



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE
CEDRO (*Cedrela odorata* L.) CON TRES DOSIS DE ÁCIDO
NAFTALENACÉTICO EN VIVERO, PARROQUIA NUEVA LOJA,
PROVINCIA DE SUCUMBÍOS**

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: FRANKLIN ALEXIS GALARZA JUMBO

DIRECTOR: Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA MSc.

RIOBAMBA – ECUADOR

2021

©2021, Franklin Alexis Galarza Jumbo.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Yo, Franklin Alexis Galarza Jumbo, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de septiembre de 2021



.....
Franklin Alexis Galarza Jumbo.

CC: 210101849-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de integración curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.) CON TRES DOSIS DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO EN VIVERO, PARROQUIA NUEVA LOJA, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS**, realizado por el señor: **FRANKLIN ALEXIS GALARZA JUMBO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva. MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: VILMA FERNANDA NOBOA SILVA	2021-09-15
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba. MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 Firmado electrónicamente por: CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA	2021-09-15
Dra. Cs. Rosa del Pilar Castro Gómez. PhD. MIEMBRO DE TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: ROSA DEL PILAR CASTRO GOMEZ	2021-09-15

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de integración curricular principalmente a Dios, que mediante sus bendiciones me ha concedido cumplir las metas que me he propuesto. A todos mis familiares que han puesto la confianza en mí para alcanzar este objetivo, en especial a mis padres quienes han sido los pilares para poder finalizar mi carrera.

Alexis

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a mis queridos padres, Francklin Galarza y Carmen Jumbo, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida, quienes me han enseñado los valores de una persona correcta, agradeciéndoles por la paciencia y estima

A mis abuelos, Luis Antonio Jumbo y Mariana Campoverde (abuelos maternos) y Georgina Arguello (abuela paterna), quienes me han apoyado incondicionalmente en el transcurso de mi carrera, dándome mucho apoyo y sabiduría moral

Al Gobierno Municipal Descentralizado de Lago Agrio, por darme la oportunidad de realizar mi tesis en el Vivero Forestal Municipal de Lago Agrio, al equipo técnico del vivero, Ing. Elizabeth Pabón por su gentil acogida al vivero, a los señores; José Oña, Luis Moreno y el Sr. Fernando, quienes me apoyaron con su conocimiento al momento de realizar mi trabajo de titulación

A la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, autoridades y docentes quienes me han dado la oportunidad de crecer profesionalmente

A mi estimado tribunal, Ing. Carlos Carpio e Ing. Rosa Castro quienes han compartido sus conocimientos y con mucha paciencia me han ayudado a concluir este trabajo de investigación

Alexis

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas	5
1.2.1. Generalidades de <i>Cedrela odorata</i> L.....	5
1.2.2. Requerimientos climáticos	5
1.2.3. Características botánicas de <i>Cedrela odorata</i> L. (<i>Cedro</i>).....	5
1.2.3.1. Flores.....	5
1.2.3.2. Fruto	6
1.2.3.3. Semillas.....	6
1.2.4. Descripción taxonómica.....	6
1.2.5. Propagación vegetativa	6
1.2.6. Propagación asexual de <i>Cedrela odorata</i> L.....	7
1.2.7. Reguladores de crecimiento	8
1.2.8. Auxinas	8
1.2.8.1. Tipos de auxinas	9

1.2.9.	<i>Uso de enraizadores en especies forestales</i>	9
1.2.	Bases conceptuales	10
1.3.1.	<i>Bosques en el Ecuador</i>	10
1.3.2.	<i>Bosque nativo</i>	10
1.3.2.1.	<i>El Bosque de Protección</i>	11
1.3.2.2.	<i>El Bosque de Producción</i>	11
1.3.3.	<i>Bosque plantado</i>	11
1.3.3.1.	<i>Bosque Plantado de Producción</i>	12
1.3.3.2.	<i>Bosque Plantado de Protección</i>	12
1.3.3.3.	<i>Agroforestería y Forestería Comunitaria</i>	12

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	13
2.1.	Área de estudio	13
2.2.	Caracterización del lugar	13
2.2.1.	<i>Localización</i>	13
2.2.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	14
2.2.3.	<i>Condiciones climáticas</i>	14
2.3.	Materiales y equipos	15
2.3.1.	<i>Materiales de campo</i>	15
2.3.2.	<i>Materiales de oficina</i>	15
2.3.3.	<i>Insumos</i>	15
2.4.	Variables	15
2.4.1.	<i>Variables Dependientes</i>	15
2.4.2.	<i>Variables Independientes</i>	15
2.5.	Indicadores	16
2.6.	Esquema de análisis	16

2.6.1.	<i>Propagación asexual de Cedrela odorata L.</i>	16
2.7.	Tratamientos de estudio	16
2.7.1.	<i>Tratamientos para la propagación asexual de Cedrela odorata L.</i>	16
2.8.	Especificación del campo experimental	16
2.8.1.	<i>Especificaciones del campo experimental propagación asexual de Cedrela odorata L.</i>	17
2.8.2.	<i>Forma del área experimental para la propagación asexual de Cedrela odorata L.</i>	17
2.9.	Metodología	17
2.9.1.	Manejo del trabajo de campo	17
2.9.1.1.	<i>Obtención del material vegetativo</i>	17
2.9.1.2.	<i>Selección de estacas</i>	18
2.9.1.3.	<i>Llenado de fundas</i>	19
2.9.2.	Aplicación de los tratamientos para la propagación vegetativa de Cedrela odorata L.	20
2.9.2.1.	Riego	20

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	22
3.1.	Evaluación de las estacas de Cedrela odorata L., durante los 45 días	22
3.1.1.	<i>Estacas a los 15 días después de haber realizado la plantación</i>	22
3.1.2.	<i>Estacas a los 30 días después de la plantación</i>	22
3.1.3.	<i>Estacas a los 45 días después de haber realizado la plantación</i>	25
3.2.	Porcentaje de prendimiento	29
3.3.	Número de brotes	30
3.4.	Número de raíces	33
3.5.	Longitud de raíces	36

CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	40
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Requerimientos climáticos para <i>Cedrela odorata</i> L.	5
Tabla 2-1.	Descripción taxonómica de <i>Cedrela odorata</i> L.	6
Tabla 1-2.	Cuadro de análisis para el cálculo de datos de <i>Cedrela odorata</i> L.	16
Tabla 2-2.	Cuadro de los tratamientos en la propagación asexual de <i>Cedrela odorata</i> L.	16
Tabla 1-3.	Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento de estacas de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 45 días de inicio del ensayo	29
Tabla 2-3.	Análisis de varianza para el número de brotes de estacas de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 15 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.	30
Tabla 3-3.	Análisis de varianza para el número de brotes de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 30 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.	31
Tabla 4-3.	Análisis de varianza para el número de brotes de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 45 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.	32
Tabla 5-3.	Análisis de varianza para el número de raíces de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 30 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.	33
Tabla 6-3.	Análisis de varianza para el número de raíces de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 45 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.	35
Tabla 7-3.	Análisis de varianza para la longitud de raíces de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 30 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.	36
Tabla 8-3.	Análisis de varianza para la longitud de raíces de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 45 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato..	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Mapa de ubicación del área de estudio	14
Figura 1-3:	Brotes, T2 después de 15 días realizada la plantación	22
Figura 2-3:	Brotes, T2 después de 30 días de haber realizado la plantación	22
Figura 3-3:	Brotes de raíces, T2 a los 30 días de haber realizado la plantación	23
Figura 4-3:	Brotes, T3 a los 30 días de haber realizado la plantación	23
Figura 5-3:	Brotes de raíces, T3 a los 30 días de haber realizado la plantación	24
Figura 6-3:	Brotes, T4 a los 30 días de haber realizado la plantación	24
Figura 7-3:	Brotes de raíces, T4 a los 30 días de haber realizado la plantación	25
Figura 8-3:	Brotes, T2 a los 45 días de haber realizado la plantación	25
Figura 9-3:	Brotes de raíces, T2 a los 45 días de haber realizado la plantación	26
Figura 10-3:	Brotes, T3 a los 45 días de haber realizado la plantación	26
Figura 11-3:	Brotes de raíces, T3 a los 45 días de haber realizado la plantación	27
Figura 12-3:	Brotes, T4 a los 45 días de haber realizado la plantación	27
Figura 13-3:	Brotes de raíces, T4 a los 45 días de haber realizado la plantación	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Prueba de Tukey al 5% de los Tratamientos para la variable prendimiento de estacas a los 45 días.	29
Gráfico 2-3:	Prueba de Tukey al 5% del número de brotes a los 30 días.	31
Gráfico 3-3:	Prueba de Tukey al 5% del número de brotes a los 45 días.	32
Gráfico 4-3:	Prueba de Tukey al 5% del número de raíces a los 30 días.	34
Gráfico 5-3:	Prueba de Tukey al 5% del número de raíces a los 45 días.	35
Gráfico 6-3:	Prueba de Tukey al 5% de la longitud de raíces a los 30 días.	37
Gráfico 7-3:	Prueba de Tukey al 5% de la longitud de raíces a los 45 días.	38

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Permiso para la realización del trabajo de investigación

ANEXO B. Certificado de cumplimiento del trabajo de investigación en vivero

ANEXO C. Árbol de *Cedrela odorata* L., en el Vivero Forestal Municipal de Lago Agrio

RESUMEN

La presente investigación propone: mejorar la producción de *Cedrela odorata* L., en vivero, se aplicó tratamientos con la fitohormona; ácido naftalenacético (ANA) en estacas; ubicado en la Provincia de Sucumbíos. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), en arreglo factorial, con 4 tratamientos incluido el testigo por tres repeticiones. Se trabajó con estacas provenientes de plántulas de *Cedrela odorata* L., en etapa de aclimatación en vivero, ya que se utilizó estacas del árbol madre y no dieron resultados. Los factores en estudio fueron T1 (Testigo), T2 (Ingrediente activo, 5g/planta), T3 (Ingrediente activo 10g/planta) y T4 (Ingrediente activo, 15g/planta). En cuanto a los resultados obtenidos: En el porcentaje de prendimiento el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) fue el mejor con un valor de 83,86%. En la variable longitud de raíces el mejor tratamiento fue igualmente T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) obtuvo un valor de 36,52 mm. Con respecto al número de brotes el mejor fue el el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) con un valor de 2,5 \approx 3 brotes. En cuanto a la variable de número de raíces el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) fue el mejor dándonos un valor de 6,7 \approx 7 raíces al cabo de 45 días que se realizó el experimento. Se concluye que la dosis de 5g/planta es la más apta para la multiplicación de plántulas de *Cedrela odorata* L., ya que presentó los mejores resultados en las variables estudiadas. Se recomienda en estudios de propagación asexual de *Cedrela odorata* L., utilizando ANA, aplicar dosis de 5 g/planta o menor para corroborar el rango óptimo de propagación de la especie.

Palabras Claves: <PROPAGACIÓN ASEXUAL>, <ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA)>, <FITOHORMONAS>, <ENRAIZAMIENTO>, <INGENIERÍA FORESTAL>.

LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS

Firmado digitalmente por
LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Nombre de reconocimiento
(DN): c=EC, l=RIOBAMBA,
serialNumber=0602766974,
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Fecha: 2021.10.15 08:42:30
-05'00'



1897-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

This research proposes to improve the production of *Cedrela odorata L.*, in nursery, treatments with the phytohormone naphthaleneacetic acid (NAA) were applied in cuttings; located in the province of Sucumbíos. A randomized complete block experimental design (DBCA) was used, in factorial arrangement, with 4 treatments including the control with three replications. It was worked with cuttings from seedlings of *Cedrela odorata L.*, in the nursery acclimatization stage, since cuttings from the mother tree were used and did not produce results. The factors under study were T1 (Control), T2 (Active ingredient, 5g/plant), T3 (Active ingredient 10g/plant) and T4 (Active ingredient, 15g/plant). In terms of the gathered results: In the percentage of lodging, the T2 treatment (active ingredient, 5g/plant) was the best with a value of 83.86%. In the root length variable, the best treatment was also T2 (active ingredient, 5g/plant), with a value of 36.52 mm. Regarding the number of shoots the best was the treatment T2 (Active ingredient, 5g/plant) with a value of $2.5 \approx 3$ shoots. Regarding the variable of number of roots the treatment T2 (Active ingredient, 5g/plant) was the best giving us a value of $6.7 \approx 7$ roots at the end of 45 days that the experiment was carried out. It is concluded that the dose of 5g/plant is the most suitable for the multiplication of *Cedrela odorata L.* seedlings, since it presented the best results in the variables studied. It is recommended in asexual propagation studies of *Cedrela odorata L.*, using ANA, to apply doses of 5 g/plant or less to corroborate the optimum range of propagation of the species.

Key words: <ASEXUAL PROPAGATION>, <NAFTAHTHALENE ACID (ANA)>, <PHYTOHORMONES>, <ROOTING>, <FOREST ENGINEERING>.

EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.) CON TRES DOSIS DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO EN VIVERO, PARROQUIA NUEVA LOJA, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS

INTRODUCCIÓN

El país cuenta con aproximadamente 11,5 millones de hectáreas cubiertas por masas boscosas, lo que representa el 42% del área total del territorio nacional. A pesar de su gran diversidad, el país muestra una de las tasas de deforestación con picos más altos en América Latina con 1,7% anual. Los datos aproximados indican que de las 200 000 hectáreas que se deforestan cada año, solo 7 500 hectáreas son reforestadas (Vitalideas 2016).

En Ecuador la deforestación es una problemática que demanda acciones inmediatas, concretas y sostenibles por parte de las autoridades encargadas de esa área. Entre el período 1990 - 2000 la deforestación promedio en el país fue de 89 944 ha/año para una tasa de deforestación de -0,71 %, mientras que para el período 2000 - 2008 la deforestación promedio en el territorio nacional fue de 77 647 ha/año para una tasa de -0,66%. Además, durante el período 2008 - 2012 la deforestación en el país fue de 65 880 ha/año para una tasa de -0,54% (MAE, 2014).

En la actualidad *Cedrela odorata* L. (Cedro), es considerada como una de las especies forestales más valiosas del mundo, por su madera, lo cual la hace sumamente codiciada y muy explotada a nivel mundial donde existe dicha especie, además de la poca tecnología en investigación la hace vulnerable, ya que no se conocen muchas tecnologías de propagación eficaz de la misma, ocasionando una disminución considerable de sus poblaciones (Albert, López y Rodríguez 1995: p. 329). Al presente la reproducción de la especie *Cedrela odorata* L. (Cedro), que es producida generalmente en viveros y luego llevada al campo, frente a la vulnerabilidad que presenta en su primera etapa de vida como: plagas, condiciones ambientales adversas y enfermedades, ocasionando una escasa reproducción natural, siendo los métodos comúnmente usados insuficientes para satisfacer la demanda de esta especie a nivel provincial.

Importancia

La producción y aprovechamiento forestal es el núcleo básico de la profesión forestal, que pese al avance en la formación de recursos humanos, no es suficiente y requiere del impulso del Estado y sectores productivos para desarrollar la forestación como una actividad productiva a través de los programas de forestación y reforestación, pero con objetivos claros, cultivos tecnificados y un

óptimo aprovechamiento; sin embargo esta actividad ha perdido vigencia en la aplicación profesional debido a factores externos como: cambio en la política estatal para el sector forestal, la eliminación de los programas estatales de reforestación, y fomento del manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales (López, Muñoz y Johana 2017: p. 70).

Problema

En Ecuador no se han realizado suficientes experimentos para una producción eficiente de plántulas de cedro (*Cedrela odorata* L.), que sean eficaces para su trasplante en campo y aún menos se han realizado estudios en Provincia de Sucumbíos, siendo un lugar propicio para el desarrollo de especies forestales que ayuden a la mejora de la economía tanto de la provincia como del país.

Justificación

La falta de producción de plantas y la baja generación natural de *Cedrela odorata* L. (Cedro), en la Provincia de Sucumbíos, crea la necesidad de conocer las mejores dosis para aplicar a esta especie en vivero, para satisfacer la demanda a nivel Provincial y Nacional, cabe recalcar que se busca también aumentar el nivel de supervivencia para que de esa manera esta especie pueda dejar de estar amenazada en el país. En efecto se podrán mejorar las plantaciones forestales y reducir la tala indiscriminada de esta especie.

OBJETIVOS

GENERAL

- Evaluar mediante enraizamiento de estacas de cedro (*Cedrela odorata* L.) con tres dosis de ácido naftalenacético en vivero, en la parroquia Nueva Loja, Provincia de Sucumbíos

ESPECÍFICOS

- Implementar tres dosis de ácido naftalenacético sobre estacas de cedro (*Cedrela odorata* L.)
- Evaluar el porcentaje de prendimiento de las estacas de cedro (*Cedrela odorata* L.) por efecto de la implementación de ácido naftalenacético
- Evaluar el desarrollo de las estacas en las diferentes dosis durante 15, 30 y 45 días en vivero

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA - HO

- No hay diferencia en la aplicación de diferentes dosis de ácido Naftalenacético en el enraizamiento de estacas de *Cedrela odorata* L.

HIPÓTESIS ALTERNANTE - HL

- Hay diferencia en la aplicación de alguna de las dosis de ácido Naftalenacético en el enraizamiento de estacas de *Cedrela odorata* L.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

La propagación vegetativa o clonación se refiere como la multiplicación de una planta a partir de una porción de tejido vegetal de la misma, ya sean (raíces, tallos, ramas, hojas). En principio, cualquier tejido vegetal de una planta puede dar comienzo a otra de características iguales o similares, según sean las situaciones ambientales de su desarrollo (luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc.). Esto es debido a que las células de los tejidos vegetales que estén maduros tienen la característica de poder multiplicarse, diferenciarse y dar origen a otras estructuras como tallos y raíces; además las plantas cuentan con órganos los cuales están conformados por meristemas primarios y secundarios que pueden dar origen a nuevas plantas (Salvador, Jairo y Melva 2004).

Considerando que la reproducción sexual o por semillas mantiene la variabilidad genética y el avance progresivo de la especie, la propagación vegetativa busca reproducir plantas con características idénticas a la planta madre; como la producción de madera, buena calidad de los frutos o tolerancia en ambientes que sean causa de estrés para esa especie y como tal, ayuda a preservar una característica importante que se desee mantener por más tiempo de una especie (Salvador, Jairo y Melva 2004: p. 7).

La propagación vegetativa es ejercida desde el inicio de la agricultura, en los procesos de domesticación de las especies que hoy se cultivan; se tienen reportes históricos que este método se ha usado en árboles frutales en el Mediterráneo desde los tiempos bíblicos; hoy en día, continúa siendo de gran importancia en los esfuerzos de domesticación de esta clase de especies. La propagación vegetativa comprende según sea la complicación del caso, ya sea una forma sencilla, conocidos hace mucho tiempo atrás por generaciones de campesinos, hasta procedimientos más avanzados con ayuda de la tecnología moderna, basados en tecnología del cultivo de tejidos vegetales (Salvador, Jairo y Melva 2004: p. 7).

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Generalidades de *Cedrela odorata* L.

El cedro incluye a 8 o más especies similares, está ampliamente distribuido por el continente americano, desde Las Antillas y México hasta Argentina, excluyéndose el país de Chile. Se distribuye principalmente por los bosques húmedos de altitudes bajas de la América tropical. Originario aparentemente de las Antillas Mayores y Menores hasta Trinidad y Tobago. También nativo en la América tropical continental. Su distribución ha sido extendida principalmente por cultivo debido a la buena calidad de su madera (Ecuadorforestal 2012).

Es una meliácea característica de las selvas tropicales de categoría ecológica y económica, los rápida explotación de la especie (Chavez, Landero y Gonzales 2005: p.45).

1.2.2. Requerimientos climáticos

Tabla 1-1. Requerimientos climáticos para *Cedrela odorata* L.

Altitud	0 – 1.200 msnm
Precipitación	1.200 – 2.000 mm
Temperatura	18 – 30 °C

Fuente: Ecuadorforestal 2012

1.2.3. Características botánicas de *Cedrela odorata* L. (Cedro)

Cedrela odorata L., es un árbol monoico, caducifolio, de tamaño mediano a grande hasta 40 m de altura (hasta 60 m en América del Sur); cilíndrico, sin ramificaciones de hasta 25 m, hasta 120 (máximo 300) cm de diámetro; Corteza superficial áspera y fisurada de un color marrón rojizo principalmente cerca de la base del tronco (The World Agroforestry Centre 2009).

1.2.3.1. Flores

Incluye sus flores masculinas y femeninas en una misma inflorescencia, colocadas en panículas terminales o axilares de 25 a 35 cm de largo; los pedicelos de 1 a 2 mm de largo, cáliz esparcidamente puberulento, los lóbulos agudos, pétalos oblongos de color crema verdoso, 5 a 6 mm de largo, agudos u obtusos, velutinoso puberulentos; filamentos glabros (CONAFOR 2009).

1.2.3.2. Fruto

Formados por capsulas leñosas con dehiscencia longitudinal septicida (se abre en cinco carpelos) de 4 a 7 cm de largo; de color café oscuro, de superficie externa lenticelada y lisa; el fruto se desprende una vez que se liberan las semillas; en estado inmaduro, se constituyen con un color verde y al madurar se vuelven café oscuro. Contiene un exudado blanquecino, con una fuerte esencia a ajo antes de madurar. Tiene de 20 a 25 semillas pequeñas y alargadas (CONAFOR 2009).

1.2.3.3. Semillas

Formados por semillas aladas, color pardo, elíptica, miden 1,2 a 4,0 cm de largo y entre 5 a 8 mm de ancho, con la parte seminal hacia el ápice del fruto; la testa es de color castaño rojizo; el embrión es recto, comprimido, color blanco o crema y ocupa gran parte del espacio de la semilla; se constituyen de dos cotiledones grandes, planos, foliáceos, frondosos, ligeramente ovoides; la radícula es corta e inferior (CONAFOR 2009).

1.2.4. Descripción taxonómica

Tabla 2-1. Descripción taxonómica de *Cedrela odorata* L.

Reino	Plantae
Filo	Angiospermophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Meliaceae
Género	<i>Cedrela</i>
Especie	<i>odorata</i>
Nombre científico	<i>Cedrela odorata</i> L.

Fuente: Duque & Jaramillo, 2014

1.2.5. Propagación vegetativa

La propagación vegetativa es una técnica que es de una gran importancia en la actualidad, para preservar especies que se encuentran en peligro de extinción, especialmente de especies arbóreas tropicales. Con la propagación vegetativa se pretende:

- Valorar genéticamente el material vegetal, incluyendo estudios de interacción de genotipos con el ambiente, brotes juveniles y maduras de una misma característica, etc.
- Mantener los genotipos y los complejos genéticos en bancos clonales y arboretos.
- Reducir los ciclos de reproducción para acelerar procesos de cruzamiento y prueba.

- Conservar los mejores genotipos que determinan características genéticas óptimas (resistencia a plagas y/o enfermedades, crecimiento, producción, calidad de frutos, tolerancia a condiciones extremas de humedad).

(Salvador, Jairo y Melva 2004: p.7)

La propagación vegetativa significa una alternativa valiosa para la producción en gran cantidad de material listo para ser plantado, sin depender del tiempo y condiciones que conllevan a la producción y germinación de semillas. Además, al contrario de la reproducción por semillas que solo permite aprovechar la porción aditiva de la genética, la propagación vegetativa permite conseguir la varianza genética total lo cual resulta más beneficioso al momento de introducir plantaciones o programas forestales con un buen material genético producido a corto plazo (Mesén y Trejos 1997: pp. 19-24).

La propagación vegetativa se puede llevar a cabo, debido a que mucho del material vegetal diferenciado (maduros) de la planta conservan la totipotencialidad. Con esta cualidad una célula adulta puede des diferenciarse (retomar la actividad meristemática) y multiplicarse dando origen a nuevos órganos vegetativos (raíz, tallo y hojas) (John 2018).

1.2.6. Propagación asexual de Cedrela odorata L.

El enraizamiento de estacas es el medio de propagación vegetativa y producción masiva más importante. En árboles permite transferir todo el potencial genético del material donante y generar uniformidad genética en los individuos obtenidos, entonces se captura y aprovecha la varianza genética total y se mantiene la ganancia genética mediante el mejoramiento genético (Zalesny Jr et al. 2003: pp. 273-279).

En la propagación por estacas, se obtiene una porción de la planta madre ya sea el tallo, raíz u hoja, después de lo cual ese material vegetativo se lo introduce en condiciones ambientales optimas de la especie y se procede a inducir a que se forme raíces y tallos, con ello después de un tiempo se obtiene una planta nueva, que en la mayor parte de los casos mantiene características idénticas a la planta madre. En las diferentes especies que se pueden propagar con sencillez por estacas este método nos provee de numerosas ventajas. De un porcentaje de plantas madres se puede multiplicar numerosas más en un espacio determinado (Hartmann, Kester y David 1990: p. 155). La intensidad de enraizamiento tiene relación directa con el estado de madurez de la planta madre, y la facilidad para formar raíces secundarias disminuye con la edad del material a propagar (Klein, Cohen y Hebbe 2000: pp. 71-76).

El tejido juvenil manifiesta mejor a los reguladores de crecimiento que el de células totalmente

envejecidas y diferenciadas, posiblemente porque las zonas del genoma que controlan la formación de órganos están menos reprimidas y pueden desbloquearse con los tratamientos con auxinas (Druege y Kadner 2008: pp. 126-135), (Klopotek et al. 2010: pp. 547-554), (Denaxa, Vemmos y Roussos 2012: pp. 19-28).

Los factores genéticos y el estado fisiológico de las plantas controlan la estimulación de raíces y los factores ambientales establecen su elongación (Thomas y Schiefelbein 2002: pp. 283-288), (Castrillón et al. 2008: pp. 16-22). El resultado del enraizamiento de las estacas depende de la especie, la edad de la planta donadora, la sección de la rama de la que se extraigan las estacas, el medio de enraizamiento y los reguladores de crecimiento empleados (Itoh et al. 2002: pp. 275-287), (Klopotek et al. 2010: pp. 547-554).

1.2.7. Reguladores de crecimiento

Los reguladores del crecimiento vegetal son químicos que actúan sobre el desarrollo de las plantas y que, por lo general, en concentraciones pequeñas son muy activas. Dentro de este grupo de moléculas podemos distinguir entre dos tipos de reguladores, las que son derivadas de las plantas y las que son de un origen sintético. Las que se encuentran de forma natural en las plantas se denominan fitohormonas u hormonas vegetales (Canna 2016).

1.2.8. Auxinas

Encontramos diversos tipos de auxinas, algunas son naturales y otras creadas por el hombre, se conocen el ácido indolacético (AIA), ácido naftalenacético (ANA), ácido indolbutírico (AIB), 2,4-D Y 2,4,5-T. El ácido indol-3- acético o AIA es la más conocida, es una hormona de origen natural se produce en los ápices de los tallos, meristemos y hojas jóvenes de yemas terminales, de allí migra al resto de la planta en forma basipétala (de arriba para abajo) mediante un mecanismo activo, exhibiendo fuerte polaridad durante el transporte a través de las células del floema y del parénquima presente en el xilema; durante su circulación, la auxina limita el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, conservando la dominancia apical. El movimiento de la auxina fuera de la lámina foliar hacia la base del pecíolo parece también evitar la abscisión (Salvador, Jairo y Melva 2004: p. 7).

Las auxinas que son producidas por el hombre, son de menor costo y más estables que el AIA (ácido indolacético), se utiliza en la agricultura, horticultura e investigación. Estos incluyen las índoles y las naftalinas por ejemplo el ácido acético naftálico que se utiliza como una hormona para la formación de raíces y frutos, los ácidos fenoxiacéticos, como el 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) como mata arvenses y modificadores del desarrollo del fruto. También las

axinas benzoicas tóxicas, como el ácido 2, 4, 5-triclorobenzóico, comúnmente usados también como herbicida (Aldaz y Ochoa 2011: pp. 37-38).

1.2.8.1. Tipos de auxinas

Ácido indol acético (AIA): Es una auxina que se encuentra en estado natural. Las auxinas son hormonas vegetales que regulan diversas de las evoluciones del desarrollo vegetal, por lo que su implementación en la Agricultura es muy constante (Castillo 2015: p. 27).

Ácido naftalenacético (ANA): Es obtenido por síntesis, tiene un gran potencial auxínico general y rizógena. Es mucho más estable pero también es un poco más tóxico para la planta que el AIB requiere de un riguroso empleo, porque el margen entre el umbral de su actividad y el umbral de su toxicidad es más pequeño (Gárate 2010).

Ácido indolbutírico (AIB): La hormona AIB es posiblemente el mejor material para un uso más expansivo ya que no es tóxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones y es muy efectivo para inducir el enraizamiento de diversidad de especies vegetales (Hartmann, Kester y David 1990: p. 155) citado por (Enrique 2015).

1.2.9. Uso de enraizadores en especies forestales

Ríos (2011) citado por (Enrique 2015) indican que “las hormonas vegetales elaboradas en los meristemas apicales de los esquejes tienen una actividad estimuladora de crecimiento y de multiplicación celular, influyendo de forma importante a la diferenciación y crecimiento de órganos nuevos ejemplo: raíces.”

1.3. Bases conceptuales

1.3.1. Bosques en el Ecuador

El bosque puede tener un origen natural, también llamado bosque nativo, u originado por el hombre, conocido como bosque plantado. Cada uno de ellos son distintos en cuanto a la estructura de especies forestales, edad y formas de aprovechamiento, sin embargo, ambos son creadores de un gran número de bienes y servicios, independientemente de si son manejados con fines principalmente de protección o de producción de bienes (Ecuadorforestal 2018a).

Tanto el bosque nativo como el bosque plantado constituyen un recurso renovable, lo que significa que, si se lo maneja correctamente, bajo los conceptos de la sustentabilidad, serán útiles para siempre (Ecuadorforestal 2018a).

1.3.2. Bosque nativo

Es un ecosistema arbóreo, representado por la presencia de árboles y arbustos de múltiples especies nativas, edades y alturas variadas, regenerado por sucesión natural, con una extraordinaria biodiversidad de vegetales, animales y microorganismos, que viven en armonía (Ecuadorforestal 2018b).

El Bosque Nativo Primario, es aquel que mantiene su estructura original, de manera intacta o con diferentes grados de intervención humana. Las materias primas que de él se obtienen han ejercido desde la antigüedad como fuente de energía para generar calefacción, producción de ladrillos y cerámicas, cocción de alimentos, confección de balsas y barcos de transporte acuático, para la fabricación de utensilios de caza, pesca y de cocina; posteriormente para la fabricación de viviendas, puentes y durmientes de ferrocarril; para fabricar el papel empleado en el desarrollo de la educación y cultura en forma de textos, libros y cuadernos; para la elaboración de muebles de dormitorio, sala, comedor, jardín y oficina; y pupitres de escuelas, colegios y universidades. Del bosque nativo se han extraído medicinas y frutos comestibles, así como sustancias para el desarrollo de industrias del caucho, para curtir pieles para abrigo y calzado, entre muchos otros (Ecuadorforestal 2018b).

El bosque nativo ha sido utilizado para el desarrollo de los pueblos en varios países. Este ha sido inspirador de poesías, historias, mitos e incluso de la cosmovisión de varias culturas ancestrales. Ha servido a las personas desde los inicios de la misma y hasta la posterioridad. Sin embargo, en algunas ocasiones, las malas prácticas de aprovechamiento, que ha empleado el hombre en los bosques nativos o el excesivo uso de los bienes, han terminado con este noble recurso en muchos

países, y en otros se sigue este mismo camino; dejando atrás tierras erosionadas por el viento y la lluvia (Ecuadorforestal 2018b).

1.3.2.1. El Bosque de Protección

Debido a sus características biológicas y ubicación geográfica los conocemos como Bosques de Protección y deben ser sujetos a un manejo destinado al resguardo de sus suelos, a conservar el equilibrio hídrico, a conservar y proteger las cuencas hidrográficas, la diversidad biológica y la captación de carbono. En general, aun siendo ecosistemas frágiles, no dejan de causar bellezas escénicas en flora y fauna, lo que facilita la actividad del ecoturismo, la investigación científica y el aprovechamiento de productos no maderables. Corresponden a esta categoría los bosques en áreas protegidas y los bosques protectores localizados en las cuencas altas de los ríos (Ecuadorforestal 2018b).

1.3.2.2. El Bosque de Producción

Por sus características, es apto para la provisión permanente de bienes como: madera, leña, látex, taninos, resinas, gomas, frutos, fibras, aceites esenciales, extractos para medicinas y cosmética. Los bienes que el bosque aporta a la economía del país son de gran importancia, ya que parte del presupuesto del estado llega gracias al aprovechamiento del bosque y a las exportaciones de productos forestales madereros y no madereros. Además de que es una fuente generadora de varios miles de empleos, especialmente en zonas rurales (Ecuadorforestal 2018b).

1.3.3. Bosque plantado

Son poblaciones arbóreas sembradas o plantadas bajo la supervisión e intervención del hombre en el proceso de forestación y reforestación, sea con una o varias especies; por lo general tienen una misma edad, altura y similar densidad entre individuos (Ecuadorforestal 2017).

Según el Ministerio del Ambiente, en Ecuador existe una superficie de 163 000 hectáreas de plantaciones, de las cuales las plantaciones de la Sierra representan el 50 % y el restante 50% se localiza en la Costa y Amazonía. Aproximadamente el 48% pertenecen en su mayoría a especies de Pino y Eucalipto, mientras que en la costa existen 20 000 ha de Teca, 10 000 ha de Balsa y 20,000 ha de otras plantaciones tropicales (Ecuadorforestal 2017).

1.3.3.1. Bosque Plantado de Producción

Cuando se plantan especies arbóreas para compensar la demanda de madera u otros bienes, se le atribuye el nombre de Bosque Plantado Productivo o Plantación Productiva. Dicha plantación genera beneficios económicos y su estructura es de una o varias especies de una misma edad, nativas o introducidas, adecuadas a una zona de vida (Ecuadorforestal 2017).

1.3.3.2. Bosque Plantado de Protección

Existen muchas áreas susceptibles a desastres naturales y a cambios ambientales debido a la degradación del suelo. Estas áreas se convierten en fuente de vida con el establecimiento de las plantaciones de protección. En el Ecuador las plantaciones con fines de protección se realizan con mayor intensidad en la Sierra, en especial en las cuencas altas y cejas andinas donde diferentes problemas como la erosión del suelo, son más notables (Ecuadorforestal 2017).

1.3.3.3. Agroforestería y Forestería Comunitaria

Los sistemas agroforestales son la combinación de árboles con cultivos agrícolas de corto y mediano plazo. En estos sistemas no solo se beneficia económicamente al propietario del predio, sino que además se asegura la protección y la productividad del suelo, hecho que ha traído como consecuencia que las comunidades sientan la necesidad de forestar y reforestar en territorios comunales. También se utilizan otras alternativas silviculturales como los huertos caseros, las cortinas rompen vientos, entre otros. Estas son prácticas que se sitúan más hacia la protección del suelo (Ecuadorforestal 2017).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Área de estudio

Nueva Loja o más conocido como Lago Agrio es la capital de la provincia de Sucumbíos, en el nororiente ecuatoriano. Se encuentra ubicada en una zona llamada "Mar de pequeñas colinas" lo que explica la presencia de muchas colinas en sus alrededores. Posee una hidrografía muy amplia por la gran cantidad de ríos, de los cuales los más importantes son: El Aguarico, Napo (que a su vez funciona como frontera entre la provincia de Orellana y el San Miguel; importante río por ser la frontera entre Ecuador y Colombia. Se encuentra situada en la región Amazónica del Ecuador a 297 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Colombia, al sur con la provincia de Orellana, al este con el cantón Cuyabeno y al oeste con el cantón Cascales (Ecured 2011).

Ofrece un clima tropical con máximas precipitaciones en verano y temperaturas cálidas a lo largo de todo el año. Dicho clima posibilita una vegetación de selva ecuatorial, característica de la Amazonia. A partir del 29 de marzo de 1967 fecha en que brotó petróleo en el pozo Lago Agrio la región pasó a constituirse en uno de los principales centros de producción petrolera del ecuatoriano, gracias a lo cual logró un gran crecimiento comercial, agrícola, ganadero y turístico, que la ha convertido en uno de los focos de desarrollo más importantes del Ecuador. El área que rodea la ciudad tuvo muchos problemas ecológicos. La selva fue devastada y la degradación medioambiental alcanzó una elevada concentración, con un grado de polución ambiental excesivo en algunas áreas, no obstante, esta situación ha sido paulatinamente contrarrestada a tal punto de obtener nuevamente un lugar limpio y descontaminado además de un renovado centro de la ciudad el cual se encuentra en un proceso de "regeneración urbana" de Nueva Loja (Ecured 2011).

2.2. Caracterización del lugar

2.2.1. Localización

El presente trabajo de titulación se llevó a cabo en el Vivero Forestal Municipal de Lago Agrio, perteneciente al Cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos.

2.2.2. Ubicación geográfica

Lugar: Parroquia Nueva Loja

Latitud: 0° 4' 50,89" Norte

Longitud: 76° 58' 23,93" Oeste

Altitud: 322 m.s.n.m.

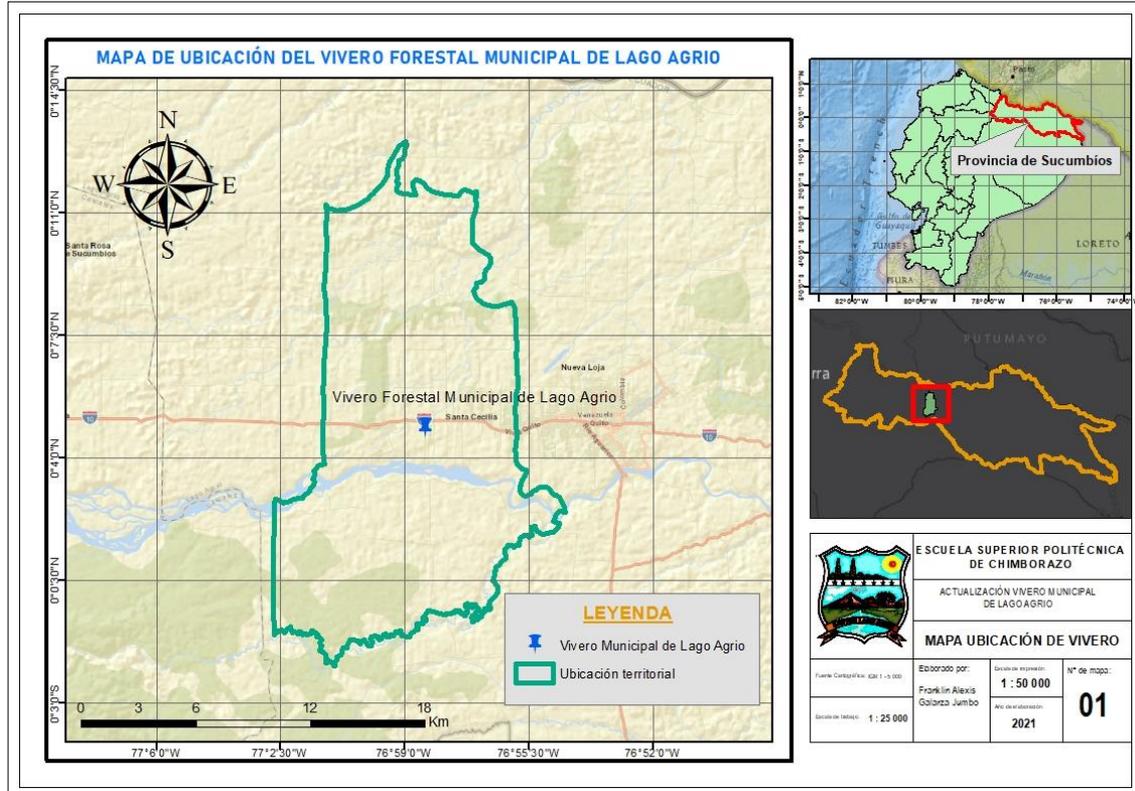


Figura 1-2. Mapa de ubicación del área de estudio

Realizado por: Galarza, A, 2021.

2.2.3. Condiciones climáticas

Temperatura media anual: 25-30°C

Precipitación media anual: 3805 mm

Humedad relativa anual: 88%

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI – PDOT (2011) GAD Parroquial de Santa Cecilia

2.2.4. Clasificación ecológica

Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá, (MAE, 2013: p. 175)

2.3. Materiales y equipos

2.3.1. *Materiales de campo*

- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Fundas para vivero
- Ácido naftalenacético
- Tijera podadora
- Cuchilla
- Recipientes

2.3.2. *Materiales de oficina*

- Computadora
- Impresora
- Esferos
- Hojas de papel bond

2.3.3. *Insumos*

- Estacas de cedro
- Sustrato
- Ácido naftalenacético

2.4. Variables

2.4.1. *Variables Dependientes*

- Numero de raíces por planta
- Longitud máxima de raíces por estaca
- Porcentaje de enraizamiento
- Número de brotes

2.4.2. *Variables Independientes*

- Dosis de ácido naftalenacético

2.5. Indicadores

- Comparación de formación de raíces en relación con a las dosis aplicadas
- Nivel de enraizamiento de las diferentes dosis

2.6. Esquema de análisis

2.6.1. Propagación asexual de *Cedrela odorata* L.

Tabla 1-2. Cuadro de análisis para el cálculo de datos de *Cedrela odorata* L.

Fuentes de variación	Fórmula	g.lb
Tratamientos (dosis de ácido naftalenacético)	$(t - 1)$	3
Repetición	$(r - 1)$	2
Error	$(r - 1)(t - 1)$	6
Total	$rt - 1$	11

Realizado por: Galarza. A, 2021.

2.7. Tratamientos de estudio

2.7.1. Tratamientos para la propagación asexual de *Cedrela odorata* L.

Tabla 2-2. Cuadro de los tratamientos en la propagación asexual de *Cedrela odorata* L.

Nº Tratamiento	Descripción	Dosis	Nº Estacas por tratamiento
T1	Estacas sin fitohormona (Testigo)		30
T2	Estacas con aplicación de ingrediente activo	5 g/p.	30
T3	Estacas con aplicación de ingrediente activo	10 g/p.	30
T4	Estacas con aplicación de ingrediente activo	15 g/p.	30
			120

Realizado por: Galarza. A, 2021.

2.8. Especificación del campo experimental

Para la propagación de *Cedrela odorata* L. se colocó en fundas plásticas un total de 120 estacas, las cuales estuvieron divididas en 12 unidades experimentales un total de 10 estacas respectivamente, evaluándose al cabo de 15, 30 y 45 días.

2.8.1. Especificaciones del campo experimental propagación asexual de *Cedrela odorata* L.

Número de tratamientos. 4

Número de repeticiones. 3

Número de unidades experimentales. 12

2.8.2. Forma del área experimental para la propagación asexual de *Cedrela odorata* L.

Área total del ensayo: 6,5 m²

Área neta del ensayo: 1,69 m²

Nº total de estacas del ensayo: 120

Nº de estacas por tratamiento: 30

2.9. Metodología

El trabajo de titulación se desarrolló en el Vivero Forestal Municipal de Lago Agrio, tomando en consideración las necesidades del proyecto, se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) que redujo el sesgo de la investigación y apuntar al análisis del comportamiento del ácido naftalenacético que ayudó a responder preguntas como: cuantas plantas enraizaron, con qué dosis enraizaron mejor y que medidas presentaron las raíces (variables). Con las cuales se obtuvieron conclusiones sobre cuál es el mejor tratamiento, respondiendo al problema planteado.

Para el cumplimiento del primer objetivo:

Implementar tres dosis de ácido naftalenacético sobre estacas de cedro (*Cedrela odorata* L.)

2.9.1. Manejo del trabajo de campo

El sustrato estuvo elaborado por: 70% de tierra negra, 10% de tamo de café, 10% de cascarilla de arroz y 10% de bagazo.

2.9.1.1. Obtención del material vegetativo

En un inicio se planteó obtener material vegetativo del árbol madre ubicado en el banco clonal del Vivero Forestal Municipal de Lago Agrio, pero las estacas más jóvenes y con buenas características para la propagación se encontraban en la copa de este, por lo cual se trabajó con estacas medianamente lignificadas, por lo consiguiente no se obtuvieron resultados.



Figura 2-2: Árbol madre de plántulas de *Cedrela odorata* L. Vivero Forestal Municipal de Lago Agrio

Realizado por: Galarza, A, 2020.

Para la realización del experimento una vez visto el fallo con las estacas medianamente lignificadas del árbol madre, se optó por realizar el experimento con plántulas en etapa de aclimatación con edad de 5 meses, proporcionadas por la administración y el equipo técnico del Vivero Forestal Municipal de Lago Agrio.



Figura 3-2: Plántulas de *Cedrela odorata* L. para la obtención de estacas

Fuente: Carmen, J, 2020

2.9.1.2. Selección de estacas

Para la selección de estacas, se descartaron las plántulas con poco diámetro y las estacas escogidas fueron de diámetro entre el rango de 0,7 y 1 cm, para el corte de estas se procedió a desinfectar las tijeras de podar con alcohol, se cortaron estacas de aproximadamente 20cm a 30cm, finalmente se le aplicaron las respectivas dosis de ácido naftalenacético y se colocaron en el sitio de ensayo.

2.9.1.3. Llenado de fundas

Se llenó 120 fundas de 9cm de ancho por 12cm de largo, con un volumen aproximado de 763,4 cm³, con sustrato. Luego se las ubicó en el vivero en 4 unidades experimentales las cuales estuvieron formadas por 30 fundas con su respectiva estaca, con un periodo de evaluación de 15, 30 y 45 días.



Figura 4-2: Preparación y desinfección con cal del sustrato

Fuente: Moreno, L, 2020

Llenado de las 120 fundas para la implementación del experimento.



Figura 5-2: Llenado de las fundas para el ensayo

Fuente: Oña, J, 2020

2.9.2. Aplicación de los tratamientos para la propagación vegetativa de *Cedrela odorata* L.

Del total de las 120 estacas se dividió en 4 grupos de 30 c/u, y se aplicó el respectivo tratamiento.

El primer tratamiento fue considerado como testigo (sin dosis de ácido naftalenacético), para el segundo tratamiento se utilizó el ingrediente activo con una dosis de 5 g/planta, para el tercer tratamiento se utilizó el ingrediente activo con una dosis de 10 g/planta, y para el tercer tratamiento se utilizó el ingrediente activo con una dosis de 15 g/planta, aplicándose una parte en la base de la estaca por 4 segundos y el resto de este se mezcló en el sustrato.



Figura 6-2: Aplicación de las diferentes dosis a las estacas de *Cedrela odorata* L.

Fuente: Oña, J, 2020

2.9.2.1. Riego

Para la frecuencia de riego se tomó en cuenta la recomendación de (Villafuerte 2017), que consistió en regar cada dos días los primeros 15 días y luego en un periodo de tres días.

Para el cumplimiento del segundo objetivo:

Evaluar el porcentaje de prendimiento de las estacas de cedro (*Cedrela odorata* L.) por efecto de la implementación de ácido naftalenacético

Se evaluó al finalizar el experimento es decir después de los 45 días de haber plantado las estacas en fundas.



Figura 7-2: Evaluación final a los 45 días de haber realizado la plantación

Fuente: Oña. J, 2021

Para el cumplimiento del tercer objetivo:

Evaluar el desarrollo de las estacas en las diferentes dosis durante 15, 30 y 45 días en vivero

Se evaluó las diferentes variables como número de brotes, número de raíces y longitud de raíces, durante los periodos de 15, 30 y 45 días.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Evaluación de las estacas de *Cedrela odorata* L., durante los 45 días

3.1.1. Estacas a los 15 días después de haber realizado la plantación



Figura 1-3: Brotes, T2 después de 15 días realizada la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2020.

Todos los tratamientos no presentaron presencia de raíces en el transcurso de los 15 días después de haber realizado la plantación.

3.1.2. Estacas a los 30 días después de la plantación



Figura 2-3: Brotes, T2 después de 30 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021.



Figura 3-3: Brotes de raíces, T2 a los 30 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021



Figura 4-3: Brotes, T3 a los 30 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021



Figura 5-3: Brotes de raíces, T3 a los 30 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021.

Como se puede evidenciar en la (Figura 5-3), el T3 (Ingrediente activo 10g/planta) no presentó presencia de raíces al cabo de 30 días de haber realizado la plantación.



Figura 6-3: Brotes, T4 a los 30 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021.



Figura 7-3: Brotes de raíces, T4 a los 30 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021.

Como se puede evidenciar en la (Figura 7-3) al igual como en el T3, las estacas no presentaron presencia de raíces a los 30 días después de haber realizado la plantación.

3.1.3. Estacas a los 45 días después de haber realizado la plantación



Figura 8-3: Brotes, T2 a los 45 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021.



Figura 9-3: Brotes de raíces, T2 a los 45 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021.



Figura 10-3: Brotes, T3 a los 45 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021.



Figura 11-3: Brotes de raíces, T3 a los 45 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021.



Figura 12-3: Brotes, T4 a los 45 días de haber realizado la plantación

Realizado por: Galarza. A, 2021.



Figura 13-3: Brotes de raíces, T4 a los 45 días de haber realizado la plantación
Realizado por: Galarza. A, 2021.

Como se puede apreciar en las figuras (Figura 11-3) y (Figura 13-3), presentan raíces gruesas y cortas, lo cual concuerda con: Beaulieu (1973; p.235) quien menciona que el empleo de (ANA) es más delicado, porque el margen entre el grado óptimo y el grado de toxicidad es muy pequeño, aunque es mucho más activo es mucho más fitotóxico, lo cual ocasiona raíces más pequeñas y gruesas. Por lo cual se debe usar en concentraciones menores ya que las concentraciones excesivas pueden causar este tipo de problema de raíces gruesas y atrofiadas.

3.2. Porcentaje de prendimiento

Tabla 1-3. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento de estacas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 45 días de inicio del ensayo.

Fuentes	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	p-valor
Tratamientos	3	9850,86	3283,62	7,76**	0,0173
Repeticiones	2	5135,45	2567,73	6,07	0,0362
Error	6	2538,15	423,02		
Total	11	17524,45			
C de V	40,36%				

Realizado por: Galarza. A, 2021

Si la probabilidad es $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es $< 0,01$ = Altamente Significativo

Si la probabilidad es $> 0,05$ = No Significativo

Se realizó el análisis de varianza (Tabla 1-3), para el porcentaje de prendimiento a los 45 días de establecida la plantación, tomando en cuenta el total de estacas vivas hasta la fecha final. Se registró una media general de 50,97% estacas vivas y un coeficiente de variación del 40,36%, valor altamente significativo para los tratamientos.

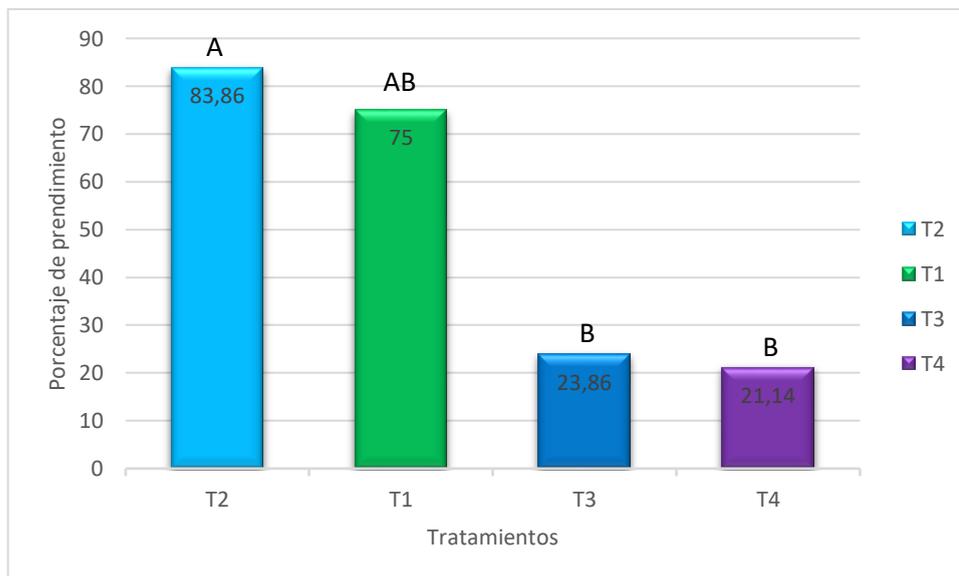


Gráfico 1-3: Prueba de Tukey al 5% de los Tratamientos para la variable prendimiento de estacas a los 45 días.

Realizado por: Galarza. A, 2021

En la prueba de separación de medias (Gráfico 1-3), se obtuvo 3 rangos. En el rango A se encuentra T2, (Ingrediente activo 5g/planta) el cual fue considerado como el mejor, con una media de 83,86%. En el rango AB, se encuentra T1 (Testigo). En el rango B, se encuentran los tratamientos, T3 y T4, (Ingrediente activo 10g/planta y 15g/planta) donde en el último lugar se encuentra el tratamiento T4 (Ingrediente activo, 15g/planta), con un valor de 21,14%.

Los resultados obtenidos en el porcentaje de prendimiento en el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) son más altos a los obtenidos por Villafuerte, (2017) mediante la aplicación de Hormonagro 1, 5g/planta el cual obtuvo 74% de enraizamiento. En su investigación titulada “Propagación sexual y asexual de *Cedrela odorata* L. (Cedro) bajo invernadero en el vivero de CORPOSUCUMBIOS del Consejo Provincial de Sucumbíos”.

3.3. Número de brotes

Tabla 2-3. Análisis de varianza para el número de brotes de estacas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 15 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.

Fuentes	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	p-valor
Tratamientos	3	2,65	0,883	3,36 n.s	0,0109
Repeticiones	2	3,52	1,758	6,68	0,0579
Error	6	1,58	0,263		
Total	11	7,14			
C de V	89,20%				

Realizado por: Galarza. A, 2021.

Si la probabilidad es $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es $< 0,01$ = Altamente Significativo

Si la probabilidad es $> 0,05$ = No Significativo

En el análisis de varianza (Tabla 2-3), para el número de brotes a los 15 días de iniciado la aplicación de los tratamientos no presentó significancia, con una media general de $0,58 \approx 1$ brote y un coeficiente de variación del 89,20%.

Tabla 3-3. Análisis de varianza para el número de brotes de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 30 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.

Fuentes	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	p-valor
Tratamientos	3	6,52	2,174	12,36 **	0,0056
Repeticiones	2	3,13	1,566	8,91	0,0160
Error	6	1,06	0,176		
Total	11	10,71			
C de V	41,59%				

Realizado por: Galarza. A, 2021.

Si la probabilidad es $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es $< 0,01$ = Altamente Significativo

Si la probabilidad es $> 0,05$ = No Significativo

En el análisis de varianza (Tabla 3-3), para el número de brotes de las estacas a 30 días de iniciado la investigación, se observa una media general de $1,008 \approx 1$ brote y un coeficiente de variación de 41,59%, valor altamente significativo para los tratamientos.

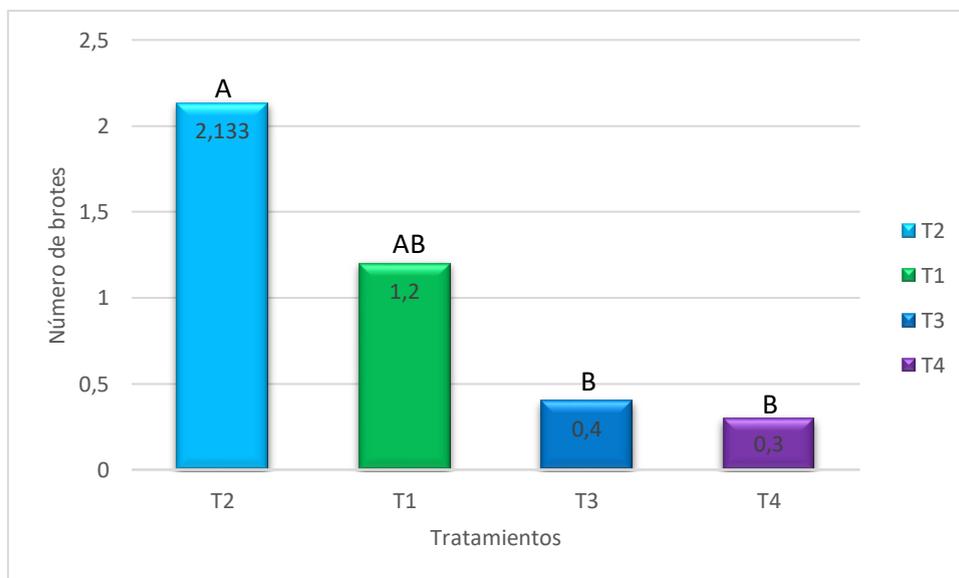


Gráfico 2-3: Prueba de Tukey al 5% del número de brotes a los 30 días.

Realizado por: Galarza. A, 2021.

En la prueba de separación de medias (Gráfico 2-3), se obtuvo 3 rangos. En el rango (A) se encuentra el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta), considerado como el mejor, con una media de $2,1 \approx 2$ brotes. En el segundo rango (AB) se encuentra el tratamiento T1 (Testigo) y en el tercer rango (B), se encuentran los tratamientos T3 y T4 (Ingrediente activo, 10g/planta y 15g/planta), donde el último lugar ocupa el tratamiento T4 (Ingrediente activo, 15g/planta), con un valor de $0,3 \approx 1$ brote.

Los resultados obtenidos en el T2 (Ingrediente activo, 5g/planta), presentan un mayor promedio a los obtenidos por Maldonado, (2013; p.49), donde a los 60 días presentaba un promedio de brotes de 0,73 y en la presente investigación el T2 presentó una media de 2,1 \approx 2 brotes a los 30 días de haber sido realizada la plantación.

Tabla 4-3. Análisis de varianza para el número de brotes de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 45 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.

Fuentes	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	p-valor
Tratamientos	3	9,05	3,016	19,71 **	0,0017
Repeticiones	2	1,45	0,727	4,75	0,0579
Error	6	0,92	0,153		
Total	11	11,42			
C de V	28,00%				

Realizado por: Galarza. A, 2021.

Si la probabilidad es $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es $< 0,01$ = Altamente Significativo

Si la probabilidad es $> 0,05$ = No Significativo

En el análisis de varianza (Tabla 4-3), para el número de brotes de las estacas a 45 días de iniciado la investigación, se observa una media general de 1,175 \approx 1 brote y un coeficiente de variación del 28,00% valor altamente significativo para los tratamientos.

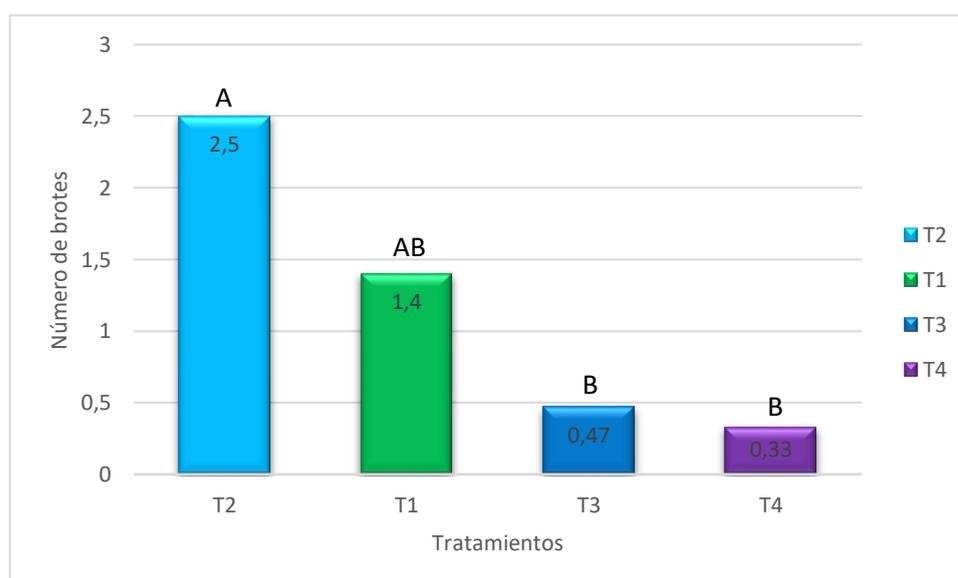


Gráfico 3-3: Prueba de Tukey al 5% del número de brotes a los 45 días.

Realizado por: Galarza. A, 2021.

En la prueba de separación de medias (Gráfico 3-3), se obtuvo 3 rangos. En el rango (A) se encuentra el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) considerado como el mejor, con una media de $2,5 \approx 3$ brotes. En el segundo rango (AB) se encuentra el tratamiento T1 (Testigo) con una media de $1,4 \approx 1$ brote y en el tercer rango (B) se encuentran los tratamientos T3 y T4 (Ingrediente activo, 10g/planta y 15g/planta), donde el último lugar ocupa el tratamiento T4 (Ingrediente activo, 15g/planta), con un valor de $0,33 \approx 1$ brote.

3.4. Número de raíces

Tabla 5-3. Análisis de varianza para el número de raíces de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 30 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.

Fuentes	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	p-valor
Tratamientos	3	64,75	21,584	13,34 **	0,0046
Repeticiones	2	7,82	3,911	2,42	0,1699
Error	6	9,71	1,619		
Total	11	82,29			
C de V	59,64%				

Realizado por: Galarza. A, 2021.

Si la probabilidad es $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es $< 0,01$ = Altamente Significativo

Si la probabilidad es $> 0,05$ = No Significativo

En el análisis de varianza (Tabla 5-3), para el número de raíces de las estacas a 30 días de iniciado la investigación, se observa una media general de $2,133 \approx 2$ raíces y un coeficiente de variación de 9,64%, valor altamente significativo para los tratamientos.

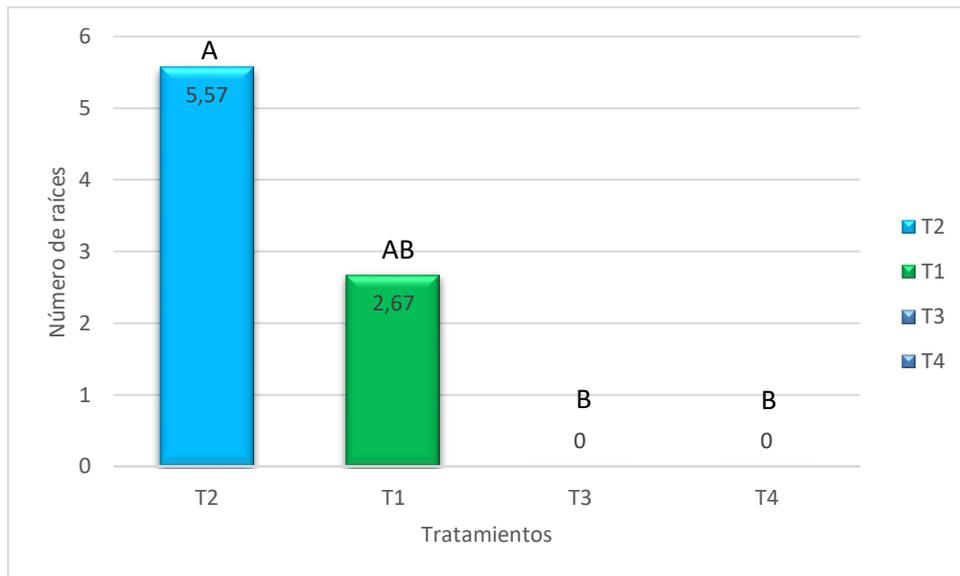


Gráfico 4-3: Prueba de Tukey al 5% del número de raíces a los 30 días.

Realizado por: Galarza, A, 2021.

En la prueba de separación de medias (Gráfico 4-3), se obtuvo 3 rangos. En el A se encuentra el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) el cual fue considerado como el mejor, con una media de $5,57 \approx 6$ raíces. En el segundo rango (AB) se encuentra el tratamiento T1 (Testigo) con una media de $2,67 \approx 3$ raíces y el tercer rango (B) lo ocupan los tratamientos T3 (Ingrediente activo, 10g/planta) y T4 (Ingrediente activo, 15g/planta) con un valor de 0 raíces.

El resultado obtenido en el T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) es mayor que el de Maldonado (2013; p.51) el cual presenta un promedio de 1,25 raíces después de 60 días y en la presente investigación el T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) presentó un promedio de $5,57 \approx 6$ raíces después de 30 días de haber sido realizada la plantación.

Tabla 6-3. Análisis de varianza para el número de raíces de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 45 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.

Fuentes	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	p-valor
Tratamientos	3	81,51	27,17	74,49 **	0,0000
Repeticiones	2	7,12	3,562	3,562	0,0130
Error	6	2,19	0,365		
Total	11	90,82			
C de V	21,76%				

Realizado por: Galarza. A, 2021.

Si la probabilidad es $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es $< 0,01$ = Altamente Significativo

Si la probabilidad es $> 0,05$ = No Significativo

En el análisis de varianza (Tabla 6-3), para el número de raíces de las estacas a 45 días de iniciado la investigación, se observa una media general de $2,775 \approx 3$ raíces y un coeficiente de variación de 21,76%, valor altamente significativo para los tratamientos.

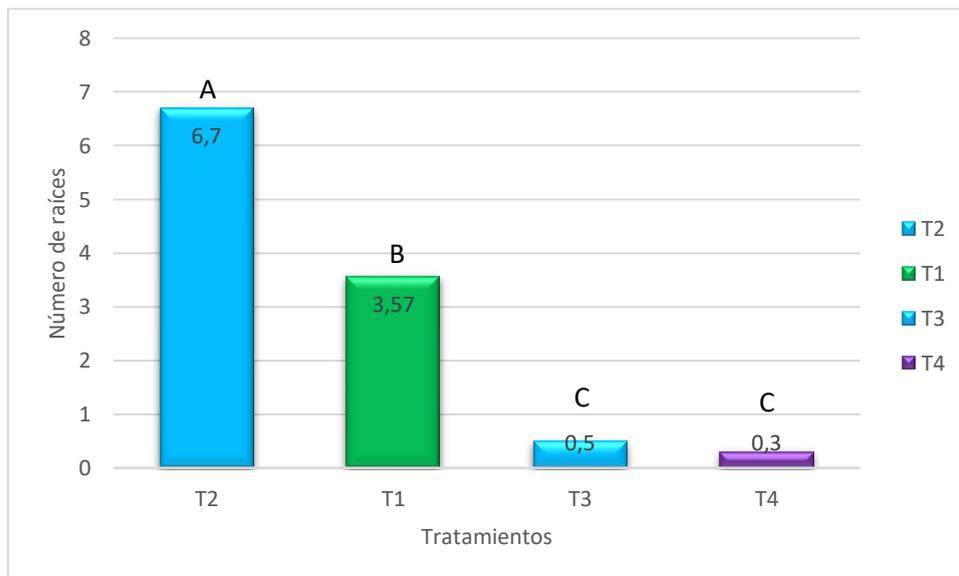


Gráfico 5-3: Prueba de Tukey al 5% del número de raíces a los 45 días.

Realizado por: Galarza. A, 2021.

En la prueba de separación de medias (Gráfico 5-3), se obtuvo 3 rangos. En el rango (A) se encuentra el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta), considerado como el mejor, con una media de $6,7 \approx 7$ raíces. En el rango (B) tenemos al tratamiento T1 (testigo) y en el rango (C), tenemos los tratamientos T3 y T4 (Ingrediente activo, 10g/planta y 15g/planta), donde en último lugar se encuentra el tratamiento T4 (Ingrediente activo, 15g/planta), con un valor de $0,3 \approx 1$ raíz.

3.5. Longitud de raíces

Tabla 7-3. Análisis de varianza para la longitud de raíces de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 30 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.

Fuentes	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	p-valor
Tratamientos	3	1710,37	570,125	9,43 **	0,0109
Repeticiones	2	71,33	35,666	0,59	0,5837
Error	6	362,9	60,483		
Total	11	2144,6			
C de V		69,59%			

Realizado por: Galarza. A, 2021.

Si la probabilidad es $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es $< 0,01$ = Altamente Significativo

Si la probabilidad es $> 0,05$ = No Significativo

En el análisis de varianza (Tabla 7-3), para la longitud de raíces de las estacas a 30 días de iniciado la investigación, se observa una media general de 11,18 mm y un coeficiente de variación de 69,59%, valor altamente significativo para los tratamientos.

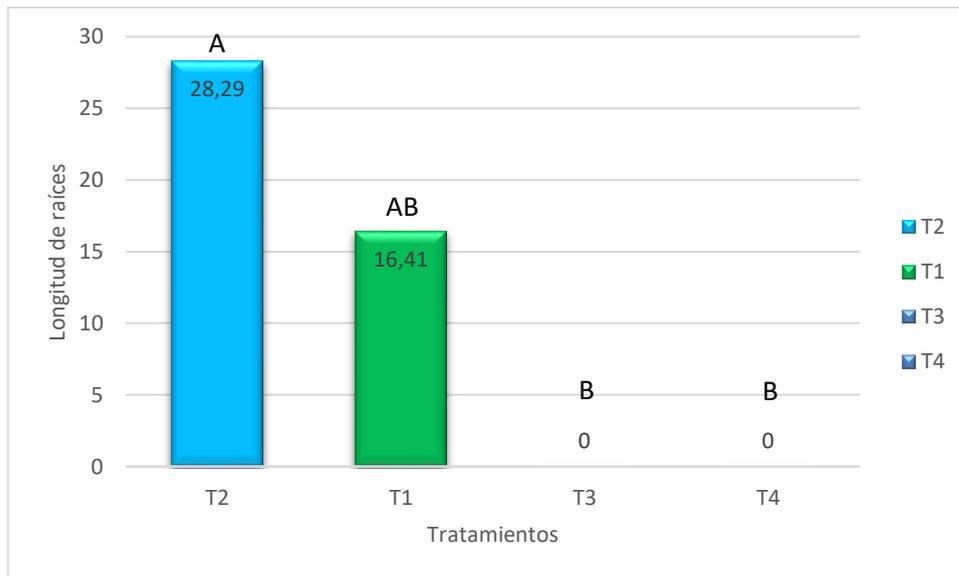


Gráfico 6-3: Prueba de Tukey al 5% de la longitud de raíces a los 30 días.

Realizado por: Galarza. A, 2021

En la prueba de separación de medias (Gráfico 6-3), se obtuvo 3 rangos. En el rango (A) se encuentra el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta), fue considerado como el mejor, con una media de 28,29 mm. En el rango (AB) se encuentra el tratamiento T1 (Testigo) con una media de 16,41 mm y el tercer rango (B) lo ocupan los tratamientos T3 (Ingrediente activo, 10g/planta) y T4 (Ingrediente activo, 15g/planta), con un valor de 0 mm.

Tabla 8-3. Análisis de varianza para la longitud de raíces de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 45 días después de haber colocado el material vegetativo en el sustrato.

Fuentes	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculado	p-valor
Tratamientos	3	2421,35	807,115	28,8 **	0,0006
Repeticiones	2	53,63	26,817	0,096	0,4359
Error	6	168,17	28,028		
Total	11	2643,15			
C de V	30,83%				

Realizado por: Galarza. A, 2021

Si la probabilidad es $< 0,05$ = Significativo

Si la probabilidad es $< 0,01$ = Altamente Significativo

Si la probabilidad es $> 0,05$ = No Significativo

En el análisis de varianza (Tabla 8-3), para la longitud de raíces de las estacas a 45 días de iniciado la investigación, se observa una media general de 17,172 mm y un coeficiente de variación de 30,83%, valor altamente significativo para los tratamientos.

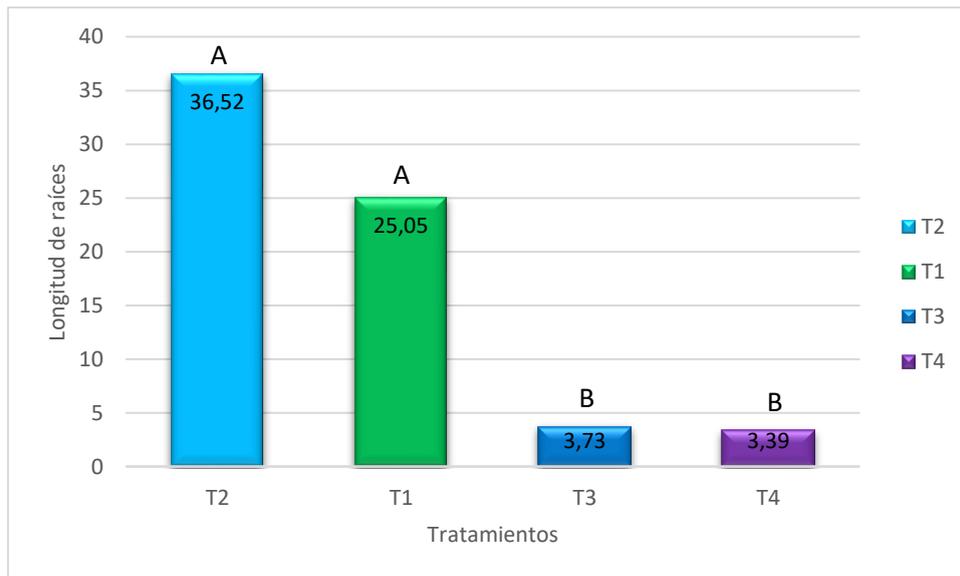


Gráfico 7-3: Prueba de Tukey al 5% de la longitud de raíces a los 45 días

Realizado por: Galarza, A., 2021.

En el (Gráfico 7-3), para la separación de medias de longitud de raíces a los 45 días de iniciado la investigación, se obtuvo dos rangos, en el rango (A) se encuentran los tratamientos T2 y T1, considerado como el mejor se encuentra el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta), con una media de 36,52 mm. En el rango (B), se encuentran los tratamientos T3 y T4, donde el último lugar lo ocupa el tratamiento T4 (Ingrediente activo, 15g/planta), con un valor de 3,39 mm, considerado el valor más bajo.

En el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta), compuesto por ANA (Ácido alfa-naftalenacético en presentación de polvo al 0,4%). Debido a su utilización directa con la estaca la asimilación en la misma fue alta, dando origen a una activación enzimática elevada, obteniendo un número de raíces superior al que obtuvo Villafuerte, (2017), aplicando ANA (Hormonagro 1, 5g/planta), con un resultado de 14,2 mm después de 30 días.

CONCLUSIONES

Al momento de aplicar las diferentes dosis de ácido naftalenacético se pudo evidenciar una asimilación correcta en las estacas, aplicando el T2 (Ingrediente activo, 5g/planta), sin embargo, al aplicar dosis mayores como el T3 (Ingrediente activo, 10g/planta) y el T4 (Ingrediente activo, 15g/planta) éstas le impedían a la estaca absorber agua y nutrientes del sustrato, por tanto, se mezcló el T3 y T4 con el sustrato para evitar esta interferencia.

En el porcentaje de enraizamiento el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) fue el mejor con un valor de 83,86 %. En la variable longitud de raíces el mejor tratamiento fue T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) que obtuvo un valor de 36,52 mm.

Durante la evaluación de las diferentes dosis, se pudo probar que las estacas obtenidas del árbol madre indiferentemente que se haya utilizado el ANA, no se pudieron desarrollar, debido a la fenología y edad del árbol madre, por tanto, usando estacas de plántulas en etapa de aclimatación demostraron buenos resultados en cuanto a las variables estudiadas en esta investigación.

En el transcurso de la evaluación de las diferentes dosis después de 15, 30 y 45 días, se pudo evidenciar una asimilación del ingrediente activo para el T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) presentando excelentes resultados a partir de los primeros 15 días visualizándose brotes saludables, con respecto al número y longitud de raíces el tratamiento T2 (Ingrediente activo, 5g/planta) de igual manera presentó los mejores datos en el tiempo evaluado.

RECOMENDACIONES

Ante el posible estado de madurez y fenológico que se encuentre un árbol madre para la obtención de estas, se recomienda utilizar estacas muy jóvenes de un árbol joven e inclusive estacas de plántulas que se encuentre en etapa de aclimatación en vivero.

Para un mejor desarrollo de las estacas se recomienda utilizar, ANA; 5g/planta, ya que demostró evidencias muy buenas con respecto a las variables estudiadas.

En cuanto a el desarrollo se recomienda realizar una evaluación en un tiempo de 90 días, para tener datos más relevantes con respecto al porcentaje de supervivencia en ese periodo de tiempo.

GLOSARIO

Abscisión: Proceso por el cual una planta pierde una o más partes de su estructura, como pueden ser la hoja, un fruto, una flor o una semilla (Strassburger 1994a).

Aprovechamiento: Es el uso, por parte del hombre, de los recursos maderables y no maderables provenientes de la flora silvestre y de las plantaciones forestales (Ambiente 1993: p. 1).

Floema: Tejido conductor encargado del transporte de nutrientes orgánicos e inorgánicos (especialmente azúcares) (Strassburger 1994b: p. 1088).

Forestación: Cambio de uso de suelo que se ocupa de establecer el crecimiento de un bosque en áreas que habían sostenido un bosque o no, mediante plantaciones o regeneración natural (Nyland 1996).

Inflorescencia: Disposición de las flores sobre las ramas o la extremidad del tallo; su límite está determinado por una hoja normal (Dimitri 1987).

Meristemos: Son los responsables del crecimiento vegetal. Sus células son pequeñas, tienen forma poliédrica, paredes finas y vacuolas pequeñas y abundantes. Se caracteriza por mantenerse siempre joven y poco diferenciado (Casado 2004).

Reforestación: Cuando se establece la cubierta forestal en áreas donde hubo bosque en un pasado reciente (Ferrerías y Herrero 2000: p.75).

Totipotencia. Potencia celular máxima, que le confiere a la célula la capacidad de dirigir el desarrollo total de un organismo (Miana y Bernard 2004).

Xilema. Tejido vegetal lignificado de conducción que suministra líquidos de una parte a otra de las plantas vasculares. Transporta agua, sales minerales y otros nutrientes desde la raíz hasta las hojas de las plantas (Valla y Juan 2007: p. 352).

BIBLIOGRAFÍA

ALBERT, P., LÓPEZ, A. & RODRÍGUEZ, T. 1995. Recursos fitogenéticos forestales, 1. Familia Meliaceae. *Fontqueria*, vol. 42, pp. 329-351.

ALDAZ, L. & OCHOA, I. 2011. *Propagación asexual de diez especies forestales y arbustivas en el jardín botánico Reinaldo Espinosa*. S.l.: Universidad Nacional de Loja.

AMBIENTE, M. 1993. DEFINICIONES, OBJETO, PRINCIPIOS GENERALES Y PRIORIDADES DE USO. [en línea], Disponible en: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6517.pdf>.

BEAULIEU, R. 1973. Reguladores de crecimiento ed. *Oikos-Tau S.A.* S.l.: s.n., pp. 235.

CANNA, F., 2016. Germinación de semillas. *EUITA* [en línea]. Disponible en: http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm.%0D.

CASADO, C. 2004. *Estudio en el colegio INESAM científico de Biology of Plants*. 7th. S.l.: s.n.

CASTILLO. 2015. Tipos de auxinas. [en línea]. Disponible en: <https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/27/PDF/16-CUANTIFICACION.pdf>.

CASTRILLÓN, J. et al. 2008. El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) en diferentes sustratos. *Agron. Colomb*, vol. 26, pp. 16-22.

CHAVEZ, A., LANDERO, D. y GONZALES, J., 2005. Variación en semillas de cedrela odorata l. procedentes de los estados de campeche. . Veracruz: s.n., pp. 41.

CONAFOR. 2009. Cedrela odorata L. *SIRE* [en línea]. Disponible en: [http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/898Cedrela odorata.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/898Cedrela%20odorata.pdf).

DENAXA, N., VEMMOS, S. & ROUSSOS, P. 2012. The role of endogenous carbohydrates and seasonal variation in rooting ability of cuttings of an easy and a hard to root olive cultivars (*Olea europaea L.*). *Sci. Hort*, vol. 143, pp. 19-28.

DIMITRI, M. 1987. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. . ACME, BsAs.

DRUEGE, U. & KADNER, R. 2008. Response of post-storage carbohydrate levels in pelargonium cuttings to reduced air temperature during rooting and the relationship with leaf senescence and adventitious root formation. *Postharvest Biol.*, vol. 47, pp. 126-135.

ECUADORFORESTAL. 2012. Ficha Técnica N° 5: CEDRO. [en línea]. [Consulta: 5 agosto 2020]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-5-cedro/>.

ECUADORFORESTAL. 2017. Bosque Plantado. [en línea]. [Consulta: 11 febrero 2021]. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/bosque-plantado/>.

ECUADORFORESTAL. 2018a. Bosque en el Ecuador. [en línea]. [Consulta: 11 febrero 2021]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/>.

ECUADORFORESTAL. 2018b. Bosque Nativo. [en línea]. [Consulta: 11 febrero 2021]. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/bosque-nativo/>.

ECURED. 2011. Nueva Loja (Ecuador) - EcuRed. [en línea]. [Consulta: 11 febrero 2021]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Nueva_Loja_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Nueva_Loja_(Ecuador)).

ENRIQUE, H. 2015. *Propagación vegetativa de quishuar (Buddleja incana) y aliso (Alnus acuminata) empleando tres enraizadores en la granja experimental yuyucocha, de la universidad técnica del norte*. S.l.: Universidad Nacional de Loja.

FERRERAS, J. & HERRERO, T. 2000. Ficha de reforestación participativa. *Seminario de voluntariado ambiental en espacios forestales*. S.l.: s.n.,

GÁRATE, M. 2010. Técnicas de propagación por estacas. . Perú: s.n.,

HARTMANN, H., KESTER, D. & DAVID, F. 1990. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Parte II. *Propagación de semillas*. S.l.: s.n., pp. 155.

ITOH, A., et al. 2002. Rooting ability of cuttings relates to phylogeny, habitat preference and growth characteristics of tropical rainforest trees. *Forest Ecol. Manag.*, vol. 168, pp. 275-287.

JOHN, D. 2018. ¿Qué es la propagación vegetativa? [en línea]. [Consulta: 6 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.deere.com.mx/es/nuestra-compañía/medios-y-noticias/nuestras-novedades/2018/mar/propagación-vegetativa.html>.

KLEIN, J., COHEN, S. & HEBBE, Y. 2000. Seasonal variation in rooting ability of myrtle (*Myrtus communis* L.) cuttings. *Sci. Hort*, vol. 83, pp. 71-76.

KLOPOTEK, Y., et al. 2010. Dark exposure of petunia cuttings strongly improves adventitious root formation and enhances carbohydrate availability during rooting in the light. *Plant Physiol*, vol. 167, pp. 547-554.

LÓPEZ, N., MUÑOZ & JOHANA. 2017. La producción forestal una actividad con alto potencial en el Ecuador requiere un cambio de visión. *Bosque latitud cero*, pp. 70.

MALDONADO, B.M., 2013. *PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CEDRO (Cedrela odorata L.) USANDO ESTAQUILLAS Y FITOREGULADORES ENRAIZANTES EN TINGO MARÍA* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/578>.

MESÉN, F. & TREJOS, E. 1997. Propagación vegetativa de San Juan (*Vochysia guatemalensis*). Mediante enraizamiento de estacas juveniles. *Revista Forestal Centroamericana*, vol. 21, pp. 19-24.

MIANA & BERNARD, A. 2004. Últimas investigaciones en biología: células madre y células embrionarias. *Ministerio de Educación*.

NYLAND, R. 1996. *Silviculture*. 3. New York: s.n.

SALVADOR, R., JAIRO, G. & MELVA, A. 2004. *Propagación asexual de las plantas : conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas* [en línea]. Bogotá, Colombia: s.n. ISBN 958-8210-57-7. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11348/4167>.

STRASSBURGER, E. 1994a. *Tratado de Botánica*. Barcelona: s.n. ISBN 9788428209793.

STRASSBURGER, E. 1994b. *Tratado de Botánica*. 8. Barcelona: Omega.

THE WORLD AGROFORESTRY CENTRE. 2009. Características de *C. odorata* L. [en línea]. Disponible en: http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Cedrela_odorata.PDF.

THOMAS, P. & SCHIEFELBEIN, J. 2002. Cloning and characterization of an actin depolymerizing factor gene from grape (*Vitis vinifera* L.) expressed during rooting in stem cuttings. *Plant Sci*, vol. 162, pp. 283-288.

VALLA & JUAN, J. 2007. *Botánica. Morfología de las plantas superiores*. 1a ed. 20a. Buenos Aires: Hemisferio sur. ISBN 950-504-378-3.

VILLAFUERTE, S.M. 2017. *Propagación sexual y asexual de Cedrela odorata L. (cedro) bajo invernadero en el vivero de corpusucumbios del Consejo Provincial de Sucumbíos*. S.l.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

VITALIDEAS. 2016. *Distribución y métodos de propagación del Capotillo Anthurium giganteum Engl., en los bosques de la parroquia molleturo. Provincia del Azuay*. S.l.: Universidad Nacional de Loja.

ZALESNY JR, et al. 2003. Shoot position affects root initiation and growth of dormant unrooted cuttings of *Populus*. *Silvae Genet*, vol. 52, pp. 273-279.

ANEXOS

ANEXO A. Permiso para la realización del trabajo de investigación

Ing. Abraham Freire Paz
Lago Agrio

**ESPOCH**
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

OFICIO N°. 001-AGJ-2020
Nueva Loja, 28 de octubre de 2020

Ingeniero
Abrahán Freire Paz
ALCALDE DEL CANTÓN LAGO AGRIO
Presente.-

G. Ambiental

De mi consideración:

Yo, **FRANKLIN ALEXIS GALARZA JUMBO**, con cédula N° 210101849-3, de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, residente en Nueva Loja, le expreso un saludo muy cordial y efusivo, deseándole toda clase de éxitos en la administración de nuestro querido cantón Lago Agrio.

Estimado señor Alcalde:

Soy estudiante de la "ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO" ESPOCH, he culminado mi carrera estudiantil y ahora estoy en el trámite para la elaboración de mi **TESIS DE GRADO** en **INGENIERÍA FORESTAL**, en tal sentido acudo a su digna autoridad para solicitar de manera muy comedida y respetuosa **SU AUTORIZACIÓN** para el ingreso al **VIVERO** que posee el Municipio de Lago Agrio en el Km 12 y me ayuden con las facilidades para realizar mi trabajo académico.

Mi compromiso guardar el debido respeto y cuidado durante la estadía dentro del **VIVERO**.

Seguro de contar con su respuesta favorable a mi pedido, desde ya le anticipo mi sincero agradecimiento, de alta estima y consideración.

Atentamente.



Sr. Franklin Alexis Galarza Jumbo
ESTUDIANTE ESPOCH

Franklin Jumbo
28/10/2020

RECEPCIÓN DE DOCUMENTOS
28 OCT 2020
HORA: 10:20 TRAMITE: 6456-

Gobierno Autónomo Descentralizado
Municipal de Lago Agrio
DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE
08:15 28 OCT 2020
HORA FIRMA
RECIBIDO

"Saber para Ser"

ANEXO B. Certificado de cumplimiento del trabajo de investigación en vivero

**ALCALDÍA DE LAGO AGRIO**
Administración 2019-2022

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE LAGO AGRIO

Vivero Municipal

Dirección de Ambiente 

CERTIFICACIÓN

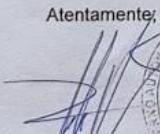
Quien suscribe Ingeniera Elizabeth Pabon, **TÉCNICA RESPONSABLE DEL VIVERO FORESTAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE LAGO AGRIO**, provincia de Sucumbíos, en mi legal y debida forma tengo a bien.

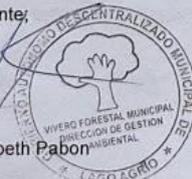
Certificar:

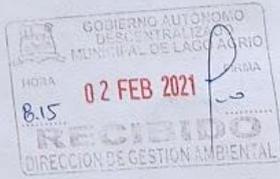
Que el señor **FRANKLIN ALEXIS GALARZA JUMBO**, con cédula N° **2101018493**, de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, residente en Nueva Loja, realizó su trabajo de investigación TEMA **"EVALUACIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CEDRO (*Cedrela odorata L.*) CON TRES DOSIS DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO EN VIVERO, PARROQUIA NUEVA LOJA, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS"** en el Vivero Forestal del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Lago Agrio, desde el **16 de noviembre del 2020 hasta el 18 de enero del 2021**, cumpliendo con el debido cronograma de trabajo planteado y la metodología propuesta, tiempo en el cual ha demostrado ser una persona responsable, honorable y respetuosa.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, el interesado puede hacer uso del presente documento, en lo que estime conveniente.

Atentamente,


Ing. Elizabeth Pabon
TÉCNICO DE VIVEROS (E)
D. DE GESTION AMBIENTAL DEL GADMLA





Dirección: Francisco de Orellana y 18 de Noviembre / Lago Agrio – Ecuador – Teléfono: 593-6 2833666
www.lagoagrio.gob.ec

ANEXO C. Árbol de *Cedrela odorata* L., en el Vivero Forestal Municipal de Lago Agrio





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 09 / 11 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Franklin Alexis Galarza Jumbo</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Recursos Naturales</i>
Carrera: <i>Ingeniería Forestal</i>
Título a optar: <i>Ingeniero Forestal</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.</i>

**LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS**

Firmado digitalmente por
LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Nombre de
reconocimiento (DN):
c=EC, l=RIOBAMBA,
serialNumber=060276697
4, cn=LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS
Fecha: 2021.11.09
10:54:33 -05'00'



1897-DBRA-UTP-2021