



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

**EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS PARA LA
PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Cedrela odorata* L. (Cedro) A NIVEL
DE VIVERO PARROQUIA CUBE PROVINCIA DE ESMERALDAS**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: ANABELLA IVONNE ESPIN VILLAMAR

DIRECTOR: Ing. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Anabella Ivonne Espin Villamar

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 de Autor.

Yo, Anabella Ivonne Espin Villamar, 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, 31 de mayo de 2023

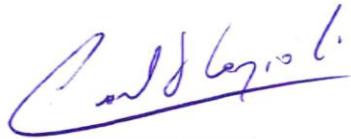
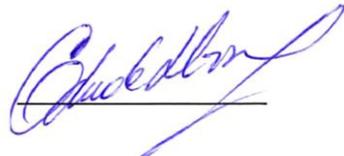


Anabella Ivonne Espin Villamar

060490362-5

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 CUATRO SUSTRATOS PARA LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Cedrela odorata* L. (Cedro) A NIVEL DE VIVERO PARROQUIA CUBE PROVINCIA DE ESMERALDAS**, realizado por la señorita: **ANABELLA IVONNE ESPIN VILLAMAR**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2023-05-31
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-05-31
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-05-31

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi señor Jehová quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. A mis padres Abel y Diana quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no tener las adversidades porque el señor Jehová está conmigo siempre. A mis hermanas Anahy y Ketlin por su cariño y apoyo incondicional, a mi amigo, compañero Jorvi quien me brindo su ayuda para poder desarrollar este proyecto durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias quienes que con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Anabella

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a mi señor Jehová, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes. Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que conforman la carrera de Ingeniería Forestal, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo. De igual manera mis agradecimientos a mis ingenieros en especial a la ingeniera Vilma Noboa y al ingeniero Miguel Hualpa quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Eduardo Salazar Msc, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo de investigación.

Anabella

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
RESUMEN.....	xv
SUMMARY	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1.	Problema de la investigación	3
1.1.	Planteamiento del problema.....	3
1.2.	Objetivos.....	3
<i>1.2.1.</i>	<i>Objetivo general.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.2.</i>	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>3</i>
1.3.	Justificación.....	3
1.4.	Hipótesis	4
<i>1.4.1.</i>	<i>Hipótesis Nula</i>	<i>4</i>
<i>1.4.2.</i>	<i>Hipótesis alterna.....</i>	<i>4</i>

CAPITULO II

2.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
2.1.	Cedro ecuatoriano en la CITES	5
<i>2.1.1.</i>	<i>Género Cedrela.....</i>	<i>5</i>
<i>2.1.2.</i>	<i>Taxonomía de Cedrela odorata.....</i>	<i>5</i>
<i>2.1.3.</i>	<i>Descripción botánica.....</i>	<i>6</i>
<i>2.1.4.</i>	<i>Usos.....</i>	<i>6</i>
<i>2.1.5.</i>	<i>Semilla</i>	<i>7</i>
<i>2.1.6.</i>	<i>Tolerancias</i>	<i>7</i>
2.2.	Vivero.....	7
<i>2.2.1.</i>	<i>Tipos de viveros</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1.1.</i>	<i>Por tipo de propiedad</i>	<i>8</i>
<i>2.2.1.2.</i>	<i>Por tipo de comercialización</i>	<i>8</i>
2.3.	Propagación sexual.....	8
2.4.	Sustratos	9
<i>2.4.1.</i>	<i>Tipos de sustratos</i>	<i>9</i>

2.4.2.	<i>Propiedades de los sustratos</i>	9
2.4.2.1.	<i>Porosidad</i>	9
2.4.2.2.	<i>Densidad aparente</i>	10
2.4.2.3.	<i>Estructura</i>	10
2.4.2.4.	<i>Granulometría</i>	10
2.4.3.	<i>Composición del sustrato</i>	10
2.4.3.1.	<i>Agua</i>	10
2.4.3.2.	<i>Gravas</i>	10
2.4.3.3.	<i>Arenas</i>	11
2.4.3.4.	<i>Tierra volcánica</i>	11
2.4.3.5.	<i>Humus de lombriz</i>	11
2.4.3.6.	<i>Turba orgánica</i>	11
2.5.	<i>Germinación</i>	12
2.5.1.	<i>Factores de germinación</i>	12
2.5.1.1.	<i>Humedad y oxígeno</i>	12
2.5.1.2.	<i>Temperatura</i>	12
2.5.1.3.	<i>Longevidad de las semillas</i>	12
2.5.2.	<i>Viabilidad de las semillas forestales</i>	13
2.5.2.1.	<i>Ortodoxas</i>	13
2.5.2.2.	<i>Recalcitrantes</i>	13
2.6.	<i>Tratamientos pre germinativos</i>	13
2.6.1.	<i>Tratamiento con agua</i>	13
2.7.	<i>La Prueba de Kruskal-Wallis</i>	14
2.8.	<i>Shapiro-Wilk</i>	14
2.9.	<i>Costo de producción de plantas</i>	14
2.9.1.	<i>Costo total</i>	15
2.9.2.	<i>Costos variables</i>	15
2.9.3.	<i>Costos fijos</i>	15
2.9.4.	<i>Costo unitario</i>	15
2.9.5.	<i>Costo - beneficio</i>	15

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	16
3.1.	Enfoque de investigación	16
3.1.1.	<i>Localización de estudio</i>	16
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	16

3.1.3.	<i>Características climáticas</i>	17
3.2.	Materiales	17
3.2.1.	<i>Materiales de Oficina</i>	17
3.2.2.	<i>Materiales de campo</i>	17
3.2.3.	<i>Insumos</i>	18
3.3.	Metodología	18
3.3.1.	<i>Tipo de diseño experimental</i>	18
3.3.2.	<i>Análisis funcional</i>	18
3.3.3.	<i>Factores de estudio</i>	18
3.3.4.	<i>Esquema de análisis</i>	19
3.3.5.	<i>Tratamientos en estudio</i>	19
3.3.6.	<i>Prueba de significancia</i>	19
3.3.7.	<i>Diseño experimental</i>	20
3.3.8.	<i>Croquis del diseño experimental</i>	20
3.4.	Diseño metodológico	20
3.4.1.	<i>Para el cumplimiento del primer objetivo específico:</i>	21
3.4.1.1.	<i>Construcción del vivero temporal</i>	21
3.4.1.2.	<i>Preparación del sustrato para la propagación sexual</i>	21
3.4.1.3.	<i>Llenado de fundas</i>	21
3.4.1.4.	<i>Desinfección de los tratamientos</i>	22
3.4.1.5.	<i>Adecuación del lugar por bloque</i>	22
3.4.1.6.	<i>Obtención de la semilla</i>	22
3.4.1.7.	<i>Preparación de las semillas</i>	22
3.4.1.8.	<i>Propagación sexual</i>	22
3.4.1.9.	<i>Siembra</i>	22
3.4.1.10.	<i>Riego</i>	23
3.4.1.11.	<i>Deshierbe</i>	23
3.4.2.	<i>Para el cumplimiento del segundo objetivo específico:</i>	23
3.4.2.1.	<i>Datos que se tomaron</i>	23
3.4.2.2.	<i>Porcentaje de germinación</i>	23
3.4.2.3.	<i>Altura de plántulas a los 30, 60, y 90 días</i>	24
3.4.2.4.	<i>Diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 30, 60, y 90 días</i>	24
3.4.2.5.	<i>Numero de hojas a los 30, 60, y 90 días</i>	24

CAPITULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	25
-----------	---	-----------

4.1.	Porcentaje de germinación a los 30 días	25
4.2.	Análisis de los resultados de las variables a los 30, 60 y 90 días.....	25
4.2.1.	<i>Variable altura</i>	26
4.2.2.	<i>Variable DAC (Diámetro a la altura del cuello)</i>	26
4.2.3.	<i>Variable número de hojas</i>	27
4.3.	Análisis de resultados de las variables a los 30 días.	27
4.3.1.	<i>Análisis de varianza de la altura</i>	27
4.3.2.	<i>Prueba Kruskal Wallis</i>	28
4.3.3.	<i>Análisis de varianza de DAC (diámetro a la altura del cuello)</i>	29
4.3.4.	<i>Prueba Kruskal Wallis</i>	30
4.3.5.	<i>Análisis de varianza del número de hojas</i>	31
4.3.6.	<i>Prueba Kruskal Wallis</i>	31
4.4.	Análisis de varianza de la altura a los 60 días.....	32
4.4.1.	<i>Altura</i>	32
4.4.2.	<i>Prueba Kruskal Wallis</i>	33
4.4.3.	<i>Análisis de varianza de DAC (diámetro a la altura del cuello)</i>	34
4.4.4.	<i>Prueba Kruskal Wallis</i>	34
4.4.5.	<i>Análisis de varianza del número de hojas</i>	35
4.4.6.	<i>Prueba Kruskal Wallis</i>	36
4.5.	Análisis de varianza de la altura a los 90 días.....	37
4.5.1.	<i>Altura</i>	37
4.5.2.	<i>Prueba Kruskal Wallis</i>	37
4.5.3.	<i>Análisis de varianza de DAC (diámetro a la altura del cuello)</i>	38
4.5.4.	<i>Prueba Kruskal Wallis</i>	39
4.5.5.	<i>Análisis de varianza del número de hojas</i>	40
4.5.6.	<i>Prueba Kruskal Wallis</i>	40
4.6.	Análisis de costos	41
4.7.	Discusión.....	44

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES.....	46
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Taxonomía de <i>Cedrela odorata</i> L.	6
Tabla 2-2: Tipos de sustratos.	9
Tabla 3-3: Esquema de análisis de varianza para la evaluación de tres sustratos en la producción de semilla de (Cedro) <i>Cedrela odorata</i> L.	19
Tabla 3-4: Tratamientos en la propagación sexual.	19
Tabla 3-5: Croquis del diseño experimental.	20
Tabla 3-6: Porcentajes de los sustratos	21
Tabla 4-7: Porcentaje de germinación por tratamiento.	25
Tabla 4-8: Análisis de varianza de la altura de las plántulas de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 30 días después de la siembra.	28
Tabla 4-9: Prueba de Kruskal Wallis de la altura de las plántulas a los 30 días.	28
Tabla 4-10: Análisis de varianza del DAC de las plántulas a los 30 días	29
Tabla 4-11: Prueba de Kruskal Wallis del DAC de las plántulas a los 30 días.	30
Tabla 4-12: análisis de varianza del número de hojas a los 30 días.	31
Tabla 4-13: Prueba de Kruskal Wallis del número de hojas a los 30 días	31
Tabla 4-14: Análisis de varianza de la altura de las plántulas de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 60 días después de la siembra.	32
Tabla 4-15: Prueba de Kruskal Wallis de la altura de las plántulas a los 60 días.	33
Tabla 4-16: Análisis de varianza del DAC de las plántulas a los 60 días	34
Tabla 4-17: Prueba de Kruskal Wallis del DAC de las plántulas a los 60 días	34
Tabla 4-18: Análisis de varianza del número de hojas a los 60 días.	35
Tabla 4-19: Prueba de Kruskal Wallis del número de hojas a los 60 días	36
Tabla 4-20: Análisis de varianza de la altura de las plántulas de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) a los 90 días después de la siembra.	37
Tabla 4-21: Prueba de Kruskal Wallis de la altura de las plántulas a los 90 días.	37
Tabla 4-22: Análisis de varianza del DAC de las plántulas a los 90 días	38
Tabla 4-23: Prueba de Kruskal Wallis del DAC de las plántulas a los 90 días	39
Tabla 4-24: Análisis de varianza del número de hojas a los 90 días.	40
Tabla 4-25: Prueba de Kruskal Wallis del número de hojas a los 90 días.	40
Tabla 4-26: Costo de producción del ensayo.	41
Tabla 4-27: Costos variables por tratamiento	42
Tabla 4-28: Costos variables del ensayo.	42
Tabla 4-29: Costo de producción por tratamiento.	43
Tabla 4-30: Costo unitario de plantas	43

Tabla 4-31: relación costo beneficio.....	43
--	----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1: Mapa de la ubicación geográfica del TIC.	16
Ilustración 4-2: variable altura a los 30, 60 y 90 días de los tratamientos.....	26
Ilustración 4-3: variable DAC a los 30, 60 y 90 días de los tratamientos	26
Ilustración 4-4: variable número de hojas a los 30, 60 y 90 días de los tratamientos	27
Ilustración 4-5: Altura en cm de las plántulas de los 30 días	29
Ilustración 4-6: DAC en mm de las plántulas de los 30 días.....	30
Ilustración 4-7: número de hojas a los 30 días.	32
Ilustración 4-8: altura de las plántulas de los 60 días.	33
Ilustración 4-9: DAC en mm de las plántulas de los 60 días.....	35
Ilustración 4-10: número de hojas de las plántulas de los 60 días.....	36
Ilustración 4-11: Altura en cm de las plántulas de los 90 días	38
Ilustración 4-12: DAC en mm de las plántulas de los 90 días.....	39
Ilustración 4-13: número de hojas de las plántulas de los 90 días.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: LIMPIEZA DEL LUGAR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL VIVERO TEMPORAL

ANEXO B: PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS POR PORCENTAJES

ANEXO C: ADQUISICIÓN DE LAS FUNDAS DE POLIETILENO PARA PROCEDER A
ENFUNDAR LO SUSTRATOS

ANEXO D: ADQUISICIÓN DE CAL PARA LA DESINFECCIÓN DEL LUGAR PARA LA
INVESTIGACIÓN.

ANEXO E: ADQUISICIÓN DE LAS SEMILLAS *CEDRELA ODORATA* L. PARA LUEGO
PONERLAS EN REMOJO Y SER SEMBRADAS EN LAS FUNDAS DE
POLIETILENO

ANEXO F: SIEMBRA DIRECTA DE LAS SEMILLAS

ANEXO G: SEMILLAS EN ETAPA DE GERMINACIÓN

ANEXO H: TOMA DE LOS DATOS VARIABLES

ANEXO I: REGISTRO EN TABLAS DE LOS DATOS VARIABLE POR DÍAS

ANEXO J: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS Y DE
LOS FACTORES ALTURA, DAC Y NUMERO DE HOJAS A LOS 30,60 Y 90
DÍAS

RESUMEN

Este ensayo se realizó con el objetivo de probar la semilla del cedro *Cedrela odorata* L. en los diferentes porcentajes de tratamientos naturales más un testigo a nivel de vivero en la parroquia Cube Provincia de Esmeraldas, para ayudar a la especie forestal a conseguir una tasa alta de individuos y obtener una reproducción factible. Las semillas de (Cedro) *Cedrela odorata* L. se sembraron directamente en las fundas y el riego de agua se realizó en los primeros 15 días cada dos días y posterior a estos días el riego se realizó cada tres días. Los sustratos que conformaron esta investigación fueron de arena, turba orgánica y tierra agrícola. Con un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con 3 bloques donde cada bloque que consta de 96 semillas se aplicó diferentes porcentajes de sustrato en el primer tratamiento consto de la aplicación de solo arena en el segundo tratamiento consta de arena (20%), abono orgánico (30%), tierra (50%), en el tercer tratamiento con arena (25%), abono orgánico (35%), tierra (40%) y en el cuarto tratamiento con arena (30%), abono orgánico (40%), tierra (30%), este proceso se aplicó para evaluar el comportamiento de la semilla frente a los diferentes sustratos aplicados donde se tomó datos de altura, Diámetro a la altura del cuello (DAC) y el número de hojas durante 30, 60 y 90 días. Como resultado el mejor sustrato para la germinación de la semilla fue el T4 conformado por arena 30%, turba orgánica 40%, tierra agrícola 30% y las variables de medida tuvieron resultados favorables con altura de 17,10 cm, DAC con 5,50 mm y número de hojas con 11 medianas que son los resultados a los 90 días de la investigación.

Palabras clave: <SUSTRATOS>, <TRATAMIENTOS>, <*Cedrela odorata* L.(cedro)>, <PROPAGACIÓN SEXUAL>, <GERMINACIÓN>



#1013-UPT-DBRA-2023

SUMMARY

This trial aimed to assess the seed of (cedar) *Cedrela odorata* L. in the different percentages of natural treatments plus control at the nursery level in the Cube parish, Esmeraldas Province, to help the forest species achieve a high rate of individuals and obtain a feasible reproduction. The seeds of (Cedro) *Cedrela odorata* L. were sown directly in the bags, and irrigation with water was carried out for the first 15 days every two days. After these days, irrigation was carried out every three days. The substrates that made up this research were sand, organic peat, and agricultural land. With a randomized complete block (DBCA) experimental design with three blocks where each block consists of 96 seeds, different percentages of substrate were applied in the first treatment, consisting of the application of only sand in the second treatment consisting of sand (20%), organic fertilizer (30%), soil (50%), in the third treatment with sand (25%), organic fertilizer (35%), soil (40%) and in the fourth treatment with sand (30%), organic fertilizer (40%), soil (30%). This process was applied to evaluate the behavior of the seed against the different substrates used, where data were taken from height, diameter at neck height (CAD), and the number of sheets for 30, 60, and 90 days. As a result, the best substrate for seed germination was T4, composed of 30% sand, 40% organic peat, and 30% agricultural land. The measurement variables had favorable results with a height of 17.10 cm, DAC of 5.50 mm, and the number of leaves with 11 medians which are the results at 90 days of the investigation.

Keywords: <SUBSTRATES>, <TREATMENTS>, <*Cedrela odorata* L.(cedro)>, <SEXUAL PROPAGATION>, <GERMINATION>.

Riobamba, June 23rd, 2023



PhD. Dennys Tenelanda López

ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

Ecuador se encuentra entre los 17 países con la mayor diversidad biológica de la Tierra, la diversidad actual es el resultado de la interacción de factores geológicos, geográficos, geomorfológicos, climáticos, biogeográficos, evolutivos y ecológicos, por su ubicación tropical y andina el Ecuador reúne múltiples condiciones favorables a la diversificación de la vida, la proximidad al océano Pacífico las corrientes marinas y la fuerte influencia de la hoya amazónica contribuyeron a la formación de un mosaico de paisajes ecológicos muy ricos en especies de plantas y animales (Baez, 2019).

A lo largo de estos últimos años el desenvolvimiento para el uso de los materiales que poseen características competentes con el fin de sustituir al suelo se realizó para llevar a cabo la producción masiva de plantas forestales y en especial a las especies que se encuentran en peligro de extinción por la alta tasa de la tala indiscriminada ya sea por las diferentes propiedades de la madera que posee cada una (Pérez et al., 2011, p.123).

En la antigüedad ya existían viveros forestales distribuidos en el Ecuador con la idea de poder disminuir áreas deforestadas, con el pasar del tiempo no se ha perdido el objetivo de seguir produciendo plantas en viveros forestales ya que de esa manera apoyaban en programas de reforestación en el país pero todavía se observa que existe bajo porcentaje de las plantas de calidad en el campo, por lo cual entonces están las prácticas del manejo para llegar a producir plantas de calidad. La madera se ha vuelto un recurso muy utilizado desde hace varios siglos ya que bien se sabe que con la materia prima se puede elaborar muebles, casas, bancos, mesas, etc (Penninton et al., 2010; citado en Asadobay, 2019, p.12).

Un buen sustrato es fundamental para la producción de plantas forestales en vivero, teniendo en cuenta todos los factores como: el suelo tenga porosidad de tal manera que las raíces puedan disponerse del oxígeno para que realice su respiración, la humedad es importante para el desarrollo de la plántula ya tiene que mantenerse en condiciones adecuadas menciona según Santiago (2012; citado en Pérez et al., 2011, p. 125), el tamaño de los poros dispone el número real del agua, la función de los poros pequeños son los que retienen el agua y los poros grandes retienen el aire, por lo regular entre menos sea su porosidad y mas fina esta la textura del suelo, la capacidad de retener la humedad aumentará, la porosidad de aireación mejorará pero se reduce la capacidad de retención de la humedad por lo que es importante examinar la profundidad de los envases y las texturas del suelo o los sustratos para ser utilizadas en la propagación de las plantas forestales (Rodriguez, 2010, p.8).

Un claro ejemplo es la especie forestal de *Cedrela odorata* L. es muy reconocida en el aspecto por su madera ya que es resistente a las plagas, en Ecuador se ha proporcionado información de que existe una tala excesiva por la actividad comercial maderera lo que hace que la sobrevivencia de la especie este en la lista de especies condicionadas (Palacios y Jaramillo, 2016; citado en Asadobay, 2019, p.14).

CAPITULO I

1. Problema de la investigación

1.1. Planteamiento del problema

En Ecuador el aprovechamiento forestal sin planificación adecuada de la especie forestal *Cedrela odorata* L. ha provocado que esté en la lista de especies condicionadas en la Norma No. 0125 emitida en el año 2010, así como en CITES en la lista roja de especies amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la conservación de la naturaleza) en categoría vulnerable. Esta fragmentación de los bosques ocasiona una pérdida de la calidad del hábitat disminuyendo así sus poblaciones naturales de la madera (Mark y Rivers, 2017; citado en Asadobay, 2019, p.14).

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

- Evaluar cuatro sustratos para la propagación sexual de la especie forestal *Cedrela odorata* L. a nivel de vivero parroquia Cube Provincia Esmeraldas.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar el mejor sustrato para la propagación sexual de *Cedrela odorata* L.
- Evaluar el desarrollo vegetativo en diferentes sustratos durante su propagación sexual de la especie *Cedrela odorata* L.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3. Justificación

Existe un bajo porcentaje de regeneración natural y producción insuficiente de plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) en la provincia de Esmeraldas, sin embargo, el mercado es creciente para la especie forestal que tiene alta demanda comercial y valor estético. Por lo expuesto surge la necesidad de realizar esta investigación en la propagación de plántulas vía sexual, utilizando sustratos disponibles localmente y de esta manera obtener un protocolo de propagación que nos permita tener la mayor cantidad de plantas posibles.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis Nula

Los cuatro sustratos no inciden en la propagación sexual de *Cedrela odorata* L.

1.4.2. Hipótesis alterna

Al menos un sustrato incide en la propagación sexual de *Cedrela odorata* L.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Cedro ecuatoriano en la CITES

El cedro ecuatoriano está incluido en el apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres (CITES) entonces aquí se considera que para la comercialización de la especie se debe dar bajo un permiso especial de exportación aquí interactuaran las autoridades locales donde determinarán que ese comercio no será perjudicial para la supervivencia de esta especie la parte positiva es que los cedros quedaron protegidos internacionalmente pero esta idea no regula la tala y comercio dentro del territorio ecuatoriano según Walter Palacios investigador asociado del Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO) menciona que cuando existe la pérdida de un árbol muy importante en el ecosistema tiene un impacto difícil con la interacción de la flora y fauna de Ecuador, adquiriendo unos controles más rigurosos para la comercialización interna (Roa y Montaña, 2020, p.1).

2.1.1. Género *Cedrela*

El género *Cedrela* en un grupo monofilético ya que con el pasar del tiempo ha ido evolucionando a partir de una población ancestral en común, el género contienen 17 especies que son reconocidas. Su diversificación sucedió en el Mioceno tardío y Pleistoceno temprano. *Cedrela odorata* es una de las especies de mayor demanda en el comercio haciendo que estas características que mantiene la hayan llevado a la sobreexplotación desde alrededor de 250 años (Penninton et al., 2010 citado en Asadobay, 2019, pp.12-13).

Se encuentra en zonas tropicales, subtropicales y climas semihúmedos a 1200 m.s.n.m. (Mark y Rivers, 2017 citado en Asadobay, 2019, p.13) mencionan que la especie forestal esta incluida en la II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (Paz, 2020 citado en Roa y Montaña, 2020, p.1).

2.1.2. Taxonomía de *Cedrela odorata*

Espinoza (2020, p.6) menciona la siguiente taxonomía de *Cedrela odorata* L. (**Tabla 2-1**).

Tabla 2-1: Taxonomía de *Cedrela odorata* L.

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Meliaceae
Género	Cedrela
Especie	odorata

Fuente: Espinoza, (2020)

Realizado por: Espin A., 2023

2.1.3. Descripción botánica

Es un árbol grande, de 40 m (metros) y de altura y hasta 2,0 m (metros) de diámetro; tiene una copa amplia, un follaje ralo, y es de textura media. Presenta raíces extendidas y superficiales y la base del fuste con aletones bien desarrollados en suelos poco profundos, y raíces profundas de base acanalada en suelos fértiles. El fuste es cilíndrico; la corteza es agrietada y desprendible en placas grandes de color gris; la corteza viva es fibrosa, rosada a rojo pardo sus hojas son alternas paripinnadas, sin estipulas, están agrupadas al final de la rama, de 5 a 11 pares de folíolos opuestos, lanceolados como ovalados. Las flores son perfectas, de color blanco son agrupadas en racimos florales o panículas grandes de 30 a 50 cm, con cáliz irregularmente dentado. Son unisexuales y presentan cinco pétalos pubescentes color crema verduzco. En flores femeninas las anteras son delgadas, el estigma es verde, globoso y capitado. La capsula leñosa es redondeada en ambos extremos. Su madera tiene albura de color blanco grisáceo, con duramen color pardo rojizo y olor característico. Tiene cierta resistencia al ataque de hongos e insectos; es fácil de trabajar, cepillar, tallar, tornear y lijar. Tiene una gravedad específica de 0,36 g/cm³; su peso verde promedio es de 620 kg/m³, con 74% de humedad (Instituto Nacional de Bosques, 2017, p.6).

2.1.4. Usos

Se concidera uno de los árboles maderables muy conveniente de Centroamérica ya que su fina madera ha sido usada durante siglos. Desde tiempos antiguos los mayas así como los primeros colonizadores usaban la madera para la fabricación de canoas y casas debido a que la madera de esta especie forestal no es atacada por polilla ni por las termitas por lo que es usada para la fabricación de gabinetes de primera clase, muebles, contrachapados, molduras, palillos, paneles,

producción de pulpa de papel, ebanistería, puertas y ventanas, entre otros (Morales y Herrera, 2009; citado en Santos, 2014, p.8).

2.1.5. Semilla

Semillas samaroides, oblongas o elíptico-oblongas, de 1.2 a 3cm de largo y entre 5 y 8 milímetros de ancho, con la parte seminal hacia el ápice del fruto. En cada cápsula puede contener entre 25 y 40 semillas fértiles. La cantidad de semillas que puede variar aproximadamente de 45 000 a 60 000 que pesan 1 kg. Varios análisis realizados en el Centro de Investigación Forestal han arrojado, como promedio, 54 055 semillas/kg (T-UTEQ, 2018, p.7).

Esta especie es muy susceptible al ataque del barrenador *Hypsipyla grandella* Zeller (Insecta: Lepidóptera), el problema que ocasiona es que ataca a la yema principal de las plantas jóvenes así mismo deforma los tallos con una mortalidad alta en árboles adultos cuando sus ataques son continuos (Cibrián et al. 1995, Briceño 1997; citado en Calixto et al., 2015, p.266).

2.1.6. Tolerancias

Es muy demandante a la luz al igual que la caoba, las plantas juveniles no resisten a una sombra muy densa. También son moderadamente resistentes a las heladas pero ahí que tener en cuenta que las plántulas mueren a temperaturas de 5 °C. Son resistentes a la sequía, daño por termitas refiriéndose a la madera cosechada y al fuego por otro lado es tolerante a suelos ácidos, arcillosos, someros, compactados, exposición constante del viento (Lamb, 1969 y Betancourt, 1987; citado en Rodríguez, 2021, p.53).

2.2. Vivero

El vivero forestal es un lugar destinado a la producción o reproducción de plantas forestales, ornamental, Frutal y medicinal su objetivo es obtener plantas de calidad que tiene como finalidad que brinde una buen crecimiento y supervivencia de las plántulas, La calidad de las plantas forestales es 20 muy rigurosa y habitualmente implica mayores exigencias que las plantas destinadas a jardinería entre otros (Buamscha, et al., 2012, pp. 14-15; citado en Niveló, 2020, p.19).

2.2.1. Tipos de viveros

Hay diferentes tipos de viveros forestales se clasifican según la duración que tenga, pueden ser permanentes o temporarios; según el tipo de producción, serán plantas en envase o a raíz desnuda

y según el tamaño, son pequeños (menor a 50 000 plantas por año), medianos o grandes (Landis et al., 1994; citado en Guigues, 2019, p.6).

Cada uno de los tipos de vivero mantiene su propio diseño y manejo (Navall 2006). Los viveros pueden ser clasificados de acuerdo con los siguientes criterios: tipo de propiedad, comercialización, por su duración y tipo de producto (Palacios 2013 y Landis et al., 1994; citado en Guigues, 2019, p.6).

2.2.1.1. Por tipo de propiedad

Cuando los viveros se encargan las instituciones privadas, gubernamentales o educacionales. En el sector privado le pertenecen a personas individuales o sociedades. En el sector gubernamental los viveros se dedican a suministrar, parcial o totalmente, de material vegetativo a sus programas de reforestación y conservación. En las instituciones educativas los viveros se encargan para apoyar diferentes actividades como investigación, enseñanza y extensión (Guigues, 2019, p.6).

2.2.1.2. Por tipo de comercialización

Los viveros se encargan de propagar y producir plantas para una gran cantidad de propósitos, incluidos programas de mejoramiento del medio ambiente, proyectos de conservación y programas de educación e investigación. Los viveros pueden estar encaminados a ser rentables o no. Aquellos orientados a ser rentables están en el sector privado, mientras los no rentables están manejados por instituciones gubernamentales o educativas. Aquellos orientados a ser rentables pueden a su vez ser clasificados como mayoristas o minoristas. Los viveros mayoristas son proveedores grandes que venden sus plantas al por mayor a compradores relacionados con la industria (paisajistas, centros de jardinería). Los viveros con producción al por mayor pueden especializarse en determinado tipo material vegetativo y ubicarse en áreas donde el clima y el suelo son más favorables para su tipo de cultivo (Guigues, 2019, p.7).

2.3. Propagación sexual

La semilla es el órgano de propagación a través del cual el nuevo individuo se dispersa, el éxito con el cual este nuevo individuo se establece en tiempo, lugar y vigor de la plántula, está en gran medida determinado por las características fisiológicas y bioquímicas de la semilla pero hay factores externos que no todo el tiempo van a ser favorables como el suelo, clima, competencia y depredación entre otros, las respuestas de las semillas al ambiente y las sustancias de reserva que contiene como carbohidratos, lípidos, proteínas, son de gran importancia para el éxito del

establecimiento de la plántula hasta que ésta sea capaz de utilizar la luz y hacerse autótrofa (Osuna et al., 2016; citado en Montoya, 2021, p.11).

2.4. Sustratos

El sustrato es un medio esencial en el cual se desarrollan las plantas, generalmente se componen a base de tierra negra (brindando alto contenido de humus), tierra agrícola y arena u otro sustrato que ayude a brindar porosidad al suelo, esta composición puede ser variable y determinante por la especie que se busca propagar. En el sustrato óptimo se debe encontrar una fácil disponibilidad de agua, aireación y nutrientes en formas asimilables (Montoya et al., 1996; citado en Potesta, 2020, p.22).

2.4.1. Tipos de sustratos

Según por su naturaleza se clasifican en:

Tabla 2-2: Tipos de sustratos.

Materiales orgánicos	Virutas de madera Turba Cascarilla de arroz Tierra negra Humus Paja Residuo fibra de coco Residuo del corcho
Materiales inorgánicos	Arena Tierra volcánica Lana de roca Perlita Vermiculita Grava

Fuente: Isidoro, (2020)

Realizado por: Espin A., 2023

2.4.2. Propiedades de los sustratos

Según Tenorio (2018, pp. 25-27; citado en Isidoro, 2020, p.18) todo sustrato es la composición de un medio sólido e inerte, en el desarrollo de las plántulas le brinda protección a la raíz y soporte, brindándole que el nutriente se halle disponibles para su desarrollo. Tenemos las siguientes propiedades:

2.4.2.1. Porosidad

Es el volumen total no ocupado por las partes sólidas, conformado por aire o agua en ciertas proporciones, su valor no deberá ser inferior al 80-85%, los sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinados escenarios la porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida al no estar en contacto con el espacio abierto esta no sufre intercambio de fluido con él y por lo tanto no sirve como almacén para la raíz. Los tamaños de los poros forman la aireación y retención de agua del sustrato (Hernández, 2020; citado en Isidoro, 2020, p.16).

2.4.2.2. Densidad aparente

La densidad aparente es la combinación que nos permite medir el peso del sustrato o suelo por unidad de volumen o se conoce con el nombre de expresión del grado de compactación de un sustrato que nos permite estimar el grado de aireación y su retención del agua en el sustrato (Hernández, 2020; citado en Isidoro, 2020, p.16).

2.4.2.3. Estructura

Los suelos minerales son de forma granular no tienen forma definida, se adapta fácilmente a la forma del contenedor, dependiendo de las características de las fibras de las partículas, posee la facilidad de cambio de consistencia y volumen cuando se efectúa el paso del seco a mojado (INFOAGRO, 2011; citado en Isidoro, 2020, p.16).

2.4.2.4. Granulometría

El tamaño de los granitos establece el uso del sustrato, ya que además de su densidad aparente se modifica su porosidad externa y su comportamiento hídrico, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría (INFOAGRO, 2011; citado en Isidoro, 2020, p.17).

2.4.3. Composición del sustrato

2.4.3.1. Agua

“Es el transportador de nutrientes, se puede emplear como sustrato” (López, 2018; citado en Isidoro, 2020, p.17).

2.4.3.2. Gravas

Son utilizadas las que poseen un diámetro entre 5 -15 mm. Las gravas utilizadas deben contener un menor 10% en carbono cálcico. Si el contenido de carbonato de calcio es alto el ph será muy

elevado frenando la absorción del, causando su deficiencia en la planta. entre las más empleadas tenemos la piedra pómez, la grava de cuarzo, Su densidad aparente es de 1.500-1.800 kg/m³. Su porosidad sobrepasa el 40% del volumen, la permanencia estructural y su capacidad para la retención del agua es baja, ciertos tipos de gravas, como la arena de río y piedra pómez, deben seguir el proceso de lavado para su utilizarse en los sustratos. Su utilización en los sustratos puede durar varios años (INFOAGRO, 2011; citado en Isidoro, 2020, p.17).

2.4.3.3. *Arenas*

La arena es uno de los agregados más importantes y económicos en la producción de un sustrato, su capacidad de retención de humedad y nutrientes es bajo ya posee características biológico y química, la arena es muy utilizado para el enraizamiento en la reproducción asexual de especies, y es manejado para ofrecer aireación y drenaje en mezclas de suelo, turba, fibra, compost (Vifinex y Oirsa, 2002; p. 32; citado en Isidoro, 2020, p.17).

2.4.3.4. *Tierra volcánica*

La tierra volcánica es un elemento de origen natural volcánico que se emplea sin someterlos a ningún tipo de proceso. están compuestos principalmente; alúmina, óxidos de hierro, sílice, calcio, magnesio, algunos oligoelementos y fósforo. Sus propiedades físicas son muy variadas al igual que su granulometría, el ph es ligeramente ácido que puede llegar a ser neutralidad (INFOAGRO, 2011; citado en Isidoro, 2020, p.16).

2.4.3.5. *Humus de lombriz*

Las características del humus de lombriz cambian las propiedades químicas, físico y microbiológicas del suelo donde favorece al suelo aireación, porosidad, infiltración y favoreciendo el desarrollo de las raíces. Se liberan gradualmente los nutrientes que las plantas necesitan, pues al mantener el pH dentro de un rango cercano a la neutralidad 6 a 7. El humus de lombriz les permite un buen desarrollo tornándolo efectivo en la lucha, por ejemplo, contra dampig off, de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un ph que oscila entre 3,5 y 8,5. Son utilizadas en la reproducción ornamental y hortícolas, permite ciertos hongos benéficos del suelo, los microorganismos son positivos para controlar hongos perjudiciales del suelo (Isidoro, 2020, p.18).

2.4.3.6. *Turba orgánica*

Es un proceso de formación que se realizó durante siglos y se trata de la acumulación y fosilización de residuos vegetales en tierras húmedas llamadas turberas, las turberas son áreas en las que se coloca materia orgánica en diferentes estados de degradación anaeróbica que es sin presencia de oxígeno (Nieto, 2015; citado en Montoya, 2021, p.25).

2.5. Germinación

La germinación de las semillas comienza con la absorción es decir la entrada del agua en la semilla y su finalización empieza con la emergencia del eje embrionario en el caso de las dicotiledóneas o la radícula en monocotiledóneas y gimnospermas. Otro del proceso fisiológico se deriva de la imbibición, es la emergencia, que tiene como objetivo traspasar varias estructuras que rodean a la semilla (Mantilla 2008, p.15; citado en Aguiar , 2020, p.29).

2.5.1. Factores de germinación

2.5.1.1. Humedad y oxígeno

Es principal secar las semillas hasta obtener un contenido de humedad inocuo, ya que el nivel de humedad es probablemente el factor más importante que influye en la viabilidad de las semillas durante el almacenamiento. En general, si el contenido de humedad aumenta, disminuye la duración del almacenamiento, un alto contenido de humedad puede dar lugar a la formación de moho y pérdidas rápidas cuando el contenido de humedad es muy bajo (CH menor del 4%) puede ocasionar una desecación extrema, y causar daños a las semillas o endurecimiento (FAO, 2019; citado en Montoya, 2021, p.16).

2.5.1.2. Temperatura

En la germinación es uno de los factores definitivos, ya que interviene de manera directa sobre la actividad enzimática y luego para las reacciones bioquímicas que sucede luego a la absorción de agua, esta actividad enzimática sucede en un rango según la temperatura, así también con la germinación de la semilla de caso contrario si la temperatura se excede la semilla no germinará sin importar que el resto de las condiciones sean adecuadas, cualquier semilla germinará entre rangos de temperatura mínima y máxima siendo esta la óptima para lograr mayor poder y energía germinativa en un menor tiempo de germinación (García et al., 2006; citado en Potesta, 2020, p. 18).

2.5.1.3. Longevidad de las semillas

la longevidad se define como la capacidad de que la semilla se mantenga viable durante un tiempo y luego ser almacenadas en condiciones adecuadas de humedad la longevidad de la semilla varía también muy extensamente entre unas especies y otras y cuando reciban un tratamiento semejante y se las almacene en las mismas condiciones. La semilla mantiene sus propiedades si está en condiciones adecuadas con poca humedad, baja temperatura y sin recibir luz, pero con el tiempo pierde su calidad para su germinación a pesar de que muchas semillas pierden su viabilidad ellas mantienen reservas de nutrientes para ellas mismas (Pérez y Pita, 2001 citado en Potesta, 2020, p.25).

2.5.2. Viabilidad de las semillas forestales

2.5.2.1. Ortodoxas

“Son semillas tolerantes a la desecación, se dispersan y conservan luego de alcanzar un bajo porcentaje de humedad” (Doria, 2010, p.75; citado en Pumisacho, 2022, p.12).

2.5.2.2. Recalcitrantes

“Semillas incapaces de tolerar a pérdida de agua, esto hace que su viabilidad disminuya drásticamente si son desecadas a menos del 75% de la humedad relativa. Soportan cortos periodos de almacenamiento en húmedo” (León et al, 2014, p.21; citado en Pumisacho, 2022, p.12).

2.6. Tratamientos pre germinativos

Los tratamientos pre-germinativos son aquellos procesos que se usan para romper la latencia de las semillas, este procedimiento se usa para semillas que se encuentran vivas y no permiten su germinación, los tratamientos producen las condiciones adecuadas para ello (Varela y Arana, 2011, p.5; citado en Niveló, 2020, p.12).

2.6.1. Tratamiento con agua

El método pre germinativo con agua busca incorporar líquido y oxígeno para producir la penetración del líquido y oxígeno en el interior de la semilla para posibilitar los procesos de germinación así como los métodos de tratamiento en húmedo son una manera de tener éxito para resolver la latencia exógena física o ablandar la corteza o testa de la semilla o también la exógena química que se trata en la remoción de hormona que inhibe la germinación o la combinación de ambas al interior de la semilla para facilitar el proceso de germinación (INATEC, 2016, pp. 1-15; citado en Niveló Z, 2020, p.12).

2.7. La Prueba de Kruskal-Wallis

Es un estadístico no paramétrico para experimentar si un grupo de datos proviene de la misma población. Se utiliza para varias muestras independientes, es semejante al ANOVA con los datos reemplazados por categorías. Es una ramificación de la prueba de la U de Mann-Whitney para 3 o más grupos, la prueba de Kruskal-Wallis no asume la normalidad en los datos, en oposición al tradicional ANOVA (Quispe, et al., 2019, p.28).

Su fórmula es:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Donde:

n_i : número de elementos de la muestra j

R_j : suma de rangos de todos los elementos de la muestra j

k : número de muestras

n : $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$ número total de observaciones (Quispe, et al., 2019, p.28).

2.8. Shapiro-Wilk

esta prueba se emplea para diversificar normalidad cuando el tamaño de la muestra es menor a 50 observaciones y en muestras grandes es semejante a la prueba de Kolmogórov-Smirnov este método consiste en comenzar ordenando la muestra de menor a mayor valor, obteniendo el nuevo vector muestral. Cuando la muestra es como máximo de tamaño 50, se puede desempatar la normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk, procediéndose a calcular la media y la varianza muestral entonces se rechaza la hipótesis nula de normalidad si el estadístico Shapiro-Wilk $-W$ es menor que el valor crítico proporcionado por la tabla elaborada por los autores para el tamaño de la muestra y el nivel de significancia dada (Tapia, et al., 2021, p.87).

2.9. Costo de producción de plantas

Para efectuar un análisis económico es necesario determinar el costo de producción que hace referencia a los gastos implícitos en la ejecución de todo tipo de vivero para la producción de plantas, desde la compra de la semilla, fundas de polietileno, sustratos, recursos técnicos y equipos de campo (Cáceres, 2013, p.33; citado en Massón, 2022, p.11).

Acorde al nivel de producción se tiene una relación inversa con el precio de producción, la actividad económica de un vivero depende de los ingresos obtenidos por la venta de plantas por tal motivo los costos de producción ayudan a obtener resultados de todo el proceso productivo hasta su venta (Massón, 2022, p.11).

2.9.1. Costo total

“Hace énfasis a la suma de los costos variables y fijos empleados para la producción de las plantas” (Massón, 2022, p.12).

2.9.2. Costos variables

“Son aquellos donde su costo depende del nivel de producción” (Massón, 2022, p.12).

2.9.3. Costos fijos

“Son aquellos que se mantienen emancipados del nivel de producción” (Massón, 2022, p.12).

2.9.4. Costo unitario

“Resulta de la división del costo total y la proyección de plantas obtenidas para su venta” (Massón, 2022, p.12).

2.9.5. Costo - beneficio

El costo beneficio (B/C) es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, que ofrece una visualización del grado de éxito de este. Su valor se alcanza de la división entre los beneficios netos y el costo de la inversión. Si el valor es mayor a 1 el proyecto se puede verificar ya que sus resultados serán positivos, mientras que si es igual o menor a 1 no es viable (Rodríguez, 2021, párr.4; citado en Massón, 2022, p.12).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

Mapa de la ubicación geográfica del proyecto de investigación

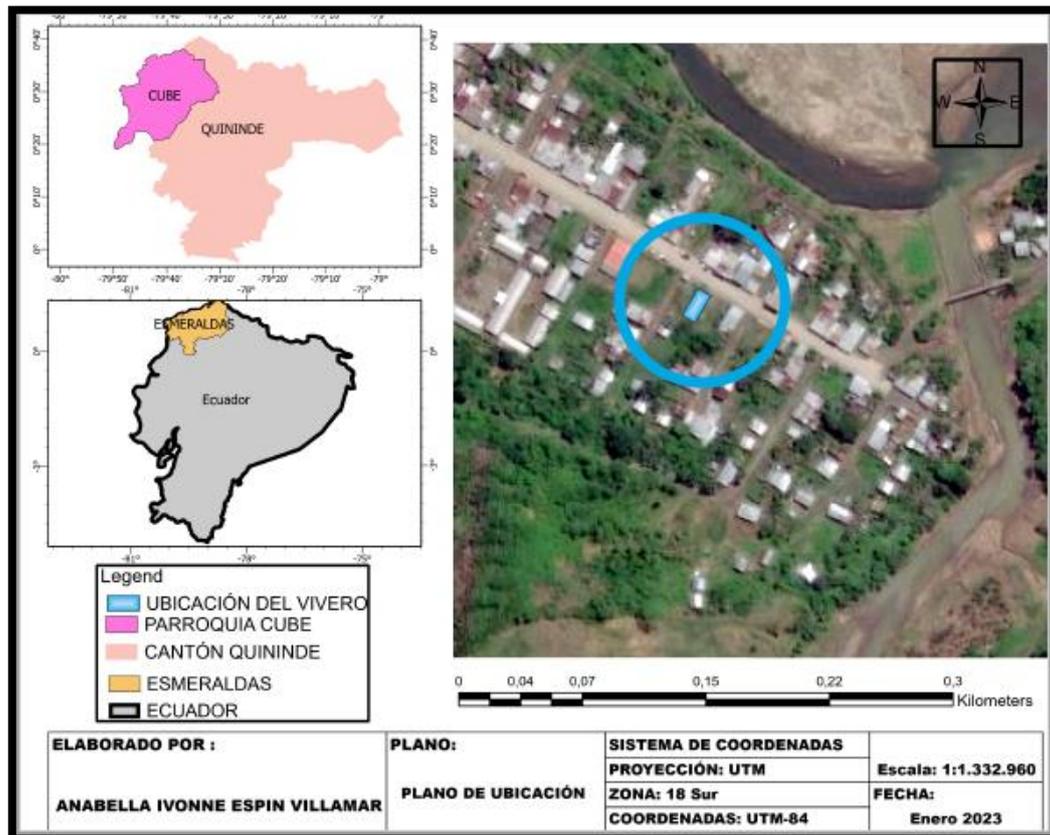


Ilustración 3-1: Mapa de la ubicación geográfica del TIC.

Realizado por: Espin A., 2023

3.1.1. Localización de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la parroquia Cube, cantón Quinindé, en la provincia de Esmeraldas, donde se construyó un vivero temporal para propagar por semillas la especie forestal.

3.1.2. Ubicación geográfica

Lugar: Parroquia Cube

Latitud: 0.583333

Longitud: -79.6333

Altitud: 46 m.s.n.m. con una máxima de 800 m.s.n.m

Fuente: (GADP CUBE, 2019)

3.1.3. Características climáticas

Temperatura media anual: 23 °C a 26 °C

Precipitación media anual: 1500 mm hasta los 1800 mm

Humedad relativa anual: 90%

Fuente: (GADP CUBE, 2019)

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de Oficina

- Cámara fotográfica
- Esferográfico
- Hojas
- Impresiones
- Laptop

3.2.2. Materiales de campo

- Calibrador
- Carretillas
- Cintas métricas
- Canasta
- Flexómetro
- Fundas plásticas para vivero
- Fundas de polietileno
- Martillo
- Píolas
- Pala
- Semillas
- Tableros

3.2.3. Insumos

- Arena
- Abono orgánico
- Cal agrícola
- Semillas de *Cedrela odorata* L.
- Tierra agrícola
- Vitavax

3.3. Metodología

3.3.1. Tipo de diseño experimental

Para la propagación sexual se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) siendo así el caso con 4 tratamientos incluido el testigo con 3 repeticiones.

3.3.2. Análisis funcional

Se determinó

- Coeficiente de variación en porcentaje.
- Análisis (ANOVA) y la prueba de Kruskal Wallis de una probabilidad de error esto es para la comparación de medianas de los factores en estudio que presentaron diferencias significativas.
- Análisis de costos de producción.

3.3.3. Factores de estudio

Factor: sustrato

S1: Arena

S2: Tierra agrícola

S3: Turba orgánica

3.3.4. Esquema de análisis

Tabla 3-3: Esquema de análisis de varianza para la evaluación de tres sustratos en la producción de semilla de (Cedro) *Cedrela odorata* L.

Fuentes de variación	Fórmula	g.lb
Tratamientos	(t-1)	3
Error	t(r-1)	8
Total	rt-1	11

Realizado por: Espin A., 2023

Donde t es el número de tratamientos y n el número de repeticiones.

3.3.5. Tratamientos en estudio

Consisten en mezclas de distintos sustratos como se observa en la **tabla 3-4**.

Tabla 3-4: Tratamientos en la propagación sexual.

N.º de tratamiento	Código	Descripción
1	T1	Tratamiento (testigo) arena
2	T2	Arena 20%, turba orgánica 30%, tierra agrícola 50%
3	T3	Arena 25%, turba orgánica 35%, tierra agrícola 40%
4	T4	Arena 30%, turba orgánica 40%, tierra agrícola 30%

Realizado por: Espin A., 2023

3.3.6. Prueba de significancia

Para determinar cuál fue el mejor sustrato en la propagación sexual de *Cedrela odorata* L, se realizó el análisis de datos en la aplicación de Infostat, como primer paso se realizó el análisis de varianza luego se procedió a realizar la prueba paramétrica de Shapiro Wilk y la prueba de homocedasticidad para comprobar si la muestra presentaba normalidad, como la muestra de datos no presento normalidad se procedió a realizar la prueba de Kruskal Wallis al 5% de nivel de significancia para el análisis e interpretación de datos.

3.3.7. *Diseño experimental*

Número de tratamientos: 4

Número de repeticiones: 3

Número total de unidades experimentales: 12

Número de individuos por repetición: 24

N.º total de semillas del ensayo: 288

N.º de semillas por bloques: 96

3.3.8. *Croquis del diseño experimental*

Por cada bloque se realizó el mismo diseño de aleatorización en mismas condiciones de luz y agua como se muestra en la **tabla 3-5**, con la combinación de 4 tratamientos y 3 repeticiones.

Tabla 3-5: Croquis del diseño experimental.

BLOQUE 1		BLOQUE 2		BLOQUE 3	
UNIDAD EXPERIMENTAL	ALEATEORIZADO	UNIDAD EXPERIMENTAL	ALEATEORIZACIÓN	UNIDAD EXPERIMENTAL	ALEATEORIZADO
1	T2R3	1	T2R2	1	T4R3
2	T1R1	2	T1R3	2	T1R1
3	T4R3	3	T4R1	3	T1R2
4	T3R2	4	T4R3	4	T1R3
5	T3R3	5	T3R2	5	T3R2
6	T1R2	6	T3R1	6	T3R1
7	T1R3	7	T4R2	7	T3R3
8	T2R1	8	T3R3	8	T4R2
9	T4R2	9	T2R1	9	T2R1
10	T2R2	10	T1R1	10	T2R3
11	T4R1	11	T1R2	11	T2R2
12	T3R1	12	T2R3	12	T4R1

Realizado por: Espin A., 2023

3.4. **Diseño metodológico**

El diseño metodológico se elaboró en base a los objetivos específicos que consiste en describir todo el proceso y las actividades que se expusieron durante el tiempo de la investigación.

3.4.1. Para el cumplimiento del primer objetivo específico:

Determinar el mejor sustrato para la propagación sexual de *Cedrela odorata* L.

Para conseguir con este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

3.4.1.1. Construcción del vivero temporal

Se realizó la limpieza del lugar a construir, el vivero se colocó con sarán para la protección de insectos, los pilares fueron hechos de caña guadua, se instalaron pequeñas secciones de platabandas tal como indica el diseño experimental mencionado anteriormente dividido en tres bloques y cada bloque fue dividido en cuatro partes para cada tratamiento dando un total de 12 partes, con una largo de 3 m y ancho 4 m de largo.

3.4.1.2. Preparación del sustrato para la propagación sexual

El sustrato estuvo elaborado de la siguiente manera en distintos porcentajes como se observa en la **tabla 3-6**:

Tabla 3-6: Porcentajes de los sustratos

Tratamientos	Sustratos
T1	(Testigo) arena
T2	Arena 20%, abono 30%, turba orgánica 50%
T3	Arena 25%, abono 35%, turba orgánica 40%
T4	Arena 30%, abono 40%, turba orgánica 30%

Realizado por: Espin A., 2023

La mezcla se realizó tomando de referencia un recipiente que contenga los porcentajes planteados de los sustratos donde se procedió a realizar las composiciones establecidas en los diferentes porcentajes de cada tratamiento que en este caso fueron cuatro.

3.4.1.3. Llenado de fundas

Se llenaron 288 fundas con los diferentes porcentajes de sustratos luego se las ubicó en el vivero temporal en 12 unidades experimentales las cuales estuvieron conformadas por 24 individuos por repetición.

3.4.1.4. Desinfección de los tratamientos

Para la desinfección de los sustratos se ha considerado hervir agua a 100 °C y colocar inmediatamente, ya que el vivero se encuentra en la zona Costa, se colocó con la medida de un vaso en cada funda de sustrato esto se realizó con la intención de que no exista ningún patógeno en los sustratos que pueda causar alteraciones a la semilla.

3.4.1.5. Adecuación del lugar por bloque

Se procedió con la limpieza de las tablas posteriormente se colocaron 3 libras de cal alrededor de los bloques para desinfectar la cama.

3.4.1.6. Obtención de la semilla

Las semillas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) fueron adquiridas de la bodega de almacenamiento de la empresa Asesoría forestal ubicada en el cantón Puyo provincia de Pastaza, donde se almacenaron en buenas condiciones en frío.

3.4.1.7. Preparación de las semillas

Se realizó una selección minuciosa, donde se descartaron las semillas que se encontraban en un mal estado, a este lote de semillas seleccionadas se le aplicó 10g de fungicida vitavax en polvo para su desinfección.

3.4.1.8. Propagación sexual

Una vez que se clasificó y cuantificó las semillas se separó en 4 grupos (T1, T2, T3, T4) de 24 semillas por repetición de cada tratamiento, con las combinaciones de sustratos correspondientes.

3.4.1.9. Siembra

Se desarrollo la siembra directa en cada una de las fundas de polietileno colocando una semilla por funda, además la siembra se realizó a 2cm de profundidad en cada funda.

3.4.1.10. *Riego*

El riego se lo realizó con una regadera de plástico de brazo largo con múltiples orificios en forma de roseta que permiten el paso de agua simulando a la lluvia de manera ligera, lo que fue ideal para que el agua llegue a las fundas que se encontraban alejadas del borde y así todas las fundas mantengan una humedad constante.

El almacenamiento que contiene la regadera es de 2 litros y en cada riego se usó una caneca que contiene alrededor de 20 litros.

La frecuencia del riego se realizó en un tiempo de cada dos días los primeros 15 días y luego en un periodo de cada tres días hasta su finalización.

3.4.1.11. *Deshierbe*

Se realizó en 10 ocasiones durante el periodo de investigación ya que las malezas compiten por agua, nutrientes y espacio lo que puede provocar alteraciones radiculares de las plántulas.

3.4.2. *Para el cumplimiento del segundo objetivo específico:*

Evaluar el desarrollo vegetativo en diferentes sustratos durante su propagación sexual de la especie *Cedrela odorata* L.

Para conseguir con este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

3.4.2.1. *Datos que se tomaron*

Se diseñaron diversos cuadros para la recolección de datos en campo y se realizaron cada 30 días durante 3 meses de acuerdo con los diferentes niveles de sustratos utilizados los cuales se compararon con los resultados del testigo y así poder determinar cuál es el mejor sustrato para el desarrollo de la semilla de *Cedrela odorata* L.

3.4.2.2. *Porcentaje de germinación*

Este dato se tomó mediante observación directa de manera periódica hasta alcanzar el máximo de semillas germinadas hasta los primeros 30 días es decir se contabilizaron cuantas semillas germinaron por tratamiento.

$$x = (n / N) \times 100$$

Donde:

x = índice de germinación

n = número de semillas germinadas

N = total de semillas plantadas

3.4.2.3. *Altura de plántulas a los 30, 60, y 90 días*

Se utilizó una regla para medir desde el ras del suelo de la funda hasta el ápice de la planta, los primeros datos se tomaron a los treinta días cuando las plántulas tenían de 2 a 7 cm y posteriormente cada treinta días durante tres meses con el propósito de comparar el crecimiento en altura teniendo en cuenta los diferentes tipos de sustratos y su composición.

3.4.2.4. *Diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 30, 60, y 90 días*

Para este dato se usó un calibrador tomando los datos a los primeros 30 días durante tres meses para comparar el diámetro por tipo de sustrato tal como se menciona en el diseño experimental, este parámetro se midió en la base del tallo.

3.4.2.5. *Numero de hojas a los 30, 60, y 90 días*

Para este dato se contabilizó de manera directa tomando datos desde los 30 días durante tres meses para comparar el número de hojas por niveles de sustratos, en el caso de *Cedrela odorata* L. con hojas alternas imparipinadas compuestas por 7 a 19 foliolos a los primeros 30 días.

CAPITULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Análisis de los resultados de las variables a los 30 días

4.1. Porcentaje de germinación a los 30 días

Se alcanzó el máximo de semillas germinadas en un lapso de 12 semanas, la **tabla 4-7** presenta los resultados obtenidos acorde a cada tratamiento.

Tabla 4-7: Porcentaje de germinación por tratamiento.

Tratamiento	Porcentaje de germinación x	Significancia al 5% en la prueba de Tukey
T3	96,67 %	A
T2	91,11 %	A B
T1	86,67 %	A B
T4	98,89 %	B

Realizado por: Espin A., 2023

De acuerdo con la **tabla 4-7**, el T4 conformado por Arena 30% + turba orgánica 40%+ tierra agrícola 30% posee el mayor índice de germinación con un porcentaje de 98,89 %, seguido del T3 con 96,67 %, posterior a este el T2 con 91,11 %. El T1 compuesto en su totalidad por el sustrato de arena posee el resultado más bajo con un total del 86,67 % de germinación, resultado inferior a los obtenidos con los restantes tratamientos, los cuales fueron evaluados hasta los 30 días de su germinación.

4.2. Análisis de los resultados de las variables a los 30, 60 y 90 días

4.2.1. Variable altura

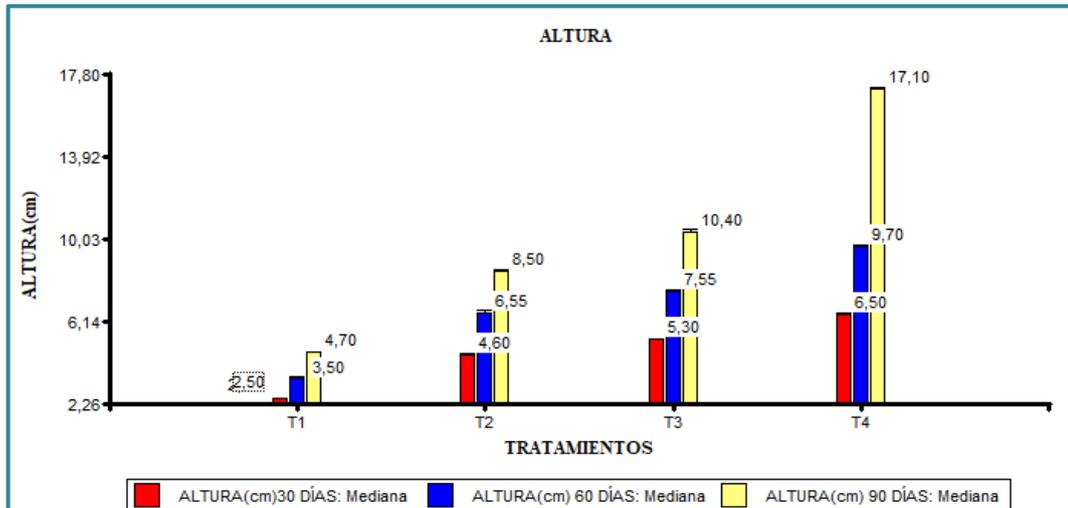


Ilustración 4-2: variable altura a los 30, 60 y 90 días de los tratamientos.

Realizado por: Espin, A., 2023

En la **ilustración 4-2**, para la variable altura se puede observar para la toma de los primeros 30 días en el T4 existe un crecimiento notable con una mediana de 6,50 cm en cambio en el T3 y T2 tiene una mediana casi igual con medianas de 5,30 y 4,60 cm comparado con el T1 que es el testigo con una mediana menor al resto de tratamientos. A los 60 días se sigue observando una predominancia de la variable altura en el T4 a lo mismo que en los T2 y T3 tienen una secuencia casi igual en sus medianas comparado con el T1 siendo el menor. A los 90 días el T4 conformado por (Arena 30% + turba orgánica 40% + tierra agrícola 30%) sigue siendo predominante a los demás tratamientos.

4.2.2. Variable DAC (Diámetro a la altura del cuello).

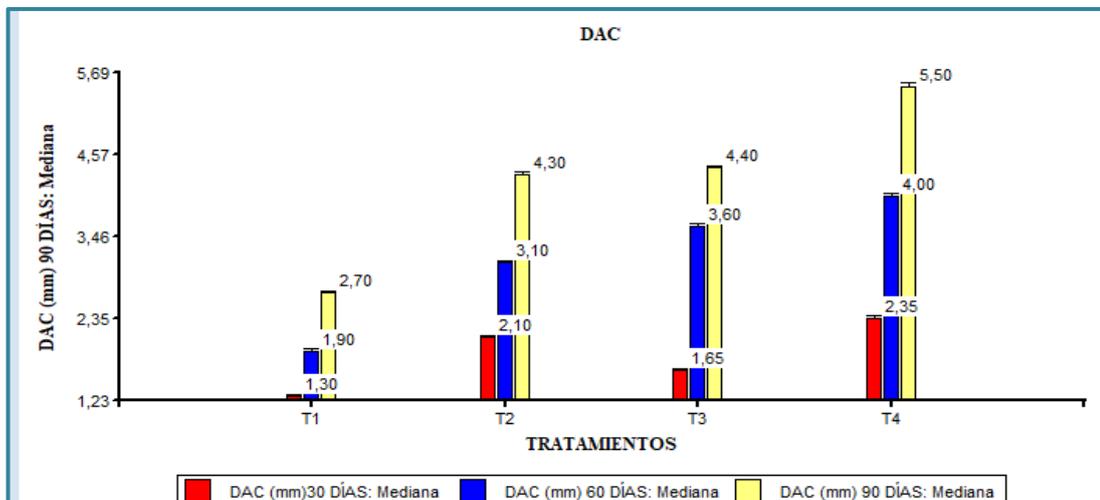


Ilustración 4-3: variable DAC a los 30, 60 y 90 días de los tratamientos

Realizado por: Espin, A., 2023

En la **ilustración 4-3**, en la toma de datos a los 30 días para la variable DAC se observa que el T4 sigue siendo el más alto con los demás tratamientos el T3 arrojó una mediana inferior de 1,65 mm en comparación con el T2 que tiene una mediana de 2,10 mm en comparación con el testigo que es el T1. A los 60 días el T4 sigue siendo el más alto en la variable DAC en comparación con los T3, T2 y T1. A los 90 días el T4 presento una mediana de 5,50 mm seguido del T3 con una mediana de 4,40 mm siendo casi la misma mediana con el T2 que es de 4,30 mm en comparación con el T1 que es el testigo.

4.2.3. Variable número de hojas.

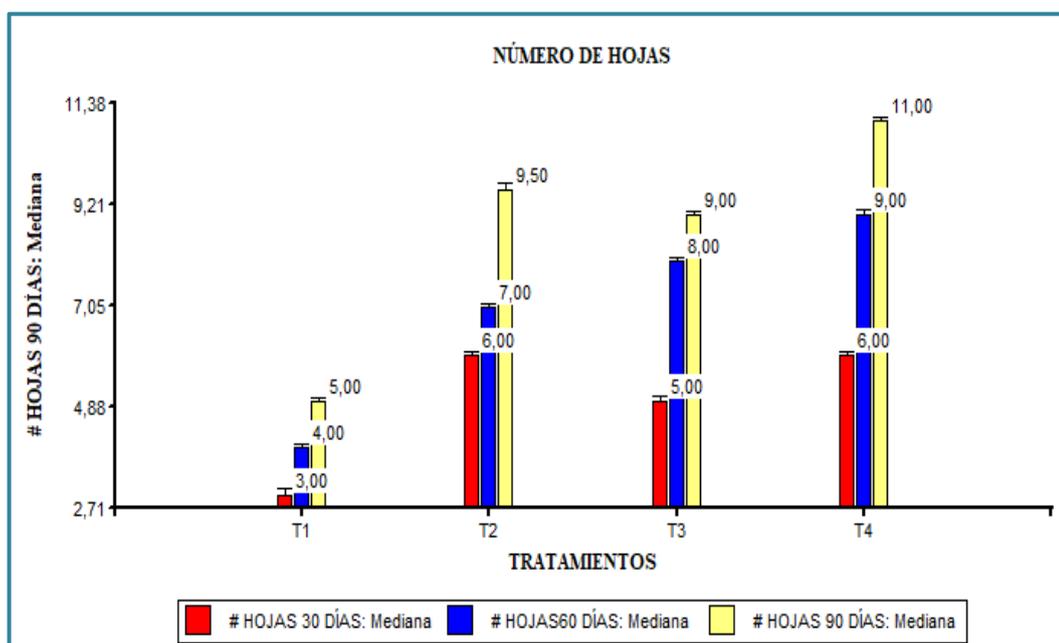


Ilustración 4-4: variable número de hojas a los 30, 60 y 90 días de los tratamientos

Realizado por: Espin, A. 2023

En la **ilustración 4-4**, para la variable número de hojas a los primeros 30 días en los T4 y T2 tienen una misma mediana de 6 hojas en cambio el T3 tiene una mediana de hojas de 5 en comparación con el T1 que es el testigo. A los 60 días existe medianas descendientes comenzando con el T4 con mediana de 9 hojas le sigue el T3 con una mediana de 8 hojas luego el T2 con mediana de 7 en comparación con el T1 que es el testigo. A los 90 días el T4 predominó con una mediana de 11 hojas en comparación con el resto de los tratamientos como el T3 y T2 tiene similar mediana entre 9 hojas y 9,50 en comparación con el T1.

4.3. Análisis de resultados de las variables a los 30 días.

4.3.1. Análisis de varianza de la altura

Tabla 4-8: Análisis de varianza de la altura de las plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 30 días después de la siembra.

TRATAMIENTO	NUMERO	MEDIAS	D.E	MEDIANAS	H	P
T1	72	2,53	0,25	2,50	268,24	<0,0001
T2	72	4,57	0,25	4,60		
T3	72	5,32	0,23	5,30		
T4	72	6,47	0,35	6,50		

Realizado por: Espin A., 2023

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

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

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

Mediante el análisis de varianza **tabla 4-8**, se puede estipular que los tratamientos registran diferencias significativas en los resultados de la altura.

4.3.2. Prueba Kruskal Wallis

Tabla 4-9: Prueba de Kruskal Wallis de la altura de las plántulas a los 30 días.

TRATAMIENTO	MEDIANA	SIGNIFICANCIA DE PROBABILIDAD
T1	2,50	A
T2	4,60	B
T3	5,30	C
T4	6,50	D

Realizado por: Espin A., 2023

En la **tabla 4-9**, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis se observó que el mejor tratamiento para la variable altura fue el T4 conformado por (Arena 30% + turba orgánica 40% + tierra agrícola 30%) con 6,50 cm en un rango D, seguido en menor rango con el T3 con 5,30 cm con un rango C, seguido en menor rango con el T2 con 4,60 cm en menor rango B y por último el T1 en menor rango con 2,50 cm con un rango en A.

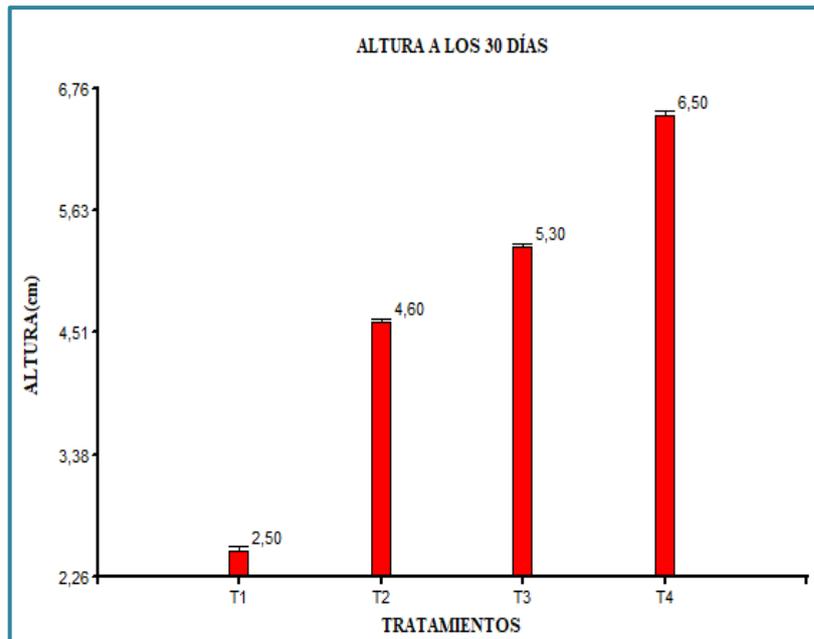


Ilustración 4-5: Altura en cm de las plántulas de los 30 días

Realizado por: Espin, A. 2023

Mediante en la **ilustración 4-5** se puede evidenciar una superioridad en las medias de altura del T4 con un valor del 6,50 cm. al transcurso de los 30 días de crecimiento de las plántulas seguido del T3 con 5,30 cm, T2 con 4,60 cm y por último con el T1 con 2,50 cm siendo el más bajo.

4.3.3. *Análisis de varianza de DAC (diámetro a la altura del cuello)*

Tabla 4-10: Análisis de varianza del DAC de las plántulas a los 30 días

TRATAMIENTO	NUMERO	MEDIAS	D.E	MEDIANAS	H	P
T1	72	1,30	0,08	1,30	254,84	<0,0001
T2	72	2,06	0,11	2,10		
T3	72	1,68	0,15	1,65		
T4	72	2,39	0,25	2,35		

Realizado por: Espin A., 2023

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

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

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

Con el uso de análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en el DAC entre los tratamientos, mismos que se encuentran en la **tabla 4-10**.

4.3.4. Prueba Kruskal Wallis

Tabla 4-11: Prueba de Kruskal Wallis del DAC de las plántulas a los 30 días.

TRATAMIENTO	MEDIANA	SIGNIFICANCIA DE PROBABILIDAD
T1	1,30	A
T3	1,65	B
T2	2,10	C
T4	2,35	D

Realizado por: Espin A., 2023

La **tabla 4-11**, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis nos permite afirmar que a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas, misma que se formaron diferentes rangos. En el primero se encuentra en T1 compuesto en su totalidad por el sustrato de arena 100% y el segundo orden descendente formado por T3 (Arena 25%, Turba orgánica 35%, tierra agrícola 40%), T2 (Arena 20%, turba orgánica 30%, tierra agrícola 50%) y T4 conformado por Arena 30%, Turba orgánica 40%, tierra agrícola 30%) con una mediana de 2,35 mm y un rango D siendo la más sobresaliente.

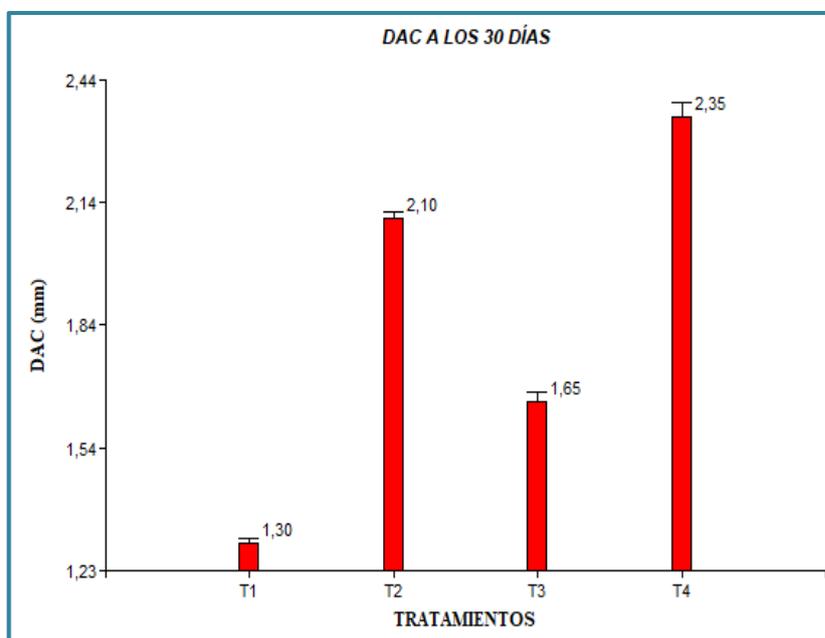


Ilustración 4-6: DAC en mm de las plántulas de los 30 días.

Realizado por: Espin A., 2023

La **ilustración 4-6**, muestra que el T4 tiene mayor DAC (diámetro a la altura del cuello) con una media de 2,35 mm, seguido de T2 con 2,10 mm, seguido de 1,65 mm en el T3 y el menor resultado se obtuvo en el tratamiento T1 con 1,30 mm.

4.3.5. Análisis de varianza del número de hojas

Tabla 4-12: análisis de varianza del número de hojas a los 30 días.

TRATAMIENTO	NUMERO	MEDIAS	D.E	MEDIANAS	H	P
T1	72	3,14	0,84	3,00	177,87	<0,0001
T2	72	5,63	0,49	6,00		
T3	72	4,63	0,83	5,00		
T4	72	5,56	0,50	6,00		

Realizado por: Espin A., 2023

Haciendo uso del análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos como se evidencia en la **tabla 4-12**, ya que todos los tratamientos poseen al menos 5 folíolos que conforman una hoja al término de los 30 días.

4.3.6. Prueba Kruskal Wallis

Tabla 4-13: Prueba de Kruskal Wallis del número de hojas a los 30 días

TRATAMIENTO	MEDIANA	SIGNIFICANCIA DE PROBABILIDAD
T1	3,00	A
T3	5,00	B
T4	6,00	C
T2	6,00	C

Realizado por: Espin A., 2023

La **tabla 4-13**, nos permite afirmar que, a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas a los 30 días entre los cuatro tratamientos en estudio como el T2 (Arena 20%, turba orgánica 30%, tierra agrícola 50%) y el T4 (Arena 30%, turba orgánica 40%, tierra agrícola 30%) con medianas de 6 que conforman el rango C siendo entre los dos tratamiento el valor más alto en crecimiento de hojas, seguido del T3 (Arena 25%, turba orgánica 35%, tierra agrícola 40%) con una mediana de 5 y por último el T1 que es 100% de arena con un rango bajo de 3 siendo el valor inferior a los otros tratamientos.

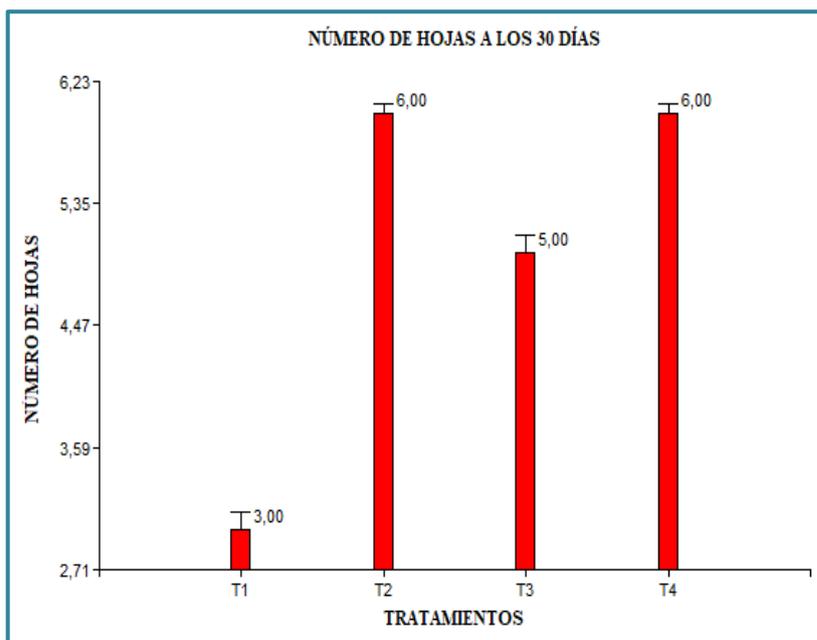


Ilustración 4-7: número de hojas a los 30 días.

Realizado por: Espin A., 2023

La **ilustración 4-7**, muestra que el T2 y T4 tienen medianas del número de hojas entre 6 en comparación con el T3 con una mediana de 5 hojas, así como también con el T1 dándonos una mediana de 3 hojas a los 30 días.

4.4. Análisis de varianza de la altura a los 60 días

4.4.1. Altura

Tabla 4-14: Análisis de varianza de la altura de las plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 60 días después de la siembra.

TRATAMIENTO	NUMERO	MEDIAS	D.E	MEDIANAS	H	P
T1	72	3,46	0,29	3,50	256,10	<0,0001
T2	72	6,61	0,78	6,55		
T3	72	7,67	0,47	7,55		
T4	72	9,82	0,53	9,70		

Realizado por: Espin A., 2023

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

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

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

Mediante el análisis de varianza **tabla 4-14**, se puede estipular que los tratamientos registran diferencias significativas en los resultados de la altura.

4.4.2. Prueba Kruskal Wallis

Tabla 4-15: Prueba de Kruskal Wallis de la altura de las plántulas a los 60 días.

TRATAMIENTO	MEDIANA	SIGNIFICANCIA DE PROBABILIDAD
T1	3,50	A
T2	6,55	B
T3	7,55	C
T4	9,70	D

Realizado por: Espin A., 2023

En la **tabla 4-15**, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis se observó que el mejor tratamiento para la variable altura fue el T4 conformado por (Arena 30% + turba orgánica 40% + tierra agrícola 30%) con 9,70 cm en un rango D, seguido en menor rango con el T3 con 7,55 cm con un rango C, seguido en menor rango con el T2 con 6,55 cm en menor rango B y por último el T1 en menor rango con 3,50 cm con un rango en A.

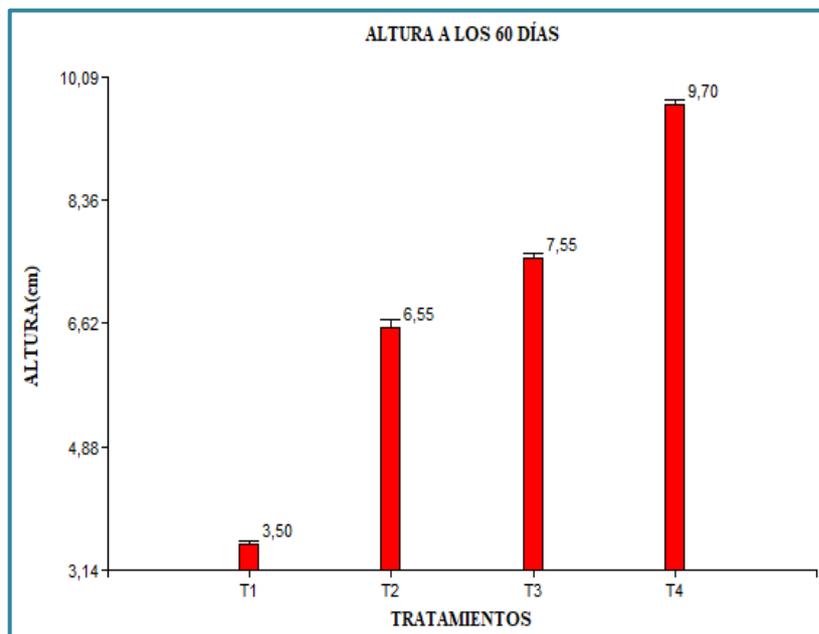


Ilustración 4-8: altura de las plántulas de los 60 días.

Realizado por: Espin A., 2023

Mediante en la **ilustración 4-8**, se puede evidenciar una superioridad en las medias de altura del T4 con un valor del 9,70 cm. al transcurso de los 60 días de crecimiento de las plántulas seguido del T3 con 7,55 cm, T2 con 6,55 cm y por último con el T1 con 3,50 cm siendo el más bajo.

4.4.3. Análisis de varianza de DAC (diámetro a la altura del cuello)

Tabla 4-16: Análisis de varianza del DAC de las plántulas a los 60 días

TRATAMIENTO	NUMERO	MEDIAS	D.E	MEDIANAS	H	P
T1	72	1,91	0,20	1,90	249,08	<0,0001
T2	72	3,07	0,15	3,10		
T3	72	3,65	0,30	3,60		
T4	72	4,08	0,33	4,00		

Realizado por: Espin A., 2023

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

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

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

Con el uso de análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en el DAC entre los tratamientos, mismos que se encuentran en la **tabla 4-16**.

4.4.4. Prueba Kruskal Wallis

Tabla 4-17: Prueba de Kruskal Wallis del DAC de las plántulas a los 60 días

TRATAMIENTO	MEDIANAS	SIGNIFICANCIA DE PROBABILIDAD
T1	1,90	A
T2	3,10	B
T3	3,60	C
T4	4,00	D

Realizado por: Espin A., 2023

La **tabla 4-17**, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis nos permite afirmar que a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas, misma que se formaron diferentes rangos. En el primero se encuentra en T1 compuesto en su totalidad por el sustrato de arena 100% y el segundo orden ascendente formado por T2 (Arena 20%, turba orgánica 30%,

tierra agrícola 50%), T3 (Arena 25%, Turba orgánica 35%, tierra agrícola 40%), y T4 conformado por Arena 30%, Turba orgánica 40%, tierra agrícola 30%) con una mediana de 4,00 mm y un rango D siendo la más sobresaliente.

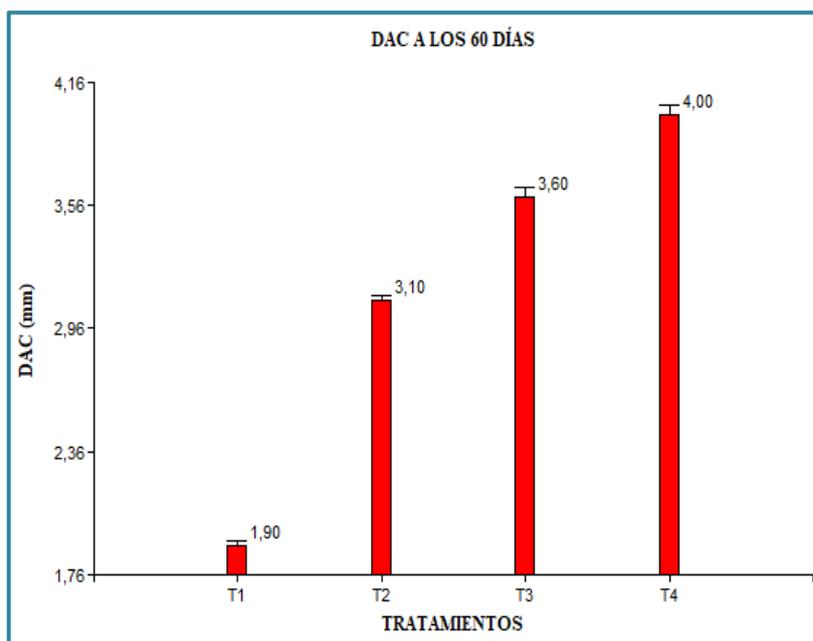


Ilustración 4-9: DAC en mm de las plántulas de los 60 días

Realizado por: Espin A., 2023

La **ilustración 4-9**, muestra que el T4 tiene mayor DAC (diámetro a la altura del cuello) con una media de 4,00 mm, seguido de T3 con 3,60 mm, T2 con 3,10 mm y el menor resultado se obtuvo en el tratamiento T1 con 1,90 mm.

4.4.5. Análisis de varianza del número de hojas.

Tabla 4-18: Análisis de varianza del número de hojas a los 60 días.

TRATAMIENTO	NUMERO	MEDIAS	D.E	MEDIANAS	H	P
T1	72	4,38	0,49	4,00	198,96	<0,0001
T2	72	7,36	0,56	7,00		
T3	72	7,54	0,53	8,00		
T4	72	8,49	0,77	9,00		

Realizado por: Espin A., 2023

Haciendo uso del análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos como se evidencia en la **tabla 4-18**, ya que todos los tratamientos poseen al menos 5 folíolos que conforman una hoja al término de los 60 días.

4.4.6. Prueba Kruskal Wallis

Tabla 4-19: Prueba de Kruskal Wallis del número de hojas a los 60 días

TRATAMIENTO	MEDIANA	SIGNIFICANCIA DE PROBABILIDAD
T1	4,00	A
T2	7,00	B
T3	8,00	B
T4	9,00	C

Realizado por: Espin A., 2023

La **tabla 4-19**, nos permite afirmar que, a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas a los 60 días entre los cuatro tratamientos en estudio como el T1 que es 100% de arena con un rango bajo de 4 siendo el valor inferior a los otros tratamientos seguido del T2 (Arena 20%, turba orgánica 30%, tierra agrícola 50%) y el T3 (Arena 25%, turba orgánica 35%, tierra agrícola 40%) con medianas de 7 y 8 que conforman el rango B y finalmente el T4 (Arena 30%, turba orgánica 40%, tierra agrícola 30%) con mediana de 9,00 siendo el tratamiento sobresaliente al resto.

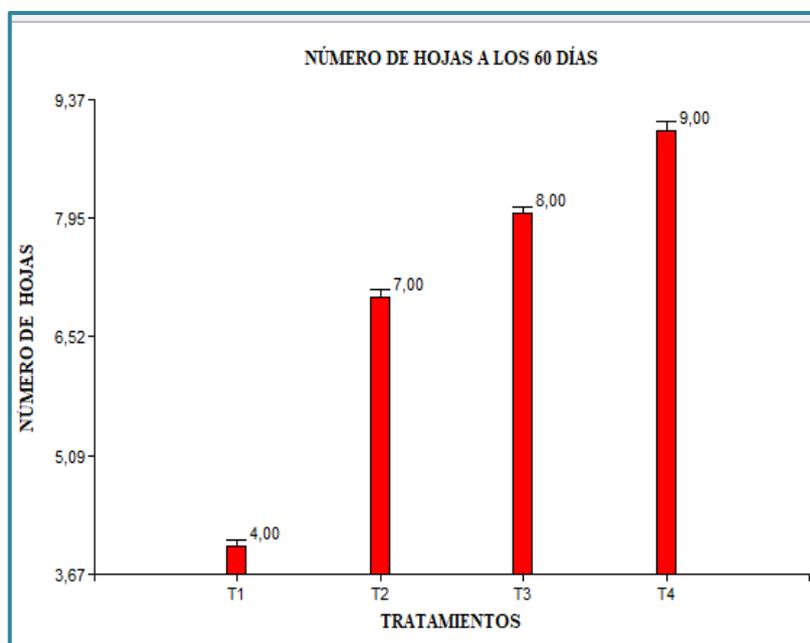


Ilustración 4-10: número de hojas de las plántulas de los 60 días

Realizado por: Espin A., 2023

La **ilustración 4-10**, muestra que en el T1 tiene un rango menor con 4,00, seguido del T2 y T3 con 7 y 8 y el T4 con 9,00 siendo el mejor.

4.5. Análisis de varianza de la altura a los 90 días

4.5.1. Altura

Tabla 4-20: Análisis de varianza de la altura de las plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) a los 90 días después de la siembra.

TRATAMIENTO	NUMERO	MEDIAS	D.E	MEDIANAS	H	P
T1	72	4,65	0,25	4,70	262,86	<0,0001
T2	72	8,65	0,72	8,50		
T3	72	10,44	0,90	10,40		
T4	72	16,95	0,54	17,10		

Realizado por: Espin A., 2023

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

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

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

Mediante el análisis de varianza **tabla 4-20**, se puede estipular que los tratamientos registran diferencias significativas en los resultados de la altura.

4.5.2. Prueba Kruskal Wallis

Tabla 4-21: Prueba de Kruskal Wallis de la altura de las plántulas a los 90 días.

TRATAMIENTO	MEDIANA	SIGNIFICANCIA DE PROBABILIDAD
T1	4,70	A
T2	8,50	B
T3	10,40	C
T4	17,10	D

Realizado por: Espin A., 2023

En la **tabla 4-21**, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis se observó que el mejor tratamiento para la variable altura fue el T4 conformado por (Arena 30% + turba orgánica 40% + tierra agrícola 30%) con 17,10 cm en un rango D, seguido en menor rango con el T3 con 10,40 cm con un rango C, seguido en menor rango con el T2 con 8,50 cm en menor rango B y por último el T1 en menor rango con 4,70 cm con un rango en A.

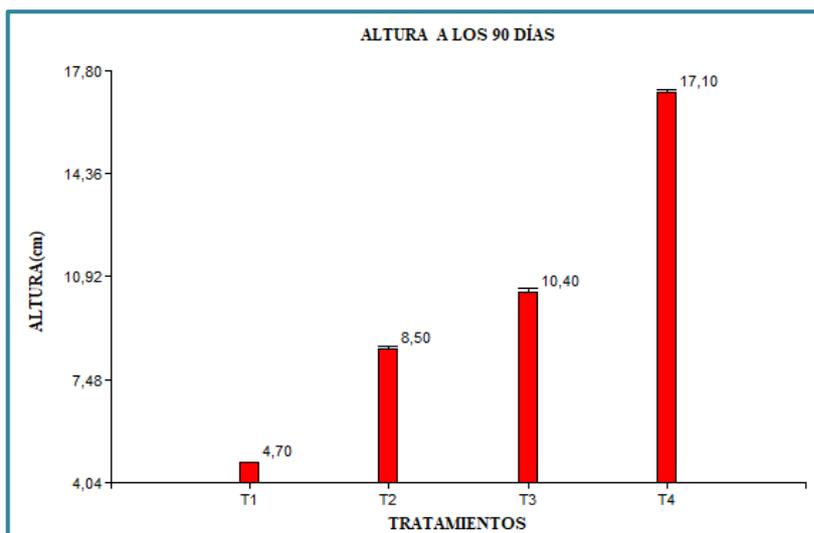


Ilustración 4-11: Altura en cm de las plántulas de los 90 días

Realizado por: Espin A., 2023

Mediante en la **ilustración 4-11**, se puede evidenciar una superioridad en las medias de altura del T4 con un valor del 17,10 cm. al transcurso de los 90 días de crecimiento de las plántulas seguido del T3 con 10,40 cm, T2 con 8,50 cm y por último con el T1 con 4,70 cm siendo el más bajo.

4.5.3. Análisis de varianza de DAC (diámetro a la altura del cuello)

Tabla 4-22: Análisis de varianza del DAC de las plántulas a los 90 días

TRATAMIENTO	NUMERO	MEDIAS	D.E	MEDIANAS	H	P
T1	72	2,75	0,17	2,70	243,59	<0,0001
T2	72	4,31	0,27	4,30		
T3	72	4,43	0,17	4,40		
T4	72	5,53	0,29	5,50		

Realizado por: Espin A., 2023

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

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

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

Con el uso de análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en el DAC entre los tratamientos, mismos que se encuentran en la **tabla 4-22**.

4.5.4. Prueba Kruskal Wallis

Tabla 4-23: Prueba de Kruskal Wallis del DAC de las plántulas a los 90 días

TRATAMIENTO	MEDIANAS	SIGNIFICANCIA DE PROBABILIDAD
T1	2,70	A
T2	4,30	B
T3	4,40	B
T4	5,50	C

Realizado por: Espin, A. 2023

La **tabla 4-23**, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis nos permite afirmar que a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas, misma que se formaron diferentes rangos. En el primero se encuentra en T1 compuesto en su totalidad por el sustrato de arena 100% y el segundo orden descendente formado por T2 (Arena 20%, turba orgánica 30%, tierra agrícola 50%), T3 (Arena 25%, Turba orgánica 35%, tierra agrícola 40%), y T4 conformado por Arena 30%, Turba orgánica 40%, tierra agrícola 30%) con una mediana de 5,50 mm y un rango C siendo la más sobresaliente.

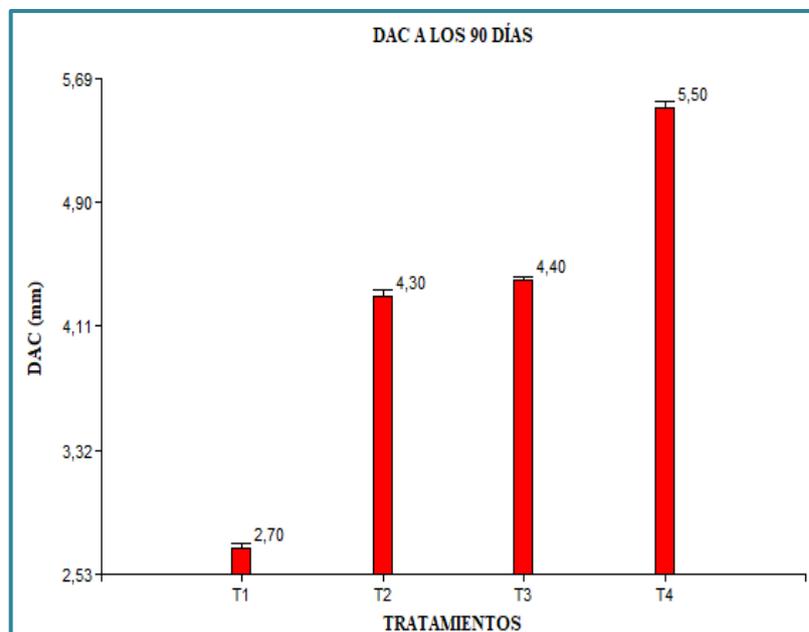


Ilustración 4-12: DAC en mm de las plántulas de los 90 días

Realizado por: Espin, A., 2023

La **ilustración 4-12**, muestra que el T4 tiene mayor DAC (diámetro a la altura del cuello) con una media de 5,50 mm, seguido de T3 con 4,40 mm, T2 con 4,30 mm y el menor resultado se obtuvo en el tratamiento T1 con 2,70 mm.

4.5.5. *Análisis de varianza del número de hojas.*

Tabla 4-24: Análisis de varianza del número de hojas a los 90 días

TRATAMIENTO	NUMERO	MEDIAS	D.E	MEDIANAS	H	P
T1	72	5,42	0,50	5,00	214,49	<0,0001
T2	72	9,60	1,26	9,50		
T3	72	9,39	0,52	9,00		
T4	72	10,60	0,49	11,00		

Realizado por: Espin A., 2023

Haciendo uso del análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos como se evidencia en la **tabla 4-24**, ya que todos los tratamientos poseen al menos 7 foliolos que conforman una hoja al termino de los 90 días.

4.5.6. *Prueba Kruskal Wallis*

Tabla 4-25: Prueba de Kruskal Wallis del número de hojas a los 90 días.

TRATAMIENTO	MEDIANA	SIGNIFICANCIA DE PROBABILIDAD
T1	5,00	A
T3	9,00	B
T2	9,50	B
T4	11,00	C

Realizado por: Espin A., 2023

La **tabla 4-25**, nos permite afirmar que, a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas a los 90 días entre los cuatro tratamientos en estudio como el T1 que es 100% de arena con un rango bajo del 5,00 siendo el valor inferior a los otros tratamientos seguido del T3 (Arena 25%, turba orgánica 35%, tierra agrícola 40%) y T2 (Arena 20%, turba orgánica 30%, tierra agrícola 50%) con medianas 9,00 y 9,50 que conforman el rango B y finalmente el T4 (Arena 30%, turba orgánica 40%, tierra agrícola 30%) con mediana de 11,00 siendo el tratamiento sobresaliente al resto.

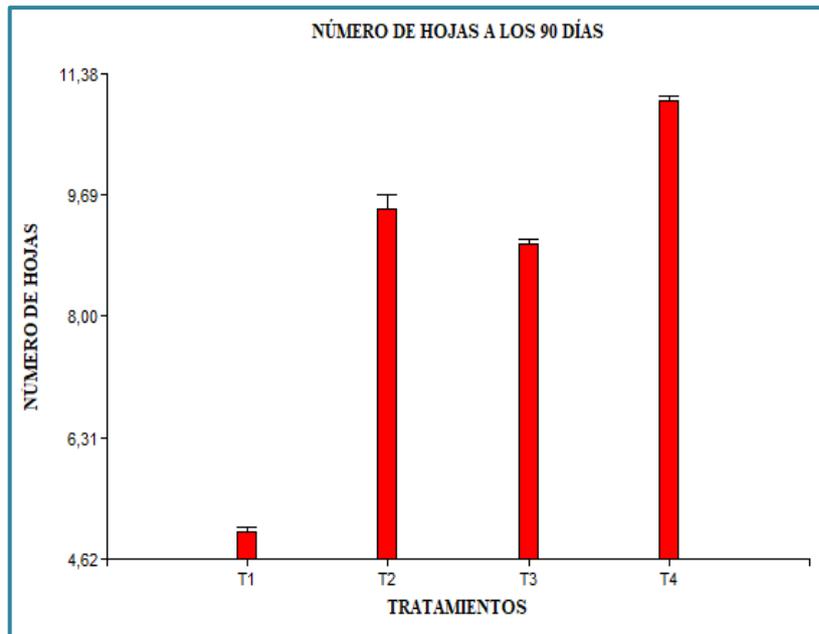


Ilustración 4-13: número de hojas de las plántulas de los 90 días.

Realizado por: Espin A., 2023

La **ilustración 4-13**, muestra que en el T1 tiene un rango menor con 5,00, seguido del T2 y T3 con 9,50 y 9,00 y finalmente con el T4 con 11,00 siendo el mejor.

4.6. Análisis de costos

Al finalizar la investigación se debe revisar y evaluar los recursos en los que se ha destinado el dinero, así como determinar su costo de producción, la **tabla 4-26** donde muestra los costos de la ejecución del ensayo.

Tabla 4-26: Costo de producción del ensayo.

COSTOS FIJOS					
MATERIAL	UNIDAD MEDIDA	#	PRECIO UNITARIO	TOTAL	DEPRECIACIÓN
Caña guadua	unidad	6	2,5	15	0,37
Tablas	unidades	5	1,5	7,5	0,18
Sarán	Metros	10	2,5	25	1,03
Clavos	libra	1	2,5	2,5	0,15
Calibrador	unidad	1	10	10	0,49
regadera	unidad	1	5	5	0,25
TOTAL, COSTOS FIJOS					2,48

Realizado por: Espin A., 2023

Tabla 4-27: Costos variables por tratamiento

COSTO VARIABLE				
TRATAMIENTO 1 TESTIGO (ARENA) 100%				
SUSTRATO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ARENA	saco	1	5	5
SUBTOTAL 1				5
TRATAMIENTO 2: Arena (20%), abono orgánico (30%), tierra (50%)				
SUSTRATO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ARENA	sacos	1	5	1
TURBA ORGÁNICA	sacos	1	10	3
TIERRA AGRÍCOLA	sacos	1	5	2,5
SUBTOTAL 2				6,5
TRATAMIENTO 3: Arena (25%), abono orgánico (35%), tierra (40%)				
SUSTRATO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ARENA	sacos	1	5	1,25
TURBA ORGÁNICA	sacos	1	10	3,5
TIERRA AGRÍCOLA	sacos	1	5	2
SUBTOTAL 3				6,75
TRATAMIENTO 4: Arena (30%), abono orgánico (40%), tierra (30%)				
SUSTRATO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ARENA	sacos	1	5	1,5
TURBA ORGÁNICA	sacos	1	10	4
TIERRA AGRÍCOLA	sacos	1	5	1,7
SUBTOTAL 4				7,2

Realizado por: Espin A., 2023

Tabla 4-28: Costos variables del ensayo

COSTOS VARIABLES				
MATERIAL	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundas vivero 4*6	ciento	4	0,6	2,4
piola	unidad	2	2	4
cal	kilogramos	45	0,10	4,5
semillas		288	0,03	8,64
jornal		1	12	12
transporte		1	10	10
TOTAL DE COSTOS VARIABLES				66,99

Realizado por: Espin A., 2023

Tabla 4-29: Costo de producción por tratamiento

Tratamiento	Total costo fijo	Costo variable por tratamiento	Costo total producción por tratamiento
T1	0,62	13,96	14,58
T2	0,62	15,12	15,74
T3	0,62	14,19	14,81
T4	0,62	15,35	15,97

Realizado por: Espin A., 2023

Tabla 4-30: Costo unitario de plantas

Tratamiento	Costo total de producción	Número de planta sobreviviente	Costo unitario de plantas
T1	14,58	61	0,24
T2	15,74	65	0,24
T3	14,81	69	0,21
T4	15,97	71	0,22

Realizado por: Espin A., 2023

La **tabla 4-30**, muestra el costo estimado de producción por planta de *Cedrela odorata* L. tomando en cuenta el número de individuos sobrevivientes por tratamiento,

Tabla 4-31: relación costo beneficio

Tratamiento	Costo de producción	Producción de plantas	Precio de ventas	ventas	B/C	Beneficio total
T1	14,58	61	0,30	18,30	0,06	3,72
T2	15,74	65	0,30	19,50	0,06	3,76
T3	14,81	69	0,30	20,70	0,09	5,89
T4	15,97	71	0,30	21,30	0,08	5,33

Realizado por: Espin A., 2023

Para establecer la relación costo beneficio se consideró la producción como el número de plantas sobrevivientes por tratamiento, tomando en cuenta el precio referencial de venta de una planta de *Cedrela odorata* L. con buenas características de \$0,30. La **tabla 4-31** muestra la relación.

Del análisis planteado se obtuvo que el costo total invertido en la implementación del ensayo es de \$69,47. En la **tabla 4-30**, se puede observar que todos los tratamientos son rentables a excepción del T1 que fue solo de arena.

4.7. Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación, puedo decir que, bajo condiciones normales sin la necesidad del tratamiento pre-germinativo esta especie tiene un porcentaje de éxito bastante apreciable. Similar situación pasó en la investigación desarrollada por Cordero et al. (2003), p. 449; citado en Medina , et al., (2018) p. 26 quienes reportan que el proceso germinativo de las semillas de Cedro tarda entre 24 y 30 días en analogía con mi estudio podría contradecir que las semillas comenzaron a germinar desde los 15 días, las semillas de *Cedrela odorata* L. no requieren de tratamientos pre-germinativos para este proceso, coincidiendo esto con lo propuesto por Aguirre y León (2012 y Cordero et al. 2003, p.450; citado en Medina , et al., 2018 p. 27), quienes, expresan que el éxito en la germinación de las semillas de esta especie depende en gran medida de la elección y distribución de sustratos orgánicos ricos en nutrientes y con buena capacidad de retención del agua.

Los datos obtenidos en la investigación son del 93,33% y estos concuerdan de los reportados por Aguirre, (2012, CORANTIOQUIA, 2007 y Cordero et al., 2003; citado en Medina, et al., 2018 p. 26), quienes manifiestan que, en condiciones tropicales, esta especie experimenta porcentajes de germinación entre 52% y 97%, siempre y cuando las semillas utilizadas sean recién cosechadas

Perozo-Castro et al. (2003) mencionan que las plántulas de las especies arbóreas presentan un crecimiento lento, pues encontraron que, con 56 días de germinación, las plántulas sólo alcanzaron 7.7 cm de crecimiento, fenómeno que especialmente no sucedió con *Cedrela odorata*, ya que en este estudio se obtuvo una altura final de 17,10 cm en 60 días.

Márquez-Juan et al., (2005. p. 50) mencionan que en la medición en agosto del 2003 siendo su tercera medición a los 60 días en el diámetro a la altura del cuello de las plántulas tienen diferencias marcadas entre todas las progenies de su investigación además de presentar una amplia su distribución con mediana de 4,27 mm, datos que difieren con mi investigación ya que obtuve una mediana de 1,90 mm en la tercera medición a los 60 días.

Con respecto al análisis de costos se determinó que el tratamiento T3 (SN+SG) obtuvo el mayor valor de 1,058 dólares americanos por plántula como menciona Chiles, (2016, p.4) en su investigación difieren los costos de producción con mi investigación ya que obtengo en el T4 un costo de producción por tratamiento de \$15, 97.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El T4 conformado por (Arena 30%, turba orgánica 40%, tierra agrícola 30%), presenta el máximo porcentaje de germinación según el análisis estadístico efectuado con 98,89 % durante tres meses de investigación, mientras que el T1 conformado por arena 100% es el más bajo porcentaje en comparación con los T2 y T3 con (91,11% y 96,67%) en el crecimiento de *Cedrela odorata*, existe una relación entre la cantidad de arena y con la turba orgánica y tierra agrícola ya que en los porcentajes planteados logra que la semilla se desarrolle y absorba los nutrientes necesarios para su propagación.

En los resultados obtenidos de la comparación entre tratamientos, se comprobó como mejor sustrato al T4 conformado por (Arena 30%, turba orgánica 40%, tierra agrícola 30%) ya que logro presentar mejores características morfológicas para la especie *Cedrela odorata* L. con el mayor DAC de 5,50 mm, el segundo en altura con 17,10 cm, así como en el número de hojas medio, mientras que el tratamiento T1 conformado solamente con arena 100% presentó características morfológicas no idóneas para la especie al poseer el menor DAC de 2,50 mm y un excesivo número de ramificaciones disminuyendo la calidad de la plántula, comprobando así la hipótesis nula.

De acuerdo con el análisis económico se obtuvo que los tratamientos T2, T3, T4 son rentables ya que su beneficio-costó presentó una ganancia del \$3,76, \$5,89, \$5,33 dólares respectivamente siendo el T1 100% de arena quien no ofrece beneficio haciéndolo no rentable ante el mercado.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda al viverista o investigador que, en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo emplear la proporción del T4 conformado por (Arena 30%, turba orgánica 40%, tierra agrícola 30%) debido a que su composición obtuvo las mejores características morfológicas para la *Cedrela odorata* L con un índice de germinación alto en vivero y con su costo de producción por tratamiento de 15,97 centavos siendo rentable.

Para evitar un índice bajo de germinación de *Cedrela odorata* L. se recomienda que en futuros estudios de investigación no usar sustratos puros al 100 % ya que, en concordancia con trabajos similares, esta práctica presenta resultados no favorables.

BIBLIOGRAFÍA

ASADOBAY, Pacarina. . Diversidad y Conectividad Genética del Cedro (*Cedrela odorata*, Meliaceae) en Ecuador continental [En línea] (Trabajo de Titulación). UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ. Ecuador. 2019. pp. 12-14. [Consulta: 06 Mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8844/1/991494930206366.pdf>.

AGUIAR, María. Evaluación de las tasas de germinación y supervivencia de cinco especies vegetales en vivero y en áreas degradadas en los bosques montanos del noroccidente de Pichincha [En línea] (Maestría). Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. 2020. p. 29. [Consulta: 22 Enero 2023.] Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7429/1/T3225-MCCSD-AguiarEvaluacion.pdf>.

CALIXTO, Celi; et al. "Crecimiento de *Cedrela odorata* e incidencia de *Hypsipyla grandella* en respuesta al manejo nutrimental, Bayer, México" scielo. [En línea], 2015, (Mexico) 36(2), p. 266. [Consulta: 11 Junio 2022]. ISSN: 265-273. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/bosque/v36n2/art12.pdf>.

ESPINOZA, G. "Cedro americano, *Cedrela odorata*, características y crecimiento". animales biologia. [En línea], 2020, (Ecuador). 3(01), pp. 6. [Consulta: 23 Junio 2022]. ISSN 2792-808. Disponible en: <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/arboles/cedro-americano-cedrela-odorata>.

GUIGUES, Antonio. EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Cedrela odorata* Y *Grevillea robusta* EN DIFERENTES SUSTRATOS DURANTE SU FASE DE PROPAGACIÓN, LIMA. [En línea] (Trabajo de Titulación). UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, Lima. 2019. pp. 6-7. [Consulta: 11 Julio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3897/guiges-atoche-antonio-alejandro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ISIDORO, NIVelo. EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS PARA LA REPRODUCCIÓN SEXUAL DE *Jacaranda mimosifolia* (JACARANDA) EN EL VIVERO DE LA ESPOCH. dspace. [En línea] (Trabajo de Titulación). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. 2020. pp.

16-18. [Consulta: 22 Enero 2023]. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15806/1/33T00251.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES, Ávila, Rafael. Cedro Cedrela odorata. itto. [En línea] Instituto Nacional de Bosques Guatemala. 2017. p. 6. [Consulta: 24 Julio 2022]. Disponible en: https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/CEDROD.pdf.

MASSÓN, Gabriel. EFECTO DE CUATRO TIPOS DE SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Myrcianthes hallii* BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN EL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DEL CHIMBORAZO dspace. [En línea] (Trabajo de Titulación). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Cantón Riobamba, Ecuador. 2022. pp. 11-12. [Consulta: 22 Enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17967/1/33T00407.pdf>.

MEDINA , Henry , Martínez , Melida., & Torres, Jhon." Germinación y crecimiento inicial de *Cedrela odorata* L. (Sapindales: Meliaceae), empleando semillas silvestres". *Biodivers. Neotrop.* [en línea]. 2018, Colombia, pp. 22-8. [Consulta: 28 abril 2022]. ISSN 2256-5426. Disponible en:
[file:///C:/Users/Compu/Downloads/DialnetGerminacionYCrecimientoInicialDeCedrelaOdorataLSap-7399030%20\(11\).pdf](file:///C:/Users/Compu/Downloads/DialnetGerminacionYCrecimientoInicialDeCedrelaOdorataLSap-7399030%20(11).pdf)

MONTOYA, Manuel. Efectos de la aplicación de estimulantes pre-germinativos y diferentes tipos de sustratos, en la germinación de semillas de *Gmelina arborea* Roxb., en la etapa de vivero. [En línea] (Trabajo de Titulación). UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, Los Ríos, Ecuador. 2021. pp. 11-25. [Consulta: 22 Enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6320/1/T-UTEQ-166.pdf>.

OSWALDO, Baez." La biodiversidad: clave del desarrollo sustentable del Ecuador" *revistarupturas*, [en línea], 2019, (Quito) (Ecuador), p. 16. [Citado el: 27 Noviembre 2022]. Disponible en: <https://revistarupturas.com/la-biodiversidad-clave-del-desarrollo-sustentable-del-ecuador/>.

PALACIOS., & Jaramillo. Diversidad y Conectividad Genética del Cedro (*Cedrela odorata*, Meliaceae) en Ecuador continental. [En línea]. (Trabajo de Titulación). UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ. Ecuador continental. 2016. p. 8. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8844/1/991494930206366.pdf>.

PENNINTON, Muellner., & Wise. Diversidad y Conectividad Genética del Cedro (*Cedrela odorata*, Meliaceae) en Ecuador continental repositorio [En línea] (Trabajo de Titulación). UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ. 2010. pp. 12-13. [Consulta: 11 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8844/1/991494930206366.pdf>.

POTESTA , LESLY. CARACTERIZACIÓN DEL FRUTO, GERMINACIÓN, DESARROLLO DE PLÁNTULAS Y LONGEVIDAD DE SEMILLAS DE MOENA AMARILLA (*Nectandra oppositifolia* Nees & Mart) EN TINGO MARÍA [En línea] (Trabajo de Titulación). UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, Ecuador.2020. pp. 18-25. [Consulta: 22 Enero 2023]. Disponible en: https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1708/LHPC_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

PUMISACHO , Carla. PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE *Inga insignis* Kunth, DE LOS CANTONES IBARRA Y ANTONIO ANTE DE LA PROVINCIA DE IMBABURA. [En línea] (Trabajo de Titulación). UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, Ibarra, Ecuador.2022. p. 12 [Consulta: 22 Enero2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12094/2/03%20FOR%20340%20TRABAJO%20GRADO.pdf>.

QUISPE, Adrian, et al., "*Estadística no paramétrica*". EIDEC. [en línea]. 2019, Colombia, p. 28. [Consulta: 29 abril 2022]. Volumen No. 1. Disponible en: <https://www.editorialeidec.com/wp-content/uploads/2020/01/Estad%C3%ADstica-no-param%C3%A9trica-aplicada.pdf>

ROA, S., & Montaña, D. Cedros de Ecuador: protegidos internacionalmente pero no dentro del país. *mongabay*. [En línea], (Ecuador) 2020. [Consulta: 8 de Mayo de 2022]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2020/12/cedros-de-ecuador-proteccion-cites-peligro-trafico/>.

RODRÍGUEZ, Dante . *SEMILLAS DE ESPECIES FORESTALES*. [en línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Autónoma Chapingo. México. 2021. p. 8. [Consulta: 25 junio 2022]. Disponible en: <https://www.camafu.org.mx/wp-content/uploads/2021/04/Semillas-de-Especies-Forestales-DART-Dicifo-UACH-1.pdf>

Tapia, Flores., & Ernesto, Carlos. PRUEBAS PARA COMPROBAR LA NORMALIDAD DE DATOS EN PROCESOS PRODUCTIVOS: ANDERSONDARLING, RYAN-JOINER, SHAPIRO-WILK Y KOLMOGÓROV-SMIRNOV. *amelica*. [en línea], 2021, (Ecuador) 8(02), p. 66. [Consulta: 9 abril 2022]. ISSN 1560-0408. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/341/3412237018/3412237018.pdf>.

D.S.R.A.
Ing. Cristian Castillo



ANEXOS

ANEXO A: LIMPIEZA DEL LUGAR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL VIVERO TEMPORAL

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Construcción del vivero temporal



ANEXO B: PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS POR PORCENTAJES

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Preparación del sustrato



ANEXO C: ADQUISICIÓN DE LAS FUNDAS DE POLIETILENO PARA PROCEDER A ENFUNDAR LO SUSTRATOS.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Llenado de fundas





ANEXO D: ADQUISICIÓN DE CAL PARA LA DESINFECCIÓN DEL LUGAR PARA LA INVESTIGACIÓN.

<p>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO</p>	
--	---

Desinfección del lugar con Cal



ANEXO E: ADQUISICIÓN DE LAS SEMILLAS *CEDRELA ODORATA* L. PARA LUEGO PONERLAS EN REMOJO Y SER SEMBRADAS EN LAS FUNDAS DE POLIETILENO.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Semillas obtenidas



ANEXO F: SIEMBRA DIRECTA DE LAS SEMILLAS

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Siembra



ANEXO G: SEMILLAS EN ETAPA DE GERMINACIÓN

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Semillas en etapa de germinación



ANEXO H: TOMA DE LOS DATOS VARIABLES

<p>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO</p>	
--	---

Toma de datos: altura, Dac y número de hojas



<p>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO</p>	
--	---

Plántulas de *Cedrela Odorata* L.





ANEXO I: REGISTRO EN TABLAS DE LOS DATOS VARIABLE POR DÍAS

<p>REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE ESTADÍSTICA</p>	
---	---

TABLA: toma de datos de la variable altura.

	TRATAMIENTOS	REPETICIONES	DÍAS		
			30	60	90
ALTURA	T1	R1	2,9	3,5	5
	T1	R1	2,7	3	4,8
	T1	R1	2,5	3,1	5
	T1	R2	2,4	3,2	4,4
	T1	R2	2,8	3,2	4,3
	T1	R2	2,2	3,6	4,7
	T1	R3	2,5	3,7	4,4
	T1	R3	2,6	3,2	4,8
	T1	R3	2,3	3,9	4,7
	T2	R1	4,7	5,6	9,5
	T2	R1	4,3	7,6	9,6
	T2	R1	5	6,3	9
	T2	R2	4,4	5,8	8,5
	T2	R2	4,5	5,9	7,5
	T2	R2	4,2	6,8	8
	T2	R3	4,9	6,5	9,4
	T2	R3	4,8	5,8	8,5
	T2	R3	4,2	5,7	8,5
	T3	R1	5,4	7,5	9,4
	T3	R1	5,7	8,4	9,4
	T3	R1	5,2	7,4	10,1
	T3	R2	5,4	7,1	9,9
	T3	R2	5	8,2	9,1
	T3	R2	5,2	7	11,6
	T3	R3	5,1	8,2	9,1
	T3	R3	5,2	8,1	11,9
	T3	R3	5,6	7,8	9,9
	T4	R1	7	9,5	16,8
	T4	R1	6,7	9,8	17,8
	T4	R1	6,6	9,4	16,5
	T4	R2	6,3	9,5	17,7
	T4	R2	6,5	10,6	16,8
T4	R2	7	10,4	17,2	
T4	R3	6	9,1	16,5	
T4	R3	6,4	9,7	16,8	
T4	R3	6,1	9,5	17	

TABLA: toma de datos de la variable DAC (Diámetro a la altura del cuello).

	TRATAMIENTOS	REPETICIONES	DÍAS		
			30	60	90
DAC (DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO)	T1	R1	1,4	1,7	2,5
	T1	R1	1,2	1,7	2,8
	T1	R1	1,2	1,6	2,6
	T1	R2	1,3	1,9	2,5
	T1	R2	1,3	2	2,6
	T1	R2	1,4	2,2	2,7
	T1	R3	1,2	2,2	2,5
	T1	R3	1,3	2	2,7
	T1	R3	1,2	2,1	2,8
	T2	R1	1,9	3	4,4
	T2	R1	2,2	2,9	4,6
	T2	R1	1,9	2,9	4,5
	T2	R2	2,2	3,1	4,3
	T2	R2	2,2	3	4,5
	T2	R2	2,2	3,2	4,1
	T2	R3	2,1	2,9	4,4
	T2	R3	2,2	3,1	4,2
	T2	R3	2,1	3,3	4
	T3	R1	1,7	3,5	4,2
	T3	R1	1,9	3,4	4,5
	T3	R1	1,7	3,5	4,4
	T3	R2	1,5	3,7	4,3
	T3	R2	1,6	3,6	4,4
	T3	R2	1,8	3,5	4,4
	T3	R3	1,5	4	4,2
	T3	R3	1,6	3,9	4,2
	T3	R3	1,6	3,2	4,6
	T4	R1	2,4	3,8	5,4
	T4	R1	2,6	3,8	5,6
	T4	R1	2,3	4	5,2
	T4	R2	2,6	4,4	5,1
	T4	R2	2,6	4,6	5,3
	T4	R2	2,3	4,5	5,7
	T4	R3	2,5	4,6	5,6
	T4	R3	2,3	3,6	5,2
	T4	R3	2,4	3,9	5,9

TABLA: toma de datos de la variable número de hojas.

	TRATAMIENTOS	REPETICIONES	DÍAS		
			30	60	90
NÚMERO DE HOJAS	T1	R1	3	5	6
	T1	R1	2	4	6
	T1	R1	3	4	5
	T1	R2	3	5	5
	T1	R2	2	4	5
	T1	R2	4	5	6
	T1	R3	4	5	6
	T1	R3	4	4	6
	T1	R3	2	5	5
	T2	R1	5	7	10
	T2	R1	6	8	9
	T2	R1	6	8	10
	T2	R2	6	8	9
	T2	R2	6	8	9
	T2	R2	6	8	9
	T2	R3	6	7	10
	T2	R3	5	7	9
	T2	R3	5	8	10
	T3	R1	5	7	9
	T3	R1	5	8	9
	T3	R1	4	7	10
	T3	R2	3	8	10
	T3	R2	5	8	9
	T3	R2	4	7	10
	T3	R3	5	7	9
	T3	R3	6	8	9
	T3	R3	6	7	9
	T4	R1	5	9	10
	T4	R1	5	8	11
	T4	R1	6	7	10
	T4	R2	6	9	10
	T4	R2	5	9	10
	T4	R2	6	9	11
	T4	R3	6	9	11
	T4	R3	5	9	11
	T4	R3	5	9	11

ANEXO J: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS Y DE LOS FACTORES ALTURA, DAC Y NUMERO DE HOJAS A LOS 30,60 Y 90 DÍAS.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TRANS	12	0,63	0,49	8,30

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	563,40	3	187,80	4,53	0,0389
Tratamientos	563,40	3	187,80	4,53	0,0389
Error	331,75	8	41,47		
Total	895,15	11			

Análisis de la varianza a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA (cm) 30 DÍAS	288	0,96	0,96	5,84

Tabla: Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	592,42	3	197,47	2594,58	<0,0001
TRATAMIENTOS	592,42	3	197,47	2594,58	<0,0001
Error	21,62	284	0,08		
Total	614,04	287			

ALTURA (cm) 60 DÍAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA (cm) 60 DÍAS	288	0,95	0,95	7,92

Tabla: Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1515,70	3	505,23	1696,87	<0,0001
TRATAMIENTOS	1515,70	3	505,23	1696,87	<0,0001
Error	84,56	284	0,30		
Total	1600,26	287			

ALTURA (cm) 90DÍAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
ALTURA(cm) 90 DÍAS	288	0,98	0,98	6,37	

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5676,06	3	1892,02	4507,31	<0,0001
TRATAMIENTOS	5676,06	3	1892,02	4507,31	<0,0001
Error	119,21	284	0,42		
Total	5795,27	287			

DAC (mm)30 DÍAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
DAC (mm) 30 DÍAS	288	0,87	0,86	8,71	

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	47,95	3	15,98	608,59	<0,0001
TRATAMIENTOS	47,95	3	15,98	608,59	<0,0001
Error	7,46	284	0,03		
Total	55,41	287			

DAC (mm) 60 DÍAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
DAC (mm) 60 DÍAS	288	0,91	0,91	8,03	

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	192,36	3	64,12	986,52	<0,0001
TRATAMIENTOS	192,36	3	64,12	986,52	<0,0001
Error	18,46	284	0,06		
Total	210,81	287			

DAC (mm) 90 DÍAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAC (mm) 90 DÍAS	288	0,95	0,95	5,49

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	283,70	3	94,57	1732,50	<0,0001
TRATAMIENTOS	283,70	3	94,57	1732,50	<0,0001
Error	15,50	284	0,05		
Total	299,20	287			

HOJAS 30 DÍAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# HOJAS 30 DÍAS	288	0,68	0,68	14,51

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	289,81	3	96,60	204,53	<0,0001
TRATAMIENTOS	289,81	3	96,60	204,53	<0,0001
Error	134,14	284	0,47		
Total	423,94	287			

HOJAS60 DÍAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# HOJAS60 DÍAS	288	0,87	0,87	8,61

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	684,65	3	228,22	639,52	<0,0001
TRATAMIENTOS	684,65	3	228,22	639,52	<0,0001
Error	101,35	284	0,36		
Total	786,00	287			

HOJAS 90 DÍAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

HOJAS 90 DÍAS 288 0,87 0,87 8,77

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1126,75	3	375,58	637,76	<0,0001
TRATAMIENTOS	1126,75	3	375,58	637,76	<0,0001
Error	167,25	284	0,59		
Total	1294,00	287			



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 05 / 07 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: ANABELLA IVONNE ESPIN VILLAMAR
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
Carrera: CARRERA INGENIERÍA FORESTAL
Título a optar: INGENIERA FORESTAL
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



Cristhian Castillo

1013-DBRA-UTP-2023