



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

**ANÁLISIS DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS TRATAMIENTOS  
PRE-GERMINATIVOS PARA PROPAGACIÓN SEXUAL DE  
(BALSA) *Ochroma pyramidale* (Cav ex. Lam.) Urb. EN EL VIVERO  
FORESLLANA, PROVINCIA DE ORELLANA**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:**

**MARÍA JOSÉ ARTEAGA CARRASCO**

Riobamba – Ecuador

2022



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

**ANÁLISIS DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS TRATAMIENTOS  
PRE-GERMINATIVOS PARA PROPAGACIÓN SEXUAL DE  
(BALSA) *Ochroma pyramidale* (Cav ex. Lam.) Urb. EN EL VIVERO  
FORESLLANA, PROVINCIA DE ORELLANA**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:** MARÍA JOSÉ ARTEAGA CARRASCO

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

Riobamba – Ecuador

2022

**©2022, María José Arteaga Carrasco**

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, **MARÍA JOSÉ ARTEAGA CARRASCO**, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

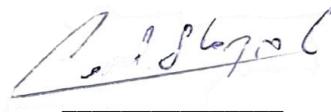
Riobamba, 04 de agosto del 2022

A handwritten signature in black ink, featuring a heart symbol on the left and stylized cursive letters on the right, all resting on a horizontal line.

**María José Arteaga Carrasco**  
**2300370166**

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

El tribunal de trabajo de Integración Curricular certifica que: el trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DE CUATRO SUSTRATOS Y DOS TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS PARA PROPAGACIÓN SEXUAL DE (BALSA) *Ochroma pyramidale* (Cav ex. Lam.) Urb. EN EL VIVERO FORESLLANA, PROVINCIA DE ORELLANA**, realizado por la señorita: **MARÍA JOSÉ ARTEAGA CARRASCO**, 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.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		04/08/2022
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MSc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		04/08/2022
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MSc. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		04/08/2022

## **DEDICATORIA**

La presente investigación la dedico a mis madres TERESITA Y EMMITA por su apoyo incondicional por enseñarme que no importan las circunstancias siempre hay que levantarnos y seguir adelante en lo que nos proponemos.

A mi amado compañero CESAR MENA quien llego a mi vida para ser mi soporte y por toda su paciencia, ayuda, amor que me ha sabido brindar; a mis queridas hijas HANNA Y EMA porque son mi principal motor para nunca rendirme.

A mis hermanos, tías, primos quienes con sus mensajes de ánimo siempre me apoyaron; a los ángeles que Dios me envió para seguir y poder cumplir esta meta VALERIA, MARIANELA, RAMÓN, PATRICIA, RODRIGO.

A mis amigos que se convirtieron en familia JANELLA, JESSICA, RUBEN, CRISTHIAN, JESSICA RIVERA Y GIXÓN quienes en mi vida de estudiante la alegraron, donde además compartimos grandes anécdotas.

MARÍA

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradecer a Dios por ayudarme y bendecirme para cada día a seguir adelante. Al vivero Foresllana por prestarme sus instalaciones y materiales para poder realizar mi trabajo.

Manifiesto mi sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por la enseñanza impartida; a los ingenieros CARLOS CARPIO, VILMA NOVOA Y HUGO RODRIGUEZ a quienes considero unos grandes maestros y con su asesoramiento formaron parte esencial para la culminación de este proyecto.

MARÍA

## TABLA DE CONTENIDO

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

## CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Propagación sexual.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Semillas.....</b>	<b>4</b>
<i>1.2.1. Consideraciones a tomar para la recolección de las semillas.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2. Tratamientos pre-germinativos de las semillas.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2.1. Inmersión en agua de coco.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2.2. Inmersión en agua destilada.....</i>	<i>5</i>
<b>1.3. Sustratos.....</b>	<b>5</b>
<i>1.3.1. Tipos de sustratos.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3.2. Sustratos más utilizados.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3.2.1. Cascarilla de arroz.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3.2.2. Arena de río.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3.2.3. Tierra negra.....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.3. Características del sustrato ideal.....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.3.1. Propiedades físicas.....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.3.2. Propiedades químicas.....</i>	<i>7</i>
<b>1.4. Vivero forestal.....</b>	<b>7</b>
<i>1.4.1. Componentes de un vivero.....</i>	<i>8</i>
<b>1.5. Descripción de la especie forestal.....</b>	<b>8</b>
<i>1.5.1. Ochroma pyramidale (Cav ex. Lam.) Urb.....</i>	<i>8</i>
<i>1.5.2. Clasificación taxonómica.....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.3. Características botánicas.....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.4. Hábitat natural de la balsa.....</i>	<i>11</i>
<i>1.5.5. Silvicultura de la balsa.....</i>	<i>11</i>

1.5.6.	<i>Usos</i> .....	11
1.5.1.	<i>Características sobresalientes</i> .....	11
1.5.2.	<i>Porcentaje de germinación de la balsa</i> .....	12

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	13
2.1.	<b>Características del lugar</b> .....	13
2.1.1.	<i>Sitio de estudio</i> .....	13
2.1.2.	<i>Características climáticas</i> .....	14
2.1.3.	<i>Clasificación ecológica</i> .....	14
2.2.	<b>Materiales</b> .....	14
2.2.1.	<i>Materiales de campo</i> .....	14
2.2.2.	<i>Equipos</i> .....	14
2.2.3.	<i>Insumos</i> .....	14
2.3.	<b>Diseño experimental</b> .....	14
2.3.1.	<i>Factores en estudio</i> .....	15
2.3.1.1.	<i>Factor A (sustrato)</i> .....	15
2.3.1.2.	<i>Factor B (tratamientos pre-germinativos)</i> .....	15
2.3.2.	<i>Tratamientos en estudio</i> .....	15
2.3.3.	<i>Características y especificaciones del ensayo</i> .....	16
2.3.4.	<i>Esquema de análisis de varianza</i> .....	16
2.3.5.	<i>Análisis funcional</i> .....	17
2.3.6.	<i>Unidad experimental</i> .....	17
2.4.	<b>Manejo del ensayo</b> .....	17
2.4.1.	<i>Origen de las semillas</i> .....	17
2.4.2.	<i>Desinfección de las semillas</i> .....	18
2.4.3.	<i>Preparación de los sustratos</i> .....	18
2.4.4.	<i>Tratamientos pre-germinativos de la semilla</i> .....	18
2.4.5.	<i>Llenado de las fundas semilleras</i> .....	18
2.4.6.	<i>Siembra</i> .....	18
2.4.6.1.	<i>Cuidados culturales</i> .....	18
2.4.7.	<i>Recolección de datos</i> .....	19
2.4.8.	<i>Variables a evaluar</i> .....	19
2.4.8.1.	<i>Días de germinación</i> .....	20
2.4.8.2.	<i>Porcentaje de supervivencia</i> .....	20
2.4.8.3.	<i>Altura de las plantas</i> .....	20

2.4.8.4.	<i>Diámetro del tallo</i> .....	20
2.4.8.5.	<i>Números de hojas</i> .....	20
2.4.9.	<i>Análisis funcional</i> .....	20

### CAPÍTULO III

3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	22
3.1.	<b>Porcentajes de germinación de <i>O. pyramidale</i></b> .....	22
3.1.1.	<i>Análisis de varianza de los porcentajes de germinación</i> .....	22
3.1.1.1.	<i>Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 15 días</i> .....	22
3.1.1.2.	<i>Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 45 días</i> .....	24
3.2.	<b>Desarrollo de <i>O. pyramidale</i> en altura, medida en centímetros (cm)</b> .....	25
3.2.1.	<i>Análisis de varianza de la altura a los 30 días</i> .....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2.	<i>Análisis de varianza de la altura a los 45 días</i> .....	25
3.2.3.	<i>Análisis de varianza de la altura a los 60 días</i> .....	26
3.3.	<b>Desarrollo de <i>O. pyramidale</i> en diámetro del tallo, medido en milímetros (mm)</b> .	27
3.3.1.	<i>Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 30 días</i> .....	27
3.3.2.	<i>Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 45 días</i> .....	30
3.3.3.	<i>Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 60 días</i> .....	31
3.4.	<b>Desarrollo de <i>O. pyramidale</i> en número de hojas</b> .....	32
3.4.1.	<i>Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días</i> .....	32
3.4.2.	<i>Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días</i> .....	32
3.4.3.	<i>Análisis de varianza del número de hojas a los 60 días</i> .....	33
3.5.	<b>Discusión de los resultados</b> .....	34

CONCLUSIONES.....	37
-------------------	----

RECOMENDACIONES.....	38
----------------------	----

### GLOSARIO

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Clima de la ciudad Francisco de Orellana.....	14
<b>Tabla 2-2:</b>	Clasificación ecológica.....	14
<b>Tabla 3-2:</b>	Composición de los sustratos.....	15
<b>Tabla 4-2:</b>	Descripción de los tratamientos pre-germinativos.....	15
<b>Tabla 5-2:</b>	Descripción y códigos de los tratamientos en estudio.....	15
<b>Tabla 6-2:</b>	Esquema del ANOVA.....	16
<b>Tabla 7-2:</b>	Diseño de bloques completo al azar (DBCA).....	17
<b>Tabla 8-2:</b>	Variables y abreviaturas a evaluar.....	19
<b>Tabla 1-3:</b>	Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 15 días.....	23
<b>Tabla 2-3:</b>	Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 45 días.....	24
<b>Tabla 3-3:</b>	Análisis de varianza de la altura a los 30 días.....	25
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis de varianza de la altura a los 45 días.....	25
<b>Tabla 5-3:</b>	Análisis de varianza de la altura a los 60 días.....	26
<b>Tabla 6-3:</b>	Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 30 días.....	27
<b>Tabla 7-3:</b>	Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 45 días.....	30
<b>Tabla 8-3:</b>	Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 60 días.....	31
<b>Tabla 9-3:</b>	Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días.....	32
<b>Tabla 10-3:</b>	Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días.....	33
<b>Tabla 11-3:</b>	Análisis de varianza del número de hojas a los 60 días.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Hojas y ramillas de <i>Ochroma pyramidale</i> .....	10
<b>Figura 2-1:</b> Flor de la balsa .....	10
<b>Figura 1-2:</b> Mapa de ubicación del vivero “Foresllana” .....	13

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Porcentajes de germinación de <i>Ochroma pyramidale</i> .....	22
<b>Gráfico 2-3:</b>	Promedio de porcentajes de germinación, tratamiento, 15 días .....	23
<b>Gráfico 3-3:</b>	Promedio de porcentajes de germinación, tratamiento, 45 días .....	24
<b>Gráfico 4-3:</b>	Promedio de alturas, tratamiento, 45 días .....	26
<b>Gráfico 5-3:</b>	Promedio de alturas, tratamiento, 60 días .....	27
<b>Gráfico 6-3:</b>	Promedio de diámetro del tallo, sustrato, 30 días .....	28
<b>Gráfico 7-3:</b>	Promedio de diámetro del tallo, pregerminativo, 30 días .....	29
<b>Gráfico 8-3:</b>	Promedio de diámetro del tallo, tratamiento, 30 días .....	30
<b>Gráfico 9-3:</b>	Promedio de diámetro del tallo, tratamiento, 45 días .....	31
<b>Gráfico 10-3:</b>	Promedio de diámetro del tallo, tratamiento, 60 días .....	32
<b>Gráfico 11-3:</b>	Promedio de número de hojas, tratamiento, 45 días .....	33
<b>Gráfico 12-3:</b>	Promedio de número de hojas, tratamiento, 60 días .....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PRUEBA DE TUKEY DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN, TRATAMIENTO, 15 DÍAS
- ANEXO B:** PRUEBA DE TUKEY DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN, TRATAMIENTO, 45 DÍAS
- ANEXO C:** PRUEBA DE TUKEY DE LA ALTURA, INTERACCIÓN, 45 DÍAS
- ANEXO D:** PRUEBA DE TUKEY DE LA ALTURA, INTERACCIÓN, 60 DÍAS
- ANEXO E:** PRUEBA DE TUKEY DEL DIÁMETRO DEL TALLO, SUSTRATO, 30 DÍAS
- ANEXO F:** PRUEBA DE TUKEY DEL DIÁMETRO DEL TALLO, TRATAMIENTO PREGERMINATIVO, 30 DÍAS
- ANEXO G:** PRUEBA DE TUKEY DEL DIÁMETRO DEL TALLO, INTERACCIÓN, 30 DÍAS
- ANEXO H:** PRUEBA DE TUKEY DEL DIÁMETRO DEL TALLO, INTERACCIÓN, 45 DÍAS
- ANEXO I:** PRUEBA DE TUKEY DEL DIÁMETRO DEL TALLO, INTERACCIÓN, 60 DÍAS
- ANEXO J:** PRUEBA DE TUKEY DEL NÚMERO DE HOJAS, INTERACCIÓN, 45 DÍAS
- ANEXO K:** PRUEBA DE TUKEY DEL NÚMERO DE HOJAS, INTERACCIÓN, 60 DÍAS
- ANEXO L:** CARTEL DE INSTALACIÓN DEL ENSAYO EN EL VIVERO
- ANEXO M:** MATERIALES PARA EL TRATAMIENTO PREGERMINATIVO
- ANEXO N:** PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS Y ENFUNDADO MANUAL
- ANEXO O:** DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO EN EL VIVERO
- ANEXO P:** PLANTAS GERMINADAS A LOS 30, 45 Y 60 DÍAS
- ANEXO Q:** TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS

## RESUMEN

El presente estudio buscó analizar cuatro tipos de sustratos y dos tratamientos pre-germinativos para propagación sexual de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav ex. Lam.) Urb. en el vivero Foresllana, provincia de Orellana. Para esto se usó un diseño de bloques completo al azar con el factor sustrato compuesto de: Tierra negra (50%)+ arena de río (25%)+ceniza de café (25%), Arena de río (75%)+cascarilla de arroz (25%), Tierra colorada (20%) + tierra negra (70%)+ ceniza de café (10%) y Tierra negra (50%) + cascarilla de sachá inchi (50%); y el factor tratamiento pregerminativo compuesto de: Inmersión en agua de coco por 24 horas, Inmersión en agua destilada por 12 horas y Semillas sin tratamiento pregerminativo, en 12 tratamientos en base a la interacción de los factores, donde se analizó las variables: porcentaje de germinación a los 30 y 45 días de sembradas las semillas y el porcentaje de supervivencia al final del estudio, altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas a los 30, 45 y 60 días, esto se lo hizo en base a análisis de varianza y pruebas de Tukey entre los tratamientos y factores. El mayor porcentaje de germinación se obtuvo con el tratamiento T2 con 92,50 %, se obtuvo el 100 % de supervivencia en todos los tratamientos y el T8 fue el que presentó mejores resultados en altura, diámetro del tallo y número de hojas al final del estudio con promedios de 7,18 cm, 3,09 mm y 6,16 hojas, respectivamente. Se concluyó que un buen sustrato y tratamiento pregerminativo ayudó a la propagación y crecimiento de la balsa en la provincia de Orellana. Se recomienda probar otros tratamientos pregerminativos como el uso de ácidos.

**Palabras claves:** <ESPECIE PIONERA>, <DESARROLLO VEGETATIVO >, <FRANCISCO DE ORELLANA (CANTÓN)>, <GERMINACIÓN>, <INTERACCIÓN DE FACTORES>, <SACHA INCHI>, <SUPERVIVENCIA>.



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



1810-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

This study aimed to analyze four types of substrates and two pre-germinative treatments for sexual propagation of balsa (*Ochroma pyramidale* Cav ex. Lam.) Urb. in the Foresllana forest nursery, Orellana province. For this, a randomized complete block design was used with the substrate factor composed of: black earth (50%) + river sand (25%) + coffee ash (25%), river sand (75%) + husk rice (25%), red soil (20%) + black soil (70%) + coffee ash (10%), and black soil (50%) + sachá inchi husk (50%). As well as the pregerminative treatment factor composed of immersion in coconut water for 24 hours, immersion in distilled water for 12 hours and seeds without pregerminative treatment, in 12 treatments based on the interaction of the factors. These variables were analyzed: percentage of germination at 30 and 45 days after sowing the seeds and the percentage of survival at the end of the study, plant height, stem diameter and number of leaves at 30, 45 and 60 days, this was done based on analysis variance and Tukey tests between treatments and factors. The highest percentage of germination was obtained with treatment T2 with 92.50%, and 100% of survival was obtained in all treatments and T8. The last one presented the best results in height, stem diameter and number of leaves at the end of the study with averages of 7.18 cm, 3.09 mm and 6.16 leaves, respectively. It was concluded that a good substrate and pregerminative treatment helped the propagation and growth of the raft in the province of Orellana. It was recommended to try other pregerminative treatments such as the use of acids.

Keywords: <PIONEER SPECIES>, <VEGETABLE DEVELOPMENT>, <FRANCISCO DE ORELLANA (CITY)>, <GERMINATION>, <INTERACTION OF FACTORS>, <SACHA INCHI>, <SURVIVAL>.



PhD. Dennys Tenefanda López  
ID number: 0603342189

## INTRODUCCIÓN

La balsa, *Ochroma pyramidale* (Cav ex. Lam.) Urb., es una especie que crece abundantemente en los trópicos de Ecuador, Colombia, México y otros países principalmente de América (Beihefte, 1920. p. 66). El valor industrial de esta madera fue reconocido inicialmente en la primera y segunda guerra mundial donde se la utilizó para la construcción de aviones y otras máquinas de guerra. Ecuador, debido a su clima es un lugar propicio para el cultivo de la madera balsa gracias a sus características edafológicas, climáticas que puede ser mediante cultivo sustentado o silvestre (Ecuador Forestal, 2014. p. 32).

*Ochroma pyramidale* (Cav ex. Lam.) Urb. es aprovechada en un corto tiempo por lo que es utilizada para su explotación y para colonizar con rapidez los claros del bosque que se forman ya sea por la caída de grandes árboles o por zonas que han sido afectada por la tala. La balsa puede llegar a medir hasta 20 metros de altura, pero la parte comercial es de 10 metros, el diámetro o grosor de la balsa es alrededor de 40 0 50 centímetros (Marena, 2002. p.63). En el cultivo silvestre aparece en grupos de árboles que forman manchas, la forma de sembrarse es relativamente fácil (Cuadros, 2013. p. 9).

La balsa es una especie forestal pionera que en los últimos años ha tenido un gran aprovechamiento comercial gracias a sus características únicas como su trabajabilidad, su peso liviano, también tiene excelentes propiedades como aislante térmico y acústico lo que la hacen una de las especies forestales más apetecibles para el mercado en la actualidad. Ecuador en el 2015 se convirtió en el primer exportador de balsa del mundo, con balsa cultivada sobre todo en la región Costa (Cazar, 2021. p. 16).

La producción de material vegetativo en vivero constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre. La propagación de plantas en estos sitios permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y enfermedades que pueden dañar a las plántulas en la etapa de mayor vulnerabilidad, pues al recibir los cuidados necesarios y ser mantenidas en condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, se generan mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo (Arriaga, 1994. p. 19).

Existen muchas técnicas que se pueden aplicar para la producción de plantas de calidad en el vivero como variar la concentración de elementos nutricionales, cambiar el espaciamiento entre riego, variar la cantidad de agua por riego, modificar el porcentaje de las mezclas de los sustratos, el volumen de los envases, aplicando todo esto podremos llegar a obtener plantas de calidad.

## **Identificación del problema**

La propagación de plantas de balsa *Ochroma pyramidale* (Cav ex. Lam.) Urb. mediante semilla sin tratamiento es lenta y baja. Las raíces de las plantas jóvenes producto de la germinación son delicadas, dificultando el manejo y generando una pérdida de plántulas. Todo esto se debe a los bajos conocimientos y malas técnicas aplicadas.

## **Justificación de la investigación**

La balsa es una especie forestal de rápido crecimiento y con un corto periodo para su aprovechamiento, su incremento volumétrico medio anual es de (10 a 25 m<sup>3</sup>/ha/año) por lo que ha ganado popularidad mundial, convirtiéndola en la primera especie de exportación en el país. Es necesario darle atención por los beneficios sociales y ambientales que esta especie brinda a los productores y ecosistemas, y como aliada estratégica a corto, mediano y largo plazo en la resiliencia climática (González et al., 2018. pp. 88-100).

Los requerimientos para la producción de plántulas son específicos para cada especie y deben ser considerados para lograr un manejo adecuado en el vivero y la producción necesaria para satisfacer la demanda, la balsa pese a ser una especie de regeneración natural necesita tratamientos adecuados para obtener plántulas con las características deseadas, para esto es necesario experimentar en el vivero y aplicar las técnicas necesarias para su propagación.

En la provincia de Orellana y en el mundo han optado por su comercialización, por lo que es importante realizar investigaciones donde se estudie tratamientos para su óptima propagación y poder obtener plantas de excelente calidad.

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo General**

Analizar cuatro tipos de sustratos y dos tratamientos pre-germinativos para propagación sexual de (BALSA) *Ochroma pyramidale* (Cav ex. Lam.) Urb. en el vivero Foresllana, provincia de Orellana.

### **Objetivos Específicos**

- Estudiar el efecto de los tratamientos en el porcentaje de germinación de semillas *O. pyramidale* en el vivero Foresllana, provincia de Orellana.
- Evaluar el efecto de los tratamientos en las variables vegetativas de *O. pyramidale* en el vivero Foresllana, provincia de Orellana.

### **Hipótesis**

#### **Hipótesis nula**

No hay efecto de los tratamientos en la germinación y en el desarrollo vegetativo de *O. pyramidale*.

#### **Hipótesis alterna**

Hay efecto de alguno de los tratamientos en la germinación y en el desarrollo vegetativo de *O. pyramidale*.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Propagación sexual

Es uno de los métodos principales de reproducción de las plantas en la naturaleza y uno de los más eficientes y que más se usan en la propagación de plantas cultivadas (Hartmann y Kester, 1997. p. 75).

El sistema de propagación de la balsa es solo sexual (semillas: plántulas y siembra directa) siendo el único método conocido y recomendado para plantaciones (Salinas, 2013. p. 19).

#### 1.2. Semillas

Las semillas proceden de los rudimentos seminales de la flor, una vez fecundados y maduros, su función es de dar lugar a una nueva planta perpetuando y multiplicando la especie a la que pertenece (Pérez, 2000. p. 177).

##### *1.2.1. Consideraciones a tomar para la recolección de las semillas*

Fuster (2018. p. 24) manifiesta que un vivero puede comprar las semillas a otros viveros especializados. La elección del lugar donde vamos a recolectar las semillas es muy importante y debe hacerse en base a unos criterios técnicos. En el caso de las especies forestales, se seleccionan los rodales en las áreas donde se pretenden realizar las futuras repoblaciones con el fin de obtener plantas adaptadas a esas condiciones.

##### *1.2.2. Tratamientos pre-germinativos de las semillas*

Antes de sembrar algunas semillas necesita un tratamiento para despertar y así dar una germinación más pareja. Algunos de los tratamientos más usados en vivero para esto son: remojo en agua tibia (como para el mate), dejándola enfriar y sacándolas a las 8 o 12 horas; lijado (pasada rápida sobre un papel de lija medio) y sacudida con arena en un tarro. Todos estos tratamientos intentan apurar la entrada de agua en la semilla, para que se hinche y germine (Paumier, 1997; citado en Sarango, 2011. p. 17).

### *1.2.2.1. Inmersión en agua de coco*

*Cocos nucifera* L., es el nombre científico de la palmera de la que se obtiene el agua de coco (endospermo líquido) de sus frutos para los tratamientos pregerminativos debido a su alto contenido de citoquinina, fitohormona que promueve la ruptura de la dormancia y la germinación de semillas actuando sobre la estimulación de la elongación de las células de los cotiledones en respuesta a la acción de la luz (Quinto et al., 2009. p. 24). La acción de la citoquinina dependerá de su tipo, siendo que las de tipo isoprenoide participan en el proceso de división celular, mientras que las aromáticas están implicadas en procesos posgerminativos (Del Pozo et al., 2005; citado en Patiño et al., 2011. p. 138).

Quinto et al. (2009. p. 26), menciona que el mayor porcentaje de germinación de semillas ocurre cuando se usa el agua de frutos de coco en estado tierno, debido a que es cuando tienen una mayor concentración de citoquininas.

### *1.2.2.2. Inmersión en agua destilada*

El agua destilada es un agua a la que se le ha sometido un proceso de destilación para la eliminación de impurezas y la presencia de iones. El proceso de germinación de las semillas empieza con la toma de agua por parte de la semilla, proceso conocido como imbibición, y finaliza cuando empieza la elongación del eje embrionario, principalmente la radícula. La imbibición depende de varios factores como puede ser: el movimiento del agua hacia la semilla; la cantidad total de agua tomada en el proceso de la imbibición es generalmente muy pequeña y no debería exceder de dos a tres veces el peso seco de la semilla (Román, 2000. p. 233).

El uso de agua destilada como un tratamiento pregerminativo en semillas se debe a que se quiere evitar la contaminación de las semillas, efecto que podría disminuir el porcentaje de germinación.

## **1.3. Sustratos**

El material en el cual se plantan semillas, se insertan brotes, o se establecen plantas, se le llama sustrato o medio. El medio da soporte, almacena y suministra nutrientes, agua y aire para el sistema radical (Oirsa, 2005. p. 7).

El sustrato es el material de soporte que sirve para que la semilla germine adecuadamente y la plántula desarrolle un buen sistema radicular, puede ser simple o mezcla de varios materiales. Generalmente se acostumbra a realizar mezclas que dependerán de la semilla a germinar, del tipo

de semillero, del propósito de la producción y de la disponibilidad del material (Irigoyen et al., 2005. pp. 11-12).

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

Existe una gran variedad de materiales orgánicos e inorgánicos en el mercado que se emplean como sustratos, dependiendo de las necesidades tanto de las especies como de los productores. Dentro de los tipos de materiales utilizados se encuentran los siguientes (Landis et al., 1994; citado en Del Amo et al., 2009. p. 30):

- **Naturales:** pueden ser orgánicos sujetos a descomposición biológica o inorgánicos obtenidos de rocas o minerales modificados mediante tratamientos físicos o químicos (ejemplos: agrolita o perlita, lana de roca, vermiculita y arcilla expandida).
- **Sintéticos:** polímeros orgánicos no biodegradables (ejemplos: espuma de poliuretano, y poliestireno expandido).
- **Residuos:** de productos alimenticios, desperdicios forestales y residuos sólidos urbanos. Estos productos requieren de un proceso de composteo antes de su utilización.

### ***1.3.2. Sustratos más utilizados***

#### ***1.3.2.1. Cascarilla de arroz***

La cascarilla es incorporada con facilidad en un medio para mejorar el drenaje, es de peso ligero, uniforme en grado y calidad. No introduce plagas, pero es recomendada la pasteurización del sustrato, porque contiene muchas semillas de malezas. Se utiliza, sin compostar, como un sustituto de la vermiculita por su peso ligero, volumen y resistencia a la descomposición. Sus características se pueden mejorar mediante molienda. Es un material rico en carbono. La granza tiene contenidos altos en potasio y sílice (Oirsa, 2005. p. 29).

#### ***1.3.2.2. Arena de río***

La arena es un sustrato de origen mineral, presenta un alto volumen de poros por lo que la retención de agua es muy baja. Es más usada como enmienda correctora de suelos en el vivero y en invernaderos y se emplea también en semilleros mezclada con otros componentes. Siempre debe ser arena lavada, de río o cantera normalmente. Las mejores arenas son las de cuarzo (Marinas, 2020. pp. 97-103).

### *1.3.2.3. Tierra negra*

Es un suelo muy fértil y con unas grandes propiedades para el cultivo y para la práctica de la agricultura. Eso es debido a su alto contenido en carbón. Este suelo es rico en: nitrógeno, fósforo y potásico, tres elementos esenciales para realizar una agricultura productiva (Portalfruticula, 2019. párr. 3-4).

### *1.3.3. Características del sustrato ideal*

Morales (2013. p. 22) manifiesta que el mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se elabora (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, y entre otras, para conseguir buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

#### *1.3.3.1. Propiedades físicas*

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.

#### *1.3.3.2. Propiedades químicas*

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes digeribles.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.

## **1.4. Vivero forestal**

Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de repoblación forestal. Se definen como sitios destinados a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación (Jiménez, 1994. p. 2).

El objetivo del vivero en cuanto a producción es controlar las condiciones de cultivo (sustrato, abonado, riegos, clima, plagas, enfermedades, etc.) para obtener de forma fiel y más económica posible, el mayor número de plantas y de mejores características. Para conseguir este objetivo existen diferentes técnicas de producción que han ido evolucionando y mejorando con el paso del tiempo. Igual de importante que las técnicas son los tratamientos que reciben las plantas de partida (Marinas, 2020. pp. 97-103).

#### ***1.4.1. Componentes de un vivero***

Para la producción de plantas en los viveros forestales es indispensable contar con un buen lugar y que cuente con las áreas adecuadas para el desarrollo de las plántulas según (Cáceres et al., 2014. p. 18) los componentes de un vivero forestal son:

- **Cama de almácigo:** Es el espacio donde se siembra las semillas hinchadas y desinfectadas. Aquí crecen las plántulas hasta ser repicadas.
- **Tinglado:** Es un cobertizo que protege a los plantones del calor y la luz solar, creando las condiciones adecuadas para su crecimiento y desarrollo.
- **Cama de recría:** Es el espacio donde se colocan las bolsas llenas de sustrato. Aquí se desarrollan las plántulas repicadas.
- **Área de mezcla de sustrato:** Es el lugar donde se zarandea y mezcla la turba, tierra agrícola y arena.
- **Almacén:** Es el espacio donde se guardan los materiales, herramientas e insumos.

### **1.5. Descripción de la especie forestal**

#### ***1.5.1. Ochroma pyramidale (Cav ex. Lam.) Urb.***

Árbol que alcanza una altura hasta de 17 m y un DAP de 15 cm. Tronco liso, de color gris, que se ramifica a unos 10 m de altura. Las hojas son alternas, pecioladas y de base cordada, con nerviación reticulada. Las flores son grandes, de color amarilla cremosa y campanuladas. El fruto es una cápsula que se abre por varias valvas y contiene una lana llamada “lana de balso”. Es una especie de rápido crecimiento haciendo parte del grupo de especies pioneras. Es abundante en las vegas de los ríos y en los claros de los bosques donde se han talado árboles (Coveña, 2019. p. 21).

### ***1.5.2. Clasificación taxonómica***

**Reino:** Plantae

**Filo:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Malvales

**Familia:** Bombacaceae

**Género:** *Ochroma*

**Especie:** *pyramidale* (Tropicos, 2015. párr. 1).

### ***1.5.3. Características botánicas***

Especie ampliamente distribuida en los trópicos de América, encontrada generalmente en elevaciones bajas de los bosques húmedos, especialmente a lo largo de las corrientes de agua o formaciones secundarias (Thirakul, 1998. pp. 124-125):

- **Árbol:** Mediano alcanzando 25 m en altura y 100 cm en diámetro. Copa largamente umbeliforme o en parasol, en los árboles jóvenes las ramas se desarrollan en forma verticilada, ramificadas y distribuida ampliamente en los árboles adultos, follaje muy denso y a menudo caído hacia abajo al final. Troza recta, generalmente corta, cilíndrica o casi cónica, la base largamente cónica o alargada.
- **Corteza:** Grisácea a grisáceo-pardusca, lisa, con anillos regulares no muy prominentes en los árboles jóvenes, fisurada fina y longitudinalmente, olor suave.
- **Hojas:** Simples, enteras, en espiral. Pecíolo de 8 a 25 cm de largo, cilíndrico, levemente pulvinado en los extremos, pubescente ferruginoso en las ramillas y pecíolo jóvenes, glabrescente o glabro poco después. Estípulas ovadas, foliáceas, pubescente ferruginosas, caducas. Lamina cordiforme a palmatilobada, de 15 a 25 cm de 13 a 24 cm, apice agudo y acuminado, base cordada, el haz de color verde y de puberuloso a glabrescente, el envés de color verde pálido a verde ferruginoso y pubescente. El nervio principal fuertemente prominente por abajo, pubescente ferruginoso, especialmente en las hojas nuevas, 3 pares de nervios basales, pubescentes ferruginosos, de 6 a 8 pares de nervios secundarios, prominentes por abajo, pubescente-ferruginosos, casi-broquidrómo. Red de venas bien distintivas por abajo.



**Figura 1-1.** Hojas y ramillas de *Ochroma pyramidale*

**Fuente:** Thirakul, 1998

- **Flores:** Solitarias, axilares; flores blancas, grandes, cerca de 10 a 15 cm de 5 a 7 cm. Flores observadas de noviembre a enero.



**Figura 2-1.** Flor de la balsa

**Fuente:** Vallejo y Zapata, 2018

- **Fruto:** Capsulas en forma de cigarros, de 15 a 30 cm de 3 a 5 cm., verticales en 10 alto de la copa, de color parduzco cuando maduran, abriendo en 5 valvas. Conteniendo muchas semillas encajadas en la fibra sedosa (usada coma relleno de almohadas). Frutos observados de febrero a abril.
- **Madera:** Albura de color blanco; duramen café pálido a rojizo, muy suave, muy liviana, con grana grueso.

#### ***1.5.4. Hábitat natural de la balsa***

Según López y Montero (2005. p. 17) señalan que es una especie pionera, típica de bosques secundarios. Se encuentra principalmente en elevaciones bajas, en suelos profundos junto a corrientes de agua; crece fácilmente en claros y bosques talados. Se reporta en las regiones tropicales y subtropicales, en bosques pluviales. Dependiendo de las condiciones del sitio, el balsa puede crecer en plantaciones las cuales pueden ser aprovechadas en siete años.

#### ***1.5.5. Silvicultura de la balsa***

Para la siembra directa de la semilla, se recomienda preparar bien el terreno eliminando las malezas. En cada hoyo, espaciados a 3×3 m, se siembran entre 10 y 15 semillas, y posteriormente, las plantas son raleadas dejando la más vigorosa en cada hoyo. La semilla también se puede sembrar al voleo, y si la vegetación rastrera se pretende quemar luego, no es necesario tratar previamente la semilla. La plantación se debe realizar al comienzo de la estación de lluvias, y cuando se establecen con material de vivero, se emplean espaciamientos de 4×4 o 5×5 m, que son los más comúnmente utilizados para esta especie. Los hoyos de plantación deben ser de por lo menos 20-25 cm de profundidad. Como el objetivo final es cosechar cerca de 400 árboles/ha a los 6 o 7 años de edad (máximo 9), es más recomendable emplear el espaciamiento de 4×4 m que permitiría realizar una selección de los mejores ejemplares a partir de una operación de entresaca (usualmente a los 4 años), y lograr una mayor proporción de fustes limpios a una mayor altura. Cuando la especie crece en competencia en pleno bosque, puede desarrollar fustes limpios de ramas hasta los 15 m, en ocasiones hasta 20 m (Vallejo y Zapata, 2018. párr. 12-13).

#### ***1.5.6. Usos***

La madera Balsa es usada en diferentes aplicaciones tales como construcción de tanques para químicos, tinas de baño, paletas para generadores eléctricos eólicos, autos, camiones, botes, etc. La madera balsa tiene un sin número de cualidades que la hacen superior a muchos otros productos. Dentro de estas cualidades tenemos: su gran capacidad de aislamiento térmico y acústico, su bajo peso, su facilidad para encolarse y su poco movimiento de agua entre sus celdas (Galarza, 2009. pp. 1-2).

#### ***1.5.1. Características sobresalientes***

Es una especie pionera especialmente después de la conversión de bosques cerrados a bosques intervenidos parcialmente o intervenidos totalmente (cambio de uso), es invasora y crece muy

rápido. Su madera tiene una amplia demanda como madera firme pero muy liviana, que permite desarrollar una serie de artículos ligados a su escaso peso, especialmente engañosos para la pesca de la afamada marca finlandesa “Rappalla” (Marena, 2002. p. 63).

### ***1.5.2. Porcentaje de germinación de la balsa***

El porcentaje de germinación de la balsa va desde 9 a 77 %, existen grandes diferencias en su poder germinativo. El porcentaje en las semillas sin tratar es bajo (10 %), debido a la resistencia mecánica del pericarpio. Puede aumentar a 20 % si se quema la lana en la que se encuentran envueltas las semillas (con ellas dentro) y puede aumentar mucho más si se aplica un tratamiento pregerminativo, 62 a 77 % (Beihefte, 1920. p. 67).

Según Herrera y Alizaga (1999. p. 34) en su investigación titulada Ruptura de la latencia en semillas de balsa (*Ochroma pyramidale*), indican que existen varios tratamientos pregerminativos, tanto químicos, como físicos, que pueden ser ácido giberelico, nitrato de potasio, cladamida hidrogenada de formulación comercial al 50, agua a 80 °C, agua a 40°C y escarificación química con ácido sulfúrico, entre muchos otros, donde se puede ir variando las proporciones de los químicos y los tiempos de inmersión.

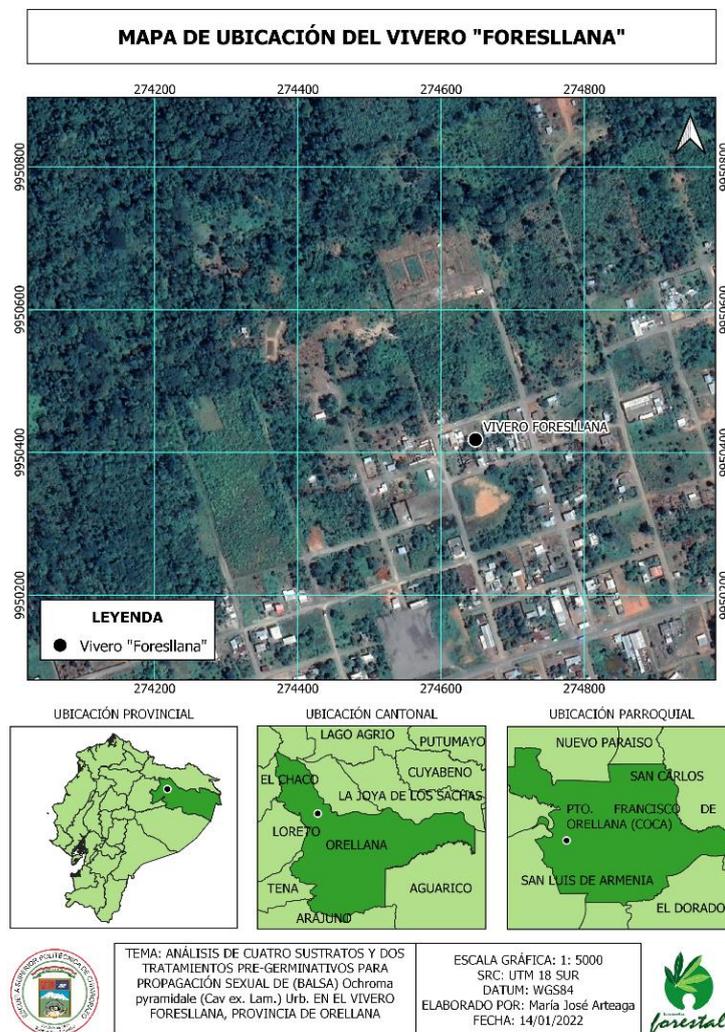
## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Características del lugar

##### 2.1.1. Sitio de estudio

El estudio se realizó en el vivero forestal “FORESLLANA”; localizada en el km 7,5 vía Loreto, cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana, Ecuador; ubicado en las coordenadas geográficas 0°26'53" S, 77°01'29" O.



**Figura 1-2.** Mapa de ubicación del vivero “Foresllana”

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 2.1.2. Características climáticas

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

Temperatura media anual	Precipitación media anual	Humedad relativa (media)
24,4 °C	442 mm	88,84 %

Fuente: Climate-data.org, 2020

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 2.1.3. Clasificación ecológica

**Tabla 2-2:** Clasificación ecológica

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

Fuente: MAE, 2012

Realizado por: Arteaga, María, 2022

## 2.2. Materiales

### 2.2.1. Materiales de campo

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

### 2.2.2. Equipos

Cámara fotográfica, computadora, calibrador, internet, Software de Microsoft: Word y Excel; programa estadístico (IBM SPSS Statistics 25.0), ArcGis 10.1.

### 2.2.3. Insumos

Vitavax, cascarilla de arroz, ceniza de cascarilla de café, tierra colorada, tierra negra, cascarilla de sacha inchi, agua de coco, agua destilada, arena de río, agua hirviendo.

## 2.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completo al azar (DBCA) con estructura factorial 4x3 con 4 repeticiones.

### 2.3.1. Factores en estudio

#### 2.3.1.1. Factor A (sustrato)

**Tabla 3-2:** Composición de los sustratos

<b>A1</b>	Tierra negra (50%)+ arena de rio (25%)+ceniza de café (25%)
<b>A2</b>	Arena de rio (75%)+cascarilla de arroz (25%)
<b>A3</b>	Tierra colorada (20%) + tierra negra (70%)+ ceniza de café (10%)
<b>A4</b>	Tierra negra (50%) + cascarilla de sachá inchi (50%)

Realizado por: Arteaga, María, 2022

#### 2.3.1.2. Factor B (tratamientos pre-germinativos)

**Tabla 4-2:** Descripción de los tratamientos pre-germinativos

<b>B1</b>	Inmersión en agua de coco por 24 horas
<b>B2</b>	Inmersión en agua destilada por 12 horas
<b>B3</b>	Semillas sin tratamiento

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 2.3.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos resultan de la combinación de los factores en estudio (Tabla 5-2), para el análisis de varianza los tratamientos serán la interacción de los factores, representada por la casilla Sustrato \* Pregerminativo.

**Tabla 5-2:** Descripción y códigos de los tratamientos en estudio

SUSTRATO	TRATAMIENTO PRE-GERMINATIVO	TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
A1	B1	T1	A1B1	Tierra negra (50%)+ tierra de rio (25%)+ceniza de café (25%)+ Inmersión en agua de coco por 24 horas
A2	B1	T2	A2B1	Tierra de rio (75%)+cascarilla de arroz (25%)+ Inmersión en agua de coco por 24 horas
A3	B1	T3	A3B1	tierra colorada (20%) + tierra negra (70%)+ ceniza de café (10%)+ Inmersión en agua de coco por 24 horas
A4	B1	T4	A4B1	Tierra negra (50%) + cascarilla de sachá inchi (50%)+ Inmersión en agua de coco por 24 horas
A1	B2	T5	A1B2	Tierra negra (50%)+ tierra de rio (25%)+ceniza de café (25%)+

SUSTRATO	TRATAMIENTO PRE-GERMINATIVO	TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
				Inmersión en agua destilada por 12 horas
A2	B2	T6	A2B2	Tierra de río (75%)+cascarilla de arroz (25%)+ Inmersión en agua destilada por 12 horas
A3	B2	T7	A3B2	Tierra colorada (20%) + tierra negra (70%)+ ceniza de café (10%)+ Inmersión en agua destilada por 12 horas
A4	B2	T8	A4B2	Tierra negra (50%) + cascarilla de sacha inchi (50%)+ Inmersión en agua destilada por 12 horas
A1	B3	T9	A1B3	Tierra negra (50%)+ tierra de río (25%)+ceniza de café (25%)+ Semillas sin tratamiento
A2	B3	T10	A2B3	Tierra de río (75%)+cascarilla de arroz (25%)+ Semillas sin tratamiento
A3	B3	T11	A3B3	Tierra colorada (20%) + tierra negra (70%)+ ceniza de café (10%)+ Semillas sin tratamiento
A4	B3	T12	A4B3	Tierra negra (50%) + cascarilla de sacha inchi (50%)+ Semillas sin tratamiento

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 2.3.3. Características y especificaciones del ensayo

Número de tratamientos = 12

Unidad observacional = planta

N. Observaciones por tratamiento =10

N. bloques = 4

Número de plantas del ensayo = 480

### 2.3.4. Esquema de análisis de varianza

**Tabla 6-2:** Esquema del ANOVA

Fuente de variación	Formula	gl
<b>Bloques</b>	$n-1=4-1=3$	3
<b>Sustrato (A)</b>	$A-1=4-1=3$	3
<b>Pregerminativo (B)</b>	$B-1=3-1=2$	2
<b>Sustrato*Pregerminativo (A*B)</b>	$(A-1)(B-1)=3*2=6$	6
<b>Error</b>	$(glTot-1)-(glB-1)(glA-1)(glB-1)=$	36
<b>Total</b>	$AxBxAB=6*8$	48

Realizado por: Arteaga, María, 2021

### 2.3.5. Análisis funcional

Los análisis de los datos se los registraron en el programa estadístico IBM SPSS Statistics 25.0 con el cual se realizó el ANOVA y la prueba de separación de medidas según Tukey al 5% para los 12 tratamientos y 4 repeticiones.

### 2.3.6. Unidad experimental.

La investigación consistió en 12 tratamientos con 4 repeticiones, donde se ubicaron 48 unidades experimentales. El tamaño de la unidad experimental fue de 10 semillas, haciendo un total de 40 semillas por tratamiento. En total la investigación requirió de 480 plántulas.

**Tabla 7-2:** Diseño de bloques completo al azar (DBCA)

	TRATAMIENTOS											
<b>BLOQUE 1</b>	T8	T2	T4	T5	T6	T3	T1	T7	T12	T10	T11	T9
<b>BLOQUE 2</b>	T7	T8	T5	T2	T4	T1	T6	T3	T11	T9	T12	T10
<b>BLOQUE 3</b>	T6	T7	T1	T3	T8	T4	T5	T2	T9	T11	T10	T12
<b>BLOQUE 4</b>	T2	T4	T7	T1	T3	T5	T8	T6	T10	T12	T9	T11

Realizado por: Arteaga, María, 2022

## 2.4. Manejo del ensayo

La investigación se realizó con la finalidad de analizar diferentes tipos de sustratos y tratamientos pre-germinativos y así saber cuál es el mejor en la propagación de *O. pyramidale*, para ello se realizaron las siguientes actividades:

**Para cumplir el primer objetivo específico: Estudiar el efecto de los tratamientos en el porcentaje de germinación semilla *O. pyramidale* en el vivero Foresllana, cantón Francisco de Orellana.**

### 2.4.1. Origen de las semillas

Se compró la semilla certificada en el vivero forestal FORESLLANA.

#### ***2.4.2. Desinfección de las semillas***

Se procedió a desinfectar la semilla utilizando VITAVAX 400 (carboxim, Thiram), en una dosis de 0,5 g en un litro de agua. Fungicida usado para el tratamiento de semillas en diversos cultivos, de acción sistémica y protectora. Controla efectivamente hongos presentes en las primeras etapas del cultivo.

#### ***2.4.3. Preparación de los sustratos***

Los sustratos fueron escogidos para crear las condiciones adecuadas en la germinación de las semillas de la balsa, requiriendo las condiciones que en la naturaleza no se halla, existiendo una menor tasa de muerte al momento de germinación junto con las labores culturales de los viveros forestales se prepararon los sustratos como se menciona en la Tabla 3-2. En este proceso también fue necesario desinfectar el sustrato con agua hirviendo

#### ***2.4.4. Tratamientos pre-germinativos de la semilla***

Para cada tratamiento se utilizaron 120 semillas, como se menciona en la Tabla 4-2, siendo el factor B3 el testigo.

#### ***2.4.5. Llenado de las fundas semilleras***

Se llenó en fundas semilleras de 4x6 cm de forma manual compactándolas bien para no dejar cámaras de aire.

#### ***2.4.6. Siembra***

La siembra de las semillas se realizó el viernes 10 de diciembre del 2021, se colocaron las semillas en cada funda a una profundidad de 1 cm, utilizando el método de siembra directa, cubriendo la superficie con el mismo sustrato.

##### ***2.4.6.1. Cuidados culturales***

Durante el tiempo de ensayo, la maleza se controló de forma manual, con sus respectivos cuidados para no dañar a las plántulas. La frecuencia del riego fue pasando un día desde el inicio del ensayo en la mañana.

#### 2.4.7. Recolección de datos

- Para la recolección de los datos se efectuaron dos registros, el primero 15 días después de la siembra, sábado 25 de diciembre de 2021 y el segundo se lo realizó a los 45 días después de la siembra, viernes 14 de enero del 2022.
- Las variables que se evaluaron fueron el número de semillas germinadas por tratamiento, para determinar un porcentaje de germinación y el efecto ocasionado por los tratamientos pre-germinativos

Para determinar el porcentaje de germinación de la semilla, se utilizará la siguiente fórmula:

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

**Para cumplir el segundo objetivo específico: Evaluar el efecto de los tratamientos en las variables vegetativas de *O. pyramidale* en el vivero Foresllana, cantón Francisco de Orellana.**

La recolección de datos se realizó a 30, 45 y 60 días después de la última toma del dato de germinación.

#### 2.4.8. Variables a evaluar

Para evaluar el efecto de los tratamientos se tomará en cuenta las variables detalladas en la Tabla 8-2.

**Tabla 8-2:** Variables y abreviaturas a evaluar

<b>N</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>ABREVIATURAS</b>
<b>1</b>	Días de germinación	DG
<b>2</b>	Porcentaje de germinación	PG
<b>3</b>	Porcentaje de sobrevivencia	PS
<b>4</b>	Altura de las plantas	AL
<b>5</b>	Diámetros del tallo	DT
<b>6</b>	Números de hojas	NH

Realizado por: Arteaga, María, 2022

#### *2.4.8.1. Días de germinación*

Se registrará los datos desde el día de la siembra hasta el día de la última germinación de todas las semillas, para ello se revisará cada día desde que se sembró las semillas.

#### *2.4.8.2. Porcentaje de supervivencia*

Los porcentajes de supervivencia se los obtuvo mediante un control del número de plantas vivas al final del experimento y el número de plantas germinadas, y se lo calculó con la siguiente formula (Camino, 2012. p. 82).

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

#### *2.4.8.3. Altura de las plantas*

Se midió la altura desde la base del tallo hasta el ápice utilizando un flexómetro, (unidad en centímetros) a cada plántula a los 30, 45 y 60 días después de la germinación.

#### *2.4.8.4. Diámetro del tallo*

Se midió el diámetro del tallo a la altura de 1 cm, donde se utilizó el pie de rey, este valor se lo expresará en (unidad en milímetros). Se realizó 3 registros de datos.

#### *2.4.8.5. Números de hojas*

Para determinar esta variable se realizó un conteo manual de número de hojas en cada una de las plántulas. Se realizaron 3 registros de datos.

#### **2.4.9. Análisis funcional**

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con ayuda del programa estadístico IBM SPSS Statistics 25.0, para determinar si existen diferencias estadísticamente significantes entre los factores y la diferencia entre las interacciones de estos (tratamientos), primero se analizó la significancia de la interacción, en caso de no haber significancia se procedió a verificar la significancia de los factores sustrato y tratamiento pregerminativo. Cuando se encontró una

significancia (Sig.) menor a 0,05, se aplicó la prueba de separación de medias de Tukey al 5% y así averiguar cuál tratamiento, o factor, obtuvo los mejores resultados.

La interpretación de la tabla resultante de la prueba de Tukey nos muestra que divide los conjuntos de datos en diferentes subconjuntos dependiendo de su nivel de diferencia (o similitud si los mismos valores están en los mismos subconjuntos), siendo así que, el valor, o valores, que se encuentre en el rango (subconjunto) A y que no se repita en otro rango va a ser el que tenga una mayor diferencia estadísticamente significativa; en el caso del presente estudio serán los mejores factores o tratamientos para la germinación o desarrollo de *O. pyramidale* (Frías, 2015. p. 13).

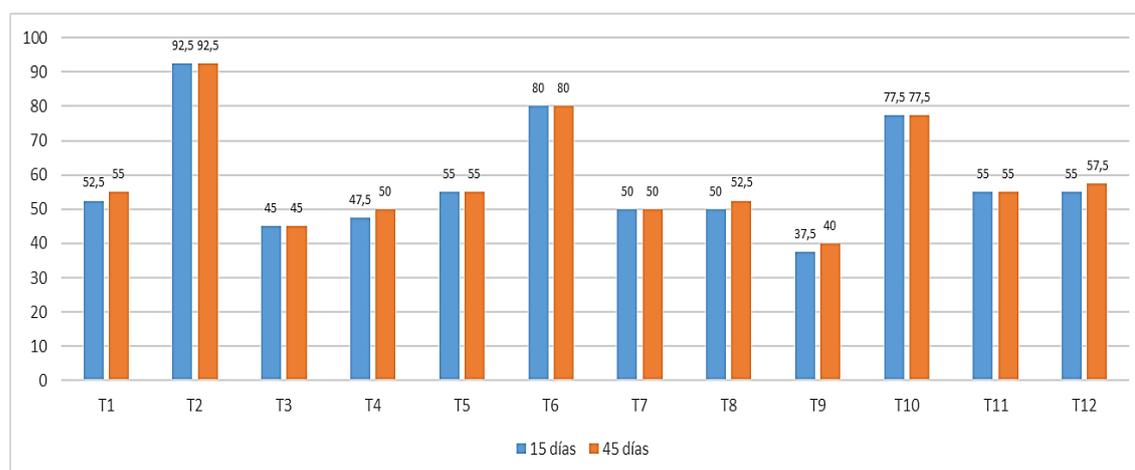
## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Porcentajes de germinación de *O. pyramidale*

La tabla 1-3 muestra los resultados del porcentaje de germinación a los 15 y 45 días después de haber sembrado las semillas, sin embargo, se evidenciaron semillas germinadas a partir del cuarto día y se registró una supervivencia del 100 % de las plantas germinadas.

En cuanto a los porcentajes de germinación a los 15 y 45 días, se registraron valores más alto en el T2 (Tierra de río (75%)+cascarilla de arroz (25%) + Inmersión en agua de coco por 24 horas) con 92,5 %, en ambos periodos de tiempo; mientras que el tratamiento T9 (Tierra negra (50%)+ tierra de río (25%)+ceniza de café (25%)+ Semillas sin tratamiento) presentó el menor porcentaje con 37,5 % y 40 % a los 15 y 45 días, respectivamente.



**Gráfico 1-3.** Porcentajes de germinación de *Ochroma pyramidale*

Realizado por: Arteaga, María, 2022

#### 3.1.1. Análisis de varianza de los porcentajes de germinación

##### 3.1.1.1. Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 15 días

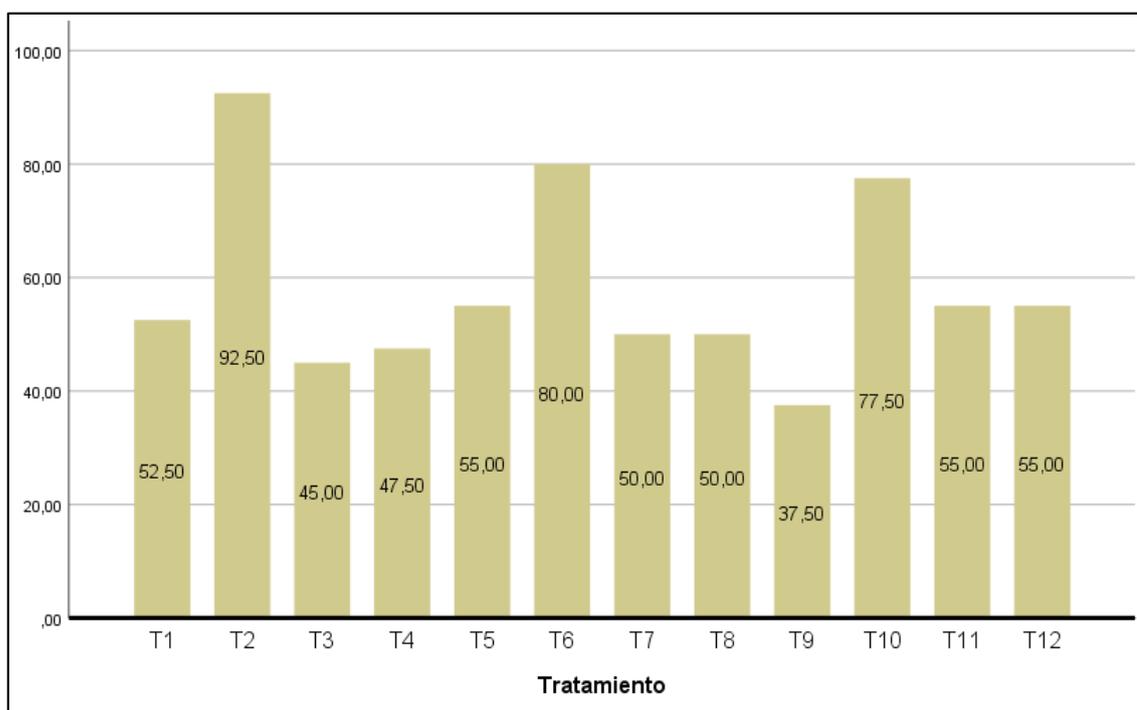
En la tabla 1-3, del análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 15 días, se evidenció el nivel de significancia fue menor a 0,05 en la interacción de los factores (tratamiento) por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey de la interacción.

**Tabla 1-3:** Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 15 días

F. V	SC	gl	CM	F	Sig.
Modelo	173925,000 <sup>a</sup>	12	14493,750	4348,125	,000
Sustrato	10206,250	3	3402,083	1020,625	,000
Pregerminativo	87,500	2	43,750	13,125	,000
Sustrato * Pregerminativo	1462,500	6	243,750	73,125	,000
Error	120,000	36	3,333		
Total	174045,000	48			

**Realizado por:** Arteaga, María, 2022

La prueba de Tukey del porcentaje de germinación para los tratamientos aplicados en el lapso de 15 días (ANEXO A) dio como resultado siete rangos de diferencia, donde el tratamiento T2, compuesto por el sustrato Tierra de río (75%)+cascarilla de arroz (25%) junto con el tratamiento pregerminativo de Inmersión en agua de coco por 24 horas, se ubicó en el rango A con un 92,5 % y en el ultimo rango al tratamiento T9, compuesto por el sustrato Tierra negra (50%)+ tierra de río (25%)+ceniza de café (25%)+ Semillas sin tratamiento con un 37,50 %. El gráfico 2-3 permite visualizar de mejor manera estas diferencias.



**Gráfico 2-3.** Promedio de porcentajes de germinación, tratamiento, 15 días

**Realizado por:** Arteaga, María, 2022

### 3.1.1.2. Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 45 días

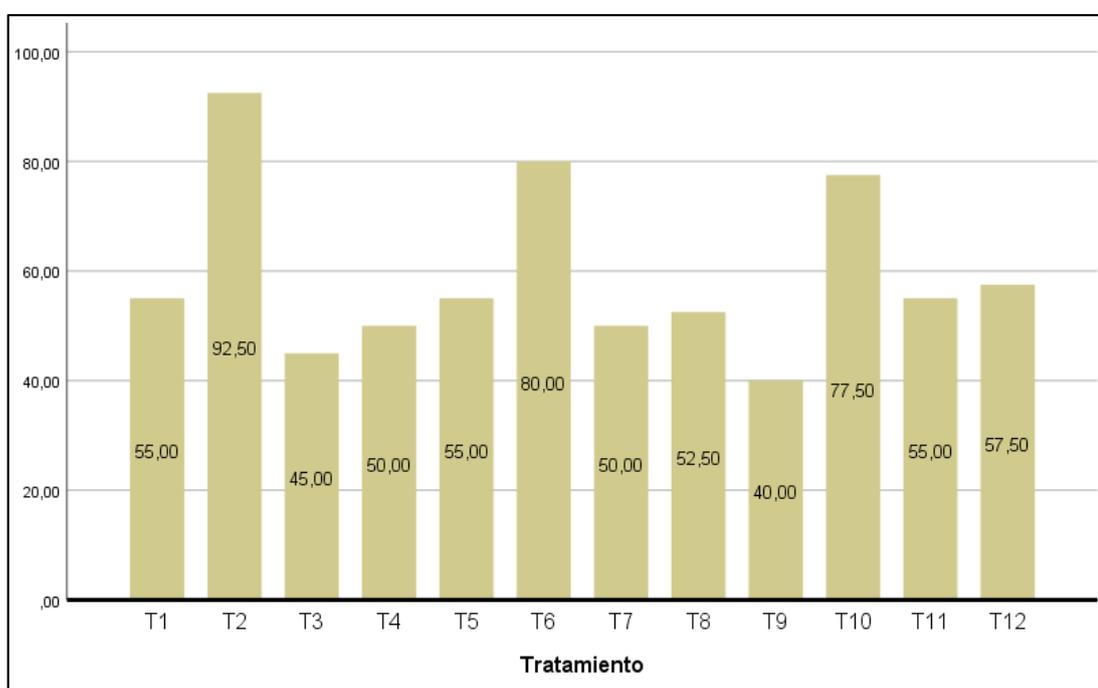
En la tabla 2-3, del análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 45 días, se evidenció el nivel de significancia fue menor a 0,05 en la interacción de los factores (tratamiento) por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey de la interacción.

**Tabla 2-3:** Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 45 días

F. V	S.C	gl	CM	F	Sig.
Modelo	178900,000 <sup>a</sup>	12	14908,333	4472,500	,000
Sustrato	9433,333	3	3144,444	943,333	,000
Pregerminativo	79,167	2	39,583	11,875	,000
Sustrato * Pregerminativo	1354,167	6	225,694	67,708	,000
Error	120,000	36	3,333		
Total	179020,000	48			

Realizado por: Arteaga, María, 2022

La prueba de Tukey del porcentaje de germinación para los tratamientos aplicados en el lapso de 45 días (ANEXO B) dio como resultado siete rangos de diferencia, donde el tratamiento T2, compuesto por el sustrato Tierra de río (75%)+cascarilla de arroz (25%) junto con el tratamiento pregerminativo de Inmersión en agua de coco por 24 horas, se ubicó en el rango A con un 92,5 % y en el último rango al tratamiento T9, compuesto por el sustrato Tierra negra (50%)+ tierra de río (25%)+ceniza de café (25%)+ Semillas sin tratamiento con un 40 %. El gráfico 3-3 permite visualizar de mejor manera estas diferencias.



**Gráfico 3-3.** Promedio de porcentajes de germinación, tratamiento, 45 días

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 3.2. Desarrollo de *O. pyramidale* en altura, medida en centímetros (cm)

#### 3.2.1. Análisis de varianza de la altura a los 30 días

El análisis de varianza de altura a los 30 días (tabla 3-3) evidenció una significancia fue mayor a 0,05 en la interacción y los factores, sustrato y tratamiento pregerminativo, por lo que no se aplicó la prueba de Tukey debido a que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los factores analizados y su interacción.

**Tabla 3-3:** Análisis de varianza de la altura a los 30 días

F. V	S.C	gl	CM	F	Sig.
Modelo	69,933 <sup>a</sup>	12	5,828	83,978	,000
Sustrato	,313	3	,104	1,505	,230
Pregerminativo	,151	2	,075	1,087	,348
Sustrato * Pregerminativo	,849	6	,141	2,039	,086
Error	2,498	36	,069		
Total	72,431	48			

Realizado por: Arteaga, María, 2022

#### 3.2.2. Análisis de varianza de la altura a los 45 días

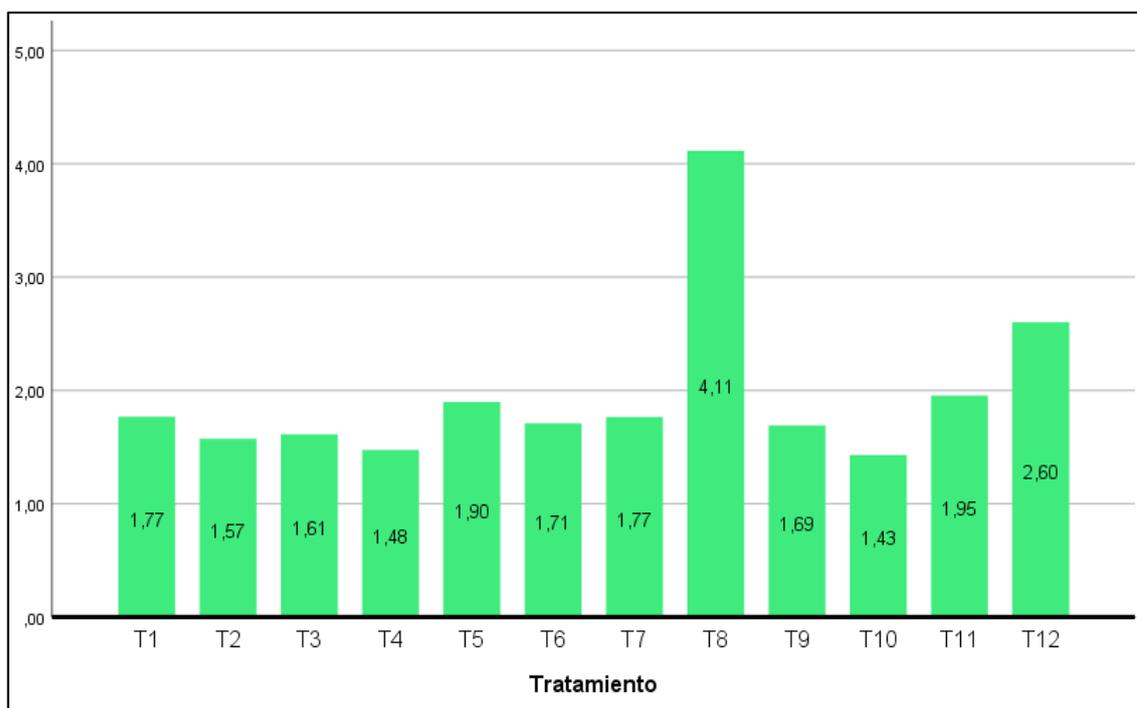
El análisis de varianza de la altura a los 45 días (tabla 4-3) evidenció una significancia de <0,05 en la interacción, por lo que se le aplicó la prueba de Tukey.

**Tabla 4-3:** Análisis de varianza de la altura a los 45 días

F. V	S.C	gl	CM	F	Sig.
Modelo	209,803 <sup>a</sup>	12	17,484	108,840	,000
Sustrato	9,688	3	3,229	20,103	,000
Pregerminativo	4,724	2	2,362	14,704	,000
Sustrato * Pregerminativo	9,779	6	1,630	10,146	,000
Error	5,783	36	,161		
Total	215,586	48			

Realizado por: Arteaga, María, 2022

La prueba de Tukey de la altura, con respecto a la interacción de los factores a los 45 días (ANEXO C), presentó tres rangos, siendo el tratamiento T8, compuesto de Tierra negra (50%) + cascarilla de sachá inchi (50%) con el tratamiento pregerminativo de Inmersión en agua destilada por 12 horas, el que se ubicó en el rango A con un promedio de altura de 4,11 cm. El gráfico 4-3 permite visualizar de mejor manera estas diferencias.



**Gráfico 4-3.** Promedio de alturas, tratamiento, 45 días

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 3.2.3. Análisis de varianza de la altura a los 60 días

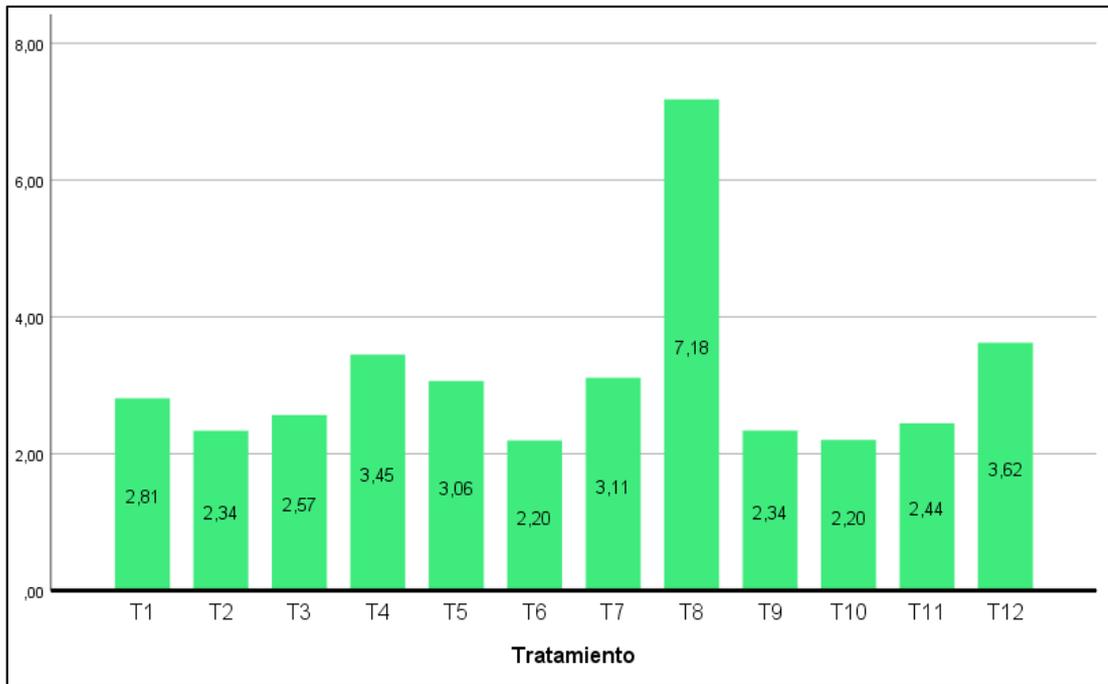
El análisis de varianza de la altura a los 60 días (tabla 5-3) evidenció una significancia de  $<0,05$  en la interacción, por lo que se le aplicó la prueba de Tukey.

**Tabla 5-3:** Análisis de varianza de la altura a los 60 días

F. V	S.C	gl	CM	F	Sig.
Modelo	546,526 <sup>a</sup>	12	45,544	81,022	,000
Sustrato	44,865	3	14,955	26,605	,000
Pregerminativo	14,661	2	7,330	13,040	,000
Sustrato * Pregerminativo	22,967	6	3,828	6,810	,000
Error	20,236	36	,562		
Total	566,762	48			

Realizado por: Arteaga, María, 2022

La prueba de Tukey de la altura, con respecto a la interacción de los factores a los 60 días (ANEXO D), presentó dos rangos, siendo el tratamiento T8, compuesto de Tierra negra (50%) + cascarilla de sachá inchi (50%) con el tratamiento pregerminativo de Inmersión en agua destilada por 12 horas, el que se ubicó en el rango A con un promedio de altura de 7,18 cm. El gráfico 5-3 permite visualizar de mejor manera estas diferencias.



**Gráfico 5-3.** Promedio de alturas, tratamiento, 60 días

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 3.3. Desarrollo de *O. pyramidale* en diámetro del tallo, medido en milímetros (mm)

#### 3.3.1. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 30 días

El análisis de varianza del diámetro del tallo a los 30 días (tabla 6-3) evidenció una significancia de  $>0,05$  en la interacción, pero  $<0,05$  en los factores, por lo que se aplicó la prueba de Tukey a los factores sustrato y tratamiento pregerminativo.

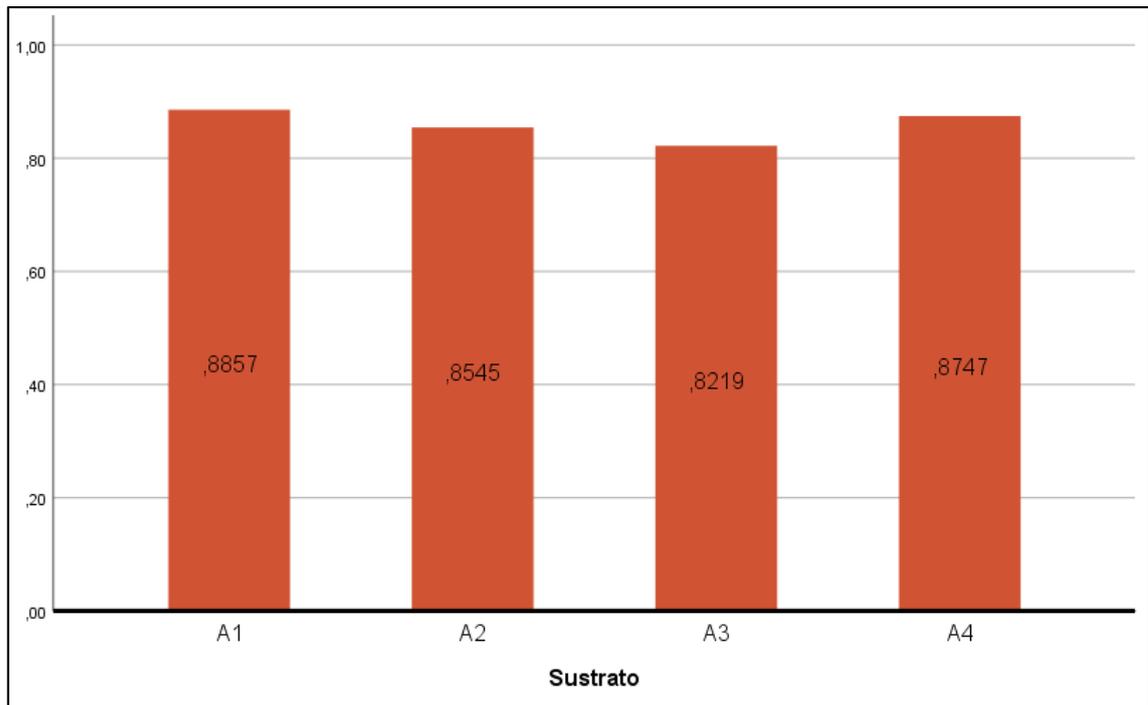
**Tabla 6-3:** Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 30 días

F. V	S.C	gl	CM	F	Sig.
Modelo	35,521 <sup>a</sup>	12	2,960	1010,124	,000
Sustrato	,028	3	,009	3,207	,034
Pregerminativo	,019	2	,010	3,288	,049
Sustrato * Pregerminativo	,040	6	,007	2,290	,056
Error	,105	36	,003		
Total	35,626	48			

Realizado por: Arteaga, María, 2022

La prueba de Tukey del diámetro del tallo, con respecto al factor sustrato a los 30 días (ANEXO E), presentó dos rangos, siendo el factor A1, Tierra negra (50%)+ tierra de río (25%)+ceniza de café (25%), el que presentó el mayor promedio en el rango A con un diámetro de tallo de 0,89

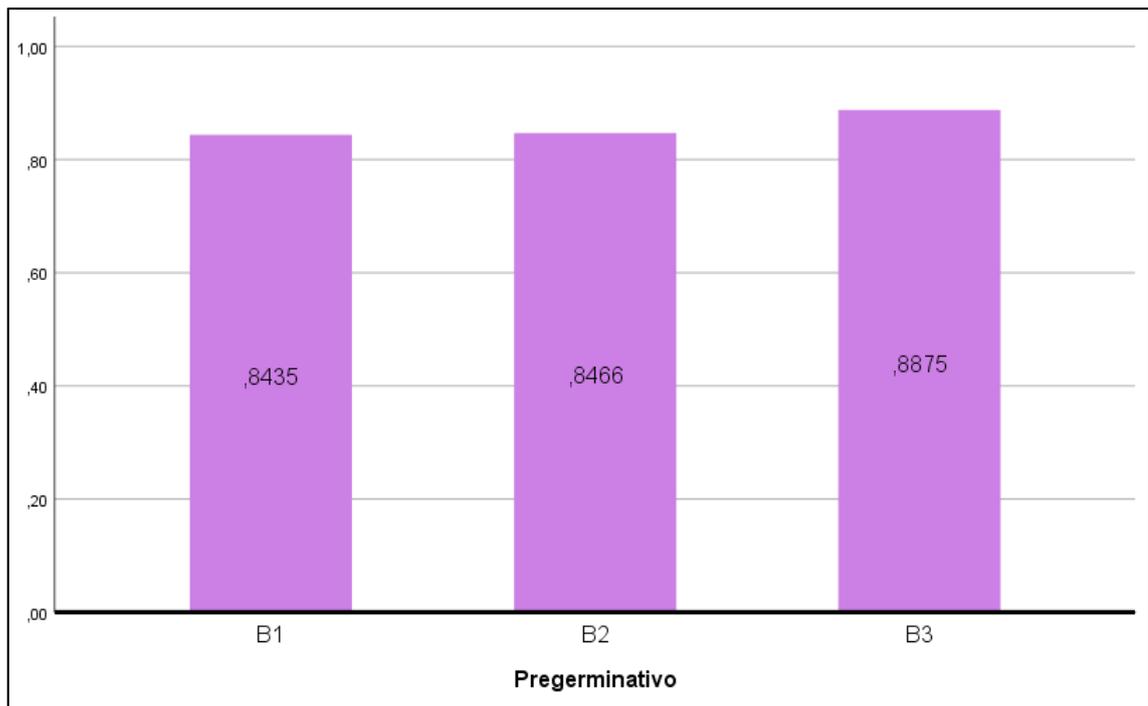
mm; pero solo presenta una diferencia estadísticamente significativa con el factor A3 que se ubicó en el rango B. El gráfico 6-3 permite visualizar de mejor manera estas diferencias.



**Gráfico 6-3.** Promedio de diámetro del tallo, sustrato, 30 días

Realizado por: Arteaga, María, 2022

A pesar de que el nivel de significancia en la tabla 6-3 muestra una diferencia significativa para los valores del diámetro del tallo con respecto al tratamiento pregerminativo a los 30 días, la prueba de Tukey (ANEXO F) clasificó los factores B en un solo rango, mostrando que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos pregerminativos. El gráfico 7-3 muestra de mejor manera esta ausencia de diferencia.

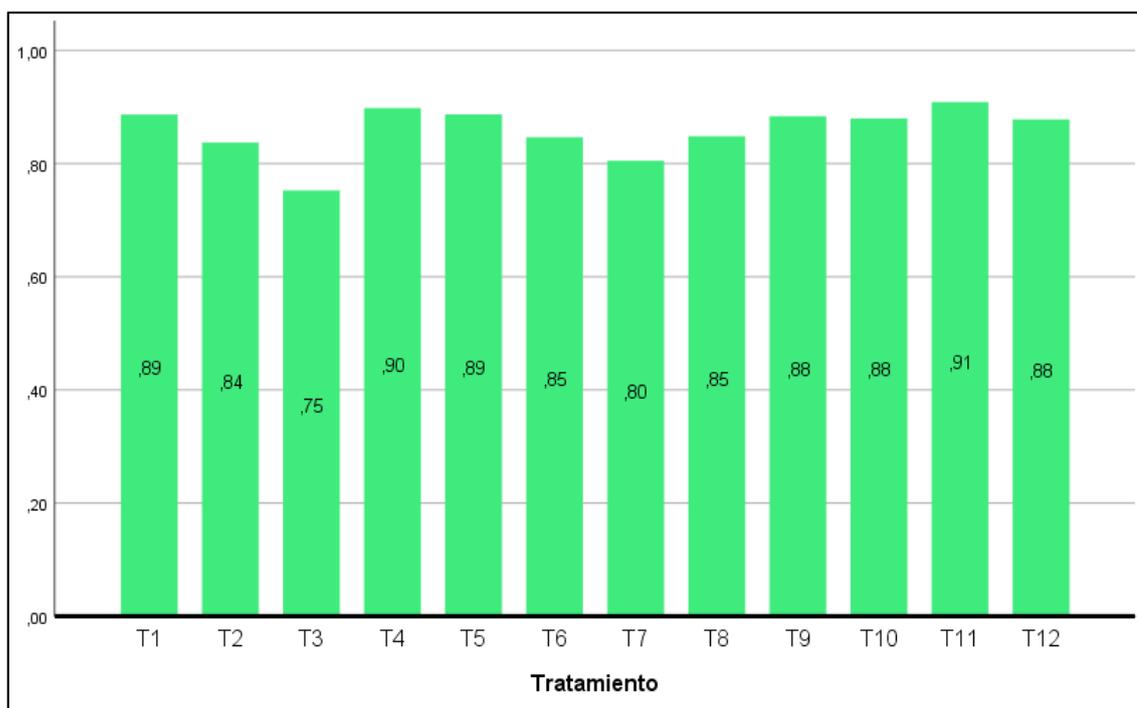


**Gráfico 7-3.** Promedio de diámetro del tallo, pregerminativo, 30 días

**Realizado por:** Arteaga, María, 2022

Aunque la tabla 6-3 dio como resultado una significancia  $>0,05$  para la interacción de los factores, se procedió a hacer la prueba de Tukey, teniendo que, si se separaron los valores, los valores de las interacciones en distintos rangos.

La prueba de Tukey del diámetro del tallo, con respecto a la interacción de los factores a los 30 días (ANEXO G), presentó dos rangos, siendo el tratamiento T11, compuesto de Tierra colorada (20%) + tierra negra (70%)+ ceniza de café (10%) con Semillas sin tratamiento, el que obtuvo el mayor promedio del rango A con un diámetro del tallo de 0,91 mm; pero no presenta diferencias estadísticamente significantes con el resto de tratamientos, excepto el T3 que se ubica en el rango B. El gráfico 8-3 permite visualizar de mejor manera estas diferencias.



**Gráfico 8-3.** Promedio de diámetro del tallo, tratamiento, 30 días

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 3.3.2. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 45 días

El análisis de varianza del diámetro del tallo a los 45 días (tabla 7-3) evidenció una significancia de  $<0,05$  en la interacción, por lo que se le aplicó la prueba de Tukey.

**Tabla 7-3:** Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 45 días

F. V	S.C	gl	CM	F	Sig.
Modelo	79,827 <sup>a</sup>	12	6,652	269,483	,000
Sustrato	1,583	3	,528	21,382	,000
Pregerminativo	,192	2	,096	3,883	,030
Sustrato * Pregerminativo	1,035	6	,172	6,985	,000
Error	,889	36	,025		
Total	80,716	48			

Realizado por: Arteaga, María, 2022

La prueba de Tukey del diámetro del tallo, con respecto a la interacción de los factores a los 45 días (ANEXO H), presentó tres rangos, siendo el tratamiento T8, compuesto de Tierra negra (50%) + cascarilla de sachu inchi (50%) con el tratamiento pregerminativo de Inmersión en agua destilada por 12 horas, el que se ubicó en el rango A con un promedio de diámetro del tallo de 1,97 mm. El gráfico 9-3 permite visualizar de mejor manera estas diferencias.



**Gráfico 9-3.** Promedio de diámetro del tallo, tratamiento, 45 días

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 3.3.3. Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 60 días

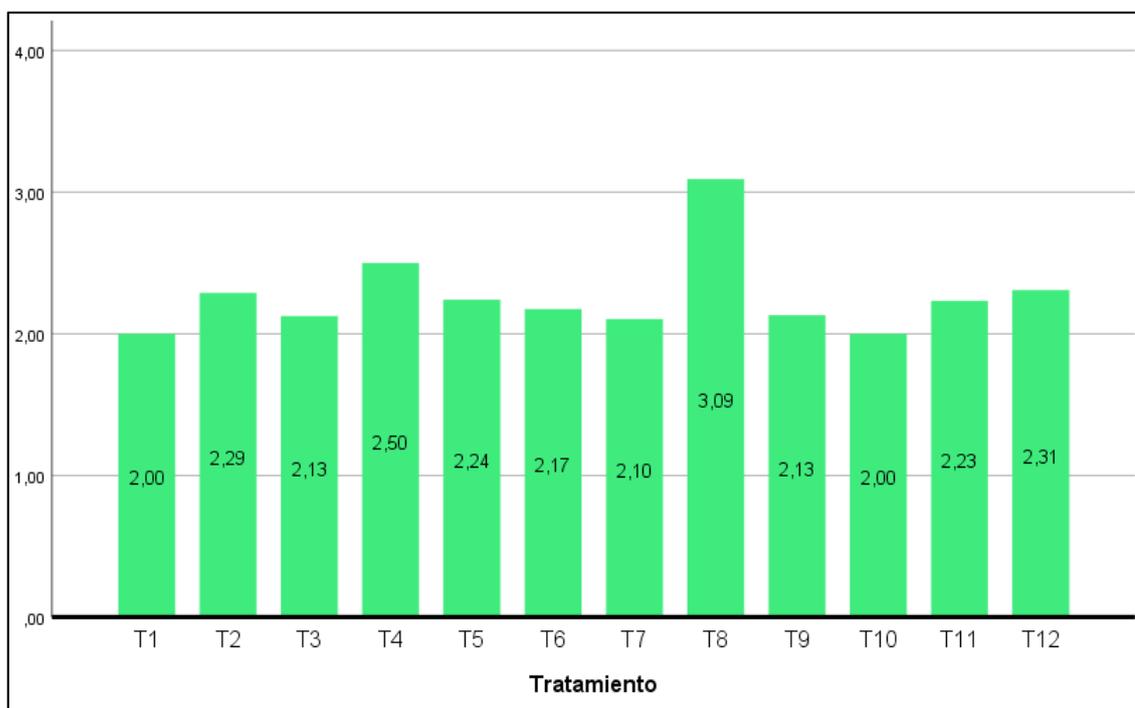
El análisis de varianza del diámetro del tallo a los 60 días (tabla 8-3) evidenció una significancia de  $<0,05$  en la interacción, por lo que se le aplicó la prueba de Tukey.

**Tabla 8-3:** Análisis de varianza del diámetro del tallo a los 60 días

F. V	S.C	gl	CM	F	Sig.
Modelo	250,308 <sup>a</sup>	12	20,859	377,385	,000
Sustrato	2,163	3	,721	13,043	,000
Pregerminativo	,474	2	,237	4,287	,021
Sustrato * Pregerminativo	1,183	6	,197	3,568	,007
Error	1,990	36	,055		
Total	252,298	48			

Realizado por: Arteaga, María, 2022

La prueba de Tukey del diámetro del tallo, con respecto a la interacción de los factores a los 60 días (ANEXO I), presentó dos rangos, siendo el tratamiento T8, compuesto de Tierra negra (50%) + cascarilla de sacha inchi (50%) con el tratamiento pregerminativo de Inmersión en agua destilada por 12 horas, el que se ubicó en el rango A con un promedio de diámetro del tallo de 3,09 mm. El gráfico 10-3 permite visualizar de mejor manera estas diferencias.



**Gráfico 10-3.** Promedio de diámetro del tallo, tratamiento, 60 días

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 3.4. Desarrollo de *O. pyramidale* en número de hojas

#### 3.4.1. Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días

El análisis de varianza del número de hojas a los 30 días (tabla 9-3) evidenció una significancia de  $>0,05$  en la interacción y los factores, sustrato y tratamiento pregerminativo, por lo que no se aplicó la prueba de Tukey debido a que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los factores analizados y su interacción.

**Tabla 9-3:** Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días

F. V	S.C	gl	CM	F	Sig.
Modelo	810,517 <sup>a</sup>	12	67,543	897,289	,000
Sustrato	,122	3	,041	,540	,658
Pregerminativo	,015	2	,008	,102	,904
Sustrato * Pregerminativo	,285	6	,048	,631	,704
Error	2,710	36	,075		
Total	813,227	48			

Realizado por: Arteaga, María, 2022

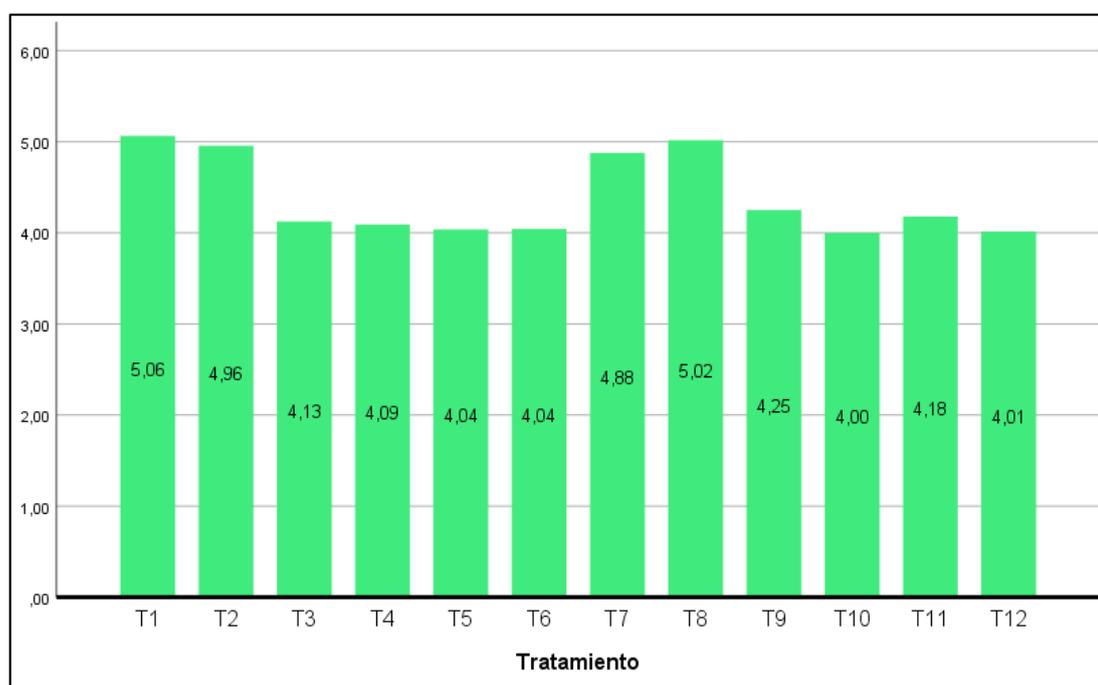
#### 3.4.2. Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días

El análisis de varianza del número de hojas a los 45 días (tabla 10-3) evidenció una significancia de  $<0,05$  en la interacción, por lo que se le aplicó la prueba de Tukey.

**Tabla 10-3:** Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días

F. V	S.C	gl	CM	F	Sig.
Modelo	932,816 <sup>a</sup>	12	77,735	550,533	,000
Sustrato	,085	3	,028	,200	,896
Pregerminativo	1,879	2	,939	6,653	,003
Sustrato * Pregerminativo	6,699	6	1,117	7,907	,000
Error	5,083	36	,141		
Total	937,899	48			

Realizado por: Arteaga, María, 2022



**Gráfico 11-3.** Promedio de número de hojas, tratamiento, 45 días

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 3.4.3. Análisis de varianza del número de hojas a los 60 días

El análisis de varianza del número de hojas a los 60 días (tabla 11-3) evidenció una significancia de  $<0,05$  en la interacción, por lo que se le aplicó la prueba de Tukey.

**Tabla 11-3:** Análisis de varianza del número de hojas a los 60 días

F. V	S.C	gl	CM	F	Sig.
Modelo	1532,967 <sup>a</sup>	12	127,747	981,403	,000
Sustrato	1,153	3	,384	2,952	,045

Pregerminativo	,694	2	,347	2,667	,083
Sustrato * Pregerminativo	,673	6	,112	,862	,532
Error	4,686	36	,130		
Total	1537,653	48			

Realizado por: Arteaga, María, 2022

La prueba de Tukey del número de hojas, con respecto a la interacción de los factores a los 60 días (ANEXO K), presentó dos rangos, siendo el tratamiento T8, compuesto de Tierra negra (50%) + cascarilla de sacha inchi (50%) junto con el tratamiento pregerminativo de Inmersión en agua destilada por 12 horas, el que obtuvo el mayor promedio del rango A con un total 6,16 hojas; pero no presenta diferencias estadísticamente significantes con el resto de tratamientos, excepto el T2 que se ubica en el rango B. El gráfico 12-3 permite visualizar de mejor manera estas diferencias.



Gráfico 12-3. Promedio de número de hojas, tratamiento, 60 días

Realizado por: Arteaga, María, 2022

### 3.5. Discusión de los resultados

De acuerdo con Toledo (2016. pp. 1-2), en un estudio realizado en la Selva Lacandona (Chiapas, México) consistente en pruebas de germinación y crecimiento en base a tratamientos pregerminativos en variedades de *Ochroma pyramidale*, obtuvo los mayores porcentajes de germinación de 65,62 % en la variedad típica y 66,67 % en la bicolor, con los tratamientos de: inmersión en agua a ebullición en un periodo de 3 segundos e inmersión en agua a ebullición en un periodo de 10 s con remojo posterior de las semillas en agua de coco (24 h), respectivamente. Dichos valores están por debajo de los encontrados en esta investigación donde se obtuvo un

porcentaje máximo de germinación de 92,50 % (T2), pero llegan a superar el menor porcentaje evidenciado de 37,50 % (T9).

Esta diferencia con el T2 (Tierra de río (75%)+cascarilla de arroz (25%) + Inmersión en agua de coco por 24 horas) aplicado en esta investigación se puede deber al factor sustrato analizado, puesto que Toledo realizó las pruebas de germinación en cajas Petri sobre papel filtro y algodón, dentro de una germinadora de precisión con 90 % de humedad, 27 °C y 24 horas de luz durante 56 días; las plantas de balsa al ser de rápido crecimiento van a desarrollar sus raíces a mayor velocidad, por lo que un sustrato compuesto por tierra de río y cascarilla pudo ayudar a que el sistema radicular crezca sin interrupciones, como excesos de humedad, al mismo tiempo que nutría la planta.

Toledo (2016. pp. 1-2) también menciona la ausencia de diferencias significativas entre el crecimiento de altura y diámetro del tallo en vivero de las variedades de *O. pyramidale* en sus ANOVAS, con solo el tratamiento de remojo en agua por 24 h, en un lapso de tres meses; al no ser analizado el factor sustrato sino variedad de la especie, se entiende la diferencia de resultados con los de esta investigación.

Jiménez et al. (2015. pp. 244-247) en un estudio realizado en el vivero forestal de la finca “La Represa” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, mencionan tener un porcentaje de germinación de *O. pyramidale* con el tratamiento pregerminativo de Inmersión de las semillas en agua de coco por 12 horas de solo un 20,57 %. La base de la diferencia entre sus resultados de germinación y los presentados en esta investigación se puede deber al periodo de tiempo de análisis desde la siembra hasta la toma de datos, que para Jiménez et al. fue de solo 8 días, mientras que en esta fue de mínimo 30 días, lo que podría significar que para una mejor apreciación del porcentaje de germinación en plantas de balsa se requieren más días; también se pudo deber al mismo poder germinativo de las semillas, que se desconoce el tiempo desde la cosecha de la semillas en el estudio de Jiménez *et al.*

Se encuentran diferencias muy significativas en cuanto a la altura y diámetro del tallo de las plantas de balsa en comparación con los obtenidos por Jiménez et al. (2017. p. 247), puesto que, a los 28 días sus sujetos en estudio ya presentaban alturas de 6,32 a 10,38 cm, diámetros de 2,31 a 3,02 mm; estos valores superan a los más altos de altura y diámetro del tallo a los 30 días presentados en esta investigación, ya para la medición a los 60 días tuvieron valores similares con altura promedio de 7,18 cm y diámetro de 3,09 mm vistos en el tratamiento T8, compuesto de Tierra negra (50%) + cascarilla de sachá inchi (50%) con el tratamiento pregerminativo de Inmersión en agua destilada por 12 horas. Podemos decir que el crecimiento de las plantas de *O.*

*pyramidale* es mucho más rápido en la ciudad de Quevedo a diferencia de en la ciudad de Francisco de Orellana, que fue un poco más lenta; el factor climático pudo influir enormemente, puesto que la primera tiene condiciones promedio de 22,6 °C, 555 mm y 89,22 %, para la temperatura, precipitaciones y humedad ambiental, respectivamente (Climate-data.org, 2021. párr. 1-10); mientras que las condiciones en este estudio fueron de 24,4 °C, 442 mm y 88,84 %, respectivamente.

De acuerdo a la comparación entre las condiciones ambientales entre las ciudades de Quevedo y Francisco de Orellana se podría decir que la balsa presenta un mejor crecimiento, en altura y diámetro del tallo, en zonas con condiciones de temperatura un poco más bajas a las que se evidenció en esta investigación, así mismo requeriría una precipitación y humedad ambiental ligeramente más altas.

## CONCLUSIONES

- Existen diferencias significativas entre los tratamientos analizados para determinar el porcentaje de germinación de semillas y el crecimiento, de altura, diámetro del tallo y número de hojas, de plantas de *Ochroma pyramidale* en el vivero Foresllana, provincia de Orellana
- El mejor tratamiento para la germinación de plantas de *O. pyramidale* fue el T2, que estuvo compuesto de Tierra de río (75%) +cascarilla de arroz (25%) junto con Inmersión de la semilla en agua de coco por 24 horas, con 92,5 % de plantas germinadas a los 45 días desde su siembra.
- El menor resultado para la germinación de la semilla de plantas *O. pyramidale* fue el T9, compuesto por Tierra negra (50%) + tierra de río (25%) +ceniza de café (25%) + Semillas sin tratamiento con 40 % de plantas germinadas a los 45 días desde su siembra.
- Para el desarrollo de las plántulas evaluadas para los 60 días el tratamiento T8, compuesto de Tierra negra (50%) + cascarilla de sachá inchi (50%) con el tratamiento pregerminativo de Inmersión de semillas en agua destilada por 12 horas, dio mejores resultados en cuanto a la altura con 7,18 cm, diámetro del tallo 3,09 mm y número de hojas 6,16 hojas.
- El uso de materiales de la zona en comparación con los sustratos tradicionales dieron buenos resultados en la producción de plántulas de *O. pyramidale* ya que las variables evaluadas presentaron buenas características.

## RECOMENDACIONES

- Probar otros tratamientos pregerminativos, como el uso de ácidos, y otros sustratos que ayuden a la propagación y crecimiento de plantas de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Orellana.
- Estudiar otras proporciones del sustrato compuesto de Tierra negra y cascarilla de sachá inchi junto con otros periodos de inmersión del tratamiento pregerminativo de Inmersión en agua destilada para el crecimiento de plantas de balsa (*Ochroma pyramidale*).

## GLOSARIO

**Análisis de varianza:** también conocido como ANOVA (por sus siglas en inglés: *analysis of variance*), son “técnicas de análisis multivariante de dependencia, utilizadas para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de tres o más grupos poblacionales”; con esto se averigua si existen diferencias entre ciertos grupos cuando se modifica una o varias características, utilizando el valor promedio de los datos (Rus, 2021. párr. 1-2).

**Interacción:** Shaughnessy, Zechmeister y Zechmeister (2000, citado en León y Montero, 2001. p. 160) lo definen como “lo que ocurre cuando el efecto de una variable independiente cambia dependiendo del nivel de una segunda variable independiente”; es un concepto estadístico difícil de definir, debido a que su interpretación en los datos implica combinar, al menos, cuatro conceptos: dos variables independientes, una variable dependiente y la propia interacción.

**Propagación:** la Real Academia de la Lengua Española lo define como “multiplicar por generación u otra vía de reproducción”, en el ámbito forestal podríamos decir que consiste en reproducir especies forestales por vías sexuales o asexuales para aumentar la cantidad de individuos de una especie (RAE, 2021. párr. 1).

**Sacha inchi:** planta originaria de la Amazonía peruana, su nombre científico es *Plukenetia volubilis*, sus semillas tienen un alto contenido de aceite y proteínas, su cascara suele emplearse en la agroindustria como fertilizante, sustrato para la producción de setas comestibles o como suplemento alimenticio para el consumo humano o animal (Benítez et al., 2015. pp. 28-29).

**Significancia:** la significancia estadística se puede definir como “la probabilidad de que una relación entre dos o más variables en un análisis no sea pura coincidencia, sino que en realidad sea causada por otro factor”. Es decir, es una forma de explicar matemáticamente que se puede confiar en un resultado estadístico determinado (Mixpanel, 2021. párr. 4).

## BIBLIOGRAFÍA

**ARRIAGA, V., CERVANTES, V.; & VARGAS, A.** *Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas*. México D.F.-México: Instituto Nacional de Ecología, 1994. p. 19

**BEIHEFTE.** “*Ochroma pyramidale*”. Repertorium Specierum Novarum Vegetabilis [En línea], 1920, (México) 5(123), pp. 66-68. [Consulta: 18 marzo 2022]. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/15-bomba6m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/15-bomba6m.pdf).

**BENÍTEZ, R., CORONEL, C., HURTADO, Z.; & MARTÍN, J.** “Composición química de la cáscara de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) y alternativas para su aprovechamiento como subproducto agroindustrial”. *El Hombre y la Máquina* [En línea], 2015, (Colombia) 1(46), pp. 28-32. [Consulta: 11 marzo 2022]. ISSN: 0121-0777. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/478/47843368004.pdf>.

**CAMINO, K.** Efecto de la fertilización con N-P-K sobre el crecimiento vegetativo del caucho (*Hevea brasiliensis* Will Ex A. Juss) en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo (Tesis) (Ingeniería). Escuela Politécnica del Ejército, Ingeniería agropecuaria. Santo Domingo- Ecuador. 2012. p. 82.

**CACERES, Y., ARCHI, C.; & CUELLAR, J.** *Tecnologías de producción en viveros de cuatro especies forestales en el valle del Mantaro*. Lima-Perú: Corporación Gráfica Andina SAC, 2014. p. 18.

**CAZAR, D.** *Alerta roja: la fiebre de la madera balsa en Ecuador ya es detectada por los satélites* [En línea]. Ecuador: Mongabay Latam y La Barra Espaciadora, 2019. [Consulta: 16 noviembre 2021]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2021/07/madera-balsa-ecuador-deforestacion-amazonia/>

**CLIMATE-DATA.ORG.** *Clima Puerto Francisco de Orellana* [En línea]. Ecuador: Climate-Data.org, 2020. [Consulta: 04 enero 2022]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-orellana/puerto-francisco-de-orellana-2975/>.

**CLIMATE-DATA.ORG.** *Clima Quevedo* [En línea]. Ecuador: Climate-Data.org, 2021. [Consulta: 07 marzo 2022]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-los-rios/quevedo-2972/>.

**COVEÑA, K.** Descripción anatómica de la madera de cuatro especies forestales, procedentes del noroccidente de Pichincha, cantón Puerto Quito (Tesis) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 21.

**CUADROS, N.** Producción y exportación de madera de balsa (Tesis) (Ingeniería). Universidad Espíritu Santo, Facultad de Economía y Ciencias Empresariales. Samborondón-Ecuador. 2013. p. 9.

**DEL AMO, S., VERGARA, M., RAMOS, J.; & SAINZ, C.** *Germinación y manejo de especies forestales tropicales*. Xalapa-México: Universidad Veracruzana, 2009. ISBN: 9786077605577. p. 30.

**ECUADOR FORESTAL.** *Programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales* [En línea]. Guayaquil-Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2014. p. 32. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2014/06/SPF-FOLLETO-PIF-2014-050614.pdf>.

**FRÍAS, D.** *Diseño entre-grupos univariado unifactorial con  $A > 2$ . Contraste de hipótesis específicas* [En línea]. Valencia-España: Universidad de Valencia, 2015. p. 13. [Consulta: 20 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.uv.es/~friasnav/PosthocMIM.pdf>.

**FUSTER, M.** *Producción de plantas y tepes en viveros*. Madrid-Spain: Bubok Publishing S.L, 2018. ISBN: 9788468656984. p.24.

**GALARZA, G.** Plan de inversión para el establecimiento de 300 hectáreas de Balsa (*Ochroma pyramidale*), con fines comerciales en la parroquia La Unión, del cantón Jipijapa. Periodo 2009 (Tesis) (Ingeniería). Ciencias Administrativas y Económicas, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa-Ecuador. 2009. pp. 1-2.

**GONZÁLES, B., SIMBA, L.; & OVIEDO, B.** “Un cultivo resiliente para enfrentar el cambio climático, la balsa (*Ochroma pyramidale sw*)”. *Ciencia & Tecnología*, vol. 1 n° 18 (2018), (Ecuador) pp.88-100.

**HARTMANN, H.; & KESTER, D.** *Propagación de plantas principios y prácticas. 5ª ed.* México D.F.- México: Compañía Editorial Continental, S.A, de C.V. 1997. p.75.

**HERRERA, J.; & ALIZAGA, R.** “Ruptura de la latencia en semillas de balsa (*Ochroma pyramidale*)”. Tecnología en marcha [En línea], 1999, (Costa Rica) 13(2), pp. 34-40. [Consulta: 15 marzo 2021]. Disponible en: [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/4141/3740](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/4141/3740).

**IRIGOYEN, J., CRUZ, M.; & PROGRAMA NACIONAL DE FRUTAS DE EL SALVADOR.** *Guías técnicas de semilleros y viveros frutales.* Santa Tecla-El Salvador. 2005. pp. 11-12.

**JIMÉNEZ, F.** “Viveros forestales para producción de planta a pie de repoblación”. *Hojas divulgadoras*, vol. 93 nº 6 (1994), (España) p. 2.

**JIMÉNEZ, E., GARCÍAS, L., CARRANZA, M., CARRANZA, H., MORANTE, J., MARTÍNEZ, M.; & CUÁSQUER, J.** “Germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en Ecuador”. Scientia Agropecuaria [En línea], 2017, (Ecuador) 8 (3), pp. 243-250. [Consulta: 09 marzo 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.07>.

**LEÓN, O.; & MONTERO, I.** “Cómo explicar el concepto de interacción sin estadística: análisis gráfico de todos los casos posibles en un diseño 2 x 2”. *Psicothema* [En línea], 2001, (España) 13(1), pp. 159-165. [Consulta: 12 marzo 2022]. ISSN: 0214-9915. Disponible en: <http://www.psicothema.com/pdf/428.pdf>.

**LÓPEZ, R.; & MONTERO, M.** *Manual de identificación de especies forestales en bosques naturales con manejo certificable por comunidades* [En línea]. Bogotá-Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI, 2005. p.17. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: [https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Manual\\_identificacion.pdf](https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Manual_identificacion.pdf)

**MAE.** *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente, 2012, pp. 54-57. [Consulta: 05 enero 2022]. Disponible en: [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf).

**MARINAS, M.** *Operaciones básicas en viveros y centros de jardinería. MF0520.* España: Tutor Formación, 2020. p. 97-103.

**MIXPANEL.** *Significancia estadística: qué es y cómo calcularla* [En línea]. Mixpanel, 2021. [Consulta: 12 marzo 2022]. Disponible en: <https://mixpanel.com/es/topics/statistical-significance/>.

**MORALES, R.** Respuesta de dos fitohormonas en tres tipos de sustrato para el enraizamiento de esquejes de café robusta (*coffea canephora*) en el cantón Lago Agrio (Tesis) (Ingeniería). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Carrera de Ingeniería Agroforestal. Sucumbíos-Ecuador. 2013. p. 22.

**OIRSA.** *Manual producción de sustratos para viveros* [En línea]. Costa Rica: OIRSA, 2005. [Consulta: 26 noviembre 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/22832416-Produccion-de-sustratos-para-viveros.html>.

**PATIÑO, C.** “Efecto inductor del agua de coco sobre la germinación de semillas y brotamiento de los cormos de la hierba de la equis *Dracontium grayumianum*”. Acta Biológica Colombiana [En línea], 2011, (Colombia) 16(1), pp. 133-142. [Consulta: 01 abril 2022]. ISSN: 0120-548X. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v16n1/v16n1a10.pdf>.

**PÉREZ, F.** *Germinación y dormición de las semillas* [En línea]. España: Junta de Andalucía, 2000. p. 177. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-402\\_MATERIAL\\_VEGETAL\\_DE\\_REPRODUCCION\\_\\_MANEJO\\_CONSERVACION\\_Y\\_T RATAMIENTO/80-402/7\\_GERMINACION\\_Y\\_DORMICION\\_DE\\_SEMILLAS.PDF](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-402_MATERIAL_VEGETAL_DE_REPRODUCCION__MANEJO_CONSERVACION_Y_T RATAMIENTO/80-402/7_GERMINACION_Y_DORMICION_DE_SEMILLAS.PDF).

**PORTALFRUTÍCOLA.COM.** *Qué es la tierra negra y cuáles son sus usos* [En línea]. Santiago de Chile-Chile: Portal Frutícola, 2019. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/12/24/que-es-la-tierra-negra-y-cuales-son-sus-usos/>.

**QUINTO, L.; et al.** “Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales”. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente [En línea], 2009, (México) 15(1), pp. 23-28. [Consulta: 01 abril 2022]. ISSN: 0186-3231. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rscf/v15n1/v15n1a3.pdf>.

**RAE.** *Propagación* [En línea]. Madrid-España: Real Academia Española, 2021. [Consulta: 11 marzo 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/propagar>.

**ROMÁN, R.** “Efecto de iones y otros factores físicos sobre la germinación de semillas”. *Revista de la Sociedad Química de México* [En línea], 2000, (México) 44(3), pp. 233-236. [Consulta: 02 abril 2022]. ISSN: 0583-7693. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rsqm/v44n3/v44n3a11.pdf>.

**RUS, E.** *Análisis de varianza* [En línea]. Economipedia, 2021. [Consulta: 11 marzo 2021]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/analisis-de-la-varianza.html>.

**SALINAS, P.** Evaluar la propagación sexual de especies forestales en invernadero bajo cuatro tipos de sustratos de la cuenca del río San Francisco del cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe. [En línea] (Tesis) (Ingeniería) Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. 2013. P. 19. [consulta: 30 noviembre 2021]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5276/1/EVALUAR%20LA%20PROPAGACION%20SEXUAL%20DE%20ESPECIES%20FORESTALES.pdf>.

**SARANGO, C.** Evaluación del efecto de sustrato contaminado con hidrocarburo, sustrato biorremediador y sustrato no contaminado en el desarrollo de teca (*tectona grandis*) y balsa (*ochroma pyramidale*) en el cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana (Tesis) (Ingeniería). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2011. p. 17. [consulta: 19 noviembre 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1358/1/33T0094.pdf>

**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). [En línea] El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas-México. 2016. pp. 1-2. [Consulta: 25 febrero 2022]. Disponible en: [https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1576/1/100000023626\\_documento.pdf](https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1576/1/100000023626_documento.pdf).

**THIRAKUL, S.** *Manual de dendrología para 146 especies forestales del litoral atlántico de Honduras*. 2ª ed. Siguatepeque-Honduras: PDBL 11, 1998. ISBN: 99926-14- 13-7. pp. 124-125.

**TROPICOS.** *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. [En línea]. Missouri-Estados Unidos: Jardín Botánico de Missouri, 2015. [Consulta: 06 enero 2022]. Disponible en: <https://tropicos.org/name/3900204>.

**VALLEJO, A.; & ZAPATA, F.** *Balso* [En línea] Medellín-Colombia: Forestal Maderero, 2018. [Consulta: 16 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/balso.html>.

**VÁZQUEZ, C., OROZCO, A., ROJAS, M., SÁNCHEZ.; & CERVANTES, V.** *La reproducción de las plantas: semillas y meristemas* [En línea]. México D.F.-México: Fondo de Cultura Económica. 1997. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec\\_2.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_2.htm).

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



## ANEXOS

### ANEXO A: PRUEBA DE TUKEY DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN, TRATAMIENTO, 15 DÍAS

Tratamiento	N	Subconjunto						
		G	F	E	D	C	B	A
T9	4	37,50						
T3	4		45,00					
T4	4		47,50	47,50				
T7	4			50,00	50,00			
T8	4			50,00	50,00			
T1	4				52,50	52,50		
T5	4					55,00		
T11	4					55,00		
T12	4					55,00		
T10	4						77,50	
T6	4						80,00	
T2	4							92,50
Sig.		1,00	,73	,73	,73	,73	,73	1,00

### ANEXO B: PRUEBA DE TUKEY DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN, TRATAMIENTO, 45 DÍAS

Tratamiento	N	Subconjunto						
		G	F	E	D	C	B	A
T9	4	40,00						
T3	4		45,00					
T4	4			50,00				
T7	4			50,00				
T8	4			52,50	52,50			
T1	4				55,00	55,00		
T5	4				55,00	55,00		
T11	4				55,00	55,00		
T12	4					57,50		
T10	4						77,50	
T6	4						80,00	
T2	4							92,50
Sig.		1,00	1,00	,73	,73	,73	,73	1,00

### ANEXO C: PRUEBA DE TUKEY DE LA ALTURA, INTERACCIÓN, 45 DÍAS

Tratamiento	N	Subconjunto		
		C	B	A
T10	4	1,4306		
T4	4	1,4750		
T2	4	1,5738		
T3	4	1,6132	1,6132	
T9	4	1,6913	1,6913	
T6	4	1,7094	1,7094	

T7	4	1,7658	1,7658	
T1	4	1,7693	1,7693	
T5	4	1,8989	1,8989	
T11	4	1,9548	1,9548	
T12	4		2,6016	
T8	4			4,1138
Sig.		,781	,050	1,000

**ANEXO D: PRUEBA DE TUKEY DE LA ALTURA, INTERACCIÓN, 60 DÍAS**

Tratamiento	N	Subconjunto	
		B	A
T6	4	2,1952	
T10	4	2,2014	
T2	4	2,3351	
T9	4	2,3388	
T11	4	2,4446	
T3	4	2,5666	
T1	4	2,8092	
T5	4	3,0622	
T7	4	3,1101	
T4	4	3,4475	
T12	4	3,6207	
T8	4		7,1794
Sig.		,272	1,000

**ANEXO E: PRUEBA DE TUKEY DEL DIÁMETRO DEL TALLO, SUSTRATO, 30 DÍAS**

Sustrato	N	Subconjunto	
		B	A
A3	12	,8219	
A2	12	,8545	,8545
A4	12	,8747	,8747
A1	12		,8857
Sig.		,098	,500

**ANEXO F: PRUEBA DE TUKEY DEL DIÁMETRO DEL TALLO, TRATAMIENTO PREGERMINATIVO, 30 DÍAS**

Pregeminativo	N	Subconjunto
		A
B1	16	,8435
B2	16	,8466
B3	16	,8875
Sig.		,069

**ANEXO G: PRUEBA DE TUKEY DEL DIÁMETRO DEL TALLO, INTERACCIÓN, 30 DÍAS**

Tratamiento	N	Subconjunto	
		B	A
T3	4	,7525	
T7	4	,8048	,8048
T2	4	,8370	,8370
T6	4	,8465	,8465
T8	4	,8481	,8481
T12	4	,8779	,8779
T10	4	,8799	,8799
T9	4	,8835	,8835
T1	4		,8865
T5	4		,8869
T4	4		,8979
T11	4		,9085
Sig.		,059	,263

**ANEXO H: PRUEBA DE TUKEY DEL DIÁMETRO DEL TALLO, INTERACCIÓN, 45 DÍAS**

Tratamiento	N	Subconjunto		
		C	B	A
T3	4	1,0786		
T7	4	1,0917		
T9	4	1,1146		
T6	4	1,1277		
T10	4	1,1316		
T11	4	1,2071	1,2071	
T2	4	1,2083	1,2083	
T5	4	1,2195	1,2195	
T4	4	1,2317	1,2317	
T1	4	1,2899	1,2899	
T12	4		1,5287	
T8	4			1,9710
Sig.		,750	,186	1,000

**ANEXO I: PRUEBA DE TUKEY DEL DIÁMETRO DEL TALLO, INTERACCIÓN, 60 DÍAS**

Tratamiento	N	Subconjunto	
		B	A
T1	4	2,0000	
T10	4	2,0000	
T7	4	2,1036	
T3	4	2,1250	
T9	4	2,1312	
T6	4	2,1740	
T11	4	2,2321	
T5	4	2,2396	
T2	4	2,2882	
T12	4	2,3077	
T4	4	2,5000	

T8	4		3,0917
Sig.		,148	1,000

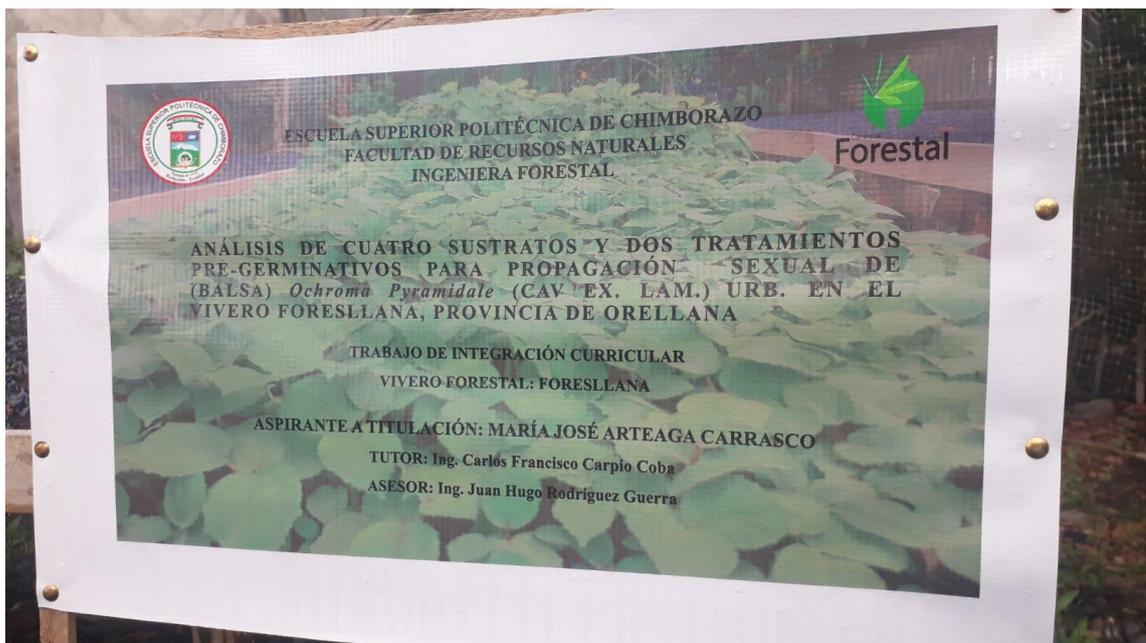
**ANEXO J: PRUEBA DE TUKEY DEL NÚMERO DE HOJAS, INTERACCIÓN, 45 DÍAS**

Tratamiento	N	Subconjunto			
		D	C	B	A
T10	4	4,0006			
T12	4	4,0131			
T5	4	4,0375	4,0375		
T6	4	4,0438	4,0438		
T4	4	4,0917	4,0917	4,0917	
T3	4	4,1250	4,1250	4,1250	
T11	4	4,1786	4,1786	4,1786	4,1786
T9	4	4,2500	4,2500	4,2500	4,2500
T7	4	4,8786	4,8786	4,8786	4,8786
T2	4		4,9563	4,9563	4,9563
T8	4			5,0167	5,0167
T1	4				5,0625
Sig.		,077	,054	,051	,074

**ANEXO K: PRUEBA DE TUKEY DEL NÚMERO DE HOJAS, INTERACCIÓN, 60 DÍAS**

Tratamiento	N	Subconjunto	
		B	A
T2	4	5,2451	
T10	4	5,4095	5,4095
T5	4	5,4994	5,4994
T4	4	5,5083	5,5083
T1	4	5,5143	5,5143
T9	4	5,6250	5,6250
T3	4	5,6786	5,6786
T6	4	5,7083	5,7083
T7	4	5,7357	5,7357
T11	4	5,7976	5,7976
T12	4	5,8750	5,8750
T8	4		6,1625
Sig.		,390	,166

## ANEXO L: CARTEL DE INSTALACIÓN DEL ENSAYO EN EL VIVERO



## ANEXO M: MATERIALES PARA EL TRATAMIENTO PREGERMINATIVO



**ANEXO N: PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS Y ENFUNDADO MANUAL**



**ANEXO O: DISTRIBUCIÓN DEL ENSAYO EN EL VIVERO**



**ANEXO P: PLANTAS GERMINADAS A LOS 30, 45 Y 60 DÍAS**



**ANEXO Q: TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS**





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:** 28 / 09 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> María José Arteaga Carrasco
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Ingeniería Forestal
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Forestal
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

  
Ing. Cristhian Castillo



1810-DBRA-UTP-2022