



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

**EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS Y DOS MÉTODOS
DE ESCARIFICACIÓN PARA LA REPRODUCCIÓN
SEXUAL DE *Cedrela montana* (CEDRO) EN EL VIVERO
FORESTAL DE LA ESPOCH**

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: NATALY ELIZABETH CALDERÓN VALDIVIESO

DIRECTOR: Ing. JUAN HUGO RODRÍGUEZ GUERRA MSc.

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Nataly Elizabeth Calderón Valdivieso

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

Yo, Nataly Elizabeth Calderón Valdivieso, 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 autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 17 de septiembre 2021

A handwritten signature in blue ink. The signature is stylized and cursive, with the name 'NATALY CALDERÓN' written in capital letters across the middle. Below the name, there are some initials, possibly 'NC', also written in blue ink.

.....

Nataly Elizabeth Calderón Valdivieso

175160915-5

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

El Tribunal del trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS Y DOS MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN PARA LA REPRODUCCIÓN SEXUAL DE *Cedrela montana* (CEDRO) EN EL VIVERO FORESTAL DE LA ESPOCH**, realizado por la señorita: **NATALY ELIZABETH CALDERÓN VALDIVIESO**, 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

Dra. Rosa del Pilar Castro Gómez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**ROSA DEL
PILAR CASTRO**

2021-noviembre-05

Ing. Juan Hugo Rodríguez Guerra MSc.
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**JUAN HUGO
RODRIGUEZ
GUERRA**

Firmado digitalmente por
JUAN HUGO RODRIGUEZ
GUERRA
Fecha: 2021.09.22 09:23:11
-05'00"

2021-septiembre-22

Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**VILMA FERNANDA
NOBOA SILVA**

Firmado digitalmente por
VILMA FERNANDA NOBOA
SILVA
Fecha: 2021.09.29 11:30:20
-05'00"

2021-septiembre-29

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres Edgar Calderón y Rosalia Valdivieso, a ellos que todos los días me brindan su amor, cariño y apoyo incondicional en los momentos malos y buenos para cumplir mis objetivos a lo largo de mi vida, por haberme inculcado valores de superación, que con su esfuerzo y ejemplo me han permitido ser una persona de bien, quienes son mi motivación para seguir esforzándome y retribuir todos sus sacrificios.

A mi abuelita María Mercedes Chango una mujer única, por su cuidado y palabras de apoyo, por enseñarme a ser perseverante en la vida, a mis hermanos por ser el motivo para superarme cada día más, a mi sobrino un ángel en mi vida.

Nataly

AGRADECIMIENTO

A Dios por su infinito amor, quien me dio fortaleza para seguir adelante en momentos de dificultad, a mi novio por su cariño y comprensión brindado durante todos estos años de formación profesional, el más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales y en especial a la Escuela de Ingeniería Forestal, quienes me acogieron en sus aulas durante esta etapa de mi vida estudiantil con sus conocimientos y experiencias.

Un agradecimiento especial de forma profunda a mí estimado tribunal, Ingeniero Juan Hugo Rodríguez Guerra, director del Proyecto de Investigación, Ingeniera Vilma Fernanda Noboa Silva MSc, Asesora, quienes me brindaron su amistad, tiempo y apoyo en la planificación, desarrollo y culminación de mi trabajo de titulación, además de ayudarme con todos sus conocimientos para guiarme en mi formación profesional.

Natally

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1. Vivero.....	4
1.1.1. <i>Características de los viveros</i>	4
1.1.2. Tipos de viveros.....	4
1.1.2.1. <i>Vivero permanente</i>	4
1.1.2.2. <i>Viveros temporales</i>	4
1.2. Sustrato.....	5
1.2.1. <i>Características del sustrato ideal</i>	5
1.2.2. <i>Propiedades químicas</i>	5
1.2.3. <i>Propiedades físicas</i>	5
1.2.4. <i>Otras propiedades del sustrato</i>	6
1.2.5. <i>Propiedades del sustrato</i>	6
1.2.6. <i>Densidad real</i>	6
1.2.7. <i>Densidad aparente</i>	6
1.2.8. <i>Porosidad</i>	6
1.2.9. <i>Conductividad hidráulica</i>	7
1.2.10. <i>Temperatura</i>	7
1.3. Composición de sustrato.....	7
1.3.1. <i>Tierra negra</i>	7
1.3.2. <i>Fibra de coco</i>	7

1.3.3.	<i>Humus de lombriz</i>	8
1.3.4.	<i>Composición del humus de lombriz</i>	8
1.4.	Métodos de propagación	9
1.4.1.	<i>Propagación sexual de Cedrela montana</i>	9
1.4.2.	<i>Ventajas y desventajas de la propagación por semillas</i>	9
1.4.2.1.	<i>Ventajas</i>	9
1.4.2.2.	<i>Desventajas</i>	10
1.5.	Métodos de escarificación o tratamientos pre-germinativos	10
1.5.1.	<i>Inmersión en agua fría</i>	10
1.5.2.	<i>Inmersión en agua caliente</i>	10
1.5.3.	<i>Propagación asexual</i>	10
1.5.4.	<i>Propagación por estacas</i>	11
1.5.5.	<i>Propagación por injertos</i>	11
1.5.6.	<i>Ventajas y desventajas de la propagación asexual</i>	11
1.5.6.1.	<i>Ventajas</i>	11
1.5.6.2.	<i>Desventajas</i>	12
1.6.	Factores ambientales para la germinación	12
1.7.	Reseña histórica de la especie	12
1.8.	Nombres Comunes	12
1.9.	Distribución geográfica	13
1.9.1.	<i>En América</i>	13
1.9.2.	<i>En Ecuador</i>	13
1.10.	Hábitat	13
1.11.	Categoría	13
1.12.	Condiciones de adaptación	13
1.12.1.	<i>Altitud</i>	13
1.12.2.	<i>Clima</i>	14
1.12.3.	<i>Suelo</i>	14
1.12.4.	<i>Limitantes plagas y enfermedades</i>	14
1.13.	Fenología	14
1.14.	Clasificación taxonómica	15
1.15.	Hábito	15
1.16.	Descripción Botánica	15

1.16.1.	<i>Hojas</i>	15
1.16.2.	<i>Copa</i>	16
1.16.3.	<i>Tronco</i>	16
1.16.4.	<i>Flores</i>	16
1.16.5.	<i>Fruto</i>	16
1.16.6.	<i>Semillas</i>	16
1.17.	Importancia ecológica	16
1.18.	Usos e importancia	17
1.18.1.	<i>Materia prima</i>	17
1.18.2.	<i>Propiedades farmacológicas</i>	17
1.18.3.	<i>Uso paisajístico</i>	17
1.19.	Problemas y limitantes del cedro	17
1.20.	Indicadores de calidad de las plántulas	18
1.20.1.	<i>Diámetro a la altura del cuello DAC</i>	18
1.20.2.	<i>Altura de las plantas</i>	18

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	19
2.1.	Descripción del área de estudio	19
2.1.1.	<i>Localización del área</i>	19
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	19
2.1.3.	<i>Condiciones climáticas</i>	20
2.2.	Materiales	20
2.3.	Metodología	21
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	21
2.3.2.	<i>Análisis funcional</i>	21
2.4.	Variables evaluadas	21
2.5.	Factores de estudio	22
2.5.1.	<i>Método de escarificación</i>	22
2.5.2.	<i>Sustratos</i>	22
2.6.	Tratamientos en estudio	22
2.7.	Especificación del campo experimental	23

2.8.	Manejo del trabajo de campo	23
2.8.1.	<i>Adecuación del área de estudio</i>	23
2.8.2.	<i>Recolección de semillas</i>	24
2.8.3.	Clasificación de las semillas	24
2.8.4.	<i>Desinfección de la semilla</i>	24
2.8.5.	<i>Preparación de los sustratos</i>	24
2.8.6.	<i>Proporciones de los sustratos</i>	24
2.8.7.	<i>Desinfección del sustrato</i>	25
2.8.8.	<i>Desinfección de la cama</i>	25
2.8.9.	<i>Métodos de escarificación de la semilla de cedro</i>	25
2.8.10.	<i>Llenado y ubicación de fundas</i>	25
2.8.11.	<i>Siembra</i>	25
2.8.12.	<i>Riego</i>	26
2.8.13.	<i>Control de arvenses</i>	26
2.9.	Registro de datos de la investigación	26
2.9.1.	<i>Porcentaje de germinación</i>	26
2.9.2.	<i>Desarrollo de las plántulas (altura, diámetro a la altura del cuello, número de hojas) durante los 20, 40 y 60 días</i>	26
2.9.2.1.	<i>Altura</i>	26
2.9.2.2.	<i>Diámetro a la altura del cuello de la plántula (DAC)</i>	26
2.9.2.3.	<i>Número de hojas</i>	27

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1.	Porcentaje de germinación	28
3.1.1.	<i>Porcentaje de germinación a los 30 días de la Cedrela montana</i>	28
3.2.	Desarrollo de las plantas a los 20 días de Cedrela montana	29
3.2.1.	<i>Diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 20 días de Cedrela montana</i>	29
3.2.2.	<i>Diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 40 días de Cedrela montana</i>	30
3.2.3.	<i>Diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 60 días de Cedrela montana</i>	31
3.2.4.	<i>Altura a los 20 días de Cedrela montana</i>	33
3.2.5.	<i>Altura a los 40 días de Cedrela montana</i>	34

3.2.6.	<i>Altura a los 60 días de Cedrela montana</i>	35
3.2.7.	<i>Número de hojas a los 20 días de Cedrela montana.....</i>	36
3.2.8.	<i>Número de hojas a los 40 días de Cedrela montana.....</i>	37
3.2.9.	<i>Número de hojas a los 60 días de Cedrela montana.....</i>	38
CONCLUSIONES.....		41
RECOMENDACIONES.....		42
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Composición del humus de lombriz.....	8
Tabla 2-1: Clasificación taxonómica de (<i>Cedrela montana</i>).....	14
Tabla 3-2: Condiciones climáticas de la ciudad de Riobamba.....	20
Tabla 4-2: Materiales y equipos.....	20
Tabla 5-2: Diseño experimental.....	21
Tabla 6-2: Descripción de los tratamientos empleados.....	22
Tabla 7-2: Diseño de Bloques Completo al azar.....	23
Tabla 8-3: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 30 días.....	28
Tabla 9-3: Análisis de varianza diámetro a la altura del cuello a los 20 días.....	29
Tabla 10-3: Análisis de varianza diámetro a la altura del cuello a los 40 días.....	30
Tabla 11-3: Análisis de varianza diámetro a la altura del cuello a los 60 días.....	31
Tabla 12-3: Análisis de varianza para la altura a los 20 días.....	33
Tabla 13-3: Análisis de varianza para la altura a los 40 días.....	34
Tabla 14-3: Análisis de varianza para la altura a los 60 días.....	35
Tabla 15-3: Análisis de varianza para la altura a los 20 días.....	36
Tabla 16-3: Análisis de varianza para la altura a los 40 días.....	37
Tabla 17-3: Análisis de varianza para la altura a los 60 días.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Mapa de ubicación del vivero de la ESPOCH.....	19
---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Comparaciones de medias de la variable germinación de las plantas de <i>Cedrela montana</i> tomada a los 30 días.....	28
Gráfico 2-3:	Comparaciones de medias de la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de <i>Cedrela montana</i> tomada a los 20 días.....	30
Gráfico 3-3:	Comparaciones de medias de la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de <i>Cedrela montana</i> tomada a los 40 días.....	31
Gráfico 4-3:	Comparaciones de medias de la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de <i>Cedrela montana</i> tomada a los 60 días.....	32
Gráfico 5-3:	Resumen de la variable DAC (diámetro a la altura del cuello)	32
Gráfico 6-3:	Comparaciones de medias de la variable altura de las plantas de <i>Cedrela montana</i> tomada a los 20 días.....	33
Gráfico 7-3:	Comparaciones de medias de la variable altura de las plantas de <i>Cedrela montana</i> tomada a los 40 días	34
Gráfico 8-3:	Comparaciones de medias de la variable altura de las plantas de <i>Cedrela montana</i> tomada a los 60 días.....	35
Gráfico 9-3:	Resumen de la variable Altura (cm)	36
Gráfico 10-3:	Comparaciones de medias de la variable número de hojas de las plantas de <i>Cedrela montana</i> tomada a los 20 días.....	37
Gráfico 11-3:	Comparaciones de medias de la variable número de hojas de las plantas de <i>Cedrela montana</i> tomada a los 40 días	38

Gráfico 12-3: Comparaciones de medias de la variable número de hojas de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 60 días.....39

Gráfico 13-3: Resumen de la variable Número de hojas.....39

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: SELECCIÓN Y DESINFECCIÓN DE LA CAMA SEMILLERO.

ANEXO B: MEZCLA DEL SUSTRATO.

ANEXO C: DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO CON CARBOVAX.

ANEXO D: SELECCIÓN DE SEMILLAS.

ANEXO E: MÉTODO DE ESCARIFICACIÓN (AGUA FRÍA).

ANEXO F: MÉTODO DE ESCARIFICACIÓN (AGUA CALIENTE A 60°C).

ANEXO G: DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA CON CARBOVAX.

ANEXO H: DISEÑO EXPERIMENTAL APLICADO EN CAMPO

ANEXO I: CUIDADOS SILVICULTURALES (RIEGO).

ANEXO J: CONTABILIDAD DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 30 DÍAS.

ANEXO K: TOMA DE DATOS DAC Y NÚMERO DE HOJAS DE LAS PLÁNTULAS.

ANEXO L: TOMA DE DATOS DE ALTURA.

RESUMEN

El estudio tuvo dos objetivos: i) Determinar el mejor tratamiento para la propagación de *Cedrela montana*. ii) Evaluar el desarrollo de las plántulas durante los 20, 40 y 60 días. El ensayo inició desde la recolección de semillas de cedro en base al calendario fenológico y las características fenotípicas superiores de la especie, almacenamiento, clasificación de semillas y preparación de sustratos para la siembra. Se aplicó un diseño experimental Diseño de Bloques Completo al Azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Para el desarrollo de este trabajo se registraron datos del porcentaje de germinación a los 30 días después de la siembra y desarrollo de las plántulas (altura, diámetro a la altura del cuello, número de hojas) durante los 20, 40 y 60 días posteriores a la aparición de las hojas verdaderas. Se utilizó la prueba de Tukey para el análisis de varianza al 5% de significancia mediante el uso del software InfoStat. En lo referente a la variable germinación a los 30 días, se determinó que los tratamientos fueron diferentes, el tratamiento T2 (Tierra negra 60% + Fibra de coco 40% + Agua fría por 6 horas), fue el tratamiento que mejores resultados mostro con un porcentaje de germinación de 38.33 % en las semillas, y para la variable desarrollo de las plántulas el tratamiento T2 (Tierra negra 60% + Fibra de coco 40% + Agua fría por 6 horas), fue el tratamiento que mostro superioridad en comparación con los demás tratamientos obteniendo los siguientes resultados DAC (2,1 mm), Altura (8,7 cm) y Número de hoja (4). Se recomienda usar el tratamiento T2 (Tierra negra 60% + Fibra de coco 40% + Agua fría por 6 horas), por presentar el mayor porcentaje de germinación y crecimiento en altura, Diámetro a la altura del Cuello y número de hojas.

Palabras clave: <PROPAGACIÓN SEXUAL>, <PORCENTAJE DE GERMINACIÓN>, <SUSTRATOS>, <MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN>, <*Cedrela montana* (CEDRO)>.

LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS

Firmado digitalmente
por LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS
Nombre de
reconocimiento (DN):
c=EC, o=ROBAMBA,
serialNumber=0902766
974, cn=LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS
Fecha: 2021.11.09
12:39:21 -05'00'



2065-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the best treatment for the propagation of *Cedrela montana* and evaluate the development of the seedlings during 20, 40 and 60 days. The trial began with the collection of cedar seeds based on the phenological calendar and the superior phenotypic characteristics of the species, storage, seed classification and preparation of substrates for sowing. A Randomized Complete Block Design experimental design was applied with 6 treatments and 3 replications. For the development of this work, data were recorded on the percentage of germination 30 days after sowing and seedling development (height, diameter at neck height, number of leaves) during 20, 40 and 60 days after the appearance of true leaves. Tukey's test was used for the analysis of variance at 5% significance using InfoStat software. Regarding the germination variable at 30 days, it was determined that the treatments were different, the T2 treatment (60% black soil + 40% coconut fiber + cold water for 6 hours), showed the best results with a germination percentage of 38.33% in the seeds, and for the T2 treatment (60% black soil + 40% coconut fiber + cold water for 6 hours), showed the best results with a germination percentage of 38.33% in the seeds. For the seedling development variable, treatment T2 (60% black soil + 40% coconut fiber + cold water for 6 hours) showed the best results compared to the other treatments, obtaining the following results: DAC (2.1 mm), height (8.7 cm) and number of leaves (4). It is recommended to use the T2 treatment (60% black soil + 40% coconut fiber + cold water for 6 hours), for presenting the highest percentage of germination and growth in height, diameter at the height of the neck and number of leaves.

Key words: <SEXUAL PROPAGATION>, <GERMINATION PERCENTAGE>, <SUBSTRATES>, <SCARVING METHODS>, <CEDAR (*Cedrela montana*)>.



Firmado electrónicamente por:

**ELSA AMALIA
BASANTES
ARIAS**

INTRODUCCIÓN

El bosque se encuentra amenazado por la introducción de especies forestales exóticas las cuales van desplazando a las especies nativas de su hábitat, sin considerar los servicios que estos ecosistemas brindan entre los cuales se puede mencionar la protección de los suelos, captación de CO₂, ayuda en procesos hídricos entre otros; además que abastecen de materia prima para el consumo de pobladores de estos bosques (MAE y FAO, 2015: p. 4).

Las especies nativas como el cedro han ido desapareciendo y con ellas sus beneficios, su baja reproducción natural es también causa de extinción debido a las condiciones extremas ambientales; como el clima y el deterioro del suelo (Álvaro y Sinche, 2013: p. 17).

Una de las principales causas para el deterioro de los bosques es la intervención humana, los cuales utilizan la madera para su industrialización y no realizan labores de reforestación en dichos sitios que ayuden a conservar la diversidad forestal (Guerra, 2009: p. 23).

Cedrela spp. es una especie de gran importancia por sus beneficios ambientales ya que ayuda a la protección del suelo contra los efectos de erosión, conservación de fuentes agua, mejorar las condiciones de microclima, proteger la flora y fauna, y mejora el paisaje, *Cedrela montana* posee una madera de mucho valor comercial por ser considerada de lujo y calidad para su uso en la construcción de viviendas, ebanistería, pero debido a sus altos índices de explotación ha ido ocasionando que esta especie tenga dificultades para su regeneración natural (Flores et al., 1994a: p. 110).

JUSTIFICACIÓN

Actualmente la reproducción de especies forestales se encuentra enfocada en variedades exóticas, lo que genera graves problemas para la conservación de las especies nativas, poniéndolas en peligro de extinción.

Cedrela montana, especie nativa de la Cordillera de los Andes del Ecuador, parte de los bosques andinos es frecuentemente amenazada por la tala sin control y deforestación, la poca capacidad de reproducción natural de esta especie, su vulnerabilidad a los cambiantes factores ambientales y plagas que la amenazan hace que sea más factible la producción de plantas bajo condiciones de vivero hasta que posean el vigor adecuado para adaptarse a las situaciones ambientales del sitio definitivo.

La investigación está orientada a estudiar cuales son los requerimientos de las semillas de cedro en el proceso de germinación y desarrollo en diferentes tratamientos (sustratos y métodos de escarificación) para determinar el más adecuado para la reproducción sexual a nivel de vivero en la Carrera de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres sustratos y dos métodos de escarificación para la reproducción sexual de *Cedrela montana* (cedro) en el vivero forestal de la ESPOCH.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar el mejor tratamiento para la propagación de *Cedrela montana*.
- ✓ Evaluar el desarrollo de las plántulas durante los 20, 40 y 60 días.

HIPÓTESIS

A. Hipótesis nula – h_0

Ninguno de estos tratamientos es ideal para la germinación y desarrollo de *Cedrela montana* (Cedro).

B. Hipótesis alternante – hl

Al menos uno de los tratamientos presenta las mejores condiciones para la germinación y desarrollo de *Cedrela montana* (Cedro).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Vivero

Un vivero es un espacio físico destinado a la reproducción de plantas forestales, ornamentales, frutales que garanticen plántulas de calidad, lista para establecer plantaciones o sistemas agroforestales, estos se los establece por la necesidad de propagar diferentes especies de importancia, es un medio de ingresos económico (INTA, 2018: pp. 85-86).

1.1.1. Características de los viveros

Para la instalación de un vivero se debe cumplir con las siguientes condiciones: contar con la cantidad suficiente de agua y de calidad, se debe ubicar el umbráculo y los semilleros en sentido este – oeste para utilizar la luz del sol, tener vías de acceso para el transporte de las plantas, herramientas y personal (Bonilla et al., 2014: pp. 5-6).

1.1.2. Tipos de viveros

Los viveros se los puede clasificar según su duración en un lugar, estos pueden ser permanentes o temporales, para cada uno de estos se utiliza un diseño y manejo diferente (Jiménez, 1993: p. 2).

1.1.2.1. Vivero permanente

Los viveros permanentes también llamados viveros fijos son aquellos que producen mayor número de plantas, demandan de una infraestructura establece como camas de germinación, bodegas, umbráculo, sistema de riego, personal técnico, plan de manejo y producción; (Oliva et al., 2014: p. 8).

1.1.2.2. Viveros temporales

También se los conoce como viveros volantes, establecidos por periodos cortos, por lo regular se los sitúa cerca de la zona de sembrado, tienen una estructura sencilla, su costo de establecimiento y

mantenimiento es bajo, se aprovechan las características del lugar de implementación, producen pequeñas cantidades de plantas, en ocasiones son considerados viveros de apoyo en un proyecto específico (Reyes, 2016: pp. 19-20).

1.2. Sustrato

El sustrato se conoce como una mezcla o combinación de material natural o sintético, que la planta utilizara como alimento y soporte. En la actualidad se utiliza la combinación de varios componentes: arena de rio, arena volcánica, arcilla, turba, vermiculita y perlita entre otros, las mezclas en distintas proporciones permiten obtener la característica química y física adecuada. Los aspectos principales que se deben considerar a la hora de seleccionar un sustrato: aireación, porosidad, densidad, Ph, capacidad de campo, nutrientes y minerales (Varela, et al, 2013: p. 36).

1.2.1. Características del sustrato ideal

Para conseguir resultados adecuados en la germinación y crecimiento de las plantas, se requiere las siguientes propiedades en el sustrato (InfoAgro, 2017: p.49).

1.2.2. Propiedades químicas

Velocidad lenta de descomposición.

Capacidad elevada para mantener el Ph constante.

Capacidad baja de salinidad.

Nivel adecuado de asimilación de nutriente.

Capacidad de intercambio catiónico mínimo.

1.2.3. Propiedades físicas

Densidad aparente baja.

Capacidad de retención de agua.

Estructura adecuada que no permita la contracción del medio o sustrato

Aireación

Durabilidad de más de un año

Porosidad abierta

1.2.4. Otras propiedades del sustrato

Costo bajo.

Desinfección fácil.

Facilidad en la mezcla del medio.

Cambios externos resistentes como: químico, físico y climáticos.

Contenido de materia orgánica

1.2.5. Propiedades del sustrato

Según (Burés, 2019: pp.41-50). Las propiedades más importantes del sustrato son: densidad real, densidad aparente, porosidad, retención de aire - agua, temperatura y conductividad hidráulica.

1.2.6. Densidad real

La densidad real es la relación entre el peso de la partícula y el volumen real que estas ocupan, el poro interno se considerara o no según el método empleado para determinar la densidad real de los sustratos. Otro método empleado es el picnómetro de aire que consiste en el cálculo del conocimiento de la densidad real de la materia minera y la materia orgánica.

1.2.7. Densidad aparente

La densidad aparente es la relación entre el peso de la partícula que pueden ser secas o humedad y el volumen aparente que estas ocupan. Los distintos sustratos pueden tener la densidad aparente bajo o la densidad aparente alto, estas se podrán determinar mediante diferentes métodos de laboratorio y de campo.

1.2.8. Porosidad

La porosidad es el espacio ocupada en el sustrato se conoce también con los siguientes nombres: espacio vacío, espacio poroso y espacio de poro. La porosidad es representada como porcentaje del volumen aparente del sustrato.

1.2.9. Conductividad hidráulica

La capacidad hidráulica es la capacidad que tiene el sustrato para conducir el agua hacia las raíces de las plantas, la cantidad de agua debe ser alta con el fin de reponer la cantidad de agua perdido por la transpiración, la conducción del agua depende de la propiedad física del sustrato o sus composiciones.

1.2.10. Temperatura

La temperatura es uno de los factores más importantes que influye en el manejo de los sustratos como: las reacciones químicas, biológicas, la movilización del agua, la difusión de gases. La temperatura influye directamente en el crecimiento y nutrición. Y también en otras utilidades prácticas entre ellas tenemos el proceso de compostaje, el cálculo energético al vapor, la conductividad termina.

1.3. Composición de sustrato

1.3.1. Tierra negra

La tierra negra le da riqueza a la textura del suelo ya que es el resultado del deterioro de la materia orgánica, ya sea de origen animal o vegetal de ahí su color oscuro. Entre las principales funciones de la tierra negra esta: proporciona una adecuada circulación de aire a las raíces y la capacidad de retención del agua ya que son factores importantes para el crecimiento de la planta (Portal frutícola, 2019: p. 62).

1.3.2. Fibra de coco

Según (PROMIX, 2020a: pp.37-38) la fibra de coco también conocido como: turba de coco, polvo de fibra de coco y virutas de fibra de coco, son utilizados en los viveros forestales u ornamentales para la propagación de las semillas y el crecimiento de plantas nativas y exóticas. Una de las características más importante es la estructura granular y porosa de la fibra de coco, también presenta propiedades semejantes a la turba importada, superior capacidad de humectación y humedad, alta capacidad de retención de agua y aire en el contenedor o deposito, La fibra de coco tiene un rango ligeramente ácido o neutro de Ph. El Ph de la fibra de coco varía de 6 – 6.8, en comparaciones con otras turbas,

La fibra de coco tiene una alta relación de celulosa y lignina ya que estos no permiten la descomposición física del sustrato.

1.3.3. Humus de lombriz

El humus de lombriz es el resultado de la transformación de residuos orgánicos por medio de los intestinos de las lombrices rojas de California, que se obtiene un abono orgánico de 100% natural. También incrementa la retención de humedad, colonia bacteriana, porosidad. El humus de lombriz tiene las mejores cualidades en comparación con otros sustratos como: suave, inodoro, aspecto terroso, no presenta putrefacción o fermentación y fácil de manejar. El lombricompost tiene un alto contenido oligoelementos y macro que facilita la nutrición a las plantas (Bioagrotecsa, 2020: p.78).

1.3.4. Composición del humus de lombriz

Según (Agro, 2017). Nos muestra la siguiente tabla de la composición del humus de lombriz.

Tabla 1-1: Composición del humus de lombriz

Ph	6,8 - 7,2
Humedad	30 - 60%
Fosforo	2,8%
Nitrógeno	1 - 2,6%
Magnesio	1 - 2,5%
Materia orgánica	30 - 70%
Carbono orgánico	14 - 30%
Ácidos húmicos	2,8 - 5,8%
Ácidos fulvicos	2,8 - 5,8%

Fuente: InfoAgro 2019: p.19

Nota: Composición del humus de lombriz

1.4. Métodos de propagación

Los métodos de propagación de una especie implican la aplicación de principios y conceptos biológicos útiles para la multiplicación de una planta, existes dos formas de propagación de cedro: propagación sexual por medio de semillas o propagación asexual a través de tejidos vegetales (Osuna et al., 2017a: p.5).

1.4.1. Propagación sexual de Cedrela montana

Las semillas son el resultado del óvulo fecundado, están formadas generalmente por el embrión, el endospermo o perispermo y la cubierta protectora (Osuna et al., 2017b: pp.16-18), las semillas son el órgano mediante el cual el nuevo individuo puede esparcirse generando diversidad genética lo que se convierte en una ventaja ya que si cambia algún componente ambiental y la descendencia muestre variabilidad genética puede haber nuevos individuos que se adapten en las nuevas condiciones (Díaz, 2010: pp.2-3).

La propagación sexual se puede ver afectada por factores externos que a veces no resultan favorables como el clima, suelo, temperatura y competencias etc. (Osuna et al., 2017c: pp.16-18).

Se realiza la selección de árboles semilleros en bosques naturales para la recolección de los frutos, por cada Kg se obtiene de entre 40000 a 55000 semillas las cuales se almacenan en temperaturas frías o 4°C en cámaras frigoríficas (Ecuadorforestal, 2012a: p.26).

1.4.2. Ventajas y desventajas de la propagación por semillas

Según (Siura, 2016: pp.9-10), menciona las siguientes ventajas y desventajas de la propagación por semilla.

1.4.2.1. Ventajas

Se considera una forma fácil de propagar diferentes especies.

Son fuente de variabilidad genética, se obtienen nuevos genotipos.

Su almacenamiento es fácil.

Las semillas tienen poco peso y volumen en la mayoría de las especies.

1.4.2.2. Desventajas

El desarrollo inicial es lento en algunas especies.

Existe la necesidad de realizar una buena selección de las semillas ya que pueden generar pérdida de genotipos superiores.

Pueden presentar dormancia.

1.5. Métodos de escarificación o tratamientos pre-germinativos

Son aquellos procesos cuyo objetivo es romper la latencia de las semillas permitiendo aumentar el porcentaje de germinación, velocidad de germinación y supervivencia después de la siembra, estos tratamientos producen las condiciones adecuadas para la germinación de las semillas que están vivas, pero no están idóneas para la germinación, la escarificación, independientemente del tipo, funciona acelerando los procesos naturales que normalmente hacen que las capas de semillas sean permeables al agua y al aire. (CATIE, 2000: p. 15).

1.5.1. Inmersión en agua fría

Este tratamiento facilita el proceso de germinación, consiste en sumergir la semilla en agua fría durante periodos de tiempo variables estos pueden ser horas o días dependiendo de la variedad de la semilla, en el caso del cedro se aconseja un intervalo de hasta 24 horas (Ecuadorforestal, 2012b: p.29).

1.5.2. Inmersión en agua caliente

Este método consiste en colocar las semillas en un recipiente y agregar agua caliente a temperatura entre los 60 -100 °C hasta cubrirla en periodos cortos de 1 minuto, las semillas deben ser sembradas inmediatamente (Patiño, 1994: p. 60).

1.5.3. Propagación asexual

La propagación asexual o vegetativa permite formar nuevos individuos con genéticamente idénticas a las de la planta madre, se fundamenta en la propiedad conocida como totipotencia, esta forma de

propagación es conocida por ser eficaz, rápido y sencillo, la propagación vegetativa ha sido empleada en numerosas especies forestales de alto valor comercial (Lastiri y Álvarez, 2020: pp.2-4).

Según (Villafuerte, 2017: pp. 4-5) la propagación asexual de *cedrela spp.* se realiza mediante cortes de tallos, injertos o brotes.

1.5.4. Propagación por estacas

Consiste en cortar estacas de ramas, brotes o raíces con un diámetro entre 3 y 6 mm y longitud de 4 a 6 centímetros, las cuales se colocan en una cama enraizadora para generar raíces, hasta obtener una nueva planta, esta alternativa permite disminuir la variabilidad de las plantaciones y obtener producciones uniformes tanto en frutos cosechados como en calidad (Otaola y Vidal, 2010: pp.30-31).

1.5.5. Propagación por injertos

Este método de propagación se lo realiza mediante la unión de dos fragmentos de tejido de dos plantas que al unirse continúan su actividad biológica y forman un nuevo individuo, están formadas por una parte con su propio sistema radicular que sirve de patrón además de ser las más resistentes a plagas y enfermedades del injerto y otra parte es la púa que proviene de la planta con las mejores cualidades (Valera y Garay, 2017: p. 3).

1.5.6. Ventajas y desventajas de la propagación asexual

Según (Rojas et al, 2010: pp.07-09) menciona las siguientes ventajas y desventajas de la propagación vegetativa:

1.5.6.1. Ventajas

Son una alternativa eficiente cuando la propagación sexual no es un técnico factible y permite obtener individuos con características idénticas a la de los padres para conseguir plantaciones uniformes.

Disminuir períodos reproductivos

Mantener las características genéticas favorables como la tolerancia a variaciones climáticas, producción, resistencia a plagas, calidad de frutos.

Permiten la conservación de una especie en bancos clonales y arboretos

1.5.6.2. Desventajas

No permiten la recombinación genética que es beneficioso para la adaptación y evolución.

Pueden permitir la dispersión de enfermedades causadas por virus o bacterias

Se debe realizar una selección estricta del material vegetativo

Se buscan clones con características deseables.

1.6. Factores ambientales para la germinación

Para que el proceso de germinación sea exitoso influyen varios factores ambientales: temperatura, iluminación, oxígeno y la humedad, aunque puede ser que el proceso fracase aun teniendo las mejores condiciones, las causas de esto podrían ser la viabilidad de la semilla, el almacenamiento, la época de recolección de la semilla ya que podrían estar inmaduras (Caroca et al., 2016: pp.94-101)

1.7. Reseña histórica de la especie

Según (Lojan, 2003a: p. 4) menciona: *Cedrela montana* fue descrita por primera vez en 1680, su nombre fue propuesto por los españoles debido a que su madera tenía fragancia similar a *Cedrus sp*, la madera de esta especie en un inicio fue muy conocida por que se la usaba en la elaboración de cajas para la venta de cigarros.

1.8. Nombres Comunes

Se lo conoce por diferentes nombres como cedro cebolla, cedro de lo frio, cedro colorado, cedro andino en Colombia (Morales, 2020), cedro colorado, cedrillo, cedro de montaña, cedro de tierra fría en Ecuador (MAE y FAO, 2015b: p. 6).

1.9. Distribución geográfica

1.9.1. En América

Este género se encuentra distribuida desde México en América Central (Valera y El Souki, 2013: p. 287). y el sur en los países de Venezuela, Colombia, Perú, Ecuador y Argentina, es considerado nativo de los Andes (Infante, et al., 2008a: p.10).

1.9.2. En Ecuador

En el Ecuador se encuentra distribuido en las provincias de Imbabura, Cotopaxi, Loja, Napo, Pichincha, Tungurahua, Azuay, Bolívar, Carchi, Chimborazo, especie nativa de los Andes, crece entre los 1500 a 3500 msnm ((MAE y FAO, 2014: p. 80).

1.10. Hábitat

Cedrela es una especie forestal que habita en bosques siempreverde montano alto, siempreverde montana bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (MAE y FAO, 2015c: pp. 57-58).

1.11. Categoría

Según (Minga y Verdugo, 2016a: p. 60) menciona que el cedro de altura en Ecuador es considerada como una especie Nativa de los andes

1.12. Condiciones de adaptación

1.12.1. Altitud

Se la encuentra desde los 1500 hasta 3500 metros sobre el nivel del mar (El Semillero, p.1).

1.12.2. Clima

Se adapta en las siguientes condiciones: precipitación anual entre los 500 a 2000 mm, temperatura media 13°C, resiste lapsos de tiempo de hasta 5 meses de sequía, es tolerante a la sombra (El Semillero, p. 2).

1.12.3. Suelo

Esta especie se desarrolla en suelos de textura franca a franca arenosa, húmedos con un buen drenaje, requiere de sombra en la etapa inicial de desarrollo, también se lo puede encontrar en zonas de pendiente con acceso muy difícil (CORANTIOQUIA, 2007a: p. 11).

1.12.4. Limitantes plagas y enfermedades

Las semillas y frutos están expuestas a contaminaciones fungosas que se muestran en forma de “moho”, producidas por estar expuestas a condiciones de alta humedad, otro de los problemas para el cedro de montaña es el ataque del lepidóptero barrenador de las meliáceas *Hypsipyla grandella* que produce ramificaciones excesivas, desarrollo atrofiado algunos de estos lepidópteros descortezan la base del tronco causando la muerte de las plantas (CORANTIOQUIA, 2007c: p. 14).

1.13. Fenología

Según (MAE y FAO, 2015d: p. 59) manifiesta: El cedro presenta una etapa de floración al año, este inicia desde el mes de junio hasta noviembre, pero se da el caso que en otras zonas donde se desarrolle esta especie se puede dar desde septiembre hasta diciembre, esto se debe a que los árboles no florecen al mismo tiempo, florecen en la época de lluvias, *Cedrela montana* tiene un periodo de fructificación que va desde el mes de septiembre hasta finales del mes de marzo debido a las diferencias en la etapa de floración en diferentes zonas (Chiles, 2016a: p. 37).

1.14. Clasificación taxonómica

De acuerdo a (GBIF, 2020: p.12) el cedro se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica de (*Cedrela montana*).

Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Meliaceae
Género	Cedrela
Especie	<i>Cedrela montana</i>

Fuente: GBIF, 2020: p.12

Nota: Clasificación taxonómica del Cedro (*Cedrela montana*).

1.15. Hábito

Árbol de desarrollo lento que alcanza los 30-40 m de altura y un DAP de 50 a 100 cm, madera de color rosado, monopódico (Minga y Verdugo, 2016b: p. 60), corteza externa fisurada de color gris que al realizarle cortes expide un olor fuerte a ajo troco recto, caducifolio al dar fruto, debido al alto índice de explotación se ha convertido en una especie forestal muy difícil de encontrar de modo, son árboles que habitan una amplia variedad de ecosistemas a lo largo de su distribución desde tierras bajas hasta los bosques montanos (Alzate, et al., 2013: p. 191).

1.16. Descripción Botánica

1.16.1. Hojas

Posee hojas compuestas, alternas paripinadas, dispuestas en espiral, las cuales pueden llegar a medir de 30 a 60 cm de largo, formado por 7 a 14 pares de folíolos opuestos, ápice acuminado, con un haz verde brillante y glabros, envés pubescente amarillento (Minga y Verdugo, 2016c: p. 61).

1.16.2. Copa

La copa tiene forma redondeada, semiglobosa, muy amplia de follaje verde claro (Velasco, 2016a: p.19).

1.16.3. Tronco

Posee un tronco reto y grueso con pequeños canales en los árboles maduros; la corteza fisurada de forma longitudinal (López y Montero, 2005a: pp. 33-34).

1.16.4. Flores

Sus flores son unisexuales, unidas en inflorescencias terminales normalmente péndulas; corola con 5 pétalos de forma tubular, color blanco, tienen un nectario columnar; cáliz formado por 5 lóbulos (Minga y Verdugo, 2016: p. 61).

1.16.5. Fruto

Cápsula elipsoides con lenticelas, color marrón claro, pedúnculos, contiene semillas aladas, diámetro de 3 a 5 centímetros (Universidad EIA, 2014: p.79).

1.16.6. Semillas

Las semillas de cedro son aladas, en uno de sus extremos se encuentra el embrión y el otro extremo posee una lámina que le facilita su dispersión gracias por el viento, tienen forma aplanada y lisa, de 1 a 3 de largo (López y Montero, 2005b: pp. 33-34).

1.17. Importancia ecológica

Según Kómetter (2009) citado en Santamaria (2012: p. 9) menciona que *cedrela montana* es de gran importancia ambiental ya que ayuda a mejorar la calidad del aire por la captura de dióxido de carbono, el cedro ingresar en sus tejidos esta sustancia venenosa que está dispersa en el aire, permite mejorar la calidad del suelo, además de que alberga una diversidad de especies de flora y fauna ya que es un árbol de gran tamaño.

1.18. Usos e importancia

1.18.1. Materia prima

Su madera es de color rosada o castaña en el duramen de calidad liviana y suave que le permite fácil trabajabilidad, con vetas longitudinales, lo que la hace muy apreciada para la fabricación de muebles finos, instrumentos musicales, ebanistería, construcciones para la decoración de, con un olor característico por la presencia de aceites y resinas interiores (Lojan, 2003b: pp. 57-60).

1.18.2. Propiedades farmacológicas

La corteza de cedro en Colombia mediante procesos previos en laboratorios se usa para producir medicamentos para tratar la ulcera y enjuague bucal contra el dolor de muelas (Remache, 2011: p. 26), la raíz que tiene un sabor amargo se la utiliza para combatir la epilepsia y la fiebre; además es apreciada por sus propiedades antitumorales (Infante, et al., 2008b: p.10).

1.18.3. Uso paisajístico

Presta un servicio estético ya que se planta en jardines y parques urbanos de la Sierra como árbol ornamental, se lo utiliza como árbol de sombra (SERPAR, 2013: pp. 36-49); se recomienda emplear un buen manejo silvicultural ya que el crecimiento de esta especie en altura, sistema radicular y copa puede causar daños en construcciones cercanas (Velasco, 2016b: 19).

1.19. Problemas y limitantes del cedro

Cedrela montana de la familia de las Meliáceas tiene una madera que en los mercados de todo el mundo es de gran valor económico, pero por la tala intensiva resulta imposible su recuperación en poco tiempo, además de que no se realiza programas para recuperar sus poblaciones naturales lo que hace más difícil encontrar árboles de cedro con diámetros de valor comercial o diámetros mínimos de corta (DMC) para la obtención de madera. El cedro es una especie forestal incluida en la lista de especies de prioridad por lo que su propagación, conservación y uso sostenible son importantes (Flores et al., 1994b: pp.113-115).

1.20. Indicadores de calidad de las plántulas

El éxito de una plantación o programas de reforestación dependen especialmente de la calidad de las plantas producidas en un vivero, esto puede asegurar una mayor posibilidad de adaptabilidad y desarrollo en el lugar de establecimiento final, el diámetro y la altura son los indicadores morfológicos más frecuentemente relacionados para determinar la calidad de las plántulas (Villalón et al., 2014: pp. 46-52).

1.20.1. Diámetro a la altura del cuello DAC

El diámetro del cuello de la planta se lo expresa en milímetros (mm), es considerado un indicativo de la resistencia mecánica, de la capacidad de movilizar agua hacia la parte aérea y tolerancia a temperaturas altas, esta variable es de suma importancia para evaluar el desarrollo de las plántulas en un estudio (Quiroz et al., 2014a: p. 42).

1.20.2. Altura de las plantas

La variable altura se la expresa en centímetros (cm), este indicador está asociado con la capacidad fotosintética y el área de transpiración de las plantas, para lo cual se debe considerar la especie, zona de cultivo (Quiroz et al., 2014b: p. 43).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Descripción del área de estudio

2.1.1. Localización del área

El presente trabajo de investigación se efectuó en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo.

2.1.2. Ubicación geográfica

Lugar: Cantón Riobamba, provincia Chimborazo, vivero forestal ESPOCH

Latitud: -1.650000

Longitud: -78.650000

Altitud: 2755 msnm



Figura 1-2. Mapa de ubicación del vivero de la ESPOCH.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

2.1.3. Condiciones climáticas

Riobamba tiene un clima generalmente frío, ya que se encuentra en el centro del callejón interandino, presentando las siguientes condiciones climáticas según datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica ESPOCH (Tiupul y Arévalo: 2020. pp. 4-14).

Tabla 3-2: Condiciones climáticas de la ciudad de Riobamba.

Precipitación media anual (mm)	Temperatura media anual (°C)	Velocidad del viento media anual (m/s)	Humedad Relativa media diaria (%)
461,1	13,8	1,9	70,2

Fuente: Tiupul y Arévalo, 2020

Nota: Condiciones climáticas de la ciudad de Riobamba los resultados son expresados en media.

2.2. Materiales

Tabla 4-2: Materiales y equipos.

Materiales de campo	Materiales de oficina	Material genético
<ul style="list-style-type: none">✓ Libreta de campo✓ Regla✓ Pie de rey✓ Apuntador✓ Fundas plásticas✓ Carretilla✓ Pala✓ Vigas de madera✓ Termómetro✓ Sarán✓ Mascarilla✓ Sustratos✓ Letreros✓ Flexómetro✓ Cámara digital✓ Regadera	<ul style="list-style-type: none">✓ Computadora✓ Impresora✓ Internet✓ Hojas de registro	<ul style="list-style-type: none">✓ Semillas de <i>Cedrela montana</i> (Cedro), procedente del cantón Salcedo provincia Cotopaxi

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Nota: Materiales y equipos utilizados en la investigación

2.3. Metodología

Con el fin de determinar el tratamiento que presente las mejores condiciones para la propagación de *Cedrela montana* (Cedro) mediante semillas, procedimos a evaluar el porcentaje de germinación y desarrollo de las plántulas utilizando datos cualitativos y cuantitativos.

2.3.1. Diseño experimental

Se aplicó el Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) en arreglo factorial con 6 tratamientos por 3 repeticiones como se muestra en la tabla 5-2.

Tabla 5-2: Diseño experimental en arreglo factorial.

Sustrato	Método de escarificación	Número de semilla	Tratamiento
S1	E1	20	T1:S1E1
S2	E1	20	T2:S2E1
S3	E1	20	T3:S3E1
S1	E2	20	T4:S1E2
S2	E2	20	T5: S2E2
S3	E2	20	T6:S3E2

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Nota: Los tratamientos utilizados en la investigación es la combinación de escarificación + sustrato.

2.3.2. Análisis funcional

Coefficiente de variación en porcentaje.

Se realizó la separación de medias según Tukey al 5% de significancia

2.4. Variables evaluadas

Porcentaje de germinación

Altura de las plántulas

Diámetro a la altura del cuello de la plántula (DAC)

Número de hojas

2.5. Factores de estudio

2.5.1. Método de escarificación

E1: Agua fría por 6 horas.

E2: Agua caliente a 60°C (1 minuto por 2 períodos)

2.5.2. Sustratos

S1: Tierra negra (100%)

S2: Tierra negra (60%) + Fibra de coco (40%)

S3: Tierra negra (50%) + Fibra de coco (25%) + Abono orgánico (25%)

2.6. Tratamientos en estudio

La combinación de sustrato y método de escarificación dieron como resultados 6 tratamientos, los que se describen a continuación

Tabla 6-2: Descripción de los tratamientos empleados.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	S1E1	Tierra negra (100%) + Agua fría por 6 horas.
T2	S2E1	Tierra negra (60%) + Fibra de coco (40%) + Agua fría por 6 horas.
T3	S3E1	Tierra negra (50%) + Fibra de coco (25%) + Abono orgánico (25%) + Agua fría por 6 horas.
T4	S1E2	Tierra negra (100%) + Agua caliente a 60°C (1 minuto por 2 períodos).
T5	S2E2	Tierra negra (60%) + Fibra de coco (40%) + Agua caliente a 60°C (1 minuto por 2 períodos).
T6	S3E2	Tierra negra (50%) + Fibra de coco (25%) + Abono orgánico (25%) + Agua caliente a 60°C (1 minuto por 2 períodos).

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Nota: Descripción de los tratamientos utilizados en el estudio

2.7. Especificación del campo experimental

Para la propagación sexual de *Cedrela montana* se utilizó el Diseño de Bloques Completo al azar en arreglo factorial con 6 tratamientos resultado de combinación de factores; sustrato más método de escarificación, donde se utilizaron 20 semillas por repetición, el campo experimental formado por:

Número de repeticiones por tratamiento: 3

Número total de unidades experimentales: 18

Número total de semillas: 360

Tabla 7-2: Diseño de Bloques Completo al azar.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
A	T2r1	T4r1	T3r1	T5r1	T1r1	T6r1
B	T5r2	T1r2	T4r2	T3r2	T6r2	T2r2
C	T1r3	T3r3	T6r3	T2r3	T5r3	T4r3

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Nota: Ubicación de las unidades experimentales en el diseño de bloque completo al azar.

2.8. Manejo del trabajo de campo

2.8.1. Adecuación del área de estudio

Se seleccionó la cama semillero del vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a utilizar de medidas 1,50 m de ancho por 4 m de largo, se realizó la limpieza y desinfección con cal, la cual se dividió en partes igual según los tratamientos y repeticiones, en las divisiones se colocaron letreros para su identificación y la posterior toma de datos para la propagación mediante semilla de *Cedrela montana* (Anexo A).

2.8.2. *Recolección de semillas*

La recolección de las semillas se la realizó en base al calendario fenológico de la especie, en el mes de marzo del 2020 en la provincia de Cotopaxi, cantón Salcedo, Barrio Belisario Quevedo. Se seleccionaron los árboles de *Cedrela montana* (Cedro) con características fenotípicas superiores (diámetro basal, altura, tamaño de copa, estado fitosanitario), de los cuales se recogieron capsulas maduras color café claro con ayuda de una cuerda, los frutos fueron colocados en exposición directa al sol para obtener las semillas, se almacenó las semillas en bolsas de papel antes de realizar el estudio en un lugar seco evitando el contacto con la humedad.

2.8.3. *Clasificación de las semillas*

Se procedió a escoger cuidadosamente las semillas libres de impurezas y daños separando las semillas vanas, se cuantifico el número de semillas a utilizar en el ensayo

2.8.4. *Desinfección de la semilla*

Las semillas seleccionadas se desinfecto aplicando 1 cm³ por litro de agua de CARBOVAX (carboxim+ thiram), de acción sistémica, fungicida diseñado para el control de hongos en las semillas en las primeras etapas de cultivo.

2.8.5. *Preparación de los sustratos*

Se preparó una mezcla homogénea de cada sustrato para lo que se hizo las combinaciones descritas por cada sustrato a utilizar en el estudio, los cuales fueron seleccionados para crear condiciones favorables para el proceso de germinación de las semillas de cedro.

2.8.6. *Proporciones de los sustratos*

S1: Tierra negra (100%)

S2: Tierra negra (60%) + Fibra de coco (40%)

S3: Tierra negra (50%) + Fibra de coco (25%) + Abono orgánico (25%)

2.8.7. Desinfección del sustrato

Para la desinfección del sustrato se utilizó la solución de Carbovax (carboxim+ thiram) con una concentración de 1cm³/L de agua, en una bomba manual de 5 litros. Se aplicó tres veces removiendo entra cada una de ellas el sustrato para efectivizar su acción. En total se usaron 3 bombas por m² aproximadamente.

2.8.8. Desinfección de la cama

En la desinfección de las camas donde se ubicó los distintos tratamientos, se utilizó la misma dosificación aplicada en los sustratos que fue 1cm³/L de agua. Se aplicó 1 bomba de 5 litros regando completamente la cama tanto por dentro como por fuera.

2.8.9. Métodos de escarificación de la semilla de cedro

E1: Inmersión de semillas en agua fría por 6 horas.

E2: Inmersión de semillas en agua caliente a 60°C por un minuto se aplicó este procedimiento 2 veces en una bolsa para filtrar

Por cada método de escarificación se utilizaron 180 semillas

2.8.10. Llenado y ubicación de fundas

Se utilizaron fundas de 4x6 cm las cuales fueron llenadas con cada uno de los sustratos aproximadamente hasta el borde, dejando espacio para poner las semillas, se las compactó para evitar espacios con aire, se regaron para brindar las condiciones de humedad necesarias para la semilla.

2.8.11. Siembra

Las semillas de cedro se procedieron a sembrar el 4 de noviembre del 2020, aplicando el método de siembra directa, colocando las semillas a una profundidad de 0,5 – 1,5 cm, se siguió el diseño experimental planteado, para lo que se ubicaron 20 semillas por unidad experimental.

2.8.12. Riego

La frecuencia del riego fue 2 veces por semana los primeros 30 días con una regadera de 5 L, el cual se lo hizo en la mañana los días martes y viernes, a medida que las plantas desarrollaron fue disminuyendo a 1 vez por semana hasta finalizar el estudio.

2.8.13. Control de arvenses

La limpieza de arvenses se realizó cada quince días durante el periodo de germinación, y al momento de registro y toma de los datos sobre el desarrollo de las plántulas.

2.9. Registro de datos de la investigación

2.9.1. Porcentaje de germinación

Para la evaluación del porcentaje de germinación se registraron datos en un lapso de 30 días después de la siembra, es decir el 3 de diciembre del 2021. Para obtener el porcentaje de semillas germinadas se realizó conteos del número de semillas emergidas por tratamiento.

2.9.2. Desarrollo de las plántulas (altura, diámetro a la altura del cuello, número de hojas) durante los 20, 40 y 60 días

2.9.2.1. Altura

La variable altura de las plántulas se la expresó en centímetros (cm), dato tomado desde la base de la plántula hasta el ápice terminal, con ayuda de una regla. Se hicieron tres mediciones: el 23 de diciembre del 2020 (20 días), luego de la aparición de las hojas verdaderas el 12 de enero del 2021 (40 días) y el 1 de febrero del 2021 (60 días).

2.9.2.2. Diámetro a la altura del cuello de la plántula (DAC)

La variable diámetro a la altura del cuello de la plántula se la expreso en milímetros (mm), dato tomado con calibrador denominado también pie de rey procurando no dañar el tallo de la plántula. Se

hicieron tres mediciones: 23 de diciembre del 2020 (20 días), 12 de enero del 2021 (40 días) y 1 de febrero del 2021 (60 días).

2.9.2.3. Numero de hojas

El conteo del número de hojas de las plántulas de *cedrela montana* se lo realizó en cada uno de los individuos en cada unidad experimental.

Se hicieron tres mediciones: 23 de diciembre del 2020 (20 días) luego de la aparición de las hojas verdaderas, 12 de enero del 2021 (40 días) luego de la aparición de las hojas verdaderas; 1 de febrero del 2021, 60 días luego de la aparición de las hojas verdaderas.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Porcentaje de germinación

3.1.1. Porcentaje de germinación a los 30 días de la *Cedrela montana*

El análisis de varianza para el porcentaje de germinación de las semillas de *Cedrela montana* a los 30 días (Tabla 8-3), Nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 44,55 %.

Tabla 8-3: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 30 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3443.06	7	491.87	33.41	<0.0001
TRATAMIENTOS	3390.28	5	678.06	46.06	<0.0001
REPETICIÓN	52.78	2	26.39	1.79	0.2161
Error	147.22	10	14.72		
Total	3590.28	17			

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Nota: Cuadro de análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 30 días de las semillas de cedro

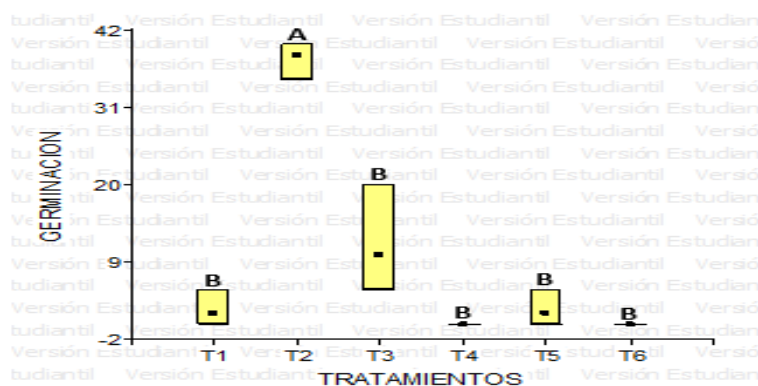


Gráfico 1-3. Comparaciones de medias de la variable germinación de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 30 días.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Grafico 1-3). Para el porcentaje de germinación de las semillas de *Cedrela montana* obtenidas a los 30 días. Se determino el rango A con el tratamiento T2 con una media de 38,33%. En el rango B con los tratamientos T1, T3, T4, T5 y T6 con una media de 2.65% respectivamente.

Un estudio realizado por (Berger, 2020: p.43) menciona que las semillas para que tengan un alto porcentaje de germinación el factor que más importante es la temperatura en el desarrollo del embrión de las semillas esta debe tener un rango óptimo de 10-29 (°C) cualquier temperatura que sobrepase o disminuya puede causar que el porcentaje de germinación sea bajo en las especies, en el presente estudio, para la variable germinación de semillas a los 30 días después de la siembra nos dio como resultado 10% de germinación en promedio de las semillas de *Cedrela montana*, lo cual se aproxima a los resultados de la investigación realizada por (Chiles, 2016b: p.37) donde los resultados obtenidos fueron del 12% en promedio.

Como referencia podemos mencionar además que en un estudio realizado por (Banda, et al., 2018: pp. 4-7), en semillas de *Cedrela lilloi* (Cedro de altura). Los resultados obtenidos fueron negativos en cedro, lo que concuerda con los tratamientos T4 y T6 del presente estudio donde el porcentaje de germinación fue nulo.

3.2. Desarrollo de las plantas a los 20 días de *Cedrela montana*

3.2.1. Diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 20 días de *Cedrela montana*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de *Cedrela montana* a los 20 días, nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 69,85 % (Tabla 9-3).

Tabla 9-3: Análisis de varianza diámetro a la altura del cuello a los 20 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		7.15	7	1.02	6.03	0.0059
TRATAMIENTOS		7.00	5	1.40	8.27	0.0025
BLOQUE		0.15	2	0.07	0.44	0.6580
Error		1.69	10	0.17		
Total		8.84	17			

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

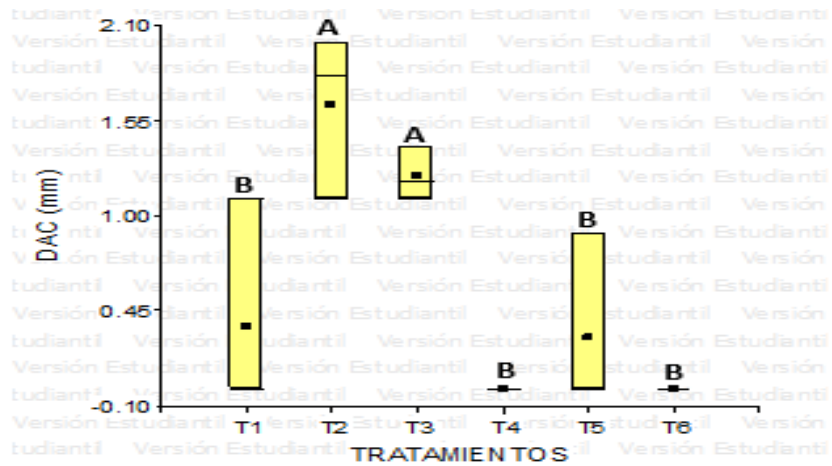


Gráfico 2-3. Comparaciones de medias de la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 20 días.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Gráfico 2-3). Para el desarrollo del diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de *Cedrela montana* obtenidas a los 20 días. Se determinó el rango A con los tratamientos T2 y T3 con una media de 1,42 mm. En el rango B con los tratamientos T1, T4, T5 y T6 con una media de 0.17 mm.

3.2.2. Diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 40 días de *Cedrela montana*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de *Cedrela montana* a los 40 días, Nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 55 % (Tabla 10-3).

Tabla 10-3: Análisis de varianza diámetro a la altura del cuello a los 40 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.65	7	1.66	10.07	0.0008
TRATAMIENTOS	11.60	5	2.32	14.04	0.0003
BLOQUE	0.05	2	0.03	0.16	0.8504
Error	1.65	10	0.17		
Total	13.30	17			

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

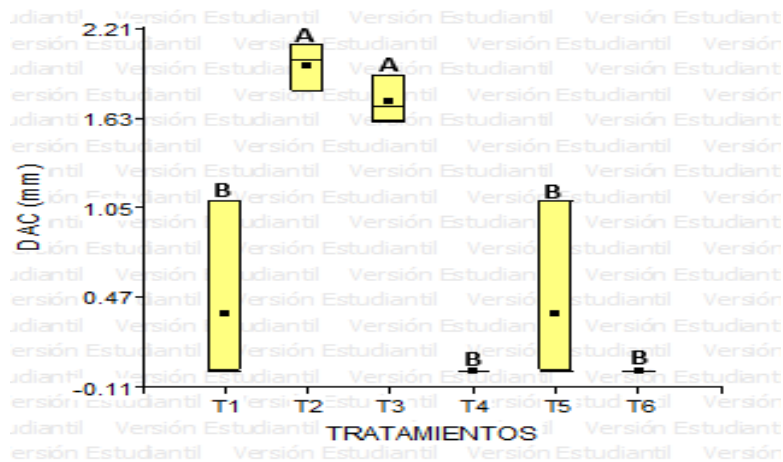


Gráfico 3-3. Comparaciones de medias de la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 40 días.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Gráfico 3-3). Para el desarrollo del diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de *Cedrela montana* obtenidas a los 40 días. Se determinó el rango A con los tratamientos T2 y T3 con una media de 1,85 mm. En el rango B con los tratamientos T1, T4, T5 y T6 con una media de 0.23 mm.

3.2.3. Diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 60 días de *Cedrela montana*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de *Cedrela montana* a los 60 días, Nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 66.31 % (Tabla 11-3).

Tabla 11-3: Análisis de varianza diámetro a la altura del cuello a los 60 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.82	7	1.83	6.31	0.0050
TRATAMIENTOS	12.63	5	2.53	8.71	0.0021
BLOQUE	0.19	2	0.09	0.32	0.7334
Error	2.9010		0.29		
Total	15.72	17			

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

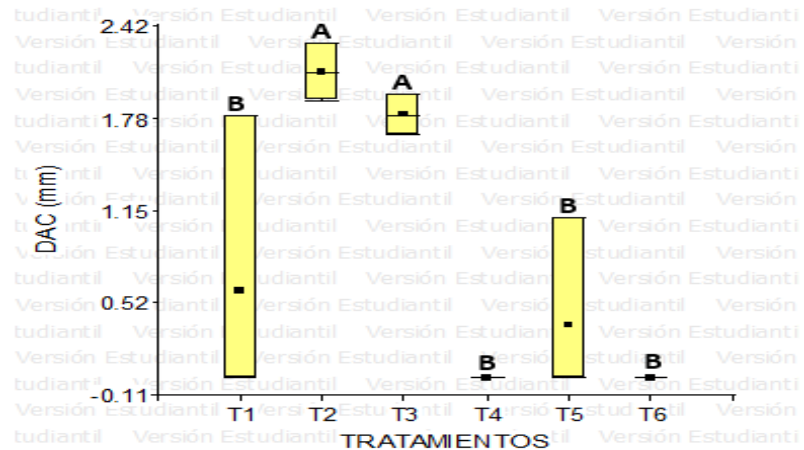


Gráfico 4-3. Comparaciones de medias de la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 60 días.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Gráfico 4-3). Para el desarrollo del diámetro a la altura del cuello (DAC) de las plantas de *Cedrela montana* obtenidas a los 60 días. Se determinó el rango A con los tratamientos T2 y T3 con una media de 2 mm. En el rango B con los tratamientos T1, T4, T5 y T6 con una media de 0.25 mm.

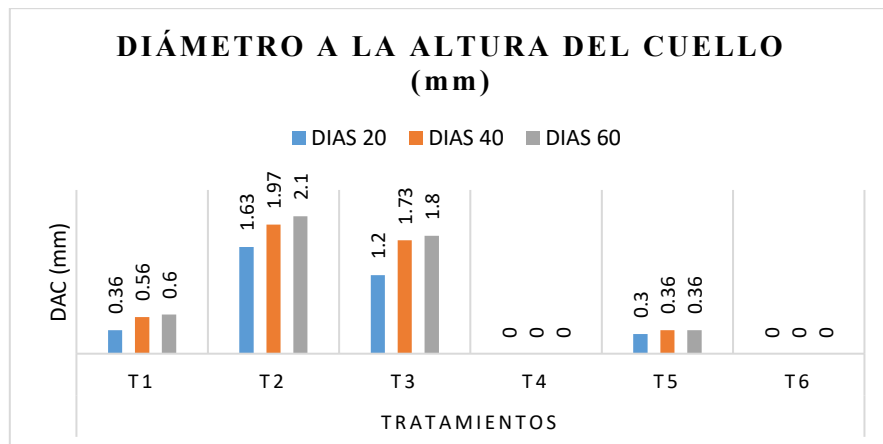


Gráfico 5-3. Resumen de la variable DAC (diámetro a la altura del cuello)

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

3.2.4. Altura a los 20 días de *Cedrela montana*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para la variable altura de las plantas de *Cedrela montana* a los 20 días, Nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 85,90 % (Tabla 12-3).

Tabla 12-3: Análisis de varianza para la altura a los 20 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	87.33	7	12.48	3.66	0.0316
TRATAMIENTOS	80.92	5	16.18	4.75	0.0175
BLOQUE	6.40	2	3.20	0.94	0.4225
Error	34.04	10	3.40		
Total	121.36	17			

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

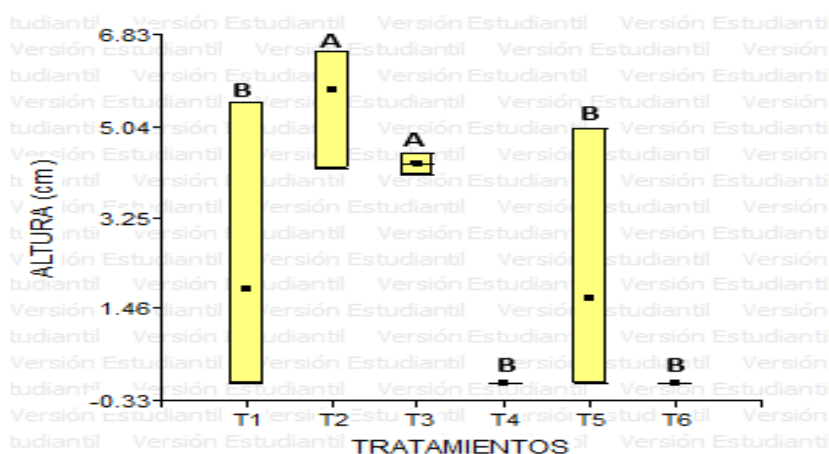


Gráfico 6-3. Comparaciones de medias de la variable altura de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 20 días.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Gráfico 6-3). Para la altura de las plantas de *Cedrela montana* obtenidas a los 20 días. Se determinó el rango A con los tratamientos T2 y T3 con una media de 5.02 cm. En el rango B con los tratamientos T1, T4, T5 y T6 con una media de 0.7 cm.

3.2.5. Altura a los 40 días de *Cedrela montana*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para la variable altura de las plantas de *Cedrela montana* a los 40 días, Nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 76.35 % (Tabla 13-3).

Tabla 13-3: Análisis de varianza para la altura a los 40 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	155.86	7	22.27	4.26	0.0196
TRATAMIENTOS	152.27	5	30.45	5.83	0.0089
BLOQUE	3.59	2	1.79	0.34	0.7175
Error	52.27	10	5.23		
Total	208.13	17			

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

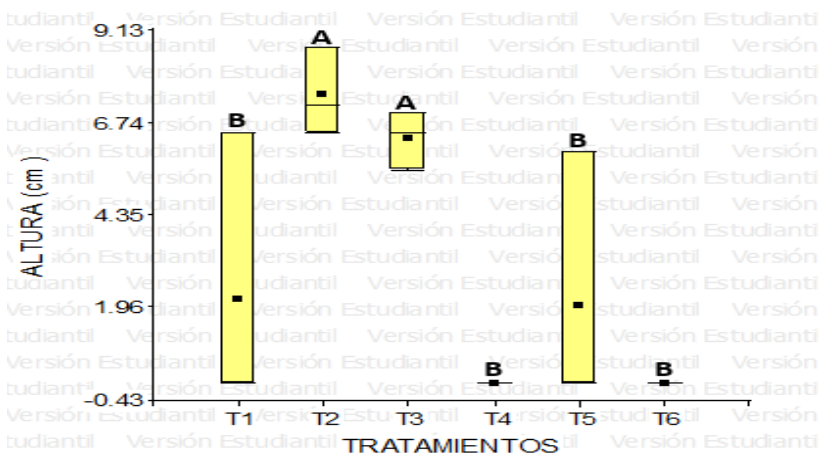


Gráfico 7-3. Comparaciones de medias de la variable altura de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 40 días.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Gráfico 7-3). Para la altura de las plantas de *Cedrela montana* obtenidas a los 40 días se determinó el rango A con los tratamientos T2 y T3 con una media de 6.86 cm. En el rango B con los tratamientos T1, T4, T5 y T6 con una media de 1.04 cm.

3.2.6. Altura a los 60 días de *Cedrela montana*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para la variable altura de las plantas de *Cedrela montana* a los 60 días, Nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 73.84 % (Tabla 14-3).

Tabla 14-3: Análisis de varianza para la altura a los 60 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	207.88	7	29.70	4.70	0.0142
TRATAMIENTOS	203.96	5	40.79	6.45	0.0063
BLOQUE	3.92	2	1.96	0.31	0.7402
Error	63.23	10	6.32		
Total	271.11	17			

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Nota: Cuadro de análisis de varianza para la altura de la *Cedrela montana*.

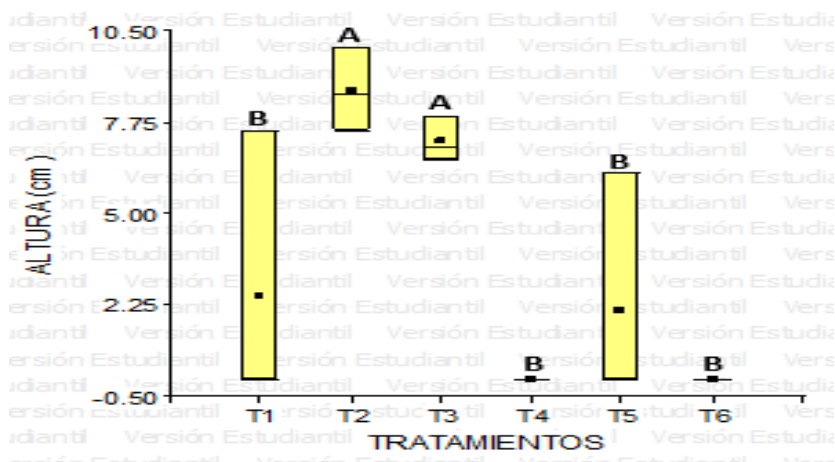


Gráfico 8-3. Comparaciones de medias de la variable altura de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 60 días.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Gráfico 8-3). Para la altura de las plantas de *Cedrela montana* obtenidas a los 60 días se determinó el rango A con los tratamientos T2 y T3 con una media de 7.95 cm. En el rango B con los tratamientos T1, T4, T5 y T6 con una media de 1.2 cm.

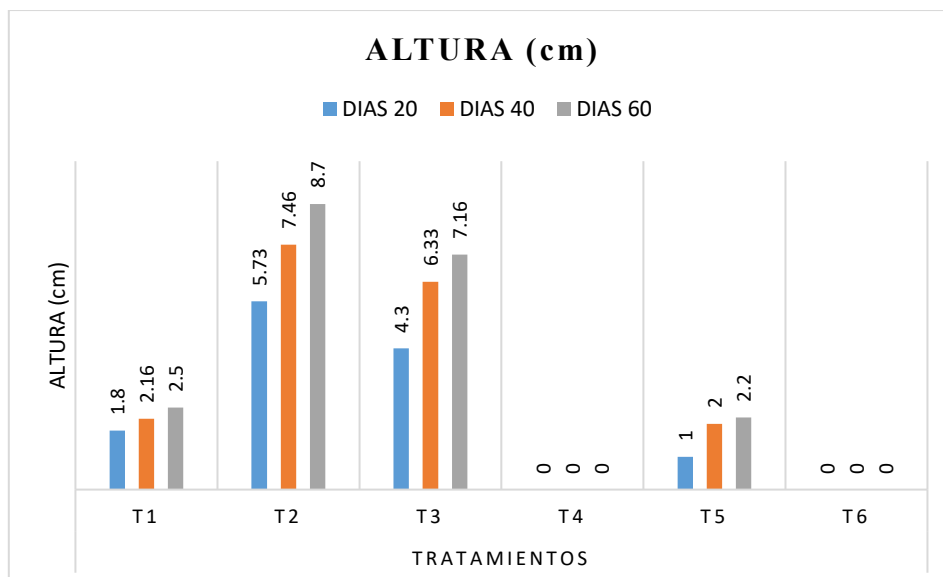


Gráfico 9-3. Resumen de la variable Altura (cm)

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

3.2.7. Número de hojas a los 20 días de *Cedrela montana*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para la variable número de hojas de las plantas de *Cedrela montana* a los 20 días, Nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 75,90 % (Tabla 15-3).

Tabla 15-3: Análisis de varianza para número de hojas a los 20 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.89	7	1.84	3.77	0.0290
TRATAMIENTOS	12.44	5	2.49	5.09	0.0140
BLOQUE	0.44	2	0.22	0.45	0.6472
Error	4.89	10	0.49		
Total	17.78	17			

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Nota: Cuadro de análisis de varianza para el desarrollo del DAC de la *Cedrela montana*.

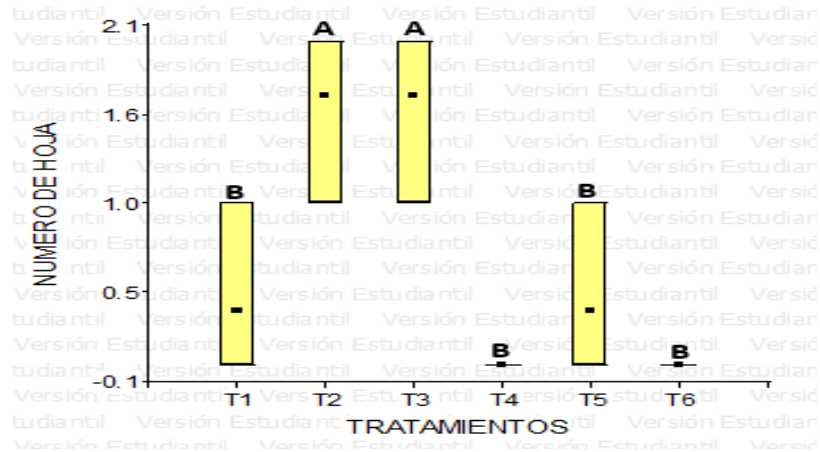


Gráfico 10-3. Comparaciones de medias de la variable número de hojas de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 20 días.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Gráfico 10-3). Para el número de hoja de las plantas de *Cedrela montana* obtenidas a los 20 días se determinó el rango A con los tratamientos T2 y T3 con una media de 2 hojas. En el rango B con los tratamientos T1, T4, T5 y T6 con una media de 0 hoja.

3.2.8. Número de hojas a los 40 días de *Cedrela montana*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para la variable número de hojas de las plantas de *Cedrela montana* a los 40 días, Nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 86.43 % (Tabla 16-3).

Tabla 16-3: Análisis de varianza para número de hojas a los 40 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20.56	7	2.94	3.18	0.0478
TRATAMIENTOS	19.78	5	3.96	4.29	0.0241
BLOQUE	0.78	2	0.39	0.42	0.6671
Error	9.22	10	0.92		
Total	29.78	17			

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Nota: Cuadro de análisis de varianza para el desarrollo del DAC de la *Cedrela montana*.

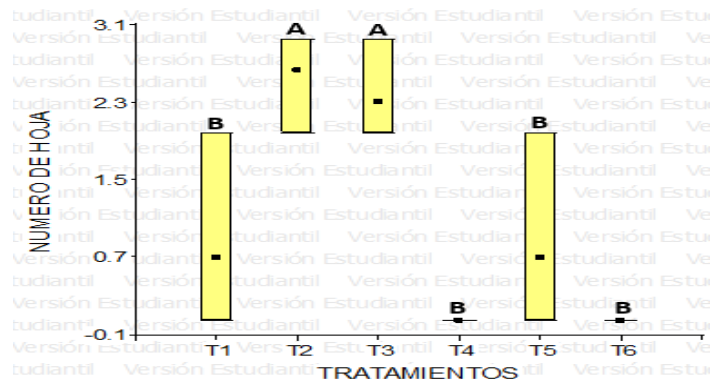


Gráfico 11-3. Comparaciones de medias de la variable número de hojas de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 40 días.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Gráfico 11-3). Para el número de hoja de las plantas de *Cedrela montana* obtenidas a los 40 días. Se determinó el rango A con los tratamientos T2 y T3 con una media de 3 hojas. En el rango B con los tratamientos T1, T4, T5 y T6 con una media de 1 hoja.

3.2.9. Número de hojas a los 60 días de *Cedrela montana*

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para la variable número de hojas de las plantas de *Cedrela montana* a los 60 días, Nos muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 87.68 % (Tabla 17-3).

Tabla 17-3: Análisis de varianza para número de hojas a los 60 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32.33	7	4.62	3.38	0.0402
TRATAMIENTOS	31.33	5	6.27	4.59	0.0196
BLOQUE	1.00	2	0.50	0.37	0.7025
Error	13.67	10	1.37		
Total	46.00	17			

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Nota: Cuadro de análisis de varianza para el desarrollo del DAC de la *Cedrela montana*.

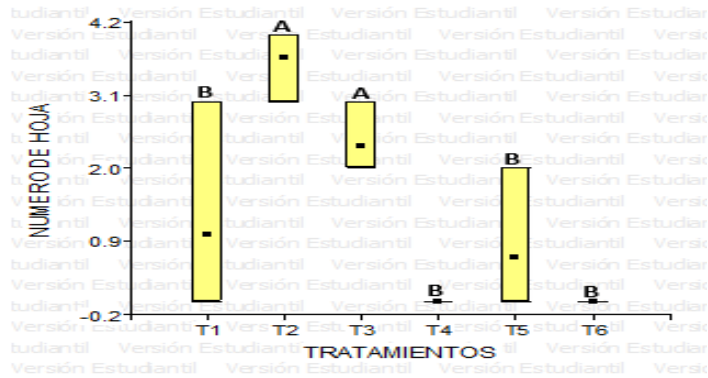


Gráfico 12-3. Comparaciones de medias de la variable número de hojas de las plantas de *Cedrela montana* tomada a los 60 días.

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Gráfico 12-3). Para el número de hoja de las plantas de *Cedrela montana* obtenidas a los 60 días. Se determinó el rango A con los tratamientos T2 y T3 con una media de 3 hojas. En el rango B con los tratamientos T1, T4, T5 y T6 con una media de 1 hoja.

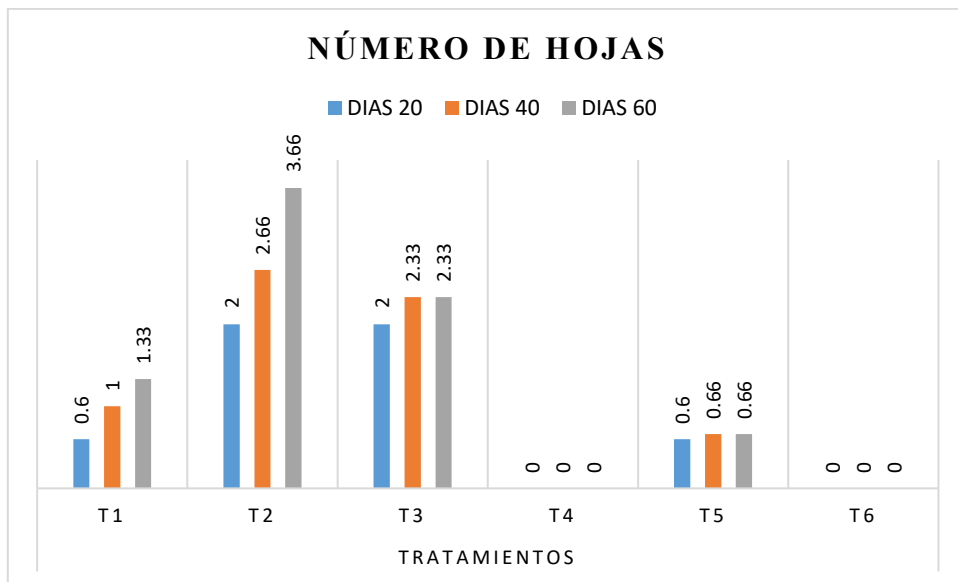


Gráfico 13-3. Resumen de la variable Número de hojas

Realizado por: Calderón Valdivieso, Nataly, 2021.

El estudio realizado en el vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En el desarrollo de las variables evaluadas obtenidos a los 60 días de la especie de *Cedrela montana*. El tratamiento T2 (Tierra negra 60% + Fibra de coco 40%), mostró superioridad en comparación con los demás tratamientos obteniendo los siguientes resultados DAC (2,1 mm), Altura (8,7 cm) y Numero de hoja (4). Los resultados son similares con la investigación realizada por (Miranda y Villafuerte, 2016: pp 53-87). tratamiento (Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%) obteniendo como resultado: DAC (1,7), Altura (5,43) y Numero de hoja (4). Según (PROMIX, 2020: pp.37-38) señala que la composición de la fibra de coco ayuda en el crecimiento inicial de las plántulas de cedro debido a que posee un pH neutro que se encuentra entre el intervalo de 6-7, ya que las sustancias nutritivas como fosforo, nitrógeno, magnesio se encuentren disponibles y facilita su absorción.

Además, la investigación similar realizada por (Chiles, 2016c: p.37). Producción de plántulas de cedro, el sustrato conformado por (33.33% de tierra de sitio + tierra negra 50% + 16.66% de pomina) las plántulas lograron: 10 cm de altura y 28 mm DAC. Los resultados fueron obtenidos a los sesenta días para las variables evaluadas.

CONCLUSIONES

Para la variable porcentaje de germinación a los 30 días, se determinó que los tratamientos si mostraron significancia es decir que los resultados entre ellos son diferentes, el tratamiento T2 (Tierra negra 60% + Fibra de coco 40% + Agua fría por 6 horas), fue el que mejor resultado mostró con un porcentaje de germinación de las semillas con un 38.33 %.

Respecto al desarrollo en altura, Diámetro a la altura del cuello y número de hojas obtenido a los 60 días después de la siembra de la especie de *Cedrela montana*. El tratamiento T2 (Tierra negra 60% + Fibra de coco 40% + Agua fría por 6 horas), fue el que mostró mejores resultados en comparación con los demás tratamientos, obteniendo los siguientes resultados DAC: 2,1 mm, Altura: 8,7 cm y número de hojas: 4.

RECOMENDACIONES

Se recomienda usar el tratamiento T2 (Tierra negra 60% + Fibra de coco 40% + Agua fría por 6 horas), por presentar el mayor porcentaje de germinación y crecimiento en altura, Diámetro a la altura del Cuello y de acuerdo al número de hojas.

Realizar temas de investigación referentes a los métodos de escarificación en agua caliente en rangos de temperatura inferiores a los 60°C en la especie de *Cedrela montana*, ya que este puede provocar la pérdida de viabilidad y deterioro de las semillas.

GLOSARIO

Escarificación: Método utilizado para acelerar el tiempo de germinación de las semillas los métodos de escarificación pueden ser: físicos, químicos.

Vivero: Lugar donde se da los cuidados necesarios a las plántulas antes de ser trasladadas al campo.

Abono orgánico: Deterioro de residuos orgánicos de origen vegetal, animal etc.

DBCA: Conocido como diseño de doble vía, se utiliza cuando las variables son homogéneas.

Siembra directa: es cuando la semilla se sitúa directamente sobre el sustrato.

Propagación asexual: la propagación asexual o vegetativa permite formar nuevos individuos con genéticamente idénticas a las de la planta madre.

Sustrato: el sustrato se conoce como una mezcla o combinación de material natural o sintético, que la planta utilizará como alimento y soporte.

Fibra de coco: también conocido como: turba de coco, polvo de fibra de coco y virutas de fibra de coco, son utilizados en los viveros forestales u ornamentales para la propagación de las semillas.

BIBLIOGRAFÍA

ALZATE, Fernando; et al. *Flora de los bosques montanos de Medellín*. Medellín-Colombia: Señal Gráfica Impresiones, 2013, pp. 191.

ARMIJOS SERRANO, Álvaro; & SINCHE FREIRE, Mauricio. “Distribución y Propagación asexual de cuatro especies forestales nativas en vivero utilizando dos tipos de sustrato en la hoya de Loja”(Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recurso Naturales Renovables, Ingeniería Forestal.(Loja- Ecuador). 2013. p.17. [Consultado: 03 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5243>

BIOAGROTECSA. Humus de lombriz- lombricultura en ecuador. [en línea], 2020. p. 78. [Consulta: 7 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.bioagrotecsa.com.ec/lombricultura/humus-de-lombriz.html>

BONILLA, Carlos; et al. *Guía Técnica; Manejo de viveros forestales*. [en línea]. Riobamba-Ecuador: MINKA-JIKA, 2014. pp. 5-6. [Consulta: 07 de enero del 2021]. Disponible: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>

BURÉS, S. I Curso de Gestión de Viveros Forestales. Barcelo-España, 2019 pp.41-50.

CAROCA, Rolando; et al. Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (*Arachis Hypogaea L.*). *Chil. j. agric. anim. sci.* [en línea], 2016, (Chile), vol. 32, n°2, pp. 94-101. [Consultado: 2 de diciembre del 2020]. ISSN 0719-3882. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071938902016000200002&lng=es&nr_m=iso

CENTRO AGRÓNOMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). *Técnicas para la Germinación de las Semillas Forestales*. Turrialba-Costa Rica: Danida Forest Seed Centre. 2000. ISBN: 9977-57-347-6, p.15.

CHILES, I. Producción de plántulas de *Cedrela montana moritz ex turcz* empleando tres medios de cultivo en el sector de Yuyucocha – Imbabura. (Tesis de Grado). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Ingeniería Forestal. Ibarra-Ecuador.

2016. p. 37. [Consultado: 15 de diciembre del 2020]. p.37. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5726/1/03%20FOR%20235%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA (CORANTIOQUIA), *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque andino*, [en línea], Medellín – Colombia, Boletín Técnico Biodiversidad, 2007, pp. 11-14, [Consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en: https://issuu.com/corantioquia/docs/boletin_semillas_bosque_andino_1

DÍAZ PEDROCHE, ELENA. *El proceso de reproducción de las plantas* [en línea]. Lima-Perú: 2010. pp. 2-3. [Consulta: 28 de diciembre del 2020]. Disponible en: https://elenapedroche.files.wordpress.com/2010/09/tema_7_14_15.pdf

ECUADORFORESTAL. *Ficha técnica número #5 Cedro. Características y tratamientos de la semilla.* [en línea], 2012. [Consulta: 04 de enero de 2021]. pp.26-29 Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-5-cedro/>

ECURED. Ambiente necesario para la apropiada germinación de la semilla. [en línea], 2020. [Consulta: 10 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/ambiente-necesario-para-la-apropiada-germinacion-de-la-semilla/>

EL SEMILLERO. *Adaptacion, usos, madera, vivero, rendimientos y silvicultura de 95 especie*[blog].[Consulta: 30 de noviembre del 2020]. pp.1-2. Disponible en: http://elsemillero.net/nuevo/semillas/listado_especies.php?id=26

FLORES, Gonzalo; et al. *Manual del Extensionista forestal Andino.* [en línea]. Quito-Ecuador, 1994. pp.110-115. [Consultado: 16 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/004583/info/pdf/manual1.pdf>

GUERRA, Darwin. Crecimiento Inicial de Cuatro Especies Forestales: *Cedrela Montana* Moritz ex turcz, *Alnus Acuminata* kuntz, *Croton* spp, y *Pinus radiata* D. don, en y sin asocio con Cultivos Agrícolas, en el Cantón Otavalo Periodo 2008-2009. *Society*, vol. 3,(2010),(Ecuador) pp. 464.

INFANTE BETANCOUR, J; et al. *Árboles y Arbustos más frecuentes de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá*. Bogotá-Colombia: Unibiblos, 2008, ISBN: 978-958-719-047-2, p. 10.

INFOAGRO. Características del sustrato ideal. [en línea], 2017. p. 49 [Consulta: 18 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/caracteristicas-del-sustrato-ideal/>

INFOAGRO. Que es la tierra negra y cuáles son sus usos. [en línea], 2019. p. 19 [Consulta: 6 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/12/24/que-es-la-tierra-negra-y-cuales-son-sus-usos/>

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA), *Manual de Vivero 2do Año*. [en línea]. Buenos Aires- Argentina: 2018. pp. 85- 86. [Consultado: 7 de enero del 2021]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod_resource/content/1/020000_Manual_de_Vivero.pdf

JIMENEZ PERIS, Francisco. *Viveros Forestales para la producción de plantas a pie de repoblación*. Madrid-España: Rivadeyra S.A, 1993. ISBN: 84-341-0818-6, p. 2

LASTIRI HERNÁNDEZ, Marcos; & ÁLVAREZ BERNAL, Dioselina. “Evaluación de la propagación asexual por esquejes en *Sesuvium verrucosum* Raf. (Aizoaceae)”. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, vol. 11, n° 7 (2020), (México), pp. 2-4.

LOJAN IDROBO, Leoncio. *El verdor de los Andes Ecuatorianos: realidades y promesas*. 2ª ed. Quito-Ecuador: Proyecto Apoyo al Desarrollo Forestal Comunal en los Andes del Ecuador, 2003, ISBN 9789978426876, pp. 4-60.

LÓPEZ CAMACHO, René; & MONTERO GONZÁLEZ, Martín. *Manual de identificación de especies forestales en Bosques Naturales con manejo certificable por comunidades* [en línea]. Bogotá- Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, 2005. pp. 33-34. [Consultado: 5 de noviembre del 2020]. Disponible en: https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Manual_identificacion.pdf

MINGA OCHOA, Danilo; & VERDUGO NAVAS, Adolfo. *Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca.* Cuenca – Ecuador. Don Bosco, 2016, ISBN: 978-9978-325-49-0, pp. 60-61

MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR (MAE), & ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, IT (FAO), *Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador.* Quito – Ecuador: 2015, p. 4-59

MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR (MAE), & ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, IT (FAO), *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales.* Quito – Ecuador: 2014, p. 80.

MIRANDA, C. VILLAFUERTE, A. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE PLÁNTULAS DE PACHACO (*Schizolobium parahybum*), CEDRO DE MONTAÑA (*Cedrela montana*), Y GUACHAPELÍ (*Pseudosamanea guachapele*), UTILIZANDO TRES SUSTRATOS Y DOS TIEMPOS DE INMERSIÓN EN ÁCIDO GIBERÉLICO, EN EL CANTÓN ECHEANDÍA. (Tesis de Grado). Universidad estatal de Bolívar, Ingeniería Forestal, Recursos Naturales y Ambiente. Guaranda-Ecuador. 2016. p. 53.

MORALES, Gustavo. *Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bosque Andino con epífitas; Cedrela montana Moritz ex Turcz.* [en línea], 2020. [Consultado: 03 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://herbario.jbb.gov.co/especimen/3046>

OLIVA, Mario; et al. *Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú.* Chachapoyas-Perú: ITTO, 2014. p. 8.

OSUNA, Helia; et al. *Manual de propagación de plantas superiores.* México, 2017. ISBN: 978-607-28-1054-9, pp. 5-18.

OTAHOLA GÓMEZ, Víctor; & VIDAL, Guilliani. “Efecto de las características de la estaca y la utilización de ANA en la propagación de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.)”. *Revista Científica UDO Agrícola*, vol. 10, n°1 (2010), (Venezuela) pp. 30-31.

PATIÑO, F. *Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales*. México: Boletín divulgativo, 1994. p. 60.

PORTALFRUTICOLA. Que es la tierra negra y cuáles son sus usos. [en línea], 2019. p.62. [Consulta: 6 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/12/24/que-es-la-tierra-negra-y-cuales-son-sus-usos/>

PROMIX. Fibra de coco: un componente de los medios de cultivo. [en línea], 2020. pp-37-38. [Consulta: 6 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/fibra-de-coco-un-componente-de-los-medios-de-cultivo/>

QUINTA, ET AL. Efecto de un tratamiento pre-germinativo en semillas de Cedrela lilloi (Cedro de altura) C.DC. y Prunus ruiziana Koehne (Layo). [en línea], 2018. [Consulta: 10 de enero de 2021]. Disponible en: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/910/1/Banda-re-germinativo_semillas_Cedrela_lilloi.pdf

QUIROZ MARCHANT, Iván; et al. *Viveros forestales: Producción de plantas nativas a raíz cubierta*. [en línea]. Chile: INFOR Sede Bío-Bío, 2009. pp. 42-43. [Consultado: 08 de enero del 2021]. Disponible en: https://issuu.com/helicongus/docs/produccion_de_plantas_nativas_a_raiz_cubierta

REMACHE YUMI, Luz María, Desarrollo de una técnica de micropropagación in vitro de cedro (Cedrela montana) a partir de ápices, hojas y entrenudos. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2011. pp. 4-6.

REYES QUIÑONES, Juan. *Manual diseño y organización de viveros*. [en línea]. Santo Domingo-República Dominicana: CEDAF. 2016. pp.19-20. [Consultado: 3 de enero del 2021]. Disponible en: <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-de-Dise%C3%B1o-y-Organizaci%C3%B3n-de-Viveros.pdf>

ROJAS GONZÁLEZ, Salvador; et al. *Propagación asexual de plantas, conceptos básicos y experiencias con Especies Amazónicas*. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2004. ISBN: 958-8210-57-7. [Consultada: 28 de noviembre del 2020]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=lK_KuQR9H8AC&pg=PA7&hl=en#v=onepage&q&f=false

SANTAMARIA JIMÉNEZ, Ana Lucía. Establecimiento de un protocolo para la germinación in vitro e inducción a callo embriogénico de cedro (*Cedrela montana*) a partir de embriones cigóticos. (Tesis de grado). Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida, Ingeniería en Biotecnología. [en línea], Sangolquí- Ecuador. 2012. pp. 9-11. [Consultado: 5 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5506/1/T-ESPE-033483.pdf>

SERVICIOS DE PARQUES DE LIMA (SERPAR). *Guía virtual-Árboles en Lima*. [en línea]. Lima-Perú. 2013. pp. 36-49 [Consultado: 12 de diciembre del 2020]. Disponible en: https://issuu.com/serparlima0/docs/gu_a_virtual_-_arboles_en_lima_al_81a97d4c8d9b42

SIURA, Saray. *Propagación sexual. Semilla Botánica*. La Molina-Perú, 2019, pp. 9-10.

THE GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF). *Cedrela. Montana*. [en línea], 2020. [Consulta: 08 de noviembre de 2020]. p.12. Disponible en: <https://www.gbif.org/es/species/7271324>

TIUPUL, P; & ARÉVALO, M. Anuario climatológico. 2018. pp. 4-14.

UNIVERSIDAD EIA, *Catalogo virtual de flora de alta montaña*, [en línea], 2014. p.79 [Consulta: 3 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://catalogofloraaltamontana.eia.edu.co/species/329>

VALERA, L; & GARAY, V. *Producción vegetal y establecimiento de plantaciones. Tema 3.- propagación asexual de plantas*. [en línea]. Bogotá-Colombia. 2017, p. 3 [Consultado: 05 de enero del 2021]. Disponible en: <http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/Tema-3-PVEP.pdf>

VARELA ROMERO, Carlos W; & EL SOUKI, Mayida. Relaciones fenéticas y clave taxonómica para diferenciar las especies del género *Cedrela* (Meliaceae) en Venezuela. *Caldasia* [en línea], 2013, (Colombia) 35(2), p. 287. [Consultado: 18 de noviembre del 2020]. ISSN: 0366-5232. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v35n2/v35n2a5.pdf>

VARELA, S., MARTINEZ, A., BASIL, G, FARIÑA, M. “Substratos alternativos en la producción de plantines forestales”. *INTA EEA BARILOCHE*, 2013. p.36.

VELASCO, Verónica. Descripción de las especies vegetales producidas en los viveros de la corporación autónoma regional de Boyacá- Corpoboyacá. [en línea], 2016. p.19. [Consultado: 03 de enero del 2021]. Disponible en: http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/01/CAPITULO_I_DESCRIPCION_DE_LAS_ESPECIES_VEGETALES_PRODUCIDAS_EN_LOS_VIVEROS_DE_LA_CORPORACION_AUTONOMA_REGIONAL_DE_BOYACA-CORPOBOYACA.pdf

VILLAFUERTE PAREDES, Santiago Moises. Propagación sexual y asexual de *Cedrela odorata* L. (cedro) bajo invernadero en el vivero de Corposucumbios del consejo provincial de Sucumbíos. (Trabajo de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Ingeniería Forestal. 2017. pp. 4-5. [Consultado: 30 de diciembre del 2020]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7669/1/33T0174.pdf>

VILLALÓN MENDOZA, J; et al. Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby* Trel. (encino) en vivero forestal. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* [en línea], 2016,(México) 12(1), pp. 46-52. [Consultado: 18 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v12-n1-5-indicadores-de-calidad-de-la-planta-de-quercus-canby-Trel-encino-en-vivero-forestal.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: SELECCIÓN Y DESINFECCIÓN DE LA CAMA SEMILLERO



ANEXO B: MEZCLA DEL SUSTRATO.



ANEXO C: DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO CON CARBOVAX



ANEXO D: SELECCIÓN DE LAS SEMILLAS



ANEXO E: MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN (AGUA FRÍA)



ANEXO F: MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN (AGUA CALIENTE A 60°C)



ANEXO G: DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA CON CARBOVAX



ANEXO H: DISEÑO EXPERIMENTAL APLICADO EN CAMPO



ANEXO I: CUIDADOS SILVICULTURALES (RIEGO)



ANEXO J: CONTABILIDAD DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 30 DÍAS



ANEXO K: TOMA DE DATOS DAC Y NÚMERO DE HOJAS DE LAS PLÁNTULAS.



ANEXO L: TOMA DE DATOS ALTURA





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 23 / 11 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: Nataly Elizabeth Calderón Valdivieso

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: *Recursos Naturales*

Carrera: Ingeniería Forestal

Título a optar: Ingeniera Forestal



ESTADO AUTENTICADO POR:
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ



2065-DBRA-UTP-2021