



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

**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE TRES TIPOS DE  
SISTRATOS PARA EL DESARROLLO VEGETATIVO EN *Fraxinus  
americana. L* (FRESNO) EN EL VIVERO DE LA ESPOCH.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:** MYRIAM SOLEDAD LLUMITASIG QUINATOA

**DIRECTOR:** Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA Msc

Riobamba – Ecuador

2022

**©2022, Myriam Soledad Llunitasig Quinatoa**

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

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

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

Riobamba, 07 febrero 2022



**Myriam Soledad Llunitasig Quinatoa**  
**180501351-1**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERIA FORESTAL**

El tribunal de trabajo de integración curricular certifica que: El trabajo de integración curricular: tipo proyecto de investigación: **EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS PARA EL DESARROLLO VEGETATIVO EN *Fraxinus americana*. L (FRESNO) EN EL VIVERO DE LA ESPOCH.**, realizado por la señorita, **MYRIAM SOLEDAD LLUMITASIG QUINATO**, 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:**

DANNY  
DANIEL  
CASTILLO  
VIZUETE  
Firmado digitalmente por  
DANNY DANIEL  
CASTILLO  
VIZUETE  
Fecha: 2022.03.11  
12:41:18 -05'00'

Ing. Danny Daniel Castillo Vizúete  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

2022-02-07



Firmado electrónicamente por:

**CARLOS  
FRANCISCO  
CARPIO COBA**

Ing. Carlos Francisco Carpio Coba Msc  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

2022-02-07



Firmado electrónicamente por:  
**NORMA XIMENA  
LARA VASCONEZ**

Ing. Norma Ximena Lara Vásconez Msc  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

2022-02-07

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer primeramente a Dios por cuidarme y permitir cumplir mis metas, a mis padres que me brindaron su apoyo incondicional, en especial a mi madre Juliana Quinatoa que pese a todo nunca me dejó sola y finalmente agradecer a la persona que estuvo junto a mí en todo momento desde hace tres años.

Sole.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mi padre Luis Llunitasig que ha sido un pilar fundamental en mi vida y me ha enseñado a ser perseverante y también a mi madre que con su amor y confianza logro formarme. A mi hermana por apoyarme moralmente y brindarme sus consejos a lo largo de estos años.

Sole.

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	x
INDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCION .....	1

### CAPITULO I

1. MARCO REFERENCIAL.....	5
1.2. Conceptos generales de la especie .....	5
1.2.1. <i>Fresno (Fraxinus americana .L)</i> .....	5
1.2.2. <i>Características botánicas</i> .....	5
1.2.2.1. <i>Fruto</i> .....	6
1.2.2.2. <i>Flores</i> .....	6
1.2.2.3. <i>Hojas y semillas</i> .....	6
1.2.3. <i>Usos</i> .....	6
1.3. <i>Sustratos</i> .....	6
1.3.1. <i>Tipos de sustratos</i> .....	7
1.3.1.1. <i>Arena</i> .....	7
1.3.1.2. <i>Turba</i> .....	7
1.3.1.3. <i>Fibra de coco</i> .....	7
1.3.2. <i>Ventajas y desventajas</i> .....	8
1.3.2.1. <i>Ventajas</i> .....	8

1.3.2.2.	<i>Desventajas</i> .....	8
<b>1.4.</b>	<b>Vivero Forestal</b> .....	8
<b>1.4.1.</b>	<b><i>Importancia</i></b> .....	8
<b>1.4.2.</b>	<b><i>Tipos de vivero</i></b> .....	9
1.4.2.1.	<i>Viveros permanentes</i> .....	9
1.4.2.2.	<i>Viveros temporales</i> .....	9
<b>1.4.3.</b>	<b><i>Ventajas y desventajas de los viveros forestales</i></b> .....	9
1.4.3.1.	<i>Ventajas</i> .....	9
1.4.3.2.	<i>Desventajas</i> .....	10
<b>1.5.</b>	<b>Germinación</b> .....	10
<b>1.6.</b>	<b>Costos de producción</b> .....	10
<b>1.6.1.</b>	<b><i>Costos Total</i></b> .....	10
<b>1.6.2.</b>	<b><i>Costos variables</i></b> .....	11
<b>1.6.3.</b>	<b><i>Costos Fijos</i></b> .....	11
<b>1.6.4.</b>	<b><i>Costo – beneficio</i></b> .....	11

## CAPITULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	12
<b>2.1.</b>	<b>Localización del ensayo</b> .....	12
<b>2.2.</b>	<b>Ubicación Geográfica</b> .....	12
<b>2.3.</b>	<b>Características climáticas y duración del ensayo</b> .....	12
<b>2.4.</b>	<b>Materiales y equipos</b> .....	13
<b>2.4.1.</b>	<b><i>Materiales de campo</i></b> .....	13
<b>2.4.2.</b>	<b><i>Materiales de escritorio</i></b> .....	13
<b>2.4.3.</b>	<b><i>Insumos y material biológico</i></b> .....	13
<b>2.5.</b>	<b>Metodología</b> .....	14

2.5.1.	<i>Para el cumplimiento del primer objetivo se utilizó la siguiente metodología:</i>	14
2.5.2.	<i>Para el cumplimiento del segundo objetivo se utilizó la siguiente metodología:</i>	14
2.5.3.	<i>Para el cumplimiento del tercer objetivo se utilizó la siguiente metodología:</i>	15
2.6.	<i>Esquema del diseño experimental</i>	15
2.6.1.	<i>Parámetros de Evaluación</i>	15
2.6.2.	<i>Análisis estadístico y pruebas de significancia</i>	15
2.6.3.	<i>Esquema del ADEVA del diseño con bloques completos al azar</i>	16
2.6.4.	<i>Croquis de campo</i>	16
2.6.5.	<i>Metodología de la investigación</i>	16
2.6.5.1.	<i>Número de semilla.</i>	17
2.6.5.2.	<i>Porcentaje de germinación</i>	17
2.6.5.3.	<i>Altura (cm), diámetro(mm) y numero de foliolos de la planta a los 45 Y 60 días</i>	17
2.6.5.4.	<i>Costos sobre beneficio (USD).</i>	17

### **CAPITULO III**

3.	<b>ANALISIS DE RESULTADOS</b>	18
3.1.	<b>Resultados de los parámetros de evaluación</b>	18
3.1.1.	<i>Porcentaje de germinación</i>	18
3.1.2.	<i>Variable: Altura de planta (cm)</i>	19
3.1.3.	<i>Variable: diámetro de tallo (mm)</i>	20
3.1.4.	<i>Variable: número de foliolos</i>	21
4.	<b>Beneficio – costo</b>	22
5.	<b>Discusión</b>	23
	<b>CONCLUSIONES</b>	26
	<b>RECOMENDACIONES</b>	27
	<b>GLOSARIO</b>	

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Clasificación taxonómica.....	5
<b>Tabla 2-2:</b>	Datos climatológicos de la ESPOCH .....	12
<b>Tabla 3-2:</b>	Concentración de los tratamientos experimental .....	14
<b>Tabla 4-3:</b>	Esquema del experimento .....	15
<b>Tabla 5.2:</b>	Esquema del ADEVA .....	16
<b>Tabla 6-2:</b>	Croquis de campo .....	16
<b>Tabla 7-3:</b>	Medias del porcentaje de germinación a los 28 días después de la siembra para la producción de plántulas de Fresno ( <i>Fraxinus americana. L</i> ) en fase de vivero.....	18
<b>Tabla 8-3:</b>	Medias de la altura de la planta a los 45 días después de a ver germinado, para la producción de plántulas de Fresno ( <i>Fraxinus americana. L</i> ) en fase de vivero.....	19
<b>Tabla 9-3:</b>	Medias de la altura de la planta a los 60 días después de la germinación para la producción de plántulas de Fresno ( <i>Fraxinus americana. L</i> ) en fase de vivero (Prueba de Tukey, $p < 0,05$ ).....	19
<b>Tabla 10-3:</b>	Medias del diámetro a la altura del tallo a los 45 días después de la germinación para la producción de plántulas de Fresno ( <i>Fraxinus americana. L</i> ) en fase de vivero...	20
<b>Tabla 11-3:</b>	Medias del diámetro a la altura del tallo a los 60 días después de la germinación para la producción de plántulas de Fresno ( <i>Fraxinus americana. L</i> ) en fase de vivero...	21
<b>Tabla 12-3:</b>	Análisis de Friedman a los 45 días después de la germinación de fresno ( <i>Fraxinus americana. L</i> ) en fase de vivero.....	21
<b>Tabla 13-3:</b>	Medias del número de folíolos de la planta a los 60 días después de la germinación para la producción de plántulas de Fresno ( <i>Fraxinus americana. L</i> ) en fase de vivero. ....	22

**Tabla 14-3:** Beneficio/Costo del ensayo por tratamiento.....22

## **INDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** ESTABLECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN
- ANEXO B:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA GERMINACIÓN A LOS 28 DÍAS (ANOVA)
- ANEXO C:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA GERMINACIÓN A LOS 60 DÍAS (ANOVA)
- ANEXO D:** PRUEBA DE SHAPIRO – WILKS DE LA ALTURA A LOS 45 DÍAS
- ANEXO E:** PRUEBA DE LEVENNE DE LA ALTURA A LOS 45 DÍAS.
- ANEXO F:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ALTURA A LOS 45 DÍAS (ANOVA)
- ANEXO G:** PRUEBA DE SHAPIRO – WILKS DE LA ALTURA A LOS 60 DÍAS.
- ANEXO H:** PRUEBA DE LEVENNE DE LA ALTURA A LOS 60 DÍAS.
- ANEXO I:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ALTURA A LOS 60 DÍAS (ANOVA)
- ANEXO J:** PRUEBA DE SHAPIRO – WILKS DEL DIÁMETRO A LOS 45 DÍAS.
- ANEXO K:** PRUEBA DE LEVENNE DEL DIÁMETRO A LOS 45 DÍAS.
- ANEXO L:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DIÁMETRO A LOS 45 DÍAS (ANOVA)
- ANEXO M:** PRUEBA DE SHAPIRO – WILKS DEL DIÁMETRO A LOS 60 DÍAS.
- ANEXO N:** PRUEBA DE LEVENNE DEL DIÁMETRO A LOS 60 DÍAS.
- ANEXO O:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DIÁMETRO A LOS 60 DÍAS (ANOVA).
- ANEXO P:** PRUEBA DE SHAPIRO – WILKS DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 60 DÍAS.
- ANEXO Q:** PRUEBA DE LEVENNE DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 60 DÍAS.
- ANEXO R:** ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 60 DÍAS (ANOVA).
- ANEXO S:** PRUEBA DE TUKEY DE LA GERMINACIÓN A LOS 60 DÍAS
- ANEXO T:** ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO

## RESUMEN

El presente estudio propuso evaluar la efectividad de tres tipos de sustratos para el desarrollo vegetativo en fresno (*Fraxinus americana. L*) en el vivero de la ESPOCH, provincia de Chimborazo, ciudad de Riobamba, con el fin de mejorar la reproducción sexual de esta especie de importancia forestal. Esta investigación se realizó en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales, donde se estableció un diseño de bloques completos al azar (DBCA), conformado por 3 tratamientos, 3 repeticiones y un total de 108 unidades experimentales, en el cual se utilizó 3 sustratos: T1 (Arena 50% + Turba 50%), T2 (Turba 25 % + fibra de coco 50 % + Arena 25%), T3 (Arena 100% (Testigo)). Las variables evaluadas tanto para la germinación y su desarrollo vegetativo fueron: altura (cm), diámetro a la altura del cuello (mm), número de folíolos y número de plantas germinadas (%). El análisis de varianza y la separación de medias para datos paramétricos se utilizó la prueba de Tukey, para datos no paramétricos se manejó la prueba de Friedman, aun nivel de significancia de 5%, en el software InfoStat. Los resultados obtenidos en nuestra investigación indicaron que los sustratos de mejor comportamiento para el porcentaje de germinación y desarrollo vegetativo fueron Turba 25 % fibra de coco 50 % Arena 25%(T2) y Arena 50% Turba 50%(T1), mostrándose en un rango A, valores altamente significativos frente al testigo 100% (T3)Arena, perteneciente al rango B. Llegando a concluir que el sustrato; Turba 25 % fibra de coco 50 % Arena 25%(T2) durante todo el proceso de evolución mostro un promedio mayor a los demás tratamientos, por ende se recomienda usar dicho sustrato para la propagación y crecimiento de *Fraxinus americana. L*.

**Palabras claves:** <CIENCIAS DE INGENIERIA>, <FRESNO (*Fraxinus americana. L*)>, <DESARROLLO VEGETATIVO>, <GERMINACION>, <CHIMBORAZO (PROVINCIA)>

CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO  
RUIZ

Firmado  
digitalmente por  
CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO RUIZ  
Fecha: 2022.03.01  
12:43:06 -05'00'



0365-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

This study proposed to evaluate the effectiveness of three types of substrates for the vegetative development of ash (*Fraxinus americana. L*) at the ESPOCH nursery, Chimborazo province, Riobamba city, in order to improve the sexual reproduction of this important forest specie. This research was carried out in the forest nursery of the Faculty of Natural Resources, where a randomized complete block design (DBCA) was established, consisting of 3 treatments, 3 replications and a total of 108 experimental units, in which 3 substrates were used: T1 (Sand 50% + Peat 50%), T2 (Peat 25% + coconut fiber 50% + Sand25%), T3 (Sand 100% (Control)). The variables evaluated for both germination and vegetative development were: height (cm), diameter at collar height (mm), number of leaflets and number of germinated plants (%). The analysis of variance and separation of means for parametric data used Tukey's test, for non-parametric data the Friedman test was used, at a significance level of 5%, in the InfoStat software. The gotten results in this research showed that the substrates with the best performance for the percentage of germination and vegetative development were Peat 25% coconut fiber 50% Sand 25% (T2) and Sand 50% Peat 50% (T1), showing highly significant values in the A range, compared to the control 100% (T3) Sand, belonging to the B range. It was concluded that the substrate; Peat 25% coconut fiber 50% sand 25% (T2) during the whole process of evolution showed a higher average than the other treatments, therefore it is recommended to use this substrate for the propagation and growth of *Fraxinus americana. L*.

**Key words:** <ENGINEERING SCIENCES>, <FRESNO (*Fraxinus americana. L*)>, <VEGETATIVE DEVELOPMENT>, <GERMINATION>, <CHIMBORAZO (PROVINCE)>.



Firmado electrónicamente por:  
**ELSA AMALIA  
BASANTES  
ARIAS**

## INTRODUCCIÓN

Dentro de un sistema agroforestal lo que se busca son especies que se relacionen beneficiosamente con el cultivo agrícola, como es el caso de fresno (*Fraxinus americana .L*), pues, (Canchari, 2017, p. 44) cita que esta especie forestal presenta afinidad en asociación con cultivos ya sea como cortinas rompe vientos o cercas vivas. Además por las características que presenta su copa es muy propicia como refugio en áreas ganaderas en época de verano, incluso al llegar a adaptarse a suelos sueltos estas ayudan en la protección de zonas ribereñas. Por ello la importancia de la propagación de dicha especie y la obtención de plantas de calidad a nivel de vivero. Puesto que para lograr plántulas resistentes y aptas para el establecimiento en campo se debe buscar los sustratos adecuados que ayuden a proporcionar un correcto desarrollo desde la germinación hasta la etapa de trasplante.

Sabiendo estos antecedentes hay que considerar que al ser los sustratos un medio de cultivo para una adecuada propagación, estos varían al combinar en diversas proporciones de ciertos componentes orgánicos creando nuevos sustratos que logren proporcionar buenos resultados.

En cuanto a esta especie es adaptable a cualquier medio, puede tolerar distintas condiciones climáticas, debido a su tallo recto y madera fuerte sirve para hacer cercas vivas y cortinas rompe vientos, por otro lado dicha especie genera beneficios al suelo mediante sus raíces y sus hojas que sirven como materia orgánica para cualquier cultivo cabe recalcar que esta especie llega a tener un ciclo de vida hasta de un siglo (De Juana, 2015, p. 141).

Por lo que este trabajo de investigación se basa en determinar el sustrato más adecuado que contribuya a mejorar el porcentaje de germinación y el desarrollo morfológico adecuado para fresno (*Fraxinus americana .L*) puesto que existe muy poca investigación en cuanto a sustratos y esta especie introducida (Ruiz, 2020, p. 1).

## **Problema**

El desconocimiento del tipo de sustrato y las proporciones adecuadas del mismo en la etapa de germinación de *Fraxinus americana. L*, además de la falta de estudios relacionados a dicho tema con respecto a la producción en vivero ha hecho que la producción de plantas forestal tenga un bajo porcentaje tanto en germinación como en su correcto desarrollo vegetativo ocasionando plántulas de baja calidad y poca adaptabilidad al establecer en sistemas agroforestales, considerando que se necesita individuos que interactúen y tengan buena resistencia en este tipo de sistemas.

## **JUSTIFICACIÓN**

Actualmente a nivel de vivero hace falta poseer una extensiva investigación acerca del uso de sustratos en correctas proporciones debido a que las especies forestales necesitan distintos requerimientos nutricionales. Por lo cual el determinar combinaciones adecuadas y específicas para cada especie sería un punto favorable para la producción de plantas de calidad. Considerando que los sustratos son un medio nutricional en la germinación, este trabajo propone estudiar y determinar las proporciones adecuadas para la reproducción de fresno (*Fraxinus americana. L*) con el fin de obtener plantas con un desarrollo correcto y de alta viabilidad.

Tomando en cuenta que *Fraxinus americana. L* es una especie que genera beneficios en sistemas agroforestales debido a su interrelación con distintas especies agrícolas este estudio brinda un aporte al conocimiento y al rendimiento de la misma para aquellos dedicados a la producción de plántulas en viveros.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la efectividad de tres tipos de sustratos para el desarrollo vegetativo en *Fraxinus americana*. *L* (Fresno) en el vivero de la ESPOCH.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Evaluar el porcentaje de germinación en cada tipo de sustrato
- ✓ Determinar el sustrato de mejor comportamiento en el desarrollo vegetativo de *Fraxinus americana*. *L* (Fresno).
- ✓ Analizar la relación costo/beneficio obtenido con los sustratos utilizados.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis nula**

**Ho:** Ninguno de los sustratos establecidos muestran diferencias significativas en el desarrollo vegetativo de *Fraxinus americana. L*

### **Hipótesis alternativa**

**Hi:** Al menos uno de los sustratos establecidos muestra diferencias significativas en el desarrollo vegetativo de *Fraxinus americana. L*

## CAPITULO I

### 1. MARCO REFERENCIAL

#### 1.2. Conceptos generales de la especie

##### 1.2.1. Fresno (*Fraxinus americana* .L)

**Tabla 1-1:** Clasificación taxonómica

Nombre científico:	<i>Fraxinus americana</i>
Nombre común:	Fresno blanco, Fresno americano
Reino:	Plantae
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Lamiales</i>
Familia:	<i>Oleácea</i>
Género:	<i>Fraxinus</i>
Especie:	<i>americana</i>

Fuente: (Canchari, 2017).

**Realizado por:** Llumitasig, Myriam, 2021.

##### 1.2.2. Características botánicas

El Fresno es una especie que puede alcanzar 25 metros de altura y hasta un diámetro de 15 metros, su origen va desde nueva Escocia a Florida, Nebraska y Texas, este árbol se adapta mejor a suelos con pH ácidos, neutros, alcalinos o muy alcalinos por lo tanto sus textura arenosa, franca o arcillosa ayudara a mantener secos o húmedos dependiendo de los factores del medio tales como: Temperatura, textura del suelo, exposición del sol, época del años, entre otras (Perez, 2013).

#### *1.2.2.1. Fruto*

Esta especie forestal presenta un fruto sámara con un cuerpo pequeño, casi cilíndrico de color pardo oscuro y su base mide 0.75 cm de largo, con una ala de 2.5 a 3 cm de largo de color pardo claro y ancho de 0.05cm que se extiende hasta el centro del cuerpo y se corta en el ápice (Lingelsh, 1907, p. 465).

#### *1.2.2.2. Flores*

Sus flores son fáciles de polinizar ya que están dotadas por anemofilia en sus frutos y tienen unidades reproductoras dioicas las mismas que están dispuestas en panículas, sin corola y con el cáliz persistente en el fruto (Ruiz, 2020, p. 13).

#### *1.2.2.3. Hojas y semillas*

Las hojas tienen margen entero o crenulado serrado hacia el tope, opuesta, sueltas con longitud de 20 a 30 cm y generalmente con 5 a 9 folíolos su forma es lanceoladas u ovadas, en cuanto a sus semillas tienen cuerpo rollizo de 2.5 a 6 cm de largo por 0.6cm de ancho la cual presenta una ala oblonga a espatulada que es delgada, lisa aplanada y de color amarillo a café (Gallegos, 2013, p. 104).

#### **1.2.3. Usos**

Esta especie tiene propiedades que favorecen al suelo debido a sus raíces que permiten la aireación de la misma, por otro lado las hojas de dicha especie sirven como indicadores de la presencia de ozono u otros contaminantes en exceso por ende esta especie es utilizada en sistemas agroforestales y ornamentales (Vozzo, 2010, pp. 465- 466).

### **1.3. Sustratos**

En cuanto a los sustratos son aquellos materiales puros o mezclados los cuales son empleados en el reemplazo del suelo en el cultivo de diferentes especies (ornamentales, forestales, frutales y plantines hortícolas) ya sea en macetas, fundas de repique, almácigos entre otras, tanto que se puede definir un sustrato óptimo mediante la especie vegetal a cultivar, el tamaño de la maceta, las condiciones ambientales del área de producción es decir la temperatura, luz, riego, etc. (Queya, 2015, pp. 18-19).

Según (Cuasapud, 2012, p. 19) menciona que el sustrato se obtiene al mezclar varios componentes tales como arena, turba, fibra de coco, tierra negra, etc y su función es servir de sostén a las plantas, proporcionar nutrientes y facilitar la absorción de agua por lo cual se obtiene una buena planta con sistemas radiculares suficiente para asegurar un crecimiento y desarrollo óptimo hasta el establecimiento de la misma.

### ***1.3.1. Tipos de sustratos***

#### ***1.3.1.1. Arena***

Uno de los sustratos más adecuados son las arenas de río estas suelen ser económicas, las mismas que deben contar con un tamaño entre 0,5 y 2 mm, hay que tomar en cuenta que contenga un mínimo de arcilla para evitar problemas de fijación iónica, tampoco debe tener demasiado fina por que puede provocar encharcamiento, asfixia radicular y compactación (Ledesma, 2010, p. 24).

#### ***1.3.1.2. Turba***

Este sustrato es de origen vegetal sus propiedades físicas y químicas varían en función de su origen, pueden clasificarse en turbas negras y rubias, las más utilizadas son las turbas rubias debido a su nivel de retención de agua y aireación pero varía en cuanto a su composición, en cuanto a las turbas negras tiene más mineral y menor contenido de materia orgánica (Portilla, 2012, p. 19).

#### ***1.3.1.3. Fibra de coco***

Es un sustrato secundario de la industria del procesamiento del coco la cual se deriva de un proceso de la cascara de coco al ser utilizado al extraer sus fibras para diversas industrias, el mismo que pasa por un proceso de trituración para separar las fibras más largas y de distintos tamaños de partículas cabe recalcar que se debe lavar para eliminar sales acumuladas y reducir el Ph (Chen, 2021).

### **1.3.2. Ventajas y desventajas**

#### **1.3.2.1. Ventajas**

En los últimos años el cultivo sin suelo ha incrementado por lo cual se debe elegir un sustrato óptimo para un buen desarrollo vegetal (García, 2017).

- ✓ Requiere un área limitada para lograr altos rendimientos
- ✓ En cuanto a la fertilización y riego permite mejor control
- ✓ Facilita la desinfección
- ✓ Es posible reciclar el drenaje de agua
- ✓ Puede ser utilizado como un medio alternativo para un suelo inadecuado (García, 2017).

#### **1.3.2.2. Desventajas**

Existen diversos factores que pueden hacer que un sustrato afecte al desarrollo de las planta (Alejo y Reyes, 2014, pp. 64-72).

- ✓ Desconocimiento del origen
- ✓ En cuanto a los costos de los distintos sustratos
- ✓ Adaptación y reacción de especies

## **1.4. Vivero Forestal**

Un vivero forestal es un lugar en el cual se cultiva netamente especies forestales hasta que estén aptos para plantarlos, en dicho lugar se controla toda condiciones durante la etapa de desarrollo de semilla a un plantin para que sea fuerte y resista diversas condiciones para luego trasplantarlo y se adapte a cualquier medio (Navall, 2006, p. 3).

### **1.4.1. Importancia**

En cuanto a la importancia se debe cuidar el medio que nos rodea y esta es la razón de producir plántulas de calidad que contribuyan y se adapten a cualquier medio ya que eso ayuda a formar plantaciones y sistemas agroforestales sostenibles que cambiaran nuestro entorno natural lo cual podría ser una fuente de ingreso económico para la comunidad o un núcleo familiar (Bonilla; et al, 2014)

### **1.4.2. Tipos de vivero**

Se clasifican en dos tipos los cuales abarcan a los viveros comunales escolares, familiares, entre otras (Oliva et al., 2014, p. 8).

#### **1.4.2.1. Viveros permanentes**

Sus instalaciones se realizan con materiales resistentes, infraestructura de cemento, se utiliza madera de calidad para sus acabados que aseguren sus durabilidad, sus áreas está bien distribuidas, almacenes, tanques elevados, oficinas, sistema de riego e incluso cuenta con un sistema completo de equipos como suelen ser instalaciones sistematizadas de riego que ayudan al desarrollo de mediano y largo plazo de plántones que pueden ser requeridos por distintas instituciones (Oliva et al., 2014, p. 8).

#### **1.4.2.2. Viveros temporales**

Generalmente están compuesta por un mínimo de personas su infraestructura es bastante simple, usualmente son creados con objetivos cortos ya sea la producción de plántones para uno o dos campañas de reforestación (Oliva et al., 2014, p. 8).

### **1.4.3. Ventajas y desventajas de los viveros forestales**

#### **1.4.3.1. Ventajas**

Los viveros forestales generan alto rendimiento en la producción de diversas especies

- ✓ Selección de planta de calidad
- ✓ Sectorización de cultivo
- ✓ Control vigilancia y cuidado
- ✓ Climatización del medio ambiente
- ✓ Producción de plantas a gran escala
- ✓ Minimiza pérdidas a causa de plagas o ataques de animales (Menendez y Corasma, 2018, pp. 14-16).

#### *1.4.3.2. Desventajas*

- ✓ Al establecer los gastos suelen ser elevados
- ✓ Desconocimiento de las normas ambientales al establecerlo
- ✓ En cuanto a los costos de producción se incrementan al adquirir equipos (Pacheco, 2010).

### **1.5. Germinación**

La germinación radica en el reinicio del crecimiento del embrión para su posterior desarrollo en una plántula independiente dando origen a que el pequeño embrión se convierta en un árbol de gran tamaño dicho proceso consta de tres etapas (Gaytan, 2001, pp. 31-32).

- Absorción de agua
- Concurrencia de la actividad enzimática, asimilación, incremento en la respiración y translocación del alimento almacenado en la zona de crecimiento.
- Alargamiento y división de las células, resultando en la emergencia de la radícula y plúmula (Gaytan, 2001, pp. 31-32).

### **1.6. Costos de producción**

Los costos de producción son gastos en los que se incurre en el desarrollo de los procesos o la ejecución de cualquier otro negocio de agro, esto se fundamenta en la concepción del negocio hasta la comercialización de la producción (Caceres, 2013, p. 33).

#### ***1.6.1. Costos Total***

“Este costo se basa en la suma de los costos de todos los factores utilizados en la producción (Caceres, 2013, p. 33-34).

$$CT = CV + CF$$

Dónde:

CV = Costos variables.

CF = Costos fijos (Caceres, 2013, p. 33-34).

### **1.6.2. Costos variables**

Los costos variables son aquellos gastos que varían conforme aumenta los niveles de producción los mismos que van de la mano de la actividad productiva es decir están vinculados concretamente con la función del volumen de producción (Caceres, 2013, p. 34).

### **1.6.3. Costos Fijos**

Los costos fijos permanecen constante en un corto plazo, dependiendo de cuan varia el volumen de producción, por lo cual son imperceptibles a los cambios dependiendo de la cantidad producida (Quinchuela, 2015, p. 27).

### **1.6.4. Costo – beneficio**

El costo-beneficio (B/C) también es conocido como índice neto de rentabilidad y su valor se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos Totales Netos o beneficios netos (**VAN**) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) (Rodriguez, 2021).

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización del ensayo

El presente trabajo de investigación se realizó en el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; situada en la Provincia de Chimborazo, ciudad de Riobamba en la Av. Panamericana Sur 11/2.

La provincia de Chimborazo tiene un bioclima pluviestacional, húmedo su piso bioclimático es mesotropical termotipos, el vivero de la Facultad es considerada por el ministerio del ambiente como vivero forestal (Ministerio del ambiente, 2013).

#### 2.2. Ubicación Geográfica

2. Lugar: vivero de la Facultad de Recursos Naturales – ESPOCH.
3. Latitud: 1° 39′ 0″ S
4. Longitud: 78° 39′ 0″ W.
5. Altitud: 2740 msnm

#### 2.3. Características climáticas y duración del ensayo

**Tabla 2-2:** Datos climatológicos de la ESPOCH

Precipitación Media Anual	561 mm
Temperatura media anual	14.0 ° C
Humedad Relativa media diaria	63.1 %

Fuente: (Tenorio, 2018)

**Realizado por:** Llumitasig, Myriam, 2021.

La presente investigación tuvo una duración de 4 meses aproximadamente, se realizó las siguientes actividades:

- Adquisición de sustrato
- Recolección de semilla

- Desinfección de semillas
- Establecimiento del diseño experimental
- Evaluación de los distintos tratamientos
- Análisis de los resultados.

## **2.4. Materiales y equipos**

### **2.4.1. *Materiales de campo***

- ✓ Fundas de repique
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Lápiz
- ✓ Carretilla
- ✓ Pala
- ✓ Regadera
- ✓ Balde
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Costales
- ✓ Sarán
- ✓ Calibrador o pie de rey
- ✓ Repicador

### **2.4.2. *Materiales de escritorio***

- ✓ Impresora
- ✓ Computadora
- ✓ Cámara
- ✓ Excel
- ✓ Resma de papel

### **2.4.3. *Insumos y material biológico***

- ✓ Sustrato: Arena, fibra de coco y turba
- ✓ Semilla de *Fraxinus americana. L*

✓ Agua

## 2.5. Metodología

### 2.5.1. Para el cumplimiento del primer objetivo se utilizó la siguiente metodología:

Para la presente investigación se utilizó tres tratamientos a base de arena, fibra de coco y turba en concentraciones de:

**Tabla 3–2:** Concentración de los tratamientos experimental

T1	Arena 50% Turba 50%
T2	Turba 25 % fibra de coco 50 % Arena 25%
T3	Arena 100%

**Realizado por:** Llumitasig, Myriam, 2021.

Se aplicó un diseño experimental constituido por 3 bloques completamente al azar (DBCA) que estará formado por 3 tratamientos con un total de 108 plantas.

A partir de la siembra se estableció un lapso de tiempo de 28 días en donde se evaluó el total de semillas germinadas por tratamiento de cada bloque.

### 2.5.2. Para el cumplimiento del segundo objetivo se utilizó la siguiente metodología:

Para determinar el sustrato de mejor comportamiento en el desarrollo vegetativo de fresno (*Fraxinus americana. L*) se tomó en cuenta los diámetros, altura y número de folíolos a los 45 días después de a ver germinado, considerando que se evaluó las plantas que germinaron a partir de los 28 días establecidos.

Tanto la altura como el diámetro de las plántulas se midieron con una regla de 30 cm y un calibrador digital. En cuanto al número de hojas se realizó un conteo visual.

Se tomó los datos de campo en una libreta, los mismos que fueron tabulados en Microsoft Excel e Infostat/E (Versión 2020e).

### 2.5.3. Para el cumplimiento del tercer objetivo se utilizó la siguiente metodología:

Para determinar el costo/beneficio se analizó el valor económico de cada sustrato por tratamiento con el fin de disponer el mejor tratamiento en cuanto al menor costo y mejor desarrollo vegetativo de las plántulas.

### 2.6. Esquema del diseño experimental

**Tabla 4-3:** Esquema del experimento

Tratamientos	Código	Repeticiones
T1	A1T1	12
T2	A2T2	12
T3	A3T3	12
Bloque	3	
Total		108

Realizado por: Llunitasig, Myriam, 2021.

#### 2.6.1. Parámetros de Evaluación

- ✓ Porcentaje de germinación
- ✓ Número de folíolos
- ✓ Altura (cm) de la planta a los 45 días
- ✓ Diámetro (mm) de la planta a los 45 días
- ✓ Costos sobre beneficio (USD).

#### 2.6.2. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los resultados que se obtengan desde la germinación, una vez establecido el diseño experimental esto serán sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Se aplicó un análisis de varianza (ADEVA) para las distintas medias con el fin de determinar el grado de significancia entre los tratamientos y bloques a la misma se aplicó una prueba de rango múltiple y una prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

### 2.6.3. Esquema del ADEVA del diseño con bloques completos al azar

**Tabla 5.2:** Esquema del ADEVA

Fuente de variación (Fv)	Grados de libertad (Gl)
Tratamiento (Trat)	2
Bloques (Bq)	2
Error (e)	4
Total (T)	8

Realizado por: Llunitasig, Myriam, 2021.

### 2.6.4. Croquis de campo

**Tabla 6-2:** Croquis de campo

T1	T3	T3
T2	T1	T2
T3	T2	T1

Realizado por: Llunitasig, Myriam, 2021.

### 2.6.5. Metodología de la investigación

Para el inicio de este trabajo de investigación se procedió a reconocer y ubicar un sitio dentro del umbráculo en el vivero para poder establecer el diseño experimental y posteriormente se procedió a la recolección de las semillas del Fresno, los mismo que se procedió a desinfectar utilizando VITAVAX FLO (Carboxim, Thiram), fungicida que es utilizado como tratamiento en diversos cultivos para controlar hongos presentes en las primeras etapas. Luego se procedió a la adquisición y combinación de los sustratos (Arena, turba, fibra de coco) una vez establecido las diferentes proporciones de sustrato se llenó las bolsas con sus respectivos sustratos ya que la siembra se hará de manera directa para evitar el repique.

Para evitar la dormancia de la semilla se cubrirá el sitio establecido con el sarán para proteger de los diferentes factores que podrían altera su desarrollo hasta su germinación además se realizara el riego manualmente (Regadera) cada tres días.

#### *2.6.5.1. Número de semilla.*

Para esta investigación se recolecto 108 semillas.

#### *2.6.5.2. Porcentaje de germinación*

A partir de la siembra se estableció un periodo de 28 días para su evaluación.

#### *2.6.5.3. Altura (cm), diámetro(mm) y numero de foliolos de la planta a los 45 Y 60 días*

Para poder determinar en cuanto al desarrollo vegetativo y la mejor composición de sustrato para las plantas de fresno se tomaron datos tanto de altura y diámetro a los 45 y 60 días, para el cual se utilizó el pie de rey para el diámetro de la altura del cuello en la plántula, para la altura una cinta métrica de esta manera se pudo identificar la mejor combinación en cuanto al sustrato. El número de hojas se contabilizo de manera visual tomando en cuenta todos los tratamientos (T1, T2 y T3) a los 45 y 60 días.

#### *2.6.5.4. Costos sobre beneficio (USD).*

Para cotizar en cuanto al beneficio y costo del proyecto se tomó en cuenta los ingresos netos sobre el costo de inversión entre tratamientos y los resultados en cuanto altura, diámetro y número de foliolos con el fin de determinar cuál de los sustratos serían más recomendable para los viveristas basándonos en los resultados obtenidos.

## CAPITULO III

### 3. ANALISIS DE RESULTADOS

#### 3.1. Resultados de los parámetros de evaluación

##### 3.1.1. Porcentaje de germinación

**Tabla 7-3:** Medias del porcentaje de germinación a los 28 días después de la siembra para la producción de plántulas de Fresno (*Fraxinus americana. L*) en fase de vivero.

<b>Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=31,04449</b>				
<b>Error: 113,8119 gl: 4</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
50% Arena+ 50% Turba	52,78	3	6,16	A
25% Turba+ 50%F. de Coco+ 25% Arena	52,78	3	6,16	A
100% Arena	2,78	3	6,16	B
<b>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</b>				

**Realizado por:** Llunitasig, Myriam, 2021.

De acuerdo a la **Tabla 7-3**, se presentan los valores promedios del porcentaje de germinación a los 28 días después de la siembra, en la cual se aplicó la prueba de Tukey al 0,05% donde se muestra que se formó dos rangos. En el primero encontramos al tratamiento 1 (50% Arena 50% Turba) con una media de 52,78 y al tratamiento 2 (25% Turba, 50% Fibra de coco y 30% Arena) con una media de 52,78. En el segundo rango encontramos el tratamiento 3 (T3 = 100% Arena), con 2,78 respectivamente, que presentó los valores más bajos.

Según el análisis en la **Anexo S** se determinó que no existen diferencias significativas en los tratamientos, es decir se demuestra homogeneidad en sus tratamientos y el promedio se acerca a sus medianas en lo que se distingue de cada tratamiento, teniendo relevancia por cada sustrato.

### 3.1.2. Variable: Altura de planta (cm)

**Tabla 8-3:** Medias de la altura de la planta a los 45 días después de haber germinado, para la producción de plántulas de Fresno (*Fraxinus americana. L*) en fase de vivero.

<b>Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,89752</b>				
<b>Error: 0,0951 gl: 4</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
50% Arena+50%Turba	3,37	3	0,18	A
25% Turba+50%F. coco+25%Arena	2,89	3	0,18	A
100% Arena	1,30	3	0,18	B
<b>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</b>				

Realizado por: Llumitasig, Myriam, 2021.

En la **Tabla 8-3**, se presentan los valores promedios de la altura de la planta a los 45 días después de la germinación en la cual se aplicó la prueba de Tukey al 0,05% donde se muestra que se formó dos rangos. En el primero encontramos al tratamiento 1 (50% Arena 50%Turba) con una media de 3,37 cm y al tratamiento 2 (25% Turba, 50% Fibra de coco y 30% Arena) con una media de 2,89 cm.

En el segundo rango encontramos el tratamiento 3 (T3 = 100% Arena), con 1,30 cm respectivamente, que presentó los valores más bajos.

**Tabla 9-3:** Medias de la altura de la planta a los 60 días después de la germinación para la producción de plántulas de Fresno (*Fraxinus americana. L*) en fase de vivero (Prueba de Tukey,  $p < 0,05$ ).

<b>Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,40730</b>				
<b>Error: 0,2339 Gl: 4</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
25% Turba+ 50%F. de Coco+ 25% Arena	4,40	3	0,28	A
50% Arena+ 50% Turba	4,20	3	0,28	A
100% Arena	2,58	3	0,28	B
<b>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</b>				

Realizado por: Llumitasig, Myriam, 2021.

En la **Tabla 9-3** se presentan los valores promedios de la altura de la planta a los 60 días después de la germinación en la cual se aplicó la prueba de Tukey al 0,05% donde se muestra que se formó dos rangos. En el primero encontramos al tratamiento 2 (25% Turba, 50% Fibra de coco y 30% Arena) con una media de 4,40 cm y al tratamiento 1 (50% Arena 50% Turba) con una media de 4,20 cm. En el segundo rango encontramos el tratamiento 3 (T3 = 100% Arena), con 2,58 cm respectivamente, que presentó los valores más bajos.

### 3.1.3. Variable: diámetro de tallo (mm)

**Tabla 10-3:** Medias del diámetro a la altura del tallo a los 45 días después de la germinación para la producción de plántulas de Fresno (*Fraxinus americana. L*) en fase de vivero.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15701				
<b>Error: 0,0029 gl: 4</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
50% Arena+ 50% Turba	1,40	3	0,03	A
25% Turba+ 50%F. de Coco+ 25% Arena	1,25	3	0,03	B
100% Arena	1,00	3	0,03	C
<b>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</b>				

**Realizado por:** Llunitasig, Myriam, 2021.

En la **Tabla 10-3** se presentan los valores promedios del diámetro a la altura del tallo a los 45 días después de la germinación en la cual se aplicó la prueba de Tukey al 0,05% donde se muestra que se formó tres rangos. En el primero encontramos al tratamiento 1 (50% Arena 50% Turba) con una media de 1,40 mm en el segundo al tratamiento 2 (25% Turba, 50% Fibra de coco y 30% Arena) con una media de 1,25 mm y por ultimo al tratamiento 3 (T3 = 100% Arena), con 1,00 mm respectivamente, que presentó los valores más bajos.

**Tabla 11-3:** Medias del diámetro a la altura del tallo a los 60 días después de la germinación para la producción de plántulas de Fresno (*Fraxinus americana. L*) en fase de vivero.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,74633				
<b>Error: 0,0658 gl: 4</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
25% Turba+ 50%F. de Coco+ 25% Arena	1,85	3	0,15	A
50% Arena+ 50% Turba	1,84	3	0,15	A
100% Arena	1,22	3	0,15	B
<b>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</b>				

Realizado por: Llumitasig, Myriam, 2021.

En la **Tabla 11–3** se presentan los valores promedios del diámetro a la altura del tallo a los 60 días después de la germinación en la cual se aplicó la prueba de Tukey al 0,05% donde se muestra que se formó dos rangos. En el primero encontramos al tratamiento 2 (25% Turba, 50% Fibra de coco y 30% Arena) con una media de 1,85 mm y al tratamiento 1 (50% Arena 50% Turba) con una media de 1,84 mm. En el segundo rango encontramos el tratamiento 3 (T3 = 100% Arena), con 1,22 mm respetivamente, que presentó los valores más bajos

### 3.1.4. Variable: número de foliolos

**Tabla 12-3:** Análisis de Friedman a los 45 días después de la germinación de fresno (*Fraxinus americana. L*) en fase de vivero.

<b>Prueba de Friedman</b>				
<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
3,00	1,67	1,33	28,00	0,0044
<b>Tratamiento</b>	<b>Media (Ranks)</b>		<b>n</b>	
50% Arena+ 50% Turba	4,00		3	A
25% Turba+ 50%F. de Coco+ 25% Arena	3,00		3	B
100% Arena	3,00		3	B
<b>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,050</math>)</b>				

Realizado por: Llumitasig, Myriam, 2021.

En la **Tabla 12-3** se indica que en la prueba de Friedman se obtuvo que el tratamiento 1 (50% Arena+ 50% Turba) presentan relevancia en cuanto al número de foliolos con una media de 4 en un lapso de 45 días.

**Tabla 13-3.** Medias del número de foliolos de la planta a los 60 días después de la germinación para la producción de plántulas de Fresno (*Fraxinus americana. L*) en fase de vivero.

<b>Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,27484</b>				
<b>Error: 0,6111 gl: 4</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
25%Turba+ 50%F. de Coco+ 25% Arena	7,00	3	0,45	A
50% Arena+ 50% Turba	7,00	3	0,45	A
100% Arena	4,00	3	0,45	B
<b>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</b>				

**Realizado por:** Llunitasig, Myriam, 2021.

En la **Tabla 13-3** se presentan los valores promedios del número de foliolos de la planta a los 60 días después de la germinación en la cual se aplicó la prueba de Tukey al 0,05% donde se muestra que se formó dos rangos. En el primero encontramos al tratamiento 2 (25% Turba, 50% Fibra de coco y 30% Arena) con una media de 7,00 y al tratamiento 1 (50% Arena 50%Turba) con una media de 7,00. En el segundo rango encontramos el tratamiento 3 (T3 = 100% Arena), con 4,00 respetivamente, que presentó los valores más bajos.

#### 4. Beneficio – costo

**Tabla 14-3:** Beneficio/Costo del ensayo por tratamiento

<b>VARIABLES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>			
		<b>T3 ( Arena 100%)</b>	<b>T1 (Arena 50% Turba 50%)</b>	<b>T2 ( Turba 25 % fibra de coco 50 % Arena 25%)</b>
Costo de las semillas	1	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,50
Costo de los sustratos	2	\$ 5,50	\$ 15,50	\$ 25,73
Costo de las fundas	4	\$ 0,18	\$ 0,18	\$ 0,18

Costo de la pulverizadora	5	\$ 5,25	\$ 5,25	\$ 5,25
Costo del desinfectante ( Vitavax)	6	\$ 1,66	\$ 1,66	\$ 1,66
Costo del saran	7	\$ 0,60	\$ 0,60	\$ 0,60
Mano de obra	8	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00
<b>EGRESOS</b>		<b>\$ 28,69</b>	<b>38,69</b>	<b>48,92</b>
<b>INGRESOS</b>				
Valores agregar				
costo por unidad de planta	1	\$ 0,80	\$ 1,07	\$ 1,36
Costo del sustrato	2	\$ 0,15	\$ 0,43	\$ 0,71
Costo total por unidad	3	\$ 0,95	\$ 1,51	\$ 2,07
<b>venta de plantas por tratamiento</b>		<b>28,49</b>	<b>45,16</b>	<b>62,21</b>
<b>B/C</b>		<b>0,99</b>	<b>1,17</b>	<b>1,27</b>

Realizado por: Llumitasig, Myriam, 2021.

Según la **Tabla 14-3**, del beneficio/costo muestra los valores de egreso, ingreso, costo de la plántula en unidad y el valor beneficio/ costo, en el cual se puede evidenciar que el T2 (25% Arena+ 25% Turba + 50% Fibra de coco) presenta un monto inicial de inversión alto de \$48,92 respecto al T1(50%Arena+ 5% Turba) \$38.69 y testigo(100%Arena) \$28.69, este indica mayor ganancia y mejor costo por plántulas con un valor de 2,07. Evidenciando que el T2 en base al B/C de 1.27 indica que por cada dólar de inversión se obtiene una ganancia del 27%, en comparación con el T1 con 17% y el testigo no cumple con los parámetros de rentabilidad (B/C).

## 5. Discusión

El porcentaje de germinación de acuerdo a los valores promedios a la prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades, demuestra que los tratamientos difieren estadísticamente en los promedios generando dos rangos, el mayor corresponde al tratamiento 2 (T2 = 25% Turba, 50% a Fibra de coco y 25% Arena) con 58,33 % y el tratamiento que presentó el menor valor fue el tratamiento 3 (T3 = 100% Arena) con 2,78% en el segundo rango. Pues según (García, 2008, p. 9) menciona que el género *Fraxinus* es una especie que se desarrolla mejor en suelos frescos, húmedos y de un porcentaje alto en materia

orgánica, por tal motivo se puede evidenciar que tienen diferencias significativas en los tratamientos 1 y 3, considerando al tratamiento 3 como el peor debido a su composición, en cuanto al tratamiento 2 es uno de los mejores por su alto porcentaje de germinación.

Según la investigación realizada por (Canchari, 2017, p. 51) menciona que el porcentaje de germinación con tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7% lograron un porcentaje de germinación del 90% considerando que se aplicó un tratamiento pre germinativo corroborando a (García, 2017) quien menciona que dicha especie en cuanto a germinación necesita de suelos fértiles y húmedos razón por lo cual el tratamiento 2 y 1 presentaron un porcentaje de germinación de 83,33% y 66,67 % respectivamente, superior al tratamiento 3 con 25,00%, en un lapso de 60 días. Cabe recalcar que no se aplicó ningún tratamiento pre germinativo obteniendo porcentajes similares a (Canchari, 2017, p. 15) en el cual las semillas estuvieron bajo tratamiento para su germinación.

La altura de la planta en los valores promedios de Tukey al 0,05% de probabilidades a los 45 y 60 días demuestran que el tratamiento T1 (50% Turba, 50% Arena) con una media de 4,20 cm y el tratamiento 2 (25% Turba+50% F. coco+25% Arena) con una media de 4,4 cm y el tratamiento que presentó los valores más bajos fue T3 (100% Arena) con una media 2,58 cm respectivamente.

Estos valores son inferiores a los obtenidos por (VÁSQUEZ y YUNGA, 2008, p. 54) quien en su investigación afirma haber obtenido una altura de 11 cm con un tratamiento T7s4p1 = (Humus (33.33%) - tierra vegetal (33.33%) - arena (33.33%)), en el cual se aplicó un tratamiento pre germinativo a base de agua, se tomó dichos datos en un lapso de 4 meses, mientras que a los 60 días se obtuvo un promedio de altura de las plantas de 4,40 cm en el cual no se utilizó ningún tratamiento pre germinativo, entonces se puede determinar que todo sustrato rico en materia orgánica y suelos aireados tendrán un desarrollo vegetativo mayor y serán responsables del crecimiento en altura según (García, 2008).

El diámetro de la planta (DAC) a los 60 días en los valores promedios de Tukey al 0,05% se clasifican en dos rangos. El tratamiento 2 (25% Turba+50% F. coco+25% Arena) con una media de 1,85 mm y el tratamiento 1 (50% Turba, 50% Arena) con una media 1,84 mm y el tratamiento que presentó los valores más bajos fue tratamiento 3 (100% Arena) con 1,22 mm respectivamente.

De acuerdo con los resultados de nuestra investigación se pudo determinar que el tratamiento 2 (25% Turba+50%Fibra de coco+25%Arena), en cuanto al crecimiento del diámetro presta mejores condiciones para su desarrollo con una media de 1,85mm (DAC), en comparación al tratamiento 3 (100% Arena) y tratamiento 1(50% turba + 50% Arena. Valores que guardan una relación con los promedios obtenidos por (Canchari, 2017, p. 64) donde el mejor sustrato en cuanto al diámetro se basó en (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%) en cual obtuvo una media de 6.11 mm en un lapso de 120 días, pudiendo corroborar lo dicho por (Garcia, 2008, p. 6) quien menciona que el sustrato con alto contenido de materia orgánica y una humedad adecuada contribuye al desarrollo óptimo de este género.

Los valores promedios del número de hojas en prueba de Tukey al 0,05% de probabilidades se demuestran que el tratamiento 1 (T1=50% turba, 50% arena) con promedio de número de hojas y el tratamiento que presentó los valores más bajos fue el tratamiento 3 (T3= 100% Arena) con 2,75 respetivamente.

Según la investigación realizada por (Olmedo, 2010, p. 48) el mejor sustrato a base de 100% Humus obtuvo un promedio de 2,17 hojas por planta durante un lapso de evaluación de 90 días, valores inferiores a los obtenidos en nuestra investigación, donde se pudo determinar que el tratamiento 2 (25% Turba+ 50%Fibra de coco+25%Arena) y tratamiento 1 (50% Arena+50%Turba) en un menor periodo de evaluación correspondiente a 60 días se obtuvieron una media de 7 hojas por planta, valores superiores a los de (Olmedo, 2010, p. 48), y ratificando lo dicho por (Garcia, 2008, p. 6) sobre el contenido de materia orgánica para el desarrollo vegetativo de *Fraxinus americana*. L.

Dentro del análisis del beneficio/ costo entre los tratamiento de nuestra investigación, en cuanto al costo de inversión (\$48.92) e ingresos netos (\$62.21), el tratamiento 2 (25% Turba+ 50%Fibra de coco+25%Arena) aun siendo un costo elevado se obtiene un mayor margen de ganancia, pues el costo por unidad de planta obtenido es de \$2.07 llegando a un B/C de 1.27, representado un ingreso económico positivo para un productor, ya que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0.27 ctvs, valores superiores a los demás tratamientos de esta investigación ( Anexo T). Además mediante esta combinación de sustratos (T2) generan mejores resultados en cuanto a desarrollo vegetativo y porcentaje de germinación, debido a la composición de materia orgánica en los sustratos utilizados.

## CONCLUSIONES

Una vez analizado los resultados en la “Evaluación de la efectividad de tres tipos de sustratos para el desarrollo vegetativo en *Fraxinus americana. L* (fresno) en el vivero de la Espoch”, se concluye que:

De los resultados obtenidos en la investigación se pudo determinar dos rangos que el mejor tratamiento a base de 25% Turba + 50% Fibra de coco + 25% Arena es el T2 tuvo un porcentaje de germinación del 83,33% evidenciando valores altamente significativos en comparación con los demás tratamientos, concluyendo que la especie de *Fraxinus americana. L* se adapta en cuanto a germinación a sustratos con alto contenido de materia orgánica.

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto altura, diámetro de cuello y número de folíolos los tratamientos 1 (50% turba + 50% arena) y tratamiento 2 (25% Turba + 50% Fibra de coco + 25% Arena) con alto contenido de materia orgánica, prestan condiciones adecuadas para el desarrollo vegetativo de *Fraxinus americana. L* en comparación a sustrato excesivamente sueltos y bajas cantidades de nutrientes.

El análisis beneficio/costo, donde el mejor tratamiento a base 25% Turba + 50% Fibra de coco + 25% Arena (T2), se obtuvo un valor de \$1,27. Pudiendo concluir que por cada dólar de inversión para la producción de plántulas a base de este sustrato, se obtiene un beneficio de 0,27 ctvs., mientras que los demás tratamientos no obtienen ganancias mayores aun teniendo menor egresos.

## RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda utilizar el tratamiento T1 (50% Turba + 50% Arena) y T2 (25% Arena + 50% Fibra de coco + 25% Turba) debido a su composición en materia orgánica y demás características de sustrato haciendo que estos tengan un mayor porcentaje de germinación y desarrollo vegetativo de fresno (*Fraxinus americana. L*) en vivero.

En base a los porcentajes de germinación se recomienda realiza nuevas investigaciones sometiendo a las semillas a tratamientos pre germinativos con el fin de determinar el comportamiento de las mismas.

Para evitar latencia en las semillas de fresno (*Fraxinus americana. L*) se recomienda cubrir los almácigos con restos vegetales (Paja) o materiales de protección como el sarán.

Para determinar mayores diferencias entre tratamientos se recomienda realizar investigación con un periodo de evaluación más amplio a la realizada.

## **GLOSARIO**

**Anemofilia:** se denomina a la adaptación de las plantas fanerógamas que aseguran su polinización con ayuda del viento. El término conviene también a cualquier dispersión de esporas realizado por el viento, como ocurre en muchos hongos o en los helechos. Hay que recordar que los granos de polen son esporas especiales (microsporas) (Gola, 2019 , p 8).

**Desarrollo vegetativo:** es la fase de la planta en la que se está instala el sistema radicular, compuesto por raíces ramificadas y pivotantes. El libre desarrollo de esta última permite óptimos desarrollo de planta y exploración del perfil.(Klein, 2010, p 16).

**Foliolos:** o pinnas hacemos referencia a cada una de las piezas separadas en las que se divide a veces el limbo de una hoja. Cuando el limbo solo está formado por un único folíolo, o lo que es lo mismo, cuando no está dividido, se dice que es una hoja simple; pero cuando sucede justo lo contrario se dice que la hoja es compuesta.(Portillo, 2012, p 20).

**Plántulas:** Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas. Es posible reconocer las plántulas de las malas hierbas al menos a nivel de género (Peralta, 2009).

**Plúmula:** es un pequeño brote de una planta, que durante la germinación proporcionará el tallo y las hojas. Es una plantita en miniatura en estado de vida latente o letargo. Se forma generalmente como consecuencia de la fecundación de la ovocélula u oósfera. La doble fecundación en Angiospermas da lugar al desarrollo del embrión y del endospermo, tejido nutricio (Martinez, 2019, p 34).

## BIBLIOGRAFIA

**ALEJO PALACIOS, Antonio Javier, & REYES CALVA, Luis Reinaldo.** Evaluación de sustratos y tipos de recipiente en el crecimiento de plántulas de café Arábigo, en condiciones de vivero. [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Loja, Loja, Ecuador. 2014. pp. 64-72. [Consulta: 2021-04-21]. Disponible en: [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12493/1/AntonioJavier\\_Alejo\\_Palacios.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12493/1/AntonioJavier_Alejo_Palacios.pdf).

**BONILLA, C. et al.** *Manejo de viveros Forestales*, [en línea]. Ecuador, Guía técnica, 2014. [Consulta: 21 abril 2021]. Disponible en: <https://www.jica.go.jp/project/spanish/ecuador/001/materials/c8h0vm00008bcae4att/manejo.pdf>.

**CACERES INOFUENTE, Ivan Roger.** EFECTO DE CRISTALES HIDROSOLUBLES (Hidrosorb®), FRECUENCIAS DE RIEGO Y SUSTRATO EN EL ALMACIGADO DE PINO (*Pinus radiata* D.) EN EL C. P. DE JAILLIHUAYA [en línea] (Trabajo de Titulación). (Tesis) UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, Puno, Peru. 2013. pp 33 – 34. [Consulta: 2021-04-22]. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1844/Cáceres\\_Inofuente\\_Iván\\_Roger.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1844/Cáceres_Inofuente_Iván_Roger.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**CANCARI HUAYTALLA, Yesenia.** Influencia de contenedores y sustratos en la propagación de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*), en Ayacucho a 2792 msnm [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, Ayacucho, Peru, 2017. pp. 15 – 64. Disponible en: [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3111/TESIS%20AG1201\\_Can.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3111/TESIS%20AG1201_Can.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**CHEN LOPEZ, Jose.** *Fibra de coco: un componente de los medios de cultivo* [blog]. 2021. [Consulta: 20 abril 2021]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/fibra-de-coco-un-componente-de-los-medios-de-cultivo/>.

**CUASAPUD GUADIR, Angelica Del Rocio.** Métodos de reproducción de tres especies forestales en cuatro proporciones de sustratos en vivero, en la comuna Tesalia, provincia Carchi [en línea]

(Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2012. pp. 19. [Consulta: 2021-04-21]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2565/1/03%20FOR%20205%20TESIS.pdf>

**DE JUANA CLAVERO, Jose.** *Clave para la identificación de especies del género Fraxinus ( Oleaceae ) en su taxonomía actual.* [blog]. 2014. [Consulta: 21 Abril 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/280978726\\_Clave\\_para\\_la\\_identificacion\\_de\\_especies\\_d\\_el\\_genero\\_Fraxinus\\_Oleaceae\\_en\\_su\\_taxonomia\\_actual](https://www.researchgate.net/publication/280978726_Clave_para_la_identificacion_de_especies_d_el_genero_Fraxinus_Oleaceae_en_su_taxonomia_actual)

**GALLEGOS SANCHES, Genaro.** Diagnóstico de salud de la especie fresno (*Fraxinus uhdei*) en zonas críticas por contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Guadalajara, Jalisco, Mexico. 2013. pp. 104. [Consulta: 2021-04-21]. Disponible en: [http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5821/Gallegos\\_Sanchez\\_Genaro.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5821/Gallegos_Sanchez_Genaro.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**GARCIA CASTRO, Angel.** *Beneficios de elegir el sustrato adecuado* [blog]. 2017. [Consulta: 21 abril 2021]. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/webinar-beneficios-de-elegir-el-sustrato-adecuado/>

**GARCIA PLASENCIA, Susana.** Estudio de la respuesta de diversos tratamientos previos a la germinación en las semillas de los fresnos (*Fraxinus angustifolia vahl.*, *Fraxinus excelsior l.* y *Fraxinus ornus l.*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. 2008. pp. 6-9. [Consulta: 2021-08-29]. Disponible en: [http://oa.upm.es/54026/1/PFC\\_SUSANA\\_GARCIA\\_PLASENCIA.pdf](http://oa.upm.es/54026/1/PFC_SUSANA_GARCIA_PLASENCIA.pdf)

**GAYTAN MOTA, Donny Marvin.** Prueba de germinación de Pinus cembroides var. Zucc en ocho sustratos diferentes [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Coahuila, México. 2001. pp. 31- 32. [Consulta:2021-04-21]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/770/T12209%20GAYTAN%20MOTA%20DONNY%20MARVIN%20%20TESIS.pdf>

**GOLA, Gerar.** *Anemofilia* [blog]. [Consulta: 2 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Anemofilia.html>

**STANGE KLEIN, Claudia.** *Desarrollo vegetativo* [blog]. [Consulta: 2 septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.asagir.org.ar/acerca-de-desarrollo-vegetativo-475>

**LEDESMA GUACHIZACA, Gladys Pulina.** Evaluación de tres tratamientos pregerminativos con cuatro tipos de sustratos para la propagación de pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis kunt*) [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2010. pp. 24. [Consulta: 2021-09-02]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/716/1/33T0072.pdf>

**VOZZO, J.** *Manual de semillas de Arboles Tropicales*. Missouri - Estados Unidos: 2010, pp. 465-466.

**MARTINNEZ, Javier.** Plúmula. [blog]. [Consulta: 2 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Pl%C3%BAmula>

**MENENDEZ CARDENAS, Miguel Angel; & CORASMA QUISPE, Richard.** Controlador de variables medioambientales con monitoreo remoto aplicado a un vivero de plántulas de pino de la provincia de Tayacaja [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Peru.2014. pp. 14-16. [Consulta:2021- 04- 21]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/779/TP%20%20UNH%20ELECT.%20017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**NAVALL, M.** *Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase*. Santiago del Estero – Argentina. 2006, pp. 3.

**OLIVA, M; et al.** *Vivero Forestal Para La Producción De Plantones De Especies Forestales Nativas* [ en línea]. Chachapoyas – Perú, 2014. [Consulta: 21 abril 2021]. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL1419.pdf>

**OLMEDO SANCHEZ, Marco Roberto.** Evaluación de tres sustratos en la propagación asexual del olivo olea europea, en el cantón Ambato provincia de Tungurahua [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 2010. pp. 48. [Consulta: 12021-09-01]. Disponible en: [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5546/1/Olmedo Chávez Marco.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5546/1/Olmedo_Chávez_Marco.pdf)

**PACHECO, Alex.** *Ventajas y desventajas del uso de invernaderos* [blog]. [Consulta: 21 abril 2021]. Disponible en: <https://acea.com.mx/articulos-tecnicos/alex-j-pacheco/43-i-introduccion-114-ventajas-y-desventajas-del-uso-de-invernaderos>

**PERALTA, Andres Javier.** *Morfología de las plántulas* [blog]. [Consulta: 2 septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.unavarra.es/herbario/hm/plantula\\_BAMH\\_01.htm](https://www.unavarra.es/herbario/hm/plantula_BAMH_01.htm)

**PEREZ, Micaela.** *Fraxinus americana* [blog]. 2013. [Consulta: 20 abril 2021]. Disponible en: <https://www.botanicayjardines.com/fraxinus-americana/>

**PORTILLA TAPIA, Diego Fernando.** Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2012. pp. 19. [Consulta: 2021-09-02]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2119/1/03FOR003TESIS.pdf>

**QUEYA QUISHPE, Franklin Manuel.** Germinación y emergencia de semillas de aliso (*alnus acuminata*) en cinco tipos de sustratos en la estación experimental cota cota de la facultad de agronomía - la paz [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 2015. pp. 18-19. [Consulta: 2021-09-02]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5844/T2099.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**QUINCHUELA GUAMAN, Dario Javier.** Aprovechamiento forestal semi-mecanizado de madera de *Pinus radiata* d. don (pino) en plantaciones de la empresa Novopan del Ecuador s.a. en la parroquia Cebadas, cantón Guamote provincia de Chimborazo [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015, pp. 27. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4259/1/33T0143%20.pdf>

**RODRIGUEZ, Nancy.** *Cómo realizar un análisis de costo-beneficio paso a paso* [blog]. 2021. [Consulta: 23 enero 2022]. Disponible en: <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costo-beneficio>

**RUIZ CASTILLO, Jonathan Pablo.** Propiedades físicas, mecánicas y trabajabilidad de fresno (*fraxinus americana* l.) proveniente de la estación experimental “la favorita”, Santo Domingo de los Tsáchilas [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

2020, pp. 1-13. Disponible en:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10292/2/04%20ISC%20546%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

**TENORIO ESPIN, Marlon Rene.** Evaluación de cuatro sustratos para la reproducción sexual de *Swietenia macrophylla* (Caoba) en el vivero de la Escuela superior politécnica de Chimborazo, en la ciudad Riobamba, Provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018, pp. 30. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10374/1/33T0209.pdf>

**VASQUEZ VINTIMILLA, Paulo Cesar; & YUNGA SARMIENTO, Juan Carlos.** Efecto de cuatro (4) porcentajes de zeolita como sustrato y dos (2) métodos pregerminativos en diez (10) especies forestales [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. 2008, pp. 54. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/570/1/06666.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO A: ESTABLECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN



Recolección de semillas de Fresno: se recolecto en la Provincia de Chimborazo, Cantón Guano, sector San José de Chocón - vía Ilapo. El árbol seleccionado se encontró en cortinas rompe vientos del cual se tomó las semillas de la parte alta, media y baja.



Preparación de los diferentes sustratos: una vez obtenida la arena, fibra de coco y turba se procedió a desinfectar el sustrato y a mezclar las distintas proporciones establecidas.



Llenado de la fundas con los sustratos establecidos



Limpieza y desinfección del sitio en el cual se estableció el diseño experimental con el fin de evitar enfermedades



Siembra y establecimiento del diseño experimental con su respectiva identificación y codificación de las unidades experimentales



Riego cada dos días por semana



Recolección de datos de altura y DAC en el ensayo.

#### ANEXO B: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA GERMINACIÓN A LOS 28 DÍAS (ANOVA)

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Transformación de Blis	9	0,88	0,76	32,38	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3414,26	4	853,56	7,50	0,0383
Tratamiento	3366,93	2	1683,46	14,79	0,0142
Bloques	47,33	2	23,67	0,21	0,8205
Error	455,25	4	113,81		
Total	3869,51	8			

#### ANEXO C: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA GERMINACIÓN A LOS 60 DÍAS (ANOVA)

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Trasformacion de Blis (%)..	9	0,78	0,56	24,85	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	<b>2615,87</b>	<b>4</b>	<b>653,97</b>	<b>3,54</b>	<b>0,1242</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>2120,80</b>	<b>2</b>	<b>1060,40</b>	<b>5,74</b>	<b>0,0668</b>
<b>Bloques</b>	<b>495,07</b>	<b>2</b>	<b>247,53</b>	<b>1,34</b>	<b>0,3587</b>
<b>Error</b>	<b>739,20</b>	<b>4</b>	<b>184,80</b>		
<b>Total</b>	<b>3355,06</b>	<b>8</b>			

**ANEXO D: PRUEBA DE SHAPIRO – WILKS DE LA ALTURA A LOS 45 DÍAS**

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
<b>RDUO Altura</b>	<b>9</b>	<b>0,00</b>	<b>0,24</b>	<b>0,97</b>	<b>0,8924</b>

**ANEXO E: PRUEBA DE LEVENNE DE LA ALTURA A LOS 45 DÍAS.**

Análisis de la varianza				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>RABS Altura</b>	<b>9</b>	<b>0,36</b>	<b>0,15</b>	<b>67,73</b>

  

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	<b>0,06</b>	<b>2</b>	<b>0,03</b>	<b>1,70</b>	<b>0,2596</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>0,06</b>	<b>2</b>	<b>0,03</b>	<b>1,70</b>	<b>0,2596</b>
<b>Error</b>	<b>0,10</b>	<b>6</b>	<b>0,02</b>		
<b>Total</b>	<b>0,16</b>	<b>8</b>			

**ANEXO F: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ALTURA A LOS 45 DÍAS (ANOVA).**

Análisis de la varianza				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>Altura</b>	<b>9</b>	<b>0,94</b>	<b>0,89</b>	<b>12,36</b>

  

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	<b>6,35</b>	<b>4</b>	<b>1,59</b>	<b>16,69</b>	<b>0,0092</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>6,25</b>	<b>2</b>	<b>3,13</b>	<b>32,86</b>	<b>0,0033</b>
<b>Bloques</b>	<b>0,10</b>	<b>2</b>	<b>0,05</b>	<b>0,52</b>	<b>0,6316</b>
<b>Error</b>	<b>0,38</b>	<b>4</b>	<b>0,10</b>		
<b>Total</b>	<b>6,73</b>	<b>8</b>			

**ANEXO G: PRUEBA DE SHAPIRO – WILKS DE LA ALTURA A LOS 60 DÍAS.**

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
<b>RDUO Atura</b>	<b>9</b>	<b>0,00</b>	<b>0,51</b>	<b>0,91</b>	<b>0,4204</b>

**ANEXO H: PRUEBA DE LEVENNE DE LA ALTURA A LOS 60 DÍAS.**

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>RABS Atura</b>	9	0,12	0	61,68	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	0,03	2	0,01	0,42	0,6748
<b>Tratamiento</b>	0,03	2	0,01	0,42	0,6748
<b>Error</b>	0,18	6	0,03		
<b>Total</b>	0,21	8			

**ANEXO I: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ALTURA A LOS 60 DÍAS (ANOVA).**

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>Atura</b>	<b>9</b>	<b>0,90</b>	<b>0,81</b>	<b>12,67</b>	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	<b>8,86</b>	<b>4</b>	<b>2,21</b>	<b>9,47</b>	<b>0,0256</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>7,73</b>	<b>2</b>	<b>3,86</b>	<b>16,52</b>	<b>0,0117</b>
<b>Bloques</b>	<b>1,13</b>	<b>2</b>	<b>0,57</b>	<b>2,42</b>	<b>0,2048</b>
<b>Error</b>	<b>0,94</b>	<b>4</b>	<b>0,23</b>		

<b>Total</b>	<b>9,79</b>	<b>8</b>
--------------	-------------	----------

**ANEXO J: PRUEBA DE SHAPIRO – WILKS DEL DIÁMETRO A LOS 45 DÍAS.**

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
<b>RDUO DAC</b>	<b>9</b>	<b>0,00</b>	<b>0,09</b>	<b>0,88</b>	<b>0,2328</b>

**ANEXO K: PRUEBA DE LEVENNE DEL DIÁMETRO A LOS 45 DÍAS.**

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>RABS DAC</b>	<b>9</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>74,34</b>	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	<b>4,8E-04</b>	<b>2</b>	<b>2,4E-04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,9198</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>4,8E-04</b>	<b>2</b>	<b>2,4E-04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,9198</b>
<b>Error</b>	<b>0,02</b>	<b>6</b>	<b>2,9E-03</b>		
<b>Total</b>	<b>0,02</b>	<b>8</b>			

**ANEXO L: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DIÁMETRO A LOS 45 DÍAS (ANOVA).**

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>DAC</b>	<b>9</b>	<b>0,96</b>	<b>0,92</b>	<b>4,49</b>	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	<b>0,28</b>	<b>4</b>	<b>0,07</b>	<b>24,46</b>	<b>0,0045</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>0,23</b>	<b>2</b>	<b>0,12</b>	<b>39,92</b>	<b>0,0023</b>
<b>Bloques</b>	<b>0,05</b>	<b>2</b>	<b>0,03</b>	<b>9,00</b>	<b>0,0330</b>
<b>Error</b>	<b>0,01</b>	<b>4</b>	<b>2,9E-03</b>		

<b>Total</b>	<b>0,30</b>	<b>8</b>
--------------	-------------	----------

**ANEXO M: PRUEBA DE SHAPIRO – WILKS DEL DIÁMETRO A LOS 60 DÍAS.**

Shapiro-Wilks (modificado)					
<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>p(Unilateral D)</b>
<b>RDUO DAC</b>	<b>9</b>	<b>0,00</b>	<b>0,22</b>	<b>0,92</b>	<b>0,5620</b>

**ANEXO N: PRUEBA DE LEVENNE DEL DIÁMETRO A LOS 60 DÍAS.**

Análisis de la varianza					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>RABS DAC</b>	<b>9</b>	<b>0,30</b>	<b>0,06</b>	<b>56,62</b>	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	<b>0,03</b>	<b>2</b>	<b>0,01</b>	<b>1,26</b>	<b>0,3481</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>0,03</b>	<b>2</b>	<b>0,01</b>	<b>1,26</b>	<b>0,3481</b>
<b>Error</b>	<b>0,06</b>	<b>6</b>	<b>0,01</b>		
<b>Total</b>	<b>0,09</b>	<b>8</b>			

**ANEXO O: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DIÁMETRO A LOS 60 DÍAS (ANOVA).**

Análisis de la varianza					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>DAC</b>	<b>9</b>	<b>0,85</b>	<b>0,69</b>	<b>15,63</b>	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	<b>1,44</b>	<b>4</b>	<b>0,36</b>	<b>5,48</b>	<b>0,0641</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>1,32</b>	<b>2</b>	<b>0,66</b>	<b>10,02</b>	<b>0,0277</b>
<b>Bloques</b>	<b>0,12</b>	<b>2</b>	<b>0,06</b>	<b>0,94</b>	<b>0,4635</b>
<b>Error</b>	<b>0,26</b>	<b>4</b>	<b>0,07</b>		
<b>Total</b>	<b>1,70</b>	<b>8</b>			

**ANEXO P: PRUEBA DE SHAPIRO – WILKS DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 60 DÍAS.**

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
<b>RDUO No. De Foliolos</b>	<b>9</b>	<b>0,00</b>	<b>0,58</b>	<b>0,93</b>	<b>0,6371</b>

**ANEXO Q: PRUEBA DE LEVENNE DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 60 DÍAS.**

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>RABS No. De Foliolos</b>	<b>9</b>	<b>0,48</b>	<b>0,31</b>	<b>94,87</b>	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	<b>0,69</b>	<b>2</b>	<b>0,35</b>	<b>2,80</b>	<b>0,1384</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>0,69</b>	<b>2</b>	<b>0,35</b>	<b>2,80</b>	<b>0,1384</b>
<b>Error</b>	<b>0,74</b>	<b>6</b>	<b>0,12</b>		
<b>Total</b>	<b>1,43</b>	<b>8</b>			

**ANEXO R: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 60 DÍAS (ANOVA).**

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
<b>No. De Foliolos</b>	<b>9</b>	<b>0,86</b>	<b>0,71</b>	<b>12,79</b>	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	<b>14,44</b>	<b>4</b>	<b>3,61</b>	<b>5,91</b>	<b>0,0568</b>
<b>Tratamiento</b>	<b>14,22</b>	<b>2</b>	<b>7,11</b>	<b>11,64</b>	<b>0,0215</b>
<b>Bloques</b>	<b>0,22</b>	<b>2</b>	<b>0,11</b>	<b>0,18</b>	<b>0,8403</b>
<b>Error</b>	<b>2,44</b>	<b>4</b>	<b>0,61</b>		
<b>Total</b>	<b>16,89</b>	<b>8</b>			

## ANEXO S: PRUEBA DE TUKEY DE LA GERMINACIÓN A LOS 60 DÍAS

<i>Test: Tukey Alfa=0, 05      DMS=39, 55858</i>				
<i>Error: 184, 7992      Gl: 4</i>				
<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Medias n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>50% Arena+50%Turba</b>	<b>66,67</b>	<b>3</b>	<b>7,85</b>	<b>A</b>
<b>25%Turba+50%F. coco+25%Arena</b>	<b>83,33</b>	<b>3</b>	<b>7,85</b>	<b>A</b>
<b>100%Arena</b>	<b>25,00</b>	<b>3</b>	<b>7,85</b>	<b>A</b>
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0,05).</i>				

## ANEXO T: ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO

