



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

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

TEMA:

Evaluación de la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex. Lam.) Urb. (balsa) a nivel de vivero empleando diferentes tipos de sustratos

AUTOR:

Sánchez González Lissette Alexandra

DIRECTOR:

M.Sc. Ing. For. Rolando López Tobar

Quevedo – Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Lisette Alexandra Sánchez González** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

LISSETTE ALEXANDRA SÁNCHEZ GONZÁLEZ

C.I: 0956046064

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, M.Sc. Ing. For. Rolando López Tobar, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la egresada Sánchez González Lissette Alexandra, realizó el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal titulado **“Evaluación de la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex. Lam.) Urb. (balsa) a nivel de vivero empleando diferentes tipos de sustratos”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas.

M.Sc. Ing. For. Rolando López Tobar

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

El suscrito, Ing. Rolando López Tobar, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Proyecto de Investigación titulado **“Evaluación de la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex. Lam.) Urb. (balsa) a nivel de vivero empleando diferentes tipos de sustratos”**, perteneciente a la estudiante de la carrera de Ingeniera Forestal, Srta. **Sánchez González Lissette Alexandra** fue analizado por el sistema URKUND y presentó el 1 % de similitud; este porcentaje está considerado dentro de los límites permitidos por el Reglamento e Instructivos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Por lo cual la aspirante puede continuar con los trámites pertinentes.



Document Information

Analyzed document	PROYECTO FINAL SUSTRATOS.docx (D139078780)
Submitted	2022-06-02T21:58:00.0000000
Submitted by	Rolando López Tobar
Submitter email	rlopez@uteq.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	rlopez.uteq@analysis.urkund.com

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "R. López Tobar", written over a horizontal line.

Ing. For. Rolando López Tobar

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERA FORESTAL

Certificado de aprobación por tribunal de sustentación

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

Evaluación de la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex. Lam.) Urb. (balsa) a nivel de vivero empleando diferentes tipos de sustratos

Presentado al Consejo Académico como requisito previo a la obtención del título profesional de Ingeniera Forestal

Aprobado por:

Rommel Crespo Gutiérrez, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Cruz Rosero Nicolás, PhD.
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Wiston Morales Rodríguez, MsC.
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2022

AGRADECIMIENTO

La autora de la presente investigación quiere dejar constancia de su sincero agradecimiento a las personas que hicieron posible la culminación de la misma.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, institución digna que me acogió como estudiante y forjo mis conocimientos en la preparación de Ingeniero Forestal.

Le agradezco a mi director de tesis, M.Sc. Ing. For. Rolando López Tobar, por su enseñanza y apoyo para la exitosa culminación de este trabajo de investigación.

También a mi amigo Roy Cevallos que ha formado parte de mi vida profesional a la que me encantaría agradecerle su amistad, apoyo, ánimo y compañía en los buenos y malos momentos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por haberme brindado vida, salud y haber llegado hasta este momento que es mi formación profesional. A mi madre por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ella entre los que se incluye este. A mi amado esposo por su sacrificio y apoyo brindado durante la elaboración del mismo, a mi hijo por ser la fuente de motivación e inspiración para superarme cada día. Gracias a todos ustedes que me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

RESUMEN

El objetivo principal del presente proyecto de investigación fue evaluar crecimiento inicial de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex. Lam.) Urb. O. pyramidale a nivel de vivero empleando un tratamiento pregerminativo y tres tratamientos de diferentes sustratos, La investigación se realizó en la finca Experimental “La María” se utilizó un Diseño Completamente al Azar con cuatro repeticiones, Se elaboraron tres sustratos, los cuales fueron: T1 (Control) T2 (Tierra 75% + tierra de sembrado 25%), T3 (Tierra negra 75% + compost de lechuga 25%) y T4 (Tierra negra 75% + fibra de coco 25%), se evaluó los porcentajes de sobrevivencia; además se midieron las variables altura, diámetro del tallo, número de hojas y longitud radicular de las plántulas, se realizó mediante los formularios de campo. Para el porcentaje de sobrevivencia se sembró 100 semillas para cada unidad experimental; con un total de 400 semillas de la especie en estudio y para las medidas de las variables de altura, diámetro, número de hojas y longitud radicular se consideró únicamente 10 plántulas. La investigación proporcionó los siguientes resultados: el mayor porcentaje de sobrevivencia se presentó en el sustrato T4 con el 91%, y 29,67 % respectivamente. En este mismo sustrato mismo sustrato se determinó las mayores variables promedios de altura con 19,33 cm, diámetro con 3,70 cm longitud radicular con 11,35 cm y número de hojas con 9 hojas. Así mismo, este mismo tratamiento presentó el mayor costo, con un total de USD 35,51.

Palabras claves: Sustrato, germinación, pregerminación, vivero, *Ochroma pyramidale*

ABSTRACT

The main objective of the present research project was to evaluate the initial growth of *Ochroma pyramidale* (Cav. ex. Lam.) Urb. *pyramidale* seedlings at nursery level using a pre-germinative treatment and three treatments of different substrates. *pyramidale* at nursery level using a pre-germinative treatment and three treatments of different substrates, The research was conducted at the Experimental farm "La Maria" was used a Completely Randomized Design with four replications, Three substrates were developed, which were: T1 (Control) T2 (Soil 75% + sowing soil 25%), T3 (Black soil 75% + lettuce compost 25%) and T4 (Black soil 75% + coconut fiber 25%), the survival percentages were evaluated; also the variables height, stem diameter, number of leaves and root length of the seedlings were measured, it was done using the field forms. For the survival percentage, 100 seeds were sown for each experimental unit; with a total of 400 seeds of the species under study and for the measurements of the variables of height, diameter, number of leaves and root length, only 10 seedlings were considered. The research provided the following results: the highest percentage of survival was presented in the T4 substrate with 91% and 29.67% respectively. In this same substrate, the highest average variables of height (19.33 cm), diameter (3.70 cm), root length (11.35 cm) and number of leaves (9 leaves) were determined. Likewise, this same treatment presented the highest cost, with a total of USD 35.51.

Key words: Substrate, germination, pregermination, nursery, *Ochroma pyramidale*.

TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
declaración de autoría y sesión de derechos	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación	iii
certificado del reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.....	iv
.....	v
Certificado de aprobación por tribunal de sustentación.....	v
Agradecimiento	vi
Dedicatoria	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
Código dublín.....	xv
Introducción	1
CAPITULO I CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problemática de la investigación	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización.....	3
1.2. Justificación	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. General.....	5
1.3.2. Específicos.....	5
CAPITULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1. Plántula	7
2.2. Semilla	7

2.3.	Germinación	7
2.4.	Taxonomía Sistemática.....	8
2.5.	Viveros Forestales	8
2.6.	Recolección de semillas y frutos	9
2.7.	Tratamientos Pre-germinativos de Semillas	9
2.8.	Descripción de algunos tratamientos pre-germinativos.....	9
2.8.1.	Estratificación.....	10
2.8.2.	Escarificación	10
2.8.3.	Lixiviación.....	10
2.9.	Producción en vivero	10
2.9.1.	Ubicación del vivero.....	10
2.9.2.	Los viveros permanentes	11
2.9.3.	Los viveros temporales	11
2.10.	Viveros con producción de planta con raíz desnuda	11
2.10.1.	Viveros con producción de planta en envase.....	12
2.10.2.	De acuerdo a la organización.....	12
2.10.3.	De acuerdo a especies a producir	12
2.11.	Sustratos	12
2.12.	Propiedades de sustratos	13
2.13.	Siembra en almácigos	14
2.14.	Siembra directa	14
2.15.	Repique	15
2.16.	Manejo y programa de fertilización.....	16
2.17.	Labores culturales.....	16
2.17.1.	Riegos	16
2.17.2.	Deshierbo.....	16
2.17.3.	Maduración.....	17

2.17.4.	Remoción.....	17
2.17.5.	Manejo y tiempo en vivero.....	17
2.17.6.	Agoste.....	17
2.17.7.	Selección.....	18
2.18.	Reforestación.....	18
2.19.	Silvicultura	18
2.20.	Descripción Botánica de <i>O. pyramidale</i>	18
2.21.	Usos de la madera de <i>O. pyramidale</i>	19
2.22.	Distribución geográfica	19
2.23.	Importancia ecológica.....	19
CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		20
3.1.	Localización del área de estudio.....	20
3.2.	Tipos de investigación	20
3.3.	Método deductivo	21
3.4.	Investigación descriptiva	21
3.5.	Investigación de campo	21
3.6.	Métodos de investigación	21
3.7.	Fuentes de recopilación de información.....	21
3.7.1.	Fuente primaria.....	21
3.7.2.	Fuente secundaria	22
3.8.	Diseño experimental y análisis estadísticos	22
3.8.1.	Tratamiento.....	22
3.9.	Trabajo de campo	23
3.9.1.	Obtención y preparación del material para los sustratos	23
3.9.2.	Siembra.....	23
3.9.3.	Riego.....	24
3.10.	Variables a evaluar	25

3.10.1.	Días de la germinación	25
3.10.2.	Porcentaje de germinación.....	25
3.10.3.	Porcentaje de sobrevivencia	25
3.10.4.	Altura de la plántula (cm).....	25
3.10.5.	Diámetro del tallo (mm)	25
3.10.6.	Número de hojas	25
3.10.7.	Longitud de raíz (cm)	26
3.11.	Relación Beneficio/Costo	26
3.12.	Datos de los tratamientos.....	26
3.13.	Materiales y equipos	26
3.13.1.	Materiales de campo	26
3.13.2.	Materiales de oficina	27
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		27
4.	RESULTADOS	28
4.1.	Comportamiento pregerminativo.....	28
4.2.	Selección de germinación.....	28
4.3.	Porcentaje de sobrevivencia	29
4.4.	Altura de la plántula (cm).....	29
4.5.	Diámetro del tallo (mm)	30
4.6.	Número de hojas	30
4.7.	Longitud de raíz (cm)	31
4.8.	Relación Beneficio/Costo	31
4.9.	Discusión	34
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		36
5.1.	CONCLUSIONES	37
5.2.	RECOMENDACIONES	38
CAPITULO VI BIBLIOGRAFÍA.....		39

6. Bibliografía	40
CAPITULO VII ANEXOS	43
7.1. Anexo	44

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Características climáticas de la zona de estudio	20
Tabla 2. El esquema del análisis de varianza	22
Tabla 3. Tratamientos a evaluarse en la investigación.....	23
Tabla 4. Lista de tratamientos con la combinación de tierra negra, tierra sembrada, compost de lechuga	24
Tabla 5. Días de pregerminación.....	28
Tabla 6. Días de inicio de la germinación	28
Tabla 7. Costo de aplicación de los tratamientos en la germinación de las semillas utilizando tres tipos de sustratos.....	33

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia de plántulas	29
Figura 2. Altura de plántulas.....	29
Figura 3. Diámetro de plántulas.....	30
Figura 4. Número de hojas de las plántulas	30
Figura 5. Longitud de la raíz de plántulas.....	31

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Evaluación de la germinación y crecimiento inicial de plántulas de <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex. Lam.) Urb. <i>O. pyramidale</i> a nivel de vivero empleando diferentes tipos de sustratos”
Autor:	Lisette Alexandra Sánchez González
Palabras clave:	Sustrato, germinación, pregerminación, vivero, <i>Ochroma pyramidale</i>
Fecha de publicación:	
Editorial:	Quevedo: UTEQ 2022
Resumen: (hasta 300 palabras)	El objetivo principal del presente proyecto de investigación fue evaluar crecimiento inicial de plántulas de <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex. Lam.) Urb. <i>O. pyramidale</i> a nivel de vivero empleando un tratamiento pregerminativo y tres tratamientos de diferentes sustratos, La investigación se realizó en la finca Experimental “La María” se utilizó un Diseño Completamente al Azar con cuatro repeticiones, Se elaboraron tres sustratos, los cuales fueron: T1 (Control) T2 (Tierra 75% + tierra de sembrado 25%), T3 (Tierra negra 75% + compost de lechuga 25%) y T4 (Tierra negra 75% + fibra de coco 25%), se evaluó los porcentajes de sobrevivencia; además se midieron las variables altura, diámetro del tallo, número de hojas y longitud radicular de las plántulas, se realizó mediante los formularios de campo. Para el porcentaje de sobrevivencia se sembró 100 semillas para cada unidad experimental; con un total de 400 semillas de la especie en estudio y para las medidas de las variables de altura, diámetro, número de hojas y longitud radicular se consideró únicamente 10 plántulas. La investigación proporcionó los siguientes resultados: el mayor porcentaje de sobrevivencia se presentó en el sustrato T4 con el 91%, y 29,67 % respectivamente. En este mismo sustrato mismo sustrato se determinó las mayores variables promedios de altura con 19,33 cm, diámetro con 3,70 cm longitud radicular con 11,35 cm y número de hojas con 9 hojas. Así mismo, este mismo tratamiento presentó el mayor costo, con un total de USD 35,51.
Descripción:	Hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

INTRODUCCIÓN

Ochroma pyramidale es una especie de gran demanda en el mercado internacional. Las personas le dan una infinidad de usos, que van desde la artesanía, la marquetería hasta el aeromodelismo. En la actualidad se utiliza la madera para tableros listoneados alivianados (Filoso *et al.*, 2017). Es un árbol que tiene un crecimiento muy rápido por lo que produce una madera de baja densidad, la más baja de las maderas comerciales en el mundo. Desde los años cuarenta, el Ecuador es el primer país productor y exportador de *O. pyramidale* una excelente opción para el inversionista de corto plazo, ya que la producción es muy rentable y el turno de aprovechamiento es de apenas 4 a 6 años, según la calidad del sitio (González *et al.*, 2010).

En cuanto a las plantaciones de *O. pyramidale*, de acuerdo con la Asociación Ecuatoriana de Industriales de la Madera AIMA, hay unas 15 mil hectáreas plantadas de boya en el país. Las principales provincias donde se cultiva *O. pyramidale* son: Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí y Esmeraldas. Por su parte, las principales empresas balseras son tres: 3A Composites (Plantabal que es parte del grupo suizo Schweiter Technologies), Gurit Balsa, Diab Composites, Balsasud y Sino Composites (ecología, 2021).

En el 2018, las exportaciones de *O. pyramidale* era de apenas USD 127 millones, no obstante, el 2019 rompió récords históricos de exportaciones con USD 219 millones y la que ha situado al país latinoamericano a la cabeza de la producción y exportación de este material, que gracias a su peso y resistencia se usa a nivel internacional en turbinas eólicas, en el revestimiento de cruceros, en tablas de surf, en esquís, en caravanas e, incluso, en puentes para vehículos. Aunque es un pequeño nicho dentro de la oferta forestal mundial, el país, de apenas 16 millones de habitantes, ya es un referente de la industria que utiliza la madera *O. pyramidale*, que le augura un extraordinario potencial (Loza, 2020).

Existen dos modelos de cultivo de *O. pyramidale*. El primero es el de los pequeños y medianos productores que tienen plantaciones hasta 40 hectáreas. Ellos venden la madera en pie a intermediarios, que puede ser por “camionadas” a un precio de 90 a 110 dólares, o lo que se denomina “carro bananero” a un promedio de mil dólares. Un segundo modelo es de los grandes productores de balsa que tienen unidades productivas hasta por encima de las 100 hectáreas. Ellos producen, procesan y exportan *O. pyramidale* (CECOMEX, 2017).

Las semillas de varias especies se presentan un bloqueo natural y las plántulas no germinan inmediatamente, por consiguiente, los tratamientos pre-germinativos disminuyen aquel bloqueo denominado latencia y permiten ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta para hacerla permeable, sin dañar al embrión (Ortiz *et al.*, 2018).

El vivero forestal es un lugar donde se realizan los procesos de germinación de las semillas y los primeros cuidados a las plantas, antes de ser ubicadas en un lugar definitivo, la ubicación y selección del sitio donde se establecerá un vivero forestal es muy importante, ya que se debe disponer de agua limpia y estar ubicado cerca del sitio a la posterior plantación. El valor económico de las especies proviene de los productos que se extraen de ellas, como madera, materias primas, sustancias orgánicas y medicinales (Caicedo, 2009).

La tendencia actual en la investigación de sustratos es el crecimiento de plantas, debido a que el sustrato brinda soporte y nutrición en el proceso de crecimiento de la plántula, lo cual consiste en buscar nuevos materiales o mezclas en los que, además de proporcionar mejores condiciones de crecimiento, se considere la disminución del impacto ambiental, en aspectos como reducir el uso de fertilizantes y pesticidas, así como disminuir los costos manteniendo la sostenibilidad en los viveros forestales gracias a la producción de plántulas de calidad (Chajón, 2010).

CAPÍTULO I
CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problemática de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La germinación y el desarrollo de plántulas son etapas críticas en el ciclo de vida de las plantas. Los cambios fisiológicos y bioquímicos seguidos de cambios morfológicos durante la germinación están fuertemente relacionados con la tasa de supervivencia de las plántulas y el crecimiento vegetativo que, en consecuencia, afectan el rendimiento y la calidad. La emergencia insuficiente de plántulas y el establecimiento inadecuado de plantas leñosas son limitaciones significativas en la producción de cultivos. La aplicación de protocolos pregerminativos y el tipo de sustrato propicio mejora el porcentaje de germinación, reduce el tiempo de emergencia de las plántulas, conlleva a tener plantas sustentables para el trasplante de una plantación. Hoy en día existe poca información sobre los efectos de diferentes sustratos en el crecimiento inicial de *O. pyramidale*.

La falta de conocimiento del uso de sustratos y tratamiento pre-germinativo en viveros, influyen en la germinación de plántulas de calidad.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál de los diferentes tratamientos de tipos de sustratos influenciará en el buen desarrollo de las plántulas en la fase inicial de vivero?

1.1.3. Sistematización

¿Qué método pre-germinativo se empleó para la germinación de las semillas de *O. pyramidale*?

¿Qué influencia tienen los tres tipos de sustratos en la calidad de las plántulas *O. pyramidale*?

¿Con cuál sustrato la especie tiene mejor desarrollo inicial?

1.2. Justificación

O. pyramidale es una especie forestal de las más cotizadas dentro del mercado y se debe a su gran número de exportaciones realizadas por el país. El proceso que se lleva a cabo durante el inicio del ciclo vital de una planta marca la diferencia de su desarrollo y adaptabilidad en el campo y de reducir los gastos monetarios, que se ocasionen por pérdidas durante su estado germinativo, por lo que obtener un índice alto el porcentaje sobrevivencia a nivel de vivero empleando diferentes tipos de sustratos, para lograr los mejores resultados.

El presente proyecto de investigación está enfocado en adquirir un sustrato de mejor desarrollo inicial de la especie y de sobrevivencia efectivo, esto mediante un proceso donde se emplearán varios sustratos en diferentes repeticiones.

De esta manera, se aportará información importante para ser tomada en cuenta dentro de procedimientos de producción de esta especie a nivel de vivero y garantizar los mejores resultados, disminuyendo la tasa de mortalidad y reduciendo a su vez los costos por pérdida. Un buen sustrato es el establecimiento de pasos cruciales para el desarrollo de las plántulas.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Evaluar el crecimiento inicial de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex. Lam.) Urb. *O. pyramidale* a nivel de vivero empleando diferentes tipos de sustratos.

1.3.2. Específicos

- Establecer la influencia pregerminativo empleado para la germinación de las semillas de *O. pyramidale*.
- Medir el efecto de los sustratos sobre las variables dasométricas y morfológicas de las plántulas de *O. pyramidale*.
- Realizar la relación beneficio/costo de los tratamientos en estudio.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA
INVESTIGACIÓN

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Plántula

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 (Peralta y Royuela, 2008).

2.2. Semilla

Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas, tienen la función de multiplicar y perpetuar su especie, son uno de los elementos más eficaces para que ésta se disperse en tiempo y espacio. Por lo que son el medio a través del cual, las plantas encuentran nuevos sitios y microambientes. En todo cultivo es imprescindible tener en cuenta su calidad, ya que son el punto de partida para la producción, y es indispensable que tenga una buena respuesta en las condiciones de siembra y que produzca plántulas vigorosas, para alcanzar el máximo rendimiento (Doria, 2010).

Hay que decidir qué plantas son las más adecuadas para obtener semillas, la selección no consiste solamente en conseguir las semillas del mejor fruto, o de la mejor vaina, sino que incluye realizar un aclareo (consiste en quitar cualquier planta con caracteres indeseados antes de que florezcan). Esto asegura que el polen de cualquier planta no deseada, no fertilice a las plantas que se han escogido para obtener semilla. La mejor hora del día para la recolección es cuando el rocío se ha evaporado. Una vez que se han recogido las semillas hay que almacenarlas para la próxima época de plantación (Hazien, 2009).

2.3. Germinación

Se denomina germinación al proceso por el cual se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso, este fenómeno no se detiene hasta que la semilla no ha

sido llevada a un medio favorable, es decir que el sitio dispone de suficiente agua, oxígeno y temperatura apropiada. Durante la germinación el agua penetra la envoltura de la semilla y llega al embrión, que, durante la fase de descanso, casi se seca por completo, por ello es necesario cuando se recolecta semillas mantenerlas en lugares de temperatura moderadamente bajas que permitan la conservación de la humedad en las mismas (Caicedo, 2009).

El agua hace que la semilla se hinche, a veces hasta el extremo de rasgar la envoltura externa, el oxígeno absorbido proporciona a la semilla la energía necesaria para iniciar el crecimiento; las diversas enzimas descomponen los nutrientes almacenados en los endospermos o en los cotiledones en sustancias más sencillas que son transportadas del interior del embrión hacia los centros de crecimiento (Caicedo, 2009).

2.4. Taxonomía Sistemática

Según Vinueza (2012) la especie *O. pyramidale* presenta la siguiente descripción taxonómica:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Género:	Ochroma
Especie:	<i>pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.
Nombre común:	Boya, balsa, palo de balsa, huambo, lanilla.

2.5. Viveros Forestales

Un vivero forestal es una superficie de terreno dedicada a la producción de plantas de especies forestales, destinadas a repoblaciones forestales. Las plántulas o brinzales producidas en el mismo, deben poseer la máxima calidad morfológica y fisiológica

especial que avalen su supervivencia en el monte (en el espacio y en el tiempo) (Ruiz, 2013).

2.6. Recolección de semillas y frutos

Normalmente se suele adquirir semillas o frutos de siembra en alguna de las firmas especializadas y autorizadas del comercio. Sin embargo, en múltiples ocasiones se hace su propia recolección, con la idea de que sea más económica o bien que al estar recién cogida tenga mejores rendimientos en la germinación. Generalmente el tiempo de la recolección para cada especie es el intervalo que media entre la maduración del fruto y su diseminación, existiendo algunos casos donde debe recolectarse antes de madurar para obtener mejores porcentajes de germinación el primer año (Ruiz, 2013).

2.7. Tratamientos Pre-germinativos de Semillas

Se usan para acelerar la germinación de la semilla; son de carácter físico, mecánico y químico; su utilización está en relación con el espesor y dureza de la envoltura o testa que cubre la semilla. Los físicos comprenden inmersión en agua fría y caliente, cubriéndolas con plástico de color, recibiendo sol y agua en forma alternada. Por otra parte, los mecánicos implican, golpeado de las semillas, lijado del extremo previsto para salir el embrión, cortando parte de la semilla. Por último, los químicos incluyen el uso de sustancias químicas e inmersión de las semillas por corto tiempo (5 a 15 seg) (Caicedo, 2009).

2.8. Descripción de algunos tratamientos pre-germinativos

Cada tipo de semilla necesita un tratamiento pre-germinativo para poder germinar: escarificado, estratificado, inmersión en agua caliente o a temperatura ambiente, lixiviación con agua corriente, estimulantes químicos (Varela y Arana, 2011).

2.8.1. Estratificación

Este tratamiento se utiliza para romper la latencia fisiológica, y consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, comúnmente arena o bien turba o vermiculita, en frío o calor (Varela y Arana, 2011).

2.8.2. Escarificación

Un gran número de especies forestales no germinan debido a que la testa o cubierta seminal, es dura e impide la entrada de agua (latencia física), y la semilla no germina al menos que esta sea escarificada. Así, la escarificación es cualquier proceso que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases (Varela y Arana, 2011).

2.8.3. Lixiviación

Las semillas son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado con el objetivo de ablandar la testa. El tiempo de remojo puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 h, y en algunos casos, cambiándoles el agua con cierta frecuencia (Varela y Arana, 2011).

2.9. Producción en vivero

Los viveros forestales permiten mejorar las condiciones de propagación de una determinada especie, asegurando la viabilidad de un número de plantas mayor de las que pueden darse de manera natural en el bosque (Espinosa, 2002).

2.9.1. Ubicación del vivero

Según la FHIA (2011) señala que al seleccionar el sitio donde se colocará el vivero, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Estar cerca del lugar definitivo de plantación.
- Estar cerca de una fuente de agua.
- El acceso debe ser fácil.
- Es importante que esté protegido de vientos fuertes y de los animales.
- El terreno debe ser lo más plano posible, de lo contrario, hay que nivelarlo en lo posible.
- Tipos de viveros forestales.

2.9.2. Los viveros permanentes

Conocidos como fijos, se proyectan y construyen con intención de que tengan una duración ilimitada y a lo largo de su existencia irán cambiando las especies cultivadas, ofrecerán una producción diversa en cuanto a formas, edades y clases de planta y no es infrecuente que incorporen el cultivo de planta ornamental (Serrada, 2014).

2.9.3. Los viveros temporales

Los viveros temporales son establecimientos de espacio corto, porque su objetivo es instalarse donde se van a realizar la plantación, este vivero ayuda a que sus plántulas no sufran mucho estrés y que estén en su respectivo ambiente; son instalaciones de bajo costo por lo que se lo realiza en pocas horas, porque son viveros de apoyo, ya que se adaptan para la producción de pequeñas cantidades (Haase y Davis, 2017).

2.10. Viveros con producción de planta con raíz desnuda

En regiones con climas de mayor pluviosidad y con una elevada tasa de humedad relativa es posible el uso de esta estrategia; debido a la pérdida de parte del sistema radicular absorbente al extraer la planta del suelo, unido al deterioro durante la manipulación (transporte y plantación), hacen que al comienzo del periodo vegetativo (luz y calor), la demanda hídrica de la masa foliar no encuentre la respuesta adecuada en el suelo (poca humedad) y por ende no hay absorción adecuada por el incipiente sistema radicular y la planta normalmente muere por estrés hídrico (Ruano, 2013).

2.10.1. Viveros con producción de planta en envase

Los viveros de gran escala usan unas bandejas de plástico duro, que se pueden usar muchas veces (varios años). Cada bandeja tiene varios huecos, uno para cada planta. Las botellas descartables de gaseosa son una buena opción para envase. Pueden usarse varias veces, son gratis y es una forma de reciclarlas. Muchos otros materiales pueden utilizarse para envases: sachets de leche o yogur, latas, cañas bambú, etc. Sea cual sea el que se elija, debe asegurar de que la planta tenga el espacio necesario para sus raíces (Navall, 2002).

2.10.2. De acuerdo a la organización

Comúnmente los viveros son administrados por un grupo familiar por lo que está clasificado como vivero familiar. También puede ser administrado por encargados comunales, tiene la finalidad de beneficiar a la comunidad ambiental y económicamente por lo tanto es considerado vivero comunal. Así mismo, existen los viveros institucionales que son construidos por alguna institución pública o privada y son administradas por entidades municipales, departamentales o entidades privadas (Condori, 2014).

2.10.3. De acuerdo a especies a producir

Dentro de la funcionalidad de un vivero existen viveros que se especializan en la producción de una sola especie forestal, tales son denominados viveros individuales. A su vez está clasificado los viveros mixtos, este tipo de viveros se especializa en la producción de dos especies. También se cuenta con viveros dedicados a la producción de más de dos especies forestales las mismas que se producen de acuerdo al requerimiento, los mismos son clasificados como viveros múltiples (Condori, 2014).

2.11. Sustratos

De acuerdo con García (2014) el sustrato es el medio que soporta la planta y que le proporciona las sustancias nutritivas que requiere. En condiciones naturales el sustrato

puede ser el mismo suelo o el agua, sin embargo, en vivero, el sustrato para germinación está compuesto por combinaciones de diversos materiales como tierra, cascarilla, turba, arena, entre otros, los cuales difieren mucho entre sí por las propiedades físicas y químicas que poseen.

Sin embargo, un sustrato es cualquier medio que se utilice para cultivar plantas en contenedores, entendiendo por contenedor cualquier recipiente que tenga una altura limitada, que su base se halle a presión atmosférica. En base a esta definición, un contenedor podrá tener dimensiones muy variables, siempre que exista esta restricción de altura, y se hallará, a diferencia de un suelo natural, aislado por la base y con drenaje libre (Burés, 2006).

El mismo autor (Burés, 2006) indica que un componente común en los cultivos productivos en contenedor es el volumen limitado del sustrato, que obliga a intensificar el riego y el abonado. Por otro lado, la baja altura de sustratos en el contenedor en comparación con un suelo natural es también restrictiva en la selección del medio, por tener un mayor contenido de agua retenida a bajas tensiones por la matriz del sustrato. El hecho de que los contenedores tengan un volumen limitado hace necesario que se deba proporcionar la máxima cantidad de agua posible por volumen de contenedor y esta agua debe estar retenida a energías bajas, por lo tanto, los sustratos tendrán como principal característica, a diferencia de los suelos naturales, que son capaces de retener agua a bajas tensiones sin detrimento de su capacidad de aireación (Burés, 2006).

2.12. Propiedades de sustratos

El autor García (2014) menciona que cada componente que se le adiciona a un sustrato tiene ciertas propiedades que inciden directamente en la forma como se presenta la germinación, de esta manera, mediante la combinación apropiada de materiales se puede obtener un medio que le proporciona a la semilla buenas condiciones de humedad y aireación logrando una germinación lo más homogénea posible.

2.13. Siembra en almácigos

El almacigo es el espacio del vivero destinado a la germinación de las semillas y el crecimiento inicial de las plántulas hasta su repique. Se utiliza para especies que requieren cuidados especiales durante esta etapa inicial de crecimiento. Permite cultivar una gran cantidad de plantas en una superficie pequeña, llevar a cabo cuidados intensivos como el riego, protección de los rayos solares y viento, controlar plagas, malezas y enfermedades (Guerra y Mate, 2018).

Guerra y Mate (2018) describe cómo construir diferentes tipos de almácigos, los pasos a seguir para preparar el suelo del almacigo (sustrato), las técnicas de siembra en almácigos y en envases, el momento adecuado para realizar la siembra, la profundidad de siembra, los cuidados que requieren los almácigos y las plantitas recién emergidas. Hay dos modos de siembra, para ambos el sustrato debe estar humedecido:

- Siembra en almácigos.
- Siembra directa.
- Siembra en almácigos

De acuerdo a Guerra y Mate (2018) la siembra en almácigos se usa cuando la semilla es muy chica, o de mala calidad ya que no sabemos bien cuántas van a germinar. Después de que las plantitas tienen cierta altura, hay que trasplantarlas a los envases.

2.14. Siembra directa

En la siembra directa las semillas se colocan directamente en el envase, ahorrando el trabajo de trasplante. Se usa cuando la germinación es buena y cuando las especies son delicadas para trasplantar. Si no se está seguro de la calidad de la semilla, se pueden colocar tres o más por envase; pero si germina más de una deben cortarse y dejar una sola planta. Las semillas se colocan y se tapan con el mismo sustrato, quedando como máximo a una profundidad del doble del tamaño de la semilla. Las semillas poco tapadas pueden quedar al aire con el riego y secarse; las semillas muy tapadas gastarían

toda su energía tratando de salir y no podrán lograrlo. Para evitar que se haga una costra, se coloca una cobertura de pasto seco (Navall, 2016).

2.15. Repique

Consiste en trasplantar las plantitas de los almácigos a las bolsas de polietileno llenas de sustrato. El momento oportuno del repique, para algunas especies es al mes de realizado la siembra de semillas. Otro indicativo para proceder al repique es cuando la plantita cuente con dos hojas verdaderas. Para semillas grandes el repique se realiza cuando la plantita cuenta con 4 hojas verdaderas o 10 centímetros de altura (Chaudhary *et al.*, 2016).

El repicado se recomienda realizarlo en días nublados, por las mañanas o tardes, para proceder a ello, previamente se realiza un riego a las camas de almacigo, para que suelte el sustrato las raíces sin producir daños a la raíz, a continuación, con un elemento adecuado tal como un clavo grande u otro instrumento se afloja el sustrato con mucho cuidado para no causar daño a la raíz de la plantita, después, se procede a extraer las plantitas y el acopio se realiza en un recipiente con agua o lodo (mezcla de agua con tierra), operación que debe ser realizada bajo sombra, a fin de evitar la pérdida de humedad de la plantita (Chaudhary *et al.*, 2016).

Acá se hace una primera selección, desechando las plantitas muy pequeñas, bifurcadas o defectuosas y enferma; para proceder al repicado de las bolsas, se utiliza un repicador (palo pequeño), para hacer un hoyo profundo y ancho en la parte céntrica de la bolsa; luego se coloca las plantitas en el hoyo, evitando que queden espacios vacíos, lo que originaría el acumulamiento de agua causando la pudrición de la raíz, también se debe evitar que la raíz entre doblada; por último, realizar un riego a las plantas repicadas (Chaudhary *et al.*, 2016).

2.16. Manejo y programa de fertilización

Luego de realizada el repique u homogenización, el manejo de la producción es solo a base de agua y fungicida por espacio de una semana, luego se procede a realizar una aplicación de fertilizante a base del fósforo, por espacio de dos a tres semanas, se inicia con una dosis baja menor de 300 mho (Siemens) y termina en 800. Luego se inicia la fertilización con una formula completa más micro elementos, de igualmente se inicia con dosis bajas y se termina en 700 a 800 mho (Reyes, 2015).

2.17. Labores culturales

Según menciona Löw (2020) las labores culturales a realizar en un vivero son las siguientes:

2.17.1. Riegos

El riego debe ser aplicado con un regador o equipo de ducha fina, para que el agua caiga en forma suave, pero con suficiente cantidad de agua para que llegue hasta la raíz y no sea un riego superficial; evitando lo que ocurre cuando el riego se realiza con envases o equipos inadecuados, que el chorro de agua caiga con fuerte impacto, ocasionando el lavado del sustrato y con ello se extraiga la semilla fuera del almacigo, o exponga la raíz de la plantita al descubierto.

2.17.2. Deshierbo

Durante la permanencia de las semillas en las camas de almácigos hasta la germinación de estos y durante el crecimiento de las plantitas en las camas de repique, se da la presencia de plantas invasoras que compiten por los nutrientes y por agua con la plantita deseada, por lo que se debe eliminar esta maleza en forma oportuna; no esperar que se desarrolle mucho ya que ello origina que sus raíces se entrecrucen con las de la plantita y al ser extraídas dañen las raíces.

2.17.3. Maduración

En la etapa de maduración las plantas formaran un tallo leñoso; cuanto mayor sea la distancia entre los plantones, más robustos serán al final de esta etapa; las plantas se deben mantener en sol, aunque se sequen; esto les ayudará prepararse para la “vida dura” en el campo; las plantas no deben dejarse de un año para otro, porque crecerán en exceso, las raíces perforarán la bolsa y se introducirán por el suelo.

2.17.4. Remoción

La remoción consta en cambiar de lugar las bolsas con plantas en las camas de repique, con la finalidad de que las raíces no penetren en el fondo de la cama, y las plantas se vuelvan suculentas, también se aprovecha de esta labor para separar las bolsas sin plantas, para agrupar las plantas por tamaño, colocando las más grandes al centro de las camas y las más pequeñas a los costados, asimismo, ayudan a lignificar o endurecer las plantas.

2.17.5. Manejo y tiempo en vivero

Los plantones deben permanecer en el vivero hasta alcanzar una altura de 25 a 30 cm. Para evitar que los plantones enraícen en el suelo, se recomienda colocar un plástico en el piso y en caso necesario realizar la poda de raíz; cuando los plantones alcancen el tamaño adecuado, se debe retirar la malla de sombra y ampliar la frecuencia de riegos, con el propósito de que los plantones se lignifiquen (más leñoso) y se aclimaten a las condiciones ambientales similares a las del sitio de plantación.

2.17.6. Agoste

Permite ir manejando la sombra y el agua, retirando poco a poco de la sombra hasta dejar los plantones expuestos al sol; también se va espaciando el agua de riego, pero no quitándole totalmente, sino darle lo necesario, de este modo se van endureciendo los tejidos de las plantas, se va lignificando los tallos y preparando a la planta para el estrés que sufrirá cuando sea instalado en campo definitivo.

2.17.7. Selección

En la selección de los plántones se debe tener cuidado la sanidad, conformación, eliminando aquellos plántones que están enfermos, mal formados, torcidos, con ramificaciones, sin yema terminal, con ataque de plagas, dejando seleccionados para su transporte a campo definitivo, por lo que la calidad de los plántones es un punto determinante para establecer con éxito una plantación en campo definitivo.

2.18. Reforestación.

La producción de las plántulas para sembrarse de acuerdo con el objetivo del bosque, puede realizarse “*in situ*” o en vivero. El segundo tipo de producción se refiere a la propagación de especies vegetales en condiciones controladas de humedad, luz, competencia y sanidad, lo cual posibilita albergar un mayor número de individuos en una pequeña área para posteriormente ser llevados al terreno para forestar o reforestar, una vez alcanzadas unas mínimas características de robustez en hojas y raíces (Espinosa, 2002).

2.19. Silvicultura

De acuerdo a Weiss *et al.*, (2020) define la silvicultura como una, disciplina que forma parte de las ciencias forestales cuyo objeto es la producción vegetal leñosa con el propósito de obtener el máximo de beneficios, en el menor tiempo posible y en forma sostenida.

2.20. Descripción Botánica de *O. pyramidale*

Árbol que alcanza hasta 30 m de altura y 70 cm de DAP. Tronco recto y cilíndrico con raíces tablares grandes. Corteza externa gris, lisa. Copa amplia y redondeada, de gran tamaño. Hojas simples, alternas, pentalobuladas, grandes, pubescentes por el envés, con el pecíolo casi del tamaño de la lámina foliar. Flores grandes, blancas y

campanuladas. Fruto cápsula dehiscente, las semillas pequeñas, negras se encuentran rodeadas por una lana (Vinuela, 2012).

2.21. Usos de la madera de *O. pyramidale*

Elaboración de artesanías y juguetes, construcción rural, el algodón del interior de los frutos sirve para relleno de almohadas, cojines, colchones, sofás, canoas, partes de aeroplanos, flotadores de redes, salvavidas, sogas, sombreros de fieltro, madera extremadamente liviana (pesa menos que el corcho; su peso específico es 0.22), ideal en la fabricación de artículos atlético-deportivos (deslizadores), aeromodelismo, revestimiento interior de habitaciones para amortiguar sonidos, decoración de interiores, planchas aisladoras. Por su rápido crecimiento y condiciones en las que crece, resulta un recurso maderable susceptible de explotación inmediata (Ruiz, 2013).

2.22. Distribución geográfica

O. pyramidale se encuentra desde México, Costa Rica, Perú, Ecuador, Bolivia y Brasil. En Ecuador se distribuye principalmente en la región costa (Vinuela, 2012).

2.23. Importancia ecológica

Especie Secundaria. Muy apropiada para introducir su cultivo en acahuals y terrenos abandonados (producto del sistema roza-tumba-quema). Forma generalmente rodales puros (Vinuela, 2012).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio

La presente investigación se la realizó en la Finca Experimental "La María" perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el kilómetro 7.5 de la vía Quevedo-El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica es de 1°04'48.8" latitud Sur y 79°30'03.0" longitud Oeste a una altitud de 67 msnm. El vivero pertenece a la universidad, cuenta con diferentes áreas dedicadas a la producción.

En la tabla 1 se detallan los parámetros y características climáticas de la zona de estudio.

Tabla 1. Características climáticas de la zona de estudio

Parámetros	Características
Temperatura	24 °C
Precipitación	2252 mm
Heliofanía	894 horas/año
Humedad relativa	84%

Fuente: INAMHI, 2018

3.2. Tipos de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó, aplicando tipos de sustratos evaluando su efecto en plántulas de *O. pyramidale*.

3.3. Método deductivo

Se utilizó durante el proceso de evaluación, en los indicadores de crecimiento, dimensiones de la plántula y tratamientos de tipos de sustratos.

3.4. Investigación descriptiva

Esta se caracteriza por analizar las características de las plántulas mediante su dasometría y crecimiento.

3.5. Investigación de campo

Esta investigación fue del tipo de campo en vivero, donde se mantuvo control permanente del desarrollo fisiológico de las especies en estudio.

3.6. Métodos de investigación

Para el presente trabajo de investigación se empleó método descriptivo, observación, experimental; esto permite recopilar datos, fotografías y describir mediante lo observado en campo, los efectos del desarrollo mediante los tipos de sustratos.

3.7. Fuentes de recopilación de información

3.7.1. Fuente primaria

La recopilación de información primaria se realizó a través de la observación y un correcto manejo técnico de personas capacitadas y especializadas en vivero y muestras de la unidad experimental.

3.7.2. Fuente secundaria

Se utilizó páginas web, artículos científicos, proyectos de investigación, libros, para la evaluación de métodos pregerminativos en distintos tipos de sustratos para la especie de *O. pyramidale*.

3.8. Diseño experimental y análisis estadísticos

3.8.1. Tratamiento

En el presente trabajo de investigación se utilizó como factor en estudio, los tipos de sustratos en el cultivo de *O. pyramidale*, con tres aplicaciones respectivamente.

El ensayo se realizó utilizando un diseño completamente al azar (D.C.A.) con cuatro tratamientos en cuatro repeticiones. Todas las variables de respuesta sometidas al análisis de varianza y se utilizó la prueba de Tukey ($p \geq 0.05$) para la comparación de las medias de los tratamientos. La tabulación de los datos se la realizó en Excel 2019, y el procesamiento estadístico en Infostat versión 2017.1.2.

En la tabla 2 y 3 se presenta el esquema del análisis de varianza; fuentes de variación y grados de libertad. Y los tratamientos a evaluarse en la investigación.

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Error	12
Total	15

Tratamientos

Tabla 3. Tratamientos a evaluarse en la investigación

Tratamientos	Descripción
T1	Control
T2	Tierra 75% + tierra de sembrado 25%
T3	Tierra negra 75% + compost de lechuga 25%
T4	Tierra negra 75% + fibra de coco 25%

3.9. Trabajo de campo

3.9.1. Obtención y preparación del material para los sustratos

Las semillas se obtuvieron de árboles considerados semilleros que se encuentran en plantaciones y de regeneración natural en cultivos de la zona, los cuales se consideran en base a su desarrollo y características fenotípicas. Para el trabajo de campo se tomó un espacio donde se procedió a limpiar el área de estudio para establecer el vivero temporal en donde se propagarán las plántulas, se realizó tratamientos para cada tipo de sustrato, para cada tratamiento pre-germinativo y para cada repetición. El material para la preparación de los sustratos consistió de tres tratamientos, tierra de sembrado, compost de lechuga y fibra de coco.

3.9.2. Siembra

Se utilizaron semillas obtenidas en INIAP para la cama de germinación de las semillas. Después de la germinación, mediante un repique se colocó el sustrato en fundas polietileno de 5 x 8 pulgadas con la ayuda de una pala jardinera la cantidad utilizada fue de 2 kg de sustrato/funda.

Para el tratamiento pre-germinativo se aplicó la inmersión de las semillas en agua caliente y se lo dejo reposar 24 horas. Para la siembra se estableció las semillas en las camas con una profundidad de 1 cm y se procedió a colocar las 400 semillas en la cama de germinación. Seguidamente cubriéndolas con un plástico negro para evitar la luminosidad solar y con secuencias de riego controlado, además que le aplique maxim mezclado con 10 litros de agua para el control del hongo.

A continuación, se describe la relación de los sustratos aplicados en las variables de estudio para cada uno de los tratamientos.

Tabla 4. Lista de tratamientos con la combinación de tierra negra, tierra sembrada, compost de lechuga y fibra de coco.

TRATAMIENTOS	UNIDADES EXPERIMENTALES	RELACIÓN
T1= TN	100	100%
T2= TN+TS	100	75-25%
T3 =TN+ compost	100	75-25%
T4= TN+ fibra de coco	100	75-25%

3.9.3. Riego

El riego de las plántulas se lo realizó de forma manual a través de una regadera de plástico, en un intervalo de 3 días y, de acuerdo a las condiciones climáticas y la pérdida de humedad en el suelo.

3.10. Variables a evaluar

3.10.1. Días de la germinación

Se registró los datos de la fecha de siembra y la culminación de la fecha desde que germino las semillas.

3.10.2. Porcentaje de germinación

Se contabilizó las semillas germinadas para luego obtener el porcentaje de germinación mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{semillas germinadas}}{\text{número total de semillas}} * 100$$

3.10.3. Porcentaje de sobrevivencia

Se contabilizó todas las plantas vivas una vez que haya culminado del tiempo del estudio, y se aplicara la siguiente formula:

$$PS = \frac{\text{número de plantas vivas}}{\text{número de plantas germinadas}} * 100$$

3.10.4. Altura de la plántula (cm)

La altura se midió con la ayuda de una regla y su resultado se expresaron en cm.

3.10.5. Diámetro del tallo (mm)

El diámetro del tallo se midió con la ayuda de un calibrador de vernier, y sus resultados se expresaron en mm.

3.10.6. Número de hojas

Se contabilizó las hojas presentes en cada planta de los distintos tratamientos en estudio.

3.10.7. Longitud de raíz (cm)

Para realizó este procedimiento para medir desde el cuello de la raíz hasta donde termina, con una regla en cm.

3.11. Relación Beneficio/Costo

Se realizó la comparación a través de un análisis económico usando los costos y beneficios, tomando como base el precio de las semillas, valor de la plántula y el establecimiento del vivero, así como el manejo.

$$B/C \frac{\text{Ingreso total}}{\text{Costo total}} \times 100$$

3.12. Datos de los tratamientos

Se recolectaron los datos pasando cada 15 días después de la siembra, y luego los datos fueron registrados en el programa Excel. Se encontraron las diferentes variables de respuesta y fueron sometidas al análisis de varianza mediante el programa Infostat, mientras que todas las variables tomadas en el experimento fueron pasadas al programa Excel para tener un mejor manejo de los datos.

3.13. Materiales y equipos

3.13.1. Materiales de campo

- Agua
- Tierra
- Malla
- Plástico
- Pala
- Rastrillo

- Baldes
- Fundas de polietileno
- Semillas

3.13.2. Materiales de oficina

- Computador
- Impresora
- Hojas de papel
- Lápiz
- Esferos
- Internet
- Cuaderno
- GPS

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS

4.1. Comportamiento pregerminativo

Para determinar del comportamiento pre-germinativo para definir la germinación más efectiva se sometieron a proceso con agua caliente y siembra directa que presentaron los siguientes resultados: La primera semilla en germinar del *O. pyramidale* fue a los 4 días de la pregerminación en agua caliente por 24 horas en cambio la germinación por el método de siembra directa fue a los 19 días, en los dos casos fue en el tratamiento T1 (agua por 24 horas).

Tabla 5. Días de pregerminación

PREGERMINACIÓN			
Tratamiento	Inicio	Media	Máxima
Agua Caliente	3/03/2022	7/03/2022	11/03/2022
Testigo	3/03/2022	21/03/2022	26/03/2022

4.2. Selección de germinación

Una vez realizado el tratamiento pre-germinativo se procedió a la siembra el 15 de marzo. Las primeras semillas comenzaron a germinar el día 19 de marzo de 2022 y las últimas semillas fueron el 22 de marzo del 2022.

Tabla 6. Días de inicio de la germinación

GERMINACIÓN		
Día de siembra	Inicio	Máxima
15/03/2022	19/03/2022	22/03/2022

Al evaluar la variable porcentaje de germinación que registró la especie *O. pyramidale* germino exitosamente dentro de su totalidad, todas las semillas germinaron con buen

resultado dando el 100% y menor tiempo posible en el proceso del agua caliente, las cuales fueron escogidas para la siembra y estudio de diferentes tipos de sustratos.

4.3. Porcentaje de sobrevivencia

En la figura 1 se observa el porcentaje de sobrevivencia de plántulas de *Ochroma pyramidale* en tratamientos aplicados, en la prueba de tuckey realizado en el análisis de varianza demostró que no existen diferencias significativas en los tratamientos aplicados, presentando el TN- fibra de coco con el mayor valor en porcentaje (91%) que presento un sobresaliente porcentaje en sobrevivencia a diferencia de los demás tratamientos, mientras que el TN (Testigo) que demostró un menor valor porcentual (75%).

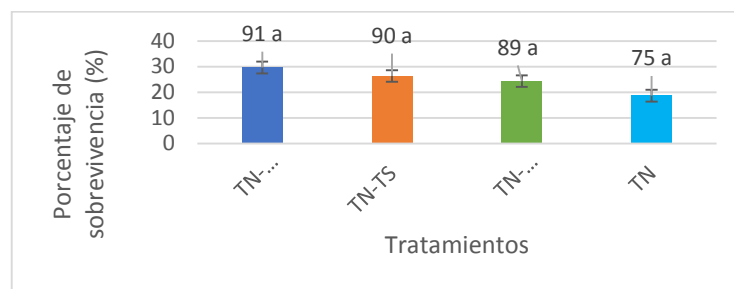


Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia de plántulas

4.4. Altura de la plántula (cm)

En cuanto a la variable altura, se obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, podemos observar que el mejor tratamiento en referencia en altura de plántulas fue el TN-Fibra de coco obteniendo el valor más alto 19,33 cm.

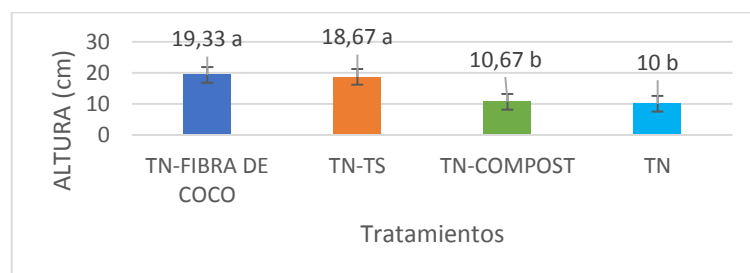


Figura 2. Altura de plántulas

4.5. Diámetro del tallo (mm)

Las medias obtenidas en diámetro, donde los tratamientos TN-Fibra de coco y TN-Compost son similares entre sí, y diferentes a los tratamientos TN-TS y testigo (TN), estos no representan diferencias entre sí y poseen los valores más bajos (Figura 3).

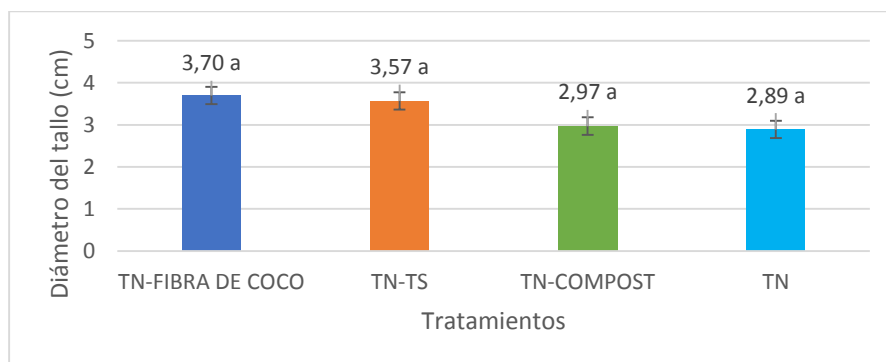


Figura 3. Diámetro de plántulas

4.6. Número de hojas

La figura 4 presenta las medias obtenidas en número de hojas, donde los tratamientos TN-Fibra de coco y TN-Compost son similares entre sí, y diferentes a los tratamientos TN-TS y testigo (TN), estos no representan diferencias entre sí y poseen los valores más bajos.

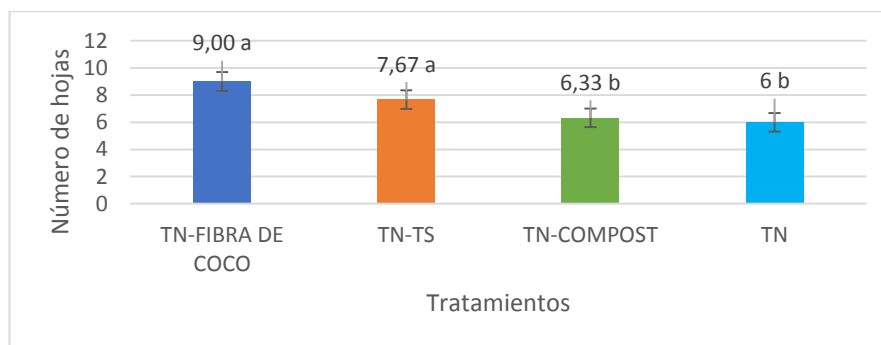


Figura 4. Número de hojas de las plántulas

4.7. Longitud de raíz (cm)

Los valores medios, registrados en la investigación para la variable de longitud de raíz se muestran en la figura 5, donde se observa que el TN-Fibra de coco obtuvo mejores resultados en cuanto al crecimiento de la raíz con un valor de 11,35 cm, seguido por TN-TS con 10,57 cm. Mientras que el TN (Testigo) tuvo resultados inferiores para la longitud de raíz (9,27 cm).

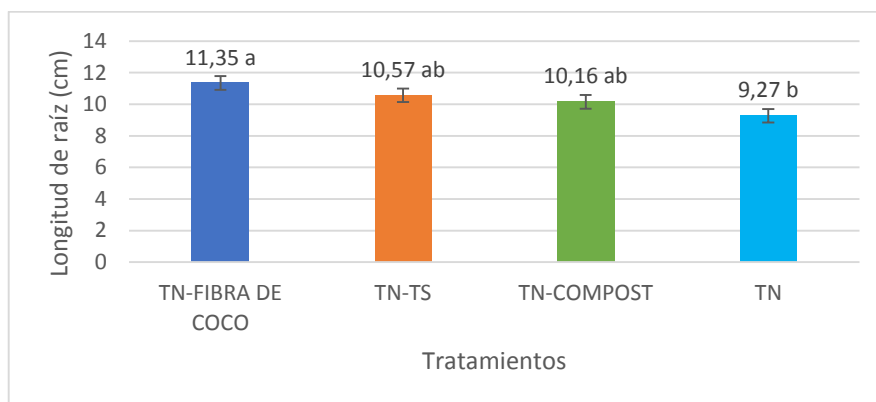


Figura 5. Longitud de la raíz de plántulas

4.8. Relación Beneficio/Costo

En el análisis de costos (Tabla 7) de los tratamientos aplicados en germinación de semillas *Ochroma pyramidale* utilizando tres tipos de sustratos, demuestra que el tratamiento T4 (Tierra negra-Fibra de coco) es el de mayor costo con valor de USD 35,51; en un segundo lugar tenemos el tratamiento T2 (Tierra negra-tierra de sembrado) con un costo de USD 31,95; en tercer lugar el tratamiento T3 (Tierra negra-Compost de lechuga) con un costo de USD 31,75; en cuarto lugar el tratamiento T1 (Tierra negra) con un costo de USD 31,51.

Tabla 7. Costo del desarrollo inicial de plántulas *O. pyramidale*. utilizando diferentes tipos de sustratos.

Costos	T1	T2	T3	T4
Tierra negra	0,16	0,00	0,00	0,00
Tierra negra-tierra de sembrado	0,00	0,60	0,00	0,00
Tierra negra- Compost de lechuga	0,00	0,00	0,40	0,00
Tierra negra-Fibra de coco	0,00	0,00	0,00	4,16
Timorex	5,00	5,00	5,00	5,00
Caxin	8,00	8,00	8,00	8,00
Mano de obra	16,00	16,00	16,00	16,00
Agua destilada	0,20	0,20	0,20	0,20
Tarrina plástica	0,05	0,05	0,05	0,05
Bandeja germinadora	2,10	2,10	2,10	2,10
TOTAL	31,51	31,95	31,75	35,51

4.9. Discusión

El tratamiento con el sustrato de tierra negra y fibra de coco presentó un porcentaje del 91% de sobrevivencia, el uso de un sustrato adecuado puede ayudar a potenciar el crecimiento de las plantas en sus primeras etapas de desarrollo, por lo tanto, mientras más sustratos de excelentes características y ricos en minerales se use mayor será el beneficio. De acuerdo con Rojas *et al.*, (2022) aplicaron tres tipos de sustratos: turba, fibra de coco y compost en semillas de la especie *Cinchona officinalis* L. (Quina). Usando un diseño al azar y aplicando la prueba de Kruskal-Wallis y Correlación de los datos, dio un resultado similar ya que de los tres sustratos el más destacado dentro del proceso germinativo fue el de fibra de coco, con un 70.6% a diferencia de la turba que, aunque con resultados no tan significativos presentó un 64.6%, y el compost con un índice menor respecto a los dos sustratos anteriores presentó tan solo el 3.8%.

Por otro lado, Rojas *et al.*, (2022) concuerda con los resultados dentro de su estudio, el cual se enfocó en la determinación de un tratamiento para la propagación de *Cedrela montana* (Cedro) aplicando un diseño experimental completamente al Azar, con factores de estudio que contaban con dos métodos de escarificación (agua fría por 6 horas y agua caliente a 60°C a 1 minuto por 2 períodos) y tres sustratos, ambos se combinaron obteniendo 6 tratamientos y 3 repeticiones. De los cuatro tratamientos, contaban con la fibra de coco como un elemento del sustrato, destacando el T2 que contenía las variables: Tierra negra (60%) + Fibra de coco (40%) + Agua fría por 6 horas mostrando el mayor porcentaje de germinación y crecimiento en altura, diámetro a la altura del cuello y número de hojas a diferencia de los demás.

Según Calderón (2021) menciona que con un leve enfoque diferente, nos muestra en su estudio basado en el efecto de cuatro tipos de sustrato aplicando seis repeticiones para la producción de plántulas de capirona (*Calycophyllum spruceanum*), las plantas se evaluaron con un diseño completamente al Azar con submuestreo, se evaluaron variables enfocadas en la morfología de las plántulas, para comparar las mediciones se aplicó la prueba de Tukey y para determinar el sustrato más apto se aplicaron índices morfológicos: Índice de Dickson, Índice de Robustez y Proporción Peso Masa Aérea/Peso Masa Radicular. De estos cuatro sustratos dos de ellos contaban con fibra

de coco dentro de su composición, destacando el T2 (50% fibra de coco, 30% cascarilla de arroz semicarbonizada y 20% compost cervecero) quien fue el que presentó mejores resultados, ya que alcanzó a comparación de los otros tratamientos en estudio, la mayor altura promedio de 22,24 cm y mayor índice de supervivencia.

En contraste con Loyola (2019) en su estudio para determinar el mejor sustrato y proceso pregerminativo para la reproducción sexual de *Jacaranda mimosfolia* (jacaranda), utilizaron dos procesos pregerminativo (Agua fría por 48 horas y agua caliente 60°C por 1 minuto con tres intervalos) y 4 tipos de sustratos de los cuales uno de ellos era la fibra de coco. Ambos se combinaron obteniendo ocho diferentes tratamientos, destacando el T2 que se encuentra compuesto por: T2: S2; Tierra negra (50%) + Arcilla (25%) + Humus de lombriz (25%) – Pa; agua fría (48 horas), obteniendo como resultado que se consigan plantulas con un diámetro a la altura del cuello (DAC) de 1,75 mm, una altura de 5,28 cm y un numero de hojas de 7,9. Sin embargo a nivel germinativo el T8 compuesto por Fibra de coco 100% + Agua caliente alcanzó 83% de germinación en las semillas

Cabe mencionar que si bien los procesos de Niveló (2020) presentan diferentes resultados respecto a sus diferentes estadísticas morfológicas, se debe considerar que son especies forestales disímiles. No obstante, se denota que, en el apartado germinativo, la fibra de coco muestra una constante, siendo esto de importancia al momento de analizar y considerar sus propiedades para el desarrollo eficiente de plántulas de especies forestales.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✚ En el tratamiento pre- germinativo por medio de agua caliente por 24h es un tratamiento rápido y bajo costo ya que en cuatro días se obtiene la germinación de la semilla en su totalidad, y se trabaja a nivel vivero en menos tiempo posible ya que la siembra directa de la semilla toma tiempo para su germinación y las fumigaciones para el hongo sería constante.
- ✚ El sustrato más rápido de supervivencia fue de TN-fibra de coco que obtuvo con el mayor valor en porcentaje (91%) que presentó un sobresaliente porcentaje en supervivencia a diferencia de los demás tratamientos, mientras que el TN (Testigo) que demostró un menor valor porcentual (75%) a comparación de los otros tratamientos.
- ✚ Los resultados obtenidos, contaron con un total de supervivencia aceptable, el trabajo de campo se realizó sin la aplicación de ninguna fuente de fertilizantes para el crecimiento y desarrollo de las plántulas *O. pyramidale*.
- ✚ En conclusión, de los tratamientos aplicados en las semillas *O. pyramidale* utilizando tres tipos de sustratos, demuestra que el tratamiento T4 (Tierra negra-Fibra de coco) es el de mayor costo con valor de USD 35,51; en un segundo lugar tenemos el tratamiento T2 (Tierra negra-tierra de sembrado) con un costo de USD 31,95; en tercer lugar, el tratamiento T3 (Tierra negra-Compost de lechuga) con un costo de USD 31,75; en cuarto lugar, el tratamiento T1 (Tierra negra) con un costo de USD 31,51.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda realizar tratamiento pre-germinativo mediante agua caliente por 24h ya que el desarrollo en plántulas de *O. pyramidale*, se da en menos tiempo y es más accesible a la mano del viverista.
- ✚ En base a los resultados de evaluación de los tratamientos se recomienda seguir empleando sustratos orgánicos recalando el TN-Fibra de coco debido a que se obtuvo plantas con mejores crecimientos desde el punto de vista técnico.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6. Bibliografía

- Bravo, A. (2019). *Geminación y crecimiento inicial de Tectona grandis L.f. (Teca) y Gmelina arborea Roxb. (Melina) con dos tipos de sustratos y dos tipos de viales en el cantón Quevedo*. Quevedo: Ecuador.
- Burés, S. (2006). Manejo de Sustratos. *Gestión de Viveros Forestales*, 1(1): 1-10.
- Cabral, C. R. (2007). Elaboración de abono orgánico a partir de plantas acuáticas: Elodea (*Hydrilla verticillata*) y Jacinto o Lirio. *Tecnología*, 5(10): 35-55.
- Caicedo, P. (2009). *Plantaciones Forestales Guía Práctica* (Primera ed.). Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador: Imprenta Sagrado Corazón.
- Calderón, N. (2021). *Evaluación de tres sustratos y dos métodos de escarificación para la reproducción sexual de Cedrela montana (Cedro) en el vivero forestal de la epoch*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- CECOMEX. (13 de Julio de 2017). Obtenido de <https://cecomex.com.ec/ecuador-campeon-la-madera-balsa/>
- Chajón, G. (2010). *Viveros forestales y la importancia de reforestar*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Chaudhary, A., Burivalova, Z., Pin, L., & Hellweg, S. (2016). Impact of Forest Management on Species Richness: Global Meta-Analysis and Economic Trade-Offs. *Scientific reports*, 6(4): 1-12.
- Condori, C. (2014). *Fortalecimiento de Vivero Forestal para la producción de plantines*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, 31(2): 74-85.
- Ecología. (12 de abril de 2021). Obtenido de <https://www.accionecologica.org/balsa-en-ecuador-6-plantaciones-poblaciones-silvestres-y-nuevos-espacios-ocupados-por-la-balsa-2/#:~:text=Las%20principales%20provincias%20donde%20se,Composites%2C%20Balsasud%20y%20Sino%20Composites.>

- Espinosa, H. (2002). *Bosques* (Pirmera ed.). (C. X. Torres Serrano, Ed.) Bogotá, Colombia: Quebecor World Bogotá, S.A.
- FHIA. (Octubre de 2011). *Proyecto promoción de sistemas agroforestales de alto valor con Cacao en Honduras*. (Segunda ed.). (FHIA, Ed.) Lima, Cortés, Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola.
- Filoso, S., Ometto, M., Weiss, K., y Palmer, M. (2017). Impacts of forest restoration on water yield: A systematic review. *Plosone*, 1(1): 1-26.
- García, R. (2014). Sustratos para viveros. *Terra Latinoamerica*, 17(3): 231-235.
- Gomes, R., & Saraiva, J. (2016). Biometry of fruits and seeds, dormancy and substrates in seeds germination of *Dypsis lutescens*. *Scientific Article*, 22(2): 215-220.
- González , B., Cervantes, X., Torres, E., y Sánchez, C. (2010). Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Rios - Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 3(2): 7-11.
- González, K. (2021). *Tipos de envases en viveros forestales*. In: *Viveros forestales*. México: Centro de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales.
- Guerra, V., y Mate, A. (2018). Manual de Vivero. *MINAGRO*, 1(1):1-13.
- Haase, D., y Davis, A. (2017). Developing and supporting quality nursery facilities and staff are necessary to meet global forest and landscape restoration needs. *Reforesta*, 4:69-93.
- Hazien, E. (2009). *Guía para la recolección de semillas de los vegetales más comunes* (Décima ed.). Bilbao, España: GATAZKA GUNEA.
- Löw, C. (2020, Septiembre). Gender and Indigenous concepts of climate protection: a critical revision of REDD+ projects. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 43(1): 91-98.
- Loyola, O. (2019). *Efecto de cuatro tipos de sustrato en la producción de plantones de capirona (Calycophyllum spruceanum) en el Vivero Forestal de Cervecería San Juan S.A, Ucayali - Perú*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Loza, S. (22 de Octubre de 2020). Obtenido de <https://criteriosdigital.com/empresa/sloza/ecuador-lidera-la-exportacion-de-balsa-en-el-mundo/>

- Muñoz, V. (2012). *efectos de tres métodos pregerminativos y tres sustratos en la propagación de melina Gmelina arborea(Roxb.) en el recinto sabanetillas*. Echeandía: Bolívar.
- Navall, M. (2002). *El Vivero Forestal Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Nivelo, I. (2020). *Evaluación de cuatro sustratos y dos tratamientos pre-germinativos para la reproducción sexual de Jacaranda mimosifolia (Jacaranda) en el vivero de la epoch*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Ortiz, T., Ordaz, C., Aldrete, Escamilla, P., Sanchez, V., y Lopez, R. (2018). *tratamientos pregerminativos en semillas*. *Core*, 20(3):68 - 73.
- Peralta, J., y Royuela, M. (08 de Enero de 2008). *Morfología de las plantulas*. Herbario de la Universidad Pública de Navarra.
- Reyes, D. (Septiembre de 2015). *Manual diseño y organización de viveros*. Santo Domingo: Clúster de Viveristas Dominicano.
- Reyes, J., Luna, R., Murillo, B., Nieto, A., Hernández, L., Rueda, E., y Preciado, P. (2017). *Uso de vermicompost y compost de Jacinto de agua (Eichhornia crassipes) en el crecimiento de col morada (Brassica oleracea)*. *Interciencia*, 42, 1(1):610-615.
- Rodríguez, V. (2009). *Germinación y manejo de especies forestales tropicales*. *Restauración de Ecosistemas Mediterráneos*, 1(1): 1-10.
- Rojas, M., Nina, M., y Vilca, Y. (2022). *Evaluación de tres tipos de sustratos (turba, fibra de coco y compost) en la germinación de (Quina) Cinchona officinalis L.* *Revista de Investigaciones de la Escuela de Posgrado*, 11 (1): 25-34.
- Ruano, J. (2013). *Establecimiento de un vivero forestal. Estudios premiliares*. Madrid, España: Universidad de Madrid.
- Ruiz, D. (11 de Abril de 2013). *Comparación del Análisis Fitoquímico de las especies Forestales de Tahuarí, Tulpay y Topa*. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/603/T.FRS-205.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Serrada, R. (2014). *Introducción y cultivo a raíz desnuda*. Madrid: Escuela Universitaria De Ingeniería Técnica Forestal.

- Varela, S., y Arana, V. (Marzo de 2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Silvicultura en Vivero*, 1(1): 1-10.
- Véliz, A. (2006). *Guia para la indentificación de una colección de especies forestales tropicales del Ecuador*. Quevedo, Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Vinueza, M. (25 de 09 de 2012). *Ecuador Forestal*. Obtenido de <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-7-balsa/>
- Weiss, G., Ludvig, A., y Živojinović, I. (2020). Four decades of innovation research in forestry and the forest-based industries – A systematic literature review. *Forest Policy and Economics*, 120(1): 1-15.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexo



Anexo 1. Método pregerminativo, remojo en agua caliente 24 horas



Anexo 2. Preparación de la cama para la germinación de las semillas



Anexo 3. Germinación de las semillas



Anexo 4. Preparación de los sustratos



Anexo 5. Toma de datos diámetro del tallo



Anexo 6. Desarrollo inicial de las plantas