



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell, EN EL
SECTOR DE CACHACO, PROVINCIA DE IMBABURA.**

AUTOR:

Rubén Darío Farinango Solano.

DIRECTOR:

Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila, Mgs.

IBARRA – ECUADOR

2020

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell, EN EL SECTOR DE CACHACO, PROVINCIA DE IMBABURA.

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. Eduardo Jaime Chagna Avila, Mgs.

Director de trabajo de titulación



Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.

Tribunal de trabajo de titulación



Ing. Andrés Manolo Carrión Burgos, Mgs.

Tribunal de trabajo de titulación



Ibarra – Ecuador
2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003981113		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Farinango Solano Rubén Darío		
DIRECCIÓN:	Barrio Tanguarin – Calle Bolívar 2-125		
EMAIL:	rdfarinangos@utn.edu.ec / rd.fari95@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062-933-333	TELÉFONO MÓVIL:	0986107885

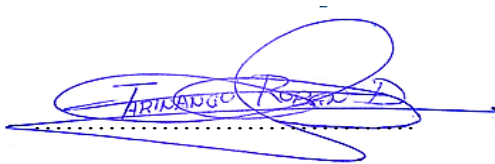
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE <i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell, EN EL SECTOR DE CACHACO, PROVINCIA DE IMBABURA
AUTOR (ES):	Rubén Darío Farinango Solano
FECHA:	26 de mayo de 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila, Mgs.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de mayo de 2020

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rubén Darío Farinango Solano', written over a horizontal dotted line.

Rubén Darío Farinango Solano

C.I.: 1003981113



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, Rubén Darío Farinango Solano, con cédula de identidad Nro. 1003981113; 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 **PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Terminalia amazonia*** (J.F. Gmel.) Exell, **EN EL SECTOR DE CACHACO, PROVINCIA DE IMBABURA**, 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.

.....
Rubén Darío Farinango Solano

C.I.: 1003981113

Ibarra, a los 26 días del mes de mayo de 2020

REGISTRO BIBIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 26 de mayo de 2020

Rubén Darío Farinango Solano: **PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Terminalia amazonia*** (J.F. Gmel.) Exell, **EN EL SECTOR DE CACHACO, PROVINCIA DE IMBABURA,** /Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 19 de marzo del 2020. 70 páginas.

DIRECTOR: Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila, Mgs.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la propagación vía vegetativa de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Excell en dos diámetros de estacas aplicando dos tipos de enraizador. Entre los objetivos específicos se encuentra: Determinar el tratamiento de propagación vegetativa más adecuado en términos silviculturales, y establecer los costos de producción de acuerdo a cada uno de los tratamientos utilizados.

Fecha: 26 de mayo de 2020



.....
Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila, Mgs.

Director de trabajo de titulación



.....
Rubén Darío Farinango Solano

Autor

DEDICATORIA

A mis padres, Miguel y Lucía quienes me brindaron su apoyo, consejos y comprensión durante toda esta etapa, así como a mis hermanos quienes me brindaron aliento en todo momento.

Gracias por todo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida de mi familia.

A mis padres y hermanos que me brindaron todo su esfuerzo y apoyo incondicional, por ser los principales promotores de mis sueños y por cada día confiar y creer en mí.

A mi pequeño grupo de amigos por enseñarme algo más de la vida, por todos los momentos vividos y por su ayuda en esta investigación, en especial a Jonathan y Yadii.

A los docentes por sus enseñanzas, en especial a mi equipo de trabajo por todos sus aportes al desarrollo de esta investigación; quienes más que docentes fueron amigos.

A la Fundación “Cristo de la Calle” por permitirme desarrollar la investigación en la finca “Ciudad de Gubbio” de su propiedad y por todo el apoyo brindado por medio del Ingeniero Hugo Paredes.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Págs.
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	v
REGISTRO BIBIOGRÁFICO.....	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	15
INTRODUCCIÓN	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 General.....	16
1.3.2 Específicos.	16
1.4 Hipótesis.....	17
1.4.1 Hipótesis nula.....	17
1.4.2 Hipótesis alterna.....	17
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Fundamentación legal	18

2.1.1 Código Orgánico Ambiental	18
2.1.2 Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021	18
2.1.3 Línea de investigación	19
2.2 Fundamentación teórica	19
2.2.1 Bosque nativo.....	19
2.2.2 Descripción de la especie.....	20
2.2.3 Propagación de especies forestales de bosque nativo	22
2.2.4 Hormonas de enraizamiento	25
2.2.5 Sustratos	27
CAPÍTULO III	29
MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1 Ubicación del sitio.....	29
3.1.1 Política	29
3.1.2 Geográfica.....	30
3.2 Datos climáticos	30
3.3 Materiales, equipos, insumos y software	30
3.4 Metodología	31
3.4.1 Selección del sitio	31
3.4.2 Selección de árboles.....	31
3.4.3 Recolección de material vegetativo	31
3.4.4 Instalación del ensayo.....	32
3.4.5 Tratamientos	34
3.4.6 Campo experimental	34
3.4.7 Distribución de tratamiento.....	35
3.4.8 Variables a evaluar.....	35
3.4.9 Análisis de la información	36
3.4.10 Preparación del sustrato	36
3.4.11 Desinfección de estacas	37
3.4.12 Preparación y aplicación del enraizadores	37
3.4.13 Plantación del material vegetativo	38
3.4.14 Mantenimiento posterior a la plantación.....	38
3.4.15 Determinación de costos	39

CAPÍTULO IV	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1 Resultados	40
4.1.1 Variables evaluadas a los 30 días.....	40
4.1.2 Evaluación a los 60, 90 y 120 días.....	41
4.1.3 Costos de producción.....	42
4.2 Discusión.....	45
CAPÍTULO V	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1 Conclusiones	49
5.2 Recomendaciones.....	49
CAPÍTULO VI.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	51
CAPÍTULO VII	57
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Pags.
Tabla 1 Materiales, equipos, software e insumos	30
Tabla 2 Diseño experimental	32
Tabla 3 Descripción de tratamientos.....	34
Tabla 4 Campo experimental	34
Tabla 5 Distribución de tratamientos.....	35

Tabla 6 Dosificación y aplicación de enraizantes	38
Tabla 7 Evaluación 30 días	41
Tabla 8 Resultados 60, 90, 120 días.....	41
Tabla 9 Costos de producción estacas de 2cm de diametro.....	42
Tabla 10 Costos de producción estacas de 4cm de diametro.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pags.
Figura 1. Mapa de ubicación.....	29

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	Pags.
Anexo 1 Arboles seleccionados.....	57
Anexo 2 Costos de producción tratamiento 1.....	58
Anexo 3 Costos de producción tratamiento 2.....	59
Anexo 4 Costos de producción tratamiento 3.....	61
Anexo 5 Costos de producción tratamiento 4.....	62
Anexo 6 Costos de producción tratamiento 5.....	64
Anexo 7 Costos de producción tratamiento 6.....	66
Anexo 8 Ilustraciones	68

TITULO: PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell, EN EL SECTOR DE CACHACO, PROVINCIA DE IMBABURA.

Autor: Rubén Darío Farinango Solano

Director de trabajo de titulación: Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila, Mgs.

Año: 2020

RESUMEN

La propagación de plantas de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell por vía sexual presenta varios inconvenientes: reducido número de árboles semilleros, bajo porcentaje de germinación, semillas vanas, entre otros. El potencial de esta especie es sumamente alto, debido a sus características se la puede emplear en diversas actividades, además permite manejar la regeneración natural, se regenera bien en pastizales cuando hay remanente de árboles adultos, y con el tiempo puede formar rodales puros. El objetivo del presente estudio fue evaluar la propagación vía vegetativa de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell en dos diámetros de estacas aplicando dos tipos de enraizador. Se estableció un ensayo mediante un diseño experimental irrestricto al azar en arreglo factorial, (AxB), utilizando estacas de 2 y 4 cm de diámetro recolectadas al azar en la copa de 10 árboles, estas fueron impregnadas con enraizador químico (ANA) y natural (AIB), se evaluó el número de raíces y su longitud a los 30 y 120 días; el número de brotes a los 30, 60, 90 y 120 días, en tres estacas seleccionadas al azar de cada tratamiento. Los brotes por estaca a los 30 días presentaron buenos resultados, sin embargo, esto se debió a la reserva nutricional que presentan las estacas, pues conforme avanzaba el tiempo, los brotes mostraron defoliación y posterior muerte de tejidos. Se obtuvo un 0,05% de enraizamiento en las estacas de 4 cm de diámetro con enraizante químico (Acido Naftalen-Acético). Los tratamientos utilizados presentaron una baja viabilidad de propagación de la especie.

Palabras clave: *Terminalia amazonia*, Roble, Propagación, Estacas

TITLE: VEGETATIVE PROPAGATION OF *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell, IN THE SECTOR OF CACHACO, IMBABURA PROVINCE.

Author: Rubén Darío Farinango Solano

Director of thesis: Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila, Mgs.

Year: 2020

ABSTRACT

The propagation of plants of *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell by sexual route presents several disadvantages: reduced number of seed trees, low germination percentage, seed is futile, among others. The potential of this species is extremely high, due to its characteristics it can be used in various activities, it also allows managing natural regeneration, regenerates well in grasslands when there are remnants of adult trees, and over time can form pure stands. The objective of this study was to evaluate the vegetative propagation of *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell in two stake diameters by applying two types of rooting. A trial was established using a randomized unrestricted experimental design in factorial arrangement, (AxB), using stakes of 2 and 4 cm in diameter collected randomly in the canopy of 10 trees, these were impregnated with chemical rooting (ANA) and natural (AIB), the number of roots and their length was evaluated at 30 and 120 days; the number of regrowths at 30, 60, 90 and 120 days, in three stakes selected at random from each treatment. Stake outbreaks at 30 days showed good results, however, this was due to the nutritional stock presented by the stakes, as time progressed, the outbreaks showed defoliation and subsequent tissue death. 0.05% rooting was obtained in the 4 cm diameter stakes subjected to chemical rooting (Naphthalen-Acetic Acid). Little viability in the propagation was concluded with de treatments used.

Keywords: *Terminalia amazonia*, Oak, Propagation, Stakes.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Ecuador por su privilegiada ubicación geográfica es parte de los 17 países más megadiversos del planeta y domina porciones de dos de los “hot spots” de biodiversidad de todo el mundo, los Andes tropicales y el Tumbes-Choco-Magdalena (Nikolay, Aguirre, Palomeque, Weber, Stimm, & Günter, 2011).

El bosque húmedo es un ecosistema que se ha visto afectado por acciones antrópicas entre, una de ellas la extracción de madera por lo cual el bosque tropical presenta amenazas y una considerable disminución de la biodiversidad. Según Aguirre (2007) las técnicas de reforestación, restauración y enriquecimiento resultan difíciles de llevar a cabo por el limitado conocimiento sobre la silvicultura de especies forestales del bosque húmedo tropical.

La especie *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Exell que conforma una parte importante en el bosque tropical se encuentra vulnerable por las afectaciones causadas en sus poblaciones por su acelerado aprovechamiento, pues su uso es muy amplio, con una densidad que oscila entre 0.58 y 0,70 g/cm³ (Montero & Kanninen, 2005), por lo cual puede ser utilizada desde barcos hasta contrachapados, además Solis & Moya (s.f) afirman que la corteza es rica en taninos y puede utilizarse en el curtido de pieles.

Varios autores, entre los cuales se encuentran Hidalgo (1996) y Bravo (2015) afirman que la propagación de plantas de *T. amazonia* por vía sexual presenta varios inconvenientes como la baja existencia de árboles semilleros, alto tiempo de germinación, y en ciertos casos la semilla es vana. La propagación vegetativa presenta una gran ventaja sobre la sexual, la cual permite obtener un gran número de plántulas a partir de una sola planta, las cuales conservan las características del

progenitor (Rojas González, García Lozano, & Alarcón Rojas, 2004). Además, la propagación vegetativa es una técnica orientada al conocimiento de las formas reproductivas de las especies frágiles o en peligro (Castillo & Peralta 2007)

T. amazonia permite manejar la regeneración natural, ya que se regenera bien en pastizales cuando hay remanente de árboles adultos, y con el paso de los años puede formar rodales puros (Montero & Kanninen, 2005). Este trabajo pretende aportar conocimiento sobre propagación vegetativa de *T. amazonia* ya que como se ha mencionado anteriormente tiene un gran potencial para el sector forestal, por lo cual su conservación y propagación es de gran importancia.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Evaluar la propagación vía vegetativa de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Exell en dos diámetros de estacas aplicando dos tipos de enraizadores.

1.3.2 Específicos.

- Determinar el tratamiento de propagación vegetativa más adecuado en términos silviculturales.
- Establecer los costos de producción de acuerdo a cada uno de los tratamientos utilizados.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis nula

Los tratamientos utilizados muestran resultados similares en la propagación vegetativa de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell.

1.4.2 Hipótesis alterna

Al menos uno de los tratamientos utilizados muestra un resultado diferente en la propagación vegetativa de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación legal

2.1.1 Código Orgánico Ambiental

La investigación se acoge en los títulos, artículos e incisos que a continuación se describen:

Título II: De los derechos, deberes y principios ambientales

Artículo 5: Derecho de la población a vivir en un ambiente sano.

Inciso 1: La conservación, manejo sostenible y recuperación del patrimonio natural, la biodiversidad y todos sus componentes, con respeto a los derechos de la naturaleza y a los derechos colectivos de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades.

Inciso 2: El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros.

2.1.2 Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021

El estudio se enmarca en los objetivos, políticas y lineamientos estratégicos siguientes:

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

Política 3.3: Precautelar el cuidado del patrimonio natural y la vida humana por sobre el uso y aprovechamiento de recursos naturales no renovables.

Política 3.4: Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global

Política 3.6: Impulsar la generación de bio-conocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora, así como el desarrollo de un sistema de bioseguridad que precautele las condiciones ambientales que pudieran afectar a las personas y otros seres vivos.

2.1.3 Línea de investigación

El estudio se enmarca dentro de la línea de investigación de la carrera de Ingeniería Forestal: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Bosque nativo

El bosque nativo es un ecosistema arbóreo que se caracteriza por la presencia de árboles y arbustos de variadas especies nativas, edades y alturas, que se regenera por sucesión natural

(EcuadorForestal, 2016). Las materias primas que se obtienen del bosque nativo han sido utilizadas para diversas actividades desde la generación de energía para calefacción hasta la industrialización de sus productos.

La flora nativa se caracteriza por ser el conjunto de especies que pertenecen a hábitats naturales, siendo parte de ecosistemas muy ricos en biodiversidad, aislados de agresiones antrópicas y de la influencia de su distribución actual (Paucar, Peña, & Maritza, 2013). Los bosques nativos son ecosistemas renovables que pueden ofrecer una producción permanente de bienes y servicios, pero el limitado conocimiento de sobre su manejo ha limitado su productividad y conservación.

2.2.2 Descripción de la especie

2.2.2.1 Taxonomía y morfología

Familia: COMBRETACEAE

Nombre científico: *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell

Nombre común: Yumbingue, Roble (Ecuador), Roble coral, Amarillón, (América central), Guayabo león (Colombia), Verdolago (Bolivia).

Árbol monoico con alturas de hasta 70m en bosques amazónicos y centroamericanos. Diámetro de 1 a 3m. fuste recto, asimétrico y con frecuencia acanalado en el tercio basal, raíces tablares delgadas. Corteza delgada, color pardo grisáceo o amarillo grisáceo en el exterior y amarillo verdoso o pardo amarillento en el interior, textura fibrosa y sabor amargo. Hojas simples

pequeñas (8-9cm de largo) de color verde oscuro, brillantes en el haz y verde claro, opaco por el envés. Inflorescencia en racimos con numerosas flores de color amarillo producidas en febrero, se originan en las axilas de los múltiples tallos cortos arrossetados. Frutos secos alados en forma de mariposa (2 alas grandes y 2 pequeñas), pequeños (2cm de ancho aprox.), la parte central presenta pubescencia, de color amarillo a dorado. La semilla se encuentra en una cavidad circundada por el endocarpio fibroso, con una cobertura seminal de color amarillo opaco (Montero & Kanninen, 2005).

2.2.2.2 Distribución

T.amazonia crece naturalmente desde el Golfo de México en la vertiente Atlántica hasta Colombia, Venezuela, Guayanas, Surinam, Trinidad y Tobago, Brasil, Perú, Ecuador, Bolivia, Argentina, Uruguay y Paraguay. Generalmente se encuentra en un rango de 40 a 1200 msnm (Montero, 2005). En Ecuador la especie presenta una distribución errática. En el noroccidente aparece en zonas de aguajales (aguas negras) por debajo de los 100 msnm, para luego reaparecer entre los 600 y 750 msnm, en suelos bien drenados entre bosques de transición de seco a húmedo de la cuenca media del río Mira. En la Región Amazónica del Ecuador (RAE) aparece por debajo de los 1200msnm (Palacios, 2016).

2.2.2.3 Requerimiento de clima y suelo

T.amazonia es una especie con un gran potencial de crecimiento, ésta crece en colinas y planicies costeras, en suelos rojos o amarillos, lateríticos profundos, derivados de materiales

aluviales o ígneos, con temperaturas anuales entre 21–24 °C, y precipitaciones de entre 2000 y 4500 mm por año. La especie tolera hasta 4 meses de sequía (Montero & Kanninen, 2003).

2.2.3 Propagación de especies forestales de bosque nativo

De acuerdo a Miller, (1967) en la naturaleza existen dos tipos de propagación de plantas, sexual (semilla) y asexual (vegetativa), mediante las cuales se puede lograr diversas técnicas de propagación dependiendo de la especie.

2.2.3.1 Propagación sexual

La propagación sexual es la multiplicación de plantas a través de su semilla, también se la conoce como reproducción debido a que hace referencia a la recombinación genética producida por los fenómenos de meiosis y fecundación (PROMES,s.f). Este método es muy importante en trabajos de mejoramiento genético para la creación de nuevas variedades. A pesar de que las plantas obtenidas por semillas no conservan las características de las plantas madres resulta importante mantener la diversidad genética de las especies forestales en sus ambientes naturales (Minchala-Patiño et al., 2013).

2.2.3.2 Propagación asexual o vegetativa

La propagación vegetativa o clonación se define como la reproducción de una planta a partir de una célula un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características según sean las condiciones de crecimiento como luz, temperatura, nutrientes, sanidad, entre otras (Rojas González et al., 2004).

2.2.3.2.1 Características de la propagación vegetativa

La reproducción por medio de partes vegetales de una planta original es posible debido a la totipotencialidad que es la propiedad de cada célula vegetativa viviente de contener toda la información genética necesaria para regenerar al organismo completo del cual forma parte, estas células forman parte de los tejidos meristemáticos primarios y secundarios que se encuentran en varios órganos de las plantas (Gutiérrez & Ortiz, 2005)

En algunos casos la producción de semilla es muy baja o en ciertas especies no la producen, por esta razón la propagación vegetativa es la mejor opción porque es fácil y rápida además, porque reproduce de manera confiable las características del individuo progenitor (Chimbo & Chamba, 2002).

2.2.3.2.2 Ventajas y desventajas de la propagación vegetativa

Rojas et al., (2004) Señalan algunas ventajas y desventajas de este método de producción de plantas, entre las cuales se encuentran:

- Conserva genotipos superiores que determinan características genotípicas favorables (resistencia a plagas y/o enfermedades, crecimiento, producción, calidad de frutos, tolerancia a condiciones extremas de humedad o sequía, etc).
- Propagar especies que sus semillas presentan problemas de germinación o de almacenamiento o que son de ciclo reproductivo largo.

- Esta técnica presenta riesgos de transmitir enfermedades de virus y bacterias a través de insectos o por el uso de herramientas contaminadas. De tal forma que cualquier material vegetativo que se obtenga, llevarán consigo la enfermedad

2.2.3.2.3 Propagación vegetativa por estacas

En la propagación por estacas se corta una porción de tallo, raíz u hoja, las cuales se colocan en condiciones controladas y favorables induciendo a la formación de raíces y tallos, obteniendo de esta manera una planta completamente nueva con las mismas características de la planta de la cual se obtuvo el material vegetal (Hartmann, Kester, & Marino Ambrosio, 1990).

El porcentaje de estacas enraizadas refleja el éxito de la propagación, para este fin el material debe cumplir ciertas características.

a) Características de las estacas

Castillo & Peralta, (2007) indican que las estacas deben provenir de árboles sanos debidamente seleccionados, la recolección se la debe hacer en días sombreados y para su traslado se debe envolver las estacas en papel periódico con el fin de evitar la deshidratación, el corte debe ser en forma de bisel, deben poseer una longitud de 20 a 30 cm logrando que tengan tres o cuatro yemas.

Por otro lado, Soto, (2004) aconseja recolectar las estacas en un determinado momento del año, el cual dependerá del tipo de planta a propagar (perenne o caduca), debido a que los contenidos de carbohidratos en plantas caducas son mayor, además afirma que esto está

relacionado directamente con el balance hormonal, lo cual tendrá una influencia directa en el enraizamiento.

b) Desinfección de las estacas

El material antes de ser plantado debe ser desinfectado, esta es una práctica estrictamente necesaria en este tipo de materiales, para lo cual Portilla (2012) aconseja sumergir las estacas en soluciones de Vitavax en un periodo de 5 a 10 segundos.

2.2.4 Hormonas de enraizamiento

Son sustancias sintetizadoras que se encuentran en diversos lugares de las plantas y que actúan a muy bajas concentraciones el otro parte de las mismas, son las encargadas de regular diversas funciones de la planta como desarrollo y reproducción (Hartman & Kester, 2001).

Entre los principales grupos de hormonas se encuentran las auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y el etileno; cada uno posee una función dominante pero con cierto riesgo de presentar efectos secundarios en las etapas de desarrollo y reproducción (Rojas González et al., 2004).

2.2.4.1 Inducción del enraizamiento

No todas las plantas poseen la capacidad de generar raíces de forma espontánea, por esta razón es necesario aplicar sustancias hormonales que induzcan a la formación de raíces. Las hay tipo natural como el ácido indolacético (AIA) y químicas, como el ácido indolbutírico (AIB) y el

ácido naftalenacético (ANA). Todas estimulan la formación de raíces cuando se aplica en la base de las estacas (Vázquez Yanes & Cervantes, 1997).

2.2.4.1.1 Enraizadores químicos

En técnicas de propagación vegetativa se recomienda aplicar hormonas con la finalidad de promover la formación de raíces. Todas promueven un mayor enraizamiento del material vegetal a través de la absorción de nutrientes y otras sustancias hacia el sitio de aplicación (Vivanco 2019).

Dependiendo de las dosis, así como de las vías de aplicación necesarias para cada planta y material vegetativo, el fabricante ofrece información acerca de los productos que pueden ser utilizados (León, 2009).

a) Hormonagro 1

Se caracteriza con un estimulante de gran poder para la formación de raíces en plantas. Se emplea en la propagación vegetativa por medio de estacas, acodos y esquejes; generando un eficaz enraizamiento con presencia de raíces similares a las formadas de manera natural por la planta. El ingrediente activo de Hormonagro 1 está compuesto por ácido alfa-naftalenacético 0,40% e ingredientes inertes 99,60%. El regulador de crecimiento que compone este producto contiene una hormona vegetal superior al AIB y AIA (Colinagro 2014).

2.2.4.1.2 Enraizadores naturales

Arcuma (2015) menciona que la producción de plantas por medio de material vegetativo presenta ciertas dificultades en su desarrollo, por esta razón muchos agricultores optan por utilizar

sustancias de origen natural y por ende económicas, en lugar de emplear métodos químicos y con altos costos que se encuentran en el mercado. Existen diferentes métodos para elaborar enraizadores naturales que pueden ser fabricados a partir de lentejas, trigo, maíz, alpiste, sauce, entre otras; las cuales están compuestas por hormonas que fomentan el crecimiento de raíces.

a) *Enraizadores a base de sauce*

Las especies del género *Salix* presenta concentraciones altas de AIB, el cual anima el crecimiento de raíces además contiene ácido acetilsalicílico considerado como una hormona vegetal que interviene en las defensas de la planta, contribuyendo de esta manera en la prevención de infecciones, dando de esta manera una mayor oportunidad de supervivencia (Horticultor (2014) citado por Chulde, 2017).

Para la preparación de enraizadores a base de sauce, Brañez (2012) recomienda el empleo de cualquier especie de sauce; siendo el más recomendable sauce llorón (*Salix humboldtiana* Willd.), de la cual se recolecta 1kg de hojas, posteriormente se las tritura y se añade en 10 litros de agua hervida y se deja reposar.

2.2.5 Sustratos

Se entiende por sustrato a todo material sólido distinto al suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico que puesto dentro de un contenedor permite que el sistema radicular de una planta tenga donde anclarse (Armijos & Sinche, 2013). El sustrato debe cumplir con las funciones de aireación, nutrición y además brindar condiciones hídricas a la plántula.

2.2.5.1 Elaboración de sustratos

López y Masaquer citados por Chulde (2017) señalan la mezcla de una parte de tierra negra, dos partes de tierra de vivero y media parte de arena componen el sustrato con las mejores condiciones físicas, químicas y biológicas, que indiquen en el desarrollo ideal de las plántulas. Estas proporciones pueden variar dependiendo de las necesidades de la especie, además, se debe tener en cuenta que las características de un sustrato no dependen solo de sus componentes, sino que es el resultado de la interacción entre ellos.

Es de suma importancia la remoción constante de las unidades que componen el sustrato, para de esta manera obtener una mezcla de calidad, humedecer con agua de manera frecuente la mezcla hará que el sustrato sea menos hidrofóbico (Martinez, 2008).

2.2.5.2 Desinfección de sustratos

Cuasapud, (2014) propone dos métodos para la desinfección de sustratos. El primer método consiste en verter 10 litros de agua hirviendo por cada metro cuadrado de sustrato, repitiendo la acción dos veces en los días siguientes. El segundo método emplea la radiación solar, este método consiste en cubrir por varios días el sustrato con plástico negro aumentando de esta manera la temperatura y eliminando así los organismos no deseados.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del sitio

En la figura 1 se muestra la ubicación del ensayo.

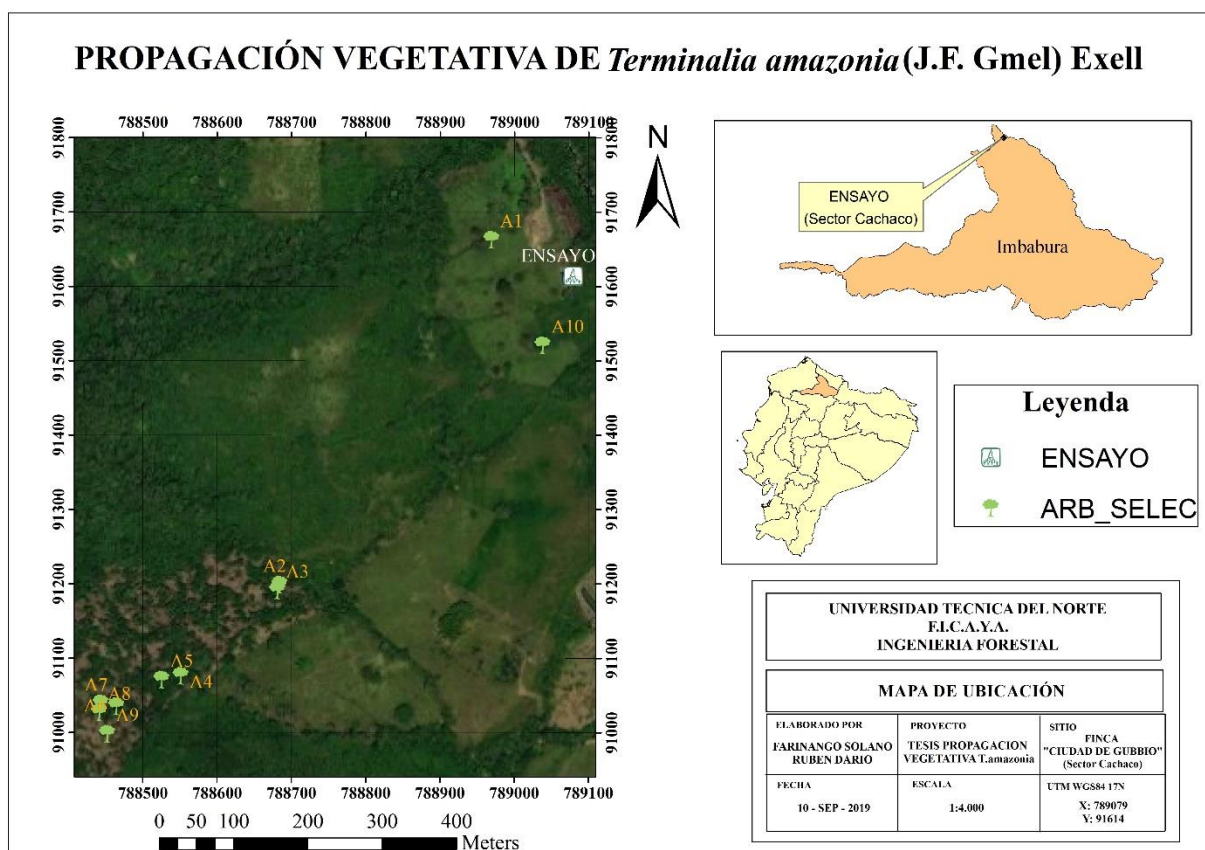


Figura 1. Mapa de ubicación

3.1.1 Política

El estudio se realizó en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, en la parroquia de Lita, en el sector Cachaco, en la finca "Ciudad de Gubbio".

3.1.2 Geográfica

Está ubicado geográficamente en las coordenadas UTM WGS84 ZONA 17N X: 789079 y Y: 91614.

3.2 Datos climáticos

La finca ciudad de Gubbio se encuentra a una altitud que oscila entre los 610 y 730 msnm, su temperatura anual promedio es de 22.9°C y una precipitación promedio de 3355 mm anuales (INAMHI, 2017).

3.3 Materiales, equipos, insumos y software

Los materiales y equipos que se utilizaron para la investigación se presentan en la tabla 1, a continuación.

Tabla 1

Materiales, equipos, software e insumos

Materiales	Equipos	Software	Insumos
<ul style="list-style-type: none">• Hoja de campo• Útiles de escritorio• Fundas plásticas• Recipientes	<ul style="list-style-type: none">• Computador• Navegador GPS• Cámara fotográfica• Tijera podadora• Cinta métrica	<ul style="list-style-type: none">• Microsoft Excel• Microsoft Word• ArcGIS® 10.3	<ul style="list-style-type: none">• Estacas de <i>T.amazonia</i>• Hormonas químicas• Hormonas naturales• Sustrato

3.4 Metodología

Para la investigación se tomó como referencia la metodología de Paucar et al., (2013) utilizada por Chulde (2017) en la cual se detalla lo siguiente.

3.4.1 Selección del sitio

La recolección del material vegetal se la realizó en árboles dispersos dentro de la finca “Ciudad de Gubbio”, (ver gráfico 1) perteneciente a una zona de vida de Bosque siempreverde pie montano (MAE, 2013).

3.4.2 Selección de árboles

Se realizó un recorrido dentro del área de estudio, donde se identificaron varios árboles de la especie objeto de estudio, luego de acuerdo a características fenotípicas como: a) altura, b) diámetro, c) rectitud del fuste y d) estado fitosanitario; se seleccionó los diez mejores individuos de los cuales se obtuvo el material vegetativo.

3.4.3 Recolección de material vegetativo

Se recolectó 192 estacas de 2 cm y 192 estacas de 4 cm de diámetro tomadas al azar de la copa del árbol con las siguientes características: 24 cm de longitud promedio para asegurar por lo menos la presencia de tres yemas, realizando el corte en bisel bajo la primera y sobre la tercera yema. La recolección se llevó a cabo cuando la luna estuvo en fase menguante y en las primeras horas del día para evitar pérdidas de agua durante las horas de máxima insolación. A continuación,

se procedió a desprender las hojas en su totalidad, envolverlas en periódico húmedo y colocarlas en fundas plásticas para evitar la deshidratación del material vegetativo.

3.4.4 Instalación del ensayo

3.4.4.1 *Diseño experimental*

La investigación empleó un Diseño Irrestricto al Azar (DIA), con arreglo factorial A x B, con un total de seis tratamientos y cuatro repeticiones, con se detalla en la tabla 2.

Tabla 2

Diseño experimental

FV (Factores de Variación)	GL (Grados de Libertad)
Tratamientos	$(6 - 1) = 5$
Factor A	$(2 - 1) = 1$
Factor B	$(3 - 1) = 2$
Interacción AxB	$(2 - 1)(3 - 1) = 2$
Error	$6(3 - 1) = 12$
Total	$(3 \times 8) - 1 = 17$

3.4.4.2 *Modelo estadístico*

A continuación, se describe el modelo estadístico que se aplicó en el estudio.

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

$$\underbrace{\mu + \theta + \alpha\theta}_{\alpha + \theta + \alpha\theta}$$

Fuente: Aguirre & Vizcaíno (2010)

Donde:

Y_{ij} = Observación individual

μ = Media común

τ_{ij} = Efecto de tratamientos

ε_{ij} = Error experimental

α = Efecto del diámetro
 θ = Efecto del enraizador
 $\alpha \theta$ = Interacción $\alpha \times \theta$

3.4.4.3 Factores de estudio

3.4.4.3.1 Factor A: Diámetro de la estaca

A1: Estacas de 2 cm de diámetro

A2: Estacas de 4 cm de diámetro

3.4.4.3.2 Factor B: Enraizador

B1: Hormonagro

B2: Sauce

B3: Sin enraizador

3.4.5 Tratamientos

A continuación, en la tabla 3, se describen los distintos tratamientos que fueron utilizados en el ensayo.

Tabla 3

Descripción de tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
T1	D1-E1	Estaca de 2cm de diámetro + Hormonagro
T2	D1-E2	Estaca de 2cm de diámetro + Sauce
T3	D1-SE	Estaca de 2cm de diámetro + Sin enraizador
T4	D2-E1	Estaca de 4cm de diámetro + Hormonagro
T5	D2-E2	Estaca de 4cm de diámetro + Sauce
T6	D2-SE	Estaca de 4cm de diámetro + Sin enraizador

3.4.6 Campo experimental

A continuación, se detalla el número de individuos empleados en el campo experimental, especificados en la tabla 4.

Tabla 4

Campo experimental

Descripción	Numero
Número de estacas por unidad experimental	16
Número de unidades por tratamiento	4

Continuación.../...

Número de tratamientos	6
Número de repeticiones por tratamiento	4
Número de estacas por tratamiento	64
Número total de estacas	384

3.4.7 Distribución de tratamiento

La distribución de los tratamientos se detalla en la tabla 5, a continuación.

Tabla 5

Distribución de tratamientos

Tratamientos			
T1	T2	T4	T3
T6	T5	T5	T5
T3	T3	T1	T2
T2	T4	T3	T4
T5	T1	T6	T6
T4	T6	T2	T1

3.4.8 Variables a evaluar

3.4.8.1 Número de rebrotes por estaca

A través del muestreo aleatorio al azar se tomaron tres estacas por cada unidad experimental, de las cuales se cuantificaron los rebrotes a lo largo de toda la estaca a los 30, 60, 90 y 120 días a partir del establecimiento del ensayo.

3.4.8.2 Numero de raíces

Las estacas seleccionadas para la variable anteriores fueron desprendidas de la tierra y se procedió a contar de manera directa el número de raíces, se evaluó a los 30 y 120 días después del establecimiento.

3.4.8.3 Longitud de raíces

Con la ayuda de un calibrador pie de rey se midió la longitud de las raíces principales de cada una de las estacas muestreadas a los 30 y 120 días.

3.4.9 Análisis de la información

En el estudio al tener variables discretas no paramétricas se propuso en primer lugar verificar la normalidad y homogeneidad de los datos para de esta manera aplicar el método de análisis que mejor se ajuste a los datos.

3.4.10 Preparación del sustrato

En la preparación del sustrato se empleó la mezcla utilizada comúnmente en el vivero en la cual consta: 40% de tierra de vivero, 30% de pomina, y 30% de abono orgánico. Para la tamización de la tierra de vivero y arena se utilizó una zaranda de 0,5 cm con el fin de separar materiales gruesos e impurezas de los componentes de la mezcla y así obtener un material fino y homogéneo.

3.4.10.1 Desinfección del sustrato

Se aplicó con una bomba de mochila una solución de 20g de Terraclor por 20 litros de agua, la mezcla se removió de manera constante para desinfectarla completamente. Se cubrió con un plástico negro con el fin de eliminar organismos no deseados.

3.4.10.2 Enfundado y distribución

Se llenaron fundas plásticas de vivero de 5x7 pulgadas, evitando la formación de cavidades de aire y con una ligera compactación de la mezcla, con el fin de evitar malformaciones de las raíces. La distribución se realizó de acuerdo al diseño planteado (tabla 5). Se identificó mediante letreros cada unidad experimental para así facilitar el proceso de evaluación de los mismos.

3.4.11 Desinfección de estacas

Se sumergió los extremos de las estacas en una solución de 20g de Vitavax en una solución de 10 litros durante cinco minutos para evitar la aparición de posibles infecciones.

3.4.12 Preparación y aplicación del enraizadores

La dosificación y aplicación de las hormonas químicas se tomó en cuenta las indicaciones de la casa comercial. En cuanto a la hormona natural de Sauce (*Salix humboldtiana* Willd.) se utilizó las indicaciones de Ballesteros y Peña (2012) las cuales comprenden la recolección 450g de hojas, tomadas de la base de la copa con un promedio de 3-5 cm de largo. A continuación, se

vertió tres litros de agua hirviendo y se dejara en reposos durante 14 días. Para el tratamiento testigo las estacas fueron introducidas en agua mientras se aplicaba los demás tratamientos.

La aplicación para todos los tratamientos consistió en introducir la parte basal de la estaca en cada uno del tratamiento. En la tabla 6, a continuación, se describen los enraizadores que fueron empleados en el estudio.

Tabla 6

Dosificación y aplicación de enraizantes

Enraizador	Descripción	Dosis y tiempo de aplicación
E1	Hormonagro 1	25g en 1lt de agua, durante 16 horas
E2	Sauce	300g de hojas en 1lt de agua, durante 2 días

3.4.13 Plantación del material vegetativo

Previo a la plantación, el sustrato se regó para que tenga suficiente humedad con la ayuda de un repicador se realizó la apertura de un hoyo en el centro de la funda, se introdujo aproximadamente la tercera parte de la estaca en forma inclinada y se compactó la tierra para evitar bolsas de aire.

3.4.14 Mantenimiento posterior a la plantación

3.4.14.1 Deshierbe

Se realizó por primera vez a los 20 días posteriores al establecimiento y cuando se considere necesario para así evitar competencia por nutrientes.

3.4.14.2 Riego

Se utilizó una regadera manual una vez por día en horas de la mañana (6 am) durante las primeras semanas y en adelante se regará tomando en consideración las condiciones del sitio.

3.4.15 Determinación de costos

Se registro para cada tratamiento los costos que implican los procedimientos que se llevaron a cabo, además de los insumos necesarios para la producción de la especie; Se tomo como referencia el valor del jornal y remuneración básica unificada vigente en el Ministerio de Trabajo para el año 2019. Entre las actividades que abarcan los costos variables se tomó en cuenta la extracción de material para sustrato, preparación de sustrato, protección, preparación y aplicación de enraizadores, establecimiento y mantenimiento del área experimental; mientras que para costos fijos se tuvo en consideración infraestructura, depreciación de herramientas y equipos, costos imprevistos. Así se obtuvo el valor por plántula, técnica de propagación y enraizador utilizado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

La investigación acepta como válida la hipótesis nula, la cual sostiene que los tratamientos utilizados para la propagación de *Terminalia amazonia* no presentan diferencias, debido a que los datos para el análisis de varianza entre las técnicas silviculturales (estacas de 2cm y 4cm de diámetro) y los enraizadores (Hormonagro, Sauce y sin enraizador) utilizados en el estudio presentan efectos semejantes.

Cabe mencionar que, durante todo el desarrollo del experimento, se proporcionó los cuidados necesarios y establecidos en la metodología utilizada.

4.1.1 Variables evaluadas a los 30 días

Los brotes evaluados por estaca a los 30 días de establecido presento buenos resultados, siendo el tratamiento 5, compuesto por estacas de 4 cm de diámetro y enraizantes a base de sauce, el que mayor número de brotes presenta en el ensayo, con una media de 3 brotes por estaca, sin embargo, es muy temprano para emitir conclusiones sobre cuál es el mejor tratamiento, pues esto resultados pueden deberse a la reserva nutricional que presenta las estacas dentro de ellas.

En las variables que evaluaron número y longitud de raíces, el ensayo presento resultados no satisfactorios (ver tabla 7), debido a que ningún tratamiento mostro emisión de estructuras radiculares.

Tabla 7*Evaluación 30 días*

Variable	Enraizador					
	Hormonagro		Sauce		Sin enraizador	
	Diámetro de estacas					
	2cm	4cm	2cm	4cm	2cm	4cm
N° Brotes	0	0	2	3	1	1
N° Raíces	0	0	0	0	0	0
Longitud de raíces	0	0	0	0	0	0

4.1.2 Evaluación a los 60, 90 y 120 días

Los resultados de las posteriores mediciones no presentaron datos satisfactorios, pues conforme avanzaba el tiempo, los brotes mostraron defoliación y posterior muerte de tejidos en las estacas. Los resultados se presentan en la tabla 8.

Tabla 8*Resultados 60, 90, 120 días*

Variable	Enraizador					
	Hormonagro		Sauce		Sin enraizador	
	Diámetro de estacas					
	2cm	4cm	2cm	4cm	2cm	4cm
60 días						
N° Brotes	0	0	0	1	0	0
90 días						
N° Brotes	0	0	0	0	0	0
120 días						
N° Brotes	0	0	0	0	0	0
N° Raíces	2	5	0	2	0	1
Longitud de raíces (cm)	2	21	0	5	0	7

Como se aprecia en la tabla 8, la mayor cantidad de raíces, así como su longitud se presentó en las estacas de 4 cm de diámetro sometidas a enraizante químico, el cual pertenece al tratamiento 4 del ensayo con un 0.05% de enraizamiento. Pese a esto no se puede deducir cual es el mejor tratamiento pues como se mencionó anteriormente los datos no presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

4.1.3 Costos de producción

Los costos de producción se los cálculos de acuerdo a las actividades que se realizaron en la investigación, tomando como valor del jornal el costo vigente en el ministerio de trabajo para el sector agrícola, el cual comprende \$ 395,38 dólares americanos del cual se desprende un costo diario de \$. 17.95 dólares americanos Los costos de producción se encuentran de manera detallada en la sección de anexos.

En la tabla 9, se muestra una síntesis de los valores obtenidos para los tratamientos compuestos por estacas de 2 cm de diámetro.

Tabla 9

Costos de producción estacas de 2cm de diámetro

Actividades	Tratamientos		
	D1-E1 (T1)	D1-E2 (T2)	D1-SE (T3)
COSTOS VARIABLES	USD (\$)		
Obtención material de sustrato	2.58	2.58	2.58
Preparación de sustrato	3.06	3.06	3.06
Instalación del ensayo	40.13	40.13	40.13
Preparación de enraizante	3.11	7.86	
Mantenimiento	33.40	33.40	33.40

Continuacion.../...

SUBTOTAL	82.28	87.03	79.17
COSTOS FIJOS			
Infraestructura	4.11	4.11	4.11
Depreciación de herramientas	4.52	4.52	4.52
Administración (10%)	8.23	8.70	7.92
Imprevistos (5%)	4.11	4.35	3.96
SUBTOTAL	20.98	21.69	20.51
COSTO TOTAL	103.26	108.72	99.68
COSTO POR PLANTULA	1.61	1.70	1.56

El tratamiento que mayor costo denoto es el tratamiento 2, con un valor de \$ 1,70 dólares americanos por plántula, esto se da por las actividades que corresponden a la preparación del enraizante (sauce) que compone este tratamiento. Por otro lado, y considerando que no se aplicó ningún tipo de enraizante el menor costo por plántula en estacas de 2cm de diámetro lo presento el tratamiento 3 con un valor de \$ 1,56 dólares americanos.

A continuación, la tabla 10 muestra los costos de producción para las estacas de 4cm de diámetro.

Tabla 10

Costos de producción estacas de 4cm de diámetro

Actividades	Tratamientos		
	D2-E1 (T4)	D2-E2 (T5)	D2-SE (T6)
COSTOS VARIABLES		USD (\$)	
Obtención material de sustrato	2.58	2.58	2.58
Preparación de sustrato	3.06	3.06	3.06
Instalación del ensayo	42.37	42.37	42.37
Preparación de enraizante	3.11	7.86	
Mantenimiento	33.40	33.40	33.40

Continuación.../...

SUBTOTAL	84.53	89.28	81.42
COSTOS FIJOS			
Infraestructura	4.11	4.11	4.11
Depreciación de herramientas	4.52	4.52	4.52
Administración (10%)	8.45	8.93	8.14
Imprevistos (5%)	4.23	4.46	4.07
SUBTOTAL	21.31	22.02	20.85
COSTO TOTAL	105.84	111.30	102.26
COSTO POR PLANTULA	1.65	1.74	1.60

En el caso de las estacas de 4cm de diámetro, se obtuvo el mayor costo de producción en el tratamiento 5, el cual fue de \$ 1,74 dólares americanos, que también comprende actividades y tiempo extra para la elaboración del enraizante que se aplicó. De igual manera que en el caso anterior, el valor más bajo lo muestra el tratamiento en el cual no se aplicó enraizante (T6) con un costo de \$ 1,60 dólares americanos por plántula.

4.1.3.1 Análisis de costos

Los costos de producción de acuerdo con las técnicas de propagación utilizadas en la presente investigación: estacas de 2 cm y 4 cm de diámetro, colectadas al azar de toda la copa del árbol, no registran diferencias en los costos de producción por plántula, pues la mayor parte de actividades para los dos casos es similar. Por otro lado, en lo referente a los tipos de enraizadores utilizados: Hormonagro, Sauce, y sin enraizador, se presentan diferencias en el valor por plántula, lo cual es causado por las actividades y herramientas que implican la preparación de cada uno de los enraizadores, siendo los del tipo natural, es decir, hormonas a base de sauce los que mayor costo registran.

4.2 Discusión

Luego de realizar la respectiva revisión bibliográfica, se encontró una sola experiencia en la propagación de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Exell mediante las técnicas utilizadas en el presente estudio. Morales (1999) señala que en su experimento bajo la influencia de ácido naftalenacético (principio activo del Hormonagro) obtuvo un porcentaje de enraizamiento de la especie del 10%; el cual es similar al 13.3% obtenido por Pérez (2017) que mediante la técnica de acodado; y ampliamente mayor al 0.05% de la presente investigación, el material utilizado por Morales fue brotes terminales de árboles de dos años de edad manejados con podas. A diferencia del presente estudio, donde los árboles seleccionados tenían varios años de edad y no poseían ningún tipo de manejo. Además, manifiesta que el uso de hormonas presenta un efecto de inhibición en el proceso de formación de raíces.

En estudios sobre otras especies del género *Terminalia*: Quinapallo Paucar & Vélez Peña (2013) en su estudio sobre la propagación por estacas de *T. valverdeae* A.H. Gentry., con Hormonagro, mencionan que en los primeros días las estacas mostraron resultados satisfactorios, pero con el pasar del tiempo los brotes cayeron y las estacas no lograron sobrevivir al final del experimento, siendo resultados bastante similares a los obtenidos en este experimento. Abedini (2013) determina para *T. australis* Cambess., un porcentaje de 48% a 64% de enraizamiento en tres tratamientos con ácido naftalenacético (ANA) y 33% para los tratamientos testigo utilizando una mezcla de perlita y vermiculita como sustrato. Por otro lado, Francis & Lowe (2000) indican que *T. catappa* L., rebrota cuando el material se toma en etapa de brinjal, así mismo, mencionan que la especie *T. ivorensis* A. Chev., rebrota luego de ser cortado cuando joven, los autores afirman que la propagación mediante estacas de raíces

presenta buenos resultados, mas no así los acodos. Señalan que para esta especie se utilizan los injertos para propagar material en programas de reproducción y cruces. Para las dos especies no se explica el procedimiento a seguir para la propagación y mencionan que no se tiene ningún reporte de otro tipo de regeneración vegetativa.

Para otros géneros de la familia COMBRETACEAE: Weaver (1991) señala que *Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) R. Howard., rebrota de manera libre incluso cuando el material se obtiene de árboles de edad avanzada, sin embargo, no establece la metodología a seguir. Francis (1989) menciona que la propagación de *Bucida burseras* L., mediante estacas es efectiva siempre y cuando el material sea recolectado cuando el árbol alcance un DAP de 30cm, para los propósitos horticulturales utilizo estacas de madera blanda en una cámara de niebla. En el presente estudio se utilizó estacas de madera casi lignificada de árboles se superan los 30cm de diámetro, lo cual puede ocasionar la variación entre ambos resultados.

En estudios sobre la propagación mediante estacas con la utilización de diferentes hormonas enraizantes para otras especies: Cuzco (2014) presenta como sobresaliente con los mayores valores promedios para la especie de *Erythrina edulis* Triana ex Micheli., de 2,84 brotes por plántula y 5,4 raíces por estaca siendo valores mayores a los obtenidos en la presente investigación, las estacas fueron recolectadas de la parte baja del árbol con un diámetro de hasta 2.5cm y una longitud de 20cm para ser sometidas a ácido indol-butírico (presente en la hormona de sauce) en su presentación comercial. En la presente investigación se tomó estacas de 2 y 4cm de diámetro, al azar de toda la copa. Cabe mencionar que Cuzco utilizo una composición de sustrato diferente al utilizado en este estudio.

Por otro lado, Chulde (2017) en *Weinmannia pinnata* L. determinó resultados no satisfactorios, considerando que en la primera medición realizada a los 60 días de establecido el ensayo se registró sólo una estaca con presencia de rebrotes, los cuales al igual que en el presente ensayo, se debieron posiblemente a las reservas nutricionales que contenía la estaca mas no a la adaptación al medio de cultivo. De igual manera no registra estacas con emisión de raíces. Las condiciones del ensayo fueron similares a las planteadas en el presente ensayo.

Considerando que se proporcionó todos los cuidados requeridos en todas las fases del experimento y aun así los resultados no fueron los esperados, se investigó sobre los posibles factores que lo ocasionaron, dicha discusión se describe a continuación.

La especie *T.amazonia* (J.F. Gmel.) Exell como lo mencionan Francis & Lowe (2000) no es una especie vigorosa para el rebrote lo cual la clasificaría dentro del grupo de especies de difícil enraizamiento donde uno o algunos cofactores internos son limitantes. Hartman & Kester (1990) señalan que estas especies poseen una reacción nula o casi nula a la aplicación de auxinas externas, debido a la falta de agentes naturales indispensables para la emisión de raíces.

Los enraizadores Hormonagro y hormona de sauce contienen como principio activo ácido naftalenacético e indol butírico respectivamente, son los estimuladores más usados en la propagación de especies forestales (Valenzuela, 2011), pero que no lograron una formación de raíces satisfactoria en la especie objeto de estudio. Estas hormonas muestran buenos resultados en la emisión de raíces como lo manifiestan Ruiz, Vargas, Cetina & Villegas (2005) quienes al utilizar una concentración de 2.0mg de AIB lograron un tratamiento exitoso en número y longitud de raíces en *Gmelina arborea* Roxb., así mismo Cruz, Morante & Acosta

(2008) muestran una mezcla de 1000 mg kg⁻¹ de ANA + 1000 mg kg⁻¹ de AIB para una mayor longitud de raíces en *Triplaris guayaquilensis*. Estos enunciados señalan la utilización de una hormona diferente en la propagación de *T.amazonia*.

La edad y el tipo de material juegan un factor muy importante en la formación de brotes y raíces mediante estacas. Nuñez (1997) para la propagación de *Platymiscium pinnatum* Benth; *Hyeronima alchorneoides* Allemo; y *Terminalia oblonga* Ruiz & Pavon, menciona que con el aumento de la edad del árbol progenitor, la latencia de los meristemos disminuye afectando así la formación de raíces, este factor no se tomó en cuenta al momento de seleccionar los árboles para la obtención del material en este experimento, lo cual puede haber inferido en el éxito del mismo.

Otro factor importante que mencionan la literatura y que se evidencio en las estacas del presente estudio es el ataque de plagas como lo señala Francis (s.f) quien describe varios insectos como *Tidesmondes raticulata* Warren que taladran los vastagos, *Sphaerotrypes sp* que ataca las yemas y *Apate monochamus* F., y *Zeuzera coffea* Nietner que taladran los tallos, estos dos últimos tuvieron presencia en la base de las estacas y además pueden ser causa de la defoliación de los brotes emitidos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Una vez culminada la investigación y luego de analizar los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones.

- La propagación vegetativa mediante estacas de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Exell con los tratamientos silviculturales utilizados en el presente ensayo muestra una baja viabilidad, incluso suministrando las condiciones necesarias para el efecto.
- La emisión de raíces presenta dificultades con las hormonas empleadas ANA (Hormonagro) y AIB (hormona de sauce), pues la formación del sistema radicular en el material vegetativo empleado es escasa.
- Los costos de producción obtenidos de acuerdo a las técnicas de propagación y enraizadores utilizados presentan un costo promedio de \$ 1,65 dólares americanos, debiéndose principalmente a la relación número de plantas con las herramientas y actividades necesarias para la propagación de la especie.

5.2 Recomendaciones

Para futuras investigación y con base a las experiencias obtenidas en el estudio realizado, se propone las siguientes recomendaciones.

- Realizar la continuación de la investigación aplicando diferentes dosis de las hormonas, con el fin de disminuir la inhibición en la emisión de raíces, para el futuro establecimiento de rodales de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Exell.
- Efectuar estudios sobre la ecología de la especie en la zona, además considerar el nivel de lignificación como variable, con el fin de conocer el estado idóneo para una propagación efectiva.
- Ejecutar una investigación de Biotecnología Forestal sobre los componentes internos del material vegetal, para conocer las posibles causas que impiden la formación de raíces y por ende la propagación de la especie.
- Establecer un estudio de Entomología Forestal para la identificación de los insectos que interactúan con la especie, su ciclo y efectos, lo cual permitirá el control de dichos insectos, evitando así la pérdida de material.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abedini, W. I. (2013). Informe Científico de Investigador: Abedini, Walter Ismael (2012-2013).
- Aguirre, C., & Vizcaíno, M. (2010). Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales. Editorial universitaria-Ibarra.
- Aguirre, N. (2007). Silvicultural contributions to the reforestation with native species in the tropical mountain rainforest region of South Ecuador. Technischen Universität München, Center of Life and Food Sciences: Múnich-Alemania.
- Aguirre, N., Palomeque, X., Weber, M., Stimm, B., & Günter, S. (2011). Reforestation and natural succession as tools for restoration on abandoned pastures in the Andes of South Ecuador. In *Silviculture in the Tropics* (pp. 513-524): Springer.
- Armijos, A., & Sinche, M. (2013). Distribución y propagación asexual de cuatro especies forestales nativas en vivero utilizando dos tipos de sustratos, en la Hoya de Loja. Trabajo de grado, Universidad Nacional de Loja, Loja–Ecuador.
- Brañez, M. (2012). Manual de productos biológicos. Villa Montes. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo.
- Bravo, E. (2015). Germinación de semilla botánica de *Terminalia amazonia* (JF Gmel.) Exell, utilizando cinco tratamientos pregerminativos. *ARNALDOA*, 21(2), 317-328.

- Castillo, M., & Peralta, C. (2007). Estado De Conservación, Propagación Asexual Y Sexual En Invernadero Y Laboratorio De Dos Especies De Podocarpaceas, Procedentes De La Reserva Comunal Angashcola. In: Univesidad Nacinal De Loja.
- Chimbo, C., & Chamba, C. (2002). Estudio Fenológico de las Especies Forestales del Bosque Montano, en la Estación Científica San Francisco. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja.
- Chulde, D. (2017). PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Weinmannia pinnata* L. (ENCINO), MEDIANTE EL EMPLEO DE TRES ENRAIZADORES, EN EL SECTOR RUMICHACA, PROVINCIA DEL CARCHI. / Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal, Ibarra. 11 de diciembre de 2017. 67 páginas.
- Cruz, N., Morante, J., & Acosta, M. (2008). Propagación Vegetativa de Fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis*) Mediante la utilización de hormonas de enraizamiento (ANA y AIB). Ciencia y Tecnología, 7-10.
- Cuasapud, A. (2014). Métodos de reproducción de tres especies forestales en cuatro proporciones de sustratos en vivero, en la Comuna Tesalia, provincia del Carchi. (Ingeniería Forestal), Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Cuzco, R. (2014). PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO (*Alnus acuminata* H.B.K) Y POROTÓN (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli) UTILIZANDO TRES TIPOS DE ENRAIZADORES EN LA COMUNIDAD PICALQUI DEL CANTÓN PEDRO

- MONCAYO” / Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal, Ibarra. 15 mayo del 2014. 129 páginas.
- EcuadorForestal. (2016). Bosque nativo. Retrieved from <https://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/bosque-nativo/>
- Francis, J. K., & Lowe, C. A. (2000). Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales.
- Francis, John K. (s.f.). *Terminalia ivorensis* A.Chev. Idigbo, emire. SO-ITF-SM-12. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
- Francis, John K. 1989. *Bucida buceras* L. Ucar. SO-ITF-SM-18. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.
- Hartman, H., & Kester, D. (2001). Propagación de plantas: principios y prácticas. 8ª reimpresión. Editorial continental. México, DF.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., & Marino Ambrosio, A. (1990). Propagación de plantas: principios y practicas.
- Hidalgo, N. (1996). Propagación vegetativa de roble coral (*Terminalia amazonia*). Paper presented at the 10. Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales 3. Congreso Nacional de Fitopatología 2. Congreso Nacional de Suelos, San José (Costa Rica), 8-12 Jul 1996.
- INAMHI. (2017). Anuario Meteorologico 2013. In (pp. 165). Quito-Ecuador.

- León, D. (2009). Propagación de dos Especies de Yagual (*Polylepis incana* y *Polylepis racemosa*) utilizando dos Enraizadores Orgánicos y dos Enraizadores Químicos en el Vivero Forestal del Crea en el Cantón y Provincia del Cañar. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 25.
- MAE. (2013). Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. In. Quito-Ecuador.
- Martinez, J. (2008). Viveros forestales. Manual de cultivo y proyectos
- Miller, E. (1967). Fisiología vegetal: Funciones de los elementos minerales en las plantas. Trad. F Latorre. In: México. UTEHA.
- Minchala-Patiño, J., Eras-Guamán, V. H., Muñoz-Chamba, L., Yaguana-Arévalo, M., Poma-Angamarca, R., Delgado-Paredes, G., & Gallo, P. R. (2013). Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales nativas y promisorias de la Región Sur del Ecuador. Revista CEDAMAZ, 3(1), 5-17.
- Montero, M. (2005). Terminalia amazonia: ecología y silvicultura: CATIE.
- Montero, M., & Kanninen, M. (2003). Índice de sitio para *Terminalia amazonia* en Costa Rica. Agronomía Costarricense, 27(1), 29-35.
- Montero, M., & Kanninen, M. (2005). *Terminalia amazonia*; ecología y silvicultura. CATIE (Ed.), (pp. 34). Turrialba, Costa Rica
- Morales, W. (1999). Evaluación del potencial de enraizamiento de material juvenil de *Terminalia amazonia*. Revista Tecnología en Marcha, pág-175.

- Núñez, Y. (1997). Propagación vegetativa del cristóbal (*Platymiscium pinnatum*, Benth); pilón (*Hyeronima alchorneoides*, Allemo) y surá (*Terminalia oblonga*, Ruiz & Pavon) mediante el enraizamiento de estacas juveniles. CATIE, 172.
- Palacios, W. (2016). Árboles del Ecuador Familias y Generos. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Pérez Concha, R. J. (2017). Propagación por acodo aéreo de *Terminalia amazonia* (JF Gmel) Exell, usando tres concentraciones de auxinas.
- PROMES, P. Propagación vegetativa y selección de plantas madres [recurso electrónico]. proyectos (Mundi-Prensa Ed. 2º Edición ed.).
- Quinapallo Paucar. T. E., Vélez Peña, N. M. (2013). Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del cantón zapotillo, provincia de Loja.
- Rojas González, S., García Lozano, J., & Alarcón Rojas, M. (2004). Propagación asexual de plantas: conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas.
- Ruiz García, R., Vargas Hernández, J. J., Cetina Alcalá, V. M., & Villegas Monter, Á. (2005). Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de estaca en el enraizado de *Gmelina arborea* Roxb. Revista Fitotecnia Mexicana, 28(4), 319-326.
- Solis, M., & Moya, R. *Terminalia amazonia* en Costa Rica. (pp. 108).
- Soto, P. (2004). Reproducción vegetativa por estacas en *Amomyrtus luma* (luma), *Amomyrtus meli* (meli) y *Luma apiculata* (arrayán) mediante el uso de plantas madres jóvenes y adultas. Universidad Austral de Chile: Valdivia, Chile.

Vázquez Yanes, C., & Cervantes, V. (1997). La reproducción de las plantas semillas y meristemas.

Retrieved from <https://plantas-medicinales.servidor-alicante.com/documentos>.

Weaver, P. L. (1991). *Buchenavia capitata* (Vahl) Eichl. Granadillo. Combretaceae. Combretum family. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry;. 7 p.(SO-ITF-SM; 43).

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1

Árboles seleccionados

N°	COORD. UTM		DAP (m)	HT (m)	Ang. Insercion Ramas (grados)	Num. Trozas	Forma Copa	Estado Fitosanitario
	X	Y						
1	788969	91663	0.80	25	75°-40°	4	3	5
2	788684	91199	0.47	25	>40°	4.5	3	5
3	788681	91191	0.55	22	45°	5	4	5
4	788551	91076	0.43	18	45°	5	4	5
5	788525	91071	0.61	20	45°	4	4	5
6	788464	91035	0.55	18	50°	5	3	5
7	788443	91039	0.48	18	50°	6	4	5
8	788441	91027	0.37	18	45°	4	3	5
9	788452	90998	0.29	16	45°	4	3	5
10	789038	91521	0.45	12	30°	3	2	5

DAP=Diámetro Altura del Pecho; HT=Altura Total; Estado Fitosanitario escala 1-5 donde 1 si está enfermo y 5 si está sano; Forma de la copa escala 1 al 5 siendo 1 copa irregular y 5 copa definida.

Anexo 2

Costos de producción tratamiento 1

TRATAMIENTO 1									
Actividad	Cantidad	Fuerza de trabajo			Subtotal (USD)	Nombre	Insumos		Total (USD)
		Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario (USD)				Cantidad	Subtotal (USD)	
N°	COSTOS VARIABLES								
1	Obtención material de sustrato								
1.1	Extracción de tierra	0.022 m ³	0.062	17.95	1.11				1.11
1.2	Adquisición de abono	0.017 m ³	0.02	17.95	0.36				0.36
1.3	Adquisición de pomina	0.017 m ³	0.062	17.95	1.11				1.11
2	Preparación de sustrato								
2.1	Tamizado de tierra	0.022 m ³	0.014	17.95	0.25				0.25
2.2	Mezcla Tierra + abono + pomina	0.056 m ³	0.062	17.95	1.11				1.11
2.3	Desinfección de sustrato	0.056 m ³	0.093	17.95	1.67	Terraclor	2.5gr	0.027	1.70
3	Instalación del ensayo								
3.1	Limpieza de sitio	3 m ²	0.12	17.95	2.15	Azadon	3m ²	10	12.15
3.2	Cerramiento del ensayo	3 m ²	0.062	17.95	1.11	Cinta	50m	3	4.11
3.3	Llenado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Fundas	64 fundas	0.41	1.52
3.4	Traslado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Arriendo vehiculo	80 km	3.3	4.41
3.5	Identificación de ensayo	24 letreros	0.031	17.95	0.56	Letreros	24 letreros	5	5.56
3.6	Identificación y recolección de estacas	10 arboles	0.25	17.95	4.49	Tijeras y fundas	1 tijera	3.5	7.99
3.7	Desinfección de material	64 estacas	0.062	17.95	1.11	Vitavax	2.5 gr	0.035	1.15
3.8	Establecimiento de estacas	64 estacas	0.18	17.95	3.23				3.23
4	Preparación de enraizante	12.5 gr	0.02	17.95	0.36	Hormonagro	12.5 gr	2.75	3.11
5	Mantenimiento								
5.1	Riego	133 lt	1	17.95	17.95				17.95

Continuación.../...

5.2	Deshierbe	64 fundas	0.12	17.95	2.15			2.15
5.3	Arriendo de vehículo					80 km	13.3	13.30
SUBTOTAL			2.282	17.75	40.96		41.32	82.28
COSTOS FIJOS								
1	Infraestructura							4.11
2	Depreciación equipos y herramientas							4.52
3	Administración (10%)							8.23
4	Imprevistos (5%)							4.11
SUBTOTAL								20.98
COSTO TOTAL								103.26
COSTO POR PLANTULA								1.61

Anexo 3

Costos de producción tratamiento 2

TRATAMIENTO 2									
N°	Actividad	Cantidad	Fuerza de trabajo			Nombre	Insumos		Total (USD)
			Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario (USD)	Subtotal (USD)		Cantidad	Subtotal (USD)	
COSTOS VARIABLES									
1	Obtención material de sustrato								
1.1	Extracción de tierra	0.022 m ³	0.062	17.95	1.11			1.11	
1.2	Adquisición de abono	0.017 m ³	0.02	17.95	0.36			0.36	
1.3	Adquisición de pomina	0.017 m ³	0.062	17.95	1.11			1.11	
2	Preparación de sustrato								
2.1	Tamizado de tierra	0.022 m ³	0.014	17.95	0.25			0.25	
2.2	Mezcla Tierra + abono + pomina	0.056 m ³	0.062	17.95	1.11			1.11	

Continuación.../...

2.3	Desinfección de sustrato	0.056 m ³	0.093	17.95	1.67	Terraclor	2.5gr	0.027	1.70
3	Instalación del ensayo								
3.1	Limpieza de sitio	3 m ²	0.12	17.95	2.15	Azadon	3 m ²	10	12.15
3.2	Cerramiento del ensayo	3 m ²	0.062	17.95	1.11	Cinta	50m	3	4.11
3.3	Llenado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Fundas	64 fundas	0.41	1.52
3.4	Traslado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Arriendo vehiculo	80 km	3.3	4.41
3.5	Identificación de ensayo	24 letreros	0.031	17.95	0.56	Letreros	24 letreros	5	5.56
3.6	Identificación y recolección de estacas	10 arboles	0.25	17.95	4.49	Tijeras y fundas	1	3.5	7.99
3.7	Desinfección de material	64 estacas	0.062	17.95	1.11	Vitavax	2.5 gr	0.035	1.15
3.8	Establecimiento de estacas	64 estacas	0.18	17.95	3.23				3.23
4	Preparación de enraizante								
4.1	Recolección ramas y hojas de <i>Salix humboldtiana</i>	1500gr	0.125	17.95	2.24	Tijeras y fundas	1	3	5.24
4.2	Preparación de enraizador	150gr	0.062	17.95	1.11	Agua	1.5 lt	1.5	2.61
5	Mantenimiento								
5.1	Riego	133 lt	1	17.95	17.95				17.95
5.2	Deshierbe	64 fundas	0.12	17.95	2.15				2.15
5.3	Arriendo de vehículo						80 km	13.3	13.30
	SUBTOTAL		2.449	17.75	43.96			43.07	87.03
	COSTOS FIJOS								
1	Infraestructura								4.11
2	Depreciación equipos y herramientas								4.52
3	Administración (10%)								8.70
4	Imprevistos (5%)								4.35
	SUBTOTAL								21.69
	COSTO TOTAL								108.72
	COSTO POR PLANTULA								1.70

Anexo 4

Costos de producción tratamiento 3

TRATAMIENTO 3									
Actividad	Cantidad	Fuerza de trabajo			Subtotal (USD)	Nombre	Insumos		Total (USD)
		Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario (USD)				Cantidad	Subtotal (USD)	
N°	COSTOS VARIABLES								
1	Obtención material de sustrato								
1.1	Extracción de tierra	0.022 m ³	0.062	17.95	1.11				1.11
1.2	Adquisición de abono	0.017 m ³	0.02	17.95	0.36				0.36
1.3	Adquisición de pomina	0.017 m ³	0.062	17.95	1.11				1.11
2	Preparación de sustrato								
2.1	Tamizado de tierra	0.022 m ³	0.014	17.95	0.25				0.25
2.2	Mezcla Tierra + abono + pomina	0.056 m ³	0.062	17.95	1.11				1.11
2.3	Desinfección de sustrato	0.056 m ³	0.093	17.95	1.67	Terraclor	2.5 gr	0.027	1.70
3	Instalación del ensayo								
3.1	Limpieza de sitio	3 m ²	0.12	17.95	2.15	Azadon	3 m ²	10	12.15
3.2	Cerramiento del ensayo	3 m ²	0.062	17.95	1.11	Cinta	50m	3	4.11
3.3	Llenado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Fundas	64 fundas	0.41	1.52
3.4	Traslado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Arriendo vehiculo	80 km	3.3	4.41
3.5	Identificación de ensayo	24 letreros	0.031	17.95	0.56	Letreros	24 letreros	5	5.56
3.6	Identificación y recolección de estacas	10 arboles	0.25	17.95	4.49	Tijeras y fundas	1	3.5	7.99
3.7	Desinfección de material	64 estacas	0.062	17.95	1.11	Vitavax	2.5 gr	0.035	1.15
3.8	Establecimiento de estacas	64 estacas	0.18	17.95	3.23				3.23
4	Preparación de enraizante								
5	Mantenimiento								
5.1	Riego	133 lt	1	17.95	17.95				17.95

Continuación.../...

5.2	Deshierbe	64 fundas	0.12	17.95	2.15			2.15
5.3	Arriendo de vehículo					80 km	13.3	13.30
SUBTOTAL			2.262	17.75	40.60		38.57	79.17
COSTOS FIJOS								
1	Infraestructura							4.11
2	Depreciación equipos y herramientas							4.52
3	Administración (10%)							7.92
4	Imprevistos (5%)							3.96
SUBTOTAL								20.51
COSTO TOTAL								99.68
COSTO POR PLANTULA								1.56

Anexo 5

Costos de producción tratamiento 4

TRATAMIENTO 4									
N°	Actividad	Cantidad	Fuerza de trabajo			Nombre	Insumos		Total (USD)
			Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario (USD)	Subtotal (USD)		Cantidad	Subtotal (USD)	
COSTOS VARIABLES									
1	Obtención material de sustrato								
1.1	Extracción de tierra	0.022 m ³	0.062	17.95	1.11			1.11	
1.2	Adquisición de abono	0.017 m ³	0.02	17.95	0.36			0.36	
1.3	Adquisición de pomina	0.017 m ³	0.062	17.95	1.11			1.11	
2	Preparación de sustrato								
2.1	Tamizado de tierra	0.022 m ³	0.014	17.95	0.25			0.25	

Continuación.../...

2.2	Mezcla Tierra + abono + pomina	0.056 m ³	0.062	17.95	1.11				1.11
2.3	Desinfección de sustrato	0.056 m ³	0.093	17.95	1.67	Terraclor	2.5 gr	0.027	1.70
3	Instalación del ensayo								
3.1	Limpieza de sitio	3 m ²	0.12	17.95	2.15	Azadon	3 m ²	10	12.15
3.2	Cerramiento del ensayo	3 m ²	0.062	17.95	1.11	Cinta	50m	3	4.11
3.3	Llenado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Fundas	64 fundas	0.41	1.52
3.4	Traslado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Arriendo vehiculo	80 km	3.3	4.41
3.5	Identificación de ensayo	24 letreros	0.031	17.95	0.56	Letreros	24 letreros	5	5.56
3.6	Identificación y recolección de estacas	10 arboles	0.375	17.95	6.73	Tijeras y fundas	1	3.5	10.23
3.7	Desinfección de material	64 estacas	0.062	17.95	1.11	Vitavax	2.5 gr	0.035	1.15
3.8	Establecimiento de estacas	64 estacas	0.18	17.95	3.23				3.23
4	Preparación de enraizante	12.5 gr	0.02	17.95	0.36	Hormonagro	12.5 gr	2.75	3.11
5	Mantenimiento								
5.1	Riego	133 lt	1	17.95	17.95				17.95
5.2	Deshierbe	64 fundas	0.12	17.95	2.15				2.15
5.3	Arriendo de vehículo						80 km	13.3	13.30
	SUBTOTAL		2.407	17.75	43.21			41.32	84.53
	COSTOS FIJOS								
1	Infraestructura								4.11
2	Depreciación equipos y herramientas								4.52
3	Administración (10%)								8.45
4	Imprevistos (5%)								4.23
	SUBTOTAL								21.31
	COSTO TOTAL								105.84
	COSTO POR PLANTULA								1.65

Anexo 6

Costos de producción tratamientos 5

TRATAMIENTO 5									
Actividad	Cantidad	Fuerza de trabajo			Subtotal (USD)	Nombre	Insumos		Total (USD)
		Mano de obra (dias/hombre)	Valor unitario (USD)	Cantidad			Subtotal (USD)		
N°	COSTOS VARIABLES								
1	Obtención material de sustrato								
1.1	Extracción de tierra	0.022 m ³	0.062	17.95	1.11				1.11
1.2	Adquisición de abono	0.017 m ³	0.02	17.95	0.36				0.36
1.3	Adquisición de pomina	0.017 m ³	0.062	17.95	1.11				1.11
2	Preparación de sustrato								
2.1	Tamizado de tierra	0.022 m ³	0.014	17.95	0.25				0.25
2.2	Mezcla Tierra + abono + pomina	0.056 m ³	0.062	17.95	1.11				1.11
2.3	Desinfección de sustrato	0.056 m ³	0.093	17.95	1.67	Terraclor	2.5 gr	0.027	1.70
3	Instalación del ensayo								
3.1	Limpieza de sitio	3 m ²	0.12	17.95	2.15	Azadon	3 m ²	10	12.15
3.2	Cerramiento del ensayo	3 m ²	0.062	17.95	1.11	Cinta	50m	3	4.11
3.3	Llenado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Fundas	64 fundas	0.41	1.52
3.4	Traslado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Arriendo vehiculo	80 km	3.3	4.41
3.5	Identificación de ensayo	24 letreros	0.031	17.95	0.56	Letreros	24 letreros	5	5.56
3.6	Identificación y recolección de estacas	10 arboles	0.375	17.95	6.73	Tijeras y fundas	1	3.5	10.23
3.7	Desinfección de material	64 estacas	0.062	17.95	1.11	Vitavax	2.5 gr	0.035	1.15
3.8	Establecimiento de estacas	64 estacas	0.18	17.95	3.23				3.23
4	Preparación de enraizante								

Continuación.../...

4.1	Recolección ramas y hojas de <i>Salix humboldtiana</i>	1500gr	0.125	17.95	2.24	Tijeras y fundas	1	3	5.24
4.2	Preparación de enraizador	150gr	0.062	17.95	1.11	Agua	1.5 lt	1.5	2.61
5	Mantenimiento								
5.1	Riego	133 lt	1	17.95	17.95				17.95
5.2	Deshierbe	64 fundas	0.12	17.95	2.15				2.15
5.3	Arriendo de vehículo						80 km	13.3	13.30
	SUBTOTAL		2.574	17.75	46.20			43.07	89.28
	COSTOS FIJOS								
1	Infraestructura								4.11
2	Depreciación equipos y herramientas								4.52
3	Administración (10%)								8.93
4	Imprevistos (5%)								4.46
	SUBTOTAL								22.02
	COSTO TOTAL								111.30
	COSTO POR PLANTULA								1.74

Anexo 7

Costos de producción tratamiento 6

TRATAMIENTO 6									
N°	Actividad	Cantidad	Fuerza de trabajo			Insumos		Total (USD)	
			Mano de obra (días/hombre)	Valor unitario (USD)	Subtotal (USD)	Nombre	Cantidad		Subtotal (USD)
COSTOS VARIABLES									
1	Obtención material de sustrato								
1.1	Extracción de tierra	0.022 m ³	0.062	17.95	1.11			1.11	
1.2	Adquisición de abono	0.017 m ³	0.02	17.95	0.36			0.36	
1.3	Adquisición de pomina	0.017 m ³	0.062	17.95	1.11			1.11	
2	Preparación de sustrato								
2.1	Tamizado de tierra	0.022 m ³	0.014	17.95	0.25			0.25	
2.2	Mezcla Tierra + abono + pomina	0.056 m ³	0.062	17.95	1.11			1.11	
2.3	Desinfección de sustrato	0.056 m ³	0.093	17.95	1.67	Terraclor	2.5 gr	0.027	1.70
3	Instalación del ensayo								
3.1	Limpieza de sitio	3 m ²	0.12	17.95	2.15	Azadon	3 m ²	10	12.15
3.2	Cerramiento del ensayo	3 m ²	0.062	17.95	1.11	Cinta	50m	3	4.11
3.3	Llenado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Fundas	64 fundas	0.41	1.52
3.4	Traslado de fundas	64 fundas	0.062	17.95	1.11	Arriendo vehiculo	80 km	3.3	4.41
3.5	Identificación de ensayo	24 letreros	0.031	17.95	0.56	Letreros	24 letreros	5	5.56
3.6	Identificación y recolección de estacas	10 arboles	0.375	17.95	6.73	Tijeras y fundas	1	3.5	10.23
3.7	Desinfección de material	64 estacas	0.062	17.95	1.11	Vitavax	2.5 gr	0.035	1.15
3.8	Establecimiento de estacas	64 estacas	0.18	17.95	3.23				3.23
4	Preparación de enraizante								
5	Mantenimiento								
5.1	Riego	133 lt	1	17.95	17.95				17.95

Continuación.../...

5.2	Deshierbe	64 fundas	0.12	17.95	2.15			2.15
5.3	Arriendo de vehículo					80 km	13.3	13.30
	SUBTOTAL		2.387	17.75	42.85		38.57	81.42
COSTOS FIJOS								
1	Infraestructura							4.11
2	Depreciación equipos y herramientas							4.52
3	Administración (10%)							8.14
4	Imprevistos (5%)							4.07
	SUBTOTAL							20.85
	COSTO TOTAL							102.26
	COSTO POR PLANTULA							1.60

Anexo 8

Ilustraciones



Ilustración 1 Mezcla de sustrato



Ilustración 2 Desinfección de sustrato



Ilustración 3 Enfundado de sustrato



Ilustración 4 Selección de arboles



Ilustración 5 Recolección de material vegetal



Ilustración 6 Aplicación de tratamientos



Ilustración 7 Establecimiento de ensayo



Ilustración 8 Riego y mantenimiento



Ilustración 9 Evaluación de brotes



Ilustración 10 Evaluación de raíces



Ilustración 11 Defoliación y caídas de brotes



Ilustración 12 Ataque de plagas