



**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 INGENIERA EN MEDIO AMBIENTE**

**TEMA:**

**CAPTACIÓN DE CARBONO EN (*Cordia alliodora*) Y (*Albizia guachapele*) COMO SERVICIO AMBIENTAL PARA PROPUESTA DE PLAN DE REFORESTACIÓN EN MATA PALO**

**AUTORES:**

**MERELYN FRANCISCA BAZURTO CARRANZA  
STEFANY MICHELLE VÉLEZ CONSTANTE**

**TUTORA:**

**ING. TERESA VIVAS SALTOS**

**CALCETA, DICIEMBRE 2019**

## DERECHOS DE AUTORÍA

**MERELYN FRANCISCA BAZURTO CARRANZA Y STEFANY MICHELLE VÉLEZ CONSTANTE**, 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 he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo 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.

---

MERELYN BAZURTO CARRANZA

---

STEFANY VÉLEZ CONSTANTE

## CERTIFICACIÓN DE TUTORA

Teresa Vivas Saltos, certifica haber tutelado el proyecto **CAPTACIÓN DE CARBONO EN (*Cordia alliodora*) Y (*Albizia guachapele*) COMO SERVICIO AMBIENTAL PARA PROPUESTA DE PLAN DE REFORESTACIÓN EN MATA PALO** que ha sido desarrollada por Merelyn Francisca Bazurto Carranza y Stefany Michelle Vélez Constante, previa la obtención del trabajo de 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.

---

ING. TERESA VIVAS SALTOS

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **CAPTACIÓN DE CARBONO EN (*Cordia alliodora*) Y (*Albizia guachapele*) COMO SERVICIO AMBIENTAL PARA PROPUESTA DE PLAN DE REFORESTACIÓN EN MATA PALO**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Merelyn Francisca Bazurto Carranza y Stefany Michelle Vélez Constante, previa la obtención del trabajo de titulación 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  
**MIEMBRO**

---

ING. JULIO LOUREIRO SALABARRÍA  
**MIEMBRO**

---

DRA. AIDA DE LA CRUZ BALON., Mg.Sc.  
**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento con Dios, quien con su Bendición guió cada paso a lo largo de mi carrera, y a mi familia por estar siempre presente.

De igual manera a las autoridades de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, por abrirme las puertas para permitirme formar como profesional, especialmente a los miembros del tribunal Dra. Aida Bailón, Ingeniero Julio Loureiro y el Ingeniero Carlos Solórzano ya que, con todas sus enseñanzas, consejos y sus grandes ayudas me han permitido cumplir este sueño. Por último, agradecer a mi querida tutora la Ing. Teresa Vivas Saltos por la paciencia, confianza y su tiempo dedicado para que me convierta en una mejor persona para mi desarrollo como profesional.

Finalmente quiero expresar mis más grandes y sinceros agradecimientos al Mg. José Manuel Calderón Pincay quien con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hizo que pueda crecer día a día, gracias por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

---

MERELYN FRANCISCA BAZURTO CARRANZA

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mi familia por su apoyo incondicional y a todas las personas les agradezco que hayan contribuido con un granito de arena para la culminación del presente trabajo y en mi formación profesional.

Finalmente, a nuestro querido profesor, amigo el Mg José Manuel Calderón que nos apoyó en todo el transcurso del trabajo con sus valiosos conocimientos y paciencia mis más profundos agradecimientos, a nuestra tutora a la Ingeniera Teresa Vivas Saltos por estar siempre pendiente y guiarnos con el presente trabajo, a los miembros de nuestro tribunal la Dra. Aida Bailón de la Cruz, al Ingeniero Julio Loureiro y al Ingeniero Carlos Solórzano por su disponibilidad incondicional, muchas gracias a todos.

Al todo poderoso que me ilumina y guía siempre.

---

STEFANY MICHELLE VÉLEZ CONSTANTE

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y donde su amor ha estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres Julio Bazurto y Yeydy Carranza quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inspirar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a los obstáculos.

A mi amado hijo Juan Diego y esposo Edison Vélez por ser mi fuente de motivación e inspiración para superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un mejor futuro.

Finalmente, a mi hermano Alejandro Bazurto por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Gracias a todos.

---

MERELYN FRACISCA BAZURTO CARRANZA

## DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo quiero dedicar en primera instancia a Dios por permitir estar con vida y gozar de salud.

A mi madre Karina Constante que con su gran esfuerzo me crio con disciplina y amor, a quien le debo lo que soy actualmente.

A mi hermano Brian Escobar que siempre me ha brindándome su apoyo incondicional

A mi hija querida Nohelia Álava Vélez que siempre será un pilar y fuerza fundamental para seguir con mis metas y mi adorado esposo Jean Carlos Álava que ha sabido entenderme en momentos de mucho estrés y que en lugar de presionarme me aconsejaba logrando recuperar en mi la confianza, la tranquilidad y sobre todo la motivación.

A mi abuelita y demás familiares que me alentaron y daban ánimos para que siga con mis metas.

En definitiva, gracias a todas las personas que de una manera u otra intervinieron positivamente de forma momentánea o permanente, hoy puedo lograr una de las metas que tengo trazadas en mi vida.

---

STEFANY MICHELLE VÉLEZ CONSTANTE



## TABLA DE CONTENIDO

DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTORA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
TABLA DE CONTENIDO .....	ix
CONTENDO DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS.....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	4
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	7
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.4. IDEA A DEFENDER.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. SERVICIOS AMBIENTALES.....	8
2.2. IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES .....	8
2.3. CAPTURA DE CARBONO COMO SERVICIO AMBIENTAL .....	9
2.4. GASES DE EFECTO INVERNADERO .....	9
2.5. BOSQUES COMO DEPÓSITO DE CARBONO .....	9
2.6. PASOS A CONSIDERAR PARA LA MEDICIÓN DE CARBONO .....	10
2.7. PARÁMETROS QUE MIDEN LA VEGETACIÓN .....	10
2.7.1. ALTURA .....	10
2.7.2. DIÁMETRO ALTURA DE PECHO (DAP).....	10
2.8. BOSQUE .....	10
2.8.1. IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES .....	11
2.8.2. TIPOS DE BOSQUES .....	11
2.9. PARCELA.....	12
2.10. MEDICIÓN FORESTAL .....	12

2.11.	CONSERVACIÓN DE BOSQUES TROPICALES .....	12
2.12.	LAUREL ( <i>Cordia alliodora</i> ).....	13
2.13.	GUACHAPELÌ ( <i>Albizia guachapele</i> ).....	13
2.14.	REFORESTACIÓN.....	13
2.15.	PLAN DE REFORESTACIÓN.....	14
2.16.	ESPECIES FORESTALES .....	14
2.17.	METODOLOGÍA QUE SE APLICA PARA PLANES EN BASE A LA CAPTACION DE CARBONO.....	14
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....		16
3.1.	UBICACIÓN .....	16
3.2.	DURACIÓN DEL TRABAJO.....	16
3.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	16
3.4.	VARIABLES DE ESTUDIO .....	17
3.4.1.	VARIABLE INDEPEDIENTE .....	17
3.4.2.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	17
3.5.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	17
3.5.1.	MÉTODOS.....	17
	PROCEDIMIENTOS.....	17
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		24
4.1.	CUATIFICACIÓN DE LAS ESPECIES MADERABLES LAUREL ( <i>Cordia alliodora</i> ) y GUACHAPELÍ ( <i>Albizia guachapele</i> ) EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	24
4.2.	ESTABLECIMIENTO DE LAS TASAS DE CAPTURA DE CARBONO DE LAS DOS ESPECIES MADERABLES EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	26
4.3.	PROPUESTA DE UN PLAN DE REFORESTACIÓN COMO PROMOTOR DE SERVICIO AMBIENTAL EN EL SITIO DE ESTUDIO .....	34
4.3.1.	PROPUESTA DE PLAN DE REFORESTACIÓN PARA LA COMUNIDAD MATAPALO.....	35
4.3.2.	Valoración económica.....	45
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		48
BIBLIOGRAFÍA.....		49
ANEXOS.....		59

## CONTENIDO DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS

<b>Gráfico 3.1.</b> Ubicación Geográfica Comunidad Mata Palo.....	16
<b>Gráfico 4.1.</b> Carbono almacenado entre las parcelas estudiadas.....	30
<b>Gráfico 4.2.</b> Carbono almacenado entre las parcelas estudiadas.....	33
<b>Gráfico 4.3.</b> Carbono total entre las parcelas estudiadas .....	33
<b>Tabla 4.1</b> Especies identificadas en los transectos.....	24
<b>Tabla 4.2.</b> Registro de datos tomados de cada árbol .....	27
<b>Tabla 4.3.</b> Calculo del carbono almacenado por individuo .....	29
<b>Tabla 4.4.</b> Estimación de CO <sub>2</sub> almacenado en la especie laurel Cordia alliadora .....	30
<b>Tabla 4.5.</b> Estimación de CO <sub>2</sub> almacenado en la especie guachapelí Albizia guachapele .....	32
<b>Tabla 4.6.</b> Matriz de Estrategias para la conservación de laurel (Cordia Alliadora).....	35
<b>Tabla 4. 7</b> Estrategias metodológicas de intervención .....	41
<b>Tabla 4. 8</b> Características de la especie recomendada.....	44
<b>Cuadro 3.1</b> Matriz de registro de datos tomados de cada árbol.....	19
<b>Cuadro 3.2</b> Matriz para la conservación laurel (Cordia alliadora) y guachapelí (Albizia guachapele) .....	21

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad estimar la captura de carbono en las especies laurel (*Cordia alliodora*) y guachapelí (*Albizia guachapele*) como servicio ambiental para un plan de reforestación, para la caracterización de las especies en mención; se empleó la metodología de Villa (2005) la cual consiste en medir el diámetro de las especies mayores de 10 cm en transectos de 50 m por 100 m, para determinar la tasa de captura de carbono se aplicó las metodologías de Ríos (2012), Pazmiño & Pinargote (2018) y Rognitz y Porro (2011), las cuales permitieron medir la altura, diámetro y el área basal de las especies en comparación, el área de estudio fue de 1 ha, en la cual se logró registrar como especie en abundancia al guachapelí con 20 individuos equivalentes al 28% en el transecto 1 y 17 individuos que representan el 20% en el transecto 2; destacándose el transecto 1 como el de mayor cantidad de individuos. El total de captura de carbono de laurel fue de 1,45 (Ton/ha) y el guachapelí de 0,56 (Ton/ha), la cual refleja que el laurel es la especie que captura más carbono en el área de estudio. Tomando en cuenta a la especie de mayor captación (*Cordia alliodora*) para la propuesta del plan de reforestación empleando las siguientes estrategias que incluye: sistemas agroforestales con forma natural, sistemas de pastos y árboles en regeneración natural, manejo de cercas vivas y banco de semillas.

**Palabras clave:** sistemas agroforestales, servicios ecosistémicos, carbono

## ABSTRACT

The purpose of this research was to estimate carbon sequestration in the laurel (*Cordia alliodora*) and guachapelí (*Albizia guachapele*) species as an environmental service for a reforestation plan, for the characterization of the species in question; Villa's methodology (2005) was used, which consists in measuring the diameter of the species larger than 10 cm in transects of 50 m per 100 m, to determine the carbon capture rate, the methodologies of Ríos (2012) , Pazmiño & Pinargote (2018) and Rognitz and Porro (2011) were applied, which allowed measuring the height, diameter and basal area of the species in comparison, the study area was 1 ha, in which it was possible to register as a species in abundance of guachapelí with 20 individuals equivalent to 28% in transect 1 and 17 individuals representing 20% in transect 2; highlighting transect 1 as the one with the largest number of individuals. The total laurel carbon capture was 1.45 (Ton / ha) and the guachapelí was 0.56 (Ton / ha), which reflects that the laurel is the specie that captures the most carbon in the study area. Taking into account the species with the highest uptake (*Cordia alliodora*) for the proposal of the reforestation plan using the following strategies that include: agroforestry systems with natural form, grass and tree systems in natural regeneration, management of live fences and seed bank .

**Keywords:** agroforestry systems, ecosystem services, carbon.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El cambio climático sigue siendo una de las principales amenazas medioambientales para la humanidad, sin embargo, los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan grandes cantidades de carbono, como consecuencia de los procesos fotosintéticos (Rodríguez, y otros, 2016). Por lo tanto en la tierra como en la atmósfera los únicos causantes del almacenamiento de carbono son los ecosistemas terrestres ya que esta captura depende de la cobertura ambiental, además de distribución de tamaños, edad, estructura y composición (Razo, Gordillo, Rodríguez, Maycotte, & Acevedo, 2013).

Según (FAO, 2013), en estudios realizados deduce que el sector forestal en Latinoamérica y el Caribe tienen desarrollo forestal-industrial y a su vez alcanzan niveles de producción, consumo y comercio muy elevados por los servicios que prestan, tomando en consideración que los bosques plantados en Brasil, Chile, Argentina y Uruguay poseen el 88% del total de la superficie plantada en la región.

Los Servicios Ambientales (SA) son de gran utilidad para la sociedad, desde el ámbito de la conservación y la investigación pues permite tener un entendimiento de aspectos biológicos, climáticos, edafológicos y productivos en la naturaleza, además son de gran importancia porque permiten identificar qué áreas se relacionen en mayor magnitud con los SA y por ende se pueden conservar más, a través del estudio de alguno de ellos como el caso de la captura de carbono. La importancia que tiene el carbono y dadas las circunstancias mundiales actuales del cambio climático, surge como una función aparte del suelo, aquella que se relaciona con el carbono. Por lo tanto, la captura de carbono impide que el CO<sub>2</sub> vaya a la atmósfera, siendo que este servicio sea de gran importancia por su acción descontaminadora (Burbano, 2016)

En Colombia la prioridad de la Política Nacional Ambiental gira en torno a las sostenibilidades ambientales y la prevención del riesgo de desastres, por tales motivos vienen adelantando un marco legal que busca mejorar el sector forestal.

En el año 2000, el Plan Nacional de Desarrollo Forestal estableció la base estratégica hacia el año 2025 con iniciativas de sostenibilidad de los bosques naturales y plantados (Rincón, 2017).

Actualmente el clima se ve afectado por los GEI (Gases de Efecto Invernadero) como dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos (Frohmann & Olmos, 2013). Siendo el CO<sub>2</sub> uno de los más importantes debido a que se encuentra en la atmósfera en grandes cantidades como resultado de la quema de combustibles fósiles, se han creado estrategias para disminuirlos y entre ellas se considera a los bosques ya que cumplen un papel significativo y tienen la capacidad de capturar y almacenar carbono, debido a esto los bosques han disminuidos en la productividad ya que se encuentran afectados de toda posibilidad de sostenibilidad por la especie humana (Pacheco, Durán, & Ordóñez, 2014).

Los planes de reforestación pretenden buscar especies que contribuyan a la recuperación y conservación para lograr proteger el medio ambiente (Mirandas & Torres, 2010). Sin embargo, la reforestación se ha convertido en una actividad forestal de gran importancia a medida que pasan los años, debido a las altas tasas de pérdida de bosques, la necesidad de remediar los desastres ambientales y cientos de damnificados que se encuentran alrededor del mundo, esto ha logrado que se tome conciencia sobre la población, conllevando a intentar revertir el daño que se ha ocasionado hasta la actualidad (Salazar & Marín, 2016).

Sin embargo, Ecuador logra mantener un gran interés sobre la conservación de los espacios naturales, siendo uno de los países con mayor biodiversidad (Peña, Libertad, & Vivanco, 2016). En Bolívar, Manabí la importancia de la conservación de bosques ha sido un punto de poco interés frente a comunidades del sector agrícola, los cuales, por falta de conocimientos desembarcan la idea de la vitalidad que tienen ciertos árboles como el laurel (*Cordia alliodora*) y guachapele (*Albizia guachapele*), dentro de los círculos biológicos en el medio ambiente, como lo es la captura de carbono.

Tomando en consideración la realidad y de acuerdo a la literatura reportada se considera la importancia del estudio sobre los recursos forestales, ya que esto incide en la forma en como son aprovechados o utilizados y da una pauta para comprender el valor de los hábitats naturales.

Estas referencias permiten plantear la siguiente interrogante: ¿Las especies de laurel (*Cordia alliodora*) y guachapelí (*Albizia guachapele*) presentaran altas tasas de captura de carbono como criterio para hacer un plan de reforestación?



## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El calentamiento global es uno de los problemas ambientales que enfrenta el planeta debido a los efectos que presenta (Aristizabal, 2007). Las actividades humanas, tales como el uso de combustibles fósiles para la producción de energía y los procesos derivados del cambio en el uso del suelo y silvicultura, están generando grandes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), (CO), (CFC's), ( $\text{NO}_x$ ) y ( $\text{CH}_4$ ), principalmente, siendo el  $\text{CO}_2$  uno de los GEI más importantes por las grandes cantidades en las que se emite (Benjamín, 2013). La vegetación tiene la capacidad de asimilar el carbono e incorporarlo a su estructura, es decir, lo fija y lo mantiene almacenado por largos periodos, a través de la fotosíntesis es por esta razón que los bosques son importantes sumideros de carbono (Masera, 2012)

Se 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 (2008), Capítulo segundo de Biodiversidad y recursos naturales, Sección primera, Naturaleza y ambiente Art. 395 el cual se garantiza 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.

Vincent (2018) afirma que la importancia de conocer el papel de las especies, es de gran valor en el estudio de los ecosistemas forestales puesto que son los responsables de regular el ciclo del carbono, de hecho gran parte de su biomasa está conformada por aproximadamente el 50% de carbono. Los bosques tropicales y templados conservan y capturan más carbono que otros ecosistemas terrestres que dan un crecimiento anual de carbono. El suelo y la atmósfera acumulan  $\text{CO}_2$  a través de la fotosíntesis y lo recolectan en su biomasa por lo que al ser restringidos estos bosques disminuyen el carbono retenido ya existentes y pierde la capacidad de seguir absorbiendo más carbono (Flores, 2018).

La captura de carbono es considerada como un servicio ambiental, la cual ayuda a mitigar los efectos del cambio climático, es un mecanismo de desarrollo limpio cuyo objetivo es promover el secuestro de carbono de los bosques, mientras que al mismo tiempo contribuye al desarrollo sostenible. La identificación de servicios ambientales, cumple un papel preponderante y activo en la comunidad para comprender los múltiples beneficios que se pueden generar con la captura de CO<sub>2</sub>, como es la disminución de la presión al bosque natural, conservación del paisaje y biodiversidad, además de convertirse en una oportunidad social y económica a través de la venta de servicios ambientales (Tavera, 2012).

La reforestación es de gran importancia, porque como actividad forestal ayuda a restaurar y volver productivas las áreas deforestadas y degradadas, una de las principales importancias es asegurar que en el planeta exista oxígeno suficiente para abastecer a todos los seres vivos. También podemos destacar que la reforestación es necesaria para crear más extensiones de bosques cuyos árboles puedan filtrar CO<sub>2</sub> no sólo eliminándolo de la tierra, si no convirtiéndolo en oxígeno (Manson, 2016)

Un plan de reforestación es un documento de planificación y gestión que orienta el desarrollo de las actividades de reforestación en todas sus modalidades, para la formación y la recuperación de la cobertura vegetal, con fines de producción y/o protección (Guerrero, 2016) El Plan Nacional de Forestación y Reforestación por parte del gobierno nacional, expresa que en veinte años el Ecuador podrá contar con un millón de hectáreas reforestadas, lo que generará beneficios socio-ambientales de una reforestación de 150.000 ha en cuencas hidrográficas para protección del agua y la biodiversidad, bajar la presión sobre el bosque nativo y capturar más de 6 millones de toneladas de carbono generando beneficios económicos sostenibles (PNFR, 2016)

Sin dejar de mencionar la importancia que 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”.

La importancia ecológica del laurel (*Cordia alliodora*) radica en que ayuda a la conservación del suelo, control de la erosión y estabilización de bancos de arena y recuperación de áreas degradadas; por otro lado la especie guachapelí (*Albizia guachapele*) tiene su aporte ecológico en la estabilización de cauces fluviales, protección de mantos acuíferos y recuperación de suelos al ser una especie fijadora de nitrógeno (UICN, 2015).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar las tasas de captura de carbono como servicio ambiental en dos especies maderables laurel (*Cordia alliodora*) y guachapelí (*Albizia guachapele*) como propuesta para plan de reforestación en el sitio Matapalo, cantón Bolívar, Manabí.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Cuantificar las especies maderables en la zona de estudio.

Establecer las tasas de captura de carbono de las dos especies maderables en la zona de estudio.

Proponer un plan de reforestación como promotor de servicio ambiental en el sitio de estudio.

### **1.4. IDEA A DEFENDER**

Las especies laurel (*Cordia alliodora*) y guachapelí (*Albizia guachapele*) por su categoría siendo una especie maderables tienen altas tasas de captura de carbono la cual van a obtener un servicio ambiental, que son aptas para una propuesta de un plan de reforestación en la comunidad de Matapalo.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. SERVICIOS AMBIENTALES**

Son considerados servicios ambientales aquellos beneficios que proveen a las personas, para que estas a su vez hagan uso de ellos con el fin de mejorar su calidad de vida, se pueden apreciar dos tipos de servicios ecosistémicos o ambientales que son: directos, encargados de procesos de producción de agua, alimentos y regulación de ciclos (salinización, inundaciones, entre otros); y los indirectos se relacionan con el funcionamiento de procesos del ecosistema que generan los servicios directos, como el proceso de fotosíntesis, la formación y almacenamiento de materia orgánica, el ciclo de nutrientes, entre otros (Ramirez, y otros, 2016)

(González & Rodriguez, 2010) Deducen que los ecosistemas forestales a través del proceso de la fotosíntesis absorben el dióxido de carbono presente en la atmósfera, el cual es uno de los principales gases causantes del efecto invernadero, contribuyendo a la disminución del efecto invernadero y al calentamiento global. Cabe destacar que los bienes y servicios ambientales no se encuentran aislados de las actividades económicas humanas.

Por otro lado, la (Secretaria del Ambiente, 2016) menciona que los beneficios de los servicios ambientales pueden ser económicos, ecológicos o socioculturales e inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente, propiciando una mejor calidad de vida de los habitantes.

### **2.2. IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES**

La humanidad por mucho tiempo atrás no le dio el valor a los servicios ambientales, por lo tanto descubrir los beneficios de esta valoración y cuantificarlos en términos monetarios radica en el hecho de demostrar que los ecosistemas, con un manejo apropiado, pueden generar recursos financieros para que se conviertan en autosostenibles (Valencia, Rodriguez, Arias, & Castaño, 2017).

### **2.3. CAPTURA DE CARBONO COMO SERVICIO AMBIENTAL**

Según (Pazmiño & Pinargote, 2018) los procesos fotosintéticos están logrando almacenar y liberar carbono como resultado de la Captura de Carbono (CC) de los bosques y selvas; sin embargo, hace poco surgió la idea de los bosques almacenadores de emisiones de combustibles fósiles, esto aflora cuando investigadores y administradores públicos abordan comprender el valor del medio ambiente. Este servicio ambiental que proveen bosques o selvas como secuestradores de carbono (sumideros) permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se ve incrementada debido a las emisiones producto de la actividad humana.

### **2.4. GASES DE EFECTO INVERNADERO**

El efecto invernadero es la filtración que realiza la atmósfera de la radiación térmica emitida, por el sol, la cual hace que caliente la superficie de la Tierra y la parte inferior de la atmósfera, incrementando la temperatura de la misma superficie, sin embargo, este proceso es natural, por lo tanto permite que en la tierra exista vida. Además estudios realizado en el sector científico han denotado que las altas concentraciones de gases efecto invernadero en la atmósfera terrestre están induciendo a formar alteraciones en el clima (Echeverri, 2006).

### **2.5. BOSQUES COMO DEPÓSITO DE CARBONO**

Los bosques son estimados como un depósito importante de Captura de Carbono (CC), por lo que cubren el 29% de las tierras y contienen el 60% del carbono de la vegetación terrestre, esto ayuda a que no se manifiesten fenómenos naturales y antropogénicos por lo que es necesario tomar medidas necesarias para su conservación y manejo. La Captura de Carbono (CC) y almacenamiento de dióxido de carbono es una de las técnicas que podrían utilizarse para la reducción de CO<sub>2</sub> que es un gas de efecto invernadero que se encuentra en forma natural en la atmósfera, las cuales son provocadas por las actividades humanas (Álvarez, Mena, & Torres, 2017).

## **2.6. PASOS A CONSIDERAR PARA LA MEDICIÓN DE CARBONO**

De acuerdo a (Pazmiño & Pinargote, 2018) para la medición de carbono se toma en cuenta lo siguiente:

- Realizar estrategia del área de estudio, según el tipo de bosque.
- Determinar la distancia entre los transectos según los puntos de muestreos, donde el tamaño mínimo se calculó por estrato, estableciendo ya sea en forma sistemática o aleatoria.
- Establecer transectos para mediciones de la acumulación de carbono en los diferentes compartimientos de biomasa del bosque que ha sido seleccionado.
- Aplicar las ecuaciones alométricas de los datos básicos de los árboles, según el método que se haya escogido.
- Se compara los datos de las del monitoreo del carbono capturado en el transcurso del tiempo y así compararlo con datos de mediciones futuras.

## **2.7. PARÁMETROS QUE MIDEN LA VEGETACIÓN**

### **2.7.1. ALTURA**

La altura con respecto a la formación vegetal, se utiliza para definir la estructura vertical de acuerdo a los diferentes estratos que la conforman y sus formas de vida (Alvis, José, 2009).

### **2.7.2. DIÁMETRO ALTURA DE PECHO (DAP)**

El área basal y el volumen de los troncos de los árboles son los modelos que puede calcular este parámetro, medida que se calcula a 1,3 m desde la superficie del suelo; además a través de un muestreo periódico permite evaluar el crecimiento de las plantas (Herrera, Eder, 2008) Sirve para analizar, monitorear y modelar la dinámica forestal siendo uno de los parámetros de mayor uso en la aplicación de los estudios vegetativos.

## **2.8. BOSQUE**

Según (Secretaría del Ambiente, 2017) bosque es uno de los recursos naturales que constituye una unidad ecosistémica de alta complejidad o zona abierta

caracteriza por la presencia de árboles con diversidad en especies de flora y fauna. Los bosques almacenan carbono en las raíces, troncos, ramas y hojas de los árboles a medida que crecen. El almacenamiento de carbono es considerado como uno de los servicios ambientales más importantes que brindan los bosques, ya que ayuda a mitigar los efectos del cambio climático.

### 2.8.1. IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES

Según la (García, Ariadna, 2019) los bosques constituyen uno de los ecosistemas más valiosos del planeta, frente a la agudización del calentamiento global. Los beneficios ecológicos más destacados son:

- Producción de oxígeno durante su existencia
- Reducción de la contaminación del aire
- Mantener y garantizar la fertilidad del suelo
- Controlar la erosión
- Reciclamiento del agua y control de la humedad.
- Hábitat de la vida silvestre

### 2.8.2. TIPOS DE BOSQUES

Según (Vitz, 2011) a simple vista los bosques pueden parecer iguales ya que todos tienen algo en común. Sin embargo, hace mucho tiempo los científicos se percataron de las diferencias que existían entre ellos, teniendo en cuenta la zona donde se encuentran.

Los tipos de bosques según el aprovechamiento se dividen en:

- **Bosque primario:** bosque nativo, intacto que tiene un alto grado de naturalidad, ya que no ha sido explotado o afectado directa o indirectamente por la actividad humana (Ecuador Forestal, 2017).
- **Bosque secundario:** son aquellos que se han visto afectados en sus áreas, se regeneran en gran parte a través de procesos naturales luego haber tenido una perturbación significativa ya sea humana o natural de la vegetación forestal en un solo punto en el tiempo (CATIE, 2016)

(Bussmann, Rainer, 2005), menciona otra clasificación de bosques según el clima:



- **Bosques de coníferas:** se encuentran cerca de los polos o en lo alto de las montañas, donde las temperaturas tienden a ser más bajas y el invierno se extiende por más tiempo.
- **Bosques caducifolios:** suelen tener veranos largos y cálidos, e inviernos frescos y cortos. Su característica más notable es la abundancia de árboles de hoja caduca.
- **Bosques seco tropical:** se encuentran en lugares que reciben grandes cantidades de precipitación, de ellos depende una parte importante del suministro de oxígeno de la atmósfera.

## 2.9. PARCELA

Es aquella unidad experimental o superficie específica establecida en el bosque con el propósito de hacer muestreos. Su aplicación consiste en dividir en partes pequeñas un terreno (Acosta, Carrillo, & Velaszo, 2014).

## 2.10. MEDICIÓN FORESTAL

Según (FAO, 2016), detalla que es el arte y la ciencia de proporcionar información cuantitativa acerca de los árboles y rodales forestales, necesaria para el manejo, la planeación y la investigación forestal. La medición forestal o dasometría implica la determinación del volumen de árboles complementos y de sus partes, las existencias de maderas en rodales, la edad y el incremento de árboles individuales y de rodales completos, así como la magnitud y volumen de sus productos.

## 2.11. CONSERVACIÓN DE BOSQUES TROPICALES

Según la (Triana, Sánchez, Gonzáles, & Torres, 2019) los bosques tropicales se encuentran entre los máximos exponentes de la diversidad biótica. Acogen a muchas especies de aves, mamíferos y reptiles, en cantidad superior a diferencia de las zonas de clima templado. Estos bosques junto con las sabanas y los hábitats acuáticos sufren presiones humanas que ponen en peligro dichos hábitats. Por lo cual se deben establecer sistemas de gestión que ayuden a la protección de los hábitats que tengan mayor eficacia para conservar los elementos críticos de la biodiversidad.

### **2.12. LAUREL (*Cordia alliodora*)**

Según (CONAFOR, 2017) es un árbol caducifolio de hasta 40 m de altura y con un diámetro de hasta 90 cm, tiene hojas muy pequeña, estrecha y abierta lo que permite mucha luz, fuste muy recto algunas veces contrafuerte basales, esta especie se desarrolla con mayor frecuencia en climas cálidos, con temperaturas desde 18°C como mínima y máxima 32°C, además esta especie se la encuentra con gran abundancia en los potreros y vegetación de selva alta y mediana. Por lo cual tiene un gran potencial para reforestar en zonas degradadas de selva y zonas secas, ahora ha empezado a ser importante en los programas de reforestación en varios países.

### **2.13. GUACHAPELÌ (*Albizia guachapele*)**

Es un árbol de hasta 25 m, especie hermafroditas, caducifolios, con la copa subdifusa, extendida, subpiramidal, con las ramas ascendentes; troncos generalmente ramificados a baja altura, sus flores logran aparecer en enero hasta marzo y de agosto a diciembre. Se lo utiliza como abono verde y se lo logra ver dispersado en potreros como refugio y sombra para el ganado (PUCE, 2018). Además, su madera se la utiliza para construcción o combustible (leña), así mismo con sus semillas se elaboran bebidas alcohólicas. Sin embargo, es de gran importancia para los cauces fluviales ya que logra estabilizarlos y proteger los mantos acuíferos, esta especie a ser una fijadora de nitrógeno puede recuperar rápido los suelos.

### **2.14. REFORESTACIÓN**

Método el cual busca recuperar la cobertura vegetal de un bosque en un lugar deforestado por medio de la introducción de semillas o plántulas. Para su ejecución se deben realizar estudios de campo que permitan conocer las condiciones en las que se encuentra el lugar y definir las especies que van a hacer introducidas (Vanegas, Magda, 2016).

## 2.15. PLAN DE REFORESTACIÓN

Según (Moreira & Ruales, 2015) un plan de reforestación es un conjunto de actividades intencionales que inicia o aceleran la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sustentabilidad. Como referencia se puede definir, de una forma general; como el proceso de ayudar al restablecer de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido.

## 2.16. ESPECIES FORESTALES

El término especies forestales se refiere a los árboles maderables con potencial comercial. Las plantas forestales nos suministran madera, medicina y alimentos, como también bellos paisajes en diferentes lugares. Lo que ocurre, es que la utilización de las plantas forestales para diferentes fines, y su masivo consumo por parte del hombre, provoca la necesidad de instalar lugares donde podamos aumentar su número y cultivar grandes cantidades de los mismos, para luego trasladarla a los lugares donde terminaran de desarrollarse (FAO, 2015).

## 2.17. METODOLOGÍA QUE SE APLICA PARA PLANES EN BASE A LA CAPTACION DE CARBONO

De acuerdo a (Yáñez, Armando, 2004) entre las principales metodologías encontradas para cuantificar carbono en bosques tropicales se detallan las siguientes:

- **Método directo:** se miden las dimensiones básicas de un árbol, involucra el corte del mismo y para determinar la biomasa se hace por medio del peso de cada uno de los componentes que son: raíces, fuste, rama y follaje. La biomasa de raíces y ramas se puede subdividir en categorías diamétricas extrapolando los resultados a grandes áreas. Luego en la parte final se suman los valores para para obtener el volumen total.
- **Método indirecto:** para el uso de este método se toman en cuenta los datos del diámetro a la altura (Dap), la altura total y la densidad de la madera o gravedad específica para calcular el carbono almacenado en la

biomasa total. Este método se fundamenta con ecuaciones alométricas utilizada para grupos de especies y bosques enteros.

- **Modelos alométricos.** Estos modelos son una relación entre una variable independiente y una dependiente. Pueden ser estimados en métodos destructivos y no destructivos,
- **Destructivo** se toma en cuenta el peso de componentes de los individuos y los parámetros biofísicos en campo como las dimensiones básicas del árbol Dap y altura.
- **No destructivo** que en ese solo se consideran las dimensiones básicas del árbol Dap, altura, entre otras.

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

La investigación se realizó en la provincia de Manabí, en el Cantón Bolívar de la Ciudad de Calceta en el sitio Mata Palo, en la propiedad de la señora Hilda Vera, ubicada a 3 km de la entrada al sitio desde la vía Quiroga, con coordenadas UTM 596500 - 9899730.

**Gráfico 3.1.** Ubicación Geográfica Comunidad Mata Palo



Fuente: (Bazurto & Vélez, 2019)

### **3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO**

La investigación se logró en un tiempo de duración de 10 meses comprendidos en dos etapas, planificación y ejecución que se realizó desde el mes de octubre del 2018 hasta agosto del 2019.

### **3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación fue de tipo cuantitativa no experimental.

### **3.4. VARIABLES DE ESTUDIO**

#### **3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Captura de carbono de especies maderables laurel (*Cordia alliodora*) y guachapelí (*Albizia guachapele*).

#### **3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Plan de reforestación.

### **3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

#### **3.5.1. MÉTODOS**

Se aplicó una metodología realizada por (Pazmiño & Pinargote, 2018) que presentaron actividades para la recolección de datos secundarios forestales como la altura y diámetro de los árboles. De igual forma se complementó dicha información propuesta por (Rios, 2012) que expresa los criterios para el cálculo de biomasa, volumen y los cuales se extrapolaron para determinar el contenido de carbono encontradas por las especies identificadas en los transectos.

### **PROCEDIMIENTOS**

#### **FASE 1.- CUANTIFICAR LAS ESPECIES MADERABLES laurel (*Cordia alliodora*) y guachapelí (*Albizia guachapele*) EN LA ZONA DE ESTUDIO**

##### **Actividad 1.1. Elaborar un inventario de los individuos presentes en el área de estudio**

Se elaboró un inventario forestal en la comunidad Mata Palo de la subcuenca el Carrizal, específicamente en propiedad de la señora Hilda Vera ubicada a 3 km de la entrada al sitio desde la vía Quiroga que cubre un área de 6 ha, de las cuales 4 están cubiertas por bosque secundario. De acuerdo a la metodología de (Villa, 2005), con el fin de obtener una visión preliminar en la zona de estudio, de las características de hábitat y desarrollo de las dos especies laurel (*Cordia alliodora*) y guachapelí (*Albizia guachapele*), el cual consiste en medir el diámetro normal de

las especies mayores de 10 cm. Asimismo, se recomienda utilizar 50 m de ancho por 100 m de largo por parcela. También se determinó el área total del lugar, se tomaron diferentes puntos de muestreo con coordenadas. Con la ayuda de GPS se georreferenció (Anexo 1) cada árbol, donde se observó los individuos presentes, posterior a esto se obtuvo información necesaria para la investigación, por lo que a cada individuo presente se lo marcaron con una cinta roja para evitar la repetición en el conteo. Asimismo, se tabularon todos estos datos en Excel 2010 (Villa, 2005) en lo que se detalló lo siguiente, N° de parcela, familia, nombre común Nombre científico, N° de individuos.

## **FASE 2.- ESTABLECER LAS TASAS DE CAPTURA DE CARBONO DE LAS DOS ESPECIES MADERABLES EN LA ZONA DE ESTUDIO**

### **Actividad 2.1. Muestreo para estimar la captura de carbono**

El muestreo que se aplicó fue el convencional empleado por (Ochoa, 2014) se lo realizó en 2 transectos de 50 m x 100 m, dentro del área de estudio de 1 ha, la distribución sistemática de los puntos en los transectos fue en cuadrantes de 10 m x 10 m, dentro de los cuales se midió todos los individuos de laurel y guachapeli los cuales pasaron al inventario (Anexo 2) junto con el registro de coordenadas (Anexo 3), las especies que se encontraron dentro del cuadrante y que no estén consideradas en la investigación fueron registradas pero no evaluadas.

Se extrajeron datos de los individuos de la comunidad Mata Palo, según lo estipulado por (Rügnitz & Porro, 2011) para la medición de los árboles se tomó los atributos que se consideran en los muestreos que son el diámetro a la altura del pecho (DAP) 1,3 m; (Anexo 4) y para la altura se utilizó como herramienta la aplicación "Smart Measure" por su precisión y así evitando errores en la medición de este parámetro. Por medio del GPS se obtendrán coordenadas de cada individuo como se detalla en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.1** Matriz de registro de datos tomados de cada árbol

		Datos dasométricos			Coordenadas	
Nº	DAP (m)	Altura (m)	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	X	Y

## Actividad 2.2. Determinación de la cantidad de carbono

Se utilizó la metodología propuesta por Pazmiño & Pinargote (2018) en la cual se determinó el área basal, volumen, biomasa forestal y CO<sub>2</sub> que se almacena en el bosque, derivado de un método no destructivo alométrico, sumando los datos dasométricos anteriormente obtenidos para cada árbol (Rios, 2012)

Formulas a implementar:

$$AB = \frac{\pi}{4} \times DAP^2 \quad (3.1)$$

**Dónde:**

$AB$  = área basal, m<sup>2</sup>

$\frac{\pi}{4}$  = constante 0,7854

$DAP^2$  = diámetro a la altura del pecho, m

### 2.2.1- Estimación del volumen

El volumen se determinará por medio de la fórmula:

$$V = AB \times H \times ff \quad (3.2)$$

$AB$  = área basal, m<sup>2</sup>

$H$  = altura total del árbol, m

$ff$  = factor de forma según la forma del fuste (0,5)



### 2.2.2.- Estimación de la biomasa forestal

La biomasa forestal da a conocer el ciclo del carbono a nivel global, el factor de expansión se aplicó a 1,20 para la biomasa aérea teniendo en cuenta el valor de la densidad de madera que fue de 0,5.

$$Bf = Volumen \times GE \times FEBa(3.3)$$

**Dónde:**

**Bf** = biomasa forestal, t

**GE** = densidad de la madera, t/m<sup>3</sup> (0,5)

**FEBa** = factor de expansión de biomasa aérea (ramas, hojas)(1,20)

### 2.2.3.- Estimación del carbono almacenado en las especies

Se calculó los datos de biomasa forestal del área y se aplicó la fracción de 0,5, asumiendo que el 50% del peso de los individuos es carbono:

$$C = B \times Fc (3.4)$$

**Dónde:**

**C** = carbono en toneladas de carbono

**B** = biomasa

**Fc** = fracción de carbono (0,5)

### FASE 3.- PROPONER UN PLAN DE REFORESTACIÓN COMO PROMOTOR DE SERVICIO AMBIENTAL EN EL SITIO DE ESTUDIO

#### Actividad 3.1. Elaborar un plan de reforestación

Se elaboró un plan de reforestación en el que se incluyó acciones de mejoras para obtener más cantidad de carbono que capture en el área de estudio del bosque evaluado como servicio ambiental, para la conservación de suelos, desarrollo agropecuario dependiendo de la especie forestal, sea esta laurel (*Cordia alliodora*) ó guachapelí (*Albizia guachapele*) (Rodríguez & Pérez, 2014) aplicando para dicha selectividad los criterios propuestos por la FAO y la Agencia Española de Cooperación Internacional (2005).

**Cuadro 3.2** Matriz para la conservación laurel (*Cordia alliodora*) y guachapelí (*Albizia guachapele*)

Criterios	Estrategias	Acción	Duración	Forma de monitoreo	Responsables
Banco de proteínas					
Manejo de cercas vivas					
Sistemas agroforestales con forma natural					
Sistemas de pastos y árboles en regeneración natural					

**Fuente:** (Sistema Europeo de Indicadores Turísticos ETIS, 2018).

### Actividad 3.2 Valoración económica del plan de reforestación

La cuantificación inicial del carbono contenido en la biomasa del área reforestada se la representa en la siguiente formula:

$$C_{\text{Reforestación}} = A_T * C_f \quad (3.6)$$

**Dónde:**

**C** reforestación: Carbono fijado por reforestación

**A<sub>T</sub>**: Área total de reforestación

**C<sub>F</sub>**: Carbono promedio fijado por hectárea (Considerando el total de árboles a sembrar)

$$C_F = \frac{IND_P * C_{CE}}{IND_C} \quad (3.7)$$

**Donde:**

**CF**: Carbono fijado por reforestación

**IND<sub>P</sub>**: Individuos proyectados en la reforestación

**IND<sub>C</sub>**: Individuos considerados en la investigación

**C<sub>CE</sub>**: Carbono capturado en el estudio

Según (Chambi, 2001) la cuantificación de la fijación de carbono proveniente de actividades de reforestación da un valor promedio de incremento anual de biomasa por año de plantaciones de manera de rápido crecimiento de 12.5 Ton/ha/año.

$$C_{\text{Fijado}} = A_T * T_{AC} * R_C \quad (3.8)$$

**Donde:**

**C<sub>Fijado</sub>**: Carbono fijado proveniente de las actividades de reforestación

**A<sub>T</sub>**: Área de total reforestación

**T<sub>AC</sub>**: Tasa anual de crecimiento

**R<sub>c</sub>:** Fracción de carbono en la biomasa (0.5)

Este dato permitió establecer un valor económico sobre la cantidad de carbono como proyección futura por el área total a reforestar, tomando como precio referencial el valor de \$10 por ton/ha de acuerdo a la especificado en REDD+ (Rios, 2012).

**Valor económico CO<sub>2</sub> = Cantidad de CO<sub>2</sub> \* Precio Referencial (3.9)**

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CUATIFICACIÓN DE LAS ESPECIES MADERABLES LAUREL (*Cordia alliodora*) y GUACHAPELÍ (*Albizia guachapele*) EN LA ZONA DE ESTUDIO

El área se define como un Bosque secundario con regeneración natural, perteneciente al ecosistema de bosque tropical, según lo determinado en la revisión bibliográfica. Esta área fue seleccionada de acuerdo a estos criterios para estudiar la distribución del laurel (*Cordia alliodora*) y guachapelí (*Albizia guachapele*) al ser especies representativas de este tipo de bosque (FAO, 2002). Por lo tanto, en la comunidad de Mata Palo se logró identificar las siguientes especies:

**Tabla 4.1** Especies identificadas en los transeptos

Nº de parcela	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ni (Número de individuos)
T1	Boraginaceae	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	5
T1	Fabaceae	Guachapeli	<i>Albizia guachapele</i>	7
T1	Lauraceae	Aguacate	<i>Persea americana</i>	1
T1	Poaceae	Bambu	<i>Bambusoideae</i>	1
T1	Moraceae	Moral	<i>Maclura tinctoria</i>	1
T1	Arecaceae	Palma de chonta	<i>Bactris gasipaes</i>	1
T1	Sterculiaceae	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	1
T1	Musaceae	Platano	<i>Musa paradisiaca</i>	1
T1	Fabaceae	Guaba	<i>Inga edulis</i>	1
T1	Anacardiaceae	Mango	<i>Mangifera indica</i>	1
T2	Fabaceae	Guachapeli	<i>Albizia guachapele</i>	5
T2	Boraginaceae	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	4
T2	Malvaceae	Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1
T2	Moraceae	Moral	<i>Maclura tinctoria</i>	1
T2	Moraceae	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	1
T2	Malvaceae	Beldaco	<i>Pseudobombax millei</i>	1
T2	Malvaceae	Ferdan sanchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	1
T2	Rubiaceae	Lengua de vaca	<i>Alseis egersii</i>	1
T2	Fabaceae	Caraca	<i>Erythrina belutina</i>	1
T2	Moraceae	Tillo	<i>Brosimum alicaudium</i>	1

El desarrollo de esta actividad se llevó a través de los recorridos y toma de datos en 2 transectos levantados en la finca de la Señora Hilda Vera de la comunidad de Mata Palo, se procedió a determinar el número de especies existentes en esta área de estudio y a la toma de datos dasométricos para su cuantificación como lo refleja en la tabla 4.1., expresa los valores de todas las especies existentes por transectos, donde se evidencia que existen 5 individuos de laurel (*Cordia alliodora*) y 7 individuos de guachapeli (*Albizia guachapele*) en el primer transecto; por otro lado en el segundo transecto se encontraron 5 individuos de guachapeli (*Albizia guachapele*) y 4 de laurel (*Cordia alliodora*).

(Quiceno, Tangarife, & Álvarez, 2016) expresa en Colombia las formas culturales de trabajo y producción de la comunidad Piapoco incluyen la tumba y quema de bosques a orillas del río, para ampliación de frontera agrícola, establecimiento de cultivos ilícitos y potreros; lo que ocasiona que la falta de especies maderables y no maderables autóctonas e inducidas afecte ríos, fauna asociada a la vegetación y deteriora la calidad de aire, que afecta la capacidad de este territorio para continuar siendo una válvula global de oxígeno, carbón y agua necesaria para seguir viviendo.

Por otra parte (FAO, 2002) afirma que la presencia de especies vegetales inducidas en espacios naturales degradados se debe en gran medida al compromiso adquirido por comunidades rurales y asentamientos urbanos, que ayudan a la resistencia a la erosión hídrica y eólica y a la retención de agua, y al aspecto esencial de la cobertura de la superficie del suelo directamente por las plantas o por los residuos de las plantas o cobertura muerta para prevenir la erosión e incrementar la conservación del agua.

#### **4.2. ESTABLECIMIENTO DE LAS TASAS DE CAPTURA DE CARBONO DE LAS DOS ESPECIES MADERABLES EN LA ZONA DE ESTUDIO**

Para estimar el carbono almacenado se desarrollaron 2 transectos de 50 m de ancho por 100 m de largo, los cuales cubrieron un total de 1 ha; para la realización de la cuantificación de las especies se elaboró un registro de campo que contenían datos como (Anexo 3): No. de árbol, No. de parcela, nombre común, la medida del DAP se la tomó a los 1,30 m de altura desde el suelo,(Anexo 1) posteriormente con una cinta métrica flexible se obtuvo el perímetro o circunferencia para cada uno de los individuos y la altura total de cada árbol, se la realizó mediante la aplicación “Smart Measure”, además el GPS fue una de las herramientas claves para la investigación ya que con este se obtuvo las coordenadas de cada individuo. Los datos que se obtuvieron se los representaron en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2.** Registro de datos tomados de cada árbol

Transecto	Especies	Nombre científico	Coordenadas		Dap (cm)	Altura (m)
			X	Y		
T1A1	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	596500	9899732	119	42,00
T1A2	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	596484	9899718	90	30,00
T1A3	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596478	9899660	51	12,00
T1A4	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596472	9899655	23	16,00
T1A5	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	596476	9899658	69	24,00
T1A7	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	596475	9899658	42	26,00
T1A10	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	596463	9899642	78	48,00
T1A11	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596466	9899645	32	17,00
T1A12	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596450	9899641	33	18,00
T1A14	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596452	9899637	40	17,00
T1A17	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596449	9899629	30	19,00
T1A18	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596500	9899625	38	16,00
T2A1	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596566	9899721	105	27,25
T2A2	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596535	9899736	149	32,00
T2A3	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	596519	9899730	65	47,00
T2A4	Laurel	<i>Albizia guachapele</i>	596524	9899723	77	30,00
T2A6	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596538	9899736	28	15,00
T2A8	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	596544	9899744	39	22,00
T2A10	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	596554	9899758	52	33,00
T2A13	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596565	9899768	55	32,50
T2A17	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	596590	9899980	62	36,00



La tabla 4.2 presenta los valores promediados con datos del lugar, cabe recalcar que las especies tenían una distribución aleatoria y estaban presentes en la zona media del estudio. Se describen los valores de las especies investigadas en los 2 transectos, en la cual existen 21 individuos y la más representativa es el guachapelí con 12 individuos y los restantes 9 corresponden al laurel.

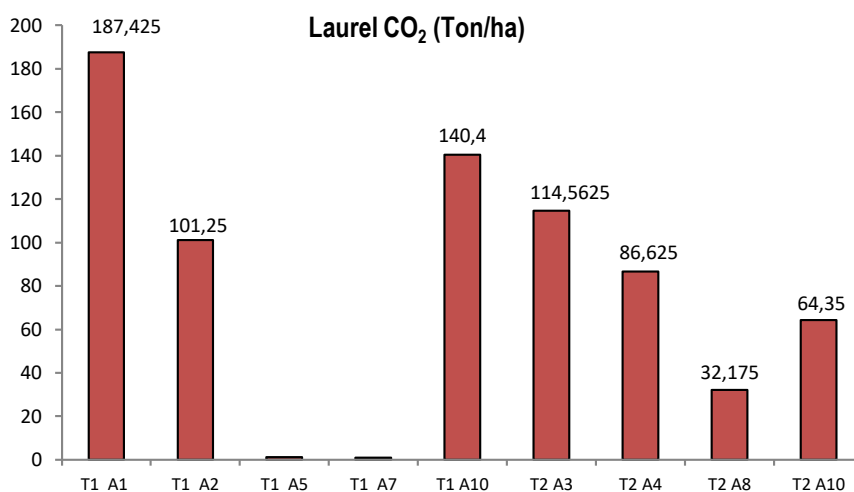
**Tabla 4.3.** Calculo del carbono almacenado por individuo

N°	Datos dasométricos			Volumen (m <sup>3</sup> )	Coordenadas		Biomasa	Carbono almacenado
	DAP (m)	Altura (m)	Área basal (m <sup>2</sup> )		X	Y		
T1A1	37,88	42,00	29,75	624,75	596500	9899732	374,85	187,43
T1A2	28,65	30,00	22,50	337,50	596484	9899718	202,50	101,25
T1A3	16,23	12,00	12,75	76,50	596478	9899660	45,90	22,95
T1A4	7,32	16,00	5,75	46,00	596472	9899655	27,60	13,80
T1A5	21,96	24,00	17,25	207,00	596476	9899658	124,20	62,10
T1A7	13,37	26,00	10,50	136,50	596475	9899658	81,90	40,95
T1A10	24,83	48,00	19,50	468,00	596463	9899642	280,80	140,40
T1A11	10,19	17,00	8,00	68,00	596466	9899645	40,80	20,40
T1A12	10,50	18,00	8,25	74,25	596450	9899641	44,55	22,27
T1A14	12,73	17,00	10,00	85,00	596452	9899637	51,00	25,50
T1A17	9,55	19,00	7,50	71,25	596449	9899629	42,75	21,37
T1A18	12,10	16,00	9,50	76,00	596500	9899625	45,60	22,80
T2A1	33,42	27,25	26,25	357,67	596566	9899721	214,59	107,29
T2A2	47,43	32,00	37,25	596,00	596535	9899736	357,60	178,80
T2A3	20,69	47,00	16,25	381,80	596519	9899730	229,12	114,56
T2A4	24,51	30,00	19,25	288,75	596524	9899723	173,25	86,63
T2A6	8,91	15,00	7,00	52,50	596538	9899736	31,50	15,75
T2A8	12,41	22,00	9,75	107,25	596544	9899744	64,35	32,17
T2A10	16,55	33,00	13,00	214,50	596554	9899758	128,70	64,35
T2A13	17,51	32,50	13,75	223,44	596565	9899768	134,06	67,03
T2A17	19,74	36,00	15,50	279,00	596590	9899800	167,4	83,70

Luego se calculó a partir de los datos obtenidos de los parámetros; el volumen total, la altura y el área basal de cada una de las especies identificadas en los transectos (Anexo 4), lo que permitió obtener los valores individuales de la biomasa que contribuyo a la determinación del carbono capturado por los individuos muestreados, expresados en unidades de CO<sub>2</sub> (Anexo 5).

**Tabla 4.4.** Estimación de CO<sub>2</sub> almacenado en la especie laurel *Cordia alliodora*

Transecto	Especies	Nombre científico	Total
T1A1	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	187,43
T1A2	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	101,25
T1A5	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	1,15
T1A7	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	0,87
T1A10	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	140,40
T2A3	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	114,56
T2A4	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	86,63
T2A8	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	32,18
T2A10	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	64,35
<b>Suma</b>			<b>728,79</b>
<b>CO<sub>2</sub> (Ton/ha)</b>			<b>1,46</b>

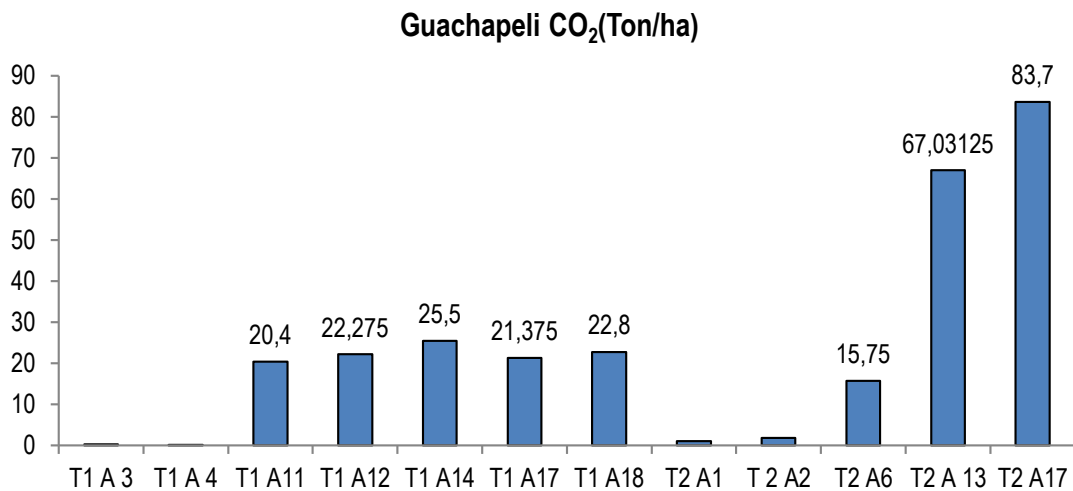


**Gráfico 4.1.** Carbono almacenado entre las parcelas estudiadas

La tabla 4.4 muestra 9 individuos analizados del transecto 1 y 2 en el cual se diferencian por la capacidad de captura debido a la variación de altura, área basal y diámetro teniendo así que el individuo T1A1 tiene 187,425 tC/ha porque su altura es de 42 m con diámetro de 37,88 cm y área basal de 29,75 cm<sup>2</sup> el individuo T2A4 es uno de los más comunes en el área de estudio, debido que la mayoría tiene los mismos niveles de altura, diámetro y área basal; y el T1A7 es el individuo con menor capacidad de captación porque es el árbol más joven. Según Gayoso (2016) los árboles con mayor edad son los que poseen mayor masa acumulada en sus tejidos, principalmente en la madera, motivo por el cual almacenan la mayor parte del carbono de un rodal o bosque.

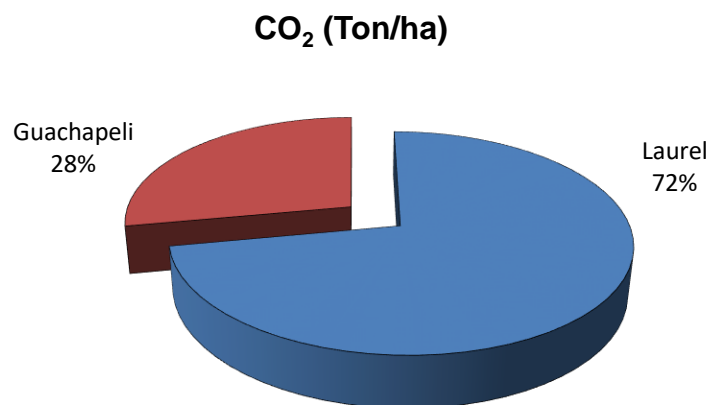
**Tabla 4.5.** Estimación de CO<sub>2</sub> almacenado en la especie guachapelí *Albizia guachapele*

<b>Transecto</b>	<b>Especies</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Total</b>
T1 A 3	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	0,23
T1 A 4	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	0,14
T1 A11	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	20,40
T1 A12	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	22,28
T1 A14	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	25,50
T1 A17	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	21,38
T1 A18	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	22,88
<hr/>			
T2 A1	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	1,07
T 2 A2	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	1,78
T2 A6	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	15,75
T2 A13	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	67,03
T2 A17	Guachapelí	<i>Albizia guachapele</i>	83,70
<hr/>			
<b>Suma</b>			<b>282,06</b>
<hr/>			
<b>CO<sub>2</sub> (Ton/ha)</b>			<b>0,56</b>
<hr/>			



**Gráfico 4.2.** Carbono almacenado entre las parcelas estudiadas

La tabla 4.5 muestra 12 individuos analizados entre los transectos 1 y 2 en el cual se diferencian por la capacidad de captura debido a la variación de altura, área basal y diámetro teniendo, así el individuo T2A17 tiene 83,7 tC/ha porque su altura es de 36 m con un diámetro de 19,74 cm y área basal de 15,5 cm<sup>2</sup>, el individuo T1A12 obtiene un 22,275 tC/ha y el individuo T1A4 tiene 0,138 tC/ha este es el de menor captación de carbono.



**Gráfico 4.3.** Carbono total entre las parcelas estudiadas

En el gráfico 4.3. Se evidencian la captura de carbono por especie y se logra observar la discrepancia de carbono capturado en ambas especies, la que mayor carbono captura es laurel con un 72%, esto debido al DAP y área basal de los individuos.

En el establecimiento de las tasas de captura de carbono por hectárea en la biomasa de las especies guachapelí (*Albizia guachapele*) y laurel (*Cordia alliodora*) resulto mayor a los valores reportados por (Chimbo, 2016) el cual en su estudio “Evaluación del carbono en la biomasa de dos especies forestales introducidas (*Eucalyptus* y *Pinus*) y una especie nativa (*Hesperomeles ferruginea*) en el bosque Aguarongo” se observó un valor promedio de captura de carbono de 0,10 Ton/Ha *Eucalyptus Globulus* y 0,3 Ton/Ha para el *Pinus Radiata*.

#### **4.3. PROPUESTA DE UN PLAN DE REFORESTACIÓN COMO PROMOTOR DE SERVICIO AMBIENTAL EN EL SITIO DE ESTUDIO**

El plan de reforestación se realizó tomando como base la matriz de estrategias de conservación propuesta por (*Sistema Europeo de Indicadores Turísticos ETIS, 2018*)

**Tabla 4.6.** Matriz de Estrategias para la conservación de laurel (*Cordia Alliodora*).

<b>Criterios</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acción</b>	<b>Duración</b>	<b>Forma de monitoreo</b>	<b>Responsables</b>
Banco de semillas	Conservación de semillas por su rápido crecimiento, interés en la ebanistería y agroforestal	Creación de un banco comunal de semillas	15 meses	Visita de campo	Dueño de la finca. Vicerrectorado de extensión y bienestar politécnico
Manejo de cercas vivas	Protección contra el viento	Siembra de laurel en los alrededores de las fincas	15 meses	Visita de campo	Dueño de la finca. Vicerrectorado de extensión y bienestar politécnico
Sistemas agroforestales con forma natural	Recuperación de espacios naturales degradados por agricultura intensiva	Siembra de laurel en las áreas de sembrado	15 meses	Visita de campo	Dueño de la finca. Vicerrectorado de extensión y bienestar politécnico
Sistemas de pastos y árboles en regeneración natural	Recuperación de espacios naturales degradados por ganadera y pastoreo intensivo	Siembra de laurel en potreros de las fincas	15 meses	Visita de campo	Dueño de la finca. Vicerrectorado de extensión y bienestar politécnico

La propuesta para el plan de reforestación se obtuvo de *ETIS 2018*, dicho autor presenta 4 criterios de reforestación con estrategias sustentables mencionados en la matriz, teniendo así que el laurel es apto para aplicarse en cada una de ellas, razón por la cual se estipula el siguiente plan:

#### **4.3.1. PROPUESTA DE PLAN DE REFORESTACIÓN PARA LA COMUNIDAD MATAPALO**

##### **ANTECEDENTES**

La investigación se realizó en la comunidad de Matapalo, localizada en el cantón Bolívar, está ubicada en el sector oriental de la provincia. Limita al Norte con el cantón Chone, al sur con Portoviejo y Junín al Este con Pichincha y al Oeste con



Tosagua; el cantón presenta una topografía plana en la parte baja por los valles e irregular ondulada y quebrada en la parte alta y montañosa. La altitud es de 21 msnm la parte baja y de 400 msnm en la parte alta, tiene una superficie territorial de 537.8 Km<sup>2</sup>. De acuerdo con los datos censales del INEC, la población del cantón, en 2010, fue de 40.210 habitantes.

El siguiente plan de reforestación está elaborado a partir de resultados obtenidos de primera mano de la investigación, medición y valoración de la captura de carbono de especies forestales en especial el laurel (*Cordia alliodora*) pues fue la que mayores cantidades de carbono captura en la comunidad Mata Palo.

**Visión:** Permitir que la comunidad de Mata Palo se desarrolle vinculadamente con la reforestación, conservación y protección de los recursos naturales.

**Misión:** Desarrollar la sostenibilidad en la comunidad de Mata Palo, reforzando el mensaje de la importancia de fomentar el crecimiento de las actividades sobre: reforestación, protección de los recursos naturales, y su relación con el bosque natural y los pobladores de la zona, logrando una participación comunitaria.

## **OBJETIVO**

Proponer estrategias de reforestación para el uso sostenible del laurel (*Cordia alliodora*) en la comunidad Mata Palo.

## **ALCANCE**

La propuesta de este plan está orientada a ser desarrollado para todos los habitantes de la comunidad Mata Palo adentro y Mata Palo afuera, por lo que su influencia es directa.

## **PROGRAMAS**

Para el desarrollo del plan de reforestación se tomarán en cuenta varios programas de mejora, la cuales contienen las estrategias, acciones, duración, monitoreo y el responsable para mantener la protección de la especie en esta comunidad, y los programas planteados son los siguientes:

- Banco de semillas
- Manejo de cercas vivas
- Sistemas agroforestales con forma natural
- Sistemas de pastos y árboles en regeneración natural

## **DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE REFORESTACIÓN**

En términos generales se establecerá la siembra por unidad de hectárea de bosque con un sistema de siembra en tresbolillo con una distancia de 3x3m pueden sembrarse 1283 árboles, de los cuales el 10 % más serían 128 árboles, estimando así 1411 árboles por hectárea. Al considerarse toda la comunidad Mata Palo como área directa se estima un total de 15 hectáreas que se encuentran en estado de degradación y desforestación para lo cual se requerirá 21165 plantas las cuales se distribuirán en el total de hectáreas consideradas.

La labor a seguir será una visita en el lugar de siembra en periodos de 15 días durante los dos meses posterior a la siembra, al cumplirse este plazo se realizará un plateo a cada uno de los árboles; esta labor consiste en quitar todas aquellas especies ya sean malezas o pastos, que se encuentran alrededor de la planta forestal, las cuales inhiben el crecimiento y desarrollo de la planta ya que estas compiten por sobrevivencia, tomando los nutrientes y/o agua que necesita la planta.

## **BANCO DE SEMILLAS**

El banco de semillas es la raíz de toda la estrategia del plan de reforestación, puesto a que se producirán las plántulas en los viveros de laurel, las cuales serán recolectadas por sacudimiento manual, método propuesto por la (FAO, 2000) en los remanentes de bosques en donde se evidenció existencia de la especie dentro de la comunidad. Mediante talleres en los que se incluyen a los habitantes de la comunidad Mata Palo se socializará los tiempos de germinación del laurel y los procesos de sembrado y cuidado; luego se trasplantará al campo de aplicación,

interacciones como estas ayudan a mantener la agrobiodiversidad y en especial la conservación de especies maderables como el laurel.

**Almacenamiento.** - Las semillas se pueden almacenar por 3 meses teniendo un 25% de humedad y con 5 °C refrigerándolas; se recomienda un secado con hornos de aire forzado a 70 °C para conseguir un 8 a 10% de humedad, esta técnica no afecta el proceso de pos maduración del embrión.

**Dispersión.** - La corola permanece adherida a las nueces más pequeñas cuando estén por caer, de este modo ayudan a la diseminación.

**Germinación.** - La germinación tiene un tiempo promedio de entre 18 a 25 días, su semilla es fotoblástica.

**Porcentaje de germinación.** - Las semillas frescas son rápidas de sembrar con un 55% a 85% en unas 2 o 3 semanas se logra un 80% de su germinación.

**Recolección.** – Su recolección puede darse entre finales de marzo a los últimos días de abril, la cogida será de los frutos maduros y semillas con la técnica de sacudir manualmente el árbol para que caigan en las redes.

**Tratamiento pre germinativo.** – No se requiere previo tratamiento, por lo general solo se recomienda empapar en agua fría las semillas por unas 3 a 24 horas antes de ser sembradas.

**Viabilidad.** – Las semillas a temperatura ambiente por lo general pierde viabilidad por lo que se deberá tener en envases herméticamente sellados con 8% de humedad y con 5°C se podrá tener del 50 al 70 % de posibilidad.

## MANEJO DE CERCAS VIVAS

Este sistema es uno de los más generosos en cualquier localización, básicamente consiste en la siembra de laurel en las áreas de los linderos, prestando los servicios ambientales como la fijación de carbono, sombra y dando protección contra los vientos en las zonas de siembra. En los linderos de las propiedades se sembrará como barrera rompe viento el laurel a distancias consideradas de 5 metros.

## SISTEMAS AGROFORESTALES CON FORMA NATURAL

La implementación de este sistema se lo realizará identificando áreas deforestadas en el sitio Mata Palo para sembrar la especie arbórea maderable laurel aportando a la captura de carbono beneficiando así a la protección y evitando la erosión del suelo. Para la comunidad se propone un cultivo de cacao al cual se destinará 12 hectáreas, el cultivo se lo asociará con árboles de laurel cada 100 metros se establecerá callejones de esta especie como barrera de protección y mantener un microclima agradable al cultivo. El fruto del cacao será vendido a las exportadoras de cacao para evitar los intermediarios.

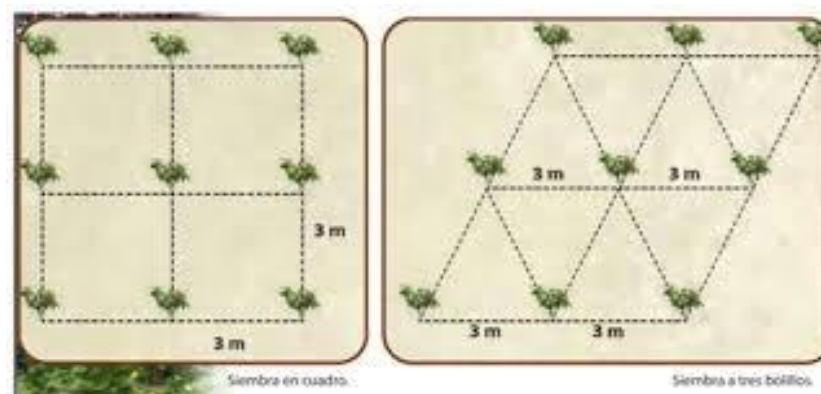


Figura 1 .- Ejemplificación del sembrado de cacao con laurel

## **SISTEMAS DE PASTOS Y ÁRBOLES EN REGENERACIÓN NATURAL**

El sistema de pastoreo y regeneración natural ayudará al desarrollo rural y sostenible a través de la producción diversificada y alimentaria en zonas ganaderas y generando plazas de empleo en la comunidad con mucha mano de obra. Para la producción de ganado se lo realizará en 3 hectáreas. En este sistema se plantará arboles de laurel siguiendo la misma distribución del sistema agroforestal es decir sembrando las plantas cada 100 metros en callejones lo que mantendrá una captación fija de carbono, mantiene nutrido el suelo para el pasto y brindando sombra al ganado.

Tabla 4. 7 Estrategias metodológicas de intervención

Estrategias	Objetivo general	Actividades	Área de aplicación	Recursos	Beneficios	Tiempo	Responsable	Financiamiento
Banco de semillas	Realizar un banco de semillas con los miembros de la comunidad para la concientización, educación y conservación de la especie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir instalaciones para el almacenamiento de semillas.</li> </ul>	Sito Mata Palo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes de pre grado de sexto y octavo nivel de la carrera de Ingeniería Ambiental</li> <li>• <b>Materiales:</b></li> <li>• Semillas de la especie</li> <li>• Bandeja tipo multipot</li> <li>• Bolsa de vivero</li> <li>• Sustratos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento y promoción de la agrobiodiversidad</li> <li>• La concientización sobre la diversidad de las variedades tradicionales entre todos los miembros de una comunidad.</li> </ul>	15 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De ejecución: Vicerrectorado de extensión y bienestar politécnico</li> <li>• De cumplimiento: Carrera de Ingeniería Ambiental</li> <li>• De seguimiento: Docente encargado de la materia y del proyecto</li> </ul>	<p>Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí MFL</p> <p><b>\$5000</b></p>
Manejo de cercas vivas	Proceder a sembrar Laurel en las áreas colindantes de las fincas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación a propietarios de las fincas de cuidado y mantenimiento de los árboles en las cercas vivas.</li> </ul>	Sito Mata Palo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes de pre grado de sexto y octavo nivel de la carrera de Ingeniería Ambiental</li> <li>• Material:</li> <li>• Plantas del banco de semillas y semillas de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienen larga duración</li> <li>• Ayudan a controlar los vientos fuertes</li> <li>• Fijan carbono</li> <li>• Reducen presión sobre los bosques</li> <li>• Ayudan a la conservación del suelo y el</li> </ul>	15 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De ejecución: Vicerrectorado de extensión y bienestar politécnico</li> <li>• De cumplimiento: Carrera de Ingeniería Ambiental</li> <li>• De seguimiento:</li> </ul>	<p><b>\$5000</b></p> <p>Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí MFL</p>

				cacao	agua		Docente encargado de la materia y del proyecto	
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urea, biol, insecticidas orgánicos y estiércol</li> <li>• Estacas</li> </ul>				
Sistemas agroforestales con forma natural	Realizar la siembra de laurel en las áreas deforestadas para satisfacer de forma sostenida las necesidades de la población.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de áreas deforestadas</li> <li>• Siembra de laurel</li> <li>• Seguimiento semestral</li> </ul>	Sito Mata Palo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes de pre grado de sexto y octavo nivel de la carrera de Ingeniería Ambiental</li> <li>• Herramientas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficio para la población.</li> <li>• Disminución de erosión. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar el consumo de productos agroquímicos en los suelos.</li> </ul> </li> </ul>	15 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De ejecución: Vicerrectorado de extensión y bienestar politécnico <ul style="list-style-type: none"> <li>• De cumplimiento: Carrera de Ingeniería Ambiental</li> <li>• De seguimiento: Docente encargado de la materia y del proyecto</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>\$15.000</b></p> <p>Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí MFL</p>
Sistemas de pastos y árboles en regeneración natural	Ejecutar una siembra de laurel en potreros de las fincas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producir en forma extensiva esta especie maderable.</li> </ul>	Sito Mata Palo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes de pre grado de sexto y octavo nivel de la carrera de Ingeniería Ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productividad ganadera. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce forraje, sombra y pastos.</li> </ul> </li> </ul>	15 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De ejecución: Vicerrectorado de extensión y bienestar politécnico <ul style="list-style-type: none"> <li>• De cumplimiento:</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>\$10.000</b></p> <p>Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí</p>

- 
- Abonos.

Carrera de  
Ingeniera  
Ambiental  
• De  
seguimiento:  
Docente  
encargado de  
la materia y  
del proyecto

MFL

---



**Tabla 4. 8** Características de la especie recomendada

**LAUREL**



<b>Familia:</b>	Boraginaceae
<b>Nombre Científico:</b>	<i>Cordia alliodora</i>
<b>Zona de vida:</b>	Bosque Húmedo Tropical y subtropical y bosque seco tropical Altitud: 0-1400 msnm
<b>Precipitación:</b>	600-5000 mm al año
<b>Suelos:</b>	Bien drenado, de textura arenosa, franco arenoso y arcilloso. Crecimiento: Rápido
<b>Floración:</b>	Enero-Marzo
<b>Fructificación:</b>	Abril-Junio
<b>Semilla:</b>	2-8 Kg por árbol
<b>Germinación:</b>	18-25 días, porcentaje 50-60 %
<b>Almacenamiento:</b>	5°C y 8% humedad
<b>Rendimiento:</b>	200 m <sup>3</sup> /ha de madera en cafetales con suelos fértiles y a densidades de 100
<b>Usos:</b>	Resistente a polilla y pudrición, apto para fabricar muebles, puertas, pisos

Fuente: (Moreira & Ruales, 2015)

(Quiceno, Tangarife, & Álvarez, 2016) mencionan que las propuestas de un plan de reforestación como promotores de un servicio ambiental generan una contribución de estimación en el almacenamiento de carbono y de que la identificación de servicios ambientales es una necesidad local que requiere una atención especial para obtener un papel preponderante y activo que genere

capacidades en la comunidad para comprender los múltiples beneficios que se pueden generar como regulación del clima, prevención de desastres, disminución de la presión al bosque natural, protección de cuencas hidrográficas, conservación del paisaje y biodiversidad, además de convertirse en una oportunidad social y económica a través de la venta de servicios ambientales.

#### 4.3.2. Valoración económica

Tabla 4.9. Presupuesto para establecimiento de la propuesta

Estrategia	Costo
Banco de semillas	\$ 5000,00
Manejo de cercas vivas	\$ 5000,00
Sistemas agroforestales con forma natural	\$ 15000,00
Sistemas de pastos y árboles en regeneración natural	\$ 10000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 35000,00</b>

#### Valor estimado de carbono almacenado por reforestación

Tabla 4.10. Datos para el cálculo del carbono almacenado por reforestación

Datos	Valores
Área total estudiada ( $A_E$ )	1 ha
Total de individuos considerados en la investigación ( $IND_C$ )	9 ind
Área total a reforestar ( $A_T$ )	15 ha
Total de individuos proyectados en la reforestación ( $IND_P$ )	21165 ind
Carbono capturado en estudio ( $C_{CE}$ )	1,46 Ton/ha
Carbono promedio fijado por hectárea proyectado ( $C_F$ )	3433,43 Ton/ha
Tasa de carbono ( $T_{AC}$ ) (Chambi, 2001)	12,5
Fracción de carbono ( $R_C$ ) (Propuesto por el IPCC)	0,5

- $$C_F = \frac{IND_P \times C_{CE}}{IND_C}$$
- $$C_F = \frac{21165 \text{ ind} \times 1,46 \text{ Ton/ha}}{9 \text{ ind}}$$
- $$C_F = 3433,43 \text{ Ton/ha}$$

- $C_{reforestación}: A_T * C_F$
- $C_{reforestación}: (15 \text{ Ha}) * (3433,43 \text{ Ton CO}_2/\text{Ha})$
- $C_{reforestación}: 51501,45 \text{ Ton CO}_2$
- $C_{Fijado}: A_T * T_{AC} * R_C$
- $C_{Fijado}: (15 \text{ Ha}) * (12.5) * (0.5)$
- $C_{Fijado}: 93.75 \text{ Ton/ha/año}$
- $\text{Valor económico CO}_2 = \text{Cantidad de CO}_2 * \text{Precio referencial}$
- $\text{Valor económico CO}_2 = 51501,45 \text{ Ton CO}_2 * \$ 10/\text{Ha}$
- $\text{Valor económico CO}_2 = \$ 515014,5 \text{ Cantidad de CO}_2/\text{Ha}$

Este sería el total de toneladas capturadas con el número de árboles en estas hectáreas por el valor en el mercado, se proyecta que en estas 15 hectáreas con el total de árboles sembrados se estima capturar carbono aproximadamente en 51501,45 Ton CO<sub>2</sub>/ha lo cual puede tener un monto de \$ 515014,5.

Los datos obtenidos son similares a los encontrados por (Gamarra, 2001), donde afirma que en plantaciones de Eucalipto con 4524,45 Ton CO<sub>2</sub>/ha al multiplicar este valor por 20 hectáreas que es su área total; se tiene un resultado de 90488,9 Ton CO<sub>2</sub>/ha por tanto el valor económico total del bosque con el precio establecido de \$ 10,00 es de \$9048,890 donde se puede denotar la importancia de los arboles como fuentes fijadoras de carbono, además los valores de almacenamiento de carbono varían según sea el tipo de establecimiento vegetal ya sean bosques, sistemas forestales o agroforestales, y a esto se suman las condiciones edafoclimáticas dentro de cada uno de esos sistemas, las que inciden considerablemente en dichos valores.



**Figura 2.-** Zona de deforestación

Como se puede ver en la figura 2., se encuentran consideradas 15 hectáreas para entablar el programa de reforestación de la comunidad de Mata Palo, dentro de las cuales 12 hectáreas serán destinadas para sistemas agroforestales de laurel y cacao y 3 hectáreas para ganadería intensiva, donde se implementará siembra de pasto en callejones con laurel como cercas vivas para alimentación de ganado y protección de sombra, ya que esta zona ha sido deforestada por actividades agropecuarias, donde ha habido desbroce de vegetación y remoción de tierra y con esta actividad se va a recuperar estos espacios con los sistemas propuestos en el plan de reforestación para mejorar la calidad del entorno.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- El área total de estudio fue de 10000 m<sup>2</sup>, en la cual se establecieron dos transectos de 50m por 100m cada uno, en los que se cuantificaron los individuos existentes por especies, obteniendo así en la parcela 1 la cantidad de 20 individuos distribuidos entre 10 especie y en la parcela 2 con 17 individuos distribuidos igualmente en 10 especies.
- En la comunidad Mata Palo se obtuvo que el laurel obtiene mayor cantidad de carbono que el guachapelí con un valor de 1,46 CO<sub>2</sub> (Ton/ha).
- La propuesta del plan de reforestación incluye estrategias basadas en las capacidades ecológicas del laurel para medidas de forestación por la cantidad de carbono que captura, la propuesta tendrá un costo de \$35000,00 y una proyección de captura de carbono de 51501,45 toneladas de carbono, con una ganancia que puede tener una estimación de \$515014,5 como ente responsable ejecutor a la ESPAM MFL a través de sus programas de vinculación en manos del Vicerrectorado de Extensión y Bienestar y de la Carrera de Ingeniería Ambiental

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda extender la zona del área de estudio para poder obtener mayor información sobre la captación de carbono para futuras investigaciones.
- Se debe realizar diversas metodologías con la finalidad de acrecentar las variables de las captaciones de carbono en los bosques tropicales.
- Se recomienda aplicar el plan de reforestación en lugares que están siendo afectados por el cambio climático principalmente en la provincia de Manabí y que estén quedándose sin bosques protectores frente a fenómenos naturales, en zonas deforestadas para implementar agricultura y ganadería.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M., Carrillo, F.; Delgado, D.; Velasco, E. (2014). Establecimiento de parcelas permanentes para evaluar impactos del cambio climático en el Parque Nacional Izta-Popo. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 15 de Ago. 2019. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322014000600002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000600002)
- Álvarez, E.; Mena, V.; Torres, J. 2017. Carbono aéreo almacenado en tres bosques del Jardín Botánico del Pacifico, Chocó, Colombia. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 15 de Ago. 2019. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1900-38032017000100200](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1900-38032017000100200)
- Aristizabal, J. 2007. Estacion de la tasa de fijación de carbono en el sistema agroforestal. (En línea). Consultado el 13 de nov. de 2018. Formato PDF. Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/A4836e/A4836e.pdf>
- Benjamín, J. 2013. Captura de carbono ante el cambio climático. (En línea). Consultado el 13 de nov. de 2018. Formato PDF. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/617/61770102/>
- Burbano, H. 2016. El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. (En línea). Consultado el 11 de may del 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v33n2/v33n2a11.pdf>
- Bussmann, R. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 22 de feb. 2019. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1950/195018494006.pdf>

- CATIE, (2016). Definición de bosques secundarios y degradados en centroamérica. (En Línea). Consultado el 22 de feb. 2019. Disponible en: <https://www.forestryandclimate.com/wp-content/uploads/2017/10/170918-Definition-Forest-Catie-Final-Spanish-version-electronic-version.pdf>
- Castaña, B. 2009. Inventarios forestales con el muestreo aleatorio simple, 29, 1-12. (En línea). Consultado el 22 de feb. 2019.
- Cañarte, H. (2014). Determinacion de captura de carbono por la familia moraceae como aporte a la declaratoria de reserva ecológica del bosque uleam el carmen, 2013". (En línea). Consultado el 2019 de abril de 24, de <http://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1394/1/ULEAM-POSG-GA-0018.pdf>
- Constitución de la República del Ecuador, 2008. Capítulo segundo de Biodiversidad y recursos naturales, Sección primera, Naturaleza y ambiente, Art. 395. (En línea). Consultado, el 07 de nov. 2018. Formato en PDF. Disponible en: [www.inocar.mil.ec/.../A.\\_Constitucion\\_republica\\_ecuador\\_2008constitucion.pdf](http://www.inocar.mil.ec/.../A._Constitucion_republica_ecuador_2008constitucion.pdf).
- CONAFUR, 2017. Sistema nacional de información forestal. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 18 de Sep. 2019. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/16-borag1m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/16-borag1m.pdf)
- Chambi, P. (Enero de 2001). *Valoracion economica de secuestro de carbono mediante simulacion aplicacion a la zona boscosa del rio Inambari y Madre de dios*. Recuperado el 07 de Nov de 2019, de [https://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio\\_carbono/25\\_Chambi.PDF](https://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/25_Chambi.PDF)

- Chimbo, I. (2016). Evaluación del carbono en la biomasa de dos especies forestales introducidas (Eucalyptus y Pinus) y una especie nativa (Hesperomeles Ferruginea) en el bosque Aguarongo. (En Línea). Formato PDF. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11782>
- Echeverri, C. 2006. Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 18 de Sept. 2019. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-3342006000200008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-3342006000200008)
- Ecuador Forestal, (2017). Bosques Nativos. (En Línea). Formato PDF: Consultado el 18 de Sept. 2019. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/>
- FAO. (2002). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 26 de Oct. 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-bl001s.pdf>
- FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2013. La regeneración natural en áreas de cultivo. Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v33n2/v33n2a11.pdf>
- FAO. (2010). Depósitos superficiales de C en bosques tropicales. 1. (En línea). Consultado el 22 de Enero de 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://www.fao.org>
- FAO. (2015). Suelos sanos para una vida sana. (En Línea). Consultado el 22 de Enero de 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/285875/>



- FAO, (2016). Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 19 de Sep. 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-ap353s.pdf>
- Fernández, I; Morales; Olivares, L; Salvatierra, J; Gómez, M; Montenegro, G. 2010. Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. (En línea). EC. Consultado 14 de mayo del 2015. Formato (PDF). [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071607-8X2010000300014&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071607-8X2010000300014&script=sci_arttext).
- Flores, J. 2018. ¿Cuánto Vale el Carbono Almacenado en Nuestros Bosques? (En línea). Consultado el 13 de nov. de 2018. Formato PDF. Disponible en: <https://www.zamorano.edu/2017/02/28/cuanto-vale-el-carbono-almacenado-en-nuestros-bosques/>
- García, A. (2019). Cuál es la importancia de los bosques y selvas. (En Línea). Consultado el 18 de May. 2019. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/cual-es-la-importancia-de-los-bosques-y-selvas-1657.html>
- Gamarra, J. (2001). Estimación del contenido de carbono en plantaciones de Eucalyptus globulus Labill, en Junín, Perú. (En Línea). Consultado el 27 de Oct. 2019. Disponible en: [https://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio\\_carbono/35\\_Gamarra.PDF](https://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/35_Gamarra.PDF)
- Gayoso, J. (Dic de 2016). Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques nativos. (En línea). Consultado el 6 de Nov de 2019. Disponible en: <http://www.forest.ula.ve/rforibam/archivos/DOC1.pdf>
- Guerrero, L. 2016. Plan de reforestación cuenca. (En línea). Consultado el 17 de dic de 2018. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5219/T12.10%20M672p.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- González, D. & Rodríguez, C. 2010. Valoración del Servicio Ambiental Secuestro de Carbono (Zona Central de la Reserva Forestal Imataca, Estado Bolívar, Venezuela). (En línea). Consultado el 11 de may. del 2019. Disponible en: [http://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/Papers/Papers\\_pdf/ESE045\\_Gonzalez.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/Papers/Papers_pdf/ESE045_Gonzalez.pdf)
- Herrera, E. (2008). Estructura de la vegetación, diversidad y regeneración natural de árboles en la Cuenca Baja del Río Pambay, Puyo, Provincia de Pastaza. (En Línea). Consultado el 17 de Dic de 2018. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/10410/D-42668.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Masera, O. 2012. Madera y bosque. (En línea). Consultado el 13 de nov. de 2018. Formato PDF. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/617/61711201.pdf>
- Manson, R. (2016). Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. Madera y Bosques. (En línea). Consultado el 06 de dic. 2018. Disponible en: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Manson-2004.pdf>
- Miranda, A. & Torres, D. 2010. Plan de reforestación de predios pertenecientes al municipio de tenjo (Cundinamarca). (En línea). Consultado el 18 de Dic. 2018. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5219/T12.10%20M672p.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medina, R.; Machado, L.; Vivanco, G. 2016. Naturaleza, medioambiente y los ecosistemas boscosos secos desde el derecho público. Universidad y Sociedad. 8 (3).
- Moreira, M., & Ruales, P. (2015). plan de reforestación con especies nativas en la microcuenca alta del río Carrizal en la comunidad de Severino. (En línea). Consultado el 15 de Agosto de 2019, Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2005). La regeneración natural en áreas de cultivo. Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA)
- Ochoa, A. 2014. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea.(En línea). Fecha de consulta el 24 de Abril de 2019. Disponible en: <http://infobosques.com/portal/wpcontent/uploads/2016/11/Art%C3%ADculo-Escallonia-Pendula.pdf>
- Pacheco, G. 2014. Análisis del carbono forestal en la comunidad Ixtlán de Juárez y el potencial para que ésta reciba incentivos por carbono. Tesis. Maestría en Ciencias en conservación y aprovechamiento de recursos naturales. Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz. MX. P 15.
- Pazmiño, A.; Pinargote, M., 2018. Evaluación de la captura de carbono como criterio para la conservación del Ceibo (*Ceiba Trichistandra*) del Jardín Botánico de la Utm. (En línea).Consultado el 22 de feb. De 2019. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/>
- Plan nacional toda una vida. 2017. Plan nacional de desarrollo. (En línea). Consultado el 13 de nov. de 2018. Formato PDF. Disponible en:[http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)
- Pérez, J., Barrera, R. & Ramírez, G. 2015. Integración de plantaciones forestales comerciales colombianas en conceptos de biorrefinería termoquímica: una revisión. Colombia Forestal. 18 (2): 273-294.
- Peña, R.; López, L.; Vargas, G. 2016. Naturaleza, medioambiente y los ecosistemas boscosos secos desde el derecho público. (En línea). Formato PDF. Consultado 15 de dic 2018. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202016000300014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300014)

PNFR. 2016. Plan nacional de reforestación y deforestación. (En línea). Consultado 17 de dic 2018. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155382.pdf>

Puce, 2018. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. (En Línea). Consultado el 13 de Dic 2018. Disponible en: <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/home>

Quiceno, N.; Tangarufe, G.; Álvarez, R. (2016). Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena piapoco chigüiro-chátare de barrancominas, departamento del guainía (colombia). (En Línea). Formato PDF. Consultado el 26 de Oct. 2019. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n43/n43a09.pdf>

Razo, R.; Gordillo, A.; Rodríguez, R. Maycotte, C.; Acevedo, O. 2013. Estimación de biomasa y carbono almacenado en árboles de oyamel afectados por el fuego en el Parque nacional "El Chico", Hidalgo, México. Madera y Bosques. 19 (2): 73-86. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61728317006>

Ramírez, G.; Méndez, J.; Vilanova, E.; Guitiérrez, N.; Andrades, J.; Gámez, L.; Ramírez, H.; Torres, A. 2016. Almacenamiento de carbono y captura de CO<sub>2</sub> como servicios ecosistémicos de la cuenca del río Mucujún. (En línea) Formato PDF. Consultado el 11 de may del 2019. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/45192/art1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ríos-Chimbo, A. K. 2012. Valoración económica de captura de carbono en el "Cerro Chamusquín". En Universidad Técnica Particular de Loja. Titulación de Economista (págs. 1-44).

- Rincón, P. 2017. Áreas Protegidas y Desarrollo Humano en el Departamento de Antioquia, Colombia. (En línea). Formato PDF. Medellín, CO. Consultado, 13 de nov. 2018. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/63171/1/42828273.2018.pdf>
- Rodríguez, D. y Pérez, P. 2014. Determinación de la recarga hídrica potencial en la cuenca hidrográfica Guara, de Cuba. *Aqua-LAC*. 6 (2): 58-70.
- Rodríguez, L.; Guevara, F.; Reyes, L.; Ovando, J.; Nahed, J.; Prado, M.; Campos, R. 2016. Estimación de biomasa y carbono almacenado en bosques comunitarios de la región Frailesca de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 7 (37): 77-94. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322016000500077](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322016000500077)
- Rugnitz, M y Porro, R. (2011). Muestreo probabilístico aleatorio simple. (En línea). Consultado, 22 de feb. 2019. Formato PDF. ((págs 1-22)
- Tavera, C. 2012. Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales. (En línea). Consultado, 09 de Mayo de 2019. Formato PDF. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n43/n43a09.pdf>
- Triana, A.; Sánchez, J., Avellán, A.; Gonzáles, A.; Torres, F. (2019). Análisis funcional del secuestro de carbono en un bosque seco tropical interandino. (En Línea). Consultado el 09 de Mayo de 2019. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/71304>
- Sistema Europeo de Indicadores Turísticos ETIS. (2018). Herramientas del ETIS para la gestión sostenible. 1-10. (En línea). Consultado el 22 de Enero . Disponible en: 2019, de <http://antigua.clusterturismoextremadura.es>
- Salazar, C. & Marín, O. 2016. Beneficios de la reforestación en la regulación hídrica en Colombia. (En línea). Consultado el 18 de Dic. 2018. Disponible

en:<https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/9012/1/16139066.pdf>

Secretaria del ambiente, 2016. Calidad Ambiental. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 24 de Oct. 2019. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/calidad-ambiental/>

Secretaria del Ambiente. (2017). Manual de Bosques Nativos. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 13 de Nov. 2018. Disponible en: <http://www.mendoza.gov.ar/wp-content/uploads/sites/14/2016/03/manual-bosques-nativos-2016.pdf>

Valencia, J.; Rodríguez, J.; Arias, Juan. Valoración de los servicios ecosistémicos de investigación y educación como insumo para la toma de decisiones desde la perspectiva de la gestión del riesgo y el cambio climático. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 24 de Oct. 2019. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321753629003.pdf>

Villa, A. M. 2005. Caracterización diamétrica de las especies maderables en bosques primarios del Cerro Murrucucú. Revista Investigación Gestión y Ambiente, 9(2), 73-90.

Vincent, V. (2018). Propuesta para estimar el carbono almacenado en plantaciones comerciales. (En línea). Consultado el 13 de nov. de 2018. Disponible en: <https://mx.boell.org/es/2018/01/19/una-propuesta-para-estimar-el-carbono-almacenado-en-plantaciones-comerciale>.

Vitz, M. (2011). La Ciudad y sus bosques. La conservación forestal y los campesinos en el valle de México, 1900-1950. (En Línea). Formato PDF. Consultado el 13 de nov. 2018. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26202012000100005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26202012000100005)

Yáñez, A. La captura de carbono en bosques: una herramienta para la gestión ambiental. (En Línea). Consultado el 18 de Dic. 2018. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/539/53907001.pdf>

## **ANEXOS**



## ANEXO 1. ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DE ESTUDIO



Foto 1.- marcación de los puntos



Foto 2: delimitación de los transectos



Foto 3: Toma de coordenada de las especies



Foto 4.- Toma de datos

## ANEXO 2.- INVENTARIO REALIZADO EN LOS TRANSECTOS

Nº de parcela	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ni (Número de individuos)
T1	Boraginaceae	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	5
T1	Fabaceae	Guachapeli	<i>Albizia guachapele</i>	7
T1	Lauraceae	Aguacate	<i>Persea americana</i>	1
T1	Poaceae	Bambu	<i>Bambusoideae</i>	1
T1	Moraceae	Moral	<i>Maclura tinctoria</i>	1
T1	Arecaceae	Palma de chonta	<i>Bactris gasipaes</i>	1
T1	Sterculiaceae	Cacao	<i>Theobroma cacao l</i>	1
T1	Musaceae	Platano	<i>Musa paradisiaca</i>	1
T1	Fabaceae	Guaba	<i>Inga edulis</i>	1
T1	Anacardiaceae	Mango	<i>Mangifera indica</i>	1
T2	Fabaceae	Guachapeli	<i>Albizia guachapele</i>	5
T2	Boraginaceae	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	4
T2	Malvaceae	Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1
T2	Moraceae	Moral	<i>Maclura tinctoria</i>	1
T2	Moraceae	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	1
T2	Malvaceae	Beldaco	<i>Pseudobombax millei</i>	1
T2	Malvaceae	Ferdan sanchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	1
T2	Rubiaceae	Lengua de vaca	<i>Alseis egersii</i>	1
T2	Fabaceae	Caraca	<i>Erythrina belutina</i>	1
T2	Moraceae	Tillo	<i>Brosimum alicaudium</i>	1





## ANEXO 4.- MEDICIÓN DE VARIABLES FORESTALES

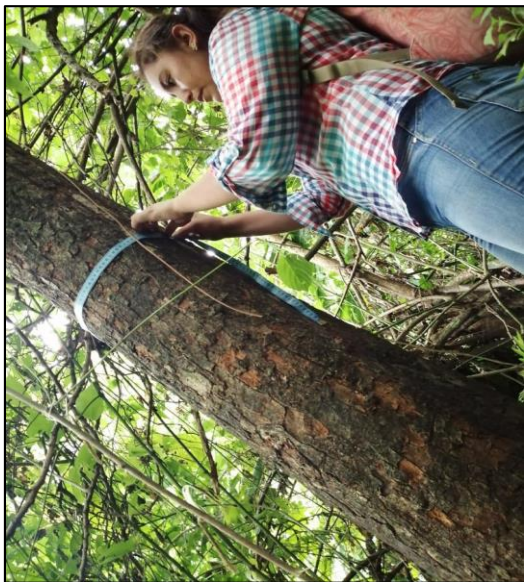


Foto 1.- Medición del DAP de la especie guachapelí



Foto 2.- Toma de altura de la especie guachapelí



Foto 5.- Medición del DAP de la especie laurel



Foto 6.- Toma de la altura de la especie laurel

## ANEXO 5. CALCULO DEL CARBONO

- **AREA BASAL**
- $AB = \frac{\pi}{4} \times DAP^2$   
 $AB = 0.7854 \times 37,88$   
 $AB = 29,75$

- **ESTIMACIÓN DE VOLUMEN**

$$V = AB \times H \times ff$$

$$V = 29,75 \times 42 \times 0.5$$

$$V = 29,75 \times 42 \times 0.5$$

$$V = 624,75$$

- **BIOMASA**

$$BF = VOLUMEN \times GE \times FEBa \text{ (FACTOR DE EXPANSIÓN)}$$

$$BF = 624.75 \times 0.5 \times 1.2$$

$$BF = 374,85$$

- **CARBONO ALMACENADO**

$$C = B \times Fc$$

$$C = 374,85 \times 0,5$$

$$C = 187,43$$

Nº	Datos dasométricos				Coordenadas		BIOMASA	CARBONO ALMACENADO
	DAP (m)	Altura (m)	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	X	Y		
T1 A1	37,88	42,00	29,75	624,75	596500	9899732	374,85	187,425
T1 A2	28,65	30,00	22,5	337,5	596484	9899718	202,5	101,25
T1 A3	16,23	12,00	12,75	76,5	596478	9899660	45,9	22,95
T1 A4	7,32	16,00	5,75	46	596472	9899655	27,6	13,8
T1 A5	21,96	24,00	17,25	207	596476	9899658	124,2	62,1
T1 A7	13,37	26,00	10,5	136,5	596475	9899658	81,9	40,95
T1 A10	24,83	48,00	19,5	468	596463	9899642	280,8	140,4
T1 A11	10,19	17,00	8	68	596466	9899645	40,8	20,4
T1 A12	10,50	18,00	8,25	74,25	596450	9899641	44,55	22,275
T1 A14	12,73	17,00	10	85	596452	9899637	51	25,5
T1 A17	9,55	19,00	7,5	71,25	596449	9899629	42,75	21,375
T1 A18	12,10	16,00	9,5	76	596500	9899625	45,6	22,8
T2 A1	33,42	27,25	26,25	357,65625	596566	9899721	214,59375	107,296875
T2 A2	47,43	32,00	37,25	596	596535	9899736	357,6	178,8
T2 A3	20,69	47,00	16,25	381,875	596519	9899730	229,125	114,5625
T2 A4	24,51	30,00	19,25	288,75	596524	9899723	173,25	86,625
T2 A6	8,91	15,00	7	52,5	596538	9899736	31,5	15,75
T2 A8	12,41	22,00	9,75	107,25	596544	9899744	64,35	32,175
T2 A10	16,55	33,00	13	214,5	596554	9899758	128,7	64,35
T2 A 13	17,51	32,50	13,75	223,4375	596565	9899768	134,0625	67,03125
T2 A17	19,74	36,00	15,5	279	596590	989980	167,4	83,7