

Optimización en Técnicas de Pre-germinación del Laurel de Cera

“Morella pubescens”

William Esneyder Albarracín Ortiz

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Forestal

Director

Julián Mauricio Botero

PhD. Ciencias Agrarias

Universidad Industrial de Santander

Instituto de proyección regional de educación a distancia IPRED

Ingeniería Forestal

Bucaramanga, Santander, Colombia

2021

Dedicatoria

A mi padre, mi madre, mi hija y mi hermano, pilares de mi vida y mi motivación, jamás habría logrado nada sin ellos. Mi sentimiento más profundo de gratitud a Dios y la vida, por darme la fuerza para luchar cada día y conseguir todos mis sueños.

Agradecimiento

A mi director de tesis Dr. Julián Mauricio Botero Ph.D en ciencias agrarias, por ser mi guía y brindarme la oportunidad de formar bajo su asesoría, grupo en la investigación del proyecto “Optimización de técnicas de pre-germinación del *Morella pubescens*”.

A mis queridos maestros Ing. Rubén e Ing. Diego Suescún por sus asesorías, acompañamiento e intervenciones para desarrollo de esta investigación y su excelencia como docentes de la Universidad Industrial de Santander.

A mi amigo Ing. Sergio Orduña, por su acompañamiento, asesoramiento, y tiempo dedicado a la investigación, además de ser un pilar de motivación y consejos para el desarrollo de la misma.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	12
1. Objetivos.....	14
1.1. Objetivo General.....	14
1.2. Objetivos específicos.....	14
2. Antecedentes.....	14
3. Marco Referencial.....	16
3.1. Marco Teórico.....	16
3.1.1. Fuentes de Producción de Semillas.....	16
3.1.2. Germinación y Propagación de Especies Nativas.....	17
3.1.3. Fuente Identificada.....	18
3.1.4. Ficha Técnica.....	18
3.2. Marco Conceptual.....	19
3.3. Marco Legal.....	21
3.3.1. Leyes.....	21
3.3.2. Decretos.....	23
3.3.3. Resoluciones.....	24
4. Metodología.....	24
4.1. Área de Estudio.....	24

4.2. Trabajo de Campo.....	25
4.2.1. Punto de Recolección de Semillas.....	26
4.2.2. Sustratos.....	27
4.2.3. Germinadores.....	28
4.2.4. Eliminación de la Cera.....	28
4.2.5. Tratamientos.....	29
4.3. Diseño experimental.....	29
4.4. Toma de datos.....	29
4.5. Procesamiento de datos.....	30
5. Resultados.....	30
6. Discusión.....	48
7. Conclusiones.....	50
8. Recomendaciones.....	51
Referencias Bibliográficas.....	52
Apéndices.....	55

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Porcentaje de Germinación en Sustratos.....	31
Tabla 2. Evaluación de Variables en los Tratamientos Pre-Germinativos.....	33
Tabla 3. Descripción de los Tratamientos Pre-germinativos.....	34
Tabla 4. Evaluación de las Variables en la Condición Adulto – Joven.....	36
Tabla 5. Evaluación de la Variables en Condición con Cera- Sin Cera.....	38
Tabla 6. Evaluación de Variables en la Combinación de Tratamientos.....	40
Tabla 7. Descripción de la Combinación de Tratamientos.....	41
Tabla 8. Reconocimiento de Sustrato en la Combinación más Eficiente.....	44

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Ubicación Finca Loquetos.....	24
Figura 2. Estructura en Guadua y Caña Brava.	25
Figura 3. Ubicación del Árbol Joven y Árbol Adulto.....	27
Figura 4. Método Mecánico – Eliminación de Cera de los Frutos.....	28
Figura 5. Porcentaje de Germinación en Sustratos, Altura y Número de Hojas.	32
Figura 6. Reconocimiento de Sustrato en la Combinación más Eficiente.	34
Figura 7. Porcentaje de Germinación, Mortandad y Supervivencia Respecto a la Madurez del Árbol Semillero.....	36
Figura 8. Porcentaje de Germinación, Mortandad y Supervivencia Según La Condición Física De La Semilla.....	38
Figura 9. Porcentaje de Germinación, Mortandad y Supervivencia según la Combinación de Tratamientos.	43
Figura 10. Gráfico de Germinación de la Combinación que más Resalto.	45
Figura 11. Gráfico de Mortandad de la Combinación que más Resalto.	45
Figura 12. Gráfico de Supervivencia de la Combinación que más Resalto.	46
Figura 13. Grafico del Comportamiento de las Variables de Germinación, Mortandad y Supervivencia, con todos los días que estuvo expuesta al Experimento la combinación que más resalto.	46

Figura 14. Grafico del Comportamiento de las Variables de Germinación, Mortandad y Supervivencia, a Partir del Día que Germino la Primera Semilla.47

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Fotografías de los Árboles Semilleros (Joven-Adulto).....	55
Apéndice B. Recolección de Semillas.....	56
Apéndice C. Eliminación de la Cera en las Semillas.....	62
Apéndice D. Mezcla para Desinfección de Sustratos.....	65
Apéndice E. Fotografías de estructura “Soporte”	66
Apéndice F. Germinadores y Sustratos.....	67
Apéndice G. Siembra y procesos de Germinación.....	69

Resumen

Título: Optimización en Técnicas De Pre-Germinación Del Laurel De Cera “*Morella pubescens*”*

Autor: William Esneyder Albarracín Ortiz**

Palabras Clave: Latencia, Restauración Ecológica, Recuperación Ecológica.

Descripción:

La conservación y el manejo de bosques naturales en la región andina es de vital importancia para el mantenimiento de la diversidad y los servicios ecosistémicos. Actualmente, estos ecosistemas se encuentran amenazados por procesos de cambio ambiental global, por lo que es necesario unificar esfuerzos de investigación para mejorar las estrategias y mecanismos de conservación. El presente estudio realizado en la finca “Los Loquetos” de la vereda Calichal en Málaga, Santander, analiza las posibles combinaciones entre tratamientos para árbol semillero (adulto-joven), condición de semilla (con cera- sin cera), tipo de sustrato (arena-suelo-lombrinaza) y tratamientos pre-germinativos (agua a temperatura ambiente por 24 horas- exposición del sol por 7 días- agua a temperatura de ebullición hasta el enfriamiento) en la especie *Morella pubescens*. Para esto, se implementaron cartones de huevos como germinadores con una muestra de 40 semillas por combinación de tratamientos, donde a cada una de éstas se le registró el porcentaje de germinación, mortandad y supervivencia respectivamente, además de su altura promedio y número de hojas promedio. Se encontró que el árbol semillero joven es el más destacado con un mayor porcentaje de germinación, menor porcentaje de mortandad y mayor porcentaje de supervivencia, de igual forma se comporta el sustrato suelo y el tratamiento pre-germinativo de agua a temperatura ambiente por 24 hr, quienes resaltan sobre los demás. Por otra parte, la semilla sin cera sobresale debido a que también obtiene los mejores valores para porcentaje de germinación y supervivencia. De esta forma se encuentra la combinación de mayor eficiencia, la cual presenta un porcentaje de germinación del 45%, porcentaje de mortandad del 21,5%, porcentaje de supervivencia del 35%, altura promedio de 4,11 cm y un promedio de hojas de 2,92.

Trabajo de grado

Instituto de Proyección Regional y a Distancia, director Julián Mauricio Botero, PhD. Ciencias Agrarias

Abstract

Title: Optimization in Pre-Germination Techniques of the Wax Laurel "*Morella pubescens*"*

Author: William Esneyder Albarracín Ortiz**

Key Words: Latency, Ecological Restoration, Ecological Recovery.

Description:

The conservation and management of natural forests in the Andean region is of vital importance for the maintenance of diversity and eco-systemic services. Currently, these ecosystems are threatened by processes of global environmental change, so it is necessary to unify research efforts to improve conservation strategies and mechanisms. The present study carried out at the “Los Loquetos” farm in the Calichal village in Málaga, Santander, analyzes the possible combinations between treatments for seed trees (adult-young), seed condition (with wax without wax), type of substrate (sand -soil-vermicompost) and pre-germination treatments (water at room temperature for 24 hours - sun exposure for 7 days - water at boiling temperature until cooling) for the *Morella pubescens* species. For this, egg cartons were implemented as germinators with a sample of 40 seeds per combination of treatments, where each of these was recorded the percentage of germination, mortality and survival respectively, in addition to their average height and average number of leaves. . It was found that the young seedling tree is the most prominent with a higher percentage of germination, lower percentage of mortality and higher percentage of survival, in the same way the soil substrate and the pre-germination treatment of water at room temperature for 24 hours be have , who stand out from the rest. On the other hand, the seed without wax stands out despite obtaining the highest values for mortality, because it also obtains the best values for germination percentage and survival respectively. In this way, the most effective combination is found, which presents a germination percentage of 45%, average mortality percentage of 21,05%, survival percentage of 35%, height of 4,11 centimeters and an average of leaves of 2,92.

Drege word

Instituto de Proyección Regional y a Distancia, director Julián Mauricio Botero, PhD. Ciencias Agrarias

Introducción

En el departamento de Santander, los estudios sobre la producción e importancia de las especies nativas, está enfocado en el saber tradicional campesino y la manera como interactúa con el bosque, bajo este escenario es necesario que la investigación apoye este valioso conocimiento con la finalidad de profundizar el estudio de la propagación de especies nativas con valor ecológico y social.

La pérdida de cobertura forestal debido a la expansión de la frontera agropecuaria, ha desencadenado problemas a nivel ecosistémico relacionados con la pérdida del hábitat para especies de fauna y flora, lo que ocasiona diversas dificultades en el adecuado funcionamiento del mismo. Las pequeñas masas de bosque, compiten con especies invasoras, que expelen micro-hábitats, evitan el avance de la regeneración natural, dan paso a la erosión en los suelos y permiten un mayor impacto ambiental correspondiente al cambio climático (San Vicente & Valencia, 2012).

Los bosques naturales cumplen funciones ecológicas y monetarias para las tierras que se encuentran a menor altitud, incluyen el sostenimiento de los caudales ecológicos, la producción del agua utilizada para la agricultura, la producción de alimentos y energía renovable (Liniger et al., 1998). Más del 50% de la población mundial, depende del agua de las zonas montañosas para consumo humano, agricultura y otros propósitos (Viviroli et al., 2003).

Para esto, los programas de conservación se focalizan preferentemente en las especies consideradas como recursos genéticos, dentro de un esquema económico, vale decir, especies con al menos un uso reconocido y que represente un valor actual y potencial (PEZOA, 2001), como el laurel de cera (*Morella pubescens*).

La presente investigación se desarrolló en la finca “Los Loquetos” del municipio de Málaga, Santander, propone identificar combinaciones entre fuente semillera (árbol joven-árbol adulto), estado de la semilla (con cera-sin cera), selección de sustrato (arena-suelo-lombrinaza) y diferentes tratamientos pre-germinativos. El estudio de *Morella pubescens* permite obtener el mejor comportamiento entre tratamientos y sus posibles combinaciones, de esta manera lograr optimizar el desarrollo del material vegetal.

Lo anterior, constituye la base estadística de las variables evaluadas, con la intención de obtener datos técnicos sobre sus procesos de germinación, mortandad, supervivencia, altura promedio y número de hojas promedio, logrando producir plantas de buena calidad y que a su vez, sean económicamente viables para el agricultor (Riascos, Santander, & Hoyos, 2001).

Según MacDonald (2006), incluso cuando se logren ambientes favorables y controlados, los limitantes respecto a la propagación sexual en semillas, son que entren en estado de latencia, la disminución de la viabilidad o su completa inactividad como estado fisiológico que impide la germinación. Puede ser por factores endógenos, donde las características del embrión desfavorecen la germinación, o factores exógenos que se podría definir como una capa de la semilla que limita la germinación.

En consecuencia, lo que se intenta es obtener información primaria de la especie de interés el *Morella pubescens*, cuyas propiedades ecológicas presentan un papel de suma importancia en la conservación del ecosistema alto-andino, de esta forma se fortalecerá el conocimiento sobre su germinación y comportamiento heredándolo a las nuevas generaciones, para que den valor y se apropien de la diversidad de la región andina.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Establecer la mejor combinación de tratamientos que logren un aumento en la germinación de la semilla de *Morella pubescens*.

1.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de los sustratos sobre los porcentajes de germinación, supervivencia, mortandad, altura promedio y número de hojas en semillas de *Morella pubescens*.

Determinar el efecto de tratamientos pre-germinativos sobre los porcentajes de germinación, supervivencia, mortandad, altura promedio y número de hojas en semillas de la especie en estudio.

Determinar el efecto de la madurez de los árboles semilleros sobre los porcentajes de germinación, supervivencia, mortandad, altura promedio y número de hojas en semillas de la especie en estudio.

Determinar el efecto de la remoción de la cera sobre los porcentajes de germinación, supervivencia, mortandad, altura promedio y número de hojas en semillas de la especie en estudio.

2. Antecedentes

“Optimización de técnicas para la pre-germinación del laurel de cera *Morella pubescens*”. Castro & Ayala (2011) en su estudio aplicaron tres métodos germinativos que fueron la eliminación de cera con solvente, eliminación de posibles inhibidores de germinación (cambios con agua del grifo) y el último inductores de germinación (hormonas). Los resultados que arrojó el estudio fue con el primer método el peróxido de hidrógeno y el éter de petróleo son los más recomendados, las condiciones experimentales del segundo método que fue un choque térmico influyeron negativamente en la germinación y, finalmente, el tercero reflejo altos niveles de germinación para el ácido giberelico y el ácido naftaleno en comparación con el testigo.

“Germinación y desempeño de las especies forestales nativas roble (*Quercus humboldtii* Bonpl) y laurel de cera (*Morella pubescens*) en el vivero forestal Los Robles de la universidad del Cauca” Paz y Paz (2012) evaluaron el desempeño en el laboratorio y en vivero de las especies roble y laurel de cera, les realizaron pruebas de pureza, contenido de humedad y viabilidad, luego de la etapa de crecimiento realizaron un diseño de bloques completamente al azar y se sometieron estas plantas a los siguientes tratamientos; tierra NPK(15-15-15), tierra- micorrizas y tierra, las variables medidas fueron altura, número de hojas área foliar y biomasa radicular. Los resultados que obtuvieron que las semillas obtenidas del Tablón tuvieron resultados superiores en todas las variables para la especie *Quercus humboldtii*, mientras que para el *Morella pubescens* la fuente Coconuco presentó un comportamiento sobresaliente de germinación, el tratamiento con mejor resultado fue el de tierra con lombricompost en el *M. pubescens* en las variables altura y número de hojas, respectivamente.

“Evaluación de cuatro sistemas de producción de plántulas de laurel de cera (*Myrica pubescens* h&li ex wild) bajo condiciones de vivero”. Riasco, Santander & Hoyos (2001),

evaluaron cuatro sistemas de producción, el primero fue siembra al voleo en germinador (T1), siembra en surcos en germinador (T2), siembra directa en bolsa (T3) y, finalmente, la siembra directa en germinadores T4. El diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones cuatro tratamientos, las variables que evaluaron fueron: germinación, número de hojas, altura y grosor del tallo. Los resultados que obtuvieron fue que el T1 y T3 obtuvieron los mejores comportamientos en cuanto a altura, número de hojas y grosor del tallo, respectivamente.

“Ecología de germinación de *Morella sp*, enfocada a la propagación y restauración de ecosistemas” Inga (2017) realizó una identificación de imbibición y germinación de esta especie sometida a proceso de escarificación controlada, analizó los datos de imbibición en una ANOVA y los datos de germinación con un análisis de supervivencia (Kaplar Meier). Los resultados que obtuvo un 66% de germinación de la semilla fresca con endocarpo y un 32,66% de germinación de la semilla libre.

3. Marco Referencial

3.1. Marco Teórico

3.1.1. Fuentes de Producción de Semillas

La apariencia externa de los individuos está dada por su fenotipo, y es la primera guía del silvicultor para la recolección de la semilla; pero el fenotipo está definido por componentes como el genotipo y el ambiente, cualquiera de los dos puede ser igual o de mayor importancia en la apariencia externa resultante.

Es conveniente seleccionar árboles maduros que presenten señales de haber producido semilla en el pasado, la producción de semilla debe ser abundante, para iniciar la recolección es necesario seleccionar individuos teniendo en cuenta aspectos como el tamaño, deberán ser árboles dominantes, es decir, que sobresalga la copa con relación a los árboles de su alrededor, que sean de su misma especie, con un volumen superior al promedio, presentando características deseables como vigor, tamaño, distribución de la copa, forma y localización de las ramas (CATIE, 1995; Vásquez, 2001).

3.1.2. Germinación y Propagación de Especies Nativas

La semilla es la unidad de reproducción sexual de las plantas, gracias a ésta, las plantas perduran generación tras generación, por esta razón en todo cultivo se debe tener en cuenta la calidad de la semilla, para así asegurar unas plántulas vigorosas y alcanzar el máximo rendimiento.

Por tal razón, los respectivos estudios encaminados a la estimulación germinación, la prolongación de la germinación y posterior conservación son de gran interés científico (Doria, 2010). Para la germinación de las semillas de debe tener en cuenta la síntesis de proteica, movilización de reserva que son los cambios metabólicos, la mayoría de semillas de varias especies no son capaces de germinar debido a que si pasa el tiempo estas semillas entran en latencia y son incapaces germinar. Por esta razón, se debe tener en cuenta tres fases; la primera fase es la absorción del agua por imbibición, segunda fase inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de las reservas alimentarias y, finalmente, el crecimiento y división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plúmula Doria, (2010).

3.1.3. Fuente Identificada

En la categoría de fuente identificada se encuentran principalmente las parcelas experimentales (pruebas de procedencia y/o progenie con un número reducido de árboles); plantaciones piloto o demostrativas de poca extensión y las especies del bosque natural que por su naturaleza ocurren en baja densidad (30 árboles) o no alcanzan el número mínimo de árboles deseables por hectárea; para un importante número de especies esta es la única opción dado que no hay desarrollo en investigación, o en la identificación, selección y manejo de fuentes semilleras (FAO, 2003; Trujillo, 2008).

3.1.4. Ficha Técnica

Laurel de cera (*Morella pubescens*)

MYRICACEAE

El laurel de cera es una especie que se adapta entre los 1700 m s.n.m a los 3900 m s.n.m a temperaturas medias de 12 a 18°C, con lluvias anuales entre 500 y 2000 mm. Es resistente a heladas y vientos fuertes, también es exigente en luz. El laurel de cera es poco tolerante a sequías prolongadas y a la alta contaminación, especialmente la vehicular (Trujillo, 2015).

El árbol de *Morella pubescens* es utilizado para la protección de cuencas hidrográficas y recuperación de suelos ya que sus raíces aportan nitrógeno, elemento primordial en el desarrollo de las plantas. Contribuir a la cadena de comercialización de la cera de laurel de cera, no solo es aportar al desarrollo humano sostenible de los pequeños productores dedicados a esta labor, sino a la misión de mitigar el cambio climático, pues su fomento implica la siembra de nuevas áreas de árboles de *Morella pubescens* que garantiza un verdadero proceso de protección y conservación

de los recursos naturales y el medio ambiente para mejorar la calidad de vida de las comunidades (Cabrera, 2011).

3.1.4.1. La Cera

La cera de *Morella pubescens* posee un color verde amarillento, su olor y sabor es característico de la planta, su textura suave ligeramente porosa y posee una consistencia blanda, fácilmente rayable (Hoyos, 1995).

3.1.4.2. Usos Potenciales

La Cera de *Morella pubescens* puede ser utilizada como base para preparar cosméticos y cremas para diferentes propósitos, ya que sus propiedades de formación, su escaso olor y su punto de fusión similar al temperatura del cuerpo humano lo convierten en un ingrediente potencial para la formulación y producción de productos para el cuerpo, cabello, labios entre otros productos (Hoyos, 1995).

3.2. Marco Conceptual

Latencia Física: Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la cubierta seminal o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión está encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aún con temperaturas elevadas.

Latencia Mecánica: En ésta categoría las cubiertas de las semillas son demasiados duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente éste factor no es la única causa de la latencia, ya en la mayoría de los casos se combina con otros tipos para retardar la germinación.

Latencia Química: Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas.

Latencia Morfológica o Endógena: Se presenta en aquellas familias de plantas, cuyas semillas, de manera característica en el embrión, no se han desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el crecimiento del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo. Dentro de ésta categoría hay dos grupos:

Embriones Rudimentarios: Se presenta en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un pro embrión embebido en un endospermo, al momento de la maduración del fruto. También en el endospermo existen inhibidores químicos de la germinación, que se vuelven en particular activos con altas temperaturas.

Embriones No Desarrollados: Algunas semillas, en la madurez del fruto tienen embriones poco desarrollados, con forma de torpedos, que pueden alcanzar un tamaño de hasta la mitad de la cavidad de la semilla. El crecimiento posterior del embrión se efectúa antes de la germinación. c) Latencia Interna: en muchas especies la latencia es controlada internamente en el interior de los tejidos. En el control interno de la germinación están implicados dos fenómenos separados. El primero es el control ejercido por la semi-permeabilidad de las cubiertas de las semillas, y el segundo es un letargo presente en el embrión que se supera con exposición a enfriamiento en húmedo.

Latencia Fisiológica: Corresponde a aquella en que la germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibitor.

Interno Intermedio: Esta latencia es inducida principalmente por las cubiertas de las semillas y los tejidos de almacenamiento circundante. Este es característico de las coníferas.

Restauración Ecológica: Restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema pre-disturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema auto-sostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general, así como de la mayoría de sus bienes y servicios.

Rehabilitación Ecológica: Llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema pre-disturbio, éste debe ser auto-sostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos, pero no en la misma magnitud que la restauración ecológica.

Recuperación Ecológica: Recuperar algunos servicios eco-sistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son auto-sostenibles y no se parecen al sistema pre-disturbio.

3.3. Marco Legal

La protección de los ecosistemas altoandinos desde las políticas y leyes impartidas por las instituciones encargadas a nivel internacional, nacional y local, en los últimos años se ha podido evidenciar la fortaleza de los términos de protección para la protección, conservación y restauración de este socio ecosistema.

3.3.1. Leyes

Ley 99 de 1993 – Artículo 1: Principios Generales Ambientales

Las zonas de páramos, sub-páramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial. En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso. La formulación de las políticas ambientales tendrá cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente. (Ley 99,1993, art. 1) (Ley 99, 1993).

Ley 812 de 2003 – Artículo 89

En la elaboración y presentación del programa se debe precisar que las zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridos o protegidos con carácter prioritario por las autoridades ambientales, entidades territoriales y entidades administrativas de la jurisdicción correspondiente, las cuales realizarán los estudios necesarios para establecer su verdadera capacidad de oferta de bienes y servicios ambientales, para iniciar un proceso de recuperación, protección y conservación. (Ley 1450, 2011).

Ley 1931 de 2018:

Por la cual se establecen las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, se definen las competencias de la nación, departamentos, municipios, distritos, áreas metropolitanas y autoridades ambientales en las acciones de mitigación de GEI y adaptación al cambio climático con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país. (Ley 1931, 2018).

3.3.2. Decretos

Decreto 2372 de 2010– artículo 29: Ecosistemas Estratégicos Las zonas de páramos, sub-páramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos como áreas de especial importancia ecológica gozan de protección especial, por lo que las autoridades ambientales deberán adelantar las acciones tendientes a su conservación y manejo, las que podrán incluir su designación como áreas protegidas bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el presente decreto. (Decreto 2372, 2010).

Decreto no. 1059 del 7 de junio de 1993: Por el cual se crea el comité coordinador para la formulación de la estrategia nacional de biodiversidad

Decreto no. 2787 del 21 de octubre de 1980: Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974.

Decreto 1608 del 31 de julio de 1978: Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.

Decreto no. 082 del 20 de enero de 1976: Por el cual se reglamentan los artículos 56 y 216 del Decreto - Ley 2811 de 1974 (código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente).

Decreto 877 del 10 de mayo de 1976: Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.

Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Decreto no. 2278 del 1 de septiembre de 1953: Por el cual se dictan medidas sobre cuestiones forestales.

3.3.3. Resoluciones

Resolución no. 0316 del 7 de marzo de 1974: Por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables.

Resolución 0769 de 2002: “Por la cual se dictan disposiciones para contribuir a la protección, conservación y sostenibilidad del medio ambiente”. (Resolución 0769, 2002)

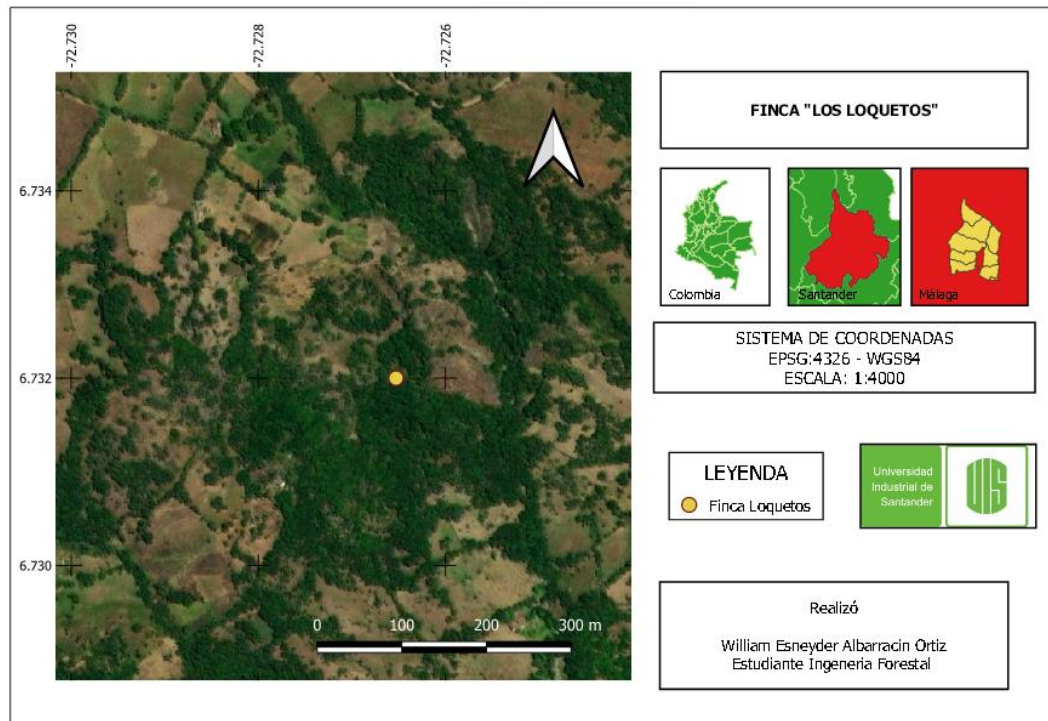
4. Metodología

4.1. Área de Estudio

El estudio se realizó en la finca “Los Loquetos” con una extensión de 1 ha. Ubicada en la vereda Calichal, del municipio de Málaga, Santander, Colombia. Ubicada a 2200m s.n.m, con temperatura promedio de 19° C. Geográficamente, el punto de investigación se encuentra en las coordenadas N 6°43'45,2" y W 72°43'35,5" (Figura 1).

Figura 1.

Ubicación finca Los Loquetos.



4.2. Trabajo de Campo

Montaje de soporte para germinadores

La estructura que se elaboró para la presente investigación fue a base de caña brava (*Arundo donax*) y guadua (*Guadua angustifolia*); estructuras sencillas que permiten sostener los germinadores a una altura cómoda para realizar los riegos correspondientes cada día, las dimensiones fueron 2 m de largo y 90 cm de ancho, la estructura se compone de dos pisos, el primero a 50 cm y el segundo a 140 cm, ver (Figura 2).

Figura 2.

Estructura en guadua y caña brava.



4.2.1. Punto de Recolección de Semillas

Las semillas fueron recolectadas en el municipio de Málaga Santander, en la vereda Buena Vista, a 2913 m s.n.m, con una temperatura promedio de 12°C. Geográficamente, los árboles semilleros se encuentran ubicados de la siguiente forma: el árbol de condición “joven” en las coordenadas N 6°41'11,6", W 72°45'52,3" y para el árbol de condición “adulto” las coordenadas N 6°41'10,7", W 72°45'52,8" (Figura 3).

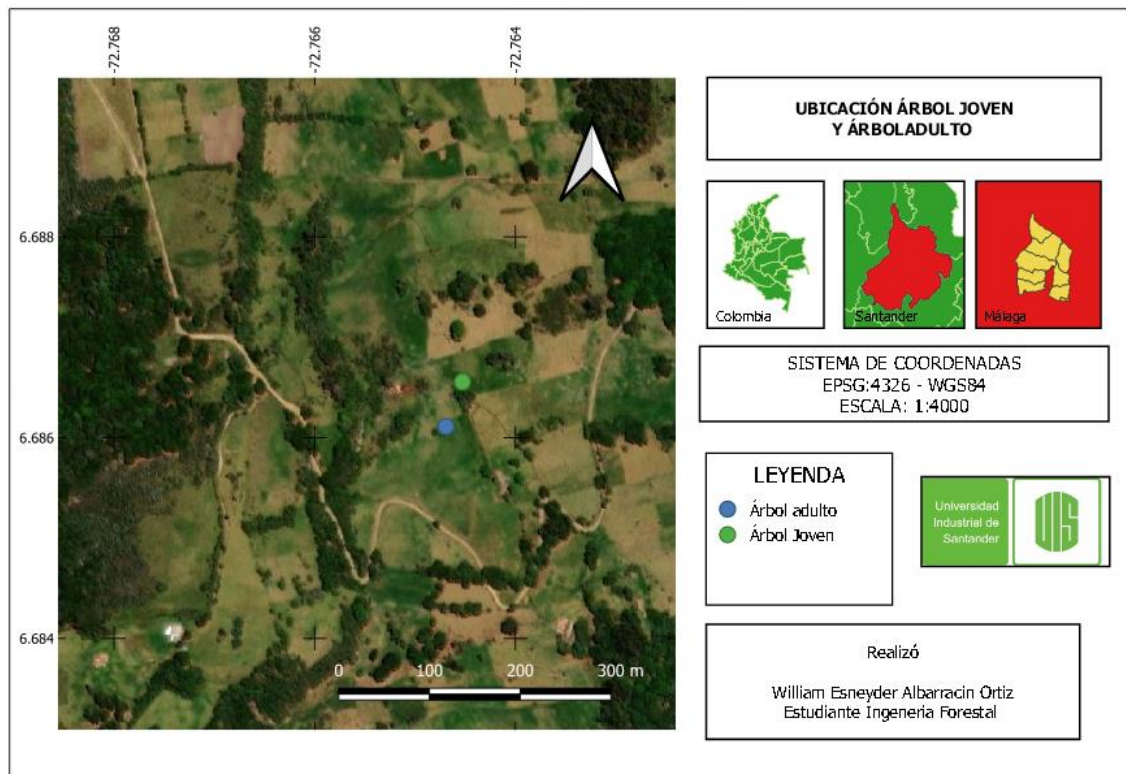
Los árboles fueron analizados previamente para tener certeza de los individuos con mejores condiciones. El árbol seleccionado en condición de “adulto”, cuenta con una altura de 9 ms, y se observa en buena condición. El árbol seleccionado de condición “joven”, cuenta con una altura de 2,15 ms y se encuentra en excelente condición.

La recolección de la semilla se realizó con tijeras podadoras, las semillas se guardaron en bolsas herméticas selladas, tratadas con precaución para que no se dañaran, como la siembra se

realizó al otro día; ese tiempo de reposo se mantuvieron a una temperatura menor a 10°C y mayor al punto de congelación.

Figura 3.

Ubicación del árbol joven y árbol adulto.



4.2.2. Sustratos

Para el estudio se establecieron tres sustratos, el primer sustrato fue arena recolectada a de borde río, el segundo sustrato fue suelo recolectado en el área de los árboles semilleros, y por último, lombrinaza expuesta a una maduración de alrededor de seis meses. Inicialmente se procede a hacerle una limpieza de impurezas a cada sustrato, posteriormente la desinfección de estos sustratos se hace con oxiclورو de cobre, se mezcló con agua de acuerdo a las indicaciones de

proporción “2gr por litro de agua”. Los sustratos se dejaron durante cinco días hasta que se secan; se realizó el mismo procedimiento en todos los sustratos.

4.2.3. Germinadores

Se implementaron cartones de huevos como germinadores ya que mantienen la humedad, son de material orgánico y tiene cavidades que permiten sembrar de una manera ordenada cada semilla, logrando así un mejor control estadístico.

4.2.4. Eliminación de la Cera

Después de probar con varios métodos para la eliminación de la cera de los frutos de *Morella pubescens*, se definió que la mejor forma es por método mecánico de abrasión con un cepillo de cerdas duras, colocando las semillas en un recipiente de textura rugosa que ayuda a remover mejor, o con ayuda de los dedos frotarlas contra una lija (Figura 4).

Figura 4.

Método Mecánico – Eliminación de Cera.



4.2.5. Tratamientos

Se aplicaron tres tratamientos pre-germinativos a las semillas. En el tratamiento uno la semilla se sumergió en agua a temperatura ambiente por 24 hr, en el tratamiento dos las semillas fueron sometidas a la luz solar durante 7 días y en el tratamiento tres se sumergieron en agua a punto de ebullición por tres min (Galán-Larrea et al., 2000).

4.3. Diseño experimental

Para el diseño experimental se utilizaron 36 combinaciones: dos estados de madurez de los árboles semilleros, semillas con cubierta cerosa y semillas con remoción de la cubierta cerosa, tres tratamientos pre-germinativos y tres diferentes sustratos. Para lo cual, se evaluaron los tratamientos en forma individual y combinados. Cada unidad experimental consistió en dos germinadores con 20 semillas cada uno para un total de 40 semillas por unidad y 1440 semillas totales. Se manejó un diseño de bloques completo al azar, que busque obtener homogeneidad dentro de cada bloque y heterogeneidad entre bloques.

4.4. Toma de datos

Se realizó diariamente posterior al día de siembra; primero se tomaron los datos diarios de la cantidad de semillas que germinaba o que con el transcurso de los días iba muriendo, posteriormente al finalizar la prueba, se recolectaron los datos acerca de las semillas que sobrevivieron en cada combinación, seguidamente a las sobrevivientes se les tomaron los datos de las variables altura promedio y número de hojas promedio.

4.5. Procesamiento de datos

A continuación, se tabularon los datos recolectados en tablas en el programa Microsoft Excel, posteriormente mediante el sistema SAS, se calcularon los promedios de porcentajes de germinación, los promedios de porcentajes de mortalidad, los promedios de porcentajes de supervivencia, la media en centímetros para la altura de los individuos y el número de hojas promedio. Se realizó un análisis de varianza ANOVA, en donde se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) se utilizó el test de rangos múltiples de Duncan para la comparación de medias.

5. Resultados

Los resultados presentados contienen abreviaciones descritas de la siguiente forma: germ= germinación, mort= mortandad, superv= supervivencia, Hprom= altura promedio, Nhojas= número de hojas.

Evaluación de variables en sustratos.

El sustrato con mayor porcentaje de germinación fue el suelo con 9,37%, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para la germinación en los tres sustratos; el sustrato de arena tuvo el mayor valor de muertes de individuos con un valor de 53,40% obteniendo diferencias significativas en comparación con los otros dos sustratos ([Tabla 1](#)).

Respecto a la supervivencia con los sustratos, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el suelo con los demás. El sustrato más efectivo fue el suelo con un valor de 9,58% en comparación con el sustrato arena que obtuvo un valor de 0,83% como se muestra en (Tabla 1).

Concerniente a la altura alcanzada por los individuos de la prueba, el sustrato “suelo” es el más representativo, con valores medios de 2,59 cm, en sus 24 días de medición, a partir de la germinación de las semillas y presentando similitud sin diferencia significativa ($p > 0,05$) con el sustrato “lombrinaza” con un valor medio de 1,88 cm. Por otra parte, el sustrato “arena” es el menos representativo, con un valor medio de 0,56 cm el cual a su vez representa diferencias significativas ($p < 0,05$) con los demás tratamientos, ver (Tabla 1).

El número de hojas presenta en las variantes una diferencia significativa entre los dos mejores sustratos “suelo y lombrinaza” con sus valores de 1,97 y 1,25 con el sustrato “arena”. Por otra parte, el sustrato “arena” obtiene un valor mínimo de 0,33 (Tabla 1).

Tabla 1.

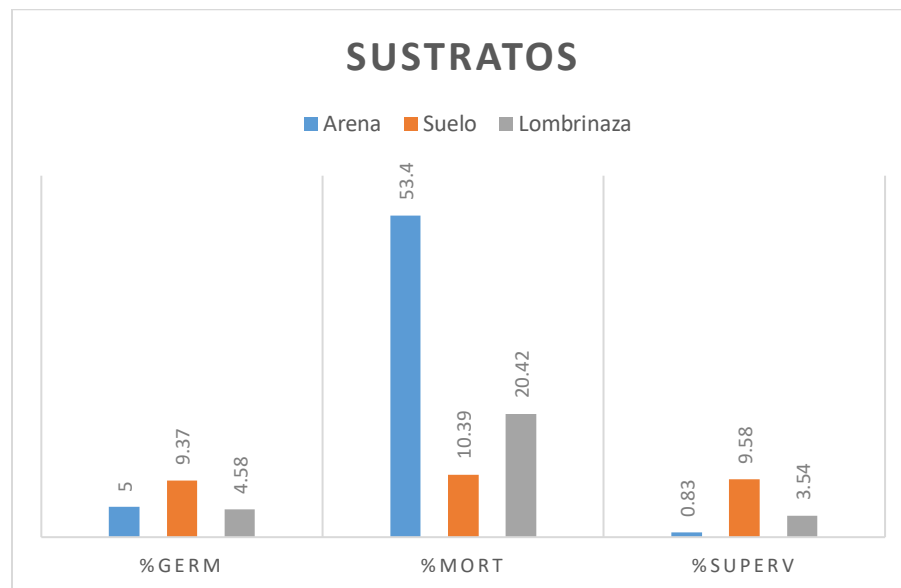
Evaluación de variables en sustratos

TRATAMIENTO	%germ	%mort	%Superv	H prom(cm)	N hojas
Arena	5,00% ^A	53,40% ^A	0,83% ^B	0,56 ^B	0,33 ^B
Suelo	9,37% ^A	10,39% ^B	9,58% ^A	2,59 ^A	1,97 ^A
Lombrinaza	4,58% ^A	20,42% ^B	3,54% ^B	1,88 ^A	1,25 ^A

En la (Figura 5), se evidencia que el tratamiento “suelo” es el más óptimo de la investigación, mostrando cualidades que resaltan sobre los demás tratamientos, dado que ha sido el más representante en cuanto mayor porcentaje de germinación, menor porcentaje de mortalidad y valor mayor en supervivencia.

Figura 5.

Porcentaje de germinación, mortandad y supervivencia en sustratos



El sustrato “suelo” a lo largo de los días que estuvo a prueba, presentó buenos rasgos cualidades que sobresalían sobre los demás; mantiene muy bien la humedad, lo que permite que la semilla siempre este expuesta a la absorción de agua que a su vez aumentará sus posibilidades de germinación.

Evaluación de Variables en los Tratamientos Pre-Germinativos.

Como se observa en la ([Tabla 2](#)), se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) del tratamiento “T1” respecto a los otros tratamientos. El tratamiento “T1” obtiene los mayores valores con una

germinación media del 13,33%, lo que lo hace superior a los demás, por otra parte, el tratamiento “T3” obtiene los valores más bajos con una media de germinación del 3,95%.

Con respecto a la mortandad, no se encuentran diferencias significativas ($p > 0,05$). El tratamiento “T3” obtiene los mayores valores de muertes con una media del 39,86%, seguido por el tratamiento “T1” con valores de 31,84%. Por otra parte, el tratamiento “T2” es el que menos sufre pérdidas con una media de 12,50%.

Para la supervivencia, el tratamiento “T1” obtiene una media superior a los otros tratamientos 10,41%, quien a su vez presenta diferencias significativas ($p < 0,05$). Los tratamientos “T2 y T3” se relacionan con un comportamiento similar y con valores de supervivencia media de 1,25% y 2,29% respectivamente.

El tratamiento “T1” contempla diferencias significativas ($p < 0,05$) con los demás tratamientos, obteniendo la media más alta para la altura promedio con valores de 2,76 cms. El tratamiento “T3” es el menos representativo con una media de 1,01 cms.

Para el número de hojas promedio no se encuentran diferencias significativas ($p > 0,05$). El tratamiento “T1” obtiene los valores más altos con una media de 1,65. Por otra parte el tratamiento “T3” con una media de 0,81 obtiene los menores valores de la [Tabla 2](#).

Tabla 2.

Evaluación de Variables en los Tratamientos Pre-Germinativos.

Tratamiento	%germ	%mort	%superv	H prom(cm)	N hojas
T1	13,33 ^A	31,84 ^A	10,41 ^A	2,76 ^A	1,65 ^A
T2	1,66 ^B	12,50 ^A	1,25 ^B	1,25 ^B	1,08 ^A

T3	3,95 ^B	39,86 ^A	2,29 ^B	1,01 ^B	0,81 ^A
-----------	-------------------	--------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Tabla 3.

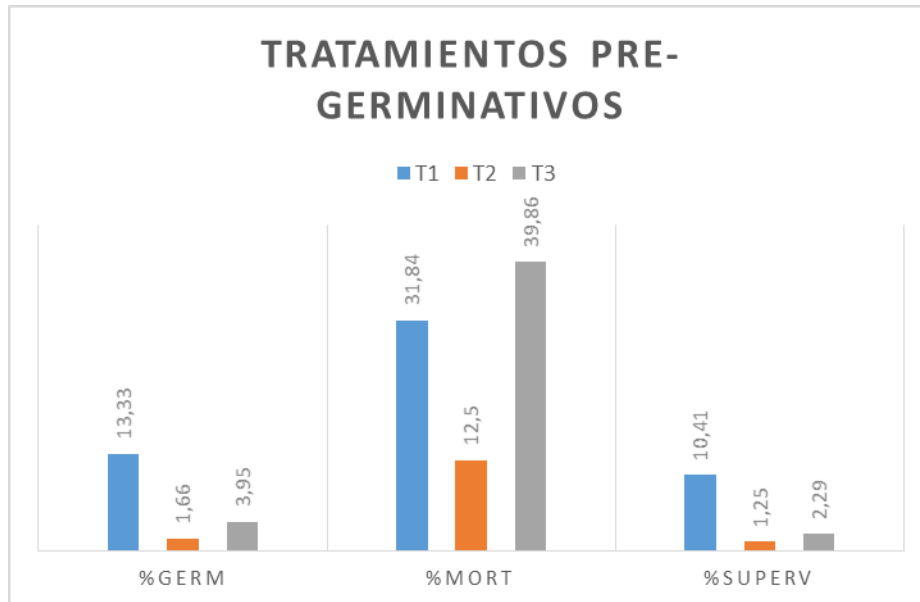
Descripción de los tratamientos pre-germinativos

Tratamiento	Descripción
T1	Semillas sumergidas en agua a temperatura ambiente por 24 horas
T2	Semillas expuesta a la luz solar por 7 días
T3	Semillas sumergidas en agua a temperatura de ebullición

En general, el mejor tratamiento en esta prueba es el “T2” en donde se observa que es el que presenta mayor porcentaje de germinación, menor porcentaje de mortandad y mayor porcentaje de supervivencia. El tratamiento “T3” obtiene valores contrarios, lo que quiere decir que su germinación es menor y la supervivencia también es baja, ver ([Figura 6](#)).

Figura 6.

Porcentaje de Germinación, Mortandad y Supervivencia Respecto a los Tratamientos Pre-germinativos



Evaluación de las variables en la condición adulto – joven.

Como se observa en la (Tabla 4), el árbol joven obtuvo la germinación más alta con un valor medio de 6.80%, no se presentan diferencias significativas ($p > 0,05$) con el tratamiento de árbol “adulto”, que obtuvo un valor medio de 5,83%.

La mortalidad tampoco presenta diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento de árbol “adulto”, obtiene el mayor porcentaje de mortalidad, con valor de 28,99%.

Con respecto a la supervivencia de los individuos, el tratamiento de árbol “joven” con valores medios de 4,72%, es el más representativo, pero no presenta diferencias significativas con el tratamiento árbol “adulto” quien logro una media en supervivencia de 4,58% lo que significa que se comportaron de manera similar.

En los valores arrojados por Duncan en altura promedio, no se encuentran diferencias significativas ($p>0,05$) entre joven y adulto. Los tratamientos árbol “joven y adulto” se relacionan entre sí, con valores similares en la (Tabla 4). El tratamiento de árbol “joven” es el más relevante con valores de 1,70 cms. Por otra parte, el tratamiento de árbol “adulto” obtiene en su altura promedio valores de 1,65 cms.

Para el número de hojas no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento árbol “joven” registra un valor de 1.33, siendo el valor más alto. Por otra parte, el tratamiento árbol “adulto” obtiene un valor mínimo de 1.03.

Tabla 4.

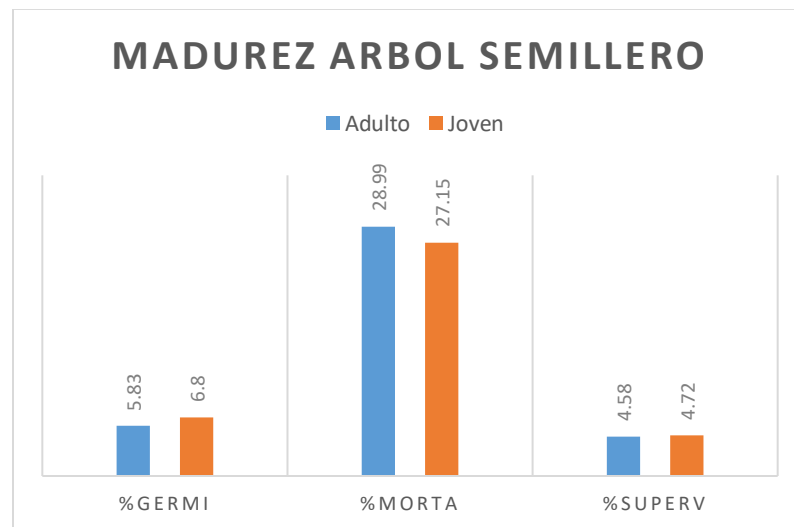
Evaluación de las variables en la condición adulto – joven.

Tratamiento	%germ	%mort	%superv	H prom(cm)	N hojas
Adulto	5,83 ^A	28,99 ^A	4,58 ^A	1,65 ^A	1,03 ^A
Joven	6,80 ^A	27,15 ^A	4,72 ^A	1,70 ^A	1,33 ^A

En la (Figura 7) se evidencia que el árbol semillero óptimo es el de condición “joven”, mostrando cualidades que superan el tratamiento con árbol de condición “adulto”. El árbol semillero de condición “joven” mostro mayor porcentaje de germinación, menor porcentaje de mortandad y mayor porcentaje de supervivencia para los individuos de la prueba.

Figura 7.

Porcentaje de Germinación, Mortandad y Supervivencia Respecto a la Madurez del Árbol Semillero.



Evaluación de las variables en condición con cera- sin cera.

Se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las condiciones con cera y sin cera. La condición sin cera obtuvo los valores más altos en cuanto a la germinación con un porcentaje promedio de 9,58% el cual se encuentra por encima del valor de la condición con cera que es de 3,05%, esto se debe a que la cubierta cerosa impide que la semilla absorba agua y gases, ver ([Tabla 5](#)).

En su mortandad no hay diferencias significativas ($p > 0,05$), entre los tratamientos se comportan de manera similar y obtienen valores similares. El tratamiento "sin cera" obtiene los mayores valores de mortandad con un porcentaje medio de 32,94%. El tratamiento "con cera" por su parte obtiene el valor mínimo, con un porcentaje medio de 23,20%, ver ([Tabla 5](#)).

No se encuentran diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos correspondientes a la supervivencia, se comportan de manera similar y obtienen valores cercanos.

El tratamiento “sin cera” con valores de 5,97% es el más efectivo, El tratamiento “con cera” obtiene los valores más bajos con un porcentaje de supervivencia de 3,33%.

Para la altura promedio alcanzada por los individuos, no se encuentran diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos, se comportan de manera similar y obtienen valores cercanos. El tratamiento “sin cera” con valores de 2,02 cm es el más efectivo, ver ([Tabla 5](#)).

No hay diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos al evaluar el número de hojas, se comportan de manera similar y obtienen valores cercanos. El tratamiento “sin cera” obtiene valores de 1,44 siendo el más destacado de su grupo. Por otra parte, el tratamiento “con cera” obtiene valores de 0,93.

Tabla 5.

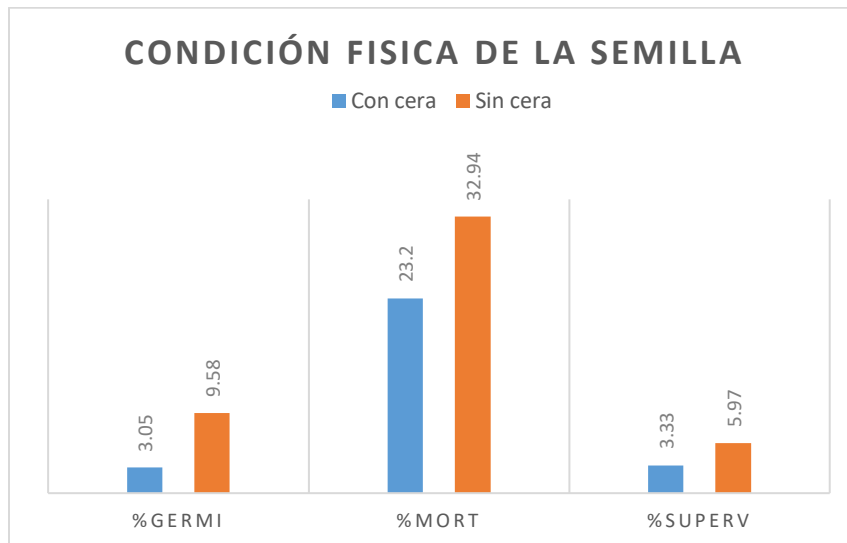
Evaluación de las variables en condición con cera- sin cera.

Tratamiento	%germ	%mort	%Superv	H prom(cm)	N hojas
Con cera	3,05 ^B	23,20 ^A	3,33 ^A	1,33 ^A	0,93 ^A
Sin cera	9,58 ^A	32,94 ^A	5,97 ^A	2,02 ^A	1,94 ^A

En la ([Figura 8](#)) se observa que el tratamiento “sin cera”, a pesar de obtener el mayor valor en su porcentaje de mortandad, sobresale por encima del tratamiento “con cera” debido a que sus valores en términos de germinación y supervivencia son significativamente más altos.

Figura 8.

Porcentaje de germinación, mortandad y supervivencia según la condición física de la semilla.



Evaluación de variables en la combinación de tratamientos.

En la (Tabla 6) se observa que los tratamientos T4 y T2 se relacionan en su comportamiento referente a la germinación y no contempla diferencias significativas ($p > 0,05$), diferente a los demás tratamientos. T4 y T2 son tratamientos realizados sin cubierta de cera, lo que permite deducir que dicha cera interfiere en el proceso de germinación. Por otra parte, T4 y T2 son tratamientos idénticos "agua a temperatura ambiente por 24 horas". T4 fue el tratamiento más efectivo para la germinación con una media de 21,66% de semillas germinadas. T7, T9 y T11 fueron los tratamientos con menos efectividad en la germinación, formando un grupo que obtuvo el mismo valor medio de 0,83%.

En este grupo de mortandad los tratamientos T7 y T8 contempla diferencias significativas ($p < 0.05$) a todos los demás, debido a que desde su germinación fue casi nula para los dos tratamientos, por tanto, no registra mortandad. Los demás tratamientos "T1, T2, T3, T4, T5, T6, T9, T10, T11 y T12" fueron tratamientos que sufrieron grandes pérdidas, por tanto, se muestra un

comportamiento más agreste que los hace similares entre ellos ($p>0,05$). El tratamiento T12 fue el más afectado con un total del 75% de mortandad.

Para este grupo Duncan de supervivencia, se obtienen diferencias significativas ($p<0,05$) entre los tratamientos “T4, T1, T2, T3, T10, T12 y T8” contra los demás, mostrando mayores porcentajes de supervivencia. Los tratamientos “T5, T6, T7, T11 y T9” muestran medias muy bajas, en “T9 y T11” llega a valores de cero. El tratamiento más efectivo de acuerdo a los resultados fue el T4 con una media del 14,17%, quedando por encima a los demás.

Se resalta la diferencia significativa ($p<0,05$) del tratamiento T3 frente a los demás con una altura media de 3,56cm. No se observan diferencias significativas ($p>0,05$) entre los demás tratamientos como grupo. En el tratamiento “T9 y T11” se observan medias de 0.0 debido a que no hubo supervivencia de individuos.

Con respecto al número de hojas los tratamientos “T3 y T10” sobresalieron por encima de los demás, con una media de 2,2667 y 2,1667 respectivamente, encontrando diferencias significativas ($p<0,05$) con los otros tratamientos. En los tratamientos T9 y T11 se encuentran valores medios de cero, debido a que no hubo supervivencia de individuos en algunos tratamientos.

Tabla 6.

Evaluación de variables en la combinación de tratamientos.

Tratamiento	%germ	%mort	%Superv	H prom(cm)	N hojas
T1	4,16 ^C	33,33 ^{BA}	10,00 ^{BA}	2,48 ^{BAC}	1,33
T2	17,50 ^{BA}	39,48 ^{BA}	9,16 ^{BA}	2,43 ^{BAC}	1,38

T3	10,00 ^{BC}	5,87 ^{BA}	8,33 ^{BA}	3,56 ^A	2,26 ^A
T4	21,66 ^A	48,68 ^{BA}	14,17 ^A	2,56 ^{BA}	1,64 ^{BA}
T5	1,66 ^{BC}	33,33 ^{BA}	0,83 ^B	1,06 ^{BC}	0,66 ^{BA}
T6	1,66 ^C	16,67 ^{BA}	0,83 ^B	0,93 ^{BC}	0,66 ^{BA}
T7	0,83 ^C	0,00 ^B	0,83 ^B	0,86 ^{BC}	1,33 ^{BA}
T8	2,50 ^C	0,00 ^B	2,50 ^{BA}	2,16 ^{BAC}	1,66 ^{BA}
T9	0,83 ^C	33,33 ^{BA}	0,00 ^B	0,00 ^C	0,00 ^B
T10	9,16 ^C	17,78 ^{BA}	6,66 ^{BA}	3,00 ^{BA}	2,16 ^A
T11	0,83 ^C	33,33 ^{BA}	0,00 ^B	0,00 ^C	0,00 ^B
T12	5,00 ^C	75,00 ^A	2,50 ^{BA}	1,06 ^{BC}	1,11 ^{BA}

Tabla 7.

Descripción de la combinación de tratamientos

Tratamientos	Combinaciones
T1	Semilla con cera, árbol adulto, tratamiento pre-germinativo de semilla sumergida en agua a temperatura ambiente por 24 horas.
T2	Semilla sin cera, árbol adulto, tratamiento pre-germinativo de semilla sumergida en agua a temperatura ambiente por 24 horas.

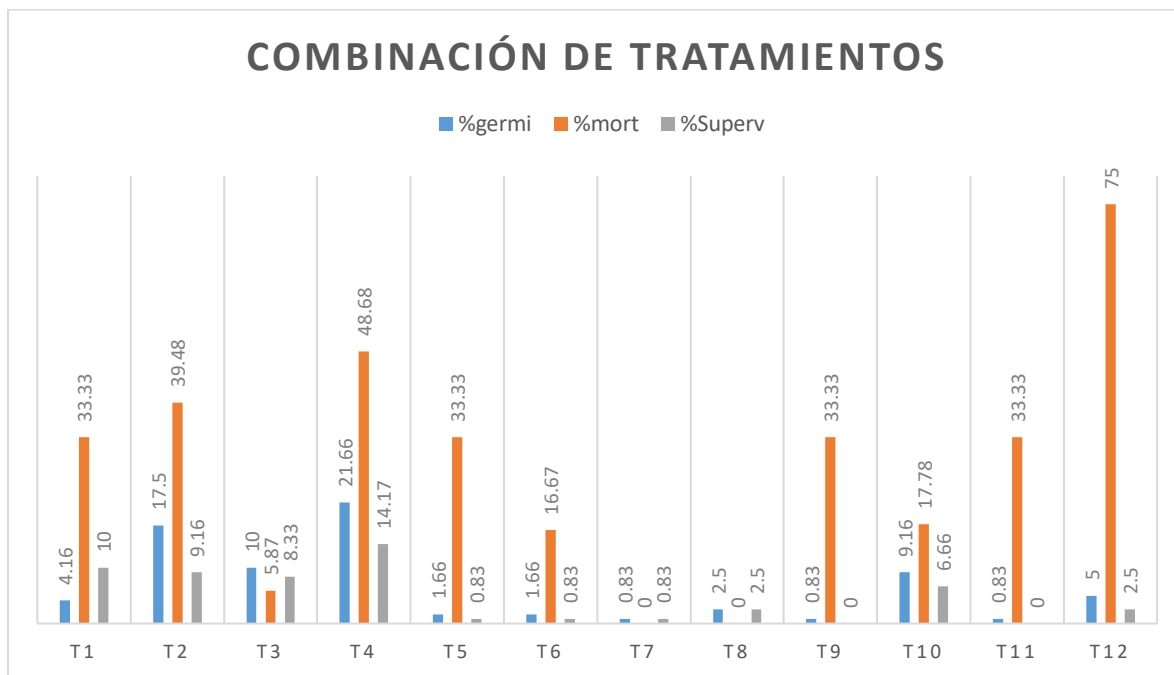
T3	Semilla con cera, árbol joven, tratamiento pre-germinativo de semilla sumergida en agua a temperatura ambiente por 24 horas.
T4	Semilla sin cera, árbol joven, tratamiento pre-germinativo de semilla sumergida en agua a temperatura ambiente por 24 horas.
T5	Semilla con cera, árbol adulto, tratamiento pre-germinativo de semillas expuestas al sol por 7 días.
T6	Semilla sin cera, árbol adulto, árbol adulto, tratamiento pre-germinativo de semillas expuestas al sol por 7 días.
T7	Semilla con cera, árbol joven, árbol adulto, tratamiento pre-germinativo de semillas expuestas al sol por 7 días.
T8	Semilla sin cera, árbol joven, árbol adulto, tratamiento pre-germinativo de semillas expuestas al sol por 7 días.
T9	Semilla con cera, árbol adulto, tratamiento pre-germinativo de semillas sumergidas en agua a punto de ebullición.
T10	Semilla sin cera, árbol adulto, tratamiento pre-germinativo de semillas sumergidas en agua a punto de ebullición.
T11	Semilla con cera, árbol joven, tratamiento pre-germinativo de semillas sumergidas en agua a punto de ebullición.
T12	Semilla sin cera, árbol joven, tratamiento pre-germinativo de semillas sumergidas en agua a punto de ebullición.

En la ([Figura 9](#)) el tratamiento “T4” semilla sin cera, árbol joven, tratamiento pre-germinativo de semilla sumergida en agua a temperatura ambiente por 24 horas, es el más efectivo, logrando valores de germinación y supervivencia de 21,66% y 14,17% respectivamente. Por otra

parte, sus valores en mortandad son bastante altos, llegando al 48,68% promedio. Por otra parte, se encuentran valores mínimos de cero y máximos de cien, que corresponden en su mayoría a la mortandad de fue del 100%.

Figura 9.

Porcentaje de germinación, mortandad y supervivencia según la combinación de tratamientos.



Esta prueba queda analizada sin tener en cuenta los sustratos; por lo tanto, en esta combinación, se analizó uno por uno logrando determinar que el mejor sustrato es el tratamiento “suelo” ver ([Tabla 8](#)).

Reconocimiento de sustrato en la combinación más eficiente.

La combinación más efectiva para lograr el aumento en la germinación de semillas de laurel de cera “*Morella pubescens*” es con el sustrato suelo.

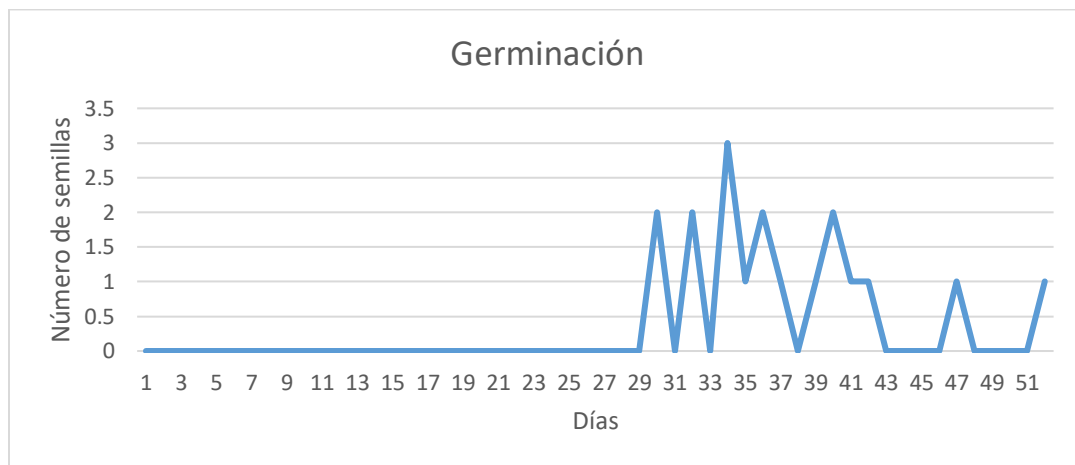
Tabla 8.*Reconocimiento de Sustrato en la Combinación más Eficiente.*

Combinación 1	Combinación 2	% Germ	%Mort	% Superv	H prom(cm)	N hojas
Tratamiento pre-germinativo de semilla sumergida en agua a temperatura ambiente por 24 horas-ARENA	Árbol joven- sin cera		10	100	0	0
Tratamiento pre-germinativo de semilla sumergida en agua a temperatura ambiente por 24 horas-SUELO	Árbol joven- sin cera	45	21,05	35	4,11	2,92
Tratamiento pre-germinativo de semilla sumergida en agua a temperatura ambiente por 24 horas-Lombrinaza	Árbol joven- sin cera	10	25	7,5	3,56	2

Se observa en la (Figura 10) que la germinación de las semillas comenzó después del día 27 y en promedio germinan de 1 a 2 semillas por día.

Figura 10.

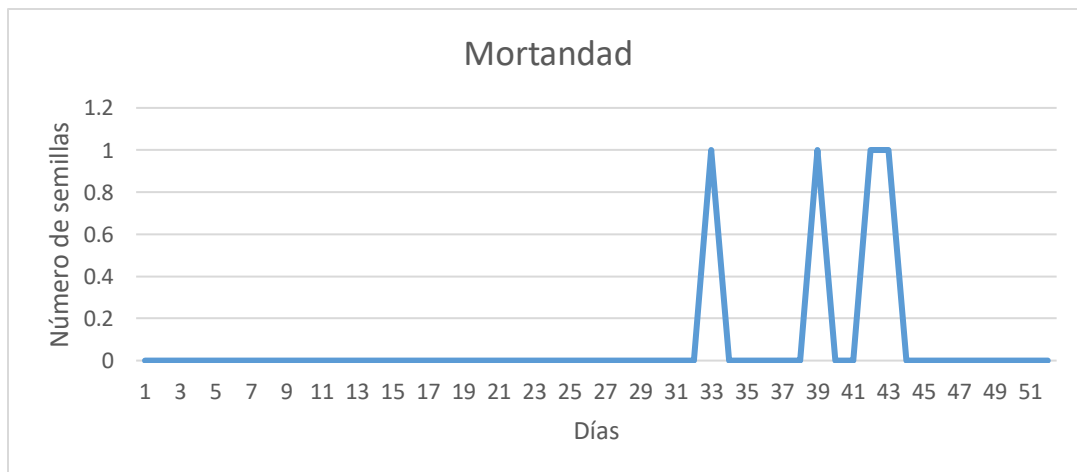
Gráfico de germinación de la combinación que más resaltó.



Se evidencia en la (Figura 11) que en los días 33, 39 y 43 obtuvieron los valores más altos de mortandad de semillas.

Figura 11.

Gráfico de mortandad de la combinación que más resaltó.



Se evidencia en la (Figura 12) que a partir del día en el que inicia la germinación, hubo altas y bajas de acuerdo a las muertes que se iban encontrando, sin embargo, las que sobrevivieron son base clave para el estudio.

Figura 12.

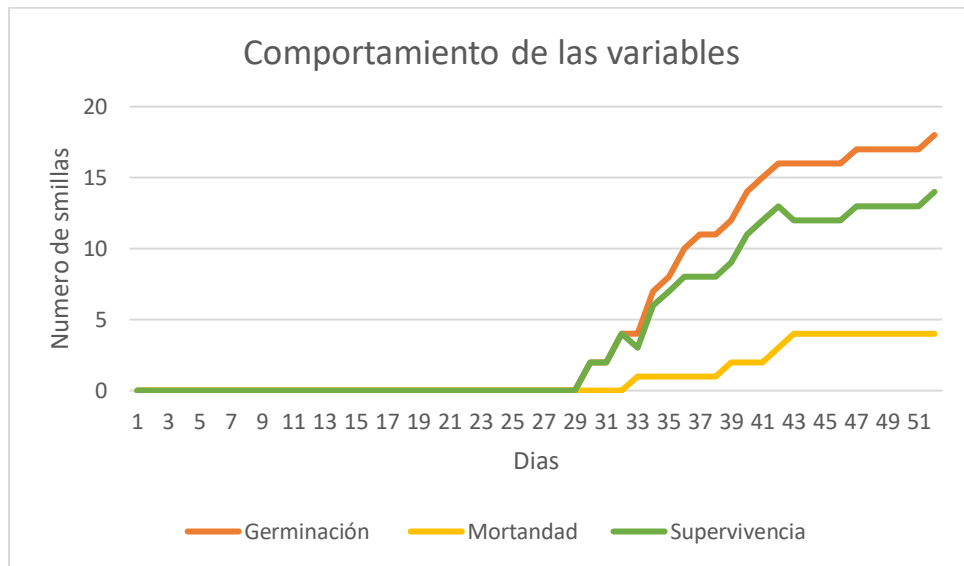
Gráfico de Supervivencia de la Combinación que más Resalto.



En la Figura 13 se observa que entre el día 27 y 29, las semillas comienzan a germinar, mostrando como sus valores hacienden hasta el día 32 que muere el primer individuo. Posteriormente a partir del día 43, la variable de mortandad se muestra constante debido a que no se producen más muertes.

Figura 13.

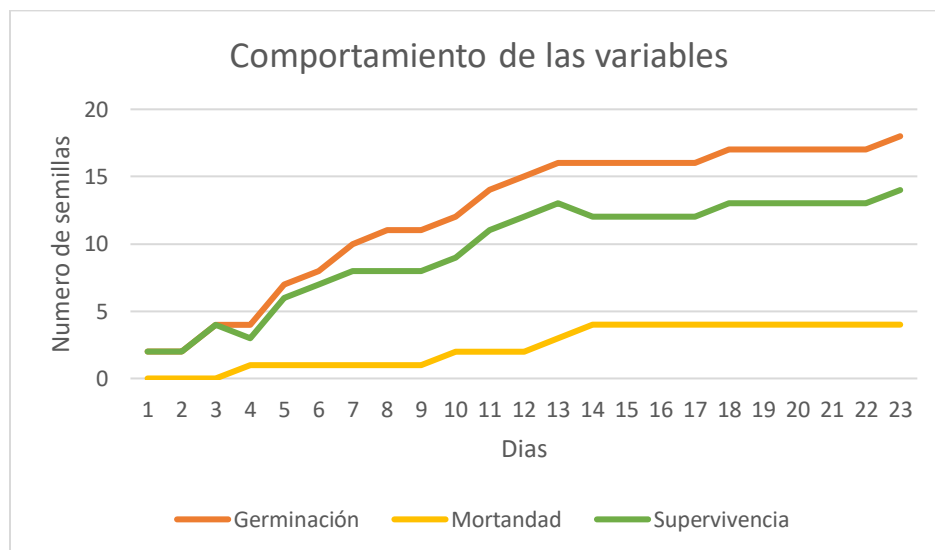
Grafico del Comportamiento de las Variables de Germinación, Mortandad y Supervivencia, con todos los días que estuvo expuesta al Experimento la combinación que más resaltó.



En los primeros días se observa como las tres variables van aumentando gradualmente, pero la mortandad se vuelve constante después del día 14, mientras que la germinación y supervivencia siguen aumentando, ver Figura 14.

Figura 14.

Grafico del comportamiento de las variables de germinación, mortandad y supervivencia, a partir del día que germino la primer semilla.



6. Discusión

Las semillas de árbol joven y adulto no presentan diferencias significativas para ninguna de sus variables, sin embargo las semillas de árbol joven obtienen mejores resultados tanto en germinación como supervivencia con valores de 6,80% y 5,83% respectivamente.

Castro y Ayala (2011) reportaron que al realizar la eliminación de la cera de las semillas de *Morella pubescens* obtuvieron un porcentaje de germinación del 21,67% a los 56 días, valor similar al obtenido en la combinación de tratamientos T4 del estudio, con un valor de 21,66% y superior al de la combinación de tratamientos T2 con valor de 17,50 % y T6 1,66%. Posteriormente si se analizan las combinaciones de tratamientos, referente a la cubierta cerosa de la semilla, los resultados muestran un mayor porcentaje de germinación en dichos tratamientos donde se removió la cubierta de cera, además de un porcentaje significativamente bajo para las semillas con cubierta de cera en todas las pruebas.

Paz y Paz (2012) obtuvieron que el *Morella pubescens* en el sustrato de lombricompost tuvo valores sobresalientes en las variables altura y número de hojas. En el estudio se encontró que en el sustrato suelo es el más representativo en cuanto a la variable altura con un valor de 2,59 cm y la lombrinaza tuvo un desarrollo sobresaliente con un valor de 1,88 cm respectivamente. También el sustrato suelo resalta por encima de los demás, obteniendo valores de germinación más altos y siendo parte de la combinación más efectiva, en donde su germinación llega al 45%.

El tratamiento con agua a temperatura ambiente por 24hr, presentó diferencias significativas sobre los demás, obteniendo el porcentaje de germinación y supervivencia por encima de los demás

con valores de 13,33% y 10,41% respectivamente, en donde también hace parte de la combinación más efectiva con una supervivencia de individuos del 35%.

Inga (2017) obtuvo una germinación de 66% en su más efectivo tratamiento siendo de la semilla fresca con endocarpo y un 32,66% de la germinación de la semilla libre. En el estudio se obtuvieron valores que se encuentran por debajo de los estudiados por Inga con un porcentaje de germinación en la combinación de tratamientos T4 con un porcentaje de germinación del 21,66%.

7. Conclusiones

El presente estudio permitió identificar que el sustrato Suelo es el más adecuado en la producción de material vegetal para el *Morella pubescens*.

Se encontró una diferencia significativa del tratamiento pre-germinativo de agua a temperatura ambiente por 24 horas con los demás tratamientos, obteniendo los mejores valores en este en germinación, supervivencia y menor mortandad.

Las semillas obtenidas de los árboles jóvenes presentaron mejores resultados en sus características productivas.

Se estableció que la remoción de la cubierta cerosa incrementa los porcentajes de germinación de la planta.

La combinación de mayor eficiencia en la germinación de semillas de *Morella pubescens* se da cuando se utilizan semillas de un árbol joven, con remoción de la cubierta cerosa, sometidas a un tratamiento pre germinativo de agua a temperatura ambiente por 24 horas y la utilización de un sustrato en suelo del ecosistema alto-andino en donde se encuentran los árboles semilleros.

8. Recomendaciones

Adelantar otros trabajos en los cuales se analicen otros factores o variables que permitan obtener información primaria sobre la germinación de las semillas producidas por este espécimen ubicado.

Mantener moderadamente húmedos los sustratos para así no perder semillas ya sea por falta de agua o por exceso. Se hace necesario tener un control específico con respecto al riego, debido a que es un factor muy importante en procesos de germinación de la especie investigada

Aplicar tratamientos mecánicos respecto a la remoción de la cera, puesto que obtiene mejores resultados en la producción de material vegetal de la especie investigada.

Promover la siembra de esta especie maderable ya sea en plantaciones comerciales, en monocultivo, en proyectos de restauración y enriquecimiento de bosques nativos intervenidos y de áreas de rastrojo, en sistemas agroforestales, en sistemas silvo-pastoriles y de cercas vivas, entre otros.

Implementar acciones y propuestas de educación y capacitación a las personas interesadas en conservar el medio ambiente, con el objetivo de inculcar conciencia ambiental y aplicar modelos de manejo sustentable para así, conservar, recuperar y proteger los recursos naturales.

Referencias Bibliográficas

- Baldeón, G., & Iván, D. (2015). *Estudio de adaptabilidad de tres especies forestales, del género Paulownia (P. fortunei, P. elongata, e híbrido entre fortunei x elongata). A las condiciones de sitio " Estepa espinosa" de Tunshi, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3954> .
- Cabrera, G. C. L. (2011). Laurel de cera (*Morella pubescens*), especie promisoría de usos múltiples empleada en agroforestería. *Revista Agroforestería Neotropical*, 1(1).
- Calder I, Aylward B. (2006) Forest and floods: moving to an evidence-based approach to watershed and integrated flood management. *Internacional WA asociación de recursos hídricos Water International*. Volume 31, número 1:87-99.
- Castro, M. G., & Ayala Garzón, N. R. (2011). *Optimización de técnicas para la pre-germinación del laurel de cera (Morella pubescens Hy B ex Willdenow)*. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/818>
- Díaz, R, & Laura, A. (2014). *Vulnerabilidad al cambio climático en los ecosistemas de montaña*. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/423>.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00-00.
- Fageria, N, Baligar, V, & Clark, R. (2006). *Physiology of crop production: CRC Press*.

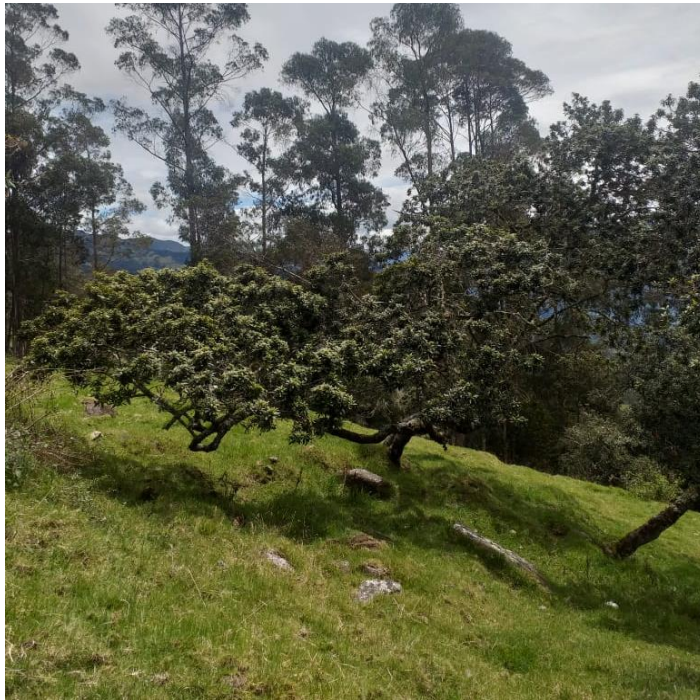
- Flórez, V, Fernández, A, Miranda, D, Chaves, B, & Guzmán, J. (2006). *Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana*. Unibiblos, Bogotá.
- Galán-Larrea, R., Vargas-Hernández, J., & Rodríguez-Laguna, R. (2000). Tratamientos para estimular y homogeneizar la germinación en semillas de *Gmelina arborea* Roxb. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 6(1), 21-28.
- Hoyos, J. (1995). Estudio agroeconómico del laurel (*Morella pubescens*) en la zona norte del departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 13(1), 47-62.
- Inga Zumba, D. E. (2017). *Ecología de germinación de Morella sp., enfocada a la propagación y restauración de ecosistemas*. Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6656>
- Liniger, H.P., Weingartner, R., Grosjean, M., (1998). *Mountains of the World: Water Towers for the 21st Century*. Mountain Agenda, University of Berne, Switzerland.
- Macdonald, B. (1986). *Practical woody plant propagation for nursery growers, volume I*. Timber press.
- Paz Quijano, L. M., & Paz Velasco, L. (2012). *Germinación y desempeño de las especies forestales nativas roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) y laurel de cera (*Morella pubescens*) en el vivero forestal Los Robles de la Universidad del Cauca*. Universidad del Cauca. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/415>.
- Pedroza González, P. (2017) *Efecto de la fertilización con lombricomposta en el desarrollo de *Leucaena leucocephala* var. *cunningham* en un sistema silvopastoril en el sur del estado de México*. Universiada Autonoma del Estado de Mexico UAEM. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/69316>

- Pezoa, A. (2001). Estrategias de Conservación de la diversidad biológica. *Libro Rojo de la Flora Nativa Sitios Prioritarios para su conservación*, 273-280.
- Riascos, M, Santander, Mario F, & Hoyos, Jairo Muñoz. (2001). Evaluación de cuatro sistemas de producción de plantulas de laurel de cera (*Myrica pubescens h&li ex wild*) bajo condiciones de vivero. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 18(1), 86-101.
- San Vicente, M, & Valencia, P. (2012). Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. Polígonos. *Revista de geografía*(16), 35-54.
- Santos, T, & Tellería, JL. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Revista Ecosistemas*, 15(2).
- Steward, F. (1969). Analysis of growth. A. Behavior of plants and their organs. B. The responses of cells and tissues in culture. *Plant Physiology (Vol. 5)*. Academic Press.
- Trujillo, E. (2015). *Guía de reforestación: Ilustrada, aumentada y corregida*. El Semillero. Bogota, Colombia.
- Watson, D. (1952). *The physiological basis of variation in yield Advances in agronomy* (Vol. 4, pp. 101-145). Elsevier.
- Viviroli, D., Weingartner, R., (2004). La importancia hidrológica de las montañas: de regional a escala global. *Hidrología y las ciencias del sistema Tierra* 8, 1016 – 1029.
- Viviroli, D., Weingartner, R., Messerli, B., (2003). *Assessing the hydrological significance of the world's mountains*. Mt. Res. Dev. 23, 32–40.

Apéndices

Apéndice A.

Fotografías de los Árboles Semilleros (Joven-Adulto)



Apéndice B.

Recolección de Semillas.











Apéndice C.

Eliminación de la Cera en las Semillas.

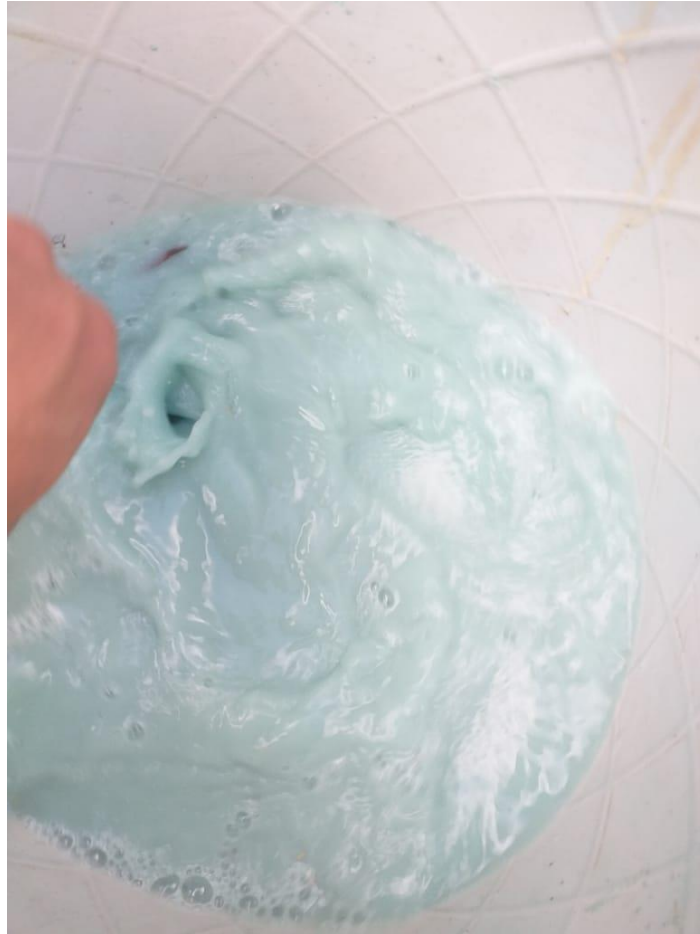






Apéndice D.

Mezcla para Desinfección de Sustratos.



Apéndice E.

Fotografías de estructura “Soporte”



Apéndice F.

Germinadores y Sustratos.





Apéndice G.

Siembra y procesos de Germinación.















