



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Proyecto de investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Forestal

TITULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

EMPLEO DE UNA TÉCNICA DE PROPAGACIÓN ASEXUAL PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE *Cedrela odorata* L. (cedro)

AUTOR:

Antonio Rogelio Peña Pinargote

DIRECTOR:

Dr. Nicolás Cruz Rosero

QUEVEDO - LOS RIOS - ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Antonio Rogelio Peña Pinargote** declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____
Antonio Rogelio Peña Pinargote
C.C. 1205593351

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

El suscrito, **DR. NICOLÁS CRUZ ROSERO** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **ANTONIO ROGELIO PEÑA PINARGOTE**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **EMPLEO DE UNA TÉCNICA DE PROPAGACIÓN ASEXUAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE *Cedrela odorata* L. (CEDRO)** previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

DR. NICOLÁS CRUZ ROSERO
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **DR. NICOLÁS CRUZ ROSERO**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el proyecto de investigación de la estudiante **ANTONIO ROGELIO PEÑA PINARGOTE** con el tema de investigación: “**EMPLEO DE UNA TÉCNICA DE PROPAGACIÓN ASEXUAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE *Cedrela odorata* L. (CEDRO)**” fue ingresado al sistema URKUND y presentó el 2% de similitud, considerando el Reglamento e Instructivos de Proyecto de Investigación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

DR. NICOLÁS CRUZ ROSERO
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Cedro_Antonio_Peña_UTEQ.docx (D51096705)
Submitted: 4/26/2019 5:30:00 AM
Submitted By: rlopez@uteq.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

PROYECTO Otto 02 DE MARZO.docx (D18415545)
Otto Mero Jalca.112.05.2016.docx (D19915377)
PROYECTO Otto 07 DE ABRIL-2016.docx (D19454017)
TESIS FINAL JOSE TOALA.docx (D18792880)

Instances where selected sources appear:

Documento	<u>Cedro Antonio Peña UTEQ.docx (D51096705)</u>
Presentado	2019-04-25 22:30 (-05:00)
Presentado por	Rolando López Tobar (rlopez@uteq.edu.ec)
Recibido	rlopez.uteq@analysis.orkund.com

2% de estas 20 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA INGENIERIA FORESTAL
TÍTULO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

**“EMPLEO DE UNA TÉCNICA DE PROPAGACIÓN ASEXUAL PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE *Cedrela odorata* L. (cedro)”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal.

Aprobado por:

Dr. Enrique Nieto Rodríguez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Edwin Jiménez Romero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Eduardo Gutiérrez Lara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a la institución y a las personas, que colaboraron con el desarrollo de mi formación como estudiante y de esta investigación.

- Primero a Dios por brindarme capacidad e inteligencia día a día en todas las actividades propuestas.
- A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- A la Facultad de Ciencias Ambientales.
- A todos los Docentes que fueron parte de mi formación, por el conocimiento transmitido a lo largo de la carrera universitaria.
- Al Dr. Nicolás Cruz Rosero Director del Proyecto de Investigación.
- A mis hermanos Jeanette, Elsa, Juan por todos sus consejos, y la ayuda brindada en toda mi etapa de estudiante y en la realización de esta investigación.
- A la Ing. Solange Zambrano Ganchozo por toda la ayuda brindada en mi etapa de estudiante.
- A la Ing. Gabriela Zambrano Ganchozo por la ayuda brindada en mi etapa como estudiante.
- A la Ing. Juliana Murillo Vélez por estar conmigo en todo el transcurso de esta investigación y por ser parte importante en mi vida.
- A mis compañeros y amigos Mabel M, Jeniffer Z, Mishell M, Delia R, Gabriel V, y Mario P por la ayuda en la realización de esta investigación.

¡GRACIAS A USTEDES!

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación se lo dedico a mi hijo Johan Peña, ya que es mi motivación para seguir adelante con todos mis proyectos propuestos.

A mi Padre Adolfo Peña mi Ángel en el cielo.

A mi madre Auria Pinargote por ser una mujer de ejemplo y luchadora antes las adversidades de la vida, por toda la ayuda brindada tanto a mí como a mi hijo, por eso y más de todo corazón GRACIAS MAMÁ.

A mis hermanos por todas sus palabras, consejos y ejemplos, por enseñarme a ser una persona de bien, por los momentos vividos y compartidos, por estar siempre ahí, brindándome su ayuda en todo momento para llegar a mi objetivo.

Antonio Peña Pinargote.

¡PARA USTEDES!

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se llevó a cabo en el invernadero del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicado en el km 1,5 vía Santo Domingo de los Tsáchilas. Se analizaron diferentes concentraciones de hormonas, tanto de Ácido Indol Butírico (AIB) y el Ácido Naftaleno Acético (ANA) 97% y > 98% de pureza respectivamente. Las concentraciones fueron envasadas en frascos herméticos rotuladas. Se utilizó arena de río formada por pequeños granos de alrededor de 0.05 a 2 mm de diámetro, virtualmente no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad amortiguadora (Buffer) o capacidad de intercambio catiónico, la arena fue desinfectada con fungicida (vitavax) con una concentración de 2g/L. cinco días previos al establecimiento del experimento para prevenir posible ataque de hongos. Se obtuvieron plántulas por medio de semillas extraídas de árboles con buen aspecto sanitario (libre de plagas y enfermedades) y buenas características fenotípicas. Después de obtener las plantas, se realizó un corte en la yema terminal para estimular a que la planta genere brotes de las yemas axilares que posteriormente sirvieron para la investigación. Para analizar las condiciones experimentales, se contemplaron tres factores: Tipo de sustratos (arena), concentración de hormona ANA (500, 1000, 1500, y 0 mg Kg⁻¹) y concentración de hormona AIB (500, 1000, 1500 y 0 mg Kg⁻¹), dando la combinación de ellos 4 tratamientos, formados por cinco repeticiones y cuatro unidades de observaciones, cada uno en forma completamente al azar. El mismo se realizó con ayuda del programa estadístico InfoStat. Para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos se efectuó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \geq 0.05$). Los datos con valores cero fueron transformados con la fórmula: $\sqrt{(x + 0,5)}$

Palabras claves: Propagación vegetativa, brotes, hormonas, *C. odorata*.

ABSTRACT

This research was carried out in the greenhouse of the Biotechnology Laboratory of the State Technical University of Quevedo, located at km 1.5 via Santo Domingo de los Tsáchilas. The general objective was to vegetatively propagate the species *Cedrela odorata* (Cedar) with the application of naphthaleneacetic acid (ANA) and indolbutiric acid (AIB) hormonal rooting stimulators. Different concentrations of hormones were analyzed, both Indol Butyric Acid (AIB) and Naphthalene Acetic Acid (ANA) 97% and > 98% purity respectively. Then the concentrations were packaged in hermetic labeled bottles. River sand formed by small grains of about 0.05 to 2 mm in diameter was used, virtually does not contain mineral nutrients and has no buffer capacity (Buffer) or cation exchange capacity, the sand was disinfected with fungicide (vitavax) with a concentration of 2g / l. five days prior to the establishment of the experiment to prevent possible fungal attack. Seedlings were obtained by means of seeds extracted from trees with good sanitary appearance (free of pests and diseases) and good phenotypic characteristics. After obtaining the plants, a cut was made in the terminal bud to stimulate the plant to generate shoots of the axillary buds that later served for the investigation. To analyze the experimental conditions, three factors were considered: Type of substrates (sand), ANA hormone concentration (500, 1000, 1,500, and 0 mg Kg⁻¹) and AIB hormone concentration (500, 1000, 1500 and 0 mg Kg⁻¹), giving the combination of 4 treatments, consisting of five repetitions and four units of observations, each in a completely randomized manner, the same was done with the help of the statistical program InfoStat. To establish statistical differences between treatments, the Tukey multiple range test was performed ($p \geq 0.05$). The data with zero values were transformed with the formula:

$$\sqrt{\sqrt{(x + 0,5)}}.$$

Keywords: Vegetative propagation, outbreaks, hormones, *C. odorata*

TABLA DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.....	iii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN EJECUTIVO.....	x
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
NDICE DE ANEXOS	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema de Investigación.....	3
1.1.1 Planteamiento del problema	3
Diagnóstico.....	3
Pronóstico.....	3
1.1.2 Formulación del problema.....	4
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.2.1 General.....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.2 JUSTIFICACIÓN	6
2.1 Marco conceptual.	8
2.1.2 Corteza	8
2.1.3 Hojas.....	8
2.1.4 Flores.....	8
2.1.5 Frutos.....	9
2.1.6 Semillas	9
2.1.7 Distribución	9
2.1.8 Características edafoclimáticas.....	9

2.1.8.1 Requerimientos climáticos.	9
2.1.8.2 Requerimientos edáficos.....	10
2.1.9 Factores limitantes de crecimiento.	10
2.1.10 Descripción silvicultural y de manejo de la especie.....	10
2.1.10.1 Características y tratamientos de la semilla.....	10
2.1.10.2 Producción en vivero	10
2.1.10.4 Preparación de terreno	11
2.1.10.5 Labrar el terreno	11
2.1.10.6 Plantación (diseño y densidad).....	11
2.1.10.7 Crecimiento	12
2.1.10.8 Manejo silvicultural.....	12
2.1.10.9 Turno o Rotación.....	12
2.1.10.10 Rendimientos volumétricos	12
2.1.10.11 Riesgos o peligros.....	13
2.1.10.13 Propiedades de la madera	13
2.1.10.14 Organolépticas	13
2.1.10.15 Veteado suave.....	13
2.1.10.16 Durabilidad.....	13
2.1.10.17 Trabajabilidad.....	13
2.1.10.18 Propiedades físicas y mecánicas.....	14
2.1.10.19 Preservación.....	14
3.1.1. 2.1.11 Propagación vegetativa.....	14
2.1.12 Los esquejes y sus características	14
2.1.13 Enraizamiento de segmentos	15
2.1.14 Obtención de esquejes	15
2.2 Marco Referencial	15
2.2.1 Enraizamiento de segmentos defoliados.....	15

2.2.2 Enraizamiento de segmentos foliados	16
2.2.3 Cortes de hojas.....	16
2.2.4 Cortes de raíz.....	16
2.2.5 Cortes de esquejes	16
2.2.6. Obtención de esquejes de la planta donante	17
2.2.7 Poda de los esquejes elegidos.....	17
2.2.8 Hojas de los esquejes de donde se obtendrán los cortes.....	17
2.2.9 Enraizamiento y establecimiento.....	18
2.2.10. Inducción del enraizamiento.....	18
2.2.11. Sustrato de enraizamiento.....	19
2.2.12. Establecimiento de esquejes en el propagador	19
2.2.13. Trasplante y acondicionamiento de los esquejes.....	19
3.2. Localización del área de estudio.....	21
3.3 Características edafoclimáticas de Quevedo	22
3.4 Recursos y materiales	22
3.3. Tipo de investigación.....	23
3.4 Métodos de investigación	24
3.5.1 Método inductivo-deductivo.....	24
3.5.2 Método experimental.....	24
3.4. Fuentes de recopilación de información	24
3.7 Diseño de la investigación.....	24
3.8.1 Preparación de hormonas.....	25
3.8.2 Sustrato a utilizar	25
3.9.3 Material vegetativo y siembra	25
4.1 Determinación del medio de conservación eficiente para la multiplicación de <i>C. odorata</i>	29
mediante la propagación asexual.....	29

4.1.1 Caracterización de hormonas.....	29
4.2 Determinación las concentraciones de hormonas de ANA y AIB en el enraizamiento de esquejes de <i>C. odorata</i>	30
4.2.1 Número de raíces en las diferentes concentraciones en brotes de <i>C. odorata</i>	31
4.2.2 Efecto de las hormonas sobre el crecimiento de altura en los brotes de <i>C. odorata</i> ..	32
4.2.3 Resultados de crecimiento con las diferentes concentraciones de hormonas en brotes de <i>C. odorata</i>	33
4.2.4 Efecto de las hormonas sobre el diámetro en los brotes de <i>C. odorata</i>	34
4.2.5 Resultados de diámetro con las diferentes concentraciones de hormonas en brotes de <i>C. odorata</i> (Cedro)	35
4.2.7. Longitud de la raíz mayor en brotes de <i>C. odorata</i>	37
CAPITULO V.....	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
5.1 Conclusiones.....	40
5.2 Recomendaciones	41
6. BIBLIOGRAFÍA	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características edafoclimáticas de Quevedo	22
Tabla 2. Preparación de las hormonas ANA Y AIB.....	25
Tabla 3. Tratamientos utilizados en la propagación asexual de <i>C. odorata</i>	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1. Mapa del cantón Quevedo Provincia de Los Ríos	21
Figure 2. Interpretación de numero de raíces en brotes de <i>C. odorata</i> . Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.	31
Figure 3. Crecimiento en altura (cm) de brotes de <i>C. odorata</i> en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratori de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.	33
Figure 4. diámetro en (cm) de brotes de <i>C. odorata</i> en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.	35
Figure 5. Interpretación de sobrevivencia de brotes de <i>C. odorata</i> en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.	36
Figure 6. Longitud de la raíz mayor en brotes de <i>C. odorata</i> en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.	37

INDICE DE ANEXOS

Ilustración 1. Interpretación de Longitud de la raíz mayor en brotes de <i>C. odorata</i> en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.	46
Ilustración 2. Activación de la yema axilar	47
Ilustración 3. Brotes juveniles	48
Ilustración 4. Experimento preliminar	49
Ilustración 5. Experimento final	50
Ilustración 6. Preparación de hormonas enraizadoras ANA + AIB	51
Ilustración 7. Preparación de hormonas enraizadoras ANA + AIB	52
Ilustración 8. Brotes de <i>C. odorata</i> enraizados en diferentes concentraciones hormonales	53
Ilustración 9. Cuadro de seguimiento de brotes de <i>C. odorata</i>	54
Ilustración 10. Tablas de ANOVA	59
Ilustración 11. Tablas de variables respuesta	61

CÓDIGO DUBLIN

Título	Empleo de una técnica de propagación asexual para la conservación de la especie <i>Cedrela odorata</i> (cedro)		
Autor	Antonio Rogelio Peña Pinargote		
Palabras clave	Propagación vegetativa	brotos	hormonas
Fecha de publicación			
Editorial	Quevedo: UTEQ, 2019		
Resumen	<p>Esta investigación se llevó a cabo en el invernadero del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicado en el km 1,5 vía Santo Domingo de los Tsáchilas. El objetivo de esta investigación fue desarrollar una técnica para la preservación de la especie <i>C. odorata</i> con la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido Indolbutírico (AIB) estimuladores hormonales de enraizamiento. Se analizaron diferentes concentraciones de hormonas, tanto de Ácido Indol Butírico (AIB) y el Ácido Naftaleno Acético (ANA) 97% y > 98% de pureza respectivamente.</p> <p>Luego las concentraciones fueron envasadas en frascos herméticos rotuladas. Se utilizó arena de río formada por pequeños granos de alrededor de 0.05 a 2 mm de diámetro, virtualmente no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad amortiguadora (Buffer) o capacidad de intercambio catiónico, la arena fue desinfectada con fungicida (vitavax) con una concentración de 2g/l. cinco días previos al establecimiento del experimento para prevenir posible ataque de hongos.</p> <p>Se obtuvieron plántulas por medio de semillas extraídas de árboles con buen aspecto sanitario (libre de plagas y</p>		

enfermedades) y buenas características fenotípicas. Después de obtener las plantas, se realizó un corte en la yema terminal para estimular a que la planta genere brotes de las yemas axilares que posteriormente sirvieron para la investigación

Para analizar las condiciones experimentales, se contemplaron tres factores: Tipo de sustratos (arena), concentración de hormona ANA (500, 1000, 1,500, y 0 mg Kg⁻¹) y concentración de hormona AIB (500, 1000, 1,500 y 0 mg Kg⁻¹), dando la combinación de ellos 4 tratamientos, formados por cinco repeticiones y cuatro unidades de observaciones, cada uno en forma completamente al azar, el mismo se realizó con ayuda del programa estadístico InfoStat. Para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos se efectuó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \geq 0.05$). Los datos con valores cero fueron transformados con la fórmula: $\sqrt{(x + 0,5)}$

INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los países latinoamericanos que tiene una alta tasa de deforestación. Las estimaciones varían ampliamente entre un mínimo de 75.000 hectáreas/año y un máximo de 400.000 hectáreas/año (Banco Mundial 1985), pasando por una cifra intermedia de 250.000 hectáreas/año. Tal situación, está provocando daños a los bosques nativos, es reflejada en el escaso número de varias especies, entre ellas, el cedro (*C. odorata*) Esta especie es de gran interés económico, por su madera de gran calidad siendo una de las más utilizadas en la actualidad, sobre todo en la fabricación de muebles, gabinetes, instrumentos musicales, lo que ha ocasionado una explotación inapropiada y no controlada, dejando en peligro de extinción la especie (Remache, 2011).

Para la conservación de dicha especie se conocen técnicas de reproducción asexual basada en propagación vegetativa que es una forma de reproducción, que consiste en la duplicación de nuevos individuos a partir de material vegetal de la planta madre. Esta técnica se ha convertido en una excelente alternativa para diferentes especies de importancia ecológica (especies en peligro de extinción, veda y conservación de material genético), y de importancia económica (plantaciones) (Carranza, 2016).

Actualmente la especie *C. odorata*, es producida en viveros y luego plantada, frente a su vulnerabilidad a los factores ambientales extremos, plagas, y enfermedades, especialmente durante su etapa inicial de desarrollo; provocando así una escasa capacidad de desarrollo natural. La utilización de métodos tradicionales para la propagación de este espécimen ha generado una baja producción, creando así una alta demanda del producto maderable. (Santiago, 2017).

CAPÍTULO 1
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de Investigación

1.1.1 Planteamiento del problema

El cedro (*C. odorata*) Es una especie forestal incluida en la lista de especies de prioridad, razón por la cual la conservación, estudios de la variabilidad genética, propagación y uso sostenible cobra especial importancia. Tiene una madera de gran valor en el mercado, y por su sobre explotación existen pocas alternativas para recuperar en el corto plazo una riqueza genética (Remache, 2011).

En el Ecuador y en la provincia de Los Ríos, son limitadas las plantaciones con programas de mejoramiento genético que permitan la propagación y establecimiento de plantaciones a partir de material seleccionado que produzcan a mediano y largo plazo obtener especies forestales con propagación vegetativa y genotipos con mejoramiento genético capaz de obtener material vegetal suficiente para desarrollar a futuro sistemas de propagación para la multiplicación mediante clones seleccionados (García, 2008).

Diagnóstico

Más de una tercera parte de las aproximadamente 6.000 especies identificadas en Ecuador está amenazada, los factores por la sobreexplotación o el cambio climático, indicó la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Entre ellas el cedro, árboles cuya apreciada madera son víctimas de la tala.

Pronóstico

Para la propagación de *C. odorata*. se requiere la reproducción vegetativa masiva y económica. El sistema de enraizamiento de brotes cubre estos requerimientos, se necesita desarrollar protocolos apropiados para la conservación y propagación de dicha especie.

1.1.2 Formulación del problema

El cantón Quevedo, cuenta con las condiciones físicas y edafoclimáticas adecuadas para el establecimiento de plantaciones mediante el uso de plantas producidas en el orden vegetativo, no obstante la disposición de personal técnico es muy limitado sumándose a ello el desconocimiento de su población de métodos de selección y manejo adecuado de propagación, de los bajos niveles en la utilización óptima de los sustratos entre otros aspectos, lo que trae como consecuencias reproducción de plantas de baja calidad. La presencia de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en este cantón y la carrera de ingeniería forestal está formando profesionales que se introduzcan a estos nuevos tipos de reproducción vegetativa, razón por la cual se están elaborando propuestas de investigación que vayan a resolver este problema con aportes teóricos y prácticos en la propagación masiva de diferentes especies.

1.1.3 Sistematización del problema

¿Se podrá obtener material vegetal suficiente para desarrollar sistemas de multiplicación clonal con la aplicación de la técnica de propagación vegetativa mediante la utilización de hormonas de enraizamiento en la especie *C. odorata* y así poder preservar la especie a futuro?

¿Es posible determinar un medio de conservación eficiente para la multiplicación de *C. odorata* mediante la propagación asexual?

¿Cuáles son las mejores concentraciones de hormonas ANA y AIB a utilizar para el enraizamiento de brotes de *C. odorata*?

¿Se podrá determinar la efectividad de la técnica de propagación asexual, basada en la aplicación de hormonas de enraizamiento ANA y AIB, para la conservación de la especie *C. odorata*?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Aplicar la técnica de propagación asexual para la conservación de la especie *C. odorata* L.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar un medio de conservación eficiente para la multiplicación de la especie *C. odorata* mediante la propagación asexual
- Aplicar la técnica de propagación asexual mediante la utilización de hormonas de enraizamiento ANA y AIB para la multiplicación y conservación de la especie *C. odorata*.
- Determinar las mejores concentraciones de hormonas de ANA y AIB en el enraizamiento de brotes de la especie *C. odorata*.
- Evaluar la efectividad de la técnica de propagación asexual, basada en la aplicación de hormonas de enraizamiento ANA y AIB, para la conservación de la especie *C. odorata*.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La propagación vegetativa o asexual se la conoce mediante la utilización de las diferentes partes de una planta, con capacidad de enraizamiento para lograr nuevos individuos. De modo tal que la nueva planta adquiriera el carácter genético de la variedad utilizada, sin embargo, estas nuevas técnicas son pocos conocidos y practicadas en el cantón, por lo que se hace indispensable conocer cómo afecta la inexperiencia en la selección para la propagación vegetativa de especies forestales y específicamente de la especie *C. odorata*.

Otro de los aspectos que se desconoce es la correcta utilización de hormonas enraizadoras para la producción vegetativa con plantas de buena calidad. Debido a esto, esta investigación plantea efectuar un análisis comparativo de las distintas concentraciones de hormonas que se utilizaron en la propagación vegetativa de la especie *C. odorata*.

Además, se justifica esta investigación porque se cuenta con recursos técnicos, recursos materiales y humano para iniciar y culminar con éxito la investigación planteada. En base a lo anterior el objetivo de este estudio es establecer una metodología para la inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos en *C. odorata*, utilizando hormonas de enraizamiento.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco conceptual.

2.1.1 Descripción Taxonómica

En el Ecuador el cedro es un árbol caducifolio de mediano a grande de 10 hasta 20 m de altura y con un DAP de 60 cm a 1,5 m, presenta copa ancha y redonda. Ramificaciones gruesas con lenticelas redondas en ramas jóvenes. Fuste recto, bien formado, cilíndrico; con contrafuertes en la base (Forestal, 2014).

Reino: Plantae

Filo: Angiospermophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: *Cedrela*

Especie: *odorata*

Nombre científico: *Cedrela odorata* L

Nombre común: cedro (Duque & Jaramillo, 2014)

2.1.2 Corteza

Externa amarga y de color rojizo, profundamente fisurada. Interna color rosado, cambiando a pardo amarillenta. Posee olor a ajo y sabor amargo (Forestal, 2014).

2.1.3 Hojas

Son compuestas, alternas, agrupadas al final de la rama, de 5 a 11 pares de folíolos opuestos (lanceolados a ovalados) con penetrante olor a ajo cuando se estrujan (Forestal, 2014).

2.1.4 Flores

Masculinas y femeninas en la 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 (Forestal, 2014).

2.1.5 Frutos

Son cápsulas 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 liberadas las semillas; en estado inmaduro, poseen un color verde y al madurar se tornan café oscuro. Contiene un exudado blanquecino, con fuerte olor a ajo antes de madurar. Tiene de 20 a 25 semillas pequeñas y alargadas (Forestal, 2014).

2.1.6 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 de la cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones grandes, planos, foliáceos, frondosos, ligeramente ovoides; la radícula es corta e inferior (Forestal, 2014).

2.1.7 Distribución

El cedro o cedro español, incluye 8 o más especies de maderas semejantes, está ampliamente distribuido por el Nuevo Mundo, desde Las Antillas y México hasta la Argentina, exceptuando Chile. Ampliamente esparcido por los bosques húmedos de altitudes bajas de la América tropical. Oriundo aparentemente de las Antillas Mayores y Menores hasta Trinidad y Tobago. También nativo en la América tropical continental. La distribución ha sido extendida por cultivo (Sampayo, 2015).

2.1.8 Características edafoclimáticas.

2.1.8.1 Requerimientos climáticos.

Altitud: 0 – 1200 msnm

Precipitación: 1200 – 2000 mm

Temperatura: 18 – 30 °C

2.1.8.2 Requerimientos edáficos.

Es una especie exigente en suelos, requiere suelos profundos, aireados, bien drenados, fértiles, pH entre 5,0 y 7,0 con buena disponibilidad de elementos mayores, variando de franco arcillosos a franco-arenosos. Tolera sitios húmedos, y soporta suelos neutros y calcáreos (Sampayo, 2015).

2.1.9 Factores limitantes de crecimiento.

Cabe señalar que esta especie es atacada por la *Hypsiphyla grandella*, la misma que afecta tanto en vivero como en plantación.

La principal limitante es el ataque a la yema terminal por *Hypsiphyla grandella*, Se pueden producir daños por plantas epífitas. No soporta suelos con contenidos de aluminio por encima de 1 ppm (Sampayo, 2015).

2.1.10 Descripción silvicultural y de manejo de la especie

2.1.10.1 Características y tratamientos de la semilla

Cada Kg contiene de 40000 a 55000 semillas de cedro, las mismas que son recolectadas de árboles semilleros que son seleccionados en los bosques naturales, éstas tienen un poder germinativo superior al 70% cuando se trabaja con semillas calificadas, soportan almacenamiento en frío (4 °C en cámaras frigoríficas), y no es necesario tratamiento pre germinativo. Para lograr una germinación uniforme, la inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas mejora la germinación (Sampayo, 2015).

2.1.10.2 Producción en vivero

Las plántulas se producen en bancales semilleros, donde las semillas son colocadas a espaciamientos de 10cm x 15cm, la germinación se produce entre 10 a 20 días. El trasplante se realiza cuando las plántulas tienen un tamaño de 5cm a fundas de polietileno o macetas, donde permanecen de 3 a 4 meses y adquieren un tamaño de 25cm, cuando son llevadas al sitio de plantación (Sampayo, 2015)..

Producción por esquejes: trasplantar las plántulas del germinador a platabandas, a una distancia de 20 x 20 cm., cuando tengan de 1,5 y 2 cm. de diámetro en el cuello de la raíz (6 a 7 meses), podo la parte aérea 15-25 cm. dejando 2 a 3 yemas, y deje 10 a 20 cm. de raíz, conservando sólo la principal (Sampayo, 2015).

2.1.10.3 Reproducción vegetativa

Se usa estacas provenientes de ramas jóvenes, con diámetro entre 3 y 6 mm. y longitud de 4 a 6 cm., conservando 2 o más nudos y una hoja superior.

Eliminar los entrenudos terminal y basal muy lignificados. Se emplea ácido Indol Butílico de 0,2% en polvo o diluido en alcohol como enraizante, introducir la base de la estaca por unos segundos y sembrar inmediatamente en un sustrato franco arenoso (Sampayo, 2015).

2.1.10.4 Preparación de terreno

Limpiar el sitio de la vegetación existente, con el fin de reducir o eliminar la competencia que podría impedir el establecimiento adecuado de la plantación (Sampayo, 2015).

2.1.10.5 Labrar el terreno

- Para facilitar la plantación y su establecimiento y estimular el rápido desarrollo de las raíces.
- Reducir la cubierta de vegetación que compite por agua, luz y nutrimentos.
- Reducir la erosión y facilitar el almacenamiento de agua, mediante barreras físicas a la escorrentía.
- Eliminación de obstáculos físicos que detengan el crecimiento de los árboles, y dificultan las operaciones de deshierbe cuando se utiliza maquinaria.
- Establecer sistemas de drenajes en estaciones húmedas o anegados (Sampayo, 2015).

2.1.10.6 Plantación (diseño y densidad)

Esta especie requiere de alta luminosidad, por lo que es necesario previo al establecimiento de la plantación realizar la eliminación total de todo tipo de vegetación que se encuentre en

el terreno (herbácea, arbustiva, arbórea), requiere suelos arenosos profundos y bien drenados. Listo y preparado el terreno se realiza la plantación a un espaciamiento que varía de 4m x 4m (625 árboles /ha) a 4m x 3 m (833 árboles/ha) (Sampayo, 2015).

2.1.10.7 Crecimiento

La sobrevivencia en plantaciones de ésta especie se encuentra sobre el 80%; con incrementos medios anuales de 1,4 m en altura y de 2,2 cm en diámetro.

Bajo óptimas condiciones se registra en los primeros años un crecimiento promedio anual de 1,3 a 1,8 m. en altura, y entre 1,3 y 1,6 cm. en diámetro (Sampayo, 2015).

2.1.10.8 Manejo silvicultural

El éxito de la plantación depende del mantenimiento y del manejo que se aplique, esto es realizar la limpieza durante los primeros 4 años, para evitar la competencia por luz, humedad y nutrientes. Los tratamientos silviculturales (podas y raleos), se aplican de acuerdo al objetivo y turno previsto.

En caso de ataque, se recomienda la poda de la parte dañada, y cuando vienen los rebrotes, realizar una selección del mejor y eliminar los demás con tijeras podadoras (Sampayo, 2015).

2.1.10.9 Turno o Rotación.

En el país, el turno previsto para esta especie se encuentra en 20 años (Sampayo, 2015)..

2.1.10.10 Rendimientos volumétricos

11 a 25 m³/ha/año (Sampayo, 2015).

2.1.10.11 Riesgos o peligros.

Ataque del barrenador de la yema terminal *Hypsiphyla grandella*, cuyo daño induce la formación de bifurcaciones tempranas. También es atacado por diversos defoliadores y por hongos que causan manchas y deformaciones en las hojas (Sampayo, 2015).

2.1.10.13 Propiedades de la madera

2.1.10.14 Organolépticas

Color duramen recién cortado varía de rosado a marrón-rojizo y expuesto se torna de rojizo a pardo-rojizo oscuro, en ocasiones con vetado púrpura. Albura desde blanquecina o blanco-grisácea hasta castaño claro (Forestal, 2014).

2.1.10.15 Veteado suave

Textura mediana y suave al tacto

Grano generalmente recto, en ocasiones ligeramente entrecruzado

Olor fuerte característico aromático

Sabor astringente

Brillo de medio a alto (Sampayo, 2015).

2.1.10.16 Durabilidad.

Baja durabilidad natural (Sampayo, 2015).

2.1.10.17 Trabajabilidad.

Fácil de trabajar con maquinaria y herramientas manuales: aserrar, cepillar, tornear y lijar y los acabados son excelentes. Fácil de encolar y retiene bien los clavos y tornillos. Es de secado rápido (Forestal, 2014).

2.1.10.18 Propiedades físicas y mecánicas

Densidad básica: 0.48g/cm³.

Contracción Radial (%): 5,4

Contracción Tangencial (%): 8,6

Módulo de Elasticidad: 74 x 1000

Módulo de Rotura: 511

E.R. Compresión Paralela (Kg/cm²): 400

Corte Radial (Kg/cm²): 57 (Forestal, 2014).

2.1.10.19 Preservación.

Moderadamente permeable a los preservantes, debido a su baja densidad (Forestal, 2014)..

3.1.1. 2.1.11 Propagación vegetativa

La propagación vegetativa es la producción de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano o parte de una planta madre, distintas partes del cuerpo de una planta, bajo determinadas condiciones de crecimiento (luz, temperatura, humedad, nutrientes, sanidad) pueden dar origen a un individuo completo. Esto se debe a que muchas células de los tejidos diferenciados (maduros) de la planta, conservan la totipotencialidad, con esta característica una célula ya adulta puede diferenciarse (retomar la actividad meristemática) y multiplicarse dando origen a los órganos vegetativos (raíz, tallos y hojas) (Quinapallo, 2014).

2.1.12 Los esquejes y sus características

Los esquejes son el medio más importante para la propagación de plantas herbáceas y leñosas, siendo su empleo muy común en diversas especies. Es una técnica económica, rápida, simple, no requiere de técnicas especiales y permite obtener nuevas plantas a partir de pocas plantas madres (previamente seleccionadas), en un espacio limitado. No obstante, es necesario desarrollar estas técnicas para cada especie y región geográfica a fin de adaptarlas para su empleo por pequeños y medianos finqueros (Quinapallo, 2014).

2.1.13 Enraizamiento de segmentos

Esta técnica de propagación tiene muchas ventajas y se emplea exitosamente sin necesidad de gran inversión económica. La técnica más común es la inducción de la formación de raíces en una sección del tallo o rama, de manera que se origine una planta independiente. En los casos en que se ha experimentado propagar árboles mediante el enraizamiento a partir de segmentos se ha tenido éxito en más de 80% (James, 2014).

Según la parte de la planta de donde se obtienen los segmentos (cortes o fragmentos) se ha dividido en cortes de: hojas, brotes, renuevos de raíz y ramas. La selección de cualquiera de ellos depende básicamente de las características inherentes a cada especie, de las facilidades para obtener y manipular los cortes (en función del estado fenológico de la planta), del propósito de la propagación y de la disponibilidad de recursos económicos (James, 2014).

2.1.14 Obtención de esquejes

Para obtener y manipular adecuadamente los esquejes deben tomarse en cuenta varios factores: la alta humedad del aire, la intensidad moderada de luz, con temperaturas estables, un medio favorable de enraizamiento, y una protección adecuada contra el viento, las plagas y las enfermedades. Sobre todo, debe evitarse la deshidratación, pues los cortes con hojas pierden rápidamente agua por medio de la transpiración, aun cuando exista una alta humedad relativa. Y es que, como no tienen raíces, la absorción de agua es mucho más lenta, y esto afecta el estado de hidratación del esqueje (Delgado, 2010).

2.2 Marco Referencial

2.2.1 Enraizamiento de segmentos defoliados

Esta técnica de reproducción vegetal se da espontáneamente en la naturaleza cuando una rama o fragmento de una planta cae al suelo y logra enraizar otra vez y producir así un nuevo individuo. También se le ha empleado desde tiempos inmemoriales por los horticultores para la propagación de árboles de ornato y frutales; un ejemplo de este método son las cercas vivas que vemos alrededor de potreros y cultivos. Para la construcción de estas cercas los campesinos cortan los segmentos o ramas al efectuar los desmontes, los almacenan en un lugar fresco y sombreado y los plantan al principio de la época de lluvias (González, 2016).

2.2.2 Enraizamiento de segmentos foliados

Según las condiciones de lignificación de la madera los segmentos foliados se dividen en: cortes de maderas blandas (meristemas), cortes de maderas semiduros (parcialmente maduros) y cortes de maderas duras siempre verdes (lignificados). Cualesquiera de éstos llevan hojas o brotes meristemáticos (material fisiológicamente juvenil) y su tamaño es mucho más pequeño que los defoliados (Sisaro, 2016).

Debido a la presencia de hojas que continúan transpirando activamente y a las condiciones diferenciales de madurez en las ramas jóvenes, los segmentos pueden deshidratarse muy fácilmente. Por esto, es necesario mantenerlos en compartimientos sombreados y húmedos hasta que enraízan y toman del suelo suficiente agua. Siempre es necesario emplear sustancias enraizadores como el ácido indolbutírico (AIB) o el naftalenacético (ANA) y con frecuencia es indispensable mantener los segmentos recién plantados bajo agua nebulizada para evitar la deshidratación (Sisaro, 2016).

2.2.3 Cortes de hojas

Los cortes que incluyen además de la hoja una yema axilar y un fragmento de rama son adecuados para propagar algunas especies leñosas y también se utilizan para propagar árboles cuando la cantidad disponible de otro tipo de segmentos es escasa (James, 2014).

2.2.4 Cortes de raíz

La capacidad de muchos árboles de producir ramas a partir de sus raíces (en condiciones adecuadas de crecimiento) se utiliza para propagar algunas especies (James, 2014).

2.2.5 Cortes de esquejes

La propagación vegetativa mediante segmentos de esquejes o brotes es uno de los métodos más usados para propagar plantas leñosas en vivero. Según las características de madurez de la madera de donde se obtienen las ramas o brotes, los cortes se han dividido en cortes son: de maderas duras, semiduras y suaves. Aunque las diferentes fases de maduración se presentan de manera continua, generalmente se distinguen por la forma y el color de las hojas y por los cambios de coloración del tallo o ramas. Las técnicas de propagación de árboles

por medio de cortes de ramas se dividen en dos tipos básicos: de segmentos foliados y de segmentos defoliados (James, 2014).

Cada uno de éstos utiliza cortes de madera con un grado de maduración diferente, y como proceden de árboles de contrastante ciclo fenológico, esta diferencia se relaciona con la acumulación de reservas en los tejidos del tallo. En los árboles caducifolios, de los cuales se obtienen los segmentos defoliados, antes de la caída de las hojas hay acumulación de reservas, las cuales están destinadas a formar posteriormente hojas nuevas. A partir de estas reservas se generan las raíces y las hojas en el segmento; en cambio, los segmentos foliados por lo general proceden de árboles de hoja perenne, que no acumulan reservas en el tallo y que deben continuar fotosintetizando para producir los recursos necesarios para generar nuevo crecimiento (James, 2014).

2.2.6. Obtención de esquejes de la planta donante

Debe realizarse por la mañana o por la tarde (antes de las 10 am o después de las 4 pm), con la finalidad de evitar la pérdida de agua durante las horas de mayor insolación (Delgado, 2010).

2.2.7 Poda de los esquejes elegidos

Con crecimiento vertical, se realice a la altura de los 10 nudos o menos, como en el caso de los brotes obtenidos de tocones. Cuando se dificulte distinguir el número de nudos es recomendable tomar como criterio una altura del brote o rama, desde 10 cm hasta 1 m, para asegurar una mayor capacidad de enraizamiento (Delgado, 2010).

2.2.8 Hojas de los esquejes de donde se obtendrán los cortes

Deben tener entre 8 y 10 cm de largo, de lo contrario hay que reducir el área foliar, debido a que hojas muy grandes favorecen la pérdida de agua y las muy pequeñas no producen suficientes carbohidratos y otras l necesarias para que el corte sobreviva. Se puede reducir el área foliar cortando las hojas con unas tijeras y cuidando que el tejido no se dañe por machacamiento o estrujamiento (Delgado, 2010).

2.2.9 Enraizamiento y establecimiento

El área donde se colocarán las estacas para el enraizamiento debe ser fresca y sombreada. La temperatura óptima para que ocurra se encuentra entre los 20 y 25 °C. Cuando las temperaturas suben arriba de 30 °C la humedad relativa de la atmósfera o contenido de vapor de agua presente en el aire tendrá que ser muy alto (más de 90%) para impedir que las plantas pierdan demasiada agua al incrementarse su transpiración y terminen marchitándose. La sombra se puede producir con materiales de origen vegetal como hojas de palma, paja, ramas secas, o con mallas plásticas especiales diseñadas para ese propósito. Es importante que el material utilizado transmita una luz que sea apropiada para activar la fotosíntesis de las plantas (Hagiwara, 2016).

2.2.10. Inducción del enraizamiento

No todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas, regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Las hay de origen natural, como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). Todas estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican la base de las estacas (Hagiwara, 2016).

La función de las auxinas en la promoción del enraizamiento tiene que ver con la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de aplicación, además de las relaciones hídricas y fotosintéticas de las estacas, entre otros aspectos. La mayoría de las especies forestales enraízan adecuadamente con AIB, aunque se ha observado que para algunos clones la adición de ANA resulta más benéfica (Hagiwara, 2016).

Un método sencillo es la aplicación de la hormona por medio del remojo de la base de las estacas (de 2 a 3 cm) en soluciones acuosas y con bajas concentraciones de auxina (de 4 a 12 horas), según las instrucciones de los preparados comerciales. Sin embargo, este método es lento y poco exacto, difícil de realizar cuando los cortes son numerosos y algunas veces las hojas se marchitan durante el proceso; entonces se puede recurrir a las auxinas disponibles en aerosol (Hagiwara, 2016).

2.2.11. Sustrato de enraizamiento

Un buen medio de enraizamiento se obtiene con arena gruesa o grava fina, que debe estar limpia (aunque no necesariamente estéril) húmeda y bien aireada. Si su capacidad de retención de agua es baja se puede mejorar adicionando aserrín (no demasiado fresco), turba, vermiculita u otros materiales. En el caso de haber inicios de pudrimiento en las estacas será necesario aplicar algún fungicida al medio de enraizamiento (Escamilla, 2015).

2.2.12. Establecimiento de esquejes en el propagador

Las estacas ya preparadas se establecen rápidamente pero tomando en cuenta las siguientes indicaciones: los cortes deben colocarse a una profundidad de 2 a 3 cm; para asegurar que queden firmes es necesario compactar un poco el sustrato de enraizamiento; cuando se utilizan estacas con varias hojas se debe evitar que las hojas inferiores queden en contacto con el medio de enraizamiento para evitar la putrefacción (Escamilla, 2015).

2.2.13. Trasplante y acondicionamiento de los esquejes

En varias especies propagadas vegetativamente se ha observado que el enraizamiento de las estacas se inicia después de dos semanas, y está lo suficientemente desarrollado después de 4 a 6 semanas (cuando las raíces miden de 1 a 2 cm). Las estacas que enraízan en tiempos más largos son débiles y no deben conservarse. El trasplante de las estacas tiene que hacerse inmediatamente después de ser removidas del medio de enraizamiento. Al sacar las estacas de su medio hay que tener cuidado de no dañar las raíces, después se verifica que el sistema radical tenga tres raíces como mínimo y que su distribución sea radial. Cuando las estacas presenten una o dos raíces, o bien cuando el sistema radical se forme sólo de un lado se deben desechar, para no poner en riesgo el vigor o una adecuada forma de crecimiento (Escamilla, 2015).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2. Localización del área de estudio

La investigación se realizó en el invernadero del Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicado en el km 1,5 vía Santo Domingo de los Tsáchilas.

El invernadero está cubierto por una malla de sombra al 70%, situadas horizontal y verticalmente, cubriendo la estructura metálica de 3 m de alto x 7 m largo y 3 de ancho, permitiendo la disminución en la radiación solar y/o regulando la evapo-transpiración. Dentro de ésta área la temperatura promedio es de 24 °C, la humedad relativa de 88%, y la intensidad lumínica es 8 horas luz 16 oscuridad.

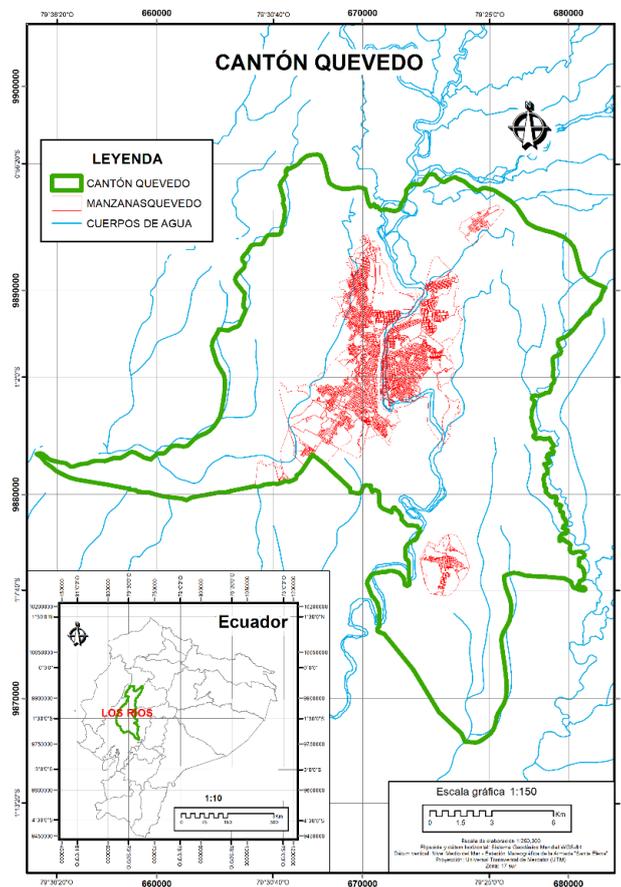


Figure 1. Mapa del cantón Quevedo Provincia de Los Ríos

Elaborado: Autor

3.3 Características edafoclimáticas de Quevedo

Tabla 1. Características edafoclimáticas de Quevedo

Parámetros	
Altitud	74 msnm
Precipitación anual	2162 mm
Humedad relativa	99%

Elaboración: Autor

3.4 Recursos y materiales

Para la realización del trabajo de campo de la investigación se utilizaron los siguientes materiales, equipos de campo, oficina y laboratorio.

Materiales de campo

- Vasos de plástico (polipropileno)
- Tijera
- Balde
- Libreta de campo
- Plántulas de cedro
- Calibrador

Materiales de oficina

- Documentos electrónicos
- Libros
- Lapiceros
- cuaderno de apuntes
- Hojas de papel bond A4
- Internet
- Computadora
- Impresora
- dispositivo de almacenamiento

Materiales de laboratorio

- Probetas
- Balanza de precisión
- Espátula
- Platillos
- Vasos de precipitación de 20 ml
- Caja Petrit
- Guantes
- Bisturí
- frascos herméticos rotulados
- atomizador de 1 litro

Reactivos

- Ácido Indol Butírico (AIB)
- Acido Naftaleno Acético (ANA)
- Talco sin olor
- Alcohol potable 98%

Sustrato

- Arena de río

3.3.Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo exploratoria ya que estudia una problemática que ha sido poco analizada y reconocida hasta el momento. Es descriptivo ya que evaluaron los datos actuales del objeto de estudio. Es documental, ya que se han revisado textos de otras investigaciones como apoyo y es prospectivo ya que los resultados permitirán toma de decisiones pertinentes.

3.4 Métodos de investigación

3.5.1 Método inductivo-deductivo

Para la presente investigación se estableció el método inductivo-deductivo, que consistió en la observación, comparación, abstracción, y generalización de datos, ocurrencia de hechos en función al tema de investigación desarrollado.

3.5.2 Método experimental

También se utilizó el método experimental porque se analizaron los resultados obtenidos en el diseño experimental de las especies utilizadas con los distintos niveles de sustratos.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Se obtuvo datos de producción (Fuente primaria). Adicionalmente se recurrió a la revisión de literatura metodológica especializada mediante tesis de grado, artículos científicos, libros, folletos (Fuente secundaria).

3.7 Diseño de la investigación

- Para determinar un medio de preservación eficiente para la multiplicación de *C. odorata* se realizó una revisión bibliográfica de temas que abarquen las técnicas más utilizadas y más convenientes para la preservación de dicha especie, con la finalidad de ser aplicada en este trabajo de investigación.
- Luego se determinó la técnica de propagación asexual mediante la utilización de hormonas de enraizamiento ANA y AIB para la multiplicación y preservación de la especie *C. odorata*.
- Para determinar las mejores concentraciones de hormonas de ANA y AIB en el enraizamiento de esquejes de *C. odorata* realizaron los siguientes procedimientos.

3.8.1 Preparación de hormonas.

- Se analizaron diferentes concentraciones de hormonas, tanto de Ácido Indol Butírico (AIB) y el Ácido Naftaleno Acético (ANA) 97% y > 98% de pureza respectivamente.
- Posteriormente se mezcló con 30 g de silicato de magnesio $Mg^3 (SiO_{10}) (OH)^2$ (talco), y alcohol potable al 98% hasta formar una masa pastosa.
- Luego de la mezcla se dejó reposar por 24 horas para que el alcohol se volatilice
- Luego las concentraciones fueron envasadas en frascos herméticos rotuladas.

Tabla 2. Preparación de las hormonas ANA Y AIB

Concentración de hormonas
500 mg/kg ⁻¹ ANA + 500 mg/kg ⁻¹ AIB
1000 mg/kg ⁻¹ ANA + 1000 mg/kg ⁻¹ AIB
1500 mg/kg ⁻¹ ANA + 1500 mg/kg ⁻¹ AIB

Elaboración: Autor

3.8.2 Sustrato a utilizar

- Se utilizó arena de río formada por pequeños granos de alrededor de 0,05 a 2 mm de diámetro, virtualmente no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad amortiguadora (Buffer) o capacidad de intercambio catiónico, la arena fue desinfectada con fungicida (vitavax) con una concentración de 2g/l. cinco días previos al establecimiento del experimento para prevenir posible ataque de hongos (Carranza, 2016)

3.9.3 Material vegetativo y siembra

- Se obtuvieron plántulas extraídas de árboles con buen aspecto sanitario (libre de plagas y enfermedades) y buenas características fenotípicas. Después de obtener las plantas, se realizó un corte en la yema terminal para activar las yemas axilares y obtener los brotes que posteriormente sirvieron para la investigación.

- Se utilizaron brotes de la parte axilar provenientes de plántulas, con características fisiológicas y morfológicas propicias, de 3 cm de longitud y 0.5 cm de diámetro.
- Cada sección vegetal a propagar de los brotes principales de cada plántula de *C. odorata* fue cortado con una tijera podadora, previamente desinfectada con alcohol al 70%, las hojas de los brotes fueron cortadas entre el 50 y 60% dependiendo del tamaño; posteriormente fueron sumergidas en una solución fúngica para evitar la deshidratación y contaminación de las misma.
- Antes de establecer el brote en el sustrato se realizó un nuevo corte en forma de bisel en la base, lugar en donde se colocó la solución de enraizamiento. Posteriormente se cubrió con plástico de polietileno formando una cámara húmeda dentro del umbráculo, el mismo que evitará el efecto directo de la luz sobre los brotes. El riego se realizó en horas de la mañana para mantener la humedad relativa y evitar la desecación de los brotes.
- Una vez que los brotes fueron impregnados en la base de las ramillas con las hormonas ANA y AIB, en diferentes concentraciones.
- El establecimiento del material vegetativo se lo realizó en bandejas de polipropileno, bajo un túnel, en un umbráculo cubierto con zarán que permitió el paso del 25% de luz solar, para evitar el estrés de los brotes (deshidratación).
- Además, se aplicó riego con una frecuencia de 4 veces al día con un intervalo de 2,5 horas, utilizando un atomizador de 1 litro.

3.10 Tratamiento de los datos

Para analizar las condiciones experimentales, se contemplaron tres factores: Tipo de sustratos (arena), concentración de hormona ANA (500, 1000, 1,500, y 0 mg Kg⁻¹) y concentración de hormona AIB (500, 1000, 1,500 y 0 mg Kg⁻¹), dando la combinación de ellos 4 tratamientos, formados por cinco repeticiones y veinte unidades de observaciones, cada uno en forma completamente al azar, los mismos que fueron evaluados a los 45 días. El mismo se realizó con ayuda del programa estadístico InfoStat y un calibrador. Para

establecer diferencias estadísticas entre tratamientos se efectuó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \geq 0,05$). Los datos con valores cero fueron transformados con la fórmula:

$$\sqrt{(x + 0,5)}$$

.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación del medio de conservación eficiente para la multiplicación de *C. odorata* mediante la propagación asexual

Como medio de preservación eficiente se determinó la propagación asexual o vegetativa mediante la aplicación de hormonas enraizadoras ANA y AIB, ya que es utilizada como una alternativa de producción en distintos proyectos de recuperación y conservación de especies nativas. Considerando lo anterior se ve la importancia de buscar nuevos métodos de propagación asexual para el mejoramiento productivo de la especie.

4.1.1 Caracterización de hormonas

Las características principales de las fitohormonas es que actúan como reguladores del desarrollo, que son sintetizados por la planta, los mismos que se encuentran en muy bajas concentraciones en el interior de los tejidos, y pueden actuar en el lugar que fueron sintetizados, de lo cual concluimos que estos reguladores son transportados en el interior de la planta. Los efectos fisiológicos producidos no dependen de una sola fitohormona, sino más bien de la interacción de muchas de estas sobre el tejido.

4.1.2 Tipos de hormonas aplicadas

4.1.2.1 Ácido naftalenacético (ANA)

Es obtenido por síntesis, tiene una gran actividad auxínica general y rizógena. Es bastante estable y es ligeramente más toxico para la planta que el AIB su empleo es más delicado, porque el margen entre el umbral de su actividad y el umbral de su toxicidad es más pequeño (Gárate, 2010).

4.1.2.1 Ácido indolbutírico (AIB)

La hormona AIB es probablemente el mejor material para uso masivo debido a que no es toxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones y es efectivo para estimular el enraizamiento de un gran número de especies de plantas. (Hartmann & Kester, 1997) citado por (Enríquez, 2015).

4.2 Determinación las concentraciones de hormonas de ANA y AIB en el enraizamiento de esquejes de *C. odorata*

A continuación, se detallan las concentraciones y tratamientos utilizados para la propagación de *C. odorata*

Tabla 3. Tratamientos utilizados en la propagación asexual de *C. odorata*

N° de Tratamientos Descripción	
T0	Sin hormona
T1	500 mg kg ⁻¹ ANA + 500 mg kg ⁻¹ AIB
T2	1000 mg kg ⁻¹ ANA + 1000 mg kg ⁻¹ AIB
T3	1500 mg/kg ⁻¹ ANA + 1500 mg/kg ⁻¹ AIB

Elaboración: Autor

4.2.1 Número de raíces en las diferentes concentraciones en brotes de *C. odorata*

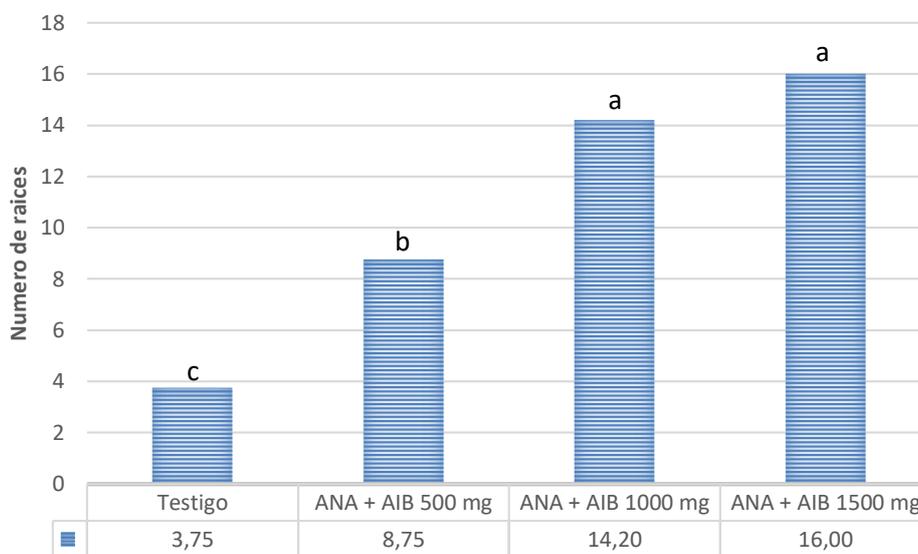


Figure 2. Interpretación de número de raíces en brotes de *C. odorata*. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Elaboración: Autor

La figura 2 presenta los promedios de número de raíces en plantas de cedro mediante la aplicación de diferentes concentraciones de ANA + AIB (500 mg, 1000 mg, 1500 mg). Según el análisis de varianza los tratamientos presentaron diferencia estadística, el tratamiento 1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB presentó el mayor promedio de raíces con 16,0 raíces en sustrato de arena de río al igual que (Pettao, 2007) y Bermúdez (2006) quienes obtuvieron mayor número de raíces en *Swietenia macrophylla King* (caoba) y *Gmelina arboreo roxb* (Melina) en las concentraciones de 1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB. Este resultado, también es superior al reportado por Ramos (2000) y Chicaiza (2004) en *Tectona grandis* (teca) en cuanto al número de raíces 2,0 y 6,42 registradas entre las concentraciones hormonales de 1000 mg kg⁻¹ ANA+ 1000 mg kg⁻¹ AIB y 1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB respectivamente, concentraciones similares. El menor número de raíces se lo obtuvo en las concentraciones de 500 mg kg⁻¹ ANA + 500 mg kg⁻¹ AIB 8,75 y el testigo 3,75.

4.2.2 Efecto de las hormonas sobre el crecimiento de altura en los brotes de *C. odorata*

Una vez que los brotes fueron impregnados con las diferentes concentraciones de hormonas, se llevó a cabo el control de crecimiento, para ello se tomó la altura inicial y final de los brotes de *C. odorata*, los mismos se detallan a continuación (tabla 4).

Tabla 4. Altura inicial de los brotes de *C. odorata* en cm. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

DATOS DE ALTURA INICIAL DE BROTE (cm)				
BROTE	S/H T0	TI/ 500		
		mg	T2/1000 mg	T3/ 1500 mg
B1	5,8	6,2	6,2	6,0
B2	5,6	5,8	5,7	5,5
B3	6,0	6,0	5,4	5,8
B4	5,5	5,5	6,0	6,3
B5	6,3	5,7	6,0	5,8

Elaboración: Autor

En la tabla 5 se observa de altura final de los brotes de *C. odorata*, se analiza el progreso de crecimiento en cada uno de los tratamientos con las diferentes concentraciones de hormonas ANA y AIB aplicadas, estos resultados fueron tomados a los 45 días.

Tabla 5.. Altura final de los brotes de *C. odorata* en cm. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

DATOS DE ALTURA FINAL DE BROTE (cm)				
	S/H T0	TI/ 500 mg	T2/1000 mg	T3/ 1500 mg
B1	6,1	6,4	6,5	6,3
B2	6,0	5,8	6,0	5,7
B3	6,2	6,0	5,6	6,0
B4	5,6	5,8	6,3	6,6
B5	6,3	5,8	6,4	6,2

Elaboración: Autor

4.2.3 Resultados de crecimiento con las diferentes concentraciones de hormonas en brotes de *C. odorata*

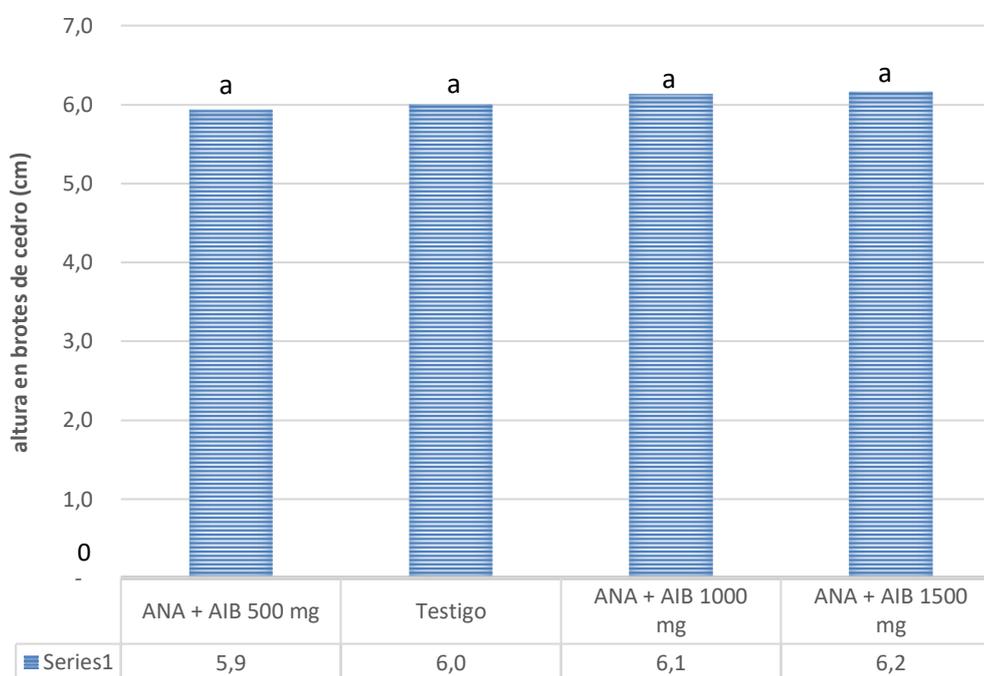


Figure 3. Crecimiento en altura (cm) de brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Elaboración: Autor

La figura 3 presenta los promedios de altura (cm) en plantas de cedro mediante la aplicación de diferentes concentraciones de hormonas ANA y AIB (500 mg, 1000 mg, 1500 mg) ya que auxinas están relacionadas con la regulación del crecimiento y desarrollo de las plantas. Según el análisis de varianza los tratamientos no presentaron significancia estadística. el tratamiento 1500 mg kg⁻¹ ANA +1500 mg kg⁻¹ AIB con 6.2 presentó mayor significancia sin diferir los tratamientos 1000 mg kg⁻¹ ANA +1000 mg kg⁻¹ AIB con 6,1 testigo con 6,0 y 500 mg kg⁻¹ ANA +500 mg kg⁻¹ AIB con 5,9 respectivamente.

4.2.4 Efecto de las hormonas sobre el diámetro en los brotes de *C. odorata*

Para conocer el efecto de las diferentes concentraciones de hormonas en los brotes de *C. odorata* se realizó el control de diámetro, para ello se tomó el diámetro inicial y final a los 45 días, los mismos se detallan a continuación.

Tabla 5. Diámetro inicial de los brotes de *C. odorata* en mm. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

DATOS DE DIAMETRO INICIAL DE LOS BROTES (cm)				
	S/H T0	TI/ 500 mg	T2/1000 mg	T3/ 1500 mg
B1	0,3	0,4	0,4	0,4
B2	0,3	0,3	0,3	0,3
B3	0,4	0,4	0,3	0,3
B4	0,3	0,3	0,4	0,4
B5	0,4	0,3	0,4	0,3

Elaboración: Autor

Tabla 6. Diámetro final de los brotes de *C. odorata* (cedro) en mm. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

DATOS DE DIAMETRO FINAL DE LOS BROTES (cm)				
	S/H T0	TI/ 500 mg	T2/1000 mg	T3/ 1500 mg
B1	0,4	0,4	0,4	0,4
B2	0,4	0,3	0,4	0,3
B3	0,4	0,5	0,3	0,4
B4	0,3	0,3	0,4	0,4
B5	0,4	0,3	0,4	0,4

Elaboración: Autor

4.2.5 Resultados de diámetro con las diferentes concentraciones de hormonas en brotes de *C. odorata* (Cedro)

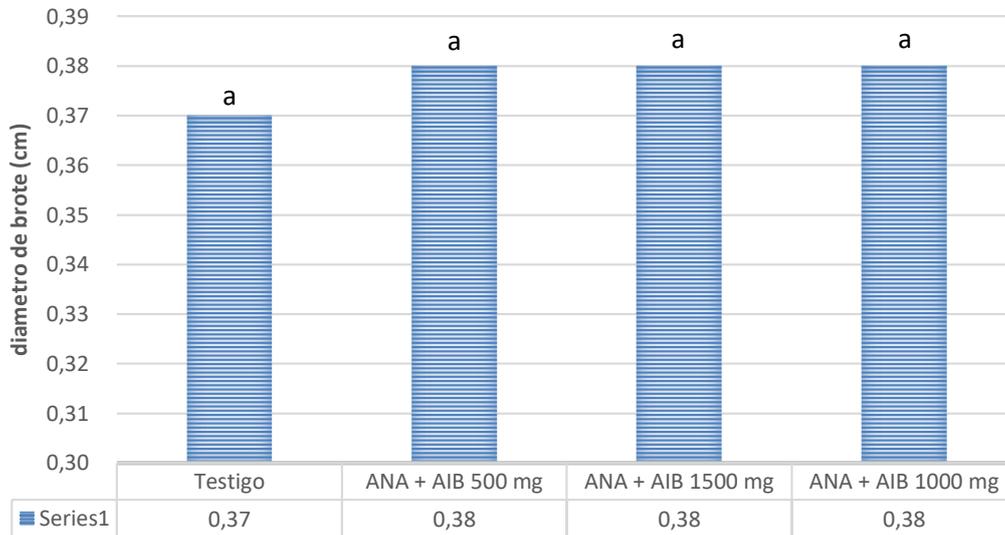


Figure 4. diámetro en (cm) de brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Elaboración: Autor

La figura 4 presenta los promedios de diámetro del tallo (cm) en plantas de cedro mediante la aplicación de diferentes concentraciones de ANA y AIB (500 mg, 1000 mg, 1500 mg). Según el análisis de varianza los tratamientos no presentaron significancia estadística. El tratamiento de 1500 mg ANA + 1500 mg AIB con 0.38 cm no presentó significancia sin diferir de los tratamientos 1000 mg ANA + AIB con 0.38 cm, 500 mg ANA + 500 AIB con 0.38 cm. El tratamiento de menor diámetro fue el testigo con 0,37 cm. A diferencia de García (2008) quien si encontró significancia estadística en *C. odorata*.

4.2. 6 Supervivencia de brotes de *C. odorata*

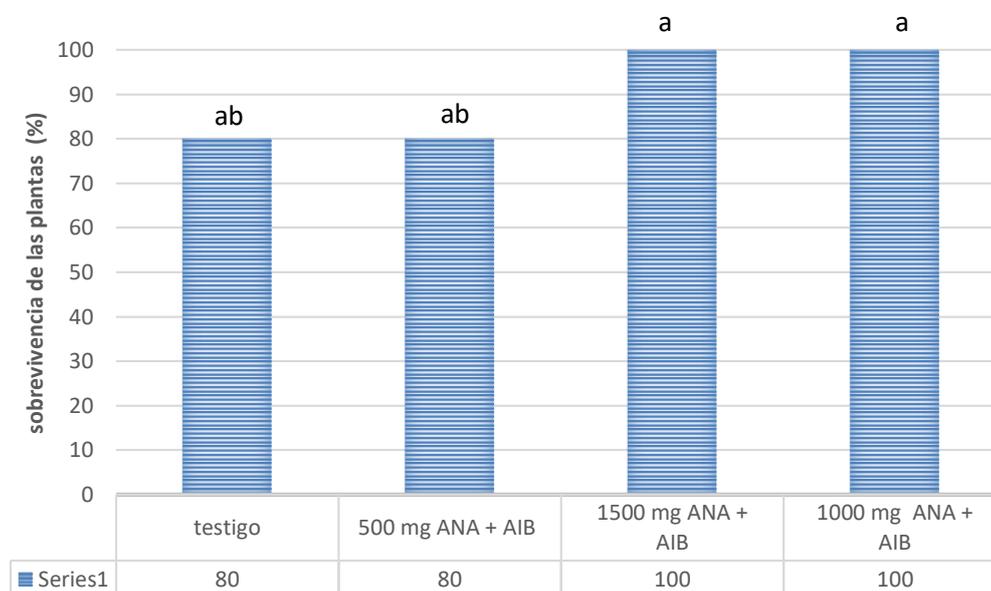


Figure 5. Interpretación de supervivencia de brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Elaboración: Autor

El porcentaje de supervivencia de brotes de Cedro presentó diferencias significativas entre las concentraciones hormonales. El mejor porcentaje se obtuvo en el nivel hormonal de 1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB y 1000 mg kg⁻¹ ANA + 1000 mg kg⁻¹ AIB que presentaron el 100% de supervivencia, al contrario de García (2008) quien obtuvo el mejor porcentaje de supervivencia en las concentraciones de 2000 mg kg⁻¹ ANA + 2000 mg kg⁻¹ AIB por lo que se infiere que *C. odorata* debe ser propagado a concentraciones altas de auxinas. El menor porcentaje se dio en el nivel de 500 mg kg⁻¹ + 500 mg kg⁻¹ AIB y testigo con 80%. Al contrario de Cruz (2008) que obtuvo el mayor porcentaje de supervivencia (93,33%) en *Triplaris guayaquilensis* con el tratamiento 500 mg kg⁻¹ ANA + 500 mg kg⁻¹ AIB, mientras que el porcentaje de supervivencia más bajo lo obtuvo con la concentración hormonal 2000 mg kg⁻¹ de ANA + 2000 mg kg⁻¹ AIB.

4.2.7. Longitud de la raíz mayor en brotes de *C. odorata*

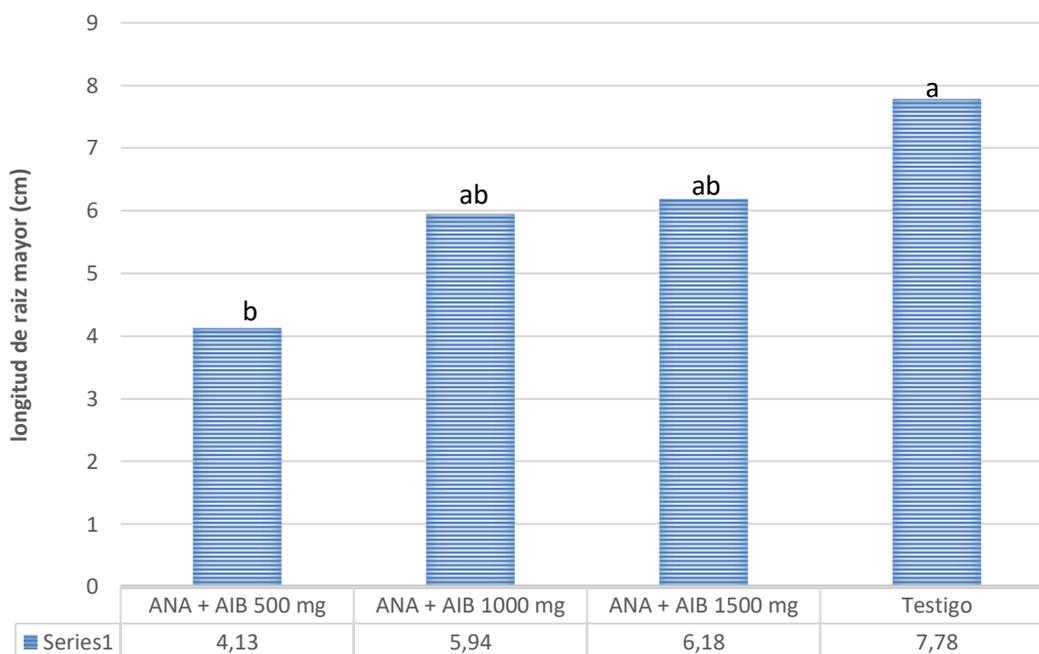


Figure 6. Longitud de la raíz mayor en brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Elaboración: Autor

Se presentaron diferencias significativas en los tratamientos hormonales. El mayor crecimiento de la raíz principal se obtuvo con el testigo 7,78 cm de longitud promedio, seguido de la concentración de 1500 mg kg⁻¹ ANA + 1500 mg kg⁻¹ AIB 6.18. En esta investigación se obtuvieron valores que superan los obtenidos en otras investigaciones aplicando hormonas enraizadoras, como en el caso de Ramos (2000) quien obtuvo 3,82 cm de longitud promedio en teca evaluados a los 21 días en 1000 mg kg⁻¹ ANA + 1000 mg kg⁻¹ AIB. Villacís (2003) obtuvo 3,89 cm en promedio de rices a los 30 días en moral fino. El menor crecimiento de raíces se obtuvo en las concentraciones de 500 mg kg⁻¹ ANA + 500 mg kg⁻¹ AIB con un promedio de 4,13 cm de longitud.

4.2.8 Longitud de raíz promedio en brotes de *C. odorata*

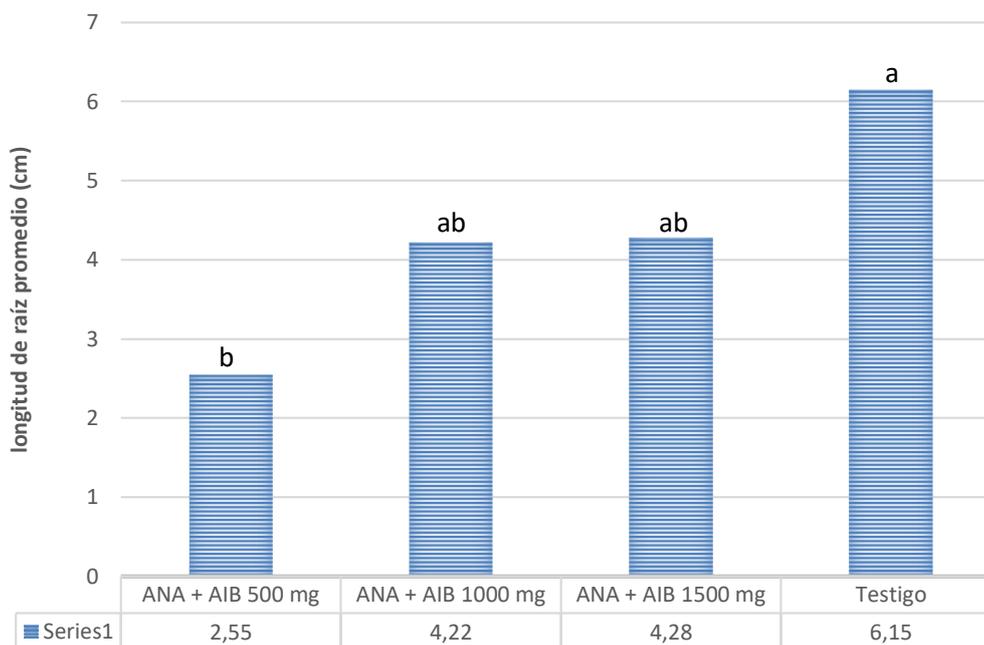


Figure 7. Longitud de la raíz promedio en brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Elaboración: Autor

Se presentaron diferencias significativas en los tratamientos hormonales. El mayor promedio de raíz se obtuvo con el tratamiento sin hormona, testigo 6,15 cm de longitud promedio (figura 7) seguido de la concentración de 1500 mg/kg⁻¹ ANA + 1500 mg/kg⁻¹ AIB con un promedio de 4,28 cm estos resultados son inferiores a los obtenidos por Cruz (2008) quien obtuvo un promedio de 17, 67 cm en (*Triplaris guayaquilensis*). El promedio más bajo se obtuvo en las concentraciones de 500 mg kg⁻¹ ANA + 500 mg kg⁻¹ AIB con un promedio de 2,55 cm de longitud.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Con relación a los resultados obtenidos, se determinó que la mejor concentración de hormonas ANA Y AIB para el enraizamiento de brotes de la especie *C. odorata* se la obtuvo en la aplicación de 1500 mg ANA + 1500 mg AIB, presentando diferencias significativas comparados con los demás tratamientos hormonales.
- El mayor porcentaje de sobrevivencia de los brotes de *C. odorata*, se registró en las concentraciones de 1500 mg ANA + 1500 mg AIB y 1000 mg ANA + 1000 mg AIB que presentaron sobrevivencia del 100 %.
- El enraizamiento de brotes, es una forma efectiva de propagación de la especie *C. odorata*, lo que aporta especial utilidad cuando se desea asegurar las características favorables de ciertos individuos.
- Con los resultados de esta investigación se pudo determinar la efectividad de la propagación asexual para la conservación de la especie *C. odorata*, y que es posible regenerar plantas idénticas a partir de brotes y la aplicación de hormonas enraizadoras para la propagación y conservación de esta especie forestal en peligro de extinción.

5.2 Recomendaciones

- Antes de establecer los brotes de *C. odorata*, es recomendable realizar una poda para evitar la deshidratación. Esta se la debe realizar eliminando la mayor parte de las hojas, dejando las que se encuentren en la parte superior.
- Realizar estudios de propagación vegetativa con diferentes especies forestales utilizando hormonas enraizadoras, con el objetivo de verificar su respuesta individual en el enraizamiento de los brotes.
- Considerar la concentración de hormonas de 1500 mg ANA + 1500 AIB para la multiplicación de brotes en otras especies forestales.

CAPITULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

- Carranza, M., O, Cruz., E, Nieto., S, Saucedo., O, Cevallos., A, Escobar., X, Reyes., y J, Morante. 2016. Inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos de *cordia alliodora* (ruiz et pavon),. propagación de tabebuia *donnell-smithii* rose (guayacán blanco) utilizando hormonas de enraizamiento. Revista Ciencia y Tecnología. 5(2):17-26
- Cruz, N., J. Morante, M. Acosta. 2008. Propagación Vegetativa de Fernan Sánchez (*Triplaris guayaquilensis*) mediante la utilización de hormonas de enraizamiento (ANA y AIB). Revista Ciencia y Tecnología 1(1) 3-17 .
- Delgado, M. 2010. Propagación vegetativa de taique (*Desfontainia spinosá*) y tepa (*Laureliopsis philippianá*) con fines ornamentales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Escamilla, S. 2015. Propagación Vegetativa por estacas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica.
- González, M. (noviembre de 2016). Botánica morfológica. Biotecnología aplicada y genómica funcional, Quito, Ecuador.
- Gonzalez, S. (Diciembre de 2013). propagación asexual mediante esqueje de las especies forestales laurel *Cordia alliodora*, Balsa *Ochroma pyramidale*, Guayacan *Tabebuia crysantha*, con la aplicacion de tres dosis de sustratos en los predios de unesum en el cantón Puerto López. Universidad Estatal del Sur de Manabi. Jipilapa, Manabi
- Hagiwara, C. 2016. Propagacion vegetativa por medio de estacas de tallo. Instituto de Floricultura. Hurlingham, Buenos Aires.
- James, J.2014. Propagación Vegetativa de especies maderables. Universidad estatal de sur de Manabi. Jipijapa, Manabi.
- Quinapallo, T. 2014. Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del cantón zapotillo, provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja. Loja.
- Santiago, P. 2017. Propagacion sexual y asexual de *Cedrela odorata* (*Cedro*) bajo invernadero en el vivero de Corpusucumbios del Consejo Provincial de Sucumbios.

- Sisaro, D. 2016. Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. Instituto de Floricultura. Hurlingham, Buenos Aires.
- Chicaiza, D. 2004. Propagación vegetativa de *Tectonagrandis* L. (Teca) a través de estacas enraizadas. Tesis Ing. Forestal Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Ramos, L. 2000 Algunos avances en la morfogénesis de la Teca. (*Tectona grandis*) Tesis para obtener la Maestría en Ciencias. Universidad Ciego de Ávila. Ciego de Ávila. Cuba.
- Bermudez, M. (2006). Propagación Vegetativa de la Gmelina Arbórea Roxb. con el uso de hormonas de enraizamiento (ANA y AIB) y establecimiento en campo de parcelas permanentes. (Tesis de grado para la optención de Título de Ingeniero Forestal, Universidad Estatal de Quevedo).
- Gonzalez, S. e 2013. Propagación asexual mediante esqueje de las especies forestales laurel *Cordia alliodora*, balsa *Ochroma pyramidale*, guayacán *Tabebuia crisantha*, con la aplicación de tres dosis de hormonas.
- Enríquez, 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. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja. Loja
- Aldaz & Ochoa, (2011). Propagación asexual de diez especies forestales y arbustivas en el jardín botánico Reinaldo Espinosa. Reguladores de crecimiento. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Loja. Loja.
- Pettao, J. (2007). Propagación vegetativa de *Swietenia macrophylla* king (Caoba) mediante la aplicación de reguladores de crecimiento "ANA y AIB" (Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo). Quevedo.
- Indacochea, B. (2013). Contribución a la conservación y propagación de clones superiores de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.). Oken, en la microrregión sur de Manabí. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Río, Cuba.
- Acosta, D. (2006). Propagación Vegetativa de *Triplaris guayaquilensis*.
- Gárate, M. (2010). Técnicas de propagación por estacas. Perú

CAPITULO VII

ANEXOS

Ilustración 1. Interpretación de Longitud de la raíz mayor en brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.



fig. 1 corte de la yema terminal



Fig. 2 corte final de la yema terminal



Fig. 3 brote de *C. odorata*

Ilustración 2. Activación de la yema axilar



Fig. 4 activación de la yema axilar



Fig. 5 activación de la yema axilar



Fig. 5 activación de la yema axilar

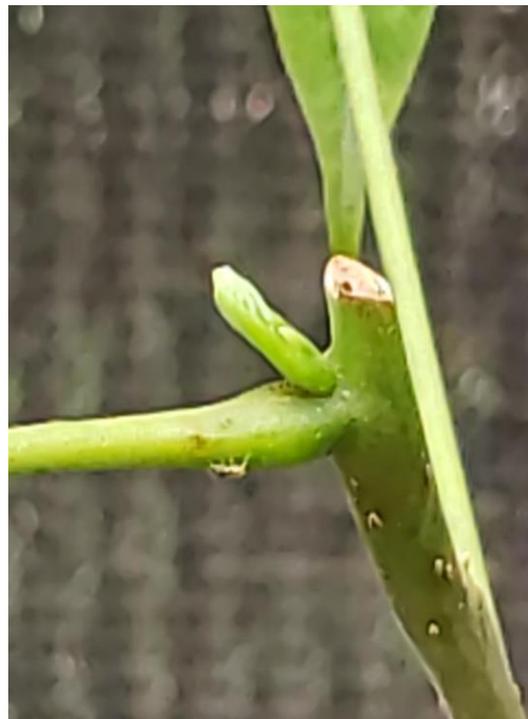


Fig. 6 activación de la yema axilar

Ilustración 3. Brotes juveniles



Fig. 7 brotes juveniles



Fig. 8 brotes juveniles



Fig. 9 crecimiento de brote

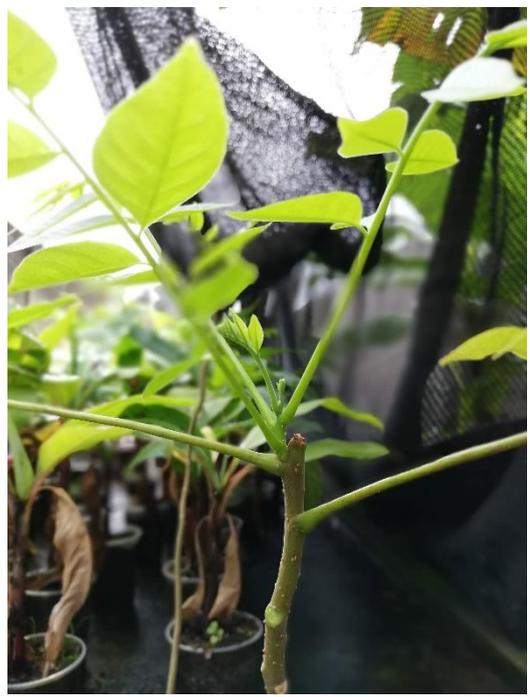


Fig. 10 crecimiento de brote

Ilustración 4. Experimento preliminar



Fig. 11 corte de yema axilar



Fig. 12 aplicación de hormona ANA y AIB



Fig. 13 Establecimiento de brotes en sustrato



Fig. 14 experimento preliminar

Ilustración 5. Experimento final



Fig. 15 materiales utilizados para el enraizamiento de *C. odorata*

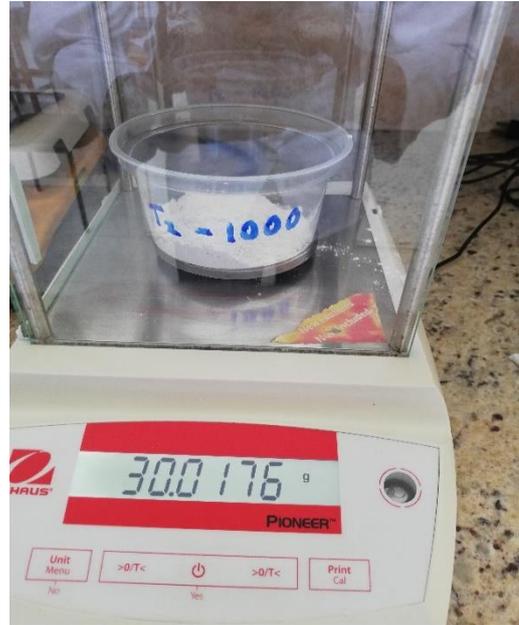


Fig. 16 hormona ANA y AIB



Fig. 17 preparación de las hormonas



Fig. 18 preparación de las hormonas

Ilustración 6. Preparación de hormonas enraizadoras ANA + AIB

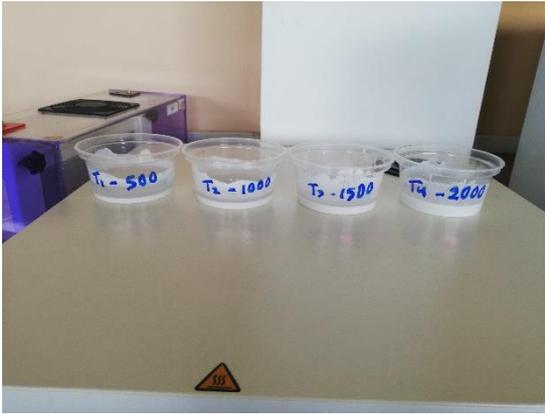


Fig. 19 preparación de las hormonas



Fig. 20 preparación de las hormonas



Fig. 21 preparación de las hormonas



Fig. 22 preparación de las hormonas

Ilustración 7. Preparación de hormonas enraizadoras ANA + AIB



fig. 23 Desinfección del brote



Fig. 24 Preparación del sustrato



Fig. 25 aplicación de hormonas enraizadoras



fig. 26 siembra de ramillas

Ilustración 8. Brotes de C. odorata enraizados con diferentes concentraciones hormonales



Fig. 27 brotes de *C. odorata* enraizado



Fig. 28 raíz de tratamiento sin hormona



Fig. 29 brotes enraizados con hormonas ANA y AIB



Fig. 30 toma de datos con calibrador

Datos de altura de brotes por tratamiento

Rep	Trat	Alt de brotes (cm)
1	Testigo	6,10
2	Testigo	6,00
3	Testigo	6,00
4	Testigo	5,60
5	Testigo	6,30
1	ANA + AIB 500 mg	6,00
2	ANA + AIB 500 mg	5,80
3	ANA + AIB 500 mg	6,10
4	ANA + AIB 500 mg	5,80
5	ANA + AIB 500 mg	5,93
1	ANA + AIB 1000 mg	6,50
2	ANA + AIB 1000 mg	6,00
3	ANA + AIB 1000 mg	5,60
4	ANA + AIB 1000 mg	6,13
5	ANA + AIB 1000 mg	6,40
1	ANA + AIB 1500 mg	6,30
2	ANA + AIB 1500 mg	5,70
3	ANA + AIB 1500 mg	6,00
4	ANA + AIB 1500 mg	6,60
5	ANA + AIB 1500 mg	6,20

Datos de diámetro de brotes por tratamiento

Rep	Trat	Diam de brotes (mm)
1	Testigo	0,4
2	Testigo	0,4
3	Testigo	0,3
4	Testigo	0,3
5	Testigo	0,4
1	ANA + AIB 500 mg	0,4
2	ANA + AIB 500 mg	0,3
3	ANA + AIB 500 mg	0,5
4	ANA + AIB 500 mg	0,3
5	ANA + AIB 500 mg	0,3
1	ANA + AIB 1000 mg	0,4
2	ANA + AIB 1000 mg	0,4
3	ANA + AIB 1000 mg	0,3
4	ANA + AIB 1000 mg	0,4
5	ANA + AIB 1000 mg	0,4
1	ANA + AIB 1500 mg	0,4
2	ANA + AIB 1500 mg	0,3
3	ANA + AIB 1500 mg	0,4
4	ANA + AIB 1500 mg	0,4
5	ANA + AIB 1500 mg	0,4

Datos de número de raíz de brotes por tratamiento

Rep	Trat	Número raíz
1	Testigo	8
2	Testigo	2
3	Testigo	4
4	Testigo	1
5	Testigo	4
1	ANA + AIB 500 mg	12
2	ANA + AIB 500 mg	11
3	ANA + AIB 500 mg	5
4	ANA + AIB 500 mg	7
5	ANA + AIB 500 mg	9
1	ANA + AIB 1000 mg	16
2	ANA + AIB 1000 mg	14
3	ANA + AIB 1000 mg	14
4	ANA + AIB 1000 mg	12
5	ANA + AIB 1000 mg	15
1	ANA + AIB 1500 mg	20
2	ANA + AIB 1500 mg	15
3	ANA + AIB 1500 mg	14
4	ANA + AIB 1500 mg	16
5	ANA + AIB 1500 mg	15

Datos de raíz mayor de brotes por tratamiento

Rep	Trat	Raiz Mayor (cm)
1	Testigo	10,00
2	Testigo	9,20
3	Testigo	7,78
4	Testigo	4,80
5	Testigo	7,10
1	ANA + AIB 500 mg	6,30
2	ANA + AIB 500 mg	2,50
3	ANA + AIB 500 mg	3,50
4	ANA + AIB 500 mg	4,20
5	ANA + AIB 500 mg	4,13
1	ANA + AIB 1000 mg	6,00
2	ANA + AIB 1000 mg	5,80
3	ANA + AIB 1000 mg	6,00
4	ANA + AIB 1000 mg	6,20
5	ANA + AIB 1000 mg	5,70
1	ANA + AIB 1500 mg	6,00
2	ANA + AIB 1500 mg	6,20
3	ANA + AIB 1500 mg	5,80
4	ANA + AIB 1500 mg	6,50
5	ANA + AIB 1500 mg	6,40

Datos de promedio de raíz de brotes por tratamiento

Rep	Trat	raiz promedio
1	Testigo	7,30
2	Testigo	8,30
3	Testigo	6,15
4	Testigo	4,80
5	Testigo	4,20
1	ANA + AIB 500 mg	4,50
2	ANA + AIB 500 mg	1,30
3	ANA + AIB 500 mg	2,10
4	ANA + AIB 500 mg	2,30
5	ANA + AIB 500 mg	2,55
1	ANA + AIB 1000 mg	3,70
2	ANA + AIB 1000 mg	2,80
3	ANA + AIB 1000 mg	5,20
4	ANA + AIB 1000 mg	4,90
5	ANA + AIB 1000 mg	4,80
1	ANA + AIB 1500 mg	4,20
2	ANA + AIB 1500 mg	4,50
3	ANA + AIB 1500 mg	3,90
4	ANA + AIB 1500 mg	3,80
5	ANA + AIB 1500 mg	4,70

Tabla de ANOVA para altura de brotes

CASO	F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor
1	Modelo	0,18	3	0,06	0,74	0,54
2	Trat	0,18	3	0,06	0,74	0,54
3	Error	1,29	16	0,08		
4	Total	1,47	19			

Tabla de ANOVA para diámetro de brotes

CASO	F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor
1	Modelo	0	3	0	0,02	1
2	Trat	0	3	0	0,02	1
3	Error	0,05	16	0		
4	Total	0,05	19			

Tabla de ANOVA para número de raíces

CASO	F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor
1	Modelo	462,21	3	154,07	26,71	0
2	Trat	462,21	3	154,07	26,71	0
3	Error	92,3	16	5,77		
4	Total	554,51	19			

Tabla de ANOVA para raíz mayor

CASO	F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor
1	Modelo	33,51	3	11,17	7,28	0
2	Trat	33,51	3	11,17	7,28	0
3	Error	24,54	16	1,53		
4	Total	58,04	19			

Tabla de ANOVA para promedio de raíz mayor

CASO	F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor
1	Modelo	32,46	3	10,82	7,94	0
2	Trat	32,46	3	10,82	7,94	0
3	Error	21,82	16	1,36		
4	Total	54,27	19			

Crecimiento en altura (cm) de brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Tratamientos	altura de los brotes
Sin hormonas	6.00
500 mg/kg ⁻¹ ANA + 500 mg/kg ⁻¹ AIB	5.90
1000 mg/kg ⁻¹ ANA + 1000 mg/kg ⁻¹ AIB	6.10
1500 mg/kg ⁻¹ ANA + 1500 mg/kg ⁻¹ AIB	6.20
c. v (%)	4.69

Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

Número de raíces en brotes de *C. odorata*. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Tratamientos	N° de raíces
Sin hormonas	3.75
500 mg/kg ⁻¹ ANA + 500 mg/kg ⁻¹ AIB	8.75
1000 mg/kg ⁻¹ ANA + 1000 mg/kg ⁻¹ AIB	14.20
1500 mg/kg ⁻¹ ANA + 1500 mg/kg ⁻¹ AIB	16.00
c. v (%)	22.99

Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

Crecimiento del diámetro (mm) de brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Tratamientos	diámetro de los brotes
Sin hormonas	0.37
500 mg/kg ⁻¹ ANA + 500 mg/kg ⁻¹ AIB	0.38
1000 mg/kg ⁻¹ ANA + 1000 mg/kg ⁻¹ AIB	0.38
1500 mg/kg ⁻¹ ANA + 1500 mg/kg ⁻¹ AIB	0.38
c. v (%)	15.00

Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas (Tukey, p≤0.05).

Sobrevivencia de brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Tratamientos	sobrevivencia (%)
Sin hormonas	80
500 mg/kg ⁻¹ ANA + 500 mg/kg ⁻¹ AIB	80
1000 mg/kg ⁻¹ ANA + 1000 mg/kg ⁻¹ AIB	100
1500 mg/kg ⁻¹ ANA + 1500 mg/kg ⁻¹ AIB	100
c. v (%)	10.68

Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas (Tukey, p≤0.05).

Longitud de la raíz mayor en brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Tratamientos	Longitud de la raíz mayor
Sin hormonas	7.78
500 mg/kg ⁻¹ ANA + 500 mg/kg ⁻¹ AIB	4.13
1000 mg/kg ⁻¹ ANA + 1000 mg/kg ⁻¹ AIB	5.94
1500 mg/kg ⁻¹ ANA + 1500 mg/kg ⁻¹ AIB	6.18
c. v (%)	22.02

Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

Longitud de raíz promedio en brotes de *C. odorata* en las diferentes concentraciones hormonales. Laboratorio de biotecnología, UTEQ, Quevedo 2019.

Tratamientos	Promedio de raíz mayor
Sin hormonas	6.15
500 mg/kg ⁻¹ ANA + 500 mg/kg ⁻¹ AIB	2.55
1000 mg/kg ⁻¹ ANA + 1000 mg/kg ⁻¹ AIB	4.22
1500 mg/kg ⁻¹ ANA + 1500 mg/kg ⁻¹ AIB	4.28
c. v (%)	29.07

Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

**EMPLEO DE UNA TÉCNICA DE PROPAGACIÓN ASEXUAL PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE *Cedrela odorata* L. (cedro)**