarum* (Rosaceae) en el distrito de Lampa, Puno, Perú. Lima. PERÚ. Revista Peruana de Biología. Vol. 22. N°. 1. pp.

Ochoa, S., Pérez, I., & H., B. (2008). Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 56(2).

Puente, W. (2017). Técnicas de Investigación. Consultado, el 12 de Enero 2018. Formato en HTML. Disponible en:<http://www.rppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>

- Ramos, (2010). Captura y almacenamiento de CO₂. Consultado, el 14 de agosto 2018. Formato HTML Disponible en <http://www.ecologistasenaccion.org/article7815.html>
- Raynal, J. (2011). Cambio climático global: una realidad inequívoca Ingeniería. Distrito federal. MEX. Revista. Investigación y Tecnología. Vol. XII, N^o. 4. pp. 421-427
- Rocha, A., N., R., & González, M. (2010). Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la depresión central de Chiapas. *Boletín de la Sociedad Botánica México*(87).
- Rodríguez, R., Jiménez, J., Agurre, O., & Treveño, E. R. (2009). Estimación de Carbono Almacenado en el Bosque de Pino- Encino en la Reserva de la Biosfera el Cielo, Tamaulipas México. *Ra Ximhai*, 5(3), 317- 327.
- SIGLA, Sistema de Información Geográfico de Latino América. (2014). Inventario Forestales. Consultado en línea el 23 de septiembre 2018. Disponible en: <http://www.sigla-sas.com/inventarios-forestales.html>
- Terán, E; Guzmán, R. (2016). Estimación de Biomasa en bosque de Bolivia. Bolivia. BOL. Revista. Forestal Iberoamericana. Vol. 1 N^o. 1. pp.1-10
- Vargas, A. ; Yáñez, A. (2010). La Captura de Carbono en Bosque ¿ Una Herramienta para la Gestión Ambiental?. Paris. Francea. Revista. Gaceta Ecologica. Vol. N^o 70. pp. 12-15.
- Villavicencio, P. (2012). Captura y almacenamiento de CO₂. Consultado, el 07 de julio. 2018. Formato PDF. Disponible en http://www.palermo.edu/derecho/revistaderechoambiental/pdfs/REV1-2012-Derecho_Ambiental_02.pdf
- Yáñez, A. (2004). La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental? Distrito Federal. MEX. Revista. Gaceta Ecológica. N^o 70. pp. 5-18

Yepes, A.; Silveira, M. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (revisión) Bogotá. COL. Revista. Colombia Forestal, Vol. 14, núm. 2. pp. 213-232

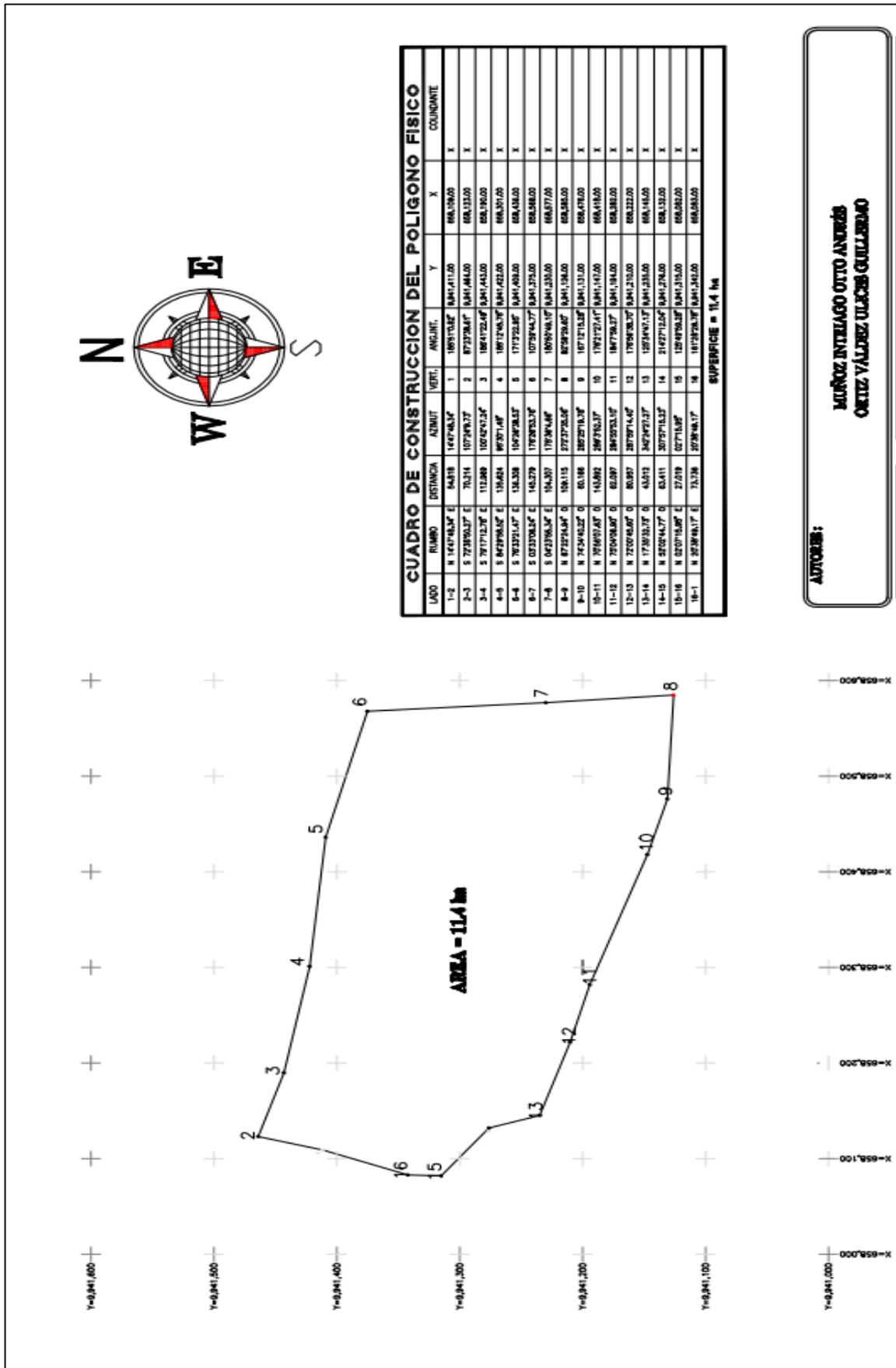
Zamora-Martínez; Marisela, C. (2014). ALGUNOS RETOS DE REDD+ PARA TRANSITAR DE LA MITIGACIÓN A LA ADAPTACIÓN. Consultado el 20 de Octubre. 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63439016001>

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de recolección de datos del área de estudio

 ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ	
FICHA DEL ÁREA DE ESTUDIO	
Fecha:	hora:
Área de estudio	
Descripción de la superficie del terreno	
Característica del relieve	
Pendiente	
Comunidad vegetal	
Especie arbórea predominante	

Anexo 2. Área total de estudio



AUTORES:
MURCZ INTIAGO OTTO ANDRÉS
ORTEZ VALDEZ ULICES GUILLERMO

Anexo 3. Cronología fotográfica



Bosque comunidad la Fortuna



b) Delimitación de transectos



c) Aplicación de la metodología



d) Tomando las medidas dasonométricas



e) Tomando medidas de circunferencia del tronco



f) Cuantificación de especies



g) aplicando metodología para el Stock de carbono en especies arbóreas



h) toma de medidas dasométricas a especies arbóreas en el bosque de la comunidad la Fortuna



i) Toma de las circunferencias de las especies inventariadas en la comunidad la Fortuna, Manga del cura Manabí