

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**TEMA:**

**CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE  
*Cedrela odorata* L. (CEDRO) EN DOS SUSTRATOS, EN EL  
VIVERO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA.**

**AUTOR:**

**TUALOMBO TOALOMBO PAUL RAMIRO**

**DIRECTOR DEL PROYECTO:**

**Dr. MARLON OSWALDO NÚÑEZ CASTRO**

**PASTAZA – ECUADOR**

**2019**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero aprovechar estas líneas para agradecer primeramente a Dios por brindarme salud y vida como también a todas las personas que me han ayudado con su apoyo a lo largo de estos años de trayectoria por la Universidad Estatal Amazónica.

A mi familia, padrinos y cuñado por estar conmigo a pesar de las adversidades apoyándome constantemente durante mucho tiempo.

A mis padres y hermana por ser un apoyo más grande durante mi educación universitaria, ya que sin ellos no hubiera logrado mis metas y sueños. Por ser mi ejemplo a seguir, por enseñarme a ser perseverante todos los días sin importar las circunstancias y el tiempo.

No quería pasar por alto la oportunidad de agradecer a todos los profesores que he tenido durante mi vida académica, porque entre todos han formado la base para que hoy pueda ser lo que soy. Entre los profesores quiero hacer una mención especial para mi tutor, Dr. Marlon Núñez, que me ofreció la posibilidad de trabajar en este proyecto que creo es tan fascinante y bonito, a la par que difícil para mí, y el cual pienso que es una forma de contribuir a que el futuro sea un poco más verde.

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de investigación se la dedico a Dios por brindarme salud y vida, durante este transcurso de formación.

A mi FAMILIA en especial a mis padres y hermana quienes son los pilares fundamentales en toda mi vida las cuales son un ejemplo de lucha a seguir y las personas más importantes que a pesar de nuestras indiferencias nunca supieron dejarme solo ya que sin ellas no hubiese podido culminar esta etapa más en mi formación como profesional.

A mis PROFESORES que he tenido desde mi niñez hasta la actualidad las mismas quienes han sido guías compartiendo poco a poco su cocimiento para formarnos como personas integras para la sociedad.

A mis padrinos Crisólogo Haro y su esposa Blanca Ramírez personas las cuales han sido como otros padres más para mí, siempre apoyándome con constancia desde mi niñez, también quiero hacer mención especial a mi cuñado Luis Cambi el cual ha estado apoyándome en mi etapa universitaria y es como un hermano en la familia.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>1.1.- INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	3
<b>1.3.- OBJETIVOS</b> .....	3
<b>1.3.1.- Objetivo general</b> .....	3
<b>1.3.2.- Objetivos específicos</b> .....	3
<b>CAPÍTULO II</b> .....	4
<b>2.1.-FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	4
<b>2.1.1- Cedrela odorata</b> .....	4
<b>2.1.2- Características edafoclimáticas</b> .....	5
<b>2.1.3- Sustrato</b> .....	5
<b>2.1.4- Sustrato tierra negra</b> .....	6
<b>2.1.5- Humus de lombriz</b> .....	6
<b>2.1.6.- Germinación</b> .....	7
<b>2.1.7.- Crecimiento</b> .....	7
<b>2.1.8.- Supervivencia de plántulas</b> .....	7
<b>2.1.9- Suelos amazónicos</b> .....	8
<b>2.2.- Degradación del suelo en la Amazonía</b> .....	8
<b>CAPÍTULO III</b> .....	9
<b>3.1-METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	9
<b>3.1.1. Localización</b> .....	9
<b>3.1.2.- Tipo de investigación</b> .....	9
<b>3.1.3.- Método de investigación</b> .....	10
<b>3.1.4- Componentes en estudio</b> .....	10
<b>3.1.5.- DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	13
<b>3.1.6- Materiales</b> .....	13
<b>3.1.7- Población y muestra</b> .....	14
<b>3.1.8- Procedimiento</b> .....	14
<b>3.1.9- Ejecución</b> .....	14
<b>3.2.- Parámetros de evaluación</b> .....	15
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	16
<b>4.1- RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	16

4.1.1 Porcentaje de supervivencia .....	16
4.1.2.- Comparación de supervivencia por cada tratamiento.....	17
4.1.3.- Comparación de los tamaños por cada uno de los cuatro tratamientos .....	17
4.1.3.- Comparación de supervivencia de acuerdo al tamaño de semillas.....	18
4.1.4.- Comparación de crecimiento de acuerdo al tamaño de las semillas.....	19
<b>CAPÍTULO V</b> .....	21
<b>5.1- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	21
5.1.1- Conclusiones.....	21
5.1.2.- Recomendaciones.....	21
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	22
<b>6.- BIBLIOGRAFÍA</b> .....	22
<b>CAPÍTULO VII</b> .....	25
7.1.- ANEXOS.....	25

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Análisis físico-químico del Humus de Lombriz.....	7
Tabla 2 Tratamientos y sustratos empleados en el estudio.....	13
Tabla 3 Factor AxB .....	13
Tabla 4 Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento.....	16
Tabla 5 Comparación de crecimiento de acuerdo al tamaño de las semillas .....	20

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización del sitio de la investigación .....	9
Figura 2 Esquematización de los tratamientos con su respectivo sustrato.....	10
Figura 3 Tierra negra .....	11
Figura 4 Tierra negra con humus en un 50%.....	11
Figura 5 Semilla más pequeña aleatoriamente .....	12
Figura 6 Semilla más grande aleatoriamente.....	12
Figura 7 Comparación de sobrevivencia por cada tratamiento. ....	17
Figura 8 Comparación de los tamaños por cada uno de los tratamientos.....	18
Figura 9 Comparación de los tamaños por cada uno de los tratamientos.....	19
Figura 10 Humus .....	25
Figura 11 Separación de impurezas del humus. ....	25
Figura 12 Obtención de humus puro .....	26
Figura 13 Fundas de polietileno y clasificación de semilla de acuerdo a su tamaño. ....	26
Figura 14 Fundas de polietileno contenido de tierra negra como sustrato. ....	27
Figura 15 Fundas de polietileno contenido de tierra negra con humus como sustrato.....	27
Figura 16 Tratamientos.....	28
Figura 17 Primeros brotes dentro de la primera semana. (T2) .....	28
Figura 18 Primeros brotes dentro de la primera semana (T3). ....	29

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la germinación, sobrevivencia y características de desarrollo inicial de plántulas de *Cedrela odorata* L. “cedro” en diferentes sustratos, El cedro es endémico de centro américa y se encuentra en estado vulnerable. El estudio se realizó con el fin de promover su conservación para lo cual se evaluó el porcentaje de germinación en un periodo de tiempo de ocho y veintiún días en semillas de dos tamaños distintas en longitud (pequeñas: 2.2-3.6 cm y grandes: 3.7-4.8 cm), pero no en diámetro. Respecto al sustrato, los tratamientos fueron: tierra negra con semillas grandes en T1, tierra negra con semillas pequeñas en el T2, tierra negra con humus y semillas grandes en el T3 y tierra negra con humus y semillas pequeñas en el T4. El tratamiento adecuado para la germinación fue tierra negra con humus. Las semillas pequeñas mostraron menor germinación entre todos los tratamientos, independientemente del sustrato, germinaron dos semillas por día en comparación con las grandes que germinaron cuatro por día en el sustrato tierra negra. El tratamiento T3 y T4 mostraron mejores resultados de germinación en semillas pequeñas y grandes las cuales estuvieron sometidas al estrato de tierra negra con humus. Las semillas del T2 germinaron, lo que podría estar relacionado con la capacidad para absorber agua más rápidamente, deduciendo que el tamaño de la semilla influye sobre el desarrollo de plántulas, lo que permite inducir que el contenido de reservas de las semillas más grandes produce plántulas con mejor crecimiento inicial.

Palabras clave: germinación/ sustrato/ tratamiento

## SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the germination, survival and characteristics of the initial development of *Cedrela odorata* L. "cedar" on different substrates, Cedar is endemic to Central America and is in a vulnerable state. The study was carried out with the purpose of promoting its conservation for which the germination percentage was evaluated in a period of time of eight and twenty-one days in the seeds of the different sizes in length (small: 2.2-3.6 cm and large: 3.7 - 48 cm), but not in diameter. Respect to the substrate, treatments were: black soil with large seeds in T1, black soil with small seeds in T2, black soil with humus and large seeds in T3 and black earth with humus and small seeds in T4. The appropriate treatment for germination was black soil with humus. Germination between all the treatments, germination two seeds per day in comparison with the large ones that germinated four per day in the black earth substrate. The treatment T3 and T4 obtain better results of germination in the small and large seeds in which they are at the same time in the black earth with humus. The seeds of T2 germinate, which could be related to the ability to absorb water more quickly deduct the size of the seed to influence the development of the seedlings, which allows to induce the content of the reserves of the largest seeds to produce seedlings with better initial growth.

Keywords: germination / substrate / treatment.

# CAPÍTULO I

## 1.1.- INTRODUCCIÓN

*Cedrela odorata* L. (cedro) pertenece a la familia Meliaceae, llamado comúnmente también como “oro rojo”, es un árbol que puede alcanzar los 50 m de altura, con grandes y gruesas raíces; su corteza se la puede apreciar fisurada con corteza exterior rosada y flores cremas, entre 6-12 mm de largo. Las plantas jóvenes por lo general poseen un olor a ajo. En la cultura Kichwa de la Sierra-Loja, su corteza macerada en alcohol es utilizada como condimento de bocadillos. En el Ecuador se lo encuentra en las provincias de: Esmeraldas, Galápagos (*sp.* introducida), Guayas, Los Ríos, Morona Santiago y Napo a una altitud de 0-2000 msnm (Mora, Quizhpe, Castro, & Jadán, 2018).

En América tropical el cedro se distribuye desde el norte de México hasta el norte de Argentina, incluyendo las islas del Caribe. Las selvas con climas tropicales y subtropicales húmedos y semihúmedos presentan un ambiente con precipitaciones que van anualmente de 1200-1800 mm y posteriormente también presentan una sequía aproximadamente de 4 a 5 meses, dando así unas condiciones óptimas para su desarrollo (Rodríguez García, López Castilla, Martínez Varona, Hernández Cuello, & Sarmiento Gar, 2015).

Esta especie integra el grupo de árboles maderables de alta calidad, antiguamente, al cedro se lo encontraba en grandes cantidades. Es una de las especies que han logrado resistir a las distintas perturbaciones antropogénicas, como el comercio y la expansión de la frontera agrícola y ganadera. Actualmente el cedro ha reducido drásticamente en zonas en las que se lo encontraba frecuentemente (Romo-Lozano, Vargas-Hernández, López-Upton, & Ávila Angulo, 2017).

En la actualidad los ecosistemas forestales se ven afectados por distintos factores ambientales y antropogénicas como la sequía y nuevas áreas para la agricultura; tales acciones están ocasionando su degradación. Algunas especies maderables como *C. odorata*, con gran distribución en el trópico y con importancia económica y ecológica, han experimentado gran disminución debido al aumento en la explotación y la regeneración poco exitosa (Aguirre-Medina, Mina-Briones, Cadena-Iñiguez, Dardón-Zunun, & Hernández-Sedas, 2014).

Su importancia económica resalta al ser una de las especies maderables de gran demanda dentro de la industria forestal. Su madera, de muy buenas características, es empleada para la obtención de madera aserrada y chapa para madera terciada. Entre otros usos, se puede mencionar la elaboración de finos muebles, instrumentos musicales y otros subproductos como: aromatizantes y medicinales (hoja, raíz, corteza, semilla y tallo) en infusiones para distintas patologías (Romo-Lozano *et al.*, 2017).

La importancia ecológica se enmarca al ser una especie secundaria y primaria a la vez, pues se han visto en algunos casos como especie pionera en la vegetación secundaria de diversas selvas, y también como un elemento frecuente en el estrato superior de las selvas maduras. Asimismo, tiene gran influencia para una reforestación en áreas degradadas de selvas y zonas secas semiáridas y también ha sido empleada en la rehabilitación de sitios donde se ha dado explotación minera (Moraes, Ribera, & Villanueva, 2000).

La reforestación de *C. odorata* requiere de algunos requisitos para vencer los principales factores desfavorables, tales como: suelo, clima y plagas, que puedan presentarse.

En un vivero, la producción de plántulas de alta calidad requiere de buen material genético y de tecnología adecuada en el proceso de producción. En tal sentido, el sustrato en el que las plántulas desarrollarán sus primeros estadios de vida es esencial para obtener plántulas de calidad. El sustrato es el entorno en el cual las raíces desarrollaran por un corto periodo de tiempo, siendo su calidad muy importante, ya que de aquí dependerá la calidad inicial de cada plántula. El sustrato puede estar compuesto de un solo material o de mezclas (Puerta, Russián, & Ruiz, 2018).

Los múltiples sistemas de producción intensivos y extensivos dan como resultado anualmente grandes masas de residuos orgánicos, así como la cascarilla del arroz, cacao y bagazo de caña de azúcar. Estos residuos que se obtienen como resultado de un trabajo pueden utilizarse como sustratos; no todos pueden ser utilizados de la misma manera ya que algunos de ellos necesitan ser transformados por otros procesos. (Cruz Crespo, Can Chulim, Sandoval Villa, Bugarín Montoya, Robles Bermúdez, & Juárez López, 2012)

Por lo general, el contenido de estos nutrientes son desperdiciados al momento de ser eliminados como basura o al ser incinerados. Puede hacerse mención que, en la mayoría de los casos, los residuos se acumulados a la intemperie siendo expuestos a un proceso de descomposición, en su mayoría sin ningún tipo de tratamiento y peor aún sin darle alguna utilización posterior (Rodríguez García *et al.*, 2015).

En la Amazonía del Ecuador una de las especies forestales explotadas es *C. odorata*. Esta circunstancia visibiliza la necesidad de contar con información que permita conocer el comportamiento de su crecimiento, con la finalidad de obtener datos confiables para planes silviculturales y de restauración de los bosques. Por ello se ha planteado la siguiente interrogante a ser resuelta con la presente investigación (Pereira, Fleig, Meyer, Lanzarin, & Wolf, 2016).

## **1.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el sustrato más adecuado para la obtención de plántulas de *C. odorata* producida en vivero?

## **1.3.- OBJETIVOS**

### **1.3.1.- Objetivo general**

Evaluar la germinación, sobrevivencia y características de desarrollo inicial de plántulas de *C. odorata* “cedro” en diferentes sustratos, en el vivero de la Universidad Estatal Amazónica (UEA).

### **1.3.2.- Objetivos específicos**

- Evaluar el desarrollo inicial y sobrevivencia de ciento cuarenta individuos de esta especie en dos sustratos.
- Determinar el sustrato más adecuado para implementar en procesos de restauración ecológica.
- Determinar la incidencia de los sustratos en la germinación y sobrevivencia de la especie *C. odorata*.

## CAPÍTULO II

### 2.1.-FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1- *Cedrela odorata*

##### Descripción Taxonómica

**Reino:** Plantae

**Filo:** Angiospermophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Sapindales

**Familia:** Meliaceae

**Género:** Cedrela

**Especie:** Odorata

**Nombre científico:** *Cedrela odorata* L

**Fuente:** (Duque & Jaramillo, 2014).

*C. odorata* es una especie característica en selvas tropicales de gran importancia ecológica como económica, debido a los pocos estudios realizados y su gran demanda poco satisfactorio ha sido la conservación de la especie ya que han sido superados en gran parte por la velocidad del deterioro (Chávez, 2015).

Árbol dioco, caducifolio, hasta 50 m de altura y 1.5 m de DAP, a este tamaño con grandes y gruesas raíces tablares; corteza exterior fuertemente fisurada con una corteza exterior rosada. Hojas alternas, paripinadas o imparipinadas con un peciolo cilíndrico, 0,4-1 m de largo. Flores cremas, 6-12 mm de largo. Cápsula oblonga, 3-6 cm de largo, leñosa, densamente lenticelada, con una columnela 5-angulada, sobre cuyos lados descansan varias semillas aladas, en plantas jóvenes es común el desprendimiento de olor a ajo.

Heliófila durable común en bosques húmedos hasta bosques secos, 0- 1200 msnm, pueden crecer sobre suelos aluviales o de colinas. Debido a su amplio hábitat de esta especie su madera puede tomar distintas características desde blanquecina hasta rojizas, dependiendo de ello sus usos pueden variar como su madera en la ebanistería y también sus hojas o corteza que son utilizadas en Napo por los kichuas medicinalmente. Existe una segunda especie en

la baja Amazonía en la provincia de Francisco de Orellana a 250 msnm es *C. fissilis Vell* la cual se registró hace 30 años atrás por una sola vez (Palacios, 2016).

En Cada Kg se puede encontrar de 40.000 a 55.000 semillas de cedro, los cuales se recolectan de árboles semilleros en su estado natural debido a que estas presentan una mayor probabilidad de germinación en un 70% (Ecuadorforestal, 2012). En ambiente natural luego de 30 días la capacidad germinativa disminuye por lo cual no debe de transcurrir tanto tiempo (Fernández, 2015).

Las semillas son aladas de un color pardo de forma elíptica que pueden medir entre 1.2-4.0 cm de longitud y de 5-8 cm de ancho, su testa suele ser de castaño rojizo; el embrión se encuentra comprimido en forma recta y es de color crema o blanco el cual tiene dos cotiledones planos, frondosos, grandes y medianamente ovoides con una radícula corta e inferior.(Espitia-Camacho, Araméndiz-Tatis, & Cardona-Ayala, 2017).

La germinación se lleva a cabo en el inferior de la semilla; posterior a los cotiledones, se desarrollan hojas trifoliadas, de 4 cm de longitud aproximadamente, las cuales van cambiando a la forma. Las semillas recién recolectas alcanzan una viabilidad de un 80% por lo cual los porcentajes de germinación alcanzan hasta un 95% sin algún tipo de tratamiento pre-germinativo. El inicio de la germinación se de los 8 hasta los 15 días posterior a la siembra. Uno de los tratamientos más usuales utilizados es un remojo en agua ambiente por el transcurso de 24 h para así obtener una germinación. Obteniéndose porcentajes de germinación superiores al 70% (Ecuadorforestal, 2012).

## **2.1.2- Características edafoclimáticas**

### **Requerimiento climático**

Altitud: 0 – 1.200 msnm

Precipitación: 1.200 – 2.000 mm

Temperatura: 18 – 30 °C Fuente:

(Ecuadorforestal, 2012)

## **2.1.3- Sustrato**

Se define como sustrato a "todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla permite el

anclaje del sistema radicular, desempeñando por tanto un papel de soporte para la planta" (Torres *et al.*, 2017).

En la actualidad, existe una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos (Beltrán-Morales *et al.*, 2016).

Los sustratos se los consideraba como elementos de mucha importancia pero de igual manera un sustrato no puede servir para todas las plantas por ello cada sustrato debía reunir características favorables a la hora de aplicar en nuestro cultivo por lo general se realizan mezclas para tratar de reunir los componentes que faltan unos a otros (Jiménez *et al.*, 2016).

#### **2.1.4- Sustrato tierra negra**

La tierra negra es considerada la de mejor calidad por su fertilidad y alta capacidad de retención de agua, pero con problemas de agrietamiento y drenaje las cuales se asocian la uniformidad del color con la calidad de tierra, el agrietamiento con su capacidad de almacenamiento de agua, la consistencia y el brillo con su dureza en seco (Hernández, Gómez, Cobos, Quiroga, & Pezo, 2014).

#### **2.1.5- Humus de lombriz**

El humus de lombriz es el resultado de una cadena de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre materia orgánica durante la digestión de las lombrices al poseer grandes proporciones de microorganismos y nutrientes, lo que ayuda a la estructura y la actividad biológica del suelo, como para la nutrición vegetal. (Castellanos Perlacio, 2018) en la Tabla 1, se puede apreciar el contenido físico químico del humus.

Tabla 1 Análisis físico-químico del Humus de Lombriz

Humedad	30%
Ph	7,2
Conduc. Electric. (dS/m)	0,84
Nitrógeno	1,5%
Fósforo	1,35%
Potasio	1,2%
Calcio	8%
Magnesio	0,87%
Materia orgánica	25%
Carbono orgánico	30%
Acidos fílvicos	14%
Ácidos húmicos	2.8%
Sodio	0.02%
Cobre (mg.kg - 1)	22.94%
Hierro	1.12%
Manganeso	0.92%
Zinc ( )	195.03%
Relación C/N	10%

Fuente:(Castellanos Perlacio, 2018)

### **2.1.6.- Germinación**

La germinación involucra todos aquellos procesos que comienzan con la absorción de agua por la semilla quiescente, y terminan con la elongación del eje embrionario. La señal visible de la finalización de la germinación es, en general, la emergencia de la radícula embrionaria a través de las cubiertas seminales, aunque en el ámbito de la producción es aceptado que la señal de la germinación suele tomarse como la visualización de la plántula viable emergiendo del suelo. (Varela & Arana, 2011).

### **2.1.7.- Crecimiento**

El crecimiento es definido generalmente como un incremento irreversible en las dimensiones de la planta. La obtención de plantas sanas y vigorosas, comienza desde la germinación en el sustrato, que debe tener las condiciones fisicoquímicas y nutrientes adecuadas para su desarrollo, por lo que la generación de tecnología para el crecimiento de plántulas sanas y vigorosas es un requerimiento necesario (Di Benedetto & Tognetti, 2016).

### **2.1.8.- Supervivencia de plántulas**

Todo ser vivo se adapta a su entorno debido a un mundo en el cual los recursos son escasos, el porcentaje de supervivencia del cedro es de un 50 a 85%, al tener un carácter mejora la

eficacia en su explotación dando más oportunidades para dejar descendencia y sus hijos podrían sobrevivir mejor (Salazar, 2016).

### **2.1.9- Suelos amazónicos**

La mayoría de los suelos de la Amazonía son pobres en nutrientes (Ca, K, P) y poseen una baja capacidad de retención por ello los nutrientes no se encuentran en el suelo sino en la biomasa, la Amazonía ecuatoriana constituye más del 40 % de la superficie del Ecuador y es una de las mayores reservas ecológicas para la humanidad, debido fundamentalmente a su riqueza biológica y endemismo (Torres *et al.*, 2014). Sin embargo, la Amazonía ha sufrido grandes cambios en el uso del suelo y la creciente deforestación, viéndose afectada la biodiversidad, el agua, suelo y la disminución o pérdida de servicios ecosistémicos (Vargas *et al.*, 2014). El tipo de suelo que se encuentra aquí es de inceptisoles y oxisoles, en este se representa el uso por la actividad humana (Bravo-Medina *et al.*, 2017).

### **2.2.- Degradación del suelo en la Amazonía**

A lo largo de la historia, el ser humano ha asociado la fertilidad del suelo, con el color de tono oscuro que proporciona la materia orgánica humificada. Los suelos amazónicos se han convertido en pasturas y la expansión agrícola es claramente identificada como los conductores más importantes de cambio en el uso del suelo, con la consecuente pérdida de su fertilidad, calidad y biodiversidad. Los recursos naturales son fundamentales para el desarrollo productivo y social del ser humano, sin embargo están amenazados globalmente por diversos factores adversos como la degradación y otros eventos de tipo climatológico; provocando consecuencias en la producción agrícola, la seguridad alimentaria, la disponibilidad de agua, la contaminación en zonas dedicadas a la actividad petrolera y minera, además del uso en exceso de productos químicos con la expansión agricultura y sellado del suelo a través de la expansión urbana (FAO, 2017).

## CAPÍTULO III

### 3.1-METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1.1. Localización

El presente estudio se realizó en el vivero de la carrera Ingeniería Forestal de la Universidad Estatal Amazónica (UEA), con sede en Puyo, Provincia de Pastaza, km 2 ½, en el sureste del Ecuador, con las siguientes coordenadas: 166410 S; 9837656 W (Figura 1).

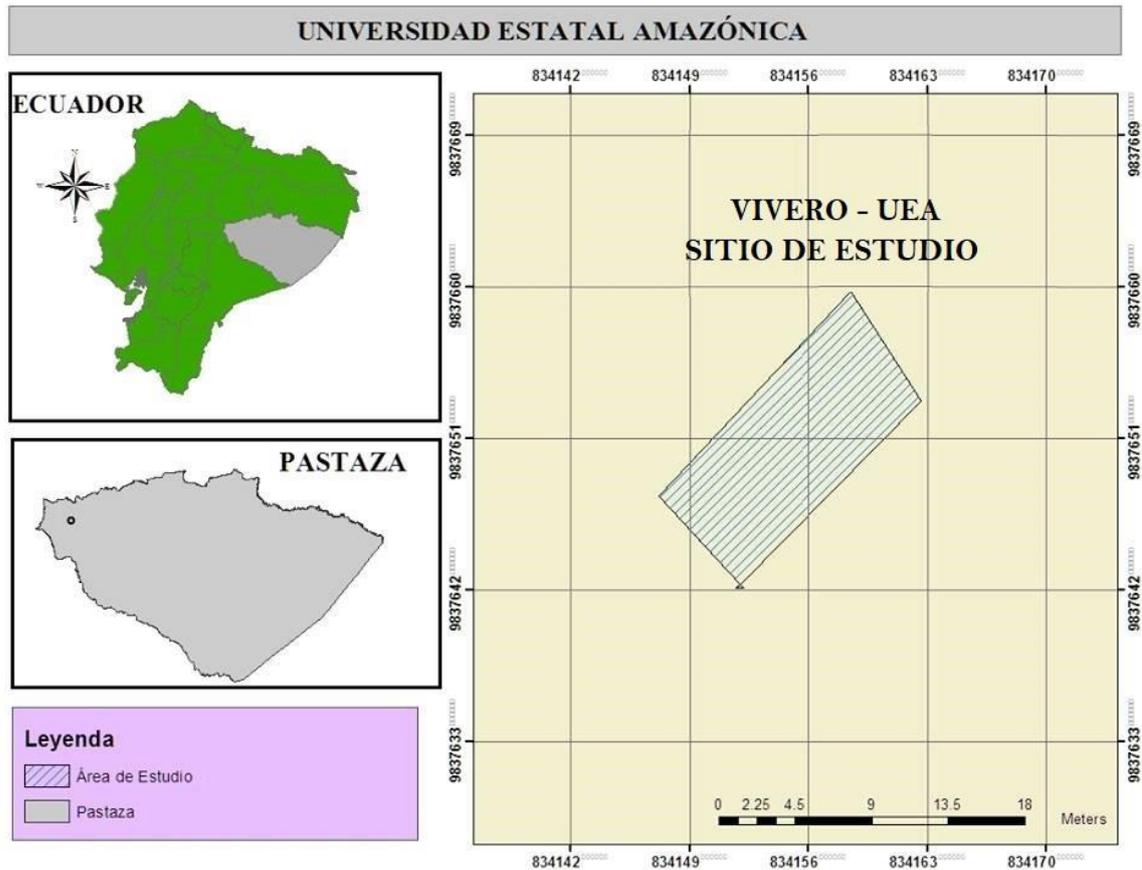


Figura 1 Localización del sitio de la investigación

Elaborado por: Paul Tualombo

#### 3.1.2.- Tipo de investigación

El trabajo de investigación es del tipo experimental, con nivel aplicado que consistió en la elaboración de cuatro tratamientos con distintos tamaños de semillas de *C. odorata* en diferentes sustratos para conocer el mejor de ellos.

### 3.1.3.- Método de investigación

Se utilizó la metodología analítica, para comparar los resultados de crecimiento y sobrevivencia en los diferentes sustratos utilizados

Para ello se aplicó el diseño experimental con cuatro tratamientos o unidades experimentales, los cuales se adecuaron de la siguiente manera:

TN (Tierra negra); SGr (Semillas grandes); SP (Semillas pequeñas)

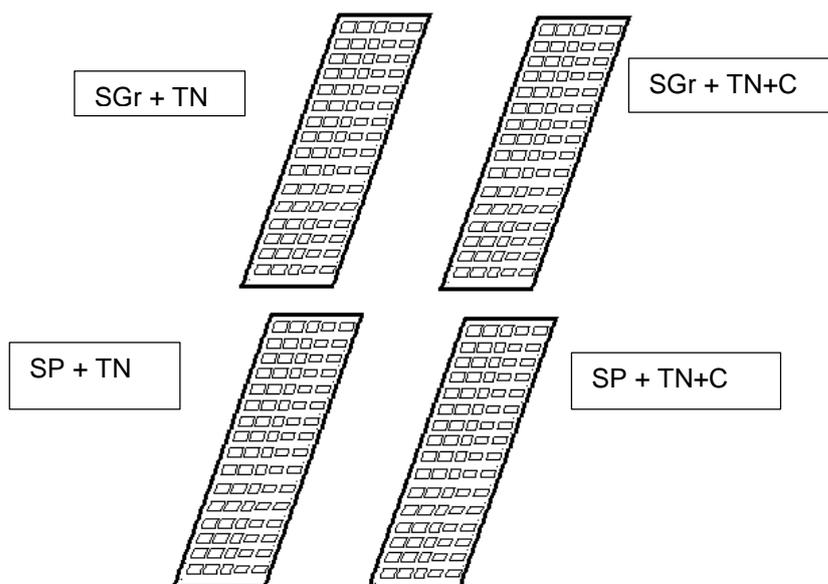


Figura 2 Esquemización de los tratamientos con su respectivo sustrato.

Elaborado por: Paul Tualombo

Hipótesis de partida:

Ho: Los tratamientos muestran resultados similares en la germinación.

Ha: Al menos uno de los tratamientos es diferente.

### 3.1.4- Componentes en estudio

#### Tratamientos considerados en el estudio

Para la etapa inicial germinativa y de crecimiento se utilizaron 140 semillas. Las fuentes de materia orgánica fueron: tierra común y humus, tomando en cuenta los siguientes factores:

Factor A: tipo de sustrato

- Sustrato 1: 100% tierra negra (Figura 3).
- Sustrato 2: tierra negra 50%, humus 50% (Figura 4):



Figura 3 Tierra negra



Figura 4 Tierra negra con humus en un 50%

Factor B: tamaño de semilla

- Tamaño 1: pequeño, con dimensiones entre 2.2-3.6 cm (Figura 5).
- Tamaño 2: grande, con dimensiones entre 3.7 – 4.8 cm (Figura 6).

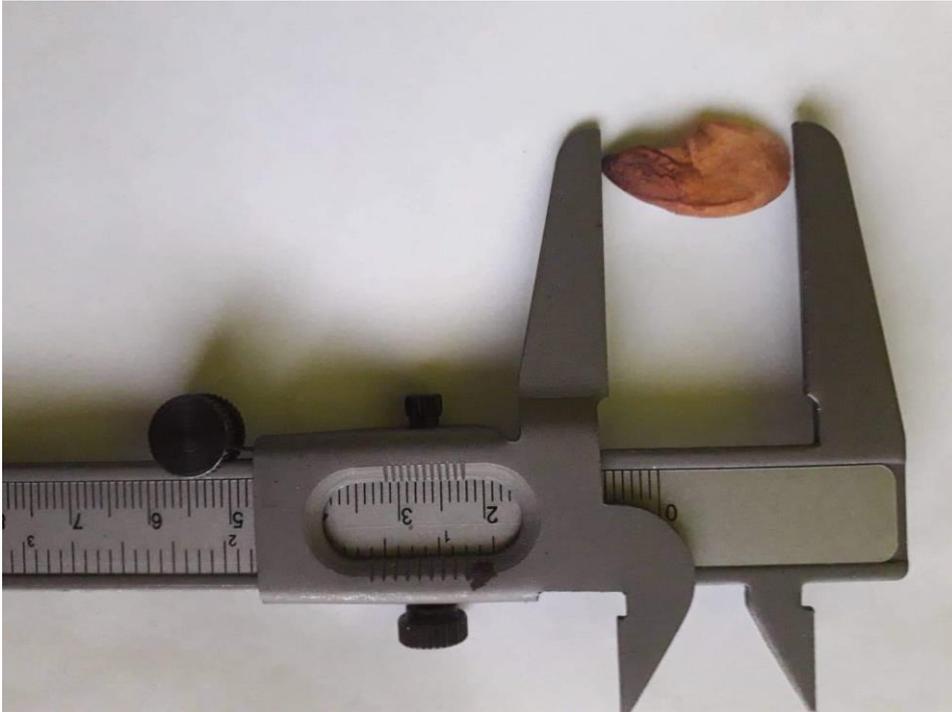


Figura 5 Semilla más pequeña aleatoriamente



Figura 6 Semilla más grande aleatoriamente

El rango del tamaño obtenido fue manejado de forma aleatoria de un total de 140 semillas, la combinación de los factores anteriormente descritos nos da como resultado 4 tratamientos, los mismos que se indica en la tabla 2.

Tabla 2 Tratamientos y sustratos empleados en el estudio

Tratamiento	Sustrato	Tamaño de semilla	
T1	TN	SGr	TN - SGr
T2	TN	SP	TN - SP
T3	TN+Humus	SGr	TN+Humus+SGr
T4	TN+Humus	SP	TN+Humus+SP

Elaborado por: Paul Tualombo

### 3.1.5.- DISEÑO EXPERIMENTAL

Tabla 3 Factor Ax B

FV	GL
Tratamiento	$(4-1) = 3$
Factor A (sustrato)	$(2-1) = 1$
Factor B (tamaño de semilla)	$(2-1) = 1$
Interacción Ax B	1
Error	$4 (2-1) = 1$
Total	$4 \times 2 = 8 - 1 = 7$

### 3.1.6- Materiales

#### De campo

1 carretilla, 1 pala, 1 rastrillo, 1 escoba, 1 cernidor o zaranda, 1 regadera

Tierra negra, Compost

Fundas plásticas de polietileno de 4"x7"

Semillas de cedro

#### De oficina

Libreta de campo y tablero apoya manos.

Cámara fotográfica,

Calculadora,

Papelería en general,

Computadora.

### **3.1.7- Población y muestra**

Se consideran todas las plántulas germinadas y vivas de *C. odorata* "cedro" en los dos sustratos. Las mismas que fueron contabilizadas y medidas para los cálculos.

En cuanto a las semillas se consideraron dos tamaños: semillas grandes y semillas pequeñas, el 50% de cada una fue sembradas tanto en el sustrato 1 como en el sustrato 2, el 3 y el 4 conformándose un universo de 4 tratamientos.

### **3.1.8- Procedimiento**

Para la instalación del experimento se consideraron las siguientes etapas:

- a) Demarcación del sitio. Es un sector del vivero forestal de la Universidad Estatal Amazónica (UEA).
- b) Obtención del sustrato. – La Tierra negra se obtuvo de un sitio aledaño a la universidad (paseo turístico), el Compost de Lombriz se obtendrá en la ciudad de Ambato, los dos sustratos serán distribuidos en fundas de polietileno de 4" x 7" en un total 140.
- c) Semillas. - Se obtendrán semillas en la ciudad de Cuenca, provenientes de un solo árbol madre, las mismas que serán plantadas en cada funda a una profundidad aproximada de 2 a 3 cm.
- d) Las fundas con el sustrato y las semillas se ubicarán en el vivero, distribuyéndolas en hileras de 10x20.
- e) Riego. - El riego se efectuará diariamente hasta el final de la investigación.
- f) Plántulas. - Se obtendrán a partir de semillas germinadas de "cedro" *C. odorata*. L.
- g) Cuidados silviculturales. - Se efectuará deshierba de las malezas en forma periódica en toda el área del experimento, así como la protección contra los ataques de insectos con un spray de ajo y otras plantas repelentes.
- h) Se identificarán los tratamientos experimentales con letreros

### **3.1.9- Ejecución**

#### **Llenado y acomodo de fundas**

Las fundas se las lleno con el sustrato de manera manual, las mismas que posteriormente fueron acomodadas de acuerdo al diseño estadístico propuesta en la investigación.

#### **Siembra**

Una vez finalizada la clasificación de las semillas de acuerdo a sus tamaños preestablecidos, se llevó a cabo la siembra colocando una semilla por funda, se aplicó un riego a los sustratos

en la mañana para mantener la humedad. La siembra se hizo directamente en las fundas, luego mediante una paleta se realizaron los hoyos de aproximadamente 2 cm de profundidad, colocándose la semilla en posición vertical con el ala hacia arriba.

### **Manejo de plántulas**

El riego de las plántulas (posteriormente plantones), fue una labor muy importante del manejo, el cual consistió en aplicar agua con una regadera de manera diaria por las mañanas, realizando el reacomodo de plantones, ya que algunas fundas se inclinaban por causas externas. Por otro lado, el control de malezas también se lo realizó de forma manual eliminando de los sustratos contenidos en las fundas de polietileno. Esta actividad tuvo lugar en periodos de cada 8 a 15 días.

### **3.2.- Parámetros de evaluación**

Se evaluó la sobrevivencia y crecimiento al final del periodo experimental que será luego de ocho y veintiún días, considerando la utilización de 35 semillas por cada tratamiento.

- a) Porcentaje total de Sobrevivencia de plántulas de todo el experimento, ecuación 1
- b) Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento (4), ecuación 1

Ecuación 1;

$$\frac{NPv * 100\%}{NTs} = \%Total$$

NPv (Número de plantas vivas); NTs (Número total se semillas)

Comparación de sobrevivencia por cada tratamiento

Comparación de los tamaños por cada tratamiento (4)

Comparación de sobrevivencia de acuerdo al tamaño de semillas.

Comparación de crecimiento de acuerdo al tamaño de las semillas.

## CAPÍTULO IV

### 4.1- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el número de semillas germinadas en cada tratamiento se calcularon varios parámetros germinativos, solo se consideraron los resultados obtenidos en tratamientos hasta 8 días después de la siembra. Estos resultados coinciden con (López Chisquipama, 2015), donde menciona que hay incremento en altura lo que indica que existió influencia positiva en el tipo de sustrato utilizado en los tratamientos para la germinación y el crecimiento en altura de las plántulas de *C. odorata*.

#### 4.1.1 Porcentaje de supervivencia

Tabla 4 Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento

Tamaño semillas	Tratamiento	Sustrato	Día 8		Día 21	
			Número de plántulas	% de supervivencia	Número de plántulas	% de supervivencia
Grandes	T1	TN 100%	11	24,44%	12	26,66%
	T3	TN+Humus	20	44,44%	18	40%
Pequeñas	T2	TN 100%	6	13,33	7	15,55 %
	T4	TN+Humus	18	40%	17	37,77%

Elaborado por: Paul Tualombo

El porcentaje total de sobrevivencia de plántulas de todo el experimento en el tiempo a los 8 días, fue de 39,29%. Al realizar los cálculos de manera individual se puede mencionar que el T3 es el que presentó más germinación en este estudio a comparación del tratamiento T2 que su valor representa el menor número de germinación en todos los tratamientos.

Fórmula:  $\text{Número de plántulas vivas} \times 100 / \text{número total de siembra}$

Tratamiento 1.- 24,44%

Tratamiento 2.- 13,33%

Tratamiento 3.- 44,44%

Tratamiento 4.- 40%

El promedio del porcentaje de germinación fue de 5%, la cual en la siembra ya se pueden observar ligeras diferencias entre tratamientos como es el caso del T3 el cual contiene tierra negra con humus y semillas grandes presentan el lugar más adecuado para el desarrollo.

A los 21 días hubo un porcentaje total de sobrevivencia similar de 38.57%.

#### 4.1.2.- Comparación de sobrevivencia por cada tratamiento.

En esta figura se puede apreciar que el T2 el cual corresponde al 13,33% presenta un bajo número de individuos presentes a comparación del T1 que presenta un 24,44% que tiene un mayor número de individuos. Cabe recalcar que ambos tratamientos están sujetos al mismo sustrato (tierra negra). A su vez en el T3 (44,44%) y el T4 (40%) expuestos a otro tipo de sustrato (tierra negra + humus) se evidencia una clara proximidad en el número de individuos presentes también en ambos tratamientos (Figura 7).

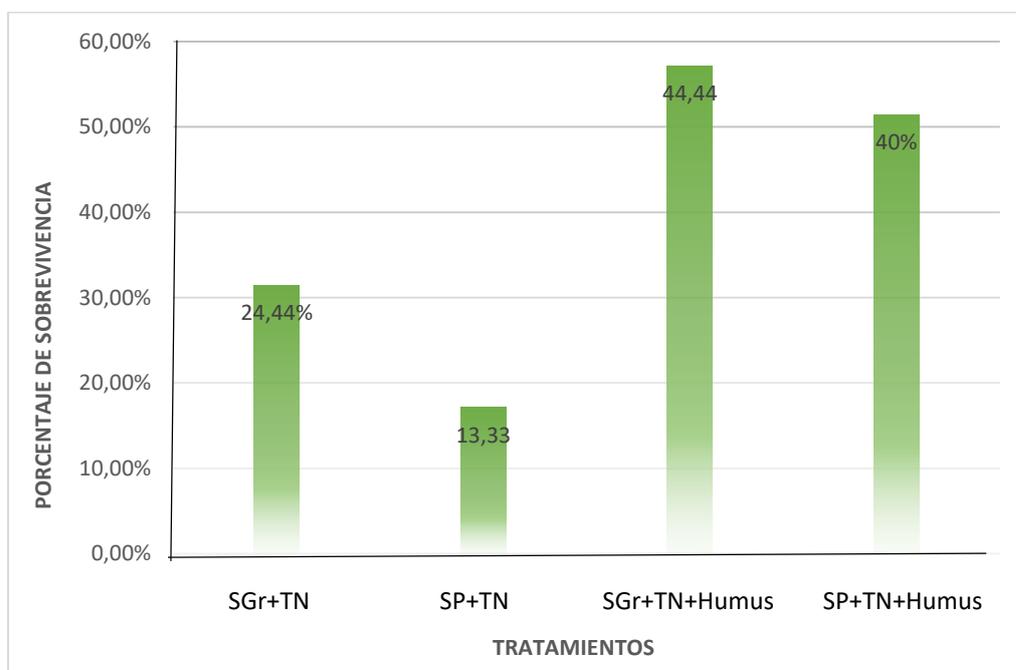


Figura 7 Comparación de sobrevivencia por cada tratamiento.

Elaborado por: Paul Tualombo

#### 4.1.3.- Comparación de los tamaños por cada uno de los cuatro tratamientos.

El tamaño de los brotes es relativamente similar lo que la diferencia es el número de individuos presentes en cada tratamiento.

Como se puede ver en la figura, en el tratamiento uno se presentaron 11 individuos, en el tratamiento dos 6 individuos, en el tratamiento tres 20 individuos y en el tratamiento cuatro 18 individuos. El tamaño de crecimiento va de 0,2 a 0,8 cm. siendo el tamaño de 0,5 cm, el valor promedio de crecimiento (Figura 8).

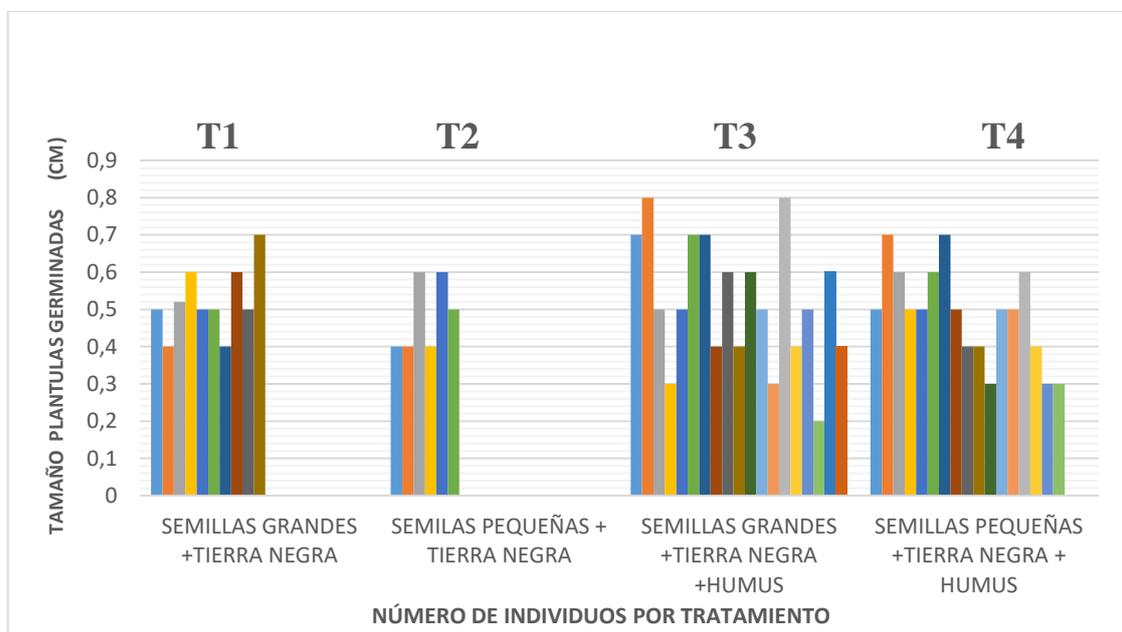


Figura 8 Comparación de los tamaños de cada semilla germinada por cada uno de los tratamientos. En cada tratamiento, el color representa a una semilla.

Elaborado por: Paul Tualombo

### 4.1.3.- Comparación de sobrevivencia de acuerdo al tamaño de semillas.

Como se puede ver en el gráfico las semillas grandes tuvieron mayor número de plántulas germinadas a los 8 días del tratamiento.

Durante el transcurso de los primeros 8 días se pudo apreciar un menor número de brotes en el tratamiento 2 el cual corresponde al sustrato con tierra negra quienes abarcaban las semillas a diferencia de los otros tratamiento de tierra negra con humus los cuales tuvieron un número similar de brotes, cabe recalcar que el primer tratamiento al igual del segundo poseen el mismo sustrato con la diferencia de que el primero posee semillas grandes y mostro un número significativo de brotes durante el lapso de tiempo establecido. Según, (Ayala-Cordero, Terraza, López-Mata, & Trejo, 2004) varios estudios acerca de la germinación de semillas analizan los factores que pueden influir en la germinación, tales como la luz, la temperatura, la humedad y los mecanismos de escarificación, no obstante El tamaño de la

semilla juega un papel importante en los procesos de germinación y establecimiento de las plántulas dentro de una población. (Figura 9)

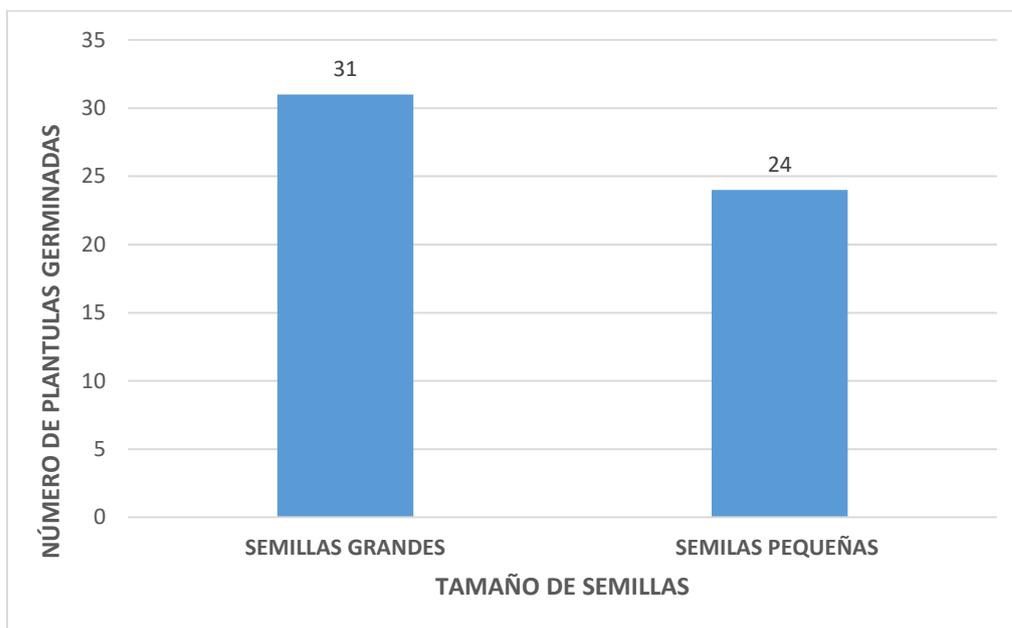


Figura 9 Plántulas germinadas a los 8 días en relación con el tamaño de su semilla.

Elaborado por: Paul Tualombo

#### **4.1.4.- Comparación de crecimiento de acuerdo al tamaño de las semillas.**

Como se puede ver en la tabla 5 las semillas de tamaño grande germinaron más que las de tamaño pequeño, en comparación de acuerdo a la sumatoria de crecimiento las grandes obtuvieron un valor mayor (5,1 y 9,5 cm cada una, para un valor promedio de 14,6 cm).

Se puede apreciar que el tratamiento con las semillas grandes (T1-T3) indistintamente del sustrato tuvo mayor germinación que el de las semillas pequeñas. Según, (Lombardi, 1991) el tamaño de la semilla sobre el crecimiento de plántulas permite inducir que el contenido de reservas de las semillas más grandes produce plántulas con mejor crecimiento inicial. A un nivel de 0,01, las diferencias de crecimiento existente entre plántulas provenientes de las semillas pequeñas y las plántulas producidas por los otros tamaños. (Sánchez-Salas, Flores, Muro-Pérez, Arias-Montes, & Jurado, 2015) menciona que, las semillas grandes tienen mayor capacidad que las pequeñas para germinar cuando están enterradas y posteriormente emergen del suelo, al tener mayor reserva de nutrientes (Tabla 5).

Tabla 5 Comparación de crecimiento de acuerdo al tamaño de las semillas								
N°	medición a los 8 días de siembra				medición a los 21 días de siembra			
	T1 (cm.) semillas grandes	T2 (cm.) semillas pequeñas	T3 (cm.) semillas grandes	T4 (cm.) semillas pequeñas	T1 (cm.) semillas grandes	T2 (cm.) semillas pequeñas	T3 (cm.) semillas grandes	T4 (cm.) semillas pequeñas
1	0,4	0,4	0,8	0,7	5,8	6,2	9,3	6,1
2	0,5	0,6	0,5	0,6	6,3	4,7	8,6	7
3	0,6	0,4	0,3	0,5	4,5	5,6	6,3	5,8
4	0,5	0,3	0,5	0,5	5	6	7,5	5,7
5	0,5	0,5	0,4	0,6	4,7	3,3	6,9	6
6	0,4	0,3	0,7	0,4	4,6	5,3	8,3	6,3
7	0,6		0,4	0,5	5	3	7,6	5,4
8	0,5		0,6	0,4	6,1		8,7	3,8
9	0,3		0,4	0,4	5,4		7,5	4,1
10	0,4		0,3	0,6	6,7		8,1	5,1
11	0,4		0,6	0,3	3,8		6,8	6,3
12			0,5	0,5	7,1		5	5,9
13			0,3	0,5			7,7	4,6
14			0,8	0,6			8,3	6,5
15			0,4	0,4			8,7	6,3
16			0,5	0,3			6,4	7,3
17			0,2	0,3			7,1	6
18			0,6	0,3			8,6	
19			0,4					
20			0,3					
<b>Total (cm)</b>	<b>5,1</b>	<b>1,4</b>	<b>9,5</b>	<b>8,4</b>	<b>65</b>	<b>34,1</b>	<b>137,4</b>	<b>98,2</b>

## CAPÍTULO V

### 5.1- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1.1- Conclusiones.

Las semillas pequeñas contenidas en el T2 y T4 mostraron mucha diferencia en el número de semillas germinadas a pesar de estar con el mismo tipo de sustrato (TN+Humus) como se puede observar en la tabla 4, con un porcentaje de germinación en el T2 de 13,33% y en el T4 fue de 40%. En los tratamientos T1 y T3 a pesar de estar en distintos sustratos, pero las dos con semillas grandes, germinaron un porcentaje considerable como es en el T1 con 24,44% y el T3 con un 44,44%.

Los tratamientos T3 y T4 que contenían el mismo sustrato (TN+Humus) pero con distintos tamaños de semilla, el T3 con semillas grandes 44,44% y el T4 con semillas pequeñas 51,42% tuvieron un porcentaje aproximado pese al ser de distinto tamaño, A su vez se obtuvo una respuesta negativa en las semillas pequeñas del T2 las cuales estaban con el sustrato de TN por lo cual se puede decir que probablemente necesiten de más tiempo para alcanzar su madurez fisiológica.

Las semillas que se encontraban en el sustrato de TN+ Humus (T3-T4) tuvieron mayor número de plántulas, cabe recalcar que el T1 el cual se encontraban las semillas grandes con el sustrato de TN también se observó un número considerable de plántulas lo que podría estar relacionado con la capacidad para absorber agua más rápidamente deduciendo que el tamaño de la semilla influye sobre el desarrollo de plántulas lo que nos permite inducir que el contenido de reservas de las semillas más grandes produce plántulas con mejor crecimiento inicial.

#### 5.1.2.- Recomendaciones.

Se recomienda aumentar el número de semillas para una investigación con mayores datos, de manera que se puedan hacer comparaciones con estudios similares y con mayor número de resultados.

En algún futuro estudio similar también se recomienda realizarlo con más tiempo para observar los cambios que se puedan suscitar en el transcurso del mismo.

## CAPÍTULO VI

### 6.- BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Medina, J. F., Mina-Briones, F. O., Cadena-Iñiguez, J., Dardón-Zunun, J. D., & Hernández-Sedas, D. A. (2014). Crecimiento de *Cedrela odorata* L. Biofertilizada con *Rhizophagus intraradices* y *Azospirillum brasilense* en vivero %J *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*. 20, 177-183.
- Ayala-Cordero, G., Terraza, T., López-Mata, L., & Trejo, C. (2004). Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de *Stenocereus beneckeii* %J *Interciencia*. 29, 692-697.
- Beltrán-Morales, F. A., García-Hernández, J. L., Ruiz-Espinoza, F. H., Valdez-Cepeda, R. D., Preciado-Rangel, P., Fortis-Hernández, M., & González-Zamora, A. (2016). Efecto de sustratos orgánicos en el crecimiento de seis variedades de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) %J *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 3, 143-149.
- Bravo-Medina, C., Marín, H., Marrero-Labrador, P., Ruiz, M. E., Torres-Navarrete, B., Navarrete-Alvarado, H., . . . Changoluisa-Vargas, D. J. B. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana. 29(1), 23-36.
- Castellanos Perlacio, M. (2018). Comparativo de seis sustratos mezcla en el enraizamiento y crecimiento inicial de dos patrones de rosas (*Rosa canina*. L) utilizando el bioregulador Root Hor.
- Di Benedetto, A., & Tognetti, J. A. J. R. R. d. I. A. (2016). Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. 42.
- Espitia-Camacho, M., Araméndiz-Tatis, H., & Cardona-Ayala, C. J. A. M. (2017). Características morfométricas, anatómicas y viabilidad de semillas de *Cedrela odorata* L. y *Cariniana pyriformis* Miers1. 28(3), 605-617.
- Hernández, D., Gómez, H., Cobos, M., Quiroga, R., & Pezo, D. J. E. y. R. A. (2014). Árboles Forrajeros de Tres Regiones Ganaderas de Chiapas, México: Usos y Características Nutricionales. 26(1).

- Jiménez, C. E. A., Cruz, I. I. A., Aguilar, F. B. M., Galdámez, J. G., Martínez, A. G., & Cabrera, J. A. M. J. S. (2016). Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *3*(1), 11-20.
- Lombardi, I. J. R. F. d. P. (1991). Influencia del tamaño de semilla en la germinación y crecimiento de plántulas de *Schinus molle*. *18*(2), 17-27.
- López Chisquipama, M. (2015). Crecimiento inicial y sobrevivencia de plántulas de *Cedrela odorata* "cedro" en diferentes sustratos, producidas en el vivero forestal de Quistococha-GOREL, Loreto, Perú.
- Mora, G., Quizhpe, W., Castro, P., & Jadán, O. J. B. L. C. (2018). Conocimiento sobre productos forestales no maderables en dos pisos florísticos: piemontano y montano bajo, en bosque semi-caducifolio, Santa Rufina, Loja-Ecuador. *7*(2).
- Moraes, M., Ribera, M. O., & Villanueva, E. J. B., conservación y manejo en la región de la reserva de la biosfera estación biológica del Beni, Bolivia. (2000). La vegetación de la Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni y su importancia para la conservación. 59-74.
- Palacios, W. A. (2016). *Árboles del Ecuador*: Editorial UTN.
- Pereira, L. D., Fleig, F. D., Meyer, E. A., Lanzarin, K., & Wolf, K. J. P. A. B. (2016). Suscetibilidade do cedro ao ataque de pragas em Floresta Estacional Decidual. *51*(5), 607-614.
- Pérez Pérez, C. J. (2007). Germinación de semillas de mimosa aculeaticarpa var. biuncifera (benth) barneby (fabaceas).
- Puerta, C. E., Russián, T., & Ruiz, C. A. J. U. A. (2018). Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco | Seedling production of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) in organic substrates based in coconut fiber mixtures. *12*(2).
- Rodríguez García, M. R., López Castilla, R., Martínez Varona, R., Hernández Cuello, G., & Sarmiento Gar, O. (2015). Respuesta del Cedro (*Cedrelaodorata* L.) a diferentes dosis de riego %J Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. *24*, 12-15.
- Romo-Lozano, J. L., Vargas-Hernández, J. J., López-Upton, J., & Ávila Angulo, M. L. (2017). Estimación del valor financiero de las existencias maderables de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en México %J Madera y bosques. *23*, 111-120.

- Salazar, A. D. C. J. D. F. (2016). Selección natural y epistemología evolucionista en K. Popper. *17*(29), 53-65.
- Sánchez-Salas, J., Flores, J., Muro-Pérez, G., Arias-Montes, S., & Jurado, E. J. P. (2015). Morfometría de semillas en la cactácea amenazada de extinción *Astrophytum myriostigma* Lemaire. (39), 119-131.
- Torres, O. G. V., Patiño, M. L. D., Pérez, M. A., Rodríguez, M. A., Nava, H. S., Rangel, M. G. M., . . . Salazar, M. d. C. M. (2017). *Sustrato como material de última generación*: OmniaScience.
- Varela, S. A., & Arana, V. J. S. F. I. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. 1-10.

## CAPÍTULO VII

### 7.1.- ANEXOS



Figura 10 Humus



Figura 11 Separación de impurezas del humus.



*Figura 12 Obtención de humus puro*



*Figura 13 Fundas de polietileno y clasificación de semilla de acurdo a su tamaño.*



Figura 14 Fundas de polietileno contenido de tierra negra como sustrato.



Figura 15 Fundas de polietileno contenido de tierra negra con humus como sustrato.



Figura 16 Tratamientos.



Figura 17 Primeros brotes dentro de la primera semana. (T2)



Figura 18 Primeros brotes dentro de la primera semana (T3).