



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

**“EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS
TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS POR REPRODUCCIÓN
SEXUAL DE *Ochroma pyramidale* (BALSA) EN EL VIVERO
PLANTS ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

CRISTHIAN DENNIS BURGOS DUEÑAS

Riobamba - Ecuador

2022



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

**“EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS
TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS POR REPRODUCCIÓN
SEXUAL DE *Ochroma pyramidale* (BALSA) EN EL VIVERO
PLANTS ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: CRISTHIAN DENNIS BURGOS DUEÑAS

DIRECTOR: Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA MSc.

Riobamba - Ecuador

2022

©2022, Cristhian Dennis Burgos Dueñas

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

Yo, **CRISTHIAN DENNIS BURGOS DUEÑAS**, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que proviene de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

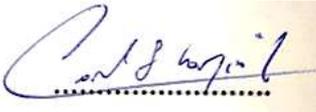
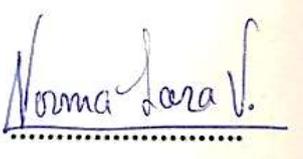
Riobamba, 12 de mayo de 2022.



Cristhian Dennis Burgos Dueñas
2200109912

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS POR REPRODUCCIÓN SEXUAL DE *Ochroma pyramidale* (BALSA) EN EL VIVERO PLANTS ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA**, realizado por el señor: **CRISTHIAN DENNIS BURGOS DUEÑAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Miguel Ángel Gualpa Calva MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022/05/12
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022/05/12
Ing. Norma Ximena Lara Vásquez MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022/05/12

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo, comprensión y porque cada día se esforzaron por ayudarme a salir adelante y siempre confiaron en mí. También a mi hermano Sergio, mi hermana Shaden y primo Rommel, que siempre estuvieron conmigo en los mejores y peores momentos y me alentaron a seguir adelante.

Cristhian

AGRADECIMIENTO

Al Vivero Plants Orellana, por permitirme realizar el trabajo de investigación en sus instalaciones y brindarme las herramientas necesarias, por siempre abrirme las puertas y ser fundamental en este proceso.

Al Ing. Carlos Carpio por guiarme, ser mi tutor y por ser un gran profesional, maestro y amigo.
A la Ing. Norma Lara por la confianza que siempre tuvo en mí a lo largo de la carrera y ser una gran profesional.

En realidad, a todos los que al final en algo “han aportado a lo largo de este camino dulce sin embargo amargo”.

Cristhian

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXO	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
1.1. Vivero forestal	4
1.1.1. <i>Importancia de los viveros forestales</i>.....	4
1.1.2. <i>Ubicación e instalación del vivero</i>	4
1.1.3. <i>Herramientas e insumos que se necesitan para la producción de las plantas en el vivero</i>.....	5
1.2. ¿Qué es un sustrato?	6
1.2.1. <i>Propiedades físicas de los sustratos de cultivo</i>	6
1.2.1.1. <i>Porosidad</i>.....	6
1.2.1.2. <i>Densidad</i>	7
1.2.1.3. <i>Estructura</i>.....	7
1.2.1.4. <i>Granulometría</i>.....	7
1.2.2. <i>Propiedades químicas de los sustratos de cultivo</i>	8
1.2.3. <i>Propiedades biológicas de los sustratos de cultivo</i>	8
1.2.4. <i>Características del sustrato ideal</i>.....	8
1.2.4.1. <i>Propiedades físicas</i>	8
1.2.4.2. <i>Propiedades químicas</i>	8
1.2.4.3. <i>Otras propiedades</i>.....	9
1.2.5. <i>Tipos de sustratos</i>	9
1.2.5.1. <i>Según sus propiedades</i>	9
1.2.5.2. <i>Según el origen de los materiales orgánicos</i>	10
1.2.5.3. <i>Según el origen de los materiales inorgánicos o minerales</i>.....	10
1.3. <i>Ochroma pyramidale</i>.....	11
1.3.1. <i>Descripción taxonómica</i>.....	11

1.3.2.	<i>Descripción botánica</i>	12
1.3.3.	<i>Ecología y distribución de la especie</i>	12
1.3.4.	<i>Características edafoclimáticas</i>	12
1.3.4.1.	<i>Requerimientos climáticos</i>	12
1.3.4.2.	<i>Requerimientos edáficos</i>	12
1.3.5.	<i>Factores limitantes de crecimiento</i>	12
1.3.6.	<i>Descripción silvicultural y de manejo de la especie</i>	13
1.3.6.1.	<i>Características y tratamientos de la semilla</i>	13
1.3.6.2.	<i>Producción en vivero</i>	13
1.3.6.3.	<i>Fuentes semilleras</i>	13
1.3.6.4.	<i>Preparación de terreno</i>	13
1.3.6.5.	<i>Plantación (diseño y densidad)</i>	13
1.3.6.6.	<i>Incremento Medio Anual (IMA)</i>	14
1.3.6.7.	<i>Manejo silvicultural</i>	14
1.3.6.8.	<i>Rendimientos volumétricos</i>	14
1.3.7.	<i>Usos de la madera</i>	14
1.3.8.	<i>Propiedades de la madera</i>	15
1.3.8.1.	<i>Organolépticas</i>	15
1.3.8.2.	<i>Durabilidad</i>	16
1.3.8.3.	<i>Trabajabilidad</i>	16

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	17
2.1.	Sitio de estudio	17
2.1.1.	<i>Localización de estudio</i>	17
2.1.2.	<i>Características climáticas</i>	18
2.1.3.	<i>Clasificación ecológica</i>	18
2.2.	Materiales y Equipos	18
2.2.1.	<i>Materiales</i>	18
2.2.2.	<i>Equipos</i>	18
2.3.	Metodología	18
2.3.1.	<i>Preparación de las semillas y el sustrato y manejo silviculturales</i>	18
2.3.2.	<i>Cumplimiento del primer objetivo</i>	19
2.3.3.	<i>Diseño experimental para el análisis de las variables altura, DAC y número de hojas</i>	20
2.3.4.	<i>Cumplimiento del segundo objetivo</i>	20

2.3.5.	<i>Análisis funcional</i>	21
--------	---------------------------------	----

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1.	Porcentaje de germinación	22
3.1.1.	<i>Datos obtenidos de germinación de cada tratamiento pregerminativo con relación a los sustratos</i>	22
3.1.1.1.	<i>Porcentaje de germinación en agua a temperatura ambiente por 24 horas</i>	22
3.1.1.2.	<i>Porcentaje de germinación en agua caliente por 2 minutos</i>	23
3.1.2.	ANOVA (Análisis de varianza) y prueba de Tukey de los porcentajes de germinación	23
3.1.2.1.	<i>ANOVA del porcentaje de germinación en relación al tratamiento pregerminativo</i> .23	
3.1.2.2.	<i>ANOVA del porcentaje de germinación en relación al sustrato aplicado</i>	24
3.1.2.3.	<i>Prueba de Tukey del porcentaje de germinación en relación al sustrato aplicado</i> ...24	
3.2.	Tasa de crecimiento	26
3.2.1.	Tasa de crecimiento de la altura (cm)	26
3.2.1.1.	<i>ANOVA de la Tasa de crecimiento de la altura (cm)</i>	26
3.2.1.2.	<i>Prueba de Tukey para la Tasa de crecimiento de la altura (cm)</i>	26
3.2.2.	Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)	28
3.2.2.1.	<i>ANOVA de la Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)</i>	28
3.2.2.2.	<i>Prueba de Tukey para la Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)</i>	28
3.2.3.	Tasa de crecimiento del número de hojas	30
3.2.3.1.	<i>ANOVA de la Tasa de crecimiento del número de hojas</i>	30
	CONCLUSIONES	31
	RECOMENDACIONES	32
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Clima de la ciudad Francisco de Orellana.	18
Tabla 1-2:	Clasificación ecológica.	18
Tabla 1-3:	Porcentaje de germinación en agua normal por 24 horas	22
Tabla 2-3:	Porcentaje de germinación en agua caliente por 2 minutos	23
Tabla 3-3:	ANOVA del porcentaje de germinación, tratamiento pregerminativo	23
Tabla 4-3:	ANOVA del porcentaje de germinación, sustratos	24
Tabla 5-3:	Prueba de Tukey del porcentaje de germinación, sustratos	24
Tabla 6-3:	ANOVA de la Tasa de crecimiento de la altura (cm)	26
Tabla 7-3:	Prueba de Tukey para la Tasa de crecimiento de la altura (cm)	26
Tabla 8-3:	ANOVA de la Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)	28
Tabla 9-3:	Prueba de Tukey para la Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm).....	28
Tabla 10-3:	ANOVA de la Tasa de crecimiento del número de hojas	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Esquema de un vivero.....	5
Figura 2-2:	Secciones de un vivero.....	6
Figura 3-2:	Planta de <i>Ochroma pyramidale</i>	11
Figura 4-2:	Madera de <i>Ochroma pyramidale</i>	15
Figura 1-3:	Ubicación del vivero "Plants Orellana"	17

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Promedio del porcentaje de germinación, por sustrato	25
Gráfico 2-3: Promedio de Tasa de crecimiento de la altura (cm)	27
Gráfico 3-3: Promedio de Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)	29
Gráfico 4-3: Promedio de Tasa de crecimiento del número de hojas	30

ÍNDICE DE ANEXO

- ANEXO A:** COMPARACIONES MÚLTIPLES DE TUKEY PARA EL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN, SUSTRATOS
- ANEXO B:** PRIMERA MEDICIÓN A LOS 30 DÍAS DE APARECER LAS HOJAS VERDADERAS
- ANEXO C:** SEGUNDA MEDICIÓN A LOS 45 DÍAS DE APARECER LAS HOJAS VERDADERAS
- ANEXO D:** TASA DE CRECIMIENTO DE LA ALTURA DE LAS PLANTAS
- ANEXO E:** PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE LA ALTURA (CM)
- ANEXO F:** TASA DE CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO
- ANEXO G:** PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (MM)
- ANEXO H:** TASA DE CRECIMIENTO DEL NÚMERO DE HOJAS
- ANEXO I:** PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL NÚMERO DE HOJAS
- ANEXO J:** ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE LA ALTURA (CM)
- ANEXO K:** ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (MM)
- ANEXO L:** COMPARACIONES MÚLTIPLES DE TUKEY PARA LA TASA DE CRECIMIENTO DE LA ALTURA (CM)
- ANEXO M:** COMPARACIONES MÚLTIPLES DE TUKEY PARA LA TASA DE CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (MM)
- ANEXO N:** SEMILLAS DE Balsa
- ANEXO O:** TRATAMIENTO PREGERMINATIVO
- ANEXO P:** PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS
- ANEXO Q:** PLATABANDAS SEMILLERAS CON LOS DISTINTOS SUSTRATOS
- ANEXO R:** LLENADO DE FUNDAS
- ANEXO S:** PLANTAS GERMINADAS EN FUNDAS
- ANEXO T:** TOMA DE DATOS

RESUMEN

El presente trabajo consistió en evaluar cuatro sustratos por reproducción sexual de balsa (*Ochroma pyramidale*) en el vivero Plants Orellana, ciudad de Francisco de Orellana, provincia de Orellana. Para el cumplimiento de los objetivos se usó semilla comprada en el vivero Plants Orellana, se desinfectaron con un fungicida (compuesto activo carboxim+ thiram) en una relación de 12 gramos por kg de semilla, luego se prepararon los sustratos que fueron: TS= Arena de río (100%), T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%), T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%) y T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%); para determinar el porcentaje de germinación se probaron dos tratamientos pregerminativos consistentes en inmersión de las semillas en agua a temperatura normal por 24 horas e inmersión en agua a 100 °C por dos minutos, separando las semillas en cada sustrato en estudio; para determinar el mejor sustrato se usó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, a las plantas se les midió la altura, diámetro a la altura del cuello y número de hojas a los 30 y 45 días, a los datos se les realizó un análisis de varianza para establecer las diferencias estadísticas entre sustratos. Se obtuvo el mayor porcentaje de germinación, 71 %, con la inmersión en agua normal por 24 horas y el sustrato T2, un mayor crecimiento de altura con los sustratos T2 y T3, un mayor crecimiento en diámetro con los sustratos T1 y T2; y no hubo diferencias entre los sustratos para el crecimiento en cuanto al número de hojas. Existen diferencias en la germinación y desarrollo de la balsa de acuerdo al sustrato en el que se siembra; se recomienda probar otros tratamientos pregerminativos que aumenten el porcentaje de germinación.

Palabras claves: <BALSA (*Ochroma pyramidale*)>, <CRECIMIENTO VEGETAL>, <PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE BALSA>, <SUSTRATO SEMILLERO>, <TRATAMIENTO PREGERMINATIVO>.



1039-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This research consisted on evaluating four substrates for sexual reproduction of balsa (*Ochroma pyramidale*) in the nursery Plants Orellana, Francisco de Orellana city, Orellana province. For the objectives achievement, seeds were purchased at Plantas Orellana nursery, sanitized with a fungicide (active compound carboxym+ thiram) in a ratio of 12 grams per kg of seed, then the substrates were prepared, which were: TS= River sand (100%), T1= Red soil (50%) + Black soil (25%) + Organic fertilizer (25%), T2= Black soil (70%) + Organic fertilizer (20%) + Red soil (10%) and T3= Black soil (50%) + River sand (50%); to determine the germination percentage, two pre-germinative treatments were tested consisting on the immersion of the seeds in water at normal temperature for 24 hours and immersion in water at 100 °C for two minutes, separating the seeds in each substrate under study; To determine the best substrate, a randomized complete block design with three replications was used, the plants were measured for height, diameter at neck height and number of leaves at 30 and 45 days, and the data were subjected to an analysis of variance to establish the statistical differences between substrates. The highest germination percentage, 71 %, was obtained with immersion in normal water for 24 hours and substrate T2, greater height growth with substrates T2 and T3, greater growth in diameter with substrates T1 and T2; and there were no differences between substrates for growth in number of leaves. There are differences in the germination and development of the balsa according to the substrate in which it is sown; it is recommended to try other pre-germinative treatments that increase the germination percentage.

Key words: <BALSA (*Ochroma pyramidale*)>, <VEGETABLE GROWTH>, <BALSA GERMINATION PERCENTAGE>, <SEEDING SUBSTRATE>, <PREGERMINATIVE TREATMENT>.



Lcda. Elsa Amalia Basantes Arias Mgs.
0603594409

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es reconocido como uno de los 17 países con mayor biodiversidad del mundo, por el número de especies que alberga por metro cuadrado, se localiza al Oeste con el Océano Pacífico, al Norte de Colombia, al Sur y Este con Perú, posee una superficie total de 256370 km², posee 4 regiones naturales (Región Litoral, Región Andina, Amazonia, Galápagos), el clima varía dependiendo de la región del país (Bravo, 2014, p. 9). Se registran aproximadamente 20000 especies de animales y plantas vasculares concentrado en los bosques montanos y húmedos amazónicos (FLACSO et al., 2008, p. 13).

En el Ecuador se ha registrado 16087 plantas vasculares: Especies nativas documentadas 15306: de las cuales 4173 se registra como endémica, es decir 27,3%; 98 son cultivadas sin registrar, 0,6% sin saber su origen, y 47 se registra con origen desconocido, 0,3%. 595 son especies introducidas, de las cuales 346 se registran como cultivadas es decir el 58% y 249 son especies cultivadas u ornamental es decir 42% (Jorgensen y León, 1999, párr. 1).

La Balsa o Boya como se la conoce a la *Ochroma pyramidale*, es una especie agreste y maderera autóctona de las regiones amazónicas del Ecuador que tiene una innata distribución en las regiones tropicales de América, y tiene un gran interés en el mercado internacional. Durante cientos de años, la balsa fue considerada una maleza, se reproduce mediante cientos de semillas que están en el interior de una vaina que a su tiempo se abre y con la ayuda del viento se dispersa por varios lugares de la selva, donde luego son cubiertas por el limo y permanecen ahí hasta que las condiciones de luminosidad y humedad se presenten adecuada para que la semilla pueda germinar y crecer (Ecuador Forestal, 2012, párr. 1-10).

Esta especie de rápido crecimiento produce madera de alta calidad con muchas aplicaciones. Se la puede encontrar de manera natural en zonas aledañas a las laderas de los ríos especialmente en la selva sub-tropical de Ecuador y también se la está utilizando con objeto de reforestación en zonas donde cumpla todas las características edafoclimáticas para su óptimo desarrollo. Su distribución natural geográfica es desde el sur de México hasta Bolivia y va al este recorriendo la gran parte de Venezuela y las Antillas (Villacís, 2012, pp. 7-32).

Identificación del problema

En la actualidad la producción de especies forestales nativo está sujeta por una gran demanda para la ejecución de proyectos, específicamente la balsa tiene un gran precio y valor en el mercado

Nacional e Internacional, por tal motivo los viveros se dedican a producir esta especie que poseen una alta tasa de germinación y propagación.

Debido al poco conocimiento de la propagación, producción y crecimiento de las especies forestales como la *Ochroma pyramidale*, en nuestra localidad y a nivel nacional se ha planteado el siguiente tema: “EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS POR REPRODUCCIÓN SEXUAL DE *Ochroma pyramidale* (BALSA) EN EL VIVERO PLANTS ORELLANA, EN LA CIUDAD DE FRANCISCO DE ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA”.

Justificación de la investigación

La madera de Balsa o Balso (*Ochroma pyramidale*) es una especie tropical bastante conocida por su ligereza y flexibilidad. Esta combinación la hace ideal para algunos usos, incluso industriales, como la fabricación de palas para pequeños aerogeneradores.

Es originaria de las selvas de Centroamérica y Suramérica, donde cada vez es más frecuente encontrar plantaciones para su explotación. En este sentido destaca Ecuador como principal productor. Es una especie de crecimiento rápido, que puede ser talada en menos de 4 años.

En la Provincia de Orellana y en el país en general existe una alta demanda de esta especie, tanto como para su cultivo y como madera en general debido a su rápido crecimiento y su precio que se ha incrementado en los últimos años, es por eso que se ha venido trabajando en viveros locales su reproducción, buscando la manera más eficaz de conseguirlo.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

- Evaluar 4 sustratos por reproducción sexual de *Ochroma pyramidale* (balsa) en el vivero Plants Orellana, en la ciudad de Francisco de Orellana, Provincia de Orellana.

Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de los tratamientos en el porcentaje de germinación de *Ochroma pyramidale* (balsa)
- Evaluar el efecto de los tratamientos en el crecimiento plántulas de *Ochroma pyramidale* (balsa) durante su desarrollo en 30 y 45 días.

Hipótesis

Hipótesis nula

Ninguno de los tratamientos pre-germinativos y sustratos tiene un efecto positivo en la propagación de *Ochroma pyramidale* (balsa).

Hipótesis alterna

Alguno de los tratamientos pre-germinativos y sustratos tiene un efecto positivo en la propagación de *Ochroma pyramidale* (balsa).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Vivero forestal

Es un área de terreno con el fin de producir y multiplicar plantas para fines forestales, ornamentales, frutales y algunas veces medicinales, dichas plantas serán usadas en plantaciones forestales y sistemas agroforestales (Bonilla et al., 2014, pp. 5-8).

1.1.1. Importancia de los viveros forestales

La producción de plantas en viveros ayuda al cuidado de la vida y asegura tener especímenes de calidad y adaptadas a cada ecosistema, lo que contribuirá a formar plantaciones y sistemas agroforestales sostenibles, cambiando el entorno natural, siendo una fuente de ingreso económico para los participantes del proceso (Bonilla et al., 2014, pp. 5-8).

1.1.2. Ubicación e instalación del vivero

Para establecer un vivero, lo más importante es la ubicación del mismo, el terreno puede ser comunal o suministrado para dicho propósito, este lugar donde se situará debe reunir las siguientes condiciones:

- 1) Suficiente cantidad de agua, de buena calidad, durante todo el año.
- 2) Área protegida por una cerca y un lindero de árboles plantados, para evitar heladas, fuertes vientos, entrada de animales y/o personas.
- 3) Cercanía a las viviendas para su cuidado.
- 4) Vías de acceso para la movilización de plantas, personas, herramientas, materiales e insumos.
- 5) Los umbráculos, semilleros y platabandas, deben estar orientados en el sentido de este a oeste, para aprovechar la luz solar (Bonilla et al., 2014, pp. 5-8).

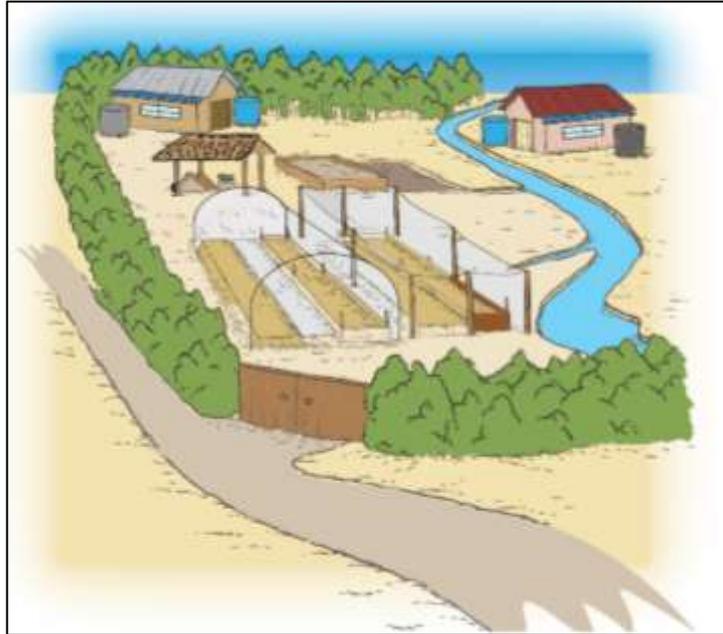


Figura 1-2. Esquema de un vivero

Fuente: Bonilla et al., 2014

1.1.3. Herramientas e insumos que se necesitan para la producción de las plantas en el vivero

Herramientas: pala recta, estacas, tijeras de podar, cordel o piola, pico, fundas, zaranda, regadera, flexómetro, sarán, carretilla, bomba de mochila, segueta, manguera para el riego, azadón, machete, varillas o tiras de madera para arcos, etc.

Insumos: semillas, estacas, esquejes, abono orgánico, arena de río, tierra negra y productos fitosanitarios.

Una vez escogido el terreno donde se implementará el vivero, se realizará una limpieza y nivelación del mismo, que será dividido en cuatro secciones para las siguientes actividades:

- 1) Sección uno: preparación de sustrato.
- 2) Sección dos: elaboración de abonos orgánicos.
- 3) Sección tres: área de germinación.
- 4) Sección cuarta: área de crecimiento (Repique y Adaptación) (Bonilla et al., 2014, pp. 5-8).

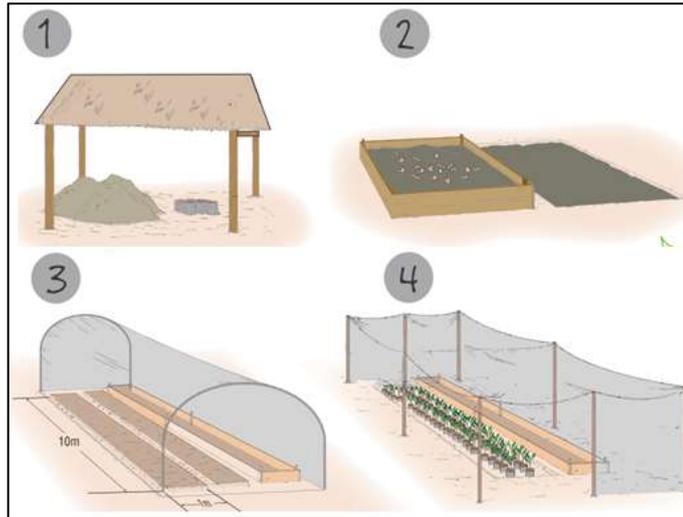


Figura 2-2. Secciones de un vivero

Fuente: Bonilla et al., 2014

1.2. ¿Qué es un sustrato?

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, ya sea natural, sintético o residual, de origen mineral u orgánico, que, al ser colocado en un recipiente, puro o mezclado, facilita el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando un papel de soporte para la planta. Dicho sustrato puede participar o no en el proceso de nutrición mineral de la planta (Infoagro, 2012, párr. 1).

1.2.1. *Propiedades físicas de los sustratos de cultivo*

1.2.1.1. *Porosidad*

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y, por tanto, lo estará por aire o agua en cierto porcentaje. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %. La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad tapada, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para el sistema radicular. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El espacio útil de un sustrato corresponderá a la porosidad abierta. Del grosor de los poros va a depender la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio entre la tensión superficial y las fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor (Infoagro, 2012, párr. 3).

El equilibrio entre el aire y el agua se representa gráficamente mediante las curvas de humectación. Se parte de un volumen unitario saturado de agua y en el eje de ordenadas se representa en porcentaje el volumen del material sólido más el volumen de porosidad útil. Se les somete a presiones de succión crecientes, expresadas en centímetros de columnas de agua, que se van anotando en el eje de abscisas. A cada succión corresponderá una extracción de agua cuyo volumen es reemplazado por el equivalente de aire. De modo que a un valor de abscisas corresponde una ordenada de valor igual al volumen del material sólido más el volumen de aire. El volumen restante hasta el 100 % corresponde al agua que aún retiene el sustrato (EAC, 2020, p. 1).

1.2.1.2. Densidad

La densidad de un sustrato se puede referir a la densidad del material sólido que lo compone (densidad real) o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso (densidad aparente). La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según el material de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente muestra indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-01) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura (Infoagro, 2012, párr. 4).

1.2.1.3. Estructura

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilar. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del recipiente, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de tipo cemento, conservan formas rígidas y no se adaptan al contenedor, pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a húmedas (EAC, 2020, p. 1).

1.2.1.4. Granulometría

Del tamaño de los gránulos o fibras dependerá el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente, varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría (Infoagro, 2012, párr. 5).

1.2.2. Propiedades químicas de los sustratos de cultivo

La capacidad de reacción química de un sustrato es la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que sustenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes (Infoagro, 2012, párr. 6).

1.2.3. Propiedades biológicas de los sustratos de cultivo

Cualquier actividad microbiológica en los sustratos es perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden deteriorar el sustrato y empeorar sus características físicas iniciales. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiendo producir asfixia radicular. La actividad biológica es propia de los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degenerativo sea demasiado rápido (EAC, 2020, p. 1).

1.2.4. Características del sustrato ideal

El mejor sustrato de cultivo depende de factores como son: el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), la especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, entre otros (Infoagro, 2012, párr. 6).

Para obtener óptimos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

1.2.4.1. Propiedades físicas

- Elevada capacidad de retención de agua disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que conserve las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable (Infoagro, 2012, párr. 7).

1.2.4.2. Propiedades químicas

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.

- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

1.2.4.3. Otras propiedades

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo coste.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales (Infoagro, 2012, párr. 7).

1.2.5. Tipos de sustratos

Existen distintos criterios para la clasificación de los sustratos, como pueden ser: basados en el origen de los materiales, sus propiedades, su naturaleza, su capacidad de degradación, etc. (EAC, 2020, p. 1).

1.2.5.1. Según sus propiedades

- Químicamente inertes: Arena granítica o silíceo, roca volcánica, grava, arcilla expandida, perlita, lana de roca, etc.
- Químicamente activos: Turbas rubias y negras, vermiculita, corteza de pino, materiales ligno-celulósicos, etc.

Las diferencias entre ambos están determinadas básicamente por la capacidad de intercambio catiónico o por la capacidad de almacenar nutrientes. Los sustratos químicamente inertes trabajan como soporte de la planta, no interviniendo en la adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que deben ser suministrados mediante una solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos ofrecen soporte a la planta, pero a su vez sirven como depósito de reserva de los nutrientes que se aportan mediante la fertilización, al almacenarlos o cederlos según las exigencias de la planta (EAC, 2020, p. 1).

1.2.5.2. Según el origen de los materiales orgánicos

- Sintéticos: polímeros orgánicos no biodegradables, obtenidos de síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.).
- Origen natural: producto de descomposición biológica (turbas).
- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas: estos materiales experimentan un proceso de compostaje, para su ajuste como sustratos (cascarillas de arroz, fibra de coco, pajas de cereales, cortezas de árboles, aserrín y virutas de madera, etc.) (Infoagro, 2012, párr. 8).

1.2.5.3. Según el origen de los materiales inorgánicos o minerales

- Transformados o tratados: son a partir de rocas o minerales, que, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, modifican las características de los materiales iniciales (perlita, vermiculita, lana de roca, arcilla expandida, etc.).
- Origen natural: a partir de rocas o minerales, modificados de modo ligero, mediante tratamientos físicos simples. No son biodegradables (arena, tierra volcánica, grava, etc.).
- Residuos y subproductos industriales: son materiales procedentes de actividades industriales muy diferentes (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.) (Infoagro, 2012, párr. 9).

1.3. *Ochroma pyramidale*



Figura 3-2. Planta de *Ochroma pyramidale*

Fuente: Cornejo, 2015

1.3.1. Descripción taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Subfamilia:	Bombacoideae
Género:	<i>Ochroma</i> Sw.
Especie:	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.

Nombre Común: Balsa (Ecuador Forestal, 2012, párr. 1).

1.3.2. Descripción botánica

- Árbol que alcanza hasta 30 m de altura y 70 cm de DAP (Diámetro a la Altura del Pecho).
- Tronco recto y cilíndrico con raíces de tipo tablares, grandes.
- Corteza externa de color gris, lisa.
- Copa amplia y redondeada, de gran tamaño.
- Hojas simples, alternas, pentalobuladas (de cinco lóbulos), grandes, pubescentes (cubierta de vello) por el envés, con el pecíolo (rabillo que une la hoja al tallo) casi del tamaño de la lámina foliar.
- Flores grandes, blancas y campanuladas (forma de campana).
- Fruto cápsula dehiscente (se abre de forma espontánea), las semillas pequeñas, negras se encuentran rodeadas por una lana (Ecuador Forestal, 2012, párr. 1-2).

1.3.3. Ecología y distribución de la especie

La balsa se encuentra distribuida desde México, Costa Rica, Perú, Ecuador, Bolivia y Brasil. En Ecuador se distribuye principalmente en la región costa (Ecuador Forestal, 2012, párr. 2).

1.3.4. Características edafoclimáticas

1.3.4.1. Requerimientos climáticos

Altitud: 0 – 1000 m s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Precipitación: 1500 – 3000 mm, pudiendo soportar 500 mm

Temperatura: 22 – 27 ° C (Ecuador Forestal, 2012, párr. 3).

1.3.4.2. Requerimientos edáficos

Su mejor crecimiento se produce en suelos profundos de origen aluvial, que tengan buena aireación y en ningún caso inundado, o bien en suelos de tipo arenoso o levemente arcilloso (Ecuador Forestal, 2012, párr. 4).

1.3.5. Factores limitantes de crecimiento

No resiste suelos con niveles bajos de saturación de agua y en suelos superficiales es débil a la caída por vientos fuertes. Estos factores conducen a la producción de madera pesada y de mala calidad. No soporta heladas (Ecuador Forestal, 2012, párr. 5).

1.3.6. Descripción silvicultural y de manejo de la especie

1.3.6.1. Características y tratamientos de la semilla

De un kilogramo de semillas se puede obtener 35000 plantas como mínimo. Como tratamiento pregerminativo se realiza un sumergimiento de las semillas en agua hirviendo por 2 minutos o escarificar con lija hasta que se muestre un aspecto poroso, luego dejar en agua 24 horas (González et al., 2010, pp. 7-11).

1.3.6.2. Producción en vivero

Como sustrato se recomienda tierra y arena en proporción 1:3, una vez que la planta tiene de 2-8 cm, se trasplanta a bolsas plásticas. Para el sustrato de las bolsas se usa tierra fértil y cascarilla de arroz en proporción de 20%. Los árboles deben alcanzar entre 16-25 cm para ser llevadas a campo (Ecuador Forestal, 2012, párr. 6).

1.3.6.3. Fuentes semilleras

En el país se está localizando fuentes semilleras en la provincia de Manabí (Ecuador Forestal, 2012, párr. 6).

1.3.6.4. Preparación de terreno

Los proyectos forestales con la especie son exclusivamente productivos, para la obtención de madera aserrada. Para su establecimiento en plantaciones puras, se utilizan espaciamientos de 3 x 3 y 4 x 4, y también se utiliza 5 x 5 m. El tiempo de cosecha de la especie para este fin es de 5-6 años. Al final de dichos años la densidad es de 300 a 350 árboles por hectárea (Ecuador Forestal, 2012, párr. 6).

1.3.6.5. Plantación (diseño y densidad)

Las distancias de siembra más comúnmente utilizadas para esta especie son de 3 x 3, 4 x 4 o 5 x 5 m. Asociada con pastos, se recomienda plantarla con espaciamientos entre 10 x 10 y 15 x 15 m (González et al., 2010, pp. 7-11).

1.3.6.6. Incremento Medio Anual (IMA)

En buenas condiciones se puede lograr crecimientos 9 m de altura y 25 cm de diámetro a los 4 años, 13 m y 40 cm, altura y diámetro respectivamente, a los 7 años (Ecuador Forestal, 2012, párr. 7).

1.3.6.7. Manejo silvicultural

En la fase inicial se necesita cuidado intensivo de la plantación, especialmente en el combate de las malezas. En cuanto a su mantenimiento, se necesita varias limpiezas en el primer y segundo año, dos químicas y dos mecánicas por año, a partir del tercero solo una o dos limpiezas ya que las plantas habrán crecido los 8 a 10 m de altura y sus copas generan sombra. Durante las limpiezas manuales, se debe evitar lastimar los fustes de las plantas para no producir daños en la madera (González et al., 2010, pp. 7-11).

Para su manejo silvicultural, no es necesario podar, se realiza un raleo del 50% de los árboles más gruesos a los 3 años. Las heridas causadas al fuste durante las operaciones de limpiezas, entresacas, o por las podas, son difíciles de sanar y afectan la calidad de la madera, por lo que se debe evitar la presencia de ganado dentro de las plantaciones (González et al., 2010, pp. 7-11).

1.3.6.8. Rendimientos volumétricos

Presenta un rendimiento de 17-30 m³/ha/año (Ecuador Forestal, 2012, párr. 7).

1.3.7. Usos de la madera

La madera de la balsa es usada para: elementos aislantes térmicos, de sonido y de resorte. Maquetas arquitectónicas, aeromodelismo, elementos flotadores, embalajes especiales. También para alivianar tableros listonados, como aislante eléctrico y térmico, contra vibraciones y para boyas (Ecuador Forestal, 2012, párr. 7).



Figura 4-2. Madera de *Ochroma pyramidale*

Fuente: ITTO, 2019

1.3.8. Propiedades de la madera

1.3.8.1. Organolépticas

- Color de blanco a gris pálido
- Olor ausente o no distintivo
- Sabor ausente o no distintivo
- Veteado suave
- Textura gruesa y uniforme
- Grano recto
- Brillo alto (Ecuador Forestal, 2012, párr. 8).

1.3.8.2. Durabilidad

Baja, se pudre con facilidad, muy sensible al ataque de insectos, (escarabajos de la clase *Ambrosia* cuerno largo y *Lyctidae*), hongos y termitas (González et al., 2010, pp. 7-11).

1.3.8.3. Trabajabilidad

No hay evidencia de problemas en el secado, pero como su densidad varía ampliamente no es posible fijar una sola receta de temperatura y tiempo de secado. Facilidad en su elaboración mecánica y con herramientas manuales, pero es necesario utilizar sierras y cuchillos filosos, además de muy delgados para no malograr la madera (Ecuador Forestal, 2012, párr. 9).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Sitio de estudio

2.1.1. Localización de estudio

La presente investigación se realizará en el vivero “Plants Orellana”, ubicado en las coordenadas 0°26’ 43.0944” N, 77° 01’ 02.1324 O, en la ciudad de Francisco de Orellana, provincia de Orellana.

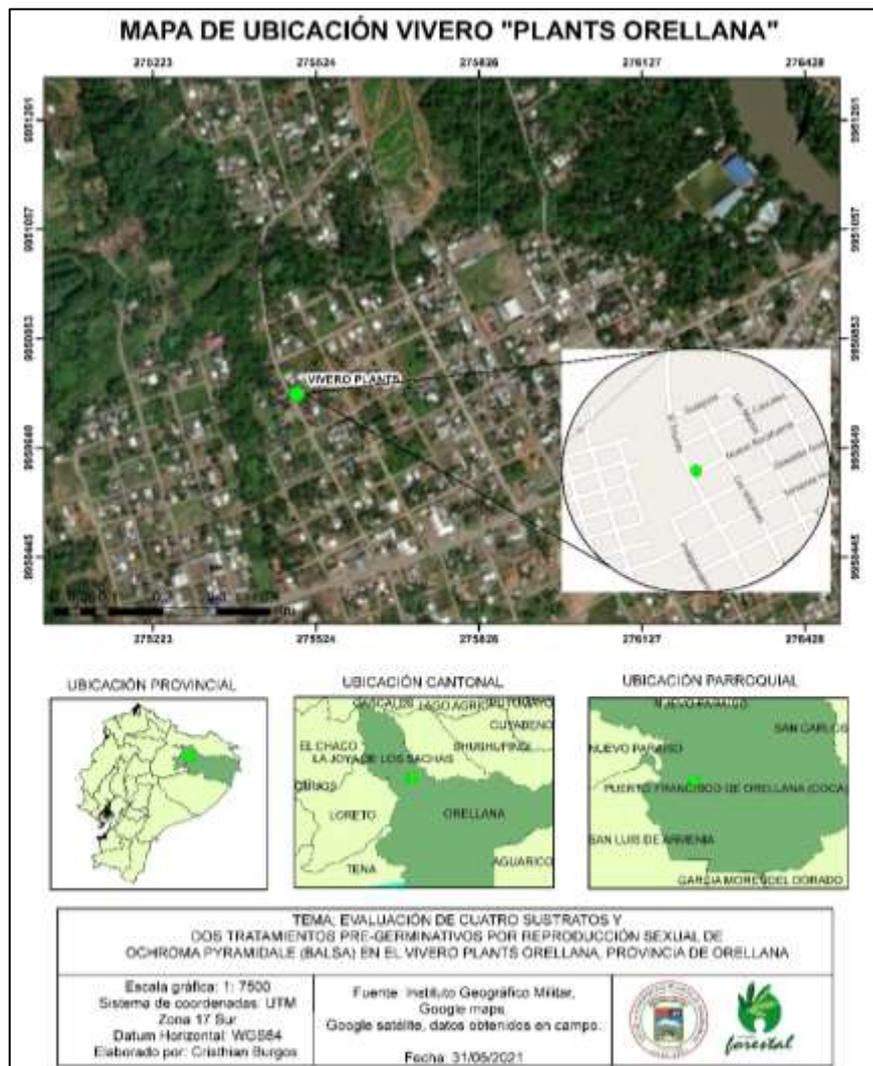


Figura 1-3. Ubicación del vivero "Plants Orellana"

Realizado por: Burgos, 2022

2.1.2. Características climáticas

Tabla 1-2: Clima de la ciudad Francisco de Orellana.

Temperatura media anual	Precipitación media anual
24,4 °C	3870 mm

Fuente: Climate-data.org, 2020

Realizado por: Burgos, 2022

2.1.3. Clasificación ecológica

Tabla 1-2: Clasificación ecológica

Clasificación	Formación vegetal / ecosistema
Ministerio del ambiente. 2012	Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray

Fuente: MAE, 2012

Realizado por: Burgos, 2022

2.2. Materiales y Equipos

2.2.1. Materiales

Libreta de campo, lápiz, tablero, letreros, sustratos preparados de manera manual, fundas de 4x6 cm, plásticos, regadera, carretilla, pala, marcadores.

2.2.2. Equipos

Cámara fotográfica Canon EOS 4000D, computador HP, Software: Microsoft Word, Microsoft Excel, IBM SPSS Statistics 28.0, ArcGis 10.1.

2.3. Metodología

2.3.1. Preparación de las semillas y el sustrato y manejo silviculturales

1. Compra de las semillas en el vivero Plants Orellana.
2. Desinfección de semilla: se procedió a la desinfección de las semillas utilizando VITAVAX 300 WP (carboxim+ thiram), 12 gr por kilogramo de semilla, de acción sistémico, diseñado para el control de hongos patógenos en semillas.

3. Preparación de los sustratos: los sustratos fueron elegidos para crear las condiciones adecuadas en la germinación de las semillas de balsa, requiriendo las condiciones que en la naturaleza no se encuentra, existiendo una disminución de tasa de muerte al momento de germinación junto con las labores culturales de los viveros forestales. Los sustratos fueron preparados de la siguiente manera:
 - TS= Arena de río (100%)
 - T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)
 - T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)
 - T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)
4. Llenado de las fundas: se llenaron en fundas semilleras de 4x6 cm de forma manual compactándolas bien para no dejar cámaras de aire
5. Siembra: se colocó una semilla por funda.
6. Cuidados culturales: riego (manual a diario, en la mañana y en la tarde) y limpieza.

2.3.2. Cumplimiento del primer objetivo

Para la evaluación de la germinación de las semillas de *Ochroma pyramidale* (balsa) se realizó lo siguiente:

1. Se dividieron las semillas en dos grupos.
2. Se aplicó a cada grupo de semillas los tratamientos pre-germinativos seleccionados: 24 horas en agua normal y sumergimiento de la semilla en agua caliente durante 2 minutos, respectivamente.
3. Se separaron semillas de cada grupo y se formó ocho subgrupos de 100 semillas.
4. Se sembró dos subgrupos de 100 semillas cada uno, de los tratamientos pre-germinativos en los cuatro sustratos que estuvieron colocados en platabandas. Cada subgrupo debe quedar por separado.
5. Se regó diariamente en la mañana y en la tarde con la regadera.
6. Las plántulas comenzaron a emerger de 8 a 9 días después de sembradas.
7. Se contó las plántulas que emergieron en cada uno de los sustratos.
8. Luego se sumó los cuatro grupos y se promedió el total de plantas emergidas.
9. Este promedio fue el porcentaje de germinación para cada tratamiento pre-germinativo.

La variable que se evaluó es el número de semillas germinadas por tratamiento, para determinar un porcentaje de germinación y el efecto ocasionado por los tratamientos pre-germinativos.

2.3.3. Diseño experimental para el análisis de las variables altura, DAC y número de hojas

Se utilizó el Diseño de bloques completos al azar, con 4 tratamiento por 3 repeticiones (los bloques son las repeticiones), cada unidad experimental con 20 plántulas (sub muestras) con un total de 240 plántulas.

2.3.4. Cumplimiento del segundo objetivo

Para la evaluación de las variables dependientes se llevó a cabo lo siguiente:

1. Se separaron las plantas germinadas en tres bloques de 20 individuos por cada uno de los cuatro tratamientos.
2. Se llevó un registro del desarrollo de altura, diámetro a la altura del cuello y numero de hojas de las plántulas a los 30 y 45 días, después de la aparición de las hojas verdaderas.
 - Para la altura se midió desde la base del tallo hasta el ápice utilizando un flexómetro, (unidad en centímetros).
 - Para el diámetro a la altura del cuello de la planta (DAC) se utilizó el pie de rey (unidad en milímetros), en la base de la plántula.
 - Para el número de hojas se llevó a cabo un conteo manual de número de hojas en cada una de las plántulas.
3. Para hallar la tasa diaria de crecimiento promedio de cada variable, se analizó la resta de la segunda medición menos la primera y se dividió por la cantidad de tiempo transcurrido. La ecuación para determinar la tasa de crecimiento es:

$$\text{Tasa de crecimiento} = \frac{(S2 - S1)}{T}$$

Donde:

S1= primera medición,

S2= segunda medición,

T= número de días transcurridos entre mediciones.

4. Luego se promediaron los valores de las 20 plantas para tener un valor de tasa de crecimiento por repetición.

Esta es una cifra al extremo general. El crecimiento de las plantas es considerablemente fluido y puede estar sujeto a variaciones marcadas en el día a día.

2.3.5. Análisis funcional

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos, en caso de encontrar una diferencia de valor menor a 0,05, se aplicará la prueba de separación de medias de Tukey al 5% y así averiguar cuál tratamiento obtuvo los mejores resultados.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Porcentaje de germinación

3.1.1. Datos obtenidos de germinación de cada tratamiento pregerminativo con relación a los sustratos

Habiendo colocado 100 semillas de cada tratamiento pregerminativo en cada uno de los sustratos, bastó con contar el número de plantas germinadas para tener el porcentaje de germinación, así tuvimos:

3.1.1.1. Porcentaje de germinación en agua a temperatura ambiente por 24 horas

Tabla 1-3: Porcentaje de germinación en agua normal por 24 horas

Agua normal por 24 horas	%
TS= Arena de rio (100%)	33
T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)	45
T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)	71
T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)	51
PROMEDIO	50

Realizado por: Burgos, 2022

El tratamiento pre-germinativo de sumergir las semillas en agua normal por 24 horas arrojó un promedio de germinación del 50% para todos los sustratos, siendo el porcentaje de 71% el mayor para el sustrato T2 y el menor el de TS con un 33% de germinación.

3.1.1.2. Porcentaje de germinación en agua caliente por 2 minutos

Tabla 2-3: Porcentaje de germinación en agua caliente por 2 minutos

Agua caliente durante 2 minutos	%
TS= Arena de río (100%)	25
T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)	37
T2= Tierra negra (70%) + Abono orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)	55
T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)	43
PROMEDIO	40

Realizado por: Burgos, 2022

Para el tratamiento en agua caliente por 2 minutos, tuvo un promedio de germinación del 40%, siendo el sustrato T2 el de mayor porcentaje con 55% y el de menor el sustrato TS con un 25%.

3.1.2. ANOVA (Análisis de varianza) y prueba de Tukey de los porcentajes de germinación

3.1.2.1. ANOVA del porcentaje de germinación en relación al tratamiento pregerminativo

Tabla 3-3: ANOVA del porcentaje de germinación, tratamiento pregerminativo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	200,000	1	200,000	,980	,360
Dentro de grupos	1224,000	6	204,000		
Total	1424,000	7			

Realizado por: Burgos, 2022

El análisis de varianza nos da una significancia mayor a 0,05, mostrando que, el promedio de germinación, con referencia al tipo de tratamiento pregerminativo, no es significativamente diferente entre ellos.

3.1.2.2. ANOVA del porcentaje de germinación en relación al sustrato aplicado

Tabla 4-3: ANOVA del porcentaje de germinación, sustratos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1200,000 ^a	3	400,000	7,143	,044
Intersección	16200,000	1	16200,000	289,286	<,001
Tratamiento	1200,000	3	400,000	7,143	,044
Error	224,000	4	56,000		
Total	17624,000	8			
Total corregido	1424,000	7			

Realizado por: Burgos, 2022.

La significancia del ANOVA del porcentaje de germinación de acuerdo a los sustratos es menor a 0,05, o sea que existe una diferencia significativa entre los datos obtenidos, procediendo a hacer el análisis de Tukey

3.1.2.3. Prueba de Tukey del porcentaje de germinación en relación al sustrato aplicado

Tabla 5-3: Prueba de Tukey del porcentaje de germinación, sustratos

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
TS	2	29,00	
T1	2	41,00	41,00
T3	2	47,00	47,00
T2	2		63,00
Sig.		,218	,131

Realizado por: Burgos, 2022

La prueba de Tukey para la media del porcentaje de germinación según los sustratos aplicados, nos muestra que TS, T1 y T3 son categóricamente similares entre ellos, pero distintos a T2. Por el contrario, al agrupar a T1, T3 y T2 en el subconjunto 2, nos dice que son similares entre ellos, pero distintos a TS. Según el Gráfico 1-3, podríamos decir que T2 tiene un efecto estadístico diferente para la germinación de la balsa, pero la prueba de Tukey lo marca como que no existe diferencia significativa con los sustratos encasillados en el mismo subconjunto.

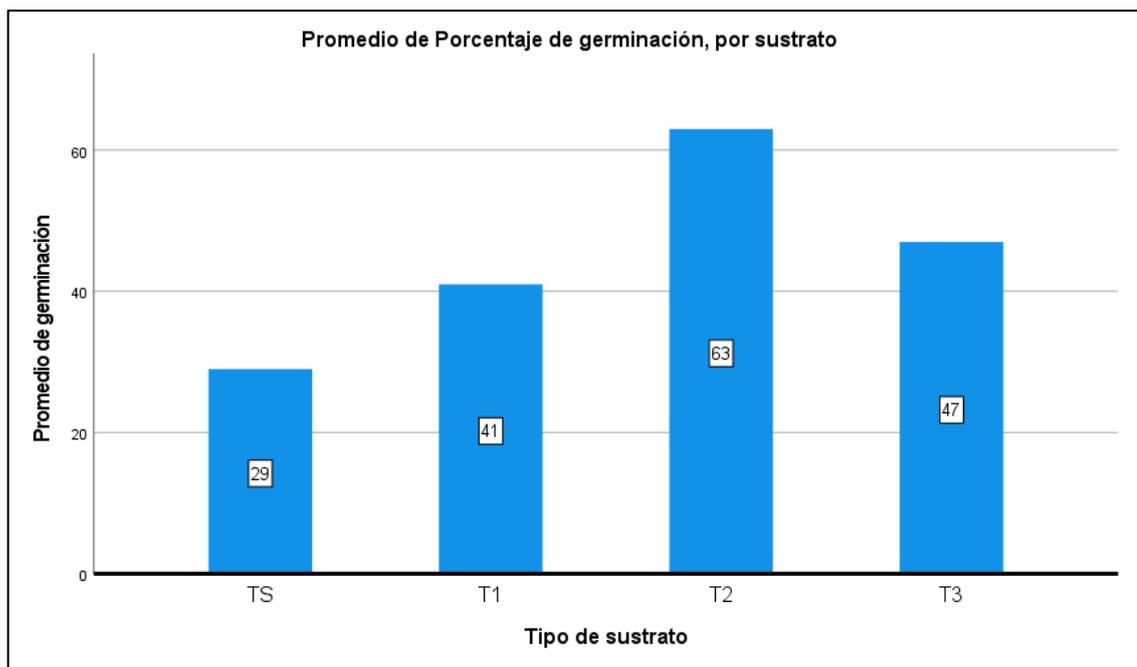


Gráfico 1-3. Promedio del porcentaje de germinación, por sustrato

Realizado por: Burgos, 2022

Según Toledo (2016, p. 1), se puede obtener alrededor del 71,87% de germinación usando el tratamiento pregerminativo de sumergir las semillas en agua hirviendo por solo tres segundos, para la variable típica de la balsa, mientras que para la variable *bicolor* se puede obtener alrededor del 66,67% de germinación al sumergir las semillas en agua hirviendo por 10 segundos y luego remojarlas por 12 horas en agua de coco. También se pueden ver altos porcentajes de germinación en la investigación de Zambrano (2020, p. 33), donde consiguió valores por encima del 90%, pero con semillas que fueron almacenadas y fertilizadas, incluso el testigo tuvo un 92% de germinación. Dichos valores están por encima del promedio de germinación de los tratamientos estudiados en este trabajo.

También se pueden evidenciar estudios con resultados contrarios como el de Jiménez et al. (2017, p. 247), donde el mayor porcentaje de germinación fue de 21,04% aplicando calor seco de 96 °C durante cinco minutos, números de germinación mucho menores a los encontrados.

Los resultados más cercanos a los encontrados en la presente investigación fueron vistos en el trabajo de Moreira (2021, p. 22), donde la germinación promedio de balsa tiene un 38,33%, pero se desconoce si hubo algún tratamiento pregerminativo.

3.2. Tasa de crecimiento

3.2.1. Tasa de crecimiento de la altura (cm)

3.2.1.1. ANOVA de la Tasa de crecimiento de la altura (cm)

Tabla 6-3: ANOVA de la Tasa de crecimiento de la altura (cm)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,005	3	,002	66,207	,000
Dentro de grupos	,000	8	,000		
Total	,006	11			

Realizado por: Burgos, 2022

Al obtener un nivel de significancia por debajo de 0,05 (o 5%) se procedió a realizar la prueba de Tukey para determinar los tratamientos que tienen mayor similitud.

3.2.1.2. Prueba de Tukey para la Tasa de crecimiento de la altura (cm)

Tabla 7-3: Prueba de Tukey para la Tasa de crecimiento de la altura (cm)

TIPO DE TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
TS	3	,020600		
T1	3		,041333	
T3	3			,066433
T2	3			,073700
Sig.		1,000	1,000	,374

Realizado por: Burgos, 2022

Según los resultados obtenidos, podemos decir que TS y T1 son completamente diferentes de los tratamientos, incluso entre ellos mismos, por eso la prueba de Tukey los separa en los grupos 1 y 2, respectivamente. Mientras que al estar agrupados en la columna 3, los tratamientos T3 y T2 muestran una similitud entre ellos.



Gráfico 2-3. Promedio de Tasa de crecimiento de la altura (cm)

Realizado por: Burgos, 2022

Según lo visto en la prueba de Tukey y en el Gráfico 1-3, podemos decir que T2 [Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)] y T3 [(Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)] proveen un sustrato más propicio para el desarrollo en cuanto al crecimiento en altura de las plantas, inclinándose los valores hacia T2 al tener la mayor tasa de crecimiento de 0,0737 cm, mientras que la peor tasa fue para TS con solo 0,0206 cm.

En la investigación realizada por Zambrano (2020, p. 35), en el tratamiento testigo se obtuvieron tasas de crecimiento de 0,074 y 0,091 cm en los lapsos de tiempo de 20 a 35 días y de 35 a 50 días, respectivamente, en un sustrato de textura franco conformado de 36% Arena, 46% Limo y 18% Arcilla; valores más o menos similares a los obtenidos con el T2 en el presente estudio, en el lapso de tiempo de 30 a 45 días.

Según Moreira (2021, p. 26), en un lapso de 30 a 60 días después de la germinación, la balsa tiene una tasa de crecimiento de altura de 0,351 cm, valor que es más de cuatro veces el valor máximo obtenido por T2.

3.2.2. Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)

3.2.2.1. ANOVA de la Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)

Tabla 8-3: ANOVA de la Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	3	,000	64,134	,000
Dentro de grupos	,000	8	,000		
Total	,000	11			

Realizado por: Burgos, 2022.

Al obtener un nivel de significancia por debajo de 0,05 (o 5%) se procedió a realizar la prueba de Tukey para determinar los tratamientos que tienen mayor similitud.

3.2.2.2. Prueba de Tukey para la Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)

Tabla 9-3: Prueba de Tukey para la Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)

TIPO DE TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
TS	3	,001967	
T3	3	,001967	
T2	3		,004000
T1	3		,004233
Sig.		1,000	,721

Realizado por: Burgos, 2022

Según la prueba de Tukey para el diámetro a la altura del cuello, tenemos que los tratamientos TS y T3 tienen exactamente los mismos resultados por lo que no hay una diferencia entre dichos tratamientos, pero si con los otros dos sustratos en estudio. Los tratamientos T2 y T1 tienen una similitud muy grande por lo que se las agrupa en la columna 2, pero difieren de TS y T3.



Gráfico 3-3. Promedio de Tasa de crecimiento del diámetro a la altura del cuello (mm)

Realizado por: Burgos, 2022

Como se puede ver con la prueba de Tukey y el Gráfico 2-3, T1 [Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)] y T2 [Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)] tienen similitud en cuanto a su tasa de crecimiento, por lo que se puede decir que permitirán un mejor desarrollo en cuanto al diámetro a la altura del cuello, dando un ligero beneficio a T1 al tener 0,0042 mm de tasa de crecimiento. Los tratamientos TS [Arena de río (100%)] y T3 [Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)] tienen una menor tasa de crecimiento siendo de solo 0,002 mm cada uno.

Según Zambrano (2020, p. 36), la tasa de crecimiento para el diámetro a la altura del cuello es de 0,0093 mm para el lapso de tiempo de 20 a 35 días después de la germinación; y de 0,0073 mm de los días 35 a 50. Mientras que Moreira (2021, p. 26), en su trabajo tiene una tasa de 0,0587 mm en el lapso de 30 a 60 días después de la germinación. Ambos valores por encima de los obtenidos en esta investigación.

3.2.3. Tasa de crecimiento del número de hojas

3.2.3.1. ANOVA de la Tasa de crecimiento del número de hojas

Tabla 10-3: ANOVA de la Tasa de crecimiento del número de hojas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	3	,000	1,082	,410
Dentro de grupos	,001	8	,000		
Total	,002	11			

Realizado por: Burgos, 2022.

Según el Análisis de varianza para el crecimiento en cuanto al número de hojas, no existen diferencias significativas entre los cuatro tratamientos al tener un valor de significancia mayor a 0,05, por lo que no es necesario realizar la prueba de Tukey.



Gráfico 4-3. Promedio de Tasa de crecimiento del número de hojas

Realizado por: Burgos, 2022

Según el Gráfico 3-3, se podrían evidenciar una diferencia entre los sustratos, pero teniendo en cuenta el análisis de varianza que nos dice que hay similitud significativa entre todos los tratamientos, podemos decir que ninguno de ellos tiene un efecto estadístico diferente en la planta en cuanto al aumento de número de hojas.

Jiménez et al. (2017, p. 247), en su investigación asegura que hay un mayor crecimiento de número de hojas con un tratamiento de tierra negra + inmersión en HSO_4 , diferenciación que no se pudo evidenciar en este estudio, ni en el de Zambrano (2020, p. 37), en su tratamiento testigo y tampoco en los otros tratamientos en los que se aplicó fertilizantes.

CONCLUSIONES

- El mayor porcentaje de germinación en promedio se obtuvo con el tratamiento pregerminativo que consistía en sumergir las semillas en agua normal durante 24 horas, con un valor de 50%; siendo el sustrato T2, conformado por Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%), el que contó con un 71% de germinación, siendo el mejor sustrato para germinar semillas de *Ochroma pyramidale*. Mientras que el peor resultado fue de 25 % de germinación, obtenido en el tratamiento pregerminativo que consistía en sumergir las semillas dos minutos en agua hirviendo sumado a colocarlas en sustrato de Arena de río (100%).
- Para el crecimiento de la balsa en altura el Tratamiento 2 y el Tratamiento 3 (Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)), proveen un sustrato más propicio para el desarrollo, siendo T2 el de mayor tasa de crecimiento con 0,0737 cm, mientras que TS, Arena de río (100%), fue la que obtuvo la peor tasa con solo 0,0206 cm.
- El Tratamiento 1, Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%), y T2 tienen similitud en cuanto a su tasa de crecimiento, por lo que se puede decir que ambos permitirán un buen desarrollo en cuanto al diámetro a la altura del cuello de las plantas. Los tratamientos TS, y T3, Tierra negra (50%) + Arena de río (50%), tienen una menor tasa de crecimiento siendo de solo 0,002 mm cada uno.
- El análisis de varianza determina que hay una similitud significativa entre todos los tratamientos, con lo que podemos decir que ninguno de ellos favorece al desarrollo de la planta en cuanto al aumento de número de hojas.

RECOMENDACIONES

- Realizar el mismo estudio con otros tipos de tratamientos pregerminativos, como pueden ser el uso de ácidos, escarificación, sumergir en distintos líquidos, a diferentes temperaturas y tiempos, para buscar obtener un mayor porcentaje de germinación.
- Analizar el uso de otros sustratos y/o combinaciones de sustratos que ayuden a aumentar el desarrollo de plantas de *Ochroma pyramidale*.
- Estudiar la aplicación de distintas cantidades e intensidades de riegos en estudios similares.

BIBLIOGRAFÍA

BONILLA, C.; et al. *Guía técnica. Manejo de viveros forestales* [En línea]. Riobamba-Ecuador. 2014. pp. 5-8. [Consulta: 09 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>.

BRAVO, E. *La biodiversidad en el Ecuador*. Cuenca-Ecuador: Editorial Universitaria Abya-Yala, 2014. ISBN: 978-9978-10-168-1. p. 9.

CLIMATE-DATA.ORG. *Provincia de Orellana clima* [En línea]. Ecuador. 2020. [Consulta: 04 marzo 2021]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-orellana-63/#:~:text=Puerto%20Francisco%20de%20Orellana,-Puerto%20Francisco%20de&text=tiene%20mucho%20lluvia,-.Esta%20ubicaci%C3%B3n%20est%C3%A1%20clasificada%20como%20Af%20por%20K%C3%B6ppen%20y%20Geiger,de%20precipitaciones%20de%203870%20mm>.

CORNEJO, X. “Las especies emblemáticas de flora y fauna de la ciudad de Guayaquil y de la provincia del Guayas, Ecuador”. *Rev. Cient. Cien. Nat. Ambien.*, vol. 9, n° 2 (2015), (Ecuador) pp. 56-71.

EAC. *Sustratos* [En línea]. 2020. pp. 1-9. [Consulta: 10 noviembre 2020]. Disponible en: <https://eac.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/03/SUSTRATOS.pdf>.

ECUADOR FORESTAL. *Ficha Técnica N° 7: Balsa* [En línea]. Ecuador, 2012. [Consulta: 13 noviembre 2020]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-7-balsa/>.

FLACSO; et al. *Geo Ecuador 2008. Informe sobre el estado del medio ambiente* [En línea]. Quito-Ecuador. 2008. p. 13. [Consulta: 04 noviembre 2020]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=41446>.

GONZÁLEZ, B.; et al. “Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos – Ecuador” *Ciencia y Tecnología*, vol. 3, n° 2 (2010), (Ecuador) pp. 7-11.

INFOAGRO. *Tipos de sustratos de cultivo. 2ª parte* [En línea]. 2012. [Consulta: 11 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos2.htm.

ITTO. *BALSA (Ochroma pyramidale)* [En línea]. Colombia. 2019. [Consulta: 15 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/balsa-ochroma-pyramidale/#lower-content>.

JIMÉNEZ, E.; et al. “Germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en Ecuador”. *Scientia Agropecuaria*, vol. 8, n°3 (2017), (Ecuador) pp. 243-250.

JORGENSEN, P.; & LEÓN, S. *Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador* [En línea]. San Luis-Estados Unidos. 1999. [Consulta: 07 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/introductions.html>.

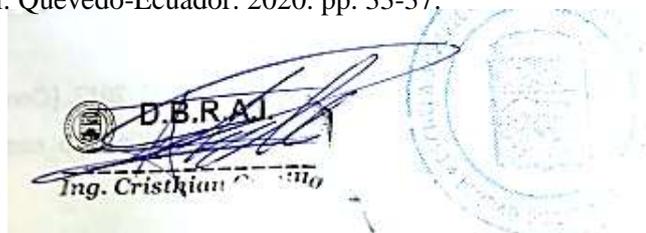
MAE. *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental* [En línea]. Ecuador: Subsecretaría de patrimonio natural, 2012, pp. 54-57. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf.

MOREIRA, J. Estudio del comportamiento de las especies *Ochroma pyramidale* y *Cordia alliodora* en vivero utilizando riego micropulverizado (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal. Jipijapa-Ecuador. 2021. pp. 22-26.

TOLEDO, K. Germinación, crecimiento y densidad de la madera en dos variedades de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. de la Selva Lacandona, Chiapas (Tesis) (Maestría). El Colegio de la Frontera Sur. Campeche-México. 2016. p. 1.

VILLACÍS, W. Proyecto de factibilidad agroforestal para siembra de balsa (*Ochroma pyramidale*) para la Península de Santa Elena en la comunidad de Limoncito (Tesis) (Magister). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas, Maestría en Finanzas y Proyectos Corporativos. Guayaquil-Ecuador. 2012. pp. 7-32.

ZAMBRANO, E. Efectos de la fertilización orgánica y química sobre los patrones morfológicos de *Ochroma pyramidale* Cav. (BALSA) en etapa de vivero (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal. Quevedo-Ecuador. 2020. pp. 33-37.



ANEXOS

ANEXO A: COMPARACIONES MÚLTIPLES DE TUKEY PARA EL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN, SUSTRATOS

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TS	T1	-12,00	7,483	,468	-42,46	18,46
	T2	-34,00*	7,483	,035	-64,46	-3,54
	T3	-18,00	7,483	,218	-48,46	12,46
T1	TS	12,00	7,483	,468	-18,46	42,46
	T2	-22,00	7,483	,131	-52,46	8,46
	T3	-6,00	7,483	,851	-36,46	24,46
T2	TS	34,00*	7,483	,035	3,54	64,46
	T1	22,00	7,483	,131	-8,46	52,46
	T3	16,00	7,483	,282	-14,46	46,46
T3	TS	18,00	7,483	,218	-12,46	48,46
	T1	6,00	7,483	,851	-24,46	36,46
	T2	-16,00	7,483	,282	-46,46	14,46

ANEXO B: PRIMERA MEDICIÓN A LOS 30 DÍAS DE APARECER LAS HOJAS VERDADERAS

Primera medición a los 30 días											
TS= Arena de río (100%)			T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)			T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)			T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)		
Altura (cm)	Grosor (mm)	Nº hojas	Altura (cm)	Grosor (mm)	Nº hojas	Altura (cm)	Grosor (mm)	Nº hojas	Altura (cm)	Grosor (mm)	Nº hojas
Primera repetición											
1,4	0,23	6	2	0,24	7	5,6	0,26	7	2,2	0,24	6
1,3	0,22	6	1,7	0,2	6	4,5	0,25	8	2,4	0,23	6
1,4	0,18	5	2,2	0,23	7	4,4	0,26	7	2,3	0,22	6
1,3	0,21	5	2,4	0,25	6	5	0,28	8	2,2	0,2	6
1,1	0,23	6	1,8	0,22	5	5,3	0,28	7	2,4	0,22	7
1,2	0,22	6	2,5	0,26	6	6,1	0,3	7	2,2	0,2	7
1,2	0,24	5	2,3	0,25	6	7,2	0,32	8	2,4	0,22	6
1,2	0,21	5	2,3	0,25	7	5,5	0,36	8	2,4	0,23	6
1,1	0,2	6	2,2	0,23	7	5,8	0,26	8	2,5	0,22	6
1	0,19	4	1,9	0,22	6	6,2	0,28	8	2,2	0,24	6
1,25	0,21	6	1,9	0,21	7	5,4	0,26	8	2,3	0,22	7
1,3	0,18	6	1,8	0,22	6	6,7	0,3	9	2,2	0,24	6
1	0,19	6	2	0,24	7	7,1	0,32	9	2,4	0,25	7
1,3	0,21	6	1,9	0,22	7	7,2	0,31	9	2,2	0,22	6
1,1	0,22	5	2,4	0,23	7	6,8	0,28	9	2,3	0,25	7
1,4	0,21	5	2,2	0,22	7	5,4	0,26	7	2,2	0,25	6
1,2	0,2	5	2,3	0,24	7	6,6	0,28	7	2,4	0,24	7
1,1	0,2	6	2,2	0,24	7	7	0,3	8	2,4	0,24	6
1,2	0,21	6	2	0,22	6	7,2	0,3	8	2,2	0,2	6
1,2	0,2	5	2,4	0,25	7	6,8	0,3	8	2,3	0,21	7
Segunda repetición											

1,2	0,2	6	2,2	0,23	6	6,6	0,28	7	2,2	0,22	6
1,3	0,21	6	2,3	0,23	6	6,7	0,27	7	2,2	0,22	6
1,3	0,22	6	2,3	0,24	6	7	0,3	7	2,3	0,23	7
1,1	0,21	6	2,5	0,25	7	7,2	0,31	8	2,2	0,22	6
1,2	0,22	6	2,1	0,21	6	7	0,3	7	2,4	0,24	7
1	0,2	5	2	0,22	6	5,6	0,26	6	2,3	0,24	6
1	0,19	5	1,8	0,21	5	6	0,26	6	2,3	0,22	6
1,3	0,2	6	1,9	0,2	6	6,1	0,26	6	2,4	0,24	7
1,4	0,23	6	2	0,21	6	6,6	0,27	7	2,4	0,23	7
1,2	0,22	6	2,2	0,22	7	6,5	0,26	7	2,4	0,24	7
1,2	0,21	6	2,4	0,23	7	7	0,3	7	2,3	0,22	7
1,3	0,24	6	2,6	0,25	7	7,2	0,31	6	2,3	0,23	7
1,3	0,22	5	2,2	0,23	6	6,8	0,3	7	2,2	0,23	6
1,4	0,24	6	2,5	0,24	7	6,6	0,28	7	2,3	0,23	7
1,2	0,23	6	2,4	0,23	6	7	0,31	8	2,4	0,23	6
1,2	0,23	6	2,3	0,24	6	7,1	0,3	8	2,5	0,24	7
1,3	0,23	6	2,3	0,22	6	6,6	0,28	7	2,2	0,22	7
1	0,2	5	2,3	0,23	6	7,2	0,29	8	2,3	0,22	6
1,4	0,24	6	2,5	0,24	7	6,6	0,28	7	2,3	0,23	7
1,2	0,22	5	2,1	0,22	6	7	0,3	8	2,4	0,23	7
Tercera repetición											
1,2	0,22	5	2,2	0,23	6	6,7	0,28	7	2,3	0,23	7
1,2	0,22	6	2,5	0,24	7	7,2	0,31	7	2,3	0,23	7
1,2	0,23	5	2,5	0,25	6	6,5	0,26	7	2,4	0,24	7
1,2	0,23	6	2,4	0,24	7	5,9	0,25	6	2,3	0,23	6
1,3	0,24	5	2,5	0,25	7	6,8	0,26	7	2,3	0,23	7
1,2	0,2	5	2,3	0,22	6	7	0,3	7	2,4	0,24	7
1,4	0,22	6	2,3	0,22	6	7,2	0,31	8	2,3	0,23	6
1,4	0,23	6	2,2	0,21	6	7,1	0,31	8	2,4	0,24	7
1	0,2	5	2,2	0,22	6	7,3	0,32	8	2,3	0,23	7
1	0,19	4	2,4	0,23	7	6,4	0,26	8	2,4	0,23	7
1,2	0,21	5	2,3	0,23	6	6,8	0,28	7	2,3	0,23	7
1,1	0,21	6	2,5	0,25	7	7	0,3	8	2,2	0,22	6
1,3	0,23	6	2,4	0,23	6	7,2	0,31	7	2,2	0,22	6
1,2	0,22	5	2,6	0,25	6	6,8	0,28	7	2,2	0,22	6
1,2	0,22	6	2,4	0,23	7	6,9	0,3	7	2,3	0,23	7
1,3	0,23	6	2,6	0,25	7	7	0,3	8	2,3	0,23	6
1,2	0,24	5	2,1	0,21	6	7,2	0,31	9	2,2	0,22	6
1,4	0,24	5	2	0,21	5	7,3	0,32	9	2,3	0,24	6
1,4	0,23	6	2,2	0,22	6	7,4	0,32	9	2,4	0,24	7
1,3	0,22	5	2,4	0,24	6	7	0,3	8	2,2	0,23	6

ANEXO C: SEGUNDA MEDICIÓN A LOS 45 DÍAS DE APARECER LAS HOJAS VERDADERAS

Segunda medición a los 45 días											
TS= Arena de río (100%)			T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)			T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)			T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)		
Altura (cm)	Grosor (mm)	Nº hojas	Altura (cm)	Grosor (mm)	Nº hojas	Altura (cm)	Grosor (mm)	Nº hojas	Altura (cm)	Grosor (mm)	Nº hojas
Primera repetición											
1,6	0,26	7	2,4	0,28	7	6,6	0,32	7	3,2	0,26	7
1,5	0,23	6	2,4	0,25	7	6,5	0,34	8	3,4	0,27	7
1,6	0,21	5	2,7	0,3	7	6,2	0,34	7	3,3	0,24	7
1,4	0,24	6	3	0,29	7	6,3	0,33	8	3,2	0,24	7
1,4	0,26	6	2,5	0,27	6	6,5	0,32	7	3,4	0,25	7
1,4	0,25	6	3	0,3	7	7	0,35	7	3,2	0,23	7
1,4	0,26	6	2,9	0,3	7	8	0,36	8	3,4	0,25	7
1,4	0,24	5	2,8	0,3	7	6,4	0,42	8	3,6	0,26	6
1,3	0,21	6	3	0,31	7	6,8	0,32	8	3,5	0,25	7
1,3	0,21	6	2,7	0,32	6	7	0,35	8	3,4	0,26	6
1,5	0,24	7	2,6	0,29	7	7	0,32	8	3,2	0,25	7
1,6	0,22	7	2,5	0,28	6	8	0,35	9	3,2	0,27	6

1,4	0,22	6	2,6	0,3	7	8,3	0,36	9	3,3	0,26	7
1,5	0,24	6	2,6	0,28	7	8,6	0,36	9	3,3	0,25	7
1,6	0,24	6	3	0,3	7	8	0,35	9	3,4	0,28	7
1,7	0,24	6	3	0,32	7	7,2	0,32	7	3,3	0,27	7
1,6	0,23	5	2,8	0,29	7	7,9	0,33	8	3,3	0,27	7
1,5	0,23	7	2,9	0,3	7	8,4	0,35	9	3,2	0,26	6
1,6	0,22	6	2,6	0,29	6	8,5	0,38	9	3,1	0,25	6
1,6	0,24	6	3	0,31	7	8	0,35	8	3,1	0,25	7
Segunda repetición											
1,5	0,23	6	2,7	0,27	7	7,2	0,32	7	3,2	0,25	7
1,4	0,24	6	2,8	0,28	7	7,5	0,33	7	3,3	0,26	7
1,6	0,26	6	2,8	0,29	7	8	0,37	8	3,3	0,26	7
1,5	0,24	6	2,8	0,3	7	8,1	0,38	8	3,2	0,25	7
1,4	0,24	6	2,7	0,27	6	8,2	0,36	8	3,3	0,26	7
1,5	0,25	7	2,6	0,27	6	6,8	0,32	7	3,3	0,27	7
1,3	0,24	6	2,5	0,26	6	7,2	0,31	7	3,3	0,26	7
1,6	0,24	6	2,6	0,26	6	7	0,3	7	3,4	0,26	8
1,7	0,26	7	2,7	0,27	6	7,3	0,31	7	3,4	0,26	8
1,5	0,25	6	3	0,3	7	7,8	0,32	7	3,4	0,26	8
1,6	0,25	6	3	0,3	7	8	0,37	8	3,4	0,25	7
1,6	0,26	7	3,2	0,3	7	8,1	0,37	8	3,3	0,25	7
1,6	0,25	6	2,9	0,3	6	7,5	0,32	7	3,2	0,26	6
1,7	0,27	6	3,1	0,3	7	7,3	0,32	7	3,3	0,26	7
1,7	0,26	7	3	0,32	7	8	0,36	8	3,4	0,27	8
1,6	0,26	6	3	0,31	7	8,2	0,37	9	3,5	0,26	7
1,6	0,25	6	3	0,3	7	7,5	0,33	7	3,2	0,25	6
1,5	0,25	6	2,9	0,28	7	8,4	0,36	9	3,3	0,26	7
1,7	0,26	6	2,9	0,3	7	7,5	0,33	8	3,3	0,25	7
1,6	0,26	6	2,8	0,27	6	8,2	0,37	9	3,2	0,26	7
Tercera repetición											
1,5	0,25	6	2,6	0,26	6	7,5	0,33	8	3,3	0,26	7
1,5	0,26	6	2,8	0,28	7	8	0,35	8	3,3	0,26	7
1,5	0,26	6	2,9	0,3	6	7,6	0,33	8	3,5	0,27	7
1,6	0,26	6	3	0,31	7	7,4	0,33	7	3,2	0,25	7
1,6	0,26	6	3,1	0,31	7	7,9	0,36	7	3,3	0,25	7
1,6	0,23	6	3	0,3	7	8,1	0,37	8	3,4	0,27	8
1,7	0,26	6	2,9	0,3	6	8,2	0,38	9	3,3	0,26	7
1,7	0,27	6	3	0,32	7	8	0,36	8	3,4	0,27	8
1,4	0,23	5	3	0,32	7	8,3	0,35	9	3,3	0,26	7
1,4	0,23	6	3,1	0,3	7	7,8	0,35	8	3,5	0,26	7
1,5	0,25	6	3	0,32	6	8	0,33	8	3,3	0,26	7
1,3	0,23	6	3	0,3	7	8,2	0,36	8	3,3	0,26	7
1,6	0,25	7	2,9	0,3	6	8,2	0,35	7	3,2	0,25	7
1,6	0,26	7	3,2	0,3	7	8,3	0,38	9	3,2	0,26	7
1,5	0,23	6	3,2	0,3	7	8	0,35	9	3,3	0,27	7
1,6	0,25	7	3,3	0,3	7	8,2	0,37	9	3,2	0,26	7
1,4	0,24	6	2,8	0,32	6	8,1	0,36	9	3,2	0,26	7
1,7	0,27	7	2,7	0,28	6	8	0,38	9	3,3	0,27	7
1,6	0,26	6	3	0,3	7	8,2	0,4	9	3,4	0,28	8
1,6	0,25	7	3	0,29	7	8,2	0,4	9	3,1	0,26	7

ANEXO D: TASA DE CRECIMIENTO DE LA ALTURA DE LAS PLANTAS

Tasa de crecimiento, altura (cm)											
TS= Arena de río (100%)			T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)			T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)			T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)		
S1	S2	TC	S1	S2	TC	S1	S2	TC	S1	S2	TC
Primera repetición											
1,4	1,6	0,0133	2	2,4	0,0267	5,6	6,6	0,0667	2,2	3,2	0,0667
1,3	1,5	0,0133	1,7	2,4	0,0467	4,5	6,5	0,1333	2,4	3,4	0,0667
1,4	1,6	0,0133	2,2	2,7	0,0333	4,4	6,2	0,1200	2,3	3,3	0,0667
1,3	1,4	0,0067	2,4	3	0,0400	5	6,3	0,0867	2,2	3,2	0,0667

1,1	1,4	0,0200	1,8	2,5	0,0467	5,3	6,5	0,0800	2,4	3,4	0,0667
1,2	1,4	0,0133	2,5	3	0,0333	6,1	7	0,0600	2,2	3,2	0,0667
1,2	1,4	0,0133	2,3	2,9	0,0400	7,2	8	0,0533	2,4	3,4	0,0667
1,2	1,4	0,0133	2,3	2,8	0,0333	5,5	6,4	0,0600	2,4	3,6	0,0800
1,1	1,3	0,0133	2,2	3	0,0533	5,8	6,8	0,0667	2,5	3,5	0,0667
1	1,3	0,0200	1,9	2,7	0,0533	6,2	7	0,0533	2,2	3,4	0,0800
1,25	1,5	0,0167	1,9	2,6	0,0467	5,4	7	0,1067	2,3	3,2	0,0600
1,3	1,6	0,0200	1,8	2,5	0,0467	6,7	8	0,0867	2,2	3,2	0,0667
1	1,4	0,0267	2	2,6	0,0400	7,1	8,3	0,0800	2,4	3,3	0,0600
1,3	1,5	0,0133	1,9	2,6	0,0467	7,2	8,6	0,0933	2,2	3,3	0,0733
1,1	1,6	0,0333	2,4	3	0,0400	6,8	8	0,0800	2,3	3,4	0,0733
1,4	1,7	0,0200	2,2	3	0,0533	5,4	7,2	0,1200	2,2	3,3	0,0733
1,2	1,6	0,0267	2,3	2,8	0,0333	6,6	7,9	0,0867	2,4	3,3	0,0600
1,1	1,5	0,0267	2,2	2,9	0,0467	7	8,4	0,0933	2,4	3,2	0,0533
1,2	1,6	0,0267	2	2,6	0,0400	7,2	8,5	0,0867	2,2	3,1	0,0600
1,2	1,6	0,0267	2,4	3	0,0400	6,8	8	0,0800	2,3	3,1	0,0533
Promedio		0,0188			0,0420			0,0847			0,0663
Segunda repetición											
1,2	1,5	0,0200	2,2	2,7	0,0333	6,6	7,2	0,0400	2,2	3,2	0,0667
1,3	1,4	0,0067	2,3	2,8	0,0333	6,7	7,5	0,0533	2,2	3,3	0,0733
1,3	1,6	0,0200	2,3	2,8	0,0333	7	8	0,0667	2,3	3,3	0,0667
1,1	1,5	0,0267	2,5	2,8	0,0200	7,2	8,1	0,0600	2,2	3,2	0,0667
1,2	1,4	0,0133	2,1	2,7	0,0400	7	8,2	0,0800	2,4	3,3	0,0600
1	1,5	0,0333	2	2,6	0,0400	5,6	6,8	0,0800	2,3	3,3	0,0667
1	1,3	0,0200	1,8	2,5	0,0467	6	7,2	0,0800	2,3	3,3	0,0667
1,3	1,6	0,0200	1,9	2,6	0,0467	6,1	7	0,0600	2,4	3,4	0,0667
1,4	1,7	0,0200	2	2,7	0,0467	6,6	7,3	0,0467	2,4	3,4	0,0667
1,2	1,5	0,0200	2,2	3	0,0533	6,5	7,8	0,0867	2,4	3,4	0,0667
1,2	1,6	0,0267	2,4	3	0,0400	7	8	0,0667	2,3	3,4	0,0733
1,3	1,6	0,0200	2,6	3,2	0,0400	7,2	8,1	0,0600	2,3	3,3	0,0667
1,3	1,6	0,0200	2,2	2,9	0,0467	6,8	7,5	0,0467	2,2	3,2	0,0667
1,4	1,7	0,0200	2,5	3,1	0,0400	6,6	7,3	0,0467	2,3	3,3	0,0667
1,2	1,7	0,0333	2,4	3	0,0400	7	8	0,0667	2,4	3,4	0,0667
1,2	1,6	0,0267	2,3	3	0,0467	7,1	8,2	0,0733	2,5	3,5	0,0667
1,3	1,6	0,0200	2,3	3	0,0467	6,6	7,5	0,0600	2,2	3,2	0,0667
1	1,5	0,0333	2,3	2,9	0,0400	7,2	8,4	0,0800	2,3	3,3	0,0667
1,4	1,7	0,0200	2,5	2,9	0,0267	6,6	7,5	0,0600	2,3	3,3	0,0667
1,2	1,6	0,0267	2,1	2,8	0,0467	7	8,2	0,0800	2,4	3,2	0,0533
Promedio		0,0223			0,0403			0,0647			0,0663
Tercera repetición											
1,2	1,5	0,0200	2,2	2,6	0,0267	6,7	7,5	0,0533	2,3	3,3	0,0667
1,2	1,5	0,0200	2,5	2,8	0,0200	7,2	8	0,0533	2,3	3,3	0,0667
1,2	1,5	0,0200	2,5	2,9	0,0267	6,5	7,6	0,0733	2,4	3,5	0,0733
1,2	1,6	0,0267	2,4	3	0,0400	5,9	7,4	0,1000	2,3	3,2	0,0600
1,3	1,6	0,0200	2,5	3,1	0,0400	6,8	7,9	0,0733	2,3	3,3	0,0667
1,2	1,6	0,0267	2,3	3	0,0467	7	8,1	0,0733	2,4	3,4	0,0667
1,4	1,7	0,0200	2,3	2,9	0,0400	7,2	8,2	0,0667	2,3	3,3	0,0667
1,4	1,7	0,0200	2,2	3	0,0533	7,1	8	0,0600	2,4	3,4	0,0667
1	1,4	0,0267	2,2	3	0,0533	7,3	8,3	0,0667	2,3	3,3	0,0667
1	1,4	0,0267	2,4	3,1	0,0467	6,4	7,8	0,0933	2,4	3,5	0,0733
1,2	1,5	0,0200	2,3	3	0,0467	6,8	8	0,0800	2,3	3,3	0,0667
1,1	1,3	0,0133	2,5	3	0,0333	7	8,2	0,0800	2,2	3,3	0,0733
1,3	1,6	0,0200	2,4	2,9	0,0333	7,2	8,2	0,0667	2,2	3,2	0,0667
1,2	1,6	0,0267	2,6	3,2	0,0400	6,8	8,3	0,1000	2,2	3,2	0,0667
1,2	1,5	0,0200	2,4	3,2	0,0533	6,9	8	0,0733	2,3	3,3	0,0667
1,3	1,6	0,0200	2,6	3,3	0,0467	7	8,2	0,0800	2,3	3,2	0,0600
1,2	1,4	0,0133	2,1	2,8	0,0467	7,2	8,1	0,0600	2,2	3,2	0,0667
1,4	1,7	0,0200	2	2,7	0,0467	7,3	8	0,0467	2,3	3,3	0,0667
1,4	1,6	0,0133	2,2	3	0,0533	7,4	8,2	0,0533	2,4	3,4	0,0667

1,3	1,6	0,0200	2,4	3	0,0400	7	8,2	0,0800	2,2	3,1	0,0600
Promedio		0,0207			0,0417			0,0717			0,0667

ANEXO E: PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE LA ALTURA (CM)

Promedio, tasa de crecimiento, altura (cm)				
Repetición	TS= Arena de río (100%)	T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)	T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)	T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)
Repetición 1	0,0188	0,0420	0,0847	0,0663
Repetición 2	0,0223	0,0403	0,0647	0,0663
Repetición 3	0,0207	0,0417	0,0717	0,0667
Promedio	0,0206	0,0413	0,0737	0,0664

ANEXO F: TASA DE CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO

Tasa de crecimiento, diámetro a la altura del cuello (mm)											
TS= Arena de río (100%)			T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)			T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)			T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)		
S1	S2	TC	S1	S2	TC	S1	S2	TC	S1	S2	TC
Primera repetición											
0,23	0,26	0,0020	0,24	0,28	0,0027	0,26	0,32	0,0040	0,24	0,26	0,0013
0,22	0,23	0,0007	0,2	0,25	0,0033	0,25	0,34	0,0060	0,23	0,27	0,0027
0,18	0,21	0,0020	0,23	0,3	0,0047	0,26	0,34	0,0053	0,22	0,24	0,0013
0,21	0,24	0,0020	0,25	0,29	0,0027	0,28	0,33	0,0033	0,2	0,24	0,0027
0,23	0,26	0,0020	0,22	0,27	0,0033	0,28	0,32	0,0027	0,22	0,25	0,0020
0,22	0,25	0,0020	0,26	0,3	0,0027	0,3	0,35	0,0033	0,2	0,23	0,0020
0,24	0,26	0,0013	0,25	0,3	0,0033	0,32	0,36	0,0027	0,22	0,25	0,0020
0,21	0,24	0,0020	0,25	0,3	0,0033	0,36	0,42	0,0040	0,23	0,26	0,0020
0,2	0,21	0,0007	0,23	0,31	0,0053	0,26	0,32	0,0040	0,22	0,25	0,0020
0,19	0,21	0,0013	0,22	0,32	0,0067	0,28	0,35	0,0047	0,24	0,26	0,0013
0,21	0,24	0,0020	0,21	0,29	0,0053	0,26	0,32	0,0040	0,22	0,25	0,0020
0,18	0,22	0,0027	0,22	0,28	0,0040	0,3	0,35	0,0033	0,24	0,27	0,0020
0,19	0,22	0,0020	0,24	0,3	0,0040	0,32	0,36	0,0027	0,25	0,26	0,0007
0,21	0,24	0,0020	0,22	0,28	0,0040	0,31	0,36	0,0033	0,22	0,25	0,0020
0,22	0,24	0,0013	0,23	0,3	0,0047	0,28	0,35	0,0047	0,25	0,28	0,0020
0,21	0,24	0,0020	0,22	0,32	0,0067	0,26	0,32	0,0040	0,25	0,27	0,0013
0,2	0,23	0,0020	0,24	0,29	0,0033	0,28	0,33	0,0033	0,24	0,27	0,0020
0,2	0,23	0,0020	0,24	0,3	0,0040	0,3	0,35	0,0033	0,24	0,26	0,0013
0,21	0,22	0,0007	0,22	0,29	0,0047	0,3	0,38	0,0053	0,2	0,25	0,0033
0,2	0,24	0,0027	0,25	0,31	0,0040	0,3	0,35	0,0033	0,21	0,25	0,0027
Promedio		0,0018	0,0041			0,0039			0,0019		
Segunda repetición											
0,2	0,23	0,0020	0,23	0,27	0,0027	0,28	0,32	0,0027	0,22	0,25	0,0020
0,21	0,24	0,0020	0,23	0,28	0,0033	0,27	0,33	0,0040	0,22	0,26	0,0027
0,22	0,26	0,0027	0,24	0,29	0,0033	0,3	0,37	0,0047	0,23	0,26	0,0020
0,21	0,24	0,0020	0,25	0,3	0,0033	0,31	0,38	0,0047	0,22	0,25	0,0020
0,22	0,24	0,0013	0,21	0,27	0,0040	0,3	0,36	0,0040	0,24	0,26	0,0013
0,2	0,25	0,0033	0,22	0,27	0,0033	0,26	0,32	0,0040	0,24	0,27	0,0020
0,19	0,24	0,0033	0,21	0,26	0,0033	0,26	0,31	0,0033	0,22	0,26	0,0027
0,2	0,24	0,0027	0,2	0,26	0,0040	0,26	0,3	0,0027	0,24	0,26	0,0013
0,23	0,26	0,0020	0,21	0,27	0,0040	0,27	0,31	0,0027	0,23	0,26	0,0020
0,22	0,25	0,0020	0,22	0,3	0,0053	0,26	0,32	0,0040	0,24	0,26	0,0013
0,21	0,25	0,0027	0,23	0,3	0,0047	0,3	0,37	0,0047	0,22	0,25	0,0020
0,24	0,26	0,0013	0,25	0,3	0,0033	0,31	0,37	0,0040	0,23	0,25	0,0013
0,22	0,25	0,0020	0,23	0,3	0,0047	0,3	0,32	0,0013	0,23	0,26	0,0020

0,24	0,27	0,0020	0,24	0,3	0,0040	0,28	0,32	0,0027	0,23	0,26	0,0020
0,23	0,26	0,0020	0,23	0,32	0,0060	0,31	0,36	0,0033	0,23	0,27	0,0027
0,23	0,26	0,0020	0,24	0,31	0,0047	0,3	0,37	0,0047	0,24	0,26	0,0013
0,23	0,25	0,0013	0,22	0,3	0,0053	0,28	0,33	0,0033	0,22	0,25	0,0020
0,2	0,25	0,0033	0,23	0,28	0,0033	0,29	0,36	0,0047	0,22	0,26	0,0027
0,24	0,26	0,0013	0,24	0,3	0,0040	0,28	0,33	0,0033	0,23	0,25	0,0013
0,22	0,26	0,0027	0,22	0,27	0,0033	0,3	0,37	0,0047	0,23	0,26	0,0020
Promedio		0,0022			0,0040			0,0037			0,0019
Tercera repetición											
0,22	0,25	0,0020	0,23	0,26	0,0020	0,28	0,33	0,0033	0,23	0,26	0,0020
0,22	0,26	0,0027	0,24	0,28	0,0027	0,31	0,35	0,0027	0,23	0,26	0,0020
0,23	0,26	0,0020	0,25	0,3	0,0033	0,26	0,33	0,0047	0,24	0,27	0,0020
0,23	0,26	0,0020	0,24	0,31	0,0047	0,25	0,33	0,0053	0,23	0,25	0,0013
0,24	0,26	0,0013	0,25	0,31	0,0040	0,26	0,36	0,0067	0,23	0,25	0,0013
0,2	0,23	0,0020	0,22	0,3	0,0053	0,3	0,37	0,0047	0,24	0,27	0,0020
0,22	0,26	0,0027	0,22	0,3	0,0053	0,31	0,38	0,0047	0,23	0,26	0,0020
0,23	0,27	0,0027	0,21	0,32	0,0073	0,31	0,36	0,0033	0,24	0,27	0,0020
0,2	0,23	0,0020	0,22	0,32	0,0067	0,32	0,35	0,0020	0,23	0,26	0,0020
0,19	0,23	0,0027	0,23	0,3	0,0047	0,26	0,35	0,0060	0,23	0,26	0,0020
0,21	0,25	0,0027	0,23	0,32	0,0060	0,28	0,33	0,0033	0,23	0,26	0,0020
0,21	0,23	0,0013	0,25	0,3	0,0033	0,3	0,36	0,0040	0,22	0,26	0,0027
0,23	0,25	0,0013	0,23	0,3	0,0047	0,31	0,35	0,0027	0,22	0,25	0,0020
0,22	0,26	0,0027	0,25	0,3	0,0033	0,28	0,38	0,0067	0,22	0,26	0,0027
0,22	0,23	0,0007	0,23	0,3	0,0047	0,3	0,35	0,0033	0,23	0,27	0,0027
0,23	0,25	0,0013	0,25	0,3	0,0033	0,3	0,37	0,0047	0,23	0,26	0,0020
0,24	0,24	0,0000	0,21	0,32	0,0073	0,31	0,36	0,0033	0,22	0,26	0,0027
0,24	0,27	0,0020	0,21	0,28	0,0047	0,32	0,38	0,0040	0,24	0,27	0,0020
0,23	0,26	0,0020	0,22	0,3	0,0053	0,32	0,4	0,0053	0,24	0,28	0,0027
0,22	0,25	0,0020	0,24	0,29	0,0033	0,3	0,4	0,0067	0,23	0,26	0,0020
Promedio		0,0019			0,0046			0,0044			0,0021

ANEXO G: PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (MM)

Promedio, tasa de crecimiento, diámetro a la altura del cuello (mm)				
Repetición	TS= Arena de río (100%)	T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)	T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)	T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)
Repetición 1	0,0018	0,0041	0,0039	0,0019
Repetición 2	0,0022	0,0040	0,0037	0,0019
Repetición 3	0,0019	0,0046	0,0044	0,0021
Promedio	0,0020	0,0042	0,0040	0,0020

ANEXO H: TASA DE CRECIMIENTO DEL NÚMERO DE HOJAS

Tasa de crecimiento, número de hojas											
TS= Arena de río (100%)			T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)			T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)			T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)		
S1	S2	TC	S1	S2	TC	S1	S2	TC	S1	S2	TC
Primera repetición											
6	7	0,0667	7	7	0,0000	7	7	0,0000	6	7	0,0667
6	6	0,0000	6	7	0,0667	8	8	0,0000	6	7	0,0667
5	5	0,0000	7	7	0,0000	7	7	0,0000	6	7	0,0667
5	6	0,0667	6	7	0,0667	8	8	0,0000	6	7	0,0667
6	6	0,0000	5	6	0,0667	7	7	0,0000	7	7	0,0000

6	6	0,0000	6	7	0,0667	7	7	0,0000	7	7	0,0000
5	6	0,0667	6	7	0,0667	8	8	0,0000	6	7	0,0667
5	5	0,0000	7	7	0,0000	8	8	0,0000	6	6	0,0000
6	6	0,0000	7	7	0,0000	8	8	0,0000	6	7	0,0667
4	6	0,1333	6	6	0,0000	8	8	0,0000	6	6	0,0000
6	7	0,0667	7	7	0,0000	8	8	0,0000	7	7	0,0000
6	7	0,0667	6	6	0,0000	9	9	0,0000	6	6	0,0000
6	6	0,0000	7	7	0,0000	9	9	0,0000	7	7	0,0000
6	6	0,0000	7	7	0,0000	9	9	0,0000	6	7	0,0667
5	6	0,0667	7	7	0,0000	9	9	0,0000	7	7	0,0000
5	6	0,0667	7	7	0,0000	7	7	0,0000	6	7	0,0667
5	5	0,0000	7	7	0,0000	7	8	0,0667	7	7	0,0000
6	7	0,0667	7	7	0,0000	8	9	0,0667	6	6	0,0000
6	6	0,0000	6	6	0,0000	8	9	0,0667	6	6	0,0000
5	6	0,0667	7	7	0,0000	8	8	0,0000	7	7	0,0000
Promedio		0,0367			0,0167			0,0100			0,0267
Segunda repetición											
6	6	0,0000	6	7	0,0667	7	7	0,0000	6	7	0,0667
6	6	0,0000	6	7	0,0667	7	7	0,0000	6	7	0,0667
6	6	0,0000	6	7	0,0667	7	8	0,0667	7	7	0,0000
6	6	0,0000	7	7	0,0000	8	8	0,0000	6	7	0,0667
6	6	0,0000	6	6	0,0000	7	8	0,0667	7	7	0,0000
5	7	0,1333	6	6	0,0000	6	7	0,0667	6	7	0,0667
5	6	0,0667	5	6	0,0667	6	7	0,0667	6	7	0,0667
6	6	0,0000	6	6	0,0000	6	7	0,0667	7	8	0,0667
6	7	0,0667	6	6	0,0000	7	7	0,0000	7	8	0,0667
6	6	0,0000	7	7	0,0000	7	7	0,0000	7	8	0,0667
6	6	0,0000	7	7	0,0000	7	8	0,0667	7	7	0,0000
6	7	0,0667	7	7	0,0000	6	8	0,1333	7	7	0,0000
5	6	0,0667	6	6	0,0000	7	7	0,0000	6	6	0,0000
6	6	0,0000	7	7	0,0000	7	7	0,0000	7	7	0,0000
6	7	0,0667	6	7	0,0667	8	8	0,0000	6	8	0,1333
6	6	0,0000	6	7	0,0667	8	9	0,0667	7	7	0,0000
6	6	0,0000	6	7	0,0667	7	7	0,0000	7	6	-0,0667
5	6	0,0667	6	7	0,0667	8	9	0,0667	6	7	0,0667
6	6	0,0000	7	7	0,0000	7	8	0,0667	7	7	0,0000
5	6	0,0667	6	6	0,0000	8	9	0,0667	7	7	0,0000
Promedio		0,0300			0,0267			0,0400			0,0333
Tercera repetición											
5	6	0,0667	6	6	0,0000	7	8	0,0667	7	7	0,0000
6	6	0,0000	7	7	0,0000	7	8	0,0667	7	7	0,0000
5	6	0,0667	6	6	0,0000	7	8	0,0667	7	7	0,0000
6	6	0,0000	7	7	0,0000	6	7	0,0667	6	7	0,0667
5	6	0,0667	7	7	0,0000	7	7	0,0000	7	7	0,0000
5	6	0,0667	6	7	0,0667	7	8	0,0667	7	8	0,0667
6	6	0,0000	6	6	0,0000	8	9	0,0667	6	7	0,0667
6	6	0,0000	6	7	0,0667	8	8	0,0000	7	8	0,0667
5	5	0,0000	6	7	0,0667	8	9	0,0667	7	7	0,0000
4	6	0,1333	7	7	0,0000	8	8	0,0000	7	7	0,0000
5	6	0,0667	6	6	0,0000	7	8	0,0667	7	7	0,0000
6	6	0,0000	7	7	0,0000	8	8	0,0000	6	7	0,0667
6	7	0,0667	6	6	0,0000	7	7	0,0000	6	7	0,0667
5	7	0,1333	6	7	0,0667	7	9	0,1333	6	7	0,0667
6	6	0,0000	7	7	0,0000	7	9	0,1333	7	7	0,0000
6	7	0,0667	7	7	0,0000	8	9	0,0667	6	7	0,0667
5	6	0,0667	6	6	0,0000	9	9	0,0000	6	7	0,0667
5	7	0,1333	5	6	0,0667	9	9	0,0000	6	7	0,0667
6	6	0,0000	6	7	0,0667	9	9	0,0000	7	8	0,0667
5	7	0,1333	6	7	0,0667	8	9	0,0667	6	7	0,0667
Promedio		0,0533			0,0233			0,0467			0,0400

ANEXO I: PROMEDIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL NÚMERO DE HOJAS

Promedio, tasa de crecimiento, número de hojas				
Repetición	TS= Arena de río (100%)	T1= Tierra colorada (50%) + Tierra negra (25%) + Abono orgánico (25%)	T2= Tierra negra (70%) + Abono Orgánico (20%) + Tierra colorada (10%)	T3= Tierra negra (50%) + Arena de río (50%)
Repetición 1	0,0367	0,0167	0,0100	0,0267
Repetición 2	0,0300	0,0267	0,0400	0,0333
Repetición 3	0,0533	0,0233	0,0467	0,0400
Promedio	0,0400	0,0222	0,0322	0,0333

ANEXO J: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE LA ALTURA (CM)

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TS	3	,020600	,0017521	,0010116	,016247	,024953	,0188	,0223
T1	3	,041333	,0009074	,0005239	,039079	,043587	,0403	,0420
T2	3	,073700	,0101489	,0058595	,048489	,098911	,0647	,0847
T3	3	,066433	,0002309	,0001333	,065860	,067007	,0663	,0667
Total	12	,050517	,0224101	,0064692	,036278	,064755	,0188	,0847

ANEXO K: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (MM)

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TS	3	,001967	,0002082	,0001202	,001450	,002484	,0018	,0022
T1	3	,004233	,0003215	,0001856	,003435	,005032	,0040	,0046
T2	3	,004000	,0003606	,0002082	,003104	,004896	,0037	,0044
T3	3	,001967	,0001155	,0000667	,001680	,002254	,0019	,0021
Total	12	,003042	,0011493	,0003318	,002311	,003772	,0018	,0046

ANEXO L: COMPARACIONES MÚLTIPLES DE TUKEY PARA LA TASA DE CRECIMIENTO DE LA ALTURA (CM)

(I) TIPO DE TRATAMIENTO	(J) TIPO DE TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
TS	T1	-,0207333*	,0042219	,005	-,034253	-,007213
	T2	-,0531000*	,0042219	,000	-,066620	-,039580
	T3	-,0458333*	,0042219	,000	-,059353	-,032313
T1	TS	,0207333*	,0042219	,005	,007213	,034253
	T2	-,0323667*	,0042219	,000	-,045887	-,018847
	T3	-,0251000*	,0042219	,002	-,038620	-,011580
T2	TS	,0531000*	,0042219	,000	,039580	,066620
	T1	,0323667*	,0042219	,000	,018847	,045887
	T3	,0072667	,0042219	,374	-,006253	,020787

T3	TS	,0458333*	,0042219	,000	,032313	,059353
	T1	,0251000*	,0042219	,002	,011580	,038620
	T2	-,0072667	,0042219	,374	-,020787	,006253

ANEXO M: COMPARACIONES MÚLTIPLES DE TUKEY PARA LA TASA DE CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (MM)

(I) TIPO DE TRATAMIENTO	(J) TIPO DE TRATAMIENTO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
TS	T1	-,0022667*	,0002198	,000	-,002971	-,001563
	T2	-,0020333*	,0002198	,000	-,002737	-,001329
	T3	,0000000	,0002198	1,000	-,000704	,000704
T1	TS	,0022667*	,0002198	,000	,001563	,002971
	T2	,0002333	,0002198	,721	-,000471	,000937
	T3	,0022667*	,0002198	,000	,001563	,002971
T2	TS	,0020333*	,0002198	,000	,001329	,002737
	T1	-,0002333	,0002198	,721	-,000937	,000471
	T3	,0020333*	,0002198	,000	,001329	,002737
T3	TS	,0000000	,0002198	1,000	-,000704	,000704
	T1	-,0022667*	,0002198	,000	-,002971	-,001563
	T2	-,0020333*	,0002198	,000	-,002737	-,001329

ANEXO N: SEMILLAS DE BALSA



ANEXO O: TRATAMIENTO PREGERMINATIVO



ANEXO P: PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS



ANEXO Q: PLATABANDAS SEMILLERAS CON LOS DISTINTOS SUSTRATOS



ANEXO R: LLENADO DE FUNDAS



ANEXO S: PLANTAS GERMINADAS EN FUNDAS



ANEXO T: TOMA DE DATOS





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06/06/2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Cristhian Dennis Burgos Dueñas
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniero Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


D.B.R.A.I.
Ing. Cristian Castillo



1039-DBRA-UTP-2022