



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del  
título de Ingeniero Forestal**

**CRECIMIENTO INICIAL DE *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, CON O SIN  
FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA TOBAR DONOSO**

**AUTOR**

Lenin Nicanor Mejía Pazos

**DIRECTOR**

Ing. Walter Armando Palacios Cuenca

**IBARRA - ECUADOR**

**2018**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“CRECIMIENTO INICIAL DE *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, CON O SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA TOBAR DONOSO”**

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADO**

Ing. Walter Armando Palacios Cuenca  
**Director de trabajo de titulación**

Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, MSc.  
**Tribunal de trabajo de titulación**

Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila, MSc.  
**Tribunal de trabajo de titulación**

Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja  
**Tribunal de trabajo de titulación**



**Ibarra - Ecuador**

2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA**  
**TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>Cédula de</b>	040178393-1
<b>Nombres y apellidos:</b>	Lenin Nicanor Mejía Pazos
<b>Dirección:</b>	Calle Sucre – Barrio Norte - San Isidro – Espejo - Carchi
<b>Email:</b>	<a href="mailto:nikodof@hotmail.com">nikodof@hotmail.com</a>
<b>Teléfono fijo:</b>	(06) 2974 252 <b>Teléfono móvil:</b> 0967944133

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	<b>“CRECIMIENTO INICIAL DE <i>Carapa amorphocarpa</i> W. Palacios, CON O SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA TOBAR DONOSO”</b>
<b>Autor:</b>	Lenin Nicanor Mejía Pazos
<b>Fecha:</b>	8 de junio de 2018
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN</b>	
<b>Programa:</b>	Pregrado
<b>Título por el que opta:</b>	Ingeniero Forestal
<b>Director:</b>	Ing. Walter Armando Palacios Cuenca

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Lenin Nicanor Mejía Pazos, con cédula de ciudadanía Nro. 040178393-1; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

## 3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

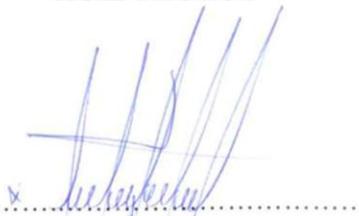
Ibarra, 8 de junio de 2018

**EL AUTOR:**



Lenin Nicanor Mejía Pazos  
C.C.: 040178393-1

**ACEPTACIÓN:**



Ing. Betty Mireya Chávez Martínez  
JEFA DE BIBLIOTECA



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Lenin Nicanor Mejía Pazos, con cédula de ciudadanía Nro. 040178393-1; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de titulación denominado **CRECIMIENTO INICIAL DE *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, CON O SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA TOBAR DONOSO**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....  
Lenin Nicanor Mejía Pazos

C.C.: 040178393-1

Ibarra, a los 8 días del mes de junio del 2018

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA -UTN

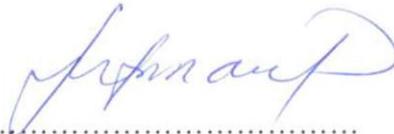
**Fecha:** 8 de junio del 2018

Lenin Nicanor Mejía Pazos: **CRECIMIENTO INICIAL DE *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, CON O SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA TOBAR DONOSO**/Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 8 de junio del 2018. 57 páginas.

**DIRECTOR:** Ing. Walter Armando Palacios Cuenca

El objetivo general de la presente investigación fue: determinar el crecimiento inicial en plantaciones puras de *Carapa amorphocarpa* W. Palacios; mientras que los objetivos específicos fueron: determinar la sobrevivencia de *Carapa amorphocarpa*, determinar el mejor tratamiento en función del crecimiento inicial y analizar los costos de establecimiento.

**Fecha:** 8 de junio del 2018



.....  
Ing. Walter Armando Palacios Cuenca

**Director de trabajo de titulación**



.....  
Lenin Nicanor Mejía Pazos

**Autor**

## **DEDICATORIA**

DEDICO ESTE TRABAJO ESPECIALMENTE A MIS PADRES: NANCY Y BRAULIO QUE SON  
EL MOTOR Y PILAR FUNDAMENTAL EN MI VIDA; A TODA MI FAMILIA QUE ME HA  
SABIDO APOYAR INCONDICIONALMENTE CON SU CARÍÑO: JULIA, GUSTAVO, ELDY, LUIS,  
LENIN, SANTIAGO, LORENA, EDELINA, EDGAR, GUILLERMO Y AMARILLO.

## AGRADECIMIENTO

QUIERO AGRADECER A TODOS LOS DOCENTES QUE ME HAN APOYADO EN TODA MI FORMACIÓN ACADÉMICA, QUE MÁS QUE MAESTROS HAN SIDO MIS AMIGOS:

AL ING. WALTER PALACIOS POR INSPIRARME A CONOCER ESTE Lindo MUNDO DE LOS ÁRBOLES.

A LA ING. MARÍA VIZCAINO, ING. EDUARDO CHAGNA E ING. GABRIEL CARVAJAL POR AYUDARME CON ESTE TRABAJO DE TITULACIÓN

A WILLIAN, FAUSTO, PAUL POR COMPARTIR TANTAS EXPERIENCIAS, POR ESTAR CONMIGO INCONDICIONALMENTE EN TODO Y POR HABERME APOYADO EN ESTE TRABAJO.

MUCHAS GRACIAS A TODOS

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pags.</b>
<b>HOJA DE APROVACIÓN DEL COMITÉ ASESOR.....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UTN.....</b>	<b>iii</b>
<b>CESIÓN DE DERECHOS DEL FAVOR DE LA UTN.....</b>	<b>v</b>
<b>REGISTRO BIBIOGRÁFICO.....</b>	<b>vi</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>vii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 General.....	2
1.3.2 Específicos.....	2
1.4 Hipótesis.....	2
1.4.1 Nula.....	2
1.4.2 Alterna.....	2
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>3</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
2.1 Fundamentación legal.....	3
2.1.1 Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017.....	3
2.1.2 El Plan Nacional de Restauración.....	3
2.1.3 El programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales.....	4
2.2 Fundamentación teórica.....	5
2.2.1 Familia Meliaceae.....	5
2.2.2 El género <i>Carapa</i> .....	5

	<b>Pags.</b>
2.2.2.1 <i>Carapa guianensis</i> .....	6
2.2.2.2 <i>Carapa amorphocarpa</i> .....	7
2.2.3 Restauración ecológica .....	8
2.2.4 Plantaciones forestales .....	9
2.2.5 Crecimiento inicial de especies forestales .....	10
2.2.6 Influencia de la pendiente y fertilizante en el crecimiento de las plantas .....	10
2.2.7 Plagas .....	11
2.2.8 Fertilización forestal .....	11
2.2.9 Costos de establecimiento de plantaciones forestales en Ecuador.....	12
 <b>CAPITULO III</b> .....	 13
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	13
3.1 Ubicación de sitio .....	13
3.1.1 Política .....	13
3.1.2 Geográfica.....	13
3.2 Datos climáticos.....	13
3.3 Materiales, equipos e insumos .....	14
3.3.1 Materiales.....	14
3.3.2 Equipos .....	14
3.3.3 Insumos .....	14
3.4 Metodología .....	15
3.4.1 Selección de plantas .....	15
3.4.2 Establecimiento de la plantación .....	15
3.4.2.1 <i>Delimitación del sitio</i> .....	15
3.4.2.2 <i>Limpieza del sitio</i> .....	15
3.4.3 Balizado y hoyado.....	15
3.4.4 Plantación y manejo.....	16
3.4.5 Análisis de suelo .....	16
3.4.6 Fertilización .....	16
3.4.7 Medición de variables dasométricas .....	16

	<b>Pags</b>
3.4.8 Diseño experimental y análisis estadístico .....	17
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>28</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>28</b>
4.1 Supervivencia.....	28
4.2 Determinar el mejor tratamiento en función del crecimiento inicial. ....	29
4.2.1 Crecimiento en altura y diámetro basal .....	29
4.2.2 Estado fitosanitario e influencia de la sombra .....	30
4.2.3 Número de foliolos .....	32
4.2.4 Correlación entre altura total y la fertilización .....	32
4.1.3 Costos de establecimiento.....	33
<b>CAPITULO V</b> .....	<b>35</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>35</b>
<b>CAPITULO VI</b> .....	<b>36</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO VII</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO VIII</b> .....	<b>42</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>45</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pags.</b>
Tabla 1 Evaluación del estado fitosanitario en plantaciones forestales.....	177
Tabla 2 Análisis de varianza del Diseño Irrestringido al Azar.....	18

	<b>Pags.</b>
Tabla 3 Incremento medio anual (IMA) en diámetro basal y altura.....	29
Tabla 4 Estado fitosanitario e influencia de la sombra a los 12 meses de medición .....	30
Tabla 5 Muerte regresiva en las plantas de <i>C. amorphocarpa</i> .....	31
Tabla 6 Daño causado por vector desconocido a las plantas de <i>C. amorphocarpa</i> .....	31
Tabla 7 Número de folíolos de <i>C. amorphocarpa</i> entre la medición inicial y a los 12 meses	32
Tabla 8 Costo de establecimiento y mantenimiento de la plantación .....	34
Tabla 9 Cálculo de los límites de confianza.....	43
Tabla 10 Análisis de varianza de la sobrevivencia a los 12 meses .....	433
Tabla 11 Análisis de varianza de la altura total a los 12 meses .....	43
Tabla 12 Análisis de varianza del diámetro basal a los 12 meses.....	44
Tabla 13 Análisis de varianza del estado fitosanitario a los 12 meses.....	44
Tabla 14 <i>t de Student</i> para variable sombra .....	44
Tabla 15 Análisis de la varianza para el número de folíolos a los 12 meses .....	45
Tabla 16 Preparación del terreno.....	45
Tabla 17 Transporte .....	45
Tabla 18 Plantado .....	46
Tabla 19 Materiales.....	46
Tabla 20 Fertilización y mantenimiento de la plantación.....	46

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

*C.* = *Carapa*

r = Coeficiente de correlación simple

R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación de la regresión

T1 = Terreno plano sin fertilizante

T2 = Terreno plano con fertilizante

T3 = Pendiente sin fertilizante

T4 = Pendiente con fertilizante

**TITULO: “CRECIMIENTO INICIAL DE *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, CON O SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA TOBAR DONOSO”**

**Autor:** Lenin Nicanor Mejía Pazos

**Director de titulación:** Ing. Walter Armando Palacios Cuenca

**Año:** 2018

**RESUMEN**

La investigación CRECIMIENTO INICIAL DE *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, CON O SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA TOBAR DONOSO, determinó el crecimiento inicial en plantaciones. Se estudió la sobrevivencia, el mejor tratamiento y los costos de establecimiento y mantenimiento. La metodología incluyó preparación, delimitación y cercado del sitio, hoyado y balizado, selección de plantas, plantación, manejo, análisis de suelo, y fertilización. Las variables fueron la altura, diámetro, estado fitosanitario y número de folíolos; con diseño bloques al azar (DBA) en arreglo factorial A (pendiente) x B (fertilizante). Se aplicaron cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno; cada repetición estuvo integrada por 13 plantas; dando un resultado de 39 plantas por tratamiento y 156 plantas total; el estadístico es un análisis de varianza y una prueba Tukey al 95% de probabilidad estadística para determinar los mejores tratamientos; se determinó el coeficiente de correlación simple ( $r$ ) y de determinación de la regresión lineal ( $R^2$ ), para las variables diámetro basal y altura total.

Los resultados para la sobrevivencia fue del 96,79%, para el IMA en altura de 1,67 cm y diámetro de 1,99 mm; el tratamiento pendiente con fertilizante (T4) es el mejor del ensayo; los costos de establecimiento y mantenimiento en el primer año de estudio de *Carapa amorphocarpa* hectárea fueron de 2 060,19 dólares.

**TITLE:** "INITIAL GROWTH OF *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, WITH OR WITHOUT FERTILIZER, IN TOBAR DONOSO PARISH"

**Author:** Lenin Nicanor Mejía Pazos

**Director of titulation:** Ing. Walter Armando Palacios Cuenca

**Year:** 2018

### **ABSTRACT**

The research INITIAL GROWTH OF *Carapa amorphocarpa* W. Palacios, WITH OR WITHOUT FERTILIZER, IN THE TOBAR DONOSO PARISH, determined the initial growth in plantations. The survival, the best treatment and the establishment and maintenance costs were studied. The methodology included preparation, delimitation and approach of the site, selection of plants, plantation, management, soil analysis and fertilization. The variables were height, diameter, phytosanitary status and foliar number; with random blocks design (DBA) in factorial arrangement A (pending) x B (fertilizer). Four treatments are applied with three repetitions each; each repetition was integrated by 13 plants; giving a result of 39 plants per treatment and 156 plants in total; the statistic is an analysis of variance and a Tukey test at 95% statistical probability to determine the best treatments; The simple correlation coefficient (r) and the determination of the linear regression (R<sup>2</sup>) were determined for the variables basal diameter and total height.

The results for survival were 96.79%, for the IMA in height of 1.67 cm and diameter of 1.99 mm; the pending treatment with fertilizer (T4) is the best of the trial; The costs of establishment and maintenance in the first year of *Carapa amorphocarpa* study were 2 060,19 dollars per hectare.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

Se estima que en el Ecuador existen 3,68 millones de hectáreas de tierras de vocación forestal (Ecuador Forestal, 2012), lo que sumado al clima favorable y ventajoso para la reforestación, genera un enorme potencial forestal, que no ha sido aprovechado apropiadamente (Espinoza, 2015).

Desventajosamente se desconoce la silvicultura para la mayoría de especies forestales nativas, las cuales, muchas veces, se aprovechan irracionalmente, sin lograr su reposición. Es prioritario conocer la sobrevivencia, el crecimiento diamétrico y de altura para seleccionar las especies apropiadas para la forestación, agroforestería, restauración ecológica y jardinería (Aguirre & León, 2011).

*Carapa amorphocarpa* es una especie arbórea restringida al Cerro Golondrinas, en la Provincia del Carchi; abundante entre los 2 000 y 2 300 m.s.n.m. Esta especie es conocida como Tangaré, muy explotada por su madera, la cual se la utiliza para construcción de viviendas (Palacios, 2012). Al ser una especie descrita en el 2012, carece de información sobre su ecología, fenología, silvicultura.

Villota (2017), propagó plantas de *C. amorphocarpa* en el mismo sitio de este estudio. El autor, recolectó semillas, en el vivero se aplicó cuatro tratamientos (T1: tierra de bosque + arena, en proporción 3:1 y escarificación mecánica, T2: tierra de bosque en su totalidad y escarificación mecánica, T3: tierra de bosque + arena, en proporción 3:1 y sin escarificación mecánica, T4: tierra de bosque en su totalidad y sin escarificación mecánica) siendo los tratamientos T4 y T3 los mejores. Las plantas que se produjeron en el estudio de Villota, se utilizaron para establecer una plantación, que fue el motivo de esta investigación.

Los datos obtenidos permiten conocer la sobrevivencia, costos de establecimiento, crecimiento en altura y diámetro de *C. amorphocarpa*; con el fin de aumentar el conocimiento silvicultural de las especies forestales nativas del Ecuador.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 General**

Determinar el crecimiento inicial en plantaciones puras de *Carapa amorphocarpa*

#### **1.3.2 Específicos**

- Determinar la sobrevivencia
- Determinar el mejor tratamiento en función del crecimiento inicial.
- Analizar los costos de establecimiento.

### **1.4 Hipótesis**

#### **1.4.1 Nula**

El crecimiento inicial de *Carapa amorphocarpa* es similar en todos los tratamientos.

#### **1.4.2 Alterna**

El crecimiento inicial de *Carapa amorphocarpa* es diferente en al menos uno de los tratamientos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Fundamentación legal**

##### **2.1.1 Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017**

**Objetivo 7.** Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global.

**Política y lineamiento estratégico 7.3.** Consolidar la gestión sostenible de los bosques enmarcada en un modelo de gobernanza forestal, **literal b.** Incluir esquemas de agroforestería y silvicultura con perspectiva paisajística en los planes de manejo y gestión de los recursos forestales maderables y no maderables, **literal f.** Fortalecer el sistema de información forestal y promover la investigación para identificar y cuantificar el patrimonio forestal como base para la toma de decisiones respecto a su conservación y manejo.

##### **2.1.2 El Plan Nacional de Restauración**

El Ministerio del Ambiente mediante Acuerdo Ministerial No 211 suscrito el 21 de julio de 2014, convino en expedir un Manual Operativo para la implementación del incentivos económicos para la restauración forestal con fines de conservación y protección de cuencas hídricas y de esta manera aportar a la conservación, recuperación de los servicios ecosistémicos y al manejo sustentable de los recursos forestales; así como al mejoramiento de la calidad de vida, al fortalecimiento del desarrollo humano y económico, y a la integración territorial. Este plan incluye:

- Árboles para sombra de cultivos permanentes.
- Árboles para cercas vivas.
- Árboles en cortinas rompevientos.
- Árboles para la conservación de suelos.

- Árboles en linderos.
- Cortinas de árboles contra heladas.
- Cultivos en callejones de árboles.
- Recuperación forestal con especies nativas superpuesta con pastos.
- Árboles de sobra para ganado.
- Recuperación en bloque.
- Recuperación forestal en márgenes de cuencas hídricas

### **2.1.3 El programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales**

El programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales fue oficialmente presentado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca, el 15 de enero de 2013 y una vez actualizado el marco legal del Programa de Incentivos Forestales a través del Acuerdo Ministerial N° 035 del 27 de febrero de 2014 se inició con el pago de los incentivos a los beneficiarios.

MAGAP (2014), informa que el programa entrega incentivos económicos a personas naturales y jurídicas, de hasta el 75% del costo del establecimiento y hasta el 75% del costo del mantenimiento de la plantación durante los primeros cuatro años; y a las asociaciones, cooperativas productivas y comunas hasta el 100% del incentivo.

Los objetivos del programa son:

- Generar materia prima para el abastecimiento de la industria de la madera.
- Reducir la dependencia de importación de productos forestales e incentivar el desarrollo industrial del sector forestal, a través de la sustitución de importaciones.
- Fomentar las exportaciones de productos con mayor valor agregado.
- Aportar en la reducción del aprovechamiento indiscriminado del Bosque Nativo.
- Incorporar tierras con vocación forestal al sector productivo del país.
- Estimular e incorporar a las comunidades campesinas en el establecimiento y manejo de plantaciones forestales.

## 2.2 Fundamentación teórica

### 2.2.1 Familia Meliaceae

La familia Meliaceae comprende cerca de 51 géneros y 550 especies, es una de las más importantes a nivel mundial, con especies de alto valor económico y maderas nobles, explotadas intensivamente (Gouvea, 2005).

Según la revisión de la familia para *Flora of Ecuador* (Palacios, 2007) se han registrado nueve géneros (siete nativos y dos introducidos) y 64 especies. En Ecuador, el 51% de las especies de la familia Meliaceae, están distribuidas en la región amazónica, el 17% en la Sierra y el 10% en la Costa; a nivel altitudinal, el 62% de las especies están bajo los 1200 msnm y 11 especies se ubican por arriba de los 1500 msnm (Palacios, 2012).

Entre las especies más importantes económicamente están *Cedrela odorata* L. (cedro), *Swietenia macrophylla* King (caoba) y *Carapa guianensis* Aubl. (tangaré, andiroba); siendo *Carapa* uno de los géneros con mayor importancia económica (Morales, 1997).

### 2.2.2 El género *Carapa*

El género *Carapa* incluye árboles pequeños y grandes, de alta importancia económica, se distribuye por todos los bosques tropicales de África y América. Los árboles son una fuente muy importante de madera en toda su área de distribución (Forget & Julliot, 2001).

En Ecuador existen cinco especies del género: *Carapa guianensis*, *Carapa megistocarpa* A.H.Gentry & Dodson, *Carapa nicaraguensis* C. DC., *Carapa alticola* Kenfack & A.J. Pérez, *Carapa longipetala* Kenfack y *Carapa amorphocarpa* W. Palacios (Kenfack & A.J. Pérez, 2011; Palacios, 2012).

Los árboles del género *Carapa* son siempre verdes, presentan fuste recto y cilíndrico, la copa es densa y amplia (Morales, 1997). Las especies del género *Carapa* son distintivas de las otras

especies de la familia Meliaceae, por características generales de los folíolos, posición de la inflorescencia, pero sobre todo, por los frutos carnosos con semillas grandes y envueltos por una gruesa sarcotesta (Palacios, 2011).

En el género *Carapa* existen nectarios, en partes distintas a las flores, como en hojas, frutos, peciolo de las hojas y otras partes de la planta. Algunos nectarios son pequeños, solo visibles con microscopio y otros son grandes, visibles a simple vista; estos nectarios producen líquido dulce para atraer hormigas y a otros insectos forestales, con la finalidad de proteger a la planta de herbívoros (Kenfack & Tindo, 2014).

#### **2.2.2.1 *Carapa guianensis***

*Carapa guianensis*, crece bien en plantaciones monoespecíficas con distancias de siembra de 3 x 4 m o 4 x 5 m, es importante realizar podas adecuadas si se presenta el ataque de barrenador. Normalmente no se realizará la limpieza total de sitio, si no a lo largo de las fajas de plantación, la vegetación reduce el ataque de barrenador (Barrance *et al.* 2003).

*Carapa guianensis*, no tolera suelos ácidos con alto contenido de aluminio y hierro; su sistema radicular profundo y extendido es ideal para proteger las fuentes hídricas. Es necesario emprender investigaciones y verificar resultados foraneos, para establecer plantaciones de Tangaré puras o en asocio con especies heliófitas (Corporación de Manejo Forestal Sostenible, 2005).

Aulestia (2012) investigó que *C. guianensis* presenta una sobrevivencia del 83,25%, diámetro basal de 9,02 mm y altura de 23,57 cm; en la Estación Biológica Bilsa – Provincia de Esmeraldas, al año de establecida la plantación en bosque secundario. En Costa Rica se registraron incrementos en DAP de 0,2 – 0,5 cm por año en bosque primario, en plantaciones existen incrementos medios anuales en altura de 1,2 a 1,4 m y de 1,4 a 1,5 cm en diámetro; la sobrevivencia es de 60% en plantaciones monoespecíficas, 77% en plantaciones mixtas y 87% en sistemas de enriquecimiento de matorrales al primer año de establecimiento (Barrance *et al.* 2003).

### 2.2.2.2 *Carapa amorphocarpa*

El epíteto específico de la especie, está relacionado con la forma consistentemente amorfa de los frutos, característica que la difiere de otras especies del género (Palacios, 2012).

#### a) Descripción botánica

*Carapa amorphocarpa* alcanza hasta 25 de altura y 60 cm de DAP. Corteza pardo-rojiza, desprendiéndose en láminas circulares, lenticelas verrugosas. Copa oblonga, densa. Hojas paripinnadas, peciolo plano en la base; peciolulos engrosados, brevemente acanalados y curvados, raquis lenticelado y ligeramente acanalado; foliolos 3 - 5 (7 en árboles jóvenes) pares, opuestos, oblongos a oblongo-elípticos, crasos, ápice emarginado-redondeado (acuminado en plántulas), nervaduras 7 - 9 pares, hendida por el haz y prominente por el envés, nerviación terciaria reticulada. Inflorescencia axilar o terminal, panícula estrecha de 10 - 20 cm de largo. Fruto una cápsula oblonga-amorfa, 4-valvas, lenticelada, 6 - 15 x 5,5 - 9 cm. Semillas de 3 a 4 por valva, irregulares en forma y tamaño (Palacios, 2012).

#### b) Distribución geográfica

Especie muy abundante entre los 2 000 y 2 300 m de altitud en las faldas del Cerro Golondrinas, noroccidente de Ecuador, en bosque muy húmedo, con árboles repletos de epífitas. En el dosel se asocia con especies arbóreas tales como *Billia rosea* (Planch & Linden) C. Ulloa & P. Jørg., *Wettinia sp.*, y *Guarea kunthiana* Kunth (Palacios, 2012).

#### c) Ecología

La floración ocurre entre marzo y abril, y se han encontrado frutos maduros entre agosto y septiembre; las semillas sirven como alimento a roedores (Palacios, 2012).

#### **d) Propagación**

La información sobre la propagación de la especie fue tomada de (Villota, 2017). Según este autor, *C. amorphocarpa* germina a partir de los 30 días y alcanza un 99,25% a los 60 días. A esa edad, el crecimiento promedio del diámetro basal es de 2,81 cm y el de altura total de 49,56 cm. La forma es de un 86,74% de plantas rectas y la sanidad el 73,13% de plantas excelentes. El tratamiento adecuado es sembrar sin escarificar, los tratamientos con escarificación mecánica afectan el embrión de la semilla. El sustrato ideal para una buena producción de plántulas es tierra de bosque + arena en proporción 3:1 o únicamente tierra de bosque.

#### **2.2.3 Restauración ecológica**

Los ecosistemas han estado permanentemente influenciados por agentes perturbadores de origen natural, sin embargo en la actualidad el principal agente perturbador es el ser humano. Muchos ecosistemas están dominados directamente por el hombre, y no existe ningún ecosistema en la tierra que esté libre de la penetrante influencia humana, que ha llevado a que alrededor de un tercio de los hábitats naturales del planeta hayan sido severamente degradados (Fernández *et al*, 2010).

Para Forest Stewardship Council (2012), la restauración persigue más que recuperar cobertura forestal, en el proceso se trata de recuperar la integridad de los ecosistemas alterados y lograr su funcionamiento adecuado y de este modo mantener los servicios ecosistémicos que proveen para el bienestar humano, tales como ayudar a mitigar el cambio climático, recuperar especies en peligro de extinción, regular y mantener el ciclo del agua, y otros servicios.

La reforestación convencional normalmente hace referencia a una densidad de árboles por hectárea (800 – 1 100 árboles/ha) y a un específico número y tipo de especies, lo que puede interpretarse como una plantación comercial. En cambio, en la restauración forestal se consideran otros criterios que no sólo son densidad de árboles, sino también conectividad ecológica, diversidad de especies, funcionalidad de los ecosistemas, microclimas, flujos de especies (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014).

Se considera dos tipos de actividades de restauración forestal:

**1) Regeneración natural asistida:** Corresponde a la sucesión ecológica natural acompañada de actividades de protección, manejo y control, como: cercado parcial o total, señalización, limpieza, mantenimiento, monitoreo, entre otras.

**2) Enriquecimiento con especies nativas:** Corresponde prácticas silviculturales para la restauración de ecosistemas, como por ejemplo: reforestación con fines de protección o conservación (de aproximadamente 400 plantas/ha), en la cual se utilizan individuos proveniente de especies extraídas de bosques cercanos y de interés para la biodiversidad, para el uso no maderable del propietario, entre otras prácticas (MAE, 2014).

#### **2.2.4 Plantaciones forestales**

Una plantación forestal es un bosque formado por la acción del hombre, mediante el establecimiento de semillas o plantas (Corporación Nacional Forestal, 2013), tiene un diseño, tamaño y especies definidas; para cumplir objetivos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, plantaciones silvopastoriles, entre otras (Trujillo, 2003).

Las plantaciones forestales cumplen una función importante en la preservación del equilibrio ecológico, contribuyendo en el control del cambio climático, en la captura del carbono; y, fundamentalmente disminuyen la presión sobre los bosques nativos en el abastecimiento de la madera (Ecuador Forestal, 2012).

El diseño de una plantación es fijar la distribución de las plantas en el terreno, viene condicionado por las características del terreno como la pendiente; la plantación puede ser en marco real o cuadrado para terrenos planos y triangular o a tres bolillos para terrenos con bastante pendiente o fácilmente erosionables (Comisión Nacional Forestal México, 2010).

### **2.2.5 Crecimiento inicial de especies forestales**

Los estudios del crecimiento inicial de árboles se basan en la medición del diámetro del fuste y la altura, con las cuales se puede calcular variables como área basal y el volumen. El crecimiento se expresa normalmente en mm/año o en cm/año para el diámetro; en dm/año para la altura, en m<sup>2</sup>/año en área basal y en m<sup>3</sup>/año para el volumen (Instituto Nacional Forestal de Nicaragua, 2009).

En el crecimiento de los árboles intervienen factores como las características genéticas y los factores ambientales. Estos últimos se manifiestan a través del clima, la variación de temperatura, la precipitación, el viento y la insolación; las características químicas y físicas del suelo, humedad y microorganismos presentes; características topográficas como la pendiente, elevación; la competencia de otros árboles, plantas pequeñas, plagas, enfermedades y animales (Antón, 2013).

### **2.2.6 Influencia de la pendiente y fertilizante en el crecimiento de las plantas**

La topografía se caracteriza por los ángulos de las pendientes y por la longitud y forma de las mismas, es un importante factor para determinar la erosión del suelo. Un aumento del ángulo de la pendiente causa un aumento de la velocidad de escorrentía y con ello la energía cinética del agua causa una mayor erosión (FAO, 2000).

La topografía es uno de los factores importantes en la definición del microclima; la pendiente y especialmente la exposición, producen cambios en la intensidad luminosa. El relieve y la pendiente determinan en gran medida la predisposición de los suelos a la erosión, el movimiento del agua superficial y subsuperficial, por lo tanto la disposición de este elemento para la planta. Ni la pendiente ni la forma topográfica tiene una relación causa efecto sobre el crecimiento, si no que estas características enmascaran otros aspectos como la disponibilidad de agua y nutrientes (Peña, 1997).

La carencia o demasía de nutrientes en el suelo pueden afectar el metabolismo y limitar el mecanismo de defensa natural en las plantas, provocando enfermedades y ataque de ciertos patógenos. Por esto, para evaluar problemas de desbalance de nutrientes, es necesario un análisis de suelo y posteriormente determinar el fertilizante a utilizarse (Alvarado & Raigosa, 2012).

Una adecuada fertilización mejora la supervivencia, posibilita un rápido crecimiento inicial y cierre de las copas; lo cual disminuye la competencia al obtenerse un rodal más homogéneo y mayor rendimiento al momento de la cosecha (Valdecantos, 2011).

### **2.2.7 Plagas**

Varias géneros de la familia Meliaceae, son hospederos del barrenador (*Hypsipyla grandella* Zeller), incluyendo *Capara*, *Cedrela*, *Guarea*, *Khaya*, *Swietenia*, y *Trichilia*. El ataque del barrenador reduce el valor monetario de la madera, el daño más severo es cuando el insecto taladra el brote terminal y lo mata, dando lugar a una bifurcación y un tallo torcido (Howard & Merida, 2014).

*Hypsipyla grandella* es una de las principales plagas forestales, es un obstáculo en el crecimiento de las plantaciones forestales, es imposible controlarla con insecticidas debido a que las lavas entran inmediatamente en la madera después de eclosionar. El manejo integrado de esta plaga es posible si se maneja adecuadamente la semilla y plántulas, sitios de plantación con suelos bien drenados y fértiles, podas y fertilización (Briceño, 1997).

### **2.2.8 Fertilización forestal**

Para definir las especies forestales ideales para un sitio determinado y llevar con éxito la plantación, se debe considerar la proporción de los diferentes elementos nutritivos, como los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio), y micronutrientes (cobre, hierro, zinc, boro, cloro, molibdeno, etc.), es posible conocer la proporción de estos elementos por análisis químicos en laboratorio (Trujillo, 2003). Si se planta en suelos con falta de nutrientes, erosionados o en

proceso de erosión se debe adicionar algún tipo de abono ya sea orgánico o fertilizantes químicos (Rojas, 2015).

En la etapa de establecimiento, las limitaciones nutricionales del suelo pueden ser causa de deficiente crecimiento y de predisposición a daños bióticos y abióticos para las plantas. La fertilización temprana, es una medida silvicultural que contribuye al adecuado crecimiento inicial de los árboles (Donoso *et al.*, 2015).

Según Donoso *et al.* (2015), cuando las plantas son pequeñas y no hay competencia entre ellas, es conveniente fertilizar cada planta, los métodos de fertilización para este fin son: en hoyos, en surcos y mezclando con el suelo.

- **Hoyos:** el fertilizante se distribuye en dos o tres hoyos en torno a la planta, a una distancia de 15-20 cm del tallo y a una profundidad de 15 - 20 cm.
- **Surcos:** en el suelo se forman dos surcos paralelos de 40 - 50 cm de largo, uno a cada lado del tallo, con un distanciamiento de 5 - 10 cm de este y de 3 - 5 cm de profundidad. El fertilizante se distribuye en ambos surcos y se cubre con suelo.
- **Mezcla:** en el mismo hoyo de plantación se mezcla homogéneamente el suelo con el fertilizante y luego se planta.

### **2.2.9 Costos de establecimiento de plantaciones forestales en Ecuador**

El establecimiento de una hectárea de *Tectona grandis*, con una densidad de 1 111 plantas es de 733,20 dólares (Carrera, 2012), si se incluye el valor de mantenimiento en el primer año el monto asciende a 1 628 dólares (MAGAP, 2014). De igual manera, el costo de plantación y mantenimiento para especies nativas como: *Parkia multijuga*, *Schizolobium parahybum*, *Cordia alliodora* y *Jacaranda copaia*, es de 1 524 dólares (MAGAP, 2014).

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación de sitio**

##### **3.1.1 Política**

El estudio se realizó en la Reserva Drácula, ubicada en el área de influencia del Bosque Protector Cerro Golondrinas, ubicado entre el kilómetro 18 -19 de la vía El Carmen - Chical, parroquia Tobar Donoso, cantón Tulcán, provincia del Carchi (Ver figura 1- anexo 1).

##### **3.1.2 Geográfica**

El sitio de estudio se encuentra a  $78^{\circ}13'51.52''$  de longitud W,  $0^{\circ}51'6.77''$  de latitud N, a 2 250 msnm.

#### **3.2 Datos climáticos**

La altitud del Bosque protector Cerro Golondrinas oscila entre los 1 360 y 3 600 m.s.n.m, la precipitación anual varía de 2 000 a 2 500 mm, y su temperatura media es de  $15^{\circ}\text{C}$  (Gobierno Provincial del Carchi [GPC], 2015).

Según el Grupo de Apoyo Interinstitucional del Bosque Protector Golondrinas [GAIBPG] (2006), el bosque protector se encuentra ubicado en la zona de biodiversidad del Chocó, rica en flora y fauna.

La mayor parte del Bosque Protector Cerro Golondrinas corresponde a Bosque Siempre verde Montano Bajo y en menor porcentaje a una transición entre Bosque Siempre verde Montano Bajo y Bosque de Neblina Montano (Grupo de Apoyo Interinstitucional del Bosque Protector Golondrinas, 2006).

### **3.3 Materiales, equipos e insumos**

Los materiales, equipos e insumos que se emplearon para el desarrollo de la investigación fueron:

#### **3.3.1 Materiales**

- Hoyadoras
- Podadora
- Palas
- Tablas
- Rótulos de identificación
- Pintura
- Machete
- Útiles de escritorio
- Material vegetativo: Plantas de *C. amorphocarpa*.

#### **3.3.2 Equipos**

- Computadora.
- GPS.
- Calibrador.
- Cámara fotográfica.

#### **3.3.3 Insumos**

- Fertilizante (8-20-20)

## **3.4 Metodología**

### **3.4.1 Selección de plantas**

El rango de altura para la selección de plantas estuvo entre 39,6 cm y 55,7 cm en base a los criterios de límites de confianza, adicionalmente se utilizó criterios de calificación visual de características como: ápice, forma y número de foliolos (Tabla 9 – Anexo 2).

### **3.4.2 Establecimiento de la plantación**

#### ***3.4.2.1 Delimitación del sitio***

El estudio comprendió un área de 792 m<sup>2</sup> y un perímetro de 114 m. Se delimitó tres bloques y 24 unidades experimentales distribuidas equitativamente entre la pendiente y el terreno plano; cada una tuvo 6 x 6 m con una separación de 3 m entre sí. Posteriormente, se estableció el diseño tres bolillos con la finalidad de homogenizar la plantación.

#### ***3.4.2.2 Limpieza del sitio***

En el área de investigación se eliminó las plantas herbáceas, para facilitar el establecimiento de la plantación.

### **3.4.3 Balizado y hoyado**

Los hoyos fueron ubicados a un espaciamiento de 3 x 3 m, con dimensiones de 15 cm ancho x 15 cm de largo y 20 cm de profundidad. Además, se colocó una estaca referencial a tres centímetros del nivel del suelo, para facilitar las mediciones.

#### **3.4.4 Plantación y manejo**

La plantación se la realizó el 20 de agosto de 2016. Posteriormente, se realizó un coronamiento de 50 cm de radio, a los seis meses, eliminando las plantas herbáceas; con el fin de evitar la competencia por nutriente con las plantas del estudio.

#### **3.4.5 Análisis de suelo**

Se realizaron tres análisis de suelo, uno para el bosque donde la especie se desarrolla naturalmente y dos para el sitio donde se estableció la plantación. Para ello, se tomaron aleatoriamente cinco partes de suelo en cada estrato, de 10 a 15 cm de profundidad; luego se homogeneizó y se mezcló hasta obtener muestras de un kilogramo que fue colocada en una funda ziploc.

Posteriormente, se envió las muestras al laboratorio Labonort, de Ibarra. Los factores analizados fueron los macronutrientes y micronutrientes

#### **3.4.6 Fertilización**

Con los resultados de los análisis de suelo se evidenció que el bosque nativo contiene mayor concentración de potasio; por esta razón, la fórmula del fertilizante utilizado fue 8-20-20 elaborado por Ecuaquímica, en dosis de 10 gramos por planta.

Se aplicó 5 g de fertilizante, a los seis y siete meses. Para ello se hicieron dos surcos paralelos, uno a cada lado del tallo, separados 5 - 10 cm de este, de 40 - 50 cm de largo, 1 cm de ancho y 3-5 cm de profundidad. Se colocó el fertilizante y se cubrió con suelo.

#### **3.4.7 Medición de variables dasométricas**

Se realizaron mediciones de las variables: altura, diámetro, estado fitosanitario y número de foliolos; durante el establecimiento y posteriormente a los tres, seis, nueve y doce meses.

### a) **Altura total**

Se midió la altura total con un flexómetro, desde el nivel superior de la estaca clavada en el suelo hasta el ápice vegetativo.

### b) **Medición del diámetro basal**

Para la medición del diámetro basal se utilizó el calibrador electrónico, tomando como referencia la altura de la estaca.

### c) **Medición del número de foliolos**

Se contabilizó el número de foliolos en cada planta.

### d) **Estado fitosanitario**

Para la evaluación del estado fitosanitario se utilizó los siguientes criterios:

**Tabla 1**

Evaluación del estado fitosanitario en plantaciones forestales.

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>PUNTAJE</b>
Excelente: sin lesiones de plagas y enfermedades	4
Bueno: lesiones en un 25% del área foliar	3
Regular: lesiones en un 50% del área foliar	2
Malo: lesiones en un 75% del área foliar	1

*Elaborado por: Erazo, 2010*

### **3.4.8 Diseño experimental y análisis estadístico**

Se aplicó el Diseño Bloques al Azar (DBA) en arreglo factorial A x B; siendo el factor A pendiente y el Factor B fertilizante. El modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} + \alpha + \theta + \alpha\theta$$

Fuente: Aguirre & Vizcaíno (2010)

Donde:

$Y_{ij}$ = Observación individual	}	$\alpha$ = Efecto del origen
$\mu$ = Media común		$\theta$ = Efecto del enraizador
$\tau_i$ = Efecto de tratamientos		$\alpha\theta$ = Interacción $\alpha \times \theta$
$\varepsilon_{ij}$ = Error experimental		

Se aplicó cuatro tratamientos que contaron de tres repeticiones cada uno. Cada repetición estuvo integrada por 13 plantas. Dando un resultado de 39 plantas por tratamiento y 156 plantas en todo el estudio.

**Tratamiento 1 (T1)** = Terreno plano sin fertilizante.

**Tratamiento 2 (T2)** = Terreno Plano con fertilizante.

**Tratamiento 3 (T3)** = Pendiente sin fertilizante.

**Tratamiento 4 (T4)** = Pendiente con fertilizante.

Se realizó el análisis de varianza del DBA, según el desglose de la siguiente tabla:

**Tabla 2**

Análisis de varianza del Diseño Irrestricto al Azar

FV(Fuentes de variación)	gl (grados de libertad)
Tratamientos	$t-1 = (4-1) = 3$
Fertilizante (Factor A)	$e-1 = (2-1) = 1$
Pendientes (Factor B)	$s-1 = (2-1) = 1$
Interacción A×B	$(e-1)(s-1) = (2-1) \times (2-1) = 1$
Error	$t(n-1) = 4 \times (4-1) = 12$
Total	$(t \times n)-1 = (4 \times 4)-1 = 15$

Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos

Se aplicó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad estadística para determinar los mejores tratamientos.

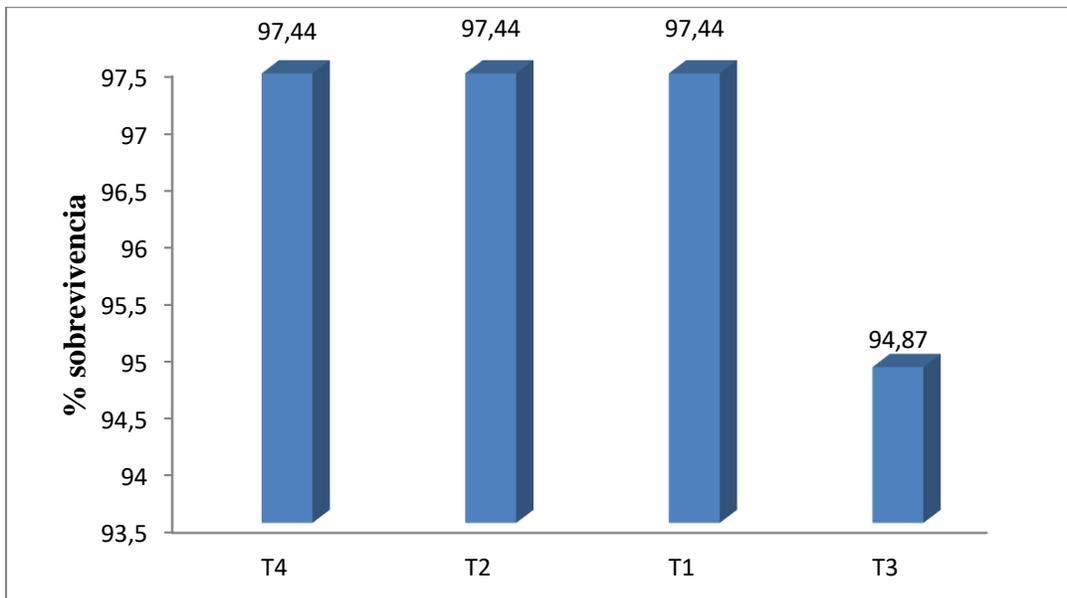
Se determinó el coeficiente de correlación simple ( $r$ ) y de determinación de la regresión lineal ( $R^2$ ), para las variables diámetro basal y altura total

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Sobrevivencia

La sobrevivencia de *C. amorphocarpa* a los 12 meses de investigación fue del 96,79 %. Comparativamente, *C. guianensis* al año de medición, en la Estación Biológica Bilsa - Ecuador, en fajas de enriquecimiento, alcanzó una sobrevivencia del 83,25% (Aulestia, 2011); en Estación Experimental de Cuaruá – Brasil, en plantaciones puras, un 80% (Plowden, 2004) y en el Corredor Biológico La Gamba – Costa Rica, un 90% en monocultivo (Schnetzer *et al.* 2013). Esto demuestra, que la sobrevivencia de la plantación de *C. amorphocarpa* es sobresaliente al ser superior a la de *C. guianensis*.



**Figura 1:** Sobrevivencia (%) de *Carapa amorphocarpa* a los 12 meses de plantación

Los tratamientos pendiente con fertilizante (T4), terreno plano con fertilizante (T2) y terreno plano sin fertilizante (T1) presentaron la mayor sobrevivencia con el 97,44% (Figura 1). Al realizar el análisis estadístico para la sobrevivencia, no se encontró diferencias significativas, lo que demuestra que los tratamientos para esta variable son similares (Tabla 10 – Anexo 3)

## 4.2 Determinar el mejor tratamiento en función del crecimiento inicial.

### 4.2.1 Crecimiento en altura y diámetro basal

**Tabla 3**

Incremento medio anual (IMA) en diámetro basal y altura de *C. amorphocarpa* a los 12 meses de medición.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>Promedio</b>
<b>Altura (cm)</b>	1,2	1	2,8	1,7	1,67
<b>Diámetro (mm)</b>	1,66	1,99	2,05	2,26	1,99

*Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos*

A los 12 meses de medición la plantación de *C. amorphocarpa* presentó un IMA de 1,6 cm para la variable altura. Comparativamente, en el Municipio de Aripuanã – Brasil, al año de establecimiento de la plantación, el IMA en altura de *C. guianensis* fue de 1,14 cm (Bauch & Dunisch, 2000) lo que demuestra que *C. amorphocarpa* tiene un mayor crecimiento para esta variable que la especie anteriormente mencionada.

Así mismo, para la variable diámetro *C. amorphocarpa* aumentó 1,99 mm a los 12 meses de medición; por su parte *Carapa guianensis*, en Aripuanã, Brasil, creció 2,46 mm en diámetro en una plantación pura al año de establecida (Bauch & Dunisch, 2000), 3 mm por año en bosque nativo en Costa Rica (Finegan, Camacho & Zamorab 1999) y 4.8 mm por año en Nicaragua (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua 2002). Estos valores, son superiores al crecimiento de *C. amorphocarpa* para esta variable.

Entretanto, los tratamientos con mayor incremento fueron T3 (pendiente sin fertilizante) con 2,8 cm para altura y T4 (pendiente con fertilizante) con 2,26 mm para diámetro (Tabla 3). Al realizar el análisis estadístico tanto para la altura (Tabla 11 – Anexo 3) y diámetro (Tabla 12 – Anexo 3), no se encontró diferencias, lo que demuestra que los tratamientos para esta variable son similares.

#### 4.2.2 Estado fitosanitario e influencia de la sombra

Se evaluó el estado fitosanitario y la influencia de la sombra a los 12 meses de medición, el mejor tratamiento fue la pendiente con fertilizante (T4) con 3,39 puntos con el 23,1% de plantas con influencia de la sombra y por el contrario el tratamiento con menor puntuación fue el terreno plano con fertilizante (T2) con 2,67 puntos y con la menor incidencia de la sombra (Tabla 2 y 4).

**Tabla 4**

Estado fitosanitario e influencia de la sombra a los 12 meses de medición

	<b>% de plantas con sombra</b>	<b>Puntuación estado fitosanitario</b>
<b>T1</b>	10,3	2,97
<b>T2</b>	15,4	2,67
<b>T3</b>	20,5	3,26
<b>T4</b>	23,1	3,39
<b>Promedio</b>	17,33	3,07

*Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos*

El análisis estadístico para el estado fitosanitario mostró diferencias significativas entre los tratamientos del ensayo (Tabla 13 – Anexo 3). Por el contrario, la prueba de *t Student* para la variable sombra, se encontró diferencias muy significativas para el estado fitosanitario (Tabla 14 – Anexo 3). Sin embargo, estadísticamente la sombra no demostró diferencias en el desarrollo de la especie pero visualmente y matemáticamente se observa un mejor comportamiento.

*Carapa guianensis* y *C. guatemalensis* son especies esciófitas parciales, es decir que en los primeros años de desarrollo necesitan sombra y posteriormente abundante luz en las copas para crecer con rapidez (Schnetzer *et al.*, 2013). Por lo tanto, *C. amorphocarpa* al tener una diferencia muy significativa en el estado sanitario bajo la influencia de la sombra, también se incluye dentro del gremio de las esciófitas

Adicionalmente, el 30,77% de las plantas presentaron muerte regresiva apical con 19 cm en promedio. El tratamiento pendiente con fertilizante T4 presentó la menor afectación con el 15,38% y por el contrario el tratamiento que más afectación tuvo fue terreno plano con

fertilizante (T2) con el 46,15% (Tabla 5). Así mismo, se carece de estudios para esta afección en las especies de *Carapa*, sin embargo, en un rodal de *Schizolobium parahybum* en Santo Domingo de los Tsachilas a los 4 años de edad, se registró una muerte regresiva del 24%; lo que demuestra que *C. amorphocarpa* tiene una mayor afectación.

**Tabla 5**

Muerte regresiva en las plantas de *C. amorphocarpa*

	<b>Plantas afectadas (%)</b>	<b>Longitud del daño (cm)</b>
<b>T1</b>	35,90	17
<b>T2</b>	46,15	19,05
<b>T3</b>	25,64	22,20
<b>T4</b>	15,38	17,75
<b>Promedio</b>	<b>30,77</b>	<b>19,00</b>

Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos

Por otra parte, el 8,55% de las plantas fueron atacadas por un vector desconocido, el daño consiste en un desgarre de la corteza externa e interna en pequeñas láminas angostas, en dirección del ápice (Foto 17 – Anexo 17). En promedio el daño inicia a los 14,19 cm de altura y se extiende a una longitud de 21,58 cm (Tabla 6), el único tratamiento que no presentó afectación es pendiente con fertilizante (T4). Se conoce que en *C. guianensis* la corteza y la albura son atacados por los colepteros *Lyctus* y el perforador estenopeico (Orwa *et al.* 2009), posiblemente estos insectos causen el daño mecánico a las plantas de *C. amorphocarpa*.

**Tabla 6**

Daño causado por vector desconocido a las plantas de *C. amorphocarpa* a los 12 meses de medición

	<b>Plantas afectadas (%)</b>	<b>Altura daño (cm)</b>	<b>Longitud daño (cm)</b>
<b>T1</b>	12,82	15,53	23,1
<b>T2</b>	10,26	14,04	19,13
<b>T3</b>	2,56	13,00	22,5
<b>T4</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Promedio</b>	<b>8,55</b>	<b>14,19</b>	<b>21,58</b>

Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos

### 4.2.3 Número de foliolos

Al año de medición el promedio de número de foliolos por planta fue de 3,7, sin embargo existe una pérdida de 51,9% en comparación a la medición inicial. Los tratamientos que presentaron un mayor y menor desprendimiento de foliolos fueron el terreno plano sin fertilizante (T1) y la pendiente con fertilizante (T3) con el 61% y 45%, respectivamente (Tabla 7). Al realizar el análisis estadístico para el número de foliolos no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 15 – Anexo 3).

**Tabla 7**

Número de foliolos de *C. amorphocarpa* entre la medición inicial y a los 12 meses

	Número de foliolos medición inicial	Número de foliolos medición final	Número de foliolos perdidos	% pérdida de foliolos
<b>T1</b>	8,5	3,3	5,2	61
<b>T2</b>	7,6	3,6	4,0	53
<b>T3</b>	7,5	4,1	3,4	45
<b>T4</b>	7,2	3,7	3,5	48
<b>Promedio</b>	7,7	3,7	4,0	51,9

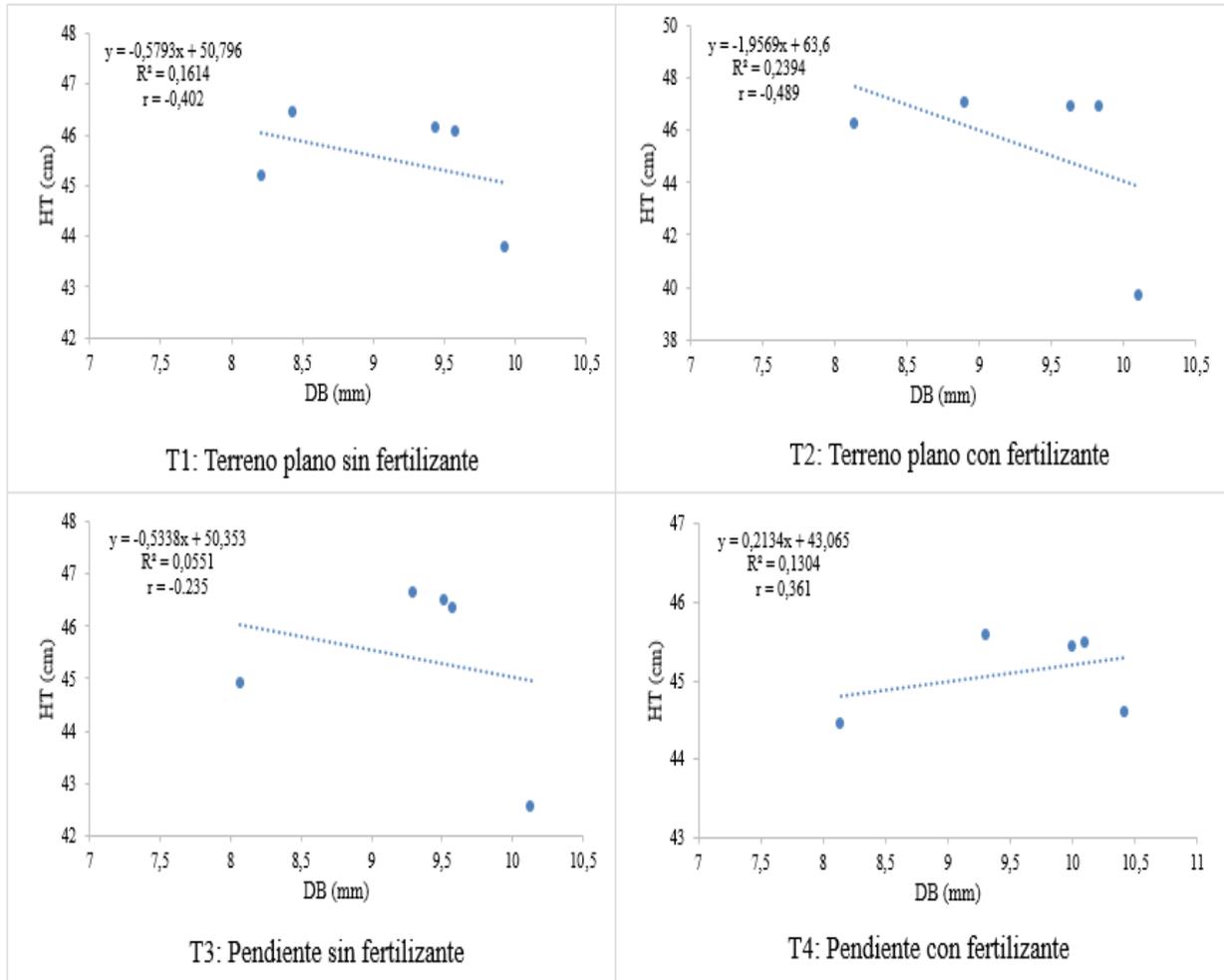
Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos

Finalmente, a pesar de que estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, el T4 (pendiente con fertilizante) presentó los mejores resultados en la mayoría de variables analizadas, seguido por el T3 (pendiente sin fertilizante); lo que demuestra que la pendiente conjuntamente con el fertilizante y la sombra, influyen directamente en el crecimiento de *C. amorphocarpa*.

### 4.2.4 Correlación entre altura total y la fertilización

En el análisis de correlación se evidencia que se determinaron coeficientes  $r$ , del orden del 0,235 al 0,479, valores no significativos a su correspondiente tabular al 5% de probabilidad estadística. Cabe mencionar que los coeficientes de determinación de la regresión  $R^2$  se encuentran entre el rango de 0,005 a 0,23 (Figura 2), es decir que no existe un crecimiento

proporcional entre las variables diámetro basal y altura total, esto se debe a la muerte regresiva apical que se presenta en la especie investigada.



**Figura 2:** Análisis de correlación y regresión lineal entre altura total, diámetro y fertilizante.

### 4.1.3 Costos de establecimiento

El costo total del establecimiento y mantenimiento de los 792 m<sup>2</sup> del ensayo fue de 435,68 dólares, es decir, 2 060,19 dólares/ha (Tabla 8). Además, se calculó el subtotal de cada actividad como: preparación del terreno, transporte, plantado, fertilización y mantenimiento de la plantación y materiales (Anexo 4). Para el cálculo del jornal se utilizó el establecido por el Ministerio del Trabajo.

**Tabla 8**

Costo de establecimiento y mantenimiento de la plantación

<b>Actividad</b>	<b>Costo ensayo (792 m<sup>2</sup>) (USD)</b>	<b>Costo hectárea (USD)</b>
a. Preparación del terreno	9,61	86,65
b. Transporte	55,49	119,32
c. Plantado	7,22	69,32
d. Materiales	357,87	1715,58
e. Fertilización y mantenimiento de la plantación	5,49	69,32
<b>Total</b>	<b>435,68</b>	<b>2060,19</b>

*Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos*

No existen referencias de costos para esta especie, pero sí para especies nativas como: *Parkia multijuga*, *Schizolobium parahyba*, *Cordia alliodora* y *Jacaranda copaia* que se plantan a una densidad de 1 111 árboles/ha y el costo de mantenimiento es de 1 524,00 dólares en el primer año; así mismo, las actividades silviculturales para el manejo son: el establecimiento, coronas, roce o limpias, fertilización, control de plagas y enfermedades, (MAGAP, 2014). Es decir, el costo del ensayo es mayor al de las plantaciones comerciales, debido al alto valor de adquisición de las plantas producidas en la investigación de Villota (2017) (Tabla 19 – Anexo 3).

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos en la presente investigación se obtienen las siguientes conclusiones:

- *C. amorphocarpa* a los 12 meses de medición presentó una sobrevivencia de 96,79 %, IMA de 1,6 cm para la altura y 1,99 mm para el diámetro.
  
- Todos los tratamientos tienen una sobrevivencia mayor al 90%, lo cual se determina que es una especie que no tiene problemas de mortalidad.
  
- Se determinó que tratamiento T4 fue el mejor, debido a que la sombra, la pendiente y el fertilizante influyen directamente en el crecimiento inicial de *C. amorphocarpa*.

## **CAPITULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

- Para establecer plantaciones comerciales de *C. amorphocarpa*, se debe utilizar el tratamiento T4 (pendiente con fertilizante) con influencia de la sombra.
  
- Incentivar en el área de distribución de la especie o lugares con las mismas características edafoclimáticas, a implementar plantaciones comerciales, sistemas agroforestales o enriquecimiento de los bosques nativos con *C. amorphocarpa*.
  
- Continuar con las mediciones de las plantas del presente estudio, con el fin de determinar posibles variaciones en el comportamiento.
  
- Se recomienda continuar con estudios de las especies nativas en Ecuador, en el aspecto fenológico, ecológico, fisiológico, silvicultural, económico.
  
- En función de la presencia imprevista del vector que provoca el daño en las plantas del ensayo, se recomienda para nuevas investigaciones tomar en consideración el análisis y el estudio de este tipo de factores.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, Z. & León, N. (2011). Sobrevivencia y crecimiento inicial de especies vegetales en el Jardín Botánico de la quinta El Padmi, Zamora, Chinchipe. *Arnaldoa*, 8.
- Alvarado, A., & Raigosa, J. (2012). *Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales*. San José. Costa Rica.
- Antón, A. (2013). *Evaluación de crecimiento inicial en tres especies del género Inga en Sistema Agroforestal*. Gandía.
- Aulestia, C. (2011). *Crecimiento inicial de especies nativas en líneas de enriquecimiento de bosque secundario en la estación biológica Bilsa – provincia de Esmeraldas*. Esmeraldas, Ecuador.
- Barrance, A., Beer, J., Boshier, D., Chamberlain, J., Cordero, J., Detlefsen, G., . . . Samarriba, M. (2003). *Árboles de Centroamérica, un Manual para Extensionistas*. Costa Rica: CATIE.
- Bauch, J. & Dünisch, O. (2000). Comparison of growth dynamics and wood characteristics of plantation-grown and primary forest *Carapa guianensis* in Central Amazonia. *IAWA journal / International Association of Wood Anatomists* .
- Briceño, A. (1997). Aproximación hacia un manejo integrado del barrerando de las Meliaceas (*Hypsipyla grandella* (Zeller)). *Revista Forestal Venezolana* 41(1) 1997.
- Carrera, M. (2012). *Estudio técnico y financiero para el establecimiento de una plantación de teca (Tectona grandis) en Guayaquil, Ecuador*. Zamorano, Honduras.
- Comisión Nacional Forestal México. (2010). *Prácticas de reforestación Manual Básico*. Guadalajara: Marketing Group.

Corporación de Manejo Forestal Sustentable. (2005). *Manual de descripción general de especies de bosque nativo*. Esmeraldas.

Donoso, P., Navarro, C., Soto, D., Gerding, V., Thiers, O., Pinares, J., Escobar, B., Sanhueza, M. (2015). . *Manual de plantaciones de raulí (Nothofagus alpina) y coihue (Nothofagus dombeyi) en Chile*. Temuco, Chile.

Ecuador Forestal. (2012). *Planificación estratégica bosques nativos en Ecuador 2007-20012*. Quito.

Erazo, A. (2010). *Evaluación del comportamiento inicial del pino (Pinus radiata) mediante la aplicación de retenedores de agua en Tanlagua, San Antonio de Pichincha*. San Antonio, Pichincha, Ecuador.

Espinoza, M. (2015). *El fomento de plantaciones forestales comerciales en el Ecuador en el período 2006-2012 : propuesta de un nuevo sistema de cofinanciamiento a las plantaciones forestales*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

FAO. (2000). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelo*. Roma.

FAO.(2010). Los principales factores ambientales y de suelos que influyen sobre la productividad y el manejo. *Manual on integrated soil management and conservation practices*, 7.

Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M. & Montenegro, G. (2010). *Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.

- Finegan, B., Camachoa, M. & Zamorab, N. (1999). Diameter increment patterns among 106 tree species in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest. *Forest Ecology and Management*.
- Forest Stewardship Council. (2014). *Pautas para la restauración ecológica para cumplir con estándares FSC en Chile*. Chile.
- Forget, P., Rankin-De Merona, M. & Julliot, C. (2001). The effects of forest type, harvesting and stand refinement on early seedling recruitment in a tropical rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 17:593-609.
- Gouvea, F. (2005). *Estudo do desenvolvimento floral em espécies arbóreas da família Meliaceae*. Piracicaba, Brasil.
- Grupo de Apoyo Interinstitucional del Bosque Protector Golondrinas. (2006). *Plan de manejo del Bosque Protector Golondrinas*. (F. Altropico, Ed.) Quito, Ecuador: Gráficas Iberia.
- Howard, F. & Michael, A. (2014). *El taladrador de las meliáceas, Hypsipyla grandella (Zeller) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae)*. Florida.
- Instituto Nacional Forestal de Nicaragua (2009). *Resultados del Inventario Nacional Forestal Nicaragua, 2007 - 2008*. Managua: INAFOR, 2009.
- Kenfack, D. & Perez, A. (2011). Two New Species of Carapa (Meliaceae) From Western Ecuador. *Systematic Botany* 36.
- Kenfack, D. & Tindo, M. (2014). Extranuptial nectaries in Carapa Aubl. (Meliaceae-Cedreloideae). *Adansonia* 36(2):335-349.
- Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca. (2014). *Programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales*. Guayaquil, Guayas.

Ministerio del Ambiente. (2012). *Linea Base de Deforestación del Ecuador Continental*. Quito.

Ministerio del Ambiente. (2014). *Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017*. Quito.

Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua. (2002). *Guía de Especies Forestales de Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Editora de Arte, S.A.

Morales, M. (1997). El género *Carapa* Aubl. (Meliaceae) en Colombia. *Caldasia*, 11.

Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. & Anthony, S. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide*. Obtenido de <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>

Palacios, W. (2007). *Flora of Ecuador*. 98. *Meliaceae*. Department of Plant and Environmental Sciences, Göteborg University.

Palacios, W. (2011). *Familias y géneros arbóreos del Ecuador*. Ecuador: Ministerio del Ambiente.

Palacios, W. (2012). Cuatro especies nuevas de árboles del Ecuador. *Caldasia* 34(1):75-85.

Peña, O. (1997). *Efecto de los factores edáficos y topográficos en el crecimiento de especies forestales de un bosque secundario en Sarapiquí, Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica.

Plowden, C. (2004). The Ecology and Harvest of Andiroba Seeds for Oil Production in the Brazilian Amazon. *Conservation & Society* 2:251-272.

Rojas, J. (2015). *Fertilidad de suelos en plantaciones forestales en el trópico colombiano*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Schnitzer, N., Jenking, D., Weissenhofer, A. & Hietz, P. (2013). Growth and survival of rainforest seedlings in reforestation in lowland Costa Rica. La Gamba, Costa Rica.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017* (Primera ed.). (C. N. Planificación, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: s/e.

Trujillo, E. (2003). *Plantación Forestal: Planeación para el Éxito*. Recuperado el 15 de 06 de 2016, de Revista-MM: <http://www.revista-mm.com/ediciones/rev51/forestal.pdf>

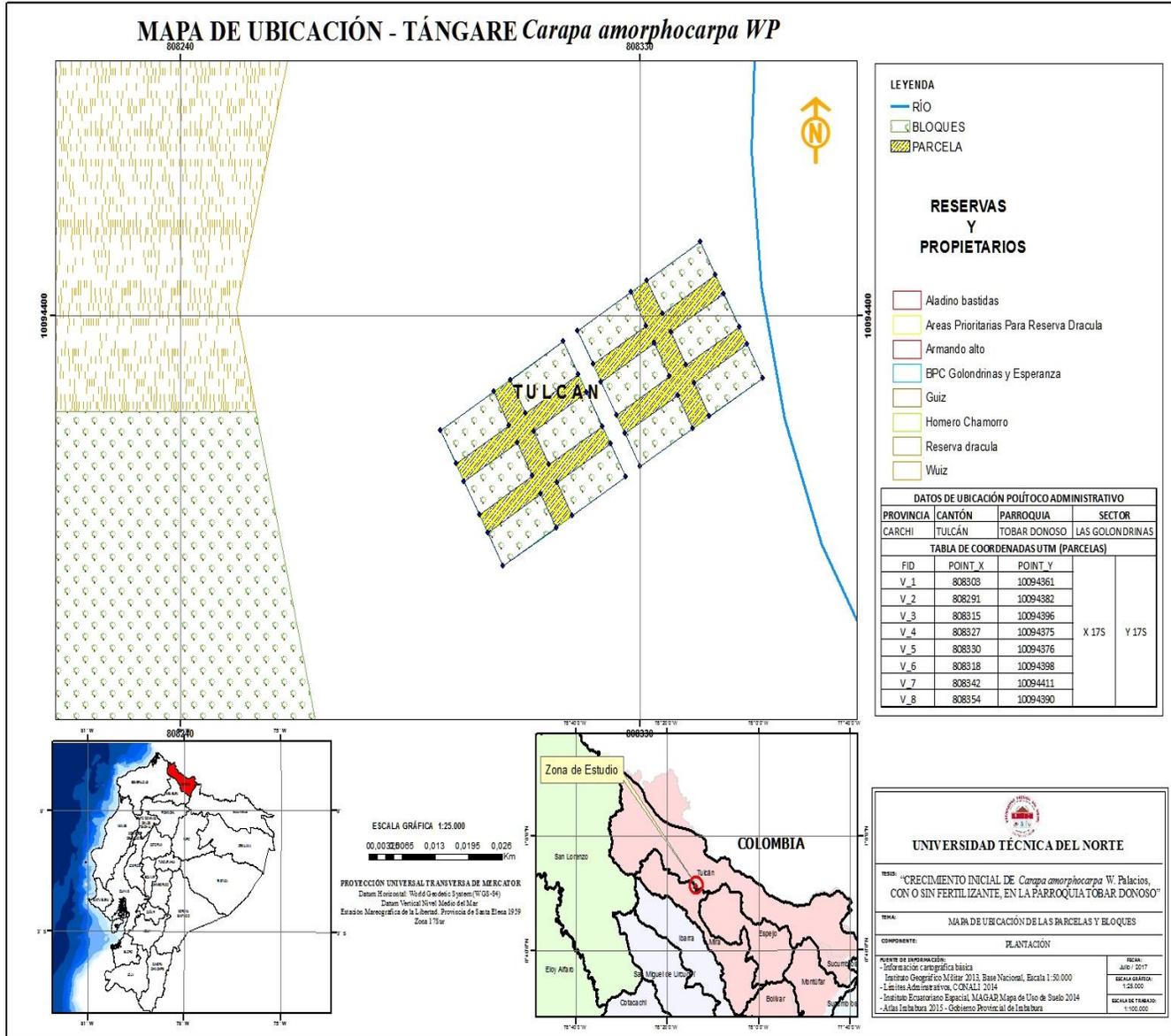
Valdecantos, A. (2001). *Aplicación de fertilizantes orgánicos en la repoblación de zonas forestales degradadas de la Comunidad Valenciana*. Alicante: Universidad de Alicante.

Villota, F. (2016). Propagación de Carapa amorphocarpa W. Palacios, empleando diferentes tratamientos, en el noroccidente del Ecuador. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

# CAPÍTULO VIII

## ANEXOS

### Anexo 1. Mapa de ubicación del sitio de estudio



Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos

## Anexo 2. Límites de confianza para la selección de plantas

**Tabla 9**

Cálculo de los límites de confianza

<b>Estimador estadístico</b>	<b>Valor</b>
Media	47,67
Error estándar de la media	2,21
Desviación estándar	12,08
Coefficiente de variación	25,34
N	260
N	30
Fracción muestral	11,54
Error de muestreo	9,46
$t_{\alpha,0,01}$	3,659
Lo	8,069
<b>Li</b>	<b>39,604</b>
<b>Ls</b>	<b>55,742</b>

*Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos*

## Anexo 3. Análisis estadísticos

**Tabla 10**

Análisis de varianza de la sobrevivencia a los 12 meses

F.V.	SC	gl	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloques	9,86	2	4,93	0,20	ns	5,14	10,92
Tratamientos	14,78	3	4,93	0,20	ns	10,13	34,12
Error	147,84	6	24,64				
Total	172,48	11					
CV= 5,13							

**Elaborado por:** Lenin Nicanor Mejía Pazos

**Tabla 11**

Análisis de varianza de la altura total a los 12 meses

F.V.	SC	gl	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloques	6,16	2	3,08	0,3	ns	5,14	10,92
Tratamientos	41,95	3	14	1,5	ns	10,13	34,12
Error	56,53	6	9,42				
Total	104,6	11					
CV= 7,2							

**Elaborado por:** Lenin Nicanor Mejía Pazos

**Tabla 12**

Análisis de varianza del diámetro basal a los 12 meses

F.V.	SC	gl	CM	FC	F $\square_{0,05}$	F $\square_{0,01}$
Bloques	0,28	2	0,14	0,4 ns	5,14	10,92
Tratamientos	0,38	3	0,13	0,4 ns	10,13	34,12
Error	1,94	6	0,32			
Total	2,6	11				

CV= 5,61

**Elaborado por:** Lenin Nicanor Mejía Pazos**Tabla 13**

Análisis de varianza del estado fitosanitario a los 12 meses

F.V.	SC	gl	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloques	0,57	2	0,28	2,5 ns	5,14	10,92
Tratamientos	0,93	3	0,31	2,7 ns	10,13	34,12
Error	0,69	6	0,12			
Total	2,19	11				

CV= 11,07

**Elaborado por:** Lenin Nicanor Mejía Pazo**Tabla 14***t de Student* para variable sombra

Variable	Con sombra	Sin sombra	t calculada	p-valor	Significancia
Altura	44,28	42,22	1,26	0,21	ns
Diámetro basal	10,46	10,07	1,27	0,21	ns
Estado fitosanitario	3,93	2,87	9,37	0,00	**
Número de foliolos	4,52	3,48	1,91	0,06	ns

**Elaborado por:** Lenin Nicanor Mejía Pazos

**Tabla 15**

Análisis de la varianza para el número de foliolos a los 12 meses

F.V.	SC	gl	CM	FC		Fa <sub>0,05</sub>	Fa <sub>0,01</sub>
Bloques	1,34	2	0,67	1	ns	5,14	10,92
Tratamientos	0,95	3	0,32	0,5	ns	10,13	34,12
Error	3,9	6	0,65				
Total	6,18	11					
				CV=		21,93	

**Elaborado por:** Lenin Nicanor Mejía Pazos**Anexo 4. Costos de establecimiento y mantenimiento de la plantación****Tabla 16**

Preparación del terreno

Actividad	Jornal	Costo unitario (USD)	Costo ensayo (792 m <sup>2</sup> ) (USD)	Costo hectárea (USD)
a. Socola	2	17,33	2,75	34,66
b. Delimitación parcelas	2	17,33	2,75	
c. Diseño de plantación	1	17,33	1,37	17,33
d. Balizado	2	17,33	2,75	34,66
<b>Subtotal</b>			9,61	86,65

*Elaborado por:* Lenin Nicanor Mejía Pazos**Tabla 17**

Transporte

Actividad	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo ensayo (792 m <sup>2</sup> ) (USD)	Costo hectárea (USD)
a. Alquiler camión		1	50,00	50,00	50,00
b. Carga y descarga plántulas del camión	Jornal	2	17,33	2,75	34,66
c. Distribución de plántulas en parcela	Jornal	2	17,33	2,75	34,66
<b>Subtotal</b>				55,49	119,32

*Elaborado por:* Lenin Nicanor Mejía Pazos

**Tabla 18**

## Plantado

Actividad	Jornal	Costo unitario (USD)	Costo ensayo (792 m <sup>2</sup> ) (USD)	Costo hectárea (USD)
a. Hoyado	2	17,33	2,75	34,66
b. Plantado	2	17,33	2,75	34,66
c. Colocación de estacas	0,1	17,33	1,733	
<b>Subtotal</b>			7,22	69,32

*Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos*

**Tabla 19**

## Materiales

Actividad	Unidad	Costo unitario (USD)	Costo ensayo (792 m <sup>2</sup> ) (USD)	Costo hectárea (USD)
a. Plantas	156	1,37	213,72	1522,07
b. Machete	1	6,00	6,00	12,00
c. Barra	1	15,00	15,00	15,00
d. Flexómetro	1	10,00	10,00	10,00
e. Decámetro	1	30,00	30,00	30,00
f. Piola (rollo)	2	2,00	4,00	51,00
g. Pintura	1	3,00	3,00	3,00
e. Estacas	153	0,05	7,65	
f. Gabeta	2	4,00	8,00	8,00
g. Fertilizante	1	0,50	0,50	5,00
h. Análisis de suelo	3	20,00	60	60,00
<b>Subtotal</b>			357,87	1715,58

*Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos*

**Tabla 20**

## Fertilización y mantenimiento de la plantación

Actividad	Jornal	Costo unitario (USD)	Costo ensayo (792 m <sup>2</sup> ) (USD)	Costo hectárea (USD)
a. Fertilización	1	17,33	1,37	17,33
b. Coronamientos	3	17,33	4,12	51,99
<b>Subtotal</b>			5,49	69,32

*Elaborado por: Lenin Nicanor Mejía Pazos*

# Anexo 5. Análisis de suelo

## Análisis de suelo terreno plano

**LABONORT**  
 LABORATORIOS NORTE  
 Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: LENIN MEJIA Ciudad: Teléfono: 0967944133 Fax:	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Carchi Cantón: Parroquia: Tobar Donoso Sitio: Cerro Golondrinas
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Cerro Golondrinas Superficie: Número de Campo: Terreno Plano Cultivo Actual: A Cultivar:	<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 7489 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Suelo Terreno Plano Fecha de Ingreso: 2017-02-20 Fecha de Reporte: 2017-02-22

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION			
N	132.94	ppm				
P	9.82	ppm				
S		ppm				
K	0.19	meq/100 ml				
Ca	1.92	meq/100 ml				
Mg	0.47	meq/100 ml				
Zn		ppm				
Cu		ppm				
Fe		ppm				
Mn		ppm				
B		ppm				
pH	4.42					
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml				
Al		meq/100 ml				
Na		meq/100 ml				
Ce	0.200	mS/cm				
MO		%				

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4.09	2.47	12.58	2.58						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
 Responsable Laboratorio *[Signature]*

Análisis de suelo pendiente

**LABONORT**  
 LABORATORIOS NORTE  
 Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: LENIN MEJIA Ciudad: Teléfono: 0967944133 Fax:	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Carchi Cantón: Parroquia: Tobar Donoso Sitio: Cerro Golondrinas
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Cerro Golondrinas Superficie: Número de Campo: Pendiente Cultivo Actual: A Cultivar:	<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 7491 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Suelo Pendiente Fecha de Ingreso: 2017-02-20 Fecha de Reporte: 2017-02-22

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
<b>N</b>	143.64	ppm	
<b>P</b>	9.27	ppm	
<b>S</b>		ppm	
<b>K</b>	0.16	meq/100 ml	
<b>Ca</b>	3.79	meq/100 ml	
<b>Mg</b>	0.62	meq/100 ml	
<b>Zn</b>		ppm	
<b>Cu</b>		ppm	
<b>Fe</b>		ppm	
<b>Mn</b>		ppm	
<b>B</b>		ppm	
<b>pH</b>	5.03		
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml	
<b>Al</b>		meq/100 ml	
<b>Na</b>		meq/100 ml	
<b>Ce</b>	0.157	mS/cm	
<b>MO</b>		%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6.11	3.88	27.56	4.57						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
 Responsable Laboratorio

**LABONORT**  
 IBARRA - ECUADOR  
 ANALISIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Análisis de suelo bosque nativo

# LABONORT

LABORATORIOS NORTE  
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DE PROPIETARIO**  
Nombre: LENIN MEJIA  
Ciudad:  
Teléfono: 0967944133  
Fax:

**DATOS DE LA PROPIEDAD**  
Provincia: Carchi  
Cantón:  
Parroquia: Tobar Donoso  
Sitio: Cerro Golondrinas

**DATOS DEL LOTE**  
Sitio: Cerro Golondrinas  
Superficie:  
Número de Campo: Terreno de Bosque  
Cultivo Actual:  
A Cultivar:

**DATOS DE LABORATORIO**  
Nro Reporte.: 7490  
Tipo de Análisis: Elemental  
Muestra: Suelo Terreno de Bos  
Fecha de Ingreso: 2017-02-20  
Fecha de Reporte: 2017-02-22

---

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	125.30	ppm	
P	9.27	ppm	
S		ppm	
K	0.14	meq/100 ml	
Ca	1.67	meq/100 ml	
Mg	0.32	meq/100 ml	
Zn		ppm	
Cu		ppm	
Fe		ppm	
Mn		ppm	
B		ppm	
pH	4.26		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.106	mS/cm	
MO		%	

---

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
5.22	2.29	14.21	2.13					

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
Responsable Laboratorio

**Anexo 6. Matriz de toma de datos en el campo**

Nº planta	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Estado Fit.	Nº de foliolos	Sombra	Muerte regresiva (cm)	Daño mecánico (cm)	
							Altura	longitud
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								

**Elaborado por:** Lenin Nicanor Mejía Pazos

## Anexo 7. Fotografías



**Foto 1.** Área de investigación



**Foto 2.** Selección de plantas en vivero



**Foto 3.** Transporte de plantas desde el vivero hasta sitio de plantación



**Foto 4.** Descarga de plantas



**Foto 5.** Delimitación de parcelas



**Foto 6.** Distribución de plantas en el área de estudio



**Foto 7.** Hoyado



**Foto 8.** Plantado



**Foto 9.** Etiquetado de las plantas



**Foto 10.** Calibrador electrónico



**Foto 11.** Medición altura



**Foto 12.** Medición diámetro



**Foto 13.** Toma de suelo del área de plantación



**Foto 14.** Toma de suelo del bosque nativo, árboles de *Carapa amorphocarpa*



**Foto 15.** Aplicación de fertilizante en terreno plano



**Foto 16.** Aplicación de fertilizante en pendiente



**Foto 17.** Daño causado por agente externo



**Foto 18.** Muerte regresiva