UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

Influencia de tres tratamientos pregerminativos en semillas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) en el CEIPA de la Universidad Estatal Amazónica.

AUTOR(ES):

Luis Miguel Núñez López

DOCENTE - TUTOR:

Dr. Christopher Oswaldo Paredes Ulloa, PhD

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	CUMPLE
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	4.0 / 5	CUMPLE PARCIALMENTE
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	17.0 / 20	CUMPLE PARCIALMENTE
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	13.0 / 15	CUMPLE PARCIALMENTE
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	12.0 / 15	CUMPLE PARCIALMENTE

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	20.0 / 25	CUMPLE PARCIALMENTE
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	8.0 / 10	CUMPLE PARCIALMENTE
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4.0 / 5	CUMPLE PARCIALMENTE
VALORACIÓN TOTAL	83	OCHENTA Y TRES

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	83

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
LUIS ANTONIO DIAZ SUNTAXI

LUIS ANTONIO DÍAZ SUNTAXI (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 12 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	Si, esta adecuadamente redactado
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	4.0 / 5	Falto ordenarlo en función de lo señalado anteriormente
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	17.0 / 20	Faltó tomar en consideración algunas observaciones señaladas en el formato 3 de manera de mejorar la presentación
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	12.0 / 15	Si bien se incluyó en el documento, no cumple de manera coherente con los objetivos ya que adolece de referencias o antecedentes de trabajos relacionados con la temática
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	13.0 / 15	Faltó detallar, sistematizar de manera precisa en función de los objetivos específicos del trabajo. Faltan fuentes bibliográficas

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	22.0 / 25	Falta organización de los resultados de manera sistemática a partir del problema planteado, objetivos específicos de manera que facilite su comprensión
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	8.0 / 10	Faltó una mayor reflexión sobre los resultados obtenidos
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	3.0 / 5	Falta uniformización de las referencias
VALORACIÓN TOTAL	84	OCHENTA Y CUATRO

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	84

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
CARLOS ALFREDO BRAVO MEDINA

CARLOS ALFREDO BRAVO MEDINA (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 12 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

Firmado electrónicamente por:
CHRISTOPHER OSWALDO PAREDES ULLOA

Document Information

Analyzed document	Influencia de tres tratamientos pregerminativos en semillas de Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) en el CEIPA de la Universidad Estatal Amazónica. version final.pdf (D173297875)
Submitted	8/31/2023 6:03:00 PM
Submitted by	
Submitter email	co.paredesu@uea.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	co.paredesu.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Ing. Forestal Articulo Oña Jhoy.pdf — 12
Document Ing. Forestal Articulo Oña Jhoy.pdf (D127208023)
Submitted by: for2017063@uea.edu.ec
Receiver: pfnaranjo.uea@analysis.urkund.com

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Para URKUND.docx — 1
Document Para URKUND.docx (D127124986)
Submitted by: yarteaga@uea.edu.ec
Receiver: yarteaga.uea@analysis.urkund.com

GehikerLópezRamon.pdf — 1
Document GehikerLópezRamon.pdf (D130719313)

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Gómez_Lopez.doc — 5
Document Gómez_Lopez.doc (D128040279)
Submitted by: mdedecker@uea.edu.ec
Receiver: mdedecker.uea@analysis.urkund.com

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / López Freire y Gómez Villafuerte-2021-2021.docx — 1
Document López Freire y Gómez Villafuerte-2021-2021.docx (D122036752)
Submitted by: arivero@uea.edu.ec
Receiver: arivero.uea@analysis.urkund.com

GehikerLópezRamon2.pdf — 1
Document GehikerLópezRamon2.pdf (D131196782)

URL: https://www.accionecologica.org/balsa-en-ecuador-6-plantaciones-poblaciones-silvestres-y-nuevo...
Fetched: 8/31/2023 6:03:00 PM — 2

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / PERFIL DE TITULACION VILLACIS W jul.docx — 3
Document PERFIL DE TITULACION VILLACIS W jul.docx (D142150926)
Submitted by: parias@uea.edu.ec
Receiver: parias.uea@analysis.urkund.com

URL: http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/download/272/212
Fetched: 11/15/2020 6:08:45 PM — 1

Influencia de tres tratamientos pregerminativos en semillas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) en el CEIPA de la Universidad Estatal Amazónica.

Luis Miguel Núñez López 1[1]
agr2015292@uea.edu.ec

Dr. Christopher Oswaldo Paredes Ulloa, PhD[2]
co.paredesu@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra
Carrera de Ingeniería Forestal

Resumen

El presente trabajo se desarrolló en el CEIPA de la Universidad Estatal Amazónica durante el mes de junio y julio, con el objetivo de evaluar el efecto de tres tratamientos físico, químicos y mecánico sobre el retraso en la germinación para semilla de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. Se estableció un experimento para determinar el porciento de germinación y la velocidad de germinación de las semillas de *O. pyramidale* sometidas a los siguientes tratamientos: T1: Testigo, T2: Hervir la semilla en agua a una temperatura de 100 °C durante 20 segundos, T3: Lijado de las semillas hasta que pierda su brillo natural, T4: Inmersión en ácido clorhídrico al 30 % durante 32 minutos.

En la investigación se utilizó el método experimental donde se montó un diseño completamente al azar (DCA) en condiciones controladas montando cuatro tratamientos con tres replicas y 10 unidades por replicas a observar dando un total de 120 unidades observadas. Concluyendo que los tratamientos T2 y T4 fueron los de mejor comportamiento en cuanto al porciento de germinación alcanzando valores de 97 y 96 % respectivamente. El índice de velocidad de germinación fue mayor para los tratamientos T2 y T4 logrando picos máximos de germinación a partir de los 8 días después de aplicado el tratamiento.

Palabras Clave: Poder Germinativo, Hipocótilo, Radícula, Ácido clorhídrico, Germinación, Inmersión

Abstract:

The present work was carried out at the CEIPA of the Amazon State University during the months of June and July, with the objective of evaluating the effect of three physical, chemical and mechanical treatments on the delay in germination for *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. An experiment was established to determine the germination percentage and germination speed of O. *pyramidale* seeds subjected to the following treatments: T1: Control, T2: Boil the seed in water at a temperature of 100 °C for 20 seconds, T3: Sanding of the seeds until they lose their natural shine, T4: Immersion in 30% hydrochloric acid for 32 minutes.

In the investigation, the experimental method was used, where a completely randomized design (DCA) was set up under controlled conditions, setting up four treatments with three replicates and 10 units per replicate to be observed, giving a total of 120 observed units. Concluding that the T2 and T4 treatments were the ones with the best behavior in terms of germination percentage, reaching values of 97 and 96 % respectively. The germination speed index was higher for the T2 and T4 treatments, achieving maximum germination peaks from 8 days after the treatment was applied.

***Keywords*:** Germinating Power, Hypocotyl, Radicle, Hydrochloric Acid, Germination, Immersion

INTRODUCCÓN:

La balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. es un árbol nativo del trópico americano; frecuentemente se encuentra en áreas intervenidas y degradadas (Jiménez *et al* 2017). Esta planta pertenece a la familia malvácea, crece silvestre en la selva amazónica, es muy comercial debido a la alta resistencia y baja densidad de su madera. La balsa es un árbol de clima cálido y húmedo, que puede crecer a más de 30 metros con diámetro a la altura del pecho de 40 centímetros o más. (Ramos, 2016). La madera de la balsa es muy liviana la cual es apta para fabricar artesanías, juguetes, material aislante, fabricación de aviones; barcos; cascos y cubiertas de lanchas a motor de gran velocidad y se emplea en las aspas de los aerogeneradores de energía eólica en la República Popular China. Debido a la gran demanda del país asiático a la balsa ecuatoriana muchos de los bosques se han visto afectados es por este motivo que se necesita reforestar esta especie en zonas donde el 90 % de árboles de esta especie han sido extraídos. (González *et al*., 2010; Vásquez, 2021). Sin embargo, esta especie tiene una capacidad germinativa baja y no existen investigaciones que implementen tratamientos para mejorar el porcentaje germinativo y la capacidad de crecimiento de la especie, entendiendo que los mecanismos que regulan el inicio de la germinación están bajo presiones selectivas donde existen semillas que debido a las características físicas y químicas del tegumento presentan una estructura y consistencia compacta e impermeable al agua y gases, inhibidora mecánica y química de la germinación (Ríos-García *et al*., 2016). El tiempo de germinación de las semillas también representa una problemática para las entidades que buscan optimizar su producción en ciclos y periodos de tiempo más acelerados, estas características limitan su propagación (Serna-Mosquera *et al*., 2020). El atraso y reposo en la germinación puede estar dada según Vásquez y Orosco, 1982 por la presencia de cubierta impermeable. Según estos autores la semilla de balsa presenta reposo el cual es interrumpido por las fluctuaciones termales que ocurren en los suelos desnudos que aparecen en los claros del bosque. En función de las características del reposo de la semilla pueden utilizarse los siguientes tratamientos: Mecánico: Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo o pinzas (Varela y Arana, 2011).

Químico: La escarificación química, consiste en remojar las semillas por períodos breves (15 minutos) a 2 horas, en compuestos químicos. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. Durante el período de tratamiento las semillas

deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. (Varela y Arana, 2011).

Físico: Su finalidad es romper la latencia inducida por la testa al ablandarla al sumergir la semilla en agua por tiempos determinados. (Varela y Arana, 2011). Por todo lo antes planteado se hace necesario buscar alternativas para disminuir el tiempo de reposo de la semilla de balsa.

PROBLEMA CIENTÍFICO:

Existe un alto retraso en la germinación de semilla de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en Ecuador lo que pudiera disminuir el uso de dicha especie en la reforestación ecosistemas degradados.

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el efecto de tres tratamientos físico, químicos y mecánico sobre el retraso en la germinación para semilla de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Identificar el efecto de los tratamientos sobre el índice de velocidad de germinación en semilla de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.

Determinar el efecto de tres tratamientos físico, químicos y mecánico sobre la dinámica de germinación en semillas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.

MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

Localización

La siguiente investigación se realizó en las instalaciones del CEIPA de la Universidad Estatal Amazónica, el cual está ubicado en la provincia de Napo, en el cantón Arosemena Tola, en la vía Puyo-Tena kilómetro 44 y consta de un área de 2848,20 hectáreas, la misma que está dividida en bosque primarios (2000 ha aprox.), pastos (300 ha.) e infraestructura (25 ha aprox.). La precipitación media anual es 1716 mm. La temperatura: 20 °C a 30 °C, a una altura de Altura: 595 m s.n.m.

Las coordenadas del CEIPA son las siguientes:

Latitud: (EGS 84) 9862962.58 m S.

Longitud: (WGS 84) 178847.24 m E.

Imagen1 Localización del lugar que se realizó la investigación



(*CEIPA – UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA*, s. f.)

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Experimental

Se realizaron ensayos con un diseño completamente al azar en condiciones controladas a una temperatura de 30 ^{0}C en las etapas: pregerminatíva y germinativa

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Los métodos que se utilizaron en la investigación son:

Observación: se identificó el problema de la investigación en base a recorridos realizados por los sectores donde existe mayor extracción de la especie.

Modelación: se diseñó un modelo cuadrático reducido aleatorio para determinar el porcentaje de germinación de *Ochroma pyramidale* y evaluar su comportamiento morfológico sometida a distintos sustratos orgánicos.

Comparativo: se discutieron los resultados obtenidos en el ensayo con resultados de otros autores

Experimental: Se diseñó un modelo experimental compuesto con el propósito de garantizar un alto porcentaje de germinación.

Equipos y materiales empleados en la investigación

En la presente investigación se utilizaron los siguientes equipos y materiales agrupados en:

Equipos de oficina:

- Computadora
- Celular (Cámara)

Materiales del laboratorio:

- Placa Petri
- Pinzas
- Papel de filtro
- Pie de rey
- Regla
- Vaso de precipitación

Materiales Líquidos:

- Agua destilada
- Ácido clorhídrico

Material industrial:

- Lija

Material Genético:

La semilla de balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb

Selección del Material Experimental

La procedencia de las semillas de balsa empleadas para la investigación fueron obtenidas del banco de semillas de la empresa maderera Plantaciones de Balsa Plantabal S. A., las cuales fueron previamente seleccionadas las de mayor tamaño y dimensiones mediante el empleo de un tamiz de malla metálica; para la extracción de las impurezas, después de este proceso estas fueron sumergidas en un vaso de precipitación de 250 mm, con el fin de realizar una separación física de las semillas de buena calidad por efecto de decantación y flotación del material infértil e impurezas (Marín *et al*., 2018). Después de realizado este procedimiento de selección las semillas tomadas para el experimento cumplieron características fenotípicas superiores al promedio, siendo capaces de producir semilla de calidad superior. Estas semillas estaban almacenadas hace dos años.

Tratamientos pregerminativos

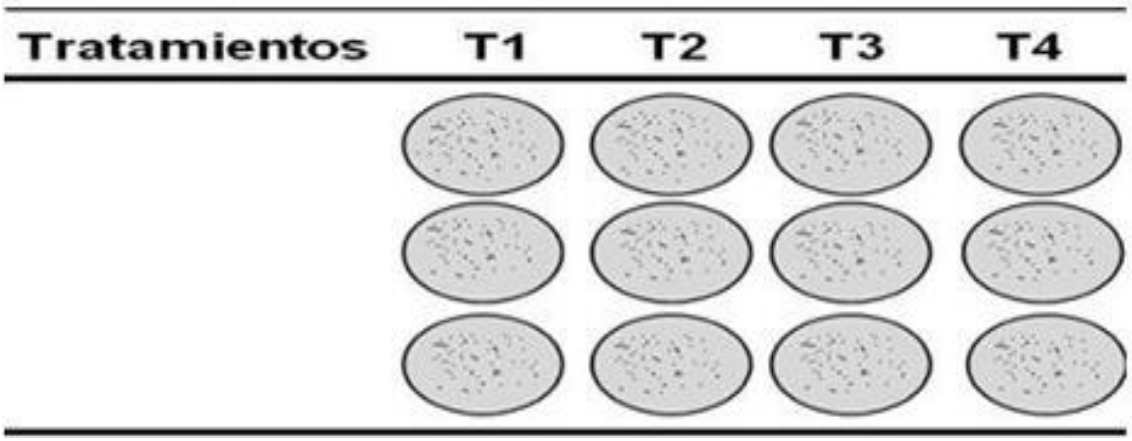
Testigo: Se tomaron 30 semillas de las cuales se ubicaron 10 por placa Petri las cuales solamente se les humedecía el papel de filtro que estaba ubicado en el fondo de la placa cada vez que este lo necesitaba.

Tratamiento Físico: Se tomaron 30 semillas de las cuales se ubicaron 10 por placa Petri las cuales fueron sumergidas en agua caliente a una temperatura de 100 °C durante 20 segundos entendiendo que la temperatura inicial es solo en el estado de sumersión, posterior a esto disminuye hasta que el agua llegue a temperatura ambiente de forma natural, las semillas se las deja en reposo durante tiempos determinados desde la sumersión para después ubicarlas en las placas Petri con el papel de filtro humedecido.

Tratamiento químico: Se tomaron 30 semillas de las cuales se ubicaron 10 por placa Petri siendo sumergidas en ácido clorhídrico al 30 % durante 32 minutos a una concentración de 0,30mlpor litro de agua para después extraerlas y dejarlas en reposo hasta su secado para después ponerlas en la placa Petri con el papel de filtro.

Tratamiento Mecánico: Se tomaron 30 semillas de las cuales se ubicaron 10 por placa Petri las cuales fueron lijadas hasta que perder su brillo natural siendo estas ubicadas en la placa Petri con el papel de filtro humedecido.

Figura1. Diseño de germinación en placas Petri



- Testigo (T1). Control no le realizas nada a la semilla.
- Tratamiento 2 (T2). Remojo en agua 100 °C durante 20 segundos.
- Tratamiento 3 (T3). Lijado de las semillas hasta que pierda su brillo natural.
- Tratamiento 4 (T4). Inmersión en ácido clorhídrico al 30 % durante 32 minutos

En el experimento se evaluaron una cantidad de 10 semillas por Caja Petri con tres replicas cada tratamiento lo cual da un total de 120 semilla evaluadas.

En este experimento se evaluó la cantidad de semillas germinadas cada desde los 4-11 días después de aplicados los tratamientos, con lo cual se determinó el porciento de germinación y el índice de velocidad de germinación mediante las siguientes formulas.

$$PG\,(\%) = \frac{P}{S} x\,100$$

$$IVG = \frac{P_1}{-} + \frac{P_2}{-}$$

Leyenda: (P) *número de semillas germinadas,* (S) *total de semillas,* (t) *horas transcurridas desde la puesta a germinación hasta el conteo* x_1, $x_2 \ldots x_n$. (X) *total de semillas germinadas en el conteo* x_n.

Análisis estadístico de los resultados.

Los resultados relacionados con el efecto de los de tres tratamientos físico, químicos y mecánico sobre el retraso en la germinación de semilla de balsa fueron analizados mediante la estadística descriptiva empleando el procesador de datos de Excel. Donde se realizó para el porciento de germinación un gráfico de barra con las medias obtenidas para cada tratamiento. Después se graficó la dinámica de germinación. Con el índice de velocidad de germinación se realizó un análisis de regresión lineal para determinar el

efecto de los tratamientos sobre este, al cual se le determino el valor de R^2 para su validación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porciento de germinación a los 11 días de aplicados los tratamientos muestra mayores porcientos de germinación para los tratamientos T2 y T4 con un valor de 97 % y 96 % respecto al testigo el cual alcanzo un valor de 73 %.

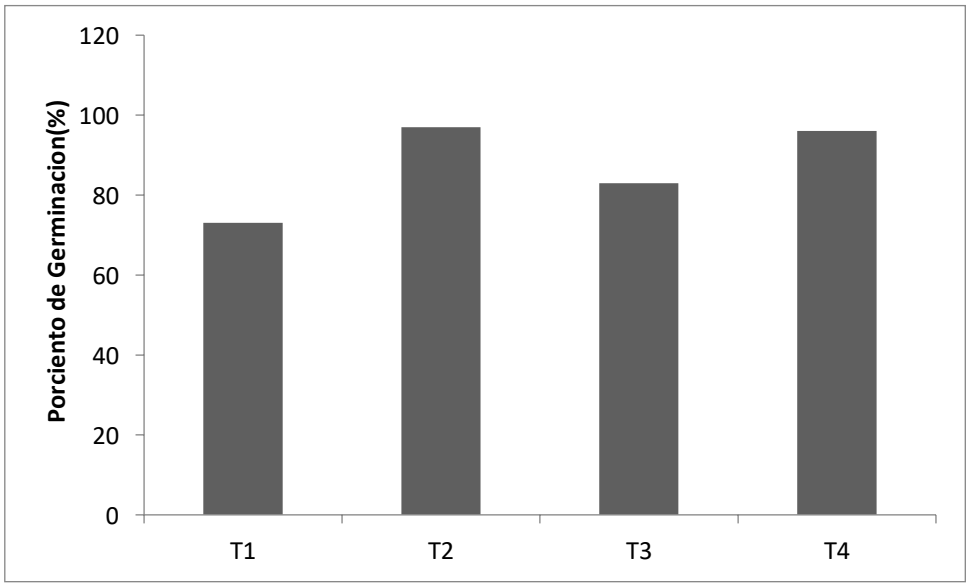


Figura 2. Porciento de semillas germinadas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb a los 11 días después de aplicados los tratamientos.

El mayor porcentaje (97 %) se observó en el T2 (agua 100°C durante 20 segundos). Siendo estos valores mayores que los reportado por González *et al*., (2019) el cual observo entre siete tratamientos, porcentajes entre el 62 y 69 % en tratamientos que incluyeron agua caliente (100°C) con diferentes tiempos de exposición (tres y diez segundos) siendo los mayores porcentajes con diferencias estadísticamente significativas con respecto a los demás tratamientos evaluados. Por su parte, Rodríguez y Córdoba, (2009) indican que, aunque los porcentajes de germinación de *O. pyramidale* varíen entre 60 y 84%, pueden verse afectados por la calidad de la semilla. Otras observaciones como las de Jiménez *et al*., (2017) informan que, a 80°C con exposición durante tres minutos, el porcentaje se ubica en un 8,76% y 19,14% cuando las semillas se exponen a 100°C por 15 segundos. Al contrario, González *et al*., (2019) señalan que a 100°C tres segundos el porcentaje se ubica en un 64%. Adicionalmente, la impermeabilidad de la cubierta, factores intrínsecos como agua, gases, tipo de sustrato y luz también pueden tener

influencia en las variaciones de germinación Jiménez *et al*., (2017). Por consiguiente, González *et al*., (2019) confirman que los tratamientos por ebullición facilitan el rompimiento de la testa de la semilla como resultado del impacto de la temperatura, lo cual favorece positivamente la germinación.

En la figura 3 la dinámica de la germinación a partir de los 4 días después de aplicados los tratamientos, muestras mayores medias para las semillas tratadas con remojo en agua 100 °C durante 20 segundos, inmersión en ácido clorhídrico al 30 % durante 32 minutos respecto al testigo el cual a los 11días de iniciadas las evaluaciones alcanzaron 73 % de germinación (Figura 3).

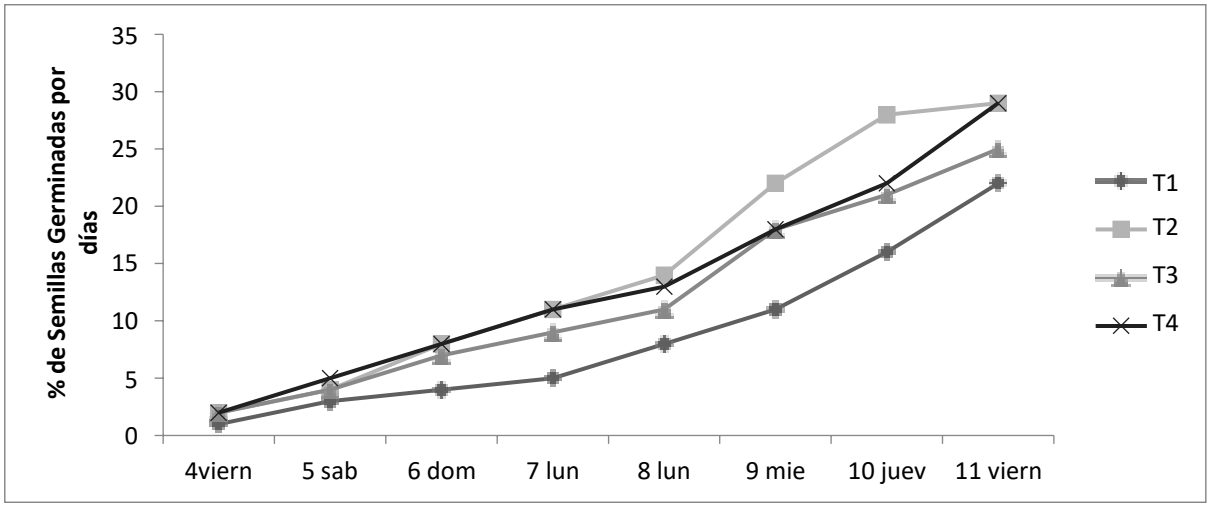


Figura 3. Dinámica de germinación de las semillas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb de 4-11 días después de aplicados los tratamientos.

La germinación ocurrió al cuarto día después de la siembra en todos los tratamientos con algunas diferencias en cuanto al número de semillas germinadas entre tratamientos siendo el T4 el que alcanzo un 60% de las semillas germinadas a los 4 días, aunque a los 11 días el T2 y T4 alcanzan un 97% de germinación. Estos resultados son similares a los reportados por Camacho *et al*., (2018) quienes reportan la germinación en todos los tratamientos a los cuatro días después de la siembra. Lo cual coincide con lo reportado por Herrera y Alizaga, (1999) quien evalúa varios tratamientos (ácido giberélico 0, 100, 200 y 300mg/L, y nitrato de potasio 0,0,4, 0,8 y 1,2mg/L, agua a 80°C (0, 1, 2, y 3 minutos), y a 40°C (0, 24, 48 y 72 horas) obteniendo el 68% de germinación por medio de tratamientos por ebullición, siendo este el mayor porcentaje obtenido en comparación con el resto de tratamientos.

En la Figura 4 el índice de velocidad de germinación alcanzó valores superiores en los

tratamientos evaluados tales como remojo en agua 100 °C durante 20 segundos, inmersión en ácido clorhídrico al 30 % durante 32 minutos mostrando picos máximos a partir de los 8 días después de iniciada la evaluación, en comparación con el control el cual los muestra a partir de los 11.

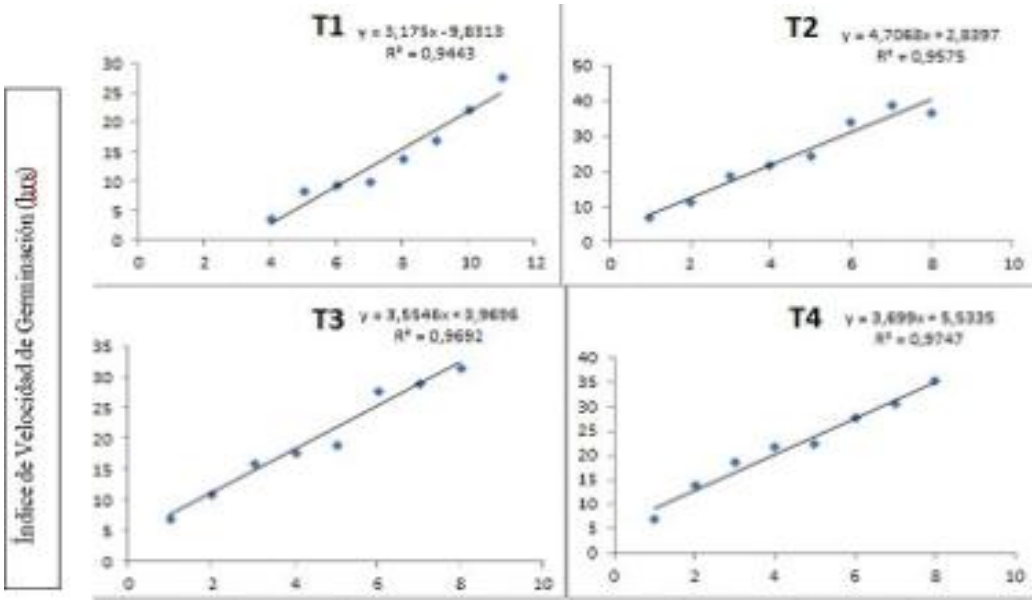


Figura 4. Índice de velocidad de germinación de 4-11 días después de aplicados los tratamientos.

La velocidad de germinación fue mayor para los tratamientos T2 y T4 los cuales mostraron sus picos máximos a partir de los 8 días después de la aplicación con valores máximos de 38,89 y 35,35 respectivamente lo cual coincide con lo planteado por Ríos-Geovo *et al*., 2021 el cual al someter las semillas en agua caliente a 80°C hasta enfriarlas semillas (T1) y-

remojarlas en ácido clorhídrico HCl al 1% durante 1 minuto (T5). Las semillas alcanzaron la mayor velocidad y dispersión de germinación con 9 y 11 semillas respectivamente.

Estos resultados demuestran que las semillas tratadas con bioestimulantes pueden lograr una mayor velocidad y porcentaje de germinación, lo cual puede relacionarse con el hecho de que este producto contiene niveles de triptófano y otros aminoácidos según (Santana, *et al*., 2016).

CONCLUSIONES

- Los tratamientos T2 y T4 favorecieron el índice de velocidad de germinación mostrando picos máximos a los 8 días después de aplicados.
- El tratamiento T4 mostro el mejor comportamiento en cuanto a la dinámica de germinación pues este alcanzo un valor del 60% a los 4 días después de aplicado.

RECOMENDACIONES

Determinar la respuesta de las semillas de balsa sometidas a estos tratamientos en diferentes sustratos.

Continuar con el estudio de la aplicación de estos tratamientos en otras etapas del cultivo.

Evaluar el comportamiento de las semillas sometidas a estos tratamientos en condiciones del ambiente.

Evaluar la viabilidad de dichos tratamientos en condiciones de viveros para su posterior uso.

REFERENCIAS

1. Acción Ecológica. Balsa en Ecuador #6: *Plantaciones, poblaciones silvestres y nuevos espacios ocupados por la balsa* [blog]. Quito: 2021. [Consulta: 8 noviembre 2021]. Disponible en: https://www.accionecologica.org/balsa-en-ecuador-6-plantaciones-poblaciones-silvestres-y-nuevos-espacios-ocupados-por-la-balsa-2/
2. Almagro de la Cueva, Pablo David, & Jiménez Jjiménez, Hermel Godofredo. *Evaluación del crecimiento inicial de la balsa (Ochroma pyramidale Cav. ex Lam. Urb.) de dos procedencias, bajo cinco densidades poblacionales en el cantón Santo Domingo (trabajo de titulación) (Ingeniería).* [En línea] Escuela politécnica del ejército, Departamento de ciencias de la vida, Ingeniería Agropecuaria. (Santo Domingo-Ecuador). 2013. pp. 13-15. [Consulta: 2021-11-08]. Disponible en: http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6542/1/T-ESPE-002473.pdf

3. Castro Olaya, Jessenia Rosanna. *Aspectos biológicos y ecológicos de Coptoborus ochromactonus Smith y Cognato (Coleoptera: Scolytinae), y la relación de sus hongos asociados en la muerte regresiva de Ochroma pyramidale (Cav. Ex. Lam.)* Urb. (trabajo de titulación) (Doctoral). [En línea] Universidad Austral de Chile, Facultad de ciencias forestales y recursos naturales, Ingeniería forestal. (Valdivia-Chile). 2016. pp. 22-23. [Consulta: 2021-11-08]. Disponible en: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/egc355a/doc/egc355a.pdf

4. Camacho, R., Odelanti, M., Garcia, D., Merino, P., & Loor, W. (2018). *Aceleración de la germinación de semillas de balsa (Ochroma pyramidale) por medio de métodos físicos y biológicos Acceleration.* UTCiencias, 5(3), 207–213.

5. Caroca, R., Zapata, N., & Vargas, M. (2016). *EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRELA GERMINACIÓN DE CUATRO GENOTIPOS* (Arachis hypogaea L.). Chilean journal of agricultural & animal sciences, 32(2), 94-101. https://doi.org/10.4067/S0719-38902016000200002 CEIPA – Universidad Estatal Amazónica. (s. f.). Recuperado 9 de agosto de 2023, de https://www.uea.edu.ec/?page_id=2376

6. Doria, J. *"Generalidades sobre las semillas: Su producción, conservación y almacenamiento".* Cultivos Tropicales [en línea]. 2010, (Cuba), 31(1), pp. 74-85. [Consulta: 11 noviembre 2021]. ISSN 0258-5936. Disponible en: http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf

7. FRANCIS, John K. *"Ochroma pyamidale Cav. Balsa. SO-ITF-SM-41". Department ofAgriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station* [en línea]. 1991, (Ecuador). p. 6. [Consulta: 8 noviembre 2021]. ISSN 1390-7697. Disponible en: https://rngr.net/publications/arboles-de-puerto-rico/*ochroma pyramidale*/at_download/file

8. González, B.; Cervantes, X.; Torres, E.; Sánchez, C.; Simba, L. 2010. *Caracterización del cultivo de balsa (Ochroma pyramidale) en la provincia de Los Ríos* – Ecuador. Revista Ciencia y Tecnología 3: 7-11.

9. González Chiquito, Simón Damian. *Propagación asexual mediante esqueje de las especies forestales Laurel Cordia alliodora, Balsa Ochroma pyramidale, Guayacán Tabebuia crysantha, con la aplicación de tres dosis de sustratos* en los predios de la "UNESUM" en el cantón Puerto López (trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Estatal del sur de Manabí, Unidad Académica de Ciencias Forestales, Ambientales y Agropecuarias, Ingeniería Forestal. (Jipijapa-Ecuador). 2012. pp. 8-9. [Consulta: 2021-11-08]. Disponible en: http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/121/1/gonzales%20chiquito%20simon%20damian.pdf

10. Hernández Díaz-Ambrona, Carlos Gregorio. *Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas* [en línea]. Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Producción Agraria. (Madrid-España). 2015. pp. 15-19. [Consulta: 2021-11-08]. Disponible en: https://oa.upm.es/36955/1/reproduccio_plantas_cultivadas.pdf

11. Herrera, J., & Alizaga, R. (1999). Ruptura de la latencia en semillas de balsa (*Ochroma pyramidale*). Tecnologia En Marcha, 13, 34–40.

12. Jiménez, E., Garcías, L., Carranza, M., Carranza, H., Morante, J., Martínez, M.,

& Cuásquer, J. (2017). *Germination and growth of Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.)* Urb. in Ecuador. Scientia Agropecuaria, 8(3), 243–250. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.07

13. Molina Sánchez, Johana Elizabeth. *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la industrialización, procesamiento y exportación de la madera de balsa como bloques encolados, al mercado de los Estados Unidos de América*, ubicada en el cantón de Santo Domingo de los Tsáchilas (trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Politécnica Salesiana, Administración de empresas. (Quito-Ecuador). 2014. pp. 4-10. [Consulta: 2021-11-08]. Disponible en: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6468/1/UPS-QT05050.pdf

14. Morocho, M., & Leiva-Mora, M. (2019). *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Centro Agrícola*, 46(2), 93-103

15. Puma y Auripoma, Kendra Jazmín, & Montaño Alarcón, Jennifer Antonela. *Propuesta piloto de reforestación en suelo degradado por minería artesanal, utilizando balsa Ochroma pyramidale (Cav, ex. Lam.) Urb.* en el barrio 18 de marzo, Parroquia Ahuano-Provincia Napo (trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Vida, Ingeniería Forestal. (Puyo-Ecuador). 2019. pp. 15-18. [Consulta: 2021-11-08]. Disponible en: https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/532/T.AMB.B.UEA%20.3217.pdf?sequence=1&isAllowed=y

16. Ramos Corrales, Pablo Cesar. *"Balsa" Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb*. (Bombacaceae) *Etnobotánica, anatomía, ensayos fitoquímicos y actividades biológicas (trabajo de titulación) (Doctoral).* [En línea]) Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas, Departamento de Ciencias Biológicas. (Buenos aires- Argentina). 2016. pp. 8-9. [Consulta: 2021-11-08]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/56011/Documento_completo___.pdf-PDFA.pdf?sequence=3&isAllowed=y REYES, J. Guía de técnicas, métodos y procedimientos.

17. Ríos-García, C. (2016). *Viabilidad y germinación de semillas de Jopi (Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.)* (Malvaceae). Lacandonia 2: 7-11.

18. Ríos-Geovo, V., Córdoba-Tovar, L., Mosquera, P. L. R., Arroyo, J. H. C., & Barón, P. A. R. (2020). *MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN QUÍMICA Y SUS EFECTOS EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE Ochroma pyramidale (Cav. Ex Lam.)* Urb. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 12(1), 165-177.

19. Rojas-Rodríguez, F., & Torres-Córdoba, G. (2009). *Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción Grumichama*. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 15(37), 70–72. https://doi.org/10.18845/rfmk.v15i37.3603

20. Santana, Y., Del Busto, A., González, Y., Aguiar, I., Carrodeguas, S., Páez, P. L., & Díaz, G. (2016). *Efecto de Trichoderma harzianum Rifai y FitoMas-E® como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate. Centro agrícola*, 43 (3), 5-12.

21. Serna-Mosquera, Yessika Biasney; Torres-Torres, Jhon Jerley; Asprilla-Palacios, Yeison Yair. *Durabilidad natural de la madera de Ochroma pyramidale Urb. en el municipio de Atrato, Colombia*. Entramado, 2020, vol. 16, no 1, p. 192-202

22. Smith, T. & Smith, R. Ecología [en línea]. 6. Madrid-España: Pearson Educación, S. A, 2007. [Consulta: 11 noviembre 2021]. Disponible en: https: https://www.academia.edu/30913575/Ecolog%C3%ADa_6ed_Smith_PDF

23. Toledo-González, K. A., Levy-Tacher, S. I., Macario-Mendoza, P. A., & de Nova-Vázquez, J. A. (2019). *Germination of two varieties of Ochroma pyramidale (Cav. Ex Lam.) urb. From the Lacandon Jungle*, Chiapas. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 25(1), 85–94. https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2018.06.046

24. Toledo González, Karina A. Germinación, crecimiento y densidad de la madera en dos variedades de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. de la Selva Lacandona, Chiapas (trabajo de titulación) (Meaestría). [En línea] El Colegio de la Frontera Sur. Mexico. 2016. pp. 2-4. [Consulta: 2021-11-08]. Disponible en: https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1576/1/100000023626_documento.pdf

25. Varela, S. & Arana, V. *"Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos"*. INTA [en línea], 2011, (Argentina). [Consulta: 11 noviembre 2021]. ISSN 0258-5936. Disponible en: https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3ndesemillas.pdf

26. Vásquez Rosero, Deyvid Andres. (2021) *Plan de exportación de madera balsa boya de la empresa balsa Wood Ec hacia el mercado alemán* (trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea]Universidad de Otavalo, Carrera de comercio exterior y finanzas. (Otavalo-Ecuador). 2021. pp.6-9. [Consulta: 2021-11-08]. Disponible en: http://repositorio.uotavalo.edu.ec/bitstream/52000/308/1/UO-PG-COM-2021-03.pdf

27. Villacís Pérez, Wendy. *Proyecto de factibilidad agroforestal para siembra de balsa (Ochroma pyramidale) para la península de Santa Elena en la comunidad de Limoncito (trabajo de titulación) (Maestría)*. [En línea] Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas, Maestría en Finanzas y Proyectos Corporativos. (Guayaquil-Ecuador). 2012. pp. 19-18. [Consulta: 2021-11-08]. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7532/1/Proyecto%20tesis%20Balsa.pdf

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Características de la balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex. Lam.)

Origen

Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb. Es originario de las tierras bajas de América, se extiende desde México, América central, Venezuela, Colombia, Ecuador hasta Bolivia. (Toledo, 2016)

Nombres comunes

Es conocido también como Balsa, balso, ceiba de lana. (Rojas y Torres, 2009).

Distribución geográfica

En el Ecuador existen poblaciones silvestres de balsa en los bosques húmedos tropicales, de la región Costa, región Amazonía y en las estribaciones de la cordillera de los Andes. (ACCIÓN ECOLÓGICA, 2021)

La balsa se puede encontrar en altitudes que van desde los 0-1800.

Hábitat

La balsa requiere de un clima cálido y húmedo, la cantidad mínima de precipitación que tolera es de alrededor de 1 500 mm anuales y máximo 4 000 mm, obviamente con la finalidad de lograr excelentes resultados en cuanto a cantidad y calidad de madera. (Almagro de la Cueva y Jiménez, 2013)

Suelo

Los suelos que requiere la balsa para su desarrollo y crecimientos son suelos con excelente drenaje, disponibilidad de humedad, suelos con texturas arenosas, franco limoso y franco arenoso.

Los árboles mueren con facilidad por causa de las inundaciones, aunque tiene mejor crecimiento en suelos aluviales (Almagro de la Cueva y Jiménez, 2013).

Plagas y enfermedades

El escolítido Coptoborus ochromactonus Smith & Cognato 2014, es conocido como el escarabajo de la balsa y causa la denominada muerte regresiva de la balsa, en las plantas se pueden observar follaje clorótico y poco desarrollo foliar, a la muerte regresiva de la balsa se le asocian orificios de entrada en el fuste las cuales se pueden observar que son sellados con aserrín. En el año 2014 se reportaron plantaciones dañadas en un 50% por la polilla de la balsa, y además que causó la muerte en el 15% de las plantas infestadas. (Castro, 2016).

La Pata roja Ceratocystis sp., es una enfermedad que afecta a la planta, es una mezcla de bacteria, hongo e insecto, el mismo que se desarrolla en el látex que se genera en las heridas del árbol, el látex se presenta de color rojizo en el lugar de la herida por lo que es recomendable no causar heridas en los árboles. (Puma y Montaño, 2019).

Fenología

En Ecuador, los árboles de la balsa florecen de noviembre a marzo y los frutos maduran de marzo a junio. Aunque existen áreas húmedas dan flores y frutos a través de todo el año. La fruta es cilíndrica, de color marrón oscuro y de 30 cm de largo por entre 2.5 y 4 cm de ancho. Cuando madura la cápsula de semillas se raja en cinco partes, exponiendo una masa de fibras blancas y sedosas en donde se encuentran las pequeñas semillas de color pardo. Las semillas se pueden recolectar mediante el corte de las cápsulas maduras en las ramas bajas o a partir de árboles tumbados, preferiblemente en la mañana, cuando la alta humedad ayuda a prevenir que las cápsulas se quiebren en pedazos. (Gonzáles, 2012)

Las semillas se pueden separar a mano o mediante el quemado de la seda una vez se haya colocado en una capa delgada sobre una malla gruesa de alambre. Las semillas retienen su viabilidad después del almacenamiento por hasta 6 años en contenedores sellados a temperatura ambiente. Se recomienda sin embargo el almacenamiento en frío (4 °C). (Francis, 1991).

Descripción de la especie en estudio

Árbol grande, de copa tipo caliciforme. El fuste es liso y puede presentar gambas. La corteza es lisa, gris, pálida y con cicatrices lineales, pero internamente fibrosa. Presenta un follaje perennifolio. Es una especie hermafrodita, las flores son aromáticas, vistosas, de cinco pétalos, blancas pubescentes y con el cáliz color verde, son polinizadas por insectos nocturnos. Produce frutos secos recubiertos de lana. De su parecido a patas de liebres o conejos se deriva su nombre científico. Las semillas son abundantes en forma de pequeña gota y se encuentran envueltas en lana amarillenta y sedosa. (Rojas y Torres, 2009).

Clasificación taxonómica

Según Puma y Montaño, 2019, la clasificación taxonómica es:

Reino…..... Plantae

División…..... Magnoliophyta

Clase..... Magnoliopsida

Orden… .....Malvales

Familia .....Malvaceae

Género…..... Ochroma

Especie. ..... *O. pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb.

Características botánicas

Rojas y Torres (2009) mencionan las siguientes características botánicas:

Hojas

Son simples y alternas, acorazonadas, de 20 a 40 cm de largo, borde liso y con pelos epidérmicos

rojizos.

Flores

Las flores son aromáticas, vistosas, de cinco pétalos, blancas pubescentes y con el cáliz color verde, son polinizadas por insectos nocturnos.

Frutos

Secos, tipo cápsula dehiscente, largos y en forma de bastón; son semileñosos y cilíndricos de 14 a 24 cm de largo recubiertos de lana.

Semilla

Son abundantes en forma de pequeña gota, ovoides, de 3 a 5 mm de largo, color castaño oscuro y se encuentran envueltas en lana amarillenta y sedosa.

Corteza

Es lisa, gris, pálida y con cicatrices lineales, pero internamente fibrosa.

Valor ecológico

La balsa es un excelente restaurador de suelos, esta especie se ha empleado para recuperar suelos dañados por las prácticas mineras. También controla la erosión de los suelos por lo que *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.es utilizada en muchos casos con doble propósito, es decir para uso comercial, conservación y recuperación de suelos. (Molina, 2014).

Usos

De acuerdo con Villacís (2012) la madera de esta especie tiene la propiedad característica su peso sumamente liviano, su alta resistencia y estabilidad la hace apta para utilizarla como aislante térmico, aislante acústico y vibrático motivo por el cual se utiliza como recubrimiento de edificaciones y barcos, también se utiliza en la fabricación de tableros y paneles livianos. La versatilidad de la madera de esta especie la hace apta en usos de la aerodinámica, energía eólica. Las grandes potencias del mundo adquieres la balsa para la elaboración de las aspas de los aerogeneradores para la obtención de energía eólica. Los principales destinos de exportación son China, Estados Unidos y la Unión Europea. (Vásquez, 2021).

Materia prima

La madera de la balsa se la vende como materia prima y no se le da un valor agregado, la madera se la comercializa como madera verde o madera aserrada. (Molina, 2014).

Métodos de reproducción

De acuerdo con Gonzáles (2012) el método de reproducción de la balsa se puede dar solamente por reproducción sexual mediante el uso de las semillas.

Propagación sexual o por semillas

Es la propagación a partir de una semilla originada desde la misma fuente parental, por lo que presenta un nuevo y único genotipo, este tipo de propagación permite a los mejoradores obtener nuevos tipos de plantas. Este tipo de propagación es la responsable de la variabilidad genética (Hernández, 2015).

La combinación de genes y cromosomas que se produce en la reproducción sexual produce variabilidad genética al punto de que cada individuo de la población es genéticamente único. Esta variabilidad genética produce un amplio campo de potenciales respuestas al ambiente, lo que incrementa la probabilidad de que algunos individuos sobrevivan a los cambios ambientales. (Smith y Smith, 2021).

Condiciones externas que afectan a la germinación

Humedad

Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de ella actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión. (Doria, 2010).

Oxígeno

Para que las semillas germinen deben respirar y tener oxígeno para la respiración aeróbica. La falta de oxígeno en el proceso de germinación causa en la semilla la aparición de patógenos que impedirán la germinación. (Doria, 2010).

Temperatura

Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar, aunque las demás condiciones sean favorables. La temperatura mínima sería aquella por debajo de la cual la germinación no se produce, y la máxima aquella por encima de la cual se anula igualmente el proceso. (Doria, 2010).

Gases

La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado, que permita una adecuada disponibilidad de O2 y CO2. A veces, algunos elementos presentes en la cubierta seminal pueden obstaculizar la germinación de la semilla, porque reducen la difusión del O2 desde el exterior hacia el embrión. (Doria, 2010).

Viabilidad de la semilla

Es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y las condiciones de almacenamiento (Doria, 2010).

Madurez de la semilla

Cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico. La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de las semillas se han completado. (Doria, 2010).

Tratamientos pregerminativos

Las semillas de muchas especies no alcanzan a germinar porque poseen semillas con tegumento duro e impermeable lo que impide que el agua y la humedad lleguen al embrión. Por este motivo es necesario aplicar tratamientos pregerminativos en las semillas para suavizar el tegumento y hacerla permeable, existen varios métodos de tratamientos pregerminativos, pero no todos los tratamientos actúan tiene la misma efectividad en todas las semillas, por lo que existen varios tratamientos pre-germinativos para aplicar a cada tipo de semilla. (Doria, 2010).

Tipos de tratamientos pre germinativos

Mecánica

Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo o pinzas. (Varela y Arana, 2011).

Química

La escarificación química, consiste en remojar las semillas por períodos breves (15 minutos) a 2 horas, en compuestos químicos. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos de ácido.

Durante el período de tratamiento las semillas deben agitarse regularmente con el fin de obtener resultados uniformes. (Varela y Arana, 2011).

Física

Su finalidad es romper la latencia inducida por la testa al ablandarla al sumergir la semilla en agua por tiempos determinados. (Varela y Arana, 2011).

ANEXOS

ANEXO 1.

Imagen 1,2,3,4 .Primeros manejos a las semillas

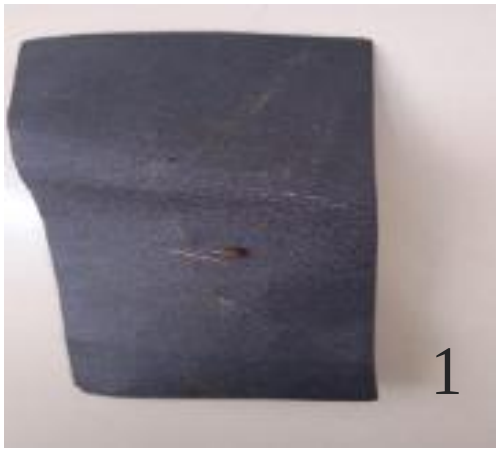
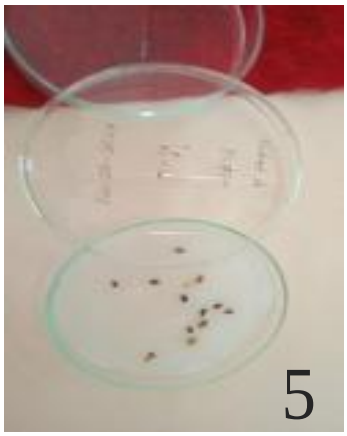








Imagen 5,6. Establecimiento de las semillas en la caja Petri





ANEXO 2.

Imagen 7,8,9. Presencia de germinación

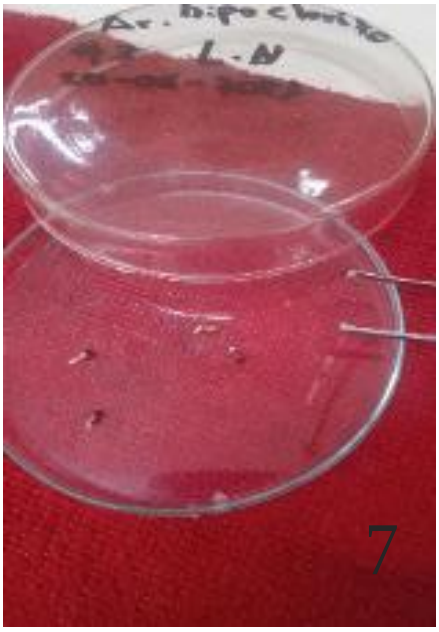
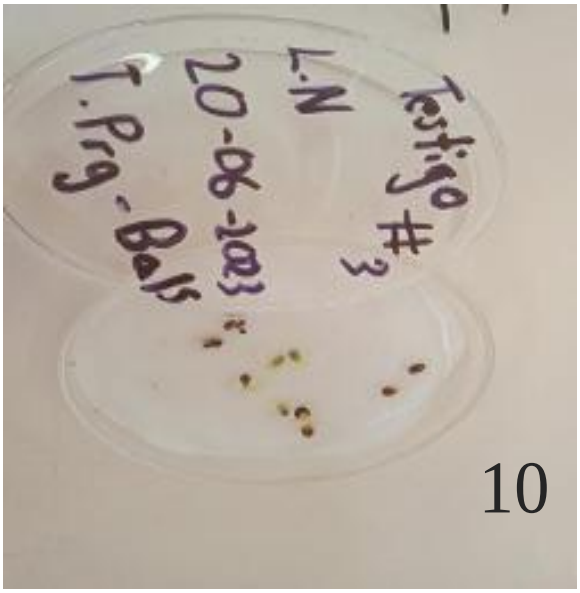


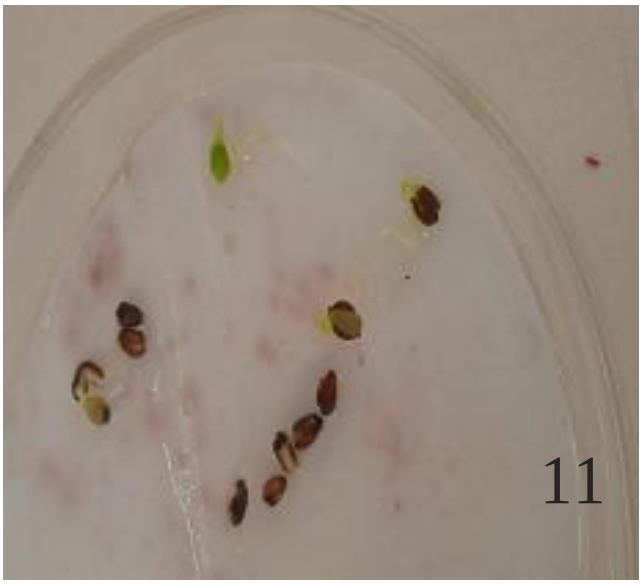


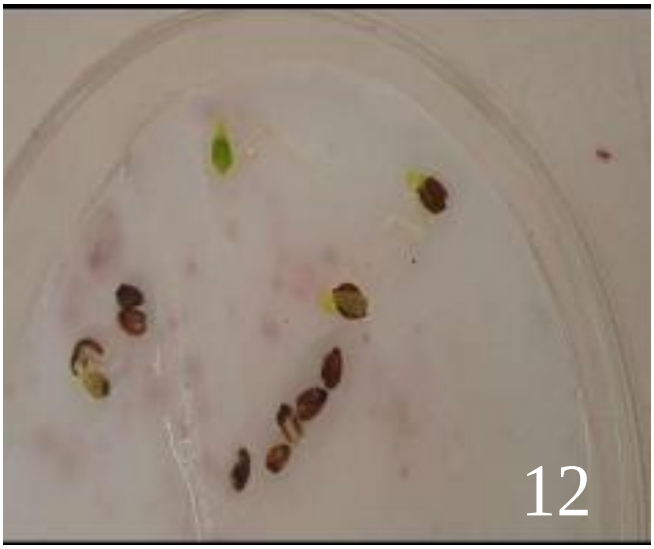


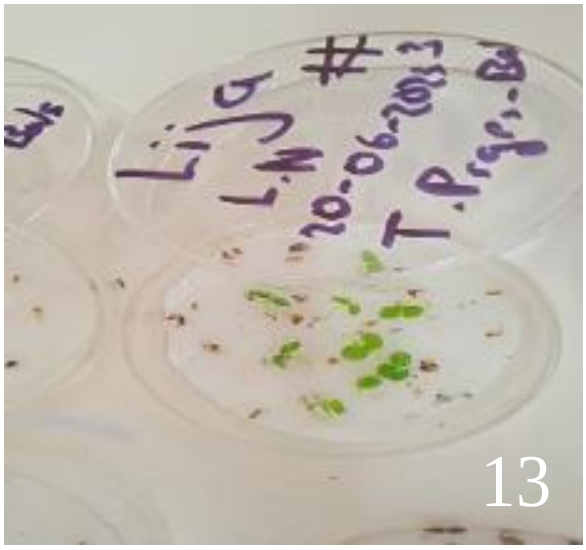
Imagen 10,11,12,13 Visualización de la radícula e hipocótilo



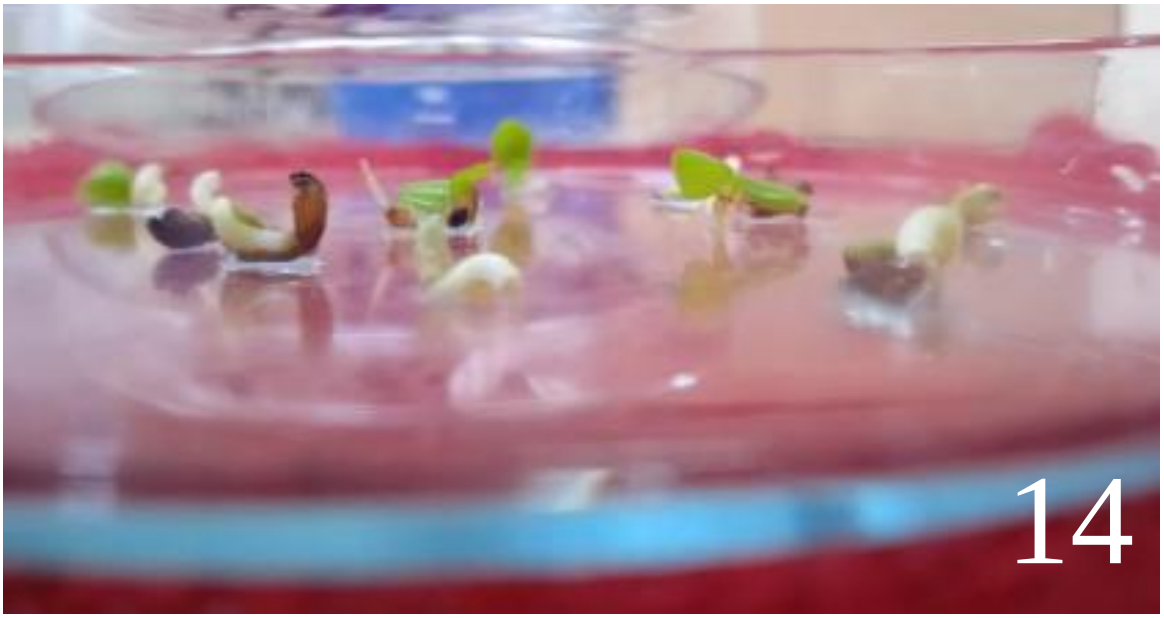
10


11


12



13



ANEXO 3.

Imagen 15,16,17. Medición de radícula e hipocótilo





16



17