

Evaluación de métodos de germinación del *Duranta mutissi* como alternativa para la restauración de bosques altoandinos

José Mauricio Oviedo Jurado

Steven Leonardo Herrera Tarazona

**Proyecto de grado para optar el título de
Ingeniero Forestal**

Director

Herwin Ramiro Roa Caicedo

Ingeniero Forestal

Codirector

Diego Suescún Carvajal

Ing. Forestal

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia IPRED

Bucaramanga

2020

Agradecimiento

Este logro se lo dedico especialmente a Dios sobre todas las cosas, porque gracias a las todas las cosas se dan a su debido tiempo y en el momento justo. A mi madre Leonor Jurado por apoyarme y guiarme con sus consejos y enseñanzas a cada paso que doy, a mi hermana Patricia Sandoval por adoptarme como un hijo más y ser mi consejera en los momentos más difíciles que he afrontado en mi vida, al padre Félix Ramírez por llegar a ser mi amigo y mi guía espiritual, a mis profesores que guiaron mi camino y me dirigieron en toda la fase universitaria de mi carrera, a los administrativos de la Universidad Industrial De Santander por ser mis consejeros y amigos, y a todas aquellas personas que encontré en mi camino que de una u otra manera me acompañaron y me enseñaron a ser la persona que soy hasta este momento.

José Mauricio Oviedo Jurado

Agradecimiento

Este logro se los dedico a mis padres Miguel y María que con todo su esfuerzo dieron todo para que yo cumpliera una meta más en mi vida, a mis hermanas Angeli, Natalia, Rocio y Laura, a mi sobrino Keyler, a mi novia Johana quienes fueron mi motivación para lograr este sueño de ser ingeniero forestal, a mis abuelos que están en el cielo y los que aún se encuentran conmigo por todas sus enseñanzas. Agradecer también a todas las personas que con sus consejos me ayudaron a convertirme en la persona que soy hoy en día, a todas infinitas gracias.

Steven Leonardo Herrera Tarazona

Tabla de contenido

Introducción.....	11
1.Objetivos.....	13
1.1.Objetivo general.....	13
1.2.Objetivos específicos:	13
2.Marco referencial.....	14
2.1.Marco teórico	14
3.Metodología.....	22
3.1.Selección de individuos.....	22
3.2.Descripción del hábitat	23
3.3.Recolección de semillas	24
3.4.Fase de invernadero	25
4.Resultados.....	27
4.1.Selección árboles plus.....	27
4.2.Valores promedio de las variables (altura, número de hojas y mortalidad)	28
4.2.1.Testigo.....	28
4.2.2.Tratamiento 1 (T1).....	30
4.2.3.Tratamiento dos (T2)	32
4.3.Evolución temporal de las variables (altura y número de hojas)	33
4.3.1.Testigo.....	33
4.3.2.Tratamiento uno (T1).....	35
4.3.3.Tratamiento dos.....	36
4.4.Mortalidad	37
4.4.1.Testigo.....	37
4.4.2.Tratamiento uno (T1).....	38
4.4.3.Tratamiento dos (T2)	39
5.Discusión	44
6.Conclusiones	45
7.Recomendaciones.....	46
Referencias.....	47

Apéndices..... 49

Lista de Figuras

Figura 1. Evolución temporal Altura (T0)	34
Figura 2. Evolución temporal número de hojas (T0)	34
Figura 3. Evolución temporal altura (T1)	35
Figura 4. Evolución temporal número de hojas (T1)	36
Figura 5. Evolución temporal altura (T2)	36
Figura 6. Evolución temporal número de hojas (T2)	36
Figura 7. Porcentaje mortalidad (T0).....	37
Figura 8. Porcentaje mortalidad (T1).....	38
Figura 9. Porcentaje de mortalidad (T2)	39

Lista de Tablas

Tabla 1.	27
Tabla 2. Valores promedios de altura testigo (T0)	28
Tabla 3. Valores promedio número de hojas testigo (T0)	29
Tabla 4. Mortalidad testigo (T0).....	29
Tabla 5. Valores promedio de altura (T1).....	30
Tabla 6. Valores promedio de número de hojas (T1)	31
Tabla 7. Mortalidad (T1).....	31
Tabla 8. Valores promedio de altura (T2).....	32
Tabla 9. Valores promedio de número de hojas (T2)	32
Tabla 10. Porcentaje de mortalidad (T2)	33
Tabla 11. Varianzas tratamientos en crecimiento de las plantas	40
Tabla 12. ANOVA. Análisis de varianza en crecimientos de las plantas en los tres tratamientos	40
Tabla 13. Varianza tratamientos número de hojas.....	40
Tabla 14. Análisis de varianza número de hojas.....	41
Tabla 15. Varianza sustratos en el crecimiento de las plantas	41
Tabla 16. Análisis de varianza de los sustratos en el crecimiento de las plantas	42
Tabla 17. Varianza sustratos en el número de hojas.....	42
Tabla 18. Análisis de varianza en los sustratos el número de hojas	42

Lista de Apéndices

Apéndice 1. Localización área de estudio.....	49
Apéndice 2. Ubicación de árboles.....	50
Apéndice 3. Selección árbol plus.....	51
Apéndice 4. Mapa pendiente del terreno	51
Apéndice 5. Recolección de semillas.....	52
Apéndice 6. Mapa localización invernadero.....	52
Apéndice 7. Establecimiento invernadero	53
Apéndice 8. Recolección sustrato	54
Apéndice 9. Cajón con sustrato	54
Apéndice 10. Escarificación y limpieza de semillas (tratamiento 2)	54
Apéndice 11. Tratamiento 1 agua caliente.....	55
Apéndice 12. Siembra de Semillas	55
Apéndice 13. Germinación <i>Duranta mutissi</i>	55
Apéndice 14. Ataque etnofauna (lepidopteros nocturnos)	56
Apéndice 15. Toma de datos.....	56

Resumen

Título: Evaluación de métodos de germinación del *Duranta mutissi* como alternativa para la restauración de bosques altoandinos.

Autor: José Mauricio Oviedo Jurado y Steven Leonardo Herrera Tarazona

Palabras claves: Bosques naturales, germinación, altoandino, propagación, mortalidad.

Descripción:

En este estudio se estableció que método de germinación de la especie *Duranta mutissi* pueden tener mayor éxito de semillas germinadas, por lo cual se determinaron 2 tratamientos pregerminativos (escarificación; agua caliente) de la semilla y un testigo (se dejaron las semillas como tal) que se germinaron cada uno de estos en 5 sustratos diferentes (tierra, arena, tierra+arena en una proporción 3:1, mantillo de roble, combinación (tierra, arena, mantillo de roble en una proporción 6:3:1). Las mediciones se realizaron durante 45 días tomando 10 medidas esporádicas en cada uno de los sustratos, los resultados que se encontraron en cuanto a germinación y desarrollo de las semillas tomando en cuenta dichas variables anteriormente mencionadas según el tipo de tratamiento y sustrato establecieron en cuanto a la altura que en el testigo en cada uno de los sustratos vario de 0.49 cm hasta 1.22 cm luego de la medición 10, en cuanto a número de hojas los valores promedio en cada uno de los sustratos estuvieron entre 2,25 a 4 luego de la última medición, y en cuanto a los porcentajes de mortalidad fue menor al 7%.

En el tratamiento 1 en relación a la altura en cada uno de los sustratos que esta medición varío entre 0.63 cm a 1.39 cm luego de la medición 10, también que el número de hojas en cada uno de los sustratos vario entre 2 a 4, en cuanto a la mortalidad de las plántulas germinadas fue menor al 4%.

En el Tratamiento 2 en cuanto a la relación de altura en cada uno de los sustratos vario entre 0.69 cm a 1.4 cm luego de realizadas las 10 mediciones, al número de hojas luego de realizadas las mediciones estos variaron entre 2.33 a 4.11, la mortalidad en los sustratos fue menor al 7%.

Trabajo de grado

Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia – IPRED. Programa Ingeniería Forestal.
Director: Herwin Ramiro Roa, Ingeniero Forestal. Codirector: Diego Suescún Carvajal. Ingeniero Forestal.

Abstract

TITLE: Evaluation of germination methods of *Duranta mutissi* as an alternative for the restoration of High Andean forests

Author: José Mauricio Oviedo Jurado and Steven Leonardo Herrera Tarazona

Key words: Natural forests, germination, high andean, propagation, mortality.

Description:

In this study it was established that germination method of the species *Duranta mutissi* may have greater success of germinated seeds, so 2 pregerminative treatments (scarification; hot water) of the seed were determined and a witness (seeds were left as such) that each of these were germinated in 5 different substrates (earth, sand, soil sand in a ratio 3:1, oak mulch, combination (earth, sand, oak mulch in a proportion 6:3:1). Measurements were made for 45 days taking 10 sporadic measurements on each of the substrates, the results found in terms of germination and development of seeds taking into account these above-mentioned variables according to the type of treatment and substrate established in terms of the height that in the witness in each of the substrates vary from 0.49 cm to 1.22 cm after the measurement 10, in terms of number of sheets the average values in each of the substrates were between 2.25 and 4 after the last measurement, and in terms of mortality rates was less than 7%.

In treatment 1 in relation to the height in each of the substrates that this measurement ranged from 0.63 cm to 1.39 cm after measurement 10, also that the number of leaves in each of the substrates ranged from 2 to 4, in terms of mortality of germinated seedlings was less than 4%.

In Treatment 2 in terms of the height ratio in each of the substrates vary between 0.69 cm and 1.4 cm after the 10 measurements are made, the number of sheets after measurements were made ranged from 2.33 to 4.11, mortality in substrates was less than 7%.

Trabajo de grado

Instituto de Proyección Regional de Educación a Distancia – IPRED. Programa Ingeniería Forestal.
Director: Herwin Ramiro Roa, Ingeniero Forestal. Codirector: Diego Suescún Carvajal. Ingeniero Forestal.

Introducción

Los bosques naturales poseen importantes características en cuanto a la protección de los diferentes recursos (edafológico, hídrico, etc.). Estos ecosistemas a través de los años han venido presentando problemas en cuanto a la propagación, germinación y desarrollo de las especies nativas con bajos índices de regeneración, debido a factores propios de las mismas especies que han venido perdiendo territorio por la introducción de especies exóticas. Por ello, muchas de las especies nativas tienden a desaparecer como el abarco (*Cariniana pyriformis*), que por la sobreexplotación, tala y apertura de tierras para agricultura y ganadería, han reducido su población en más del 80% en los últimos 100 años (WWF, 2017). Igualmente, ha sucedido con otras más especies arbóreas de los diferentes ecosistemas de Colombia que han reducido su población de manera paulatina (Aceros & Cortes, 2014).

En casos más específicos del bosque altoandino se habla de especies arbustivas nativas que tienen características en cuanto a la conservación y restauración de ecosistemas degradados. Dentro de estas especies se encuentra el *Duranta mutissi* (espino cruceto) perteneciente a la familia Verbenaceae que presenta problemas a nivel de germinación y propagación.

El *Duranta mutissi* presenta problemas a la hora de su propagación, debido a porcentajes de germinación inferiores al 50% (Aceros & Cortes, 2014). La especie posee particularidades benéficas para la restauración de ecosistemas que presentan problemas de erosión de suelos o bajos índices hídricos.

Debido a lo anterior, se hace indispensable determinar la alta calidad que tiene *Duranta mutissi* en el desarrollo ecosistémico de los bosques, evaluando el método de propagación sexual.

y germinación, sin dejar de lado el tipo de sustrato, el cual debe poseer características especiales (pH, granulosis, etc.)

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Evaluar los métodos de germinación del *Duranta mutissi* como alternativa para la restauración de bosques altoandinos.

1.2. Objetivos específicos:

Determinar la germinación del *Duranta mutissi* en diferentes tratamientos pre germinativos y en relación con diferentes sustratos (tierra, mantillo, arena, y mezcla)

Evaluar el comportamiento de las plántulas germinadas del *Duranta mutissi* en invernadero bajo condiciones controladas (altura, número de hojas y mortalidad)

Antecedentes

Aceros y Cortes (2014), realizaron un estudio de propagación de especies nativas dentro de estas encontraron que el porcentaje de germinación de las semillas sembradas directamente del *Duranta mutissi* inicio en los primeros 15 días y continuo hasta los 71 días, y con el tratamiento de enfriamiento la germinación ocurrió a los 28 días y se detuvo a los 43 días

Meneses (2018), realizó un estudio sobre la propagación de especies nativas de interés para la restauración ecológica en Corpochivor, utilizando Progib para el *Duranta mutissi* en concentraciones de 50 ppm (T1), 100 ppm (T2) y 200 ppm (T3). Encontró que el *Duranta mutissi* en los cuatro tratamientos germinó en los primeros 38 días, el T1 y T3 con una germinación de 50%, el T2 con 47% y el testigo o T0 27%.

2. Marco referencial

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades

Duranta mutissi: Arbusto que alcanza 3 m de altura, fuste con presencia de espinas y ramas abundantes de color verde amarillento. Hojas simples, alternas, con textura coriácea y con estípula libre rojiza. Flores tubulares agrupadas en racimos axilares de color azul blancuzco. Fruto en drupa de color amarillo.

Fenología: La propagación es por semillas. Se recolectan los frutos entre diciembre y enero, que alcanzan los 1400 y 1600 frutos por kg; luego se someten a un secado solar y se les extrae la semilla, una por fruto y de 7000 a 10000 por kg, con un 95% de pureza. El porcentaje de germinación es del 40%. La germinación se inicia a los seis meses, con un máximo a los siete meses para un periodo total de ocho meses. El crecimiento de las plántulas es de 2 cm por mes. La semilla antes de sembrarla se debe tener de siete a ocho días en agua fría diluida en ácido fuerte. La siembra se puede hacer directamente en las bolsas o en las eras por surcos de 1 cm de profundidad colocando de 30 a 40 semillas por hilera. Se recomienda cubrir el suelo de siembra con musgo y abundante riego dos veces al día. El trasplante a bolsa mediana de polietileno debe realizarse cuando las plántulas estén entre 5 y 7 cm de altura, encontrándose después del trasplante un crecimiento que luego se incrementa a 2 cm por mes. La mortalidad en la operación del trasplante es del 20%. También se reproducen por estacas utilizando hormonas enraizadoras (Barrera, 2010)

Ecología y distribución

Se distribuye en la región biogeográfica de los Andes entre los 1300 y 3500 m s.n.m. En los Departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Norte de Santander, Quindío, Santander y Valle del Cauca. Con una distribución global desde Costa Rica hasta Venezuela y Bolivia. Presenta dispersión de tipo zoocoria (avifauna).

Descripción de la plántula:

- Presencia de raíces primarias y secundarias
- El hipocótilo es de color café verdoso
- Presenta dos cotiledones redondos con borde entero y forma deltoidea
- El epicótilo es de color verde, con pubescencia diminuta
- Presencia de espinas axilares de color verde rojizo
- Las hojas verdaderas son opuestas, formas romboidales a elíptica, de color verde claro, venación primaria y secundaria definida y margen dentado a partir de la mitad superior, glabras
- Ápice con pubescencia diminuta.

Fauna asociada

Flores visitadas por colibríes (*Lesbia nuna*, *Metallura tyrianthina*), la mariposa *Dione glycera*, abejas silvestres (Apidae) y abejas domésticas (*Apis mellifera*). Frutos consumidos por aves como la pava de monte (*Penelope montagnii*) y la torcaza collareja (*Patagioenas fasciata*).

2.1.2. Germinación y propagación de especies nativas

A nivel fisiológico la planta presenta diferentes características que la identifican, la más importante es la semilla, que es el órgano reproductivo desempeña funciones de renovación, persistencia y dispersión de la planta en los procesos de regeneración de los bosques y la sucesión ecológica. El

desarrollo exitoso de la semilla depende de las fases en cada uno de los momentos de su formación, este tipo de características establecen su función y éxito al momento de propagarse. Al tomar en cuenta que para las diferentes especies encontradas en cada uno de los ecosistemas se encuentran semillas ortodoxas y recalcitrantes que presentan características de tolerancia a la desecación, dispersión y sensibilidad a la humedad (Doria, 2010)

Para la germinación de las semillas, se deben tener en cuenta los cambios metabólicos (síntesis de proteica, movilización de reservas), la mayoría de las semillas de varias especies son incapaces de germinar así cuenten con óptimas condiciones, esto se da porque presentan un estado de latencia, donde sí se excede el tiempo se pierde la capacidad de germinar. Se deben tener en cuenta tres fases en el momento de la germinación de manera parcial y estas son:

- Absorción de agua por imbibición, lo que causa su hinchamiento y ruptura final de la testa
- Inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de las reservas alimentarias en las regiones en crecimiento del embrión.
- Crecimiento y división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plúmula.
- Las fases mencionadas tanto a nivel fisiológico (elongación, división, diferenciación e inhibición) y fisiobioquímico (rehidratación, aumento de respiración, formación de enzimas) pueden ser afectados por la humedad, las características y composición del sustrato, la temperatura entre otros.

2.1.3. Ecofisiología de especies nativas

El estudio a nivel fisiológico de las plantas pretende estudiar los mecanismos de funcionamiento, las bases de control de crecimiento, reproducción, supervivencia, abundancia, distribución geográfica de las plantas que tienen condicionamiento de tipo físico y químico, sin dejar de lado los organismos vivos que rodean a las plantas (Valera, 2011).

Algunos de estos factores ambientales generan cambios, entre los más importantes se encuentran: la temperatura del aire que genera estrés en pocos minutos; el contenido de agua del suelo puede tardar días o semanas, la falta de nutrientes en el suelo pueden tardar meses. La acción de los distintos factores ambientales generadores de estrés juega así un papel importante en determinar o limitar la distribución y las tasas de crecimiento y supervivencia de las especies de plantas en un cierto ambiente. El conocimiento de los factores de estrés en los vegetales puede resultar crucial para la elaboración de modelos que permitan predecir o explicar la respuesta de las plantas ante un determinado factor de estrés.

2.1.4. Restauración de ecosistemas de bosques alto andinos

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI) define la restauración ecológica como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido”. En general, el concepto de restauración abarca o incluye actividades como la rehabilitación o reemplazo.

1. **Rehabilitación:** Con esto no se llega a un estado original del ecosistema. Por esta razón la rehabilitación se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado, sin tener como objetivo final producir el ecosistema original.

2. **Reclamación o reemplazo:** Hace referencia, más al retorno de un estado de utilidad que a un estado original.
3. **Revegetalización:** describe el proceso por el cual las plantas colonizan un área de la cual ha sido removida su cobertura vegetal original por efecto de un disturbio.

Para poder definir la restauración se debe estudiar las bases científicas y metodológicas que fundamentan la práctica de la ecología de restauración, al tomar en cuenta que es una disciplina que se aplica a todos los ecosistemas que se quieran definir. Al buscar la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, seminaturales y sistemas de producción implica que a esto se denomina como la restauración de la integridad ecológica de los ecosistemas (composición, estructura y función).

Se debe tomar en cuenta, que los ecosistemas se regeneran por si solos cuando no existen barreras, a lo cual se le denomina una restauración pasiva refiriéndose como tal a que el ecosistema elimine los factores o disturbios que impiden su regeneración. Por otra parte, los ecosistemas que se encuentran muy degradados no se pueden regenerar solos, y se detiene como tal su dinámica natural a lo cual se establece métodos para lograr su recuperación a lo cual se denomina restauración activa o asistida por lo cual es necesario ayudar a el ecosistema para garantizar los procesos de recuperación en sus diferentes fases y superar las barreras que impiden la regeneración (Mora, 2007).

2.2. Marco conceptual

Semillas ortodoxas: adquieren tolerancia a la deshidratación durante su desarrollo y pueden almacenarse en estado seco, por períodos predecibles y bajo condiciones específicas (Roberts,

1973)

Semillas recalcitrantes: son aquéllas que pasan por un corto o ningún secado de maduración, y permanecen sensibles a la deshidratación, tanto en su desarrollo como después de su desprendimiento (Berjak y Pammenter, 1997)

Hipocótilo: la primera expresión de crecimiento en la etapa de germinación corresponde a la aparición de la radícula, la cual se convierte posteriormente en la raíz primaria o principal. En la parte alta de la radícula, pocos días después de ocurrida la germinación, se desarrollan entre tres y siete raíces secundarias (Burkart, 1969)

Testa: es la cubierta exterior que protege a la semilla, sólo está interrumpida por un pequeño poro (micrópilo) por donde suele emerger la radícula del embrión durante la germinación (Burkart, 1969)

Estípula: son anexos foliares que pueden ser persistentes o caedizas, no siempre presentes. Varían en su forma y función (Burkart, 1969)

Endospermo o albumen: es la sustancia de reserva, necesaria para que el embrión comience a desarrollarse, está presente en casi todas las semillas, y generalmente está formada por hidratos de carbono, lípidos y proteínas (Burkart, 1969)

Pubescencia: en algunas plantas la epidermis forma modificaciones denominadas “pelos”. Esta pubescencia puede ser unicelular o pluricelular, pero su origen es siempre una sola célula epidérmica. Existe pubescencia foliar viva y muerta. La pubescencia denominada “viva” muestra corrientes plasmáticas muy activas, que se pueden observar de manera simple bajo una lupa. La pubescencia viva puede segregar sustancias denominándose pubescencia glandular. Por otro lado, los pelos denominados “muertos” están vacíos y aparecen con coloración blanquecina, debido a la alta reflexión de la luz incidente (Wagner et al., 2004).

Flores tubulares: es uno de los tipos de flores que presentan las inflorescencias en capítulo de las plantas pertenecientes a la familia de las Compuestas. funcionalmente unisexuales (por ejemplo, flores estaminales, que llevan solamente estambres, en *Benitoa*) (Wagner et al., 2004).

Dispersión zoocoria: Especies que utilizan animales para la dispersión de sus diásporas (Burkart, 1969)

Fitotecnia: es la materia que, basándose en conocimientos científico técnicos de las distintas disciplinas científicas, investiga los fundamentos biológicos, edáficos, climáticos, sanitarios y técnicos para optimizar la producción de cultivos; los aplica en forma armónica para obtener productos vegetales, útiles al hombre, en las mejores condiciones económicas, ecológicas y de respeto al medio y cultura (Burkart, 1969).

3. Metodología

3.1. Selección de individuos

La selección de los individuos se realizó por medio del método de valoración individual (Ipinza, 1998), no se tuvieron en cuenta los árboles de los bordes del bosque, las características utilizadas fueron DAP, altura, ramificación y bifurcación. Se estableció un formulario para realizar dicha identificación.

Según la metodología propuesta se realizaron los siguientes procedimientos en campo:

- Se georreferenciaron los individuos encontrados de esta especie tomando en cuenta el área de estudio que se estableció.
- Se midió su altura mediante un hipsómetro.
- Por determinación visual se estableció si el individuo estudiado mediante posición sociológica es dominante, codominante, intermedio y suprimido.
- Mediante una cinta diamétrica se midió el diámetro principal del árbol (tomando en cuenta el DAP del individuo encontrado).
- Se evidenció si el individuo presentaba ramas gruesas o delgadas.
- Se determinó mediante la metodología propuesta el ángulo de inclinación Valor 1 para árboles cuyas ramas insertan al fuste en un ángulo entre 90° y 45° .

Los datos obtenidos de las mediciones de los individuos en campo se procesaron en tabla para comparar con los árboles vecinos más cercanos (Tabla 1)

Tabla 1.

Formulario de campo para evaluar el árbol candidato plus y sus mejores vecinos en un radio de 15 a 20 m.

Tipo de bosque: _____

Ubicación espacial en el terreno: _____

Ubicación geográfica (GPS): _____

Fecha: __/__/__

Árbol	DAP (cm)	Altura (m)	a) Posición sociológica (D,C,I,S)	b) Ramas gruesas (1 o 2)	c) Ángulo de ramas (1 o 2)
-------	----------	------------	--	--------------------------------	----------------------------------

Candidato

Vecino 1

Vecino 2

Vecino 3

Vecino 4

a) **D** para dominante; **C** para coodominante; **I** intermedio y **S** suprimido

b) **Valor 1** para árboles sin ramas gruesas.

c) **Valor 1** para árboles cuyas ramas insertan al fuste en un ángulo entre 90° y 45°

3.2. Descripción del hábitat

Se tomaron en cuenta las características que estaban establecidas en el terreno, y cómo estas formaciones son las directamente implicadas en la transformación del paisaje. Para ello, se estableció el tipo de formaciones geomorfológicas que están presentes en la zona de estudio, mediante una visualización básica tanto en campo como por medio de fotografías satelitales de las zonas de estudio (Cortes y Malagón, 1984).

3.3. Recolección de semillas

Las semillas se recolectaron por el método de cortar racimos y grupos de frutos con ayuda de una desjarretadera o tijeras extensoras, se revisó cada racimo recolectado para evitar incluir frutos inmaduros y semillas de baja calidad física, siguiendo la metodología plateada por Di Sacco et al., (2018) en el “Manual de recolección, procesamiento y almacenamiento de semillas de plantas silvestres”. Se recolectaron 900 semillas las cuales pesaron con pulpa 1 kg y sin pulpa 700 g.

3.3.1. Pruebas de Calidad de Semillas

Para determinar la calidad de las semillas recolectadas en la zona de estudio se realizaron de acuerdo a la metodología de Di Sacco et al., (2018), que comprende análisis de viabilidad, determinación de número de semillas/kg y ensayos de viabilidad.

3.3.2. Número de semillas/kg.

Se tomó una muestra de semilla pura, y se realizó un método para la determinación de peso por kg de las semillas.

Método: Se determinó el número de semillas/kg con impurezas (900) y luego de esto se hizo el peso después de quitar sus impurezas el peso de las mismas semillas sin impurezas 700 gr.

3.3.3. Viabilidad:

Se empleó la prueba de corte, que consiste en tomar dos submuestras de semillas puras, compuesta de 10 semillas cada una. Posteriormente, se seccionaron con ayuda de un bisturí y se examinó el tejido interno. El criterio de valoración para determinar la viabilidad de la semilla consistió en que dicho tejido mostrará una consistencia blanda y una coloración blanca o crema. Aquellas semillas con coloración marrón, o cuyo tejido interno estuviera seco, fueron tomadas como vanas.

3.4. Fase de invernadero

3.4.1. Tratamientos semillas

Los tratamientos pre germinativos aplicados a las semillas fueron:

- Tratamiento 1: la semilla se dejó como se encontró en campo y se relacionó ésta como un testigo para los demás tratamientos.
- Tratamiento 2: inmersión de las semillas en agua caliente en reposo durante 24 horas.
- Tratamiento 3: método de limpieza y escarificación a la semilla de forma manual.

3.4.2. Tipos de sustratos

Los sustratos que se utilizaron en el estudio fueron:

S1: Sustrato tomado del sitio de la recolección de semillas

S2: Mantillo de roble

S3: Mezcla de proporciones 1:3 mantillo de roble+ lugar del sitio de la recolección de semillas

S4: Arena Negra

S5: Mezcla con proporciones 6:3:1 mantillo de roble: Tierra del sitio de recolección del sitio:

Arena Negra.

3.4.3. Diseño experimental

La siembra de la semilla se realizó en cajones de 9 x 12 cm bajo invernadero con condiciones controladas a una distancia entre semilla de 2 cm a una profundidad de 0,5 cm, para un total de 20 semillas por cajón, el diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar donde se realizaron tres réplicas por cada tratamiento (60 semillas). En este diseño se van a medir las variables mortalidad, número de hojas y altura.

El riego se realizó dos veces al día uno en horas de la mañana (7:00 a. m.) y la otra en horas de la tarde (5:00 p. m.), respectivamente.

4. Resultados

4.1. Selección árboles plus

De acuerdo con el trabajo de Aguirre, (2013) en el cual se tienen en cuenta variables para la selección del árbol plus como la posición sociológica, su estado fitosanitario y sus cualidades fenológicas se llegó a seleccionar dicho espécimen (Tabla 1).

Tabla 1.

Selección árbol plus

Árbol	DAP (cm)	Altura (m)	a) Posición Sociológica (D, C, I, S)	b) Ramas Gruesas (1 ó 2)	c) Ángulo de Ramas (1 ó 2)
Candidato	38,6	5,0	D	2	1
Vecino 1	36,33	3,7	C	1	2
Vecino 2	17,33	1,5	S	1	2
Vecino 3	17,00	2,0	S	1	2
Vecino 4	20,00	2,0	I	1	1
Vecino 5	15,00	2,14	S	1	2
Vecino 6	17,20	1,17	S	1	2
Vecino 7	22,40	2,19	I	2	1

a) D para dominante; C para codominante; I intermedio y S suprimido

b) Valor 1 para árboles sin ramas gruesas.

c) Valor 1 para árboles cuyas ramas insertan al fuste en un ángulo entre 90° y 45°

4.2. Valores promedio de las variables (altura, número de hojas y mortalidad)

4.2.1. Testigo

4.2.1.1. Altura

Se puede observar que el valor promedio de altura a través del tiempo en los sustratos tierra, tierra + mantillo de roble y combinado presentaron mayores valores en altura respecto a los sustratos de mantillo de roble y arena (Tabla 2).

Tabla 2.

Valores promedios de altura testigo (T0)

VALORES PROMEDIO DE ALTURA (TESTIGO) (cm)											
SUSTRATO	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
TIERRA	0,00	0,23	0,63	0,69	0,95	0,99	0,84	0,92	1,03	1,10	1,13
MANTILLO DE ROBLE	0,00	0,12	0,29	0,35	0,41	0,46	0,49	0,59	0,67	0,72	0,78
TIERRA+ MANTILLO DE ROBLE	0,00	0,14	0,53	0,66	0,70	0,63	0,72	0,84	0,90	1,02	1,07
ARENA	0,00	0,20	0,33	0,28	0,33	0,37	0,40	0,34	0,39	0,42	0,49
COMBINACIÓN	0,00	0,21	0,70	0,77	0,85	0,91	0,96	1,04	1,10	1,15	1,22

4.2.1.2. Número de hojas

Se evidencia en la Tabla 3 que el valor promedio de número más altos es 4,00 el cual corresponde al sustrato combinado, los sustratos tierra, Mantillo de roble y arena son inferiores a 3,00, también se observa unas variaciones en los datos respecto al tiempo debido que las plántulas fueron atacadas por etnofauna.

Tabla 3.*Valores promedio número de hojas testigo (T0)*

VALORES PROMEDIO DE NÚMERO DE HOJAS (TESTIGO)											
SUSTRATO	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
TIERRA	0,00	2,10	2,56	2,60	3,00	2,88	3,00	2,90	2,70	2,80	2,80
MANTILLO DE ROBLE	0,00	2,00	2,00	2,00	2,14	2,29	2,29	2,13	2,25	2,25	2,38
TIERRA+ MANTILLO DE ROBLE	0,00	2,00	2,25	2,25	2,20	2,17	2,50	2,67	3,00	3,00	3,00
ARENA	0,00	2,00	2,00	2,00	2,33	2,33	2,33	2,25	2,25	2,25	2,25
COMBINACIÓN	0,00	2,14	3,51	3,57	3,68	4,08	4,13	4,16	4,13	4,08	4,00

4.2.1.3. Mortalidad

En los sustratos mantillo de roble, tierra + mantillo de roble y combinado se encuentra un valor de mortalidad de 1,66%, teniendo en cuenta que en cada sustrato su porcentaje de germinación es diferente, el sustrato en el que germino más del 50% de las plántulas fue el combinado (Tabla 4).

Tabla 4.*Mortalidad testigo (T0)*

MORTALIDAD (TESTIGO)			
SUSTRATO	% VIVOS	% MUERTOS	% SIN GERMINAR
TIERRA	15,00%	6,66%	78,33%
MANTILLO DE ROBLE	13,33%	1,66%	85,00%
TIERRA+ MANTILLO DE ROBLE	10,00%	1,66%	88,33%
ARENA	6,66%	0,00%	93,33%
COMBINACIÓN	61,66%	1,66%	36,66%

4.2.2. Tratamiento 1 (T1)

4.2.2.1. Altura Se observa que en el (t10) los valores promedios más bajos corresponden a los sustratos de mantillo de roble y arena con un valor de 0,63 y los valores promedios más altos se presentaron en los sustratos tierra y combinado con valores de 1,36 y 1,39 respectivamente (tabla 5).

Tabla 5.

Valores promedio de altura (T1)

VALORES PROMEDIO DE ALTURA (TRATAMIENTO 1) (cm)											
SUSTRATO	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
TIERRA	0,00	0,31	0,81	0,81	1,14	1,11	1,11	1,17	1,22	1,30	1,36
MANTILLO DE ROBLE	0,00	0,10	0,23	0,20	0,30	0,30	0,32	0,53	0,56	0,58	0,63
TIERRA+ MANTILLO DE ROBLE	0,00	0,23	0,52	0,55	0,64	0,59	0,66	0,79	0,84	0,93	0,99
ARENA	0,00	0,10	0,40	0,40	0,85	0,50	0,60	0,38	0,51	0,59	0,63
COMBINACIÓN	0,00	0,29	0,85	0,92	0,98	0,95	0,96	1,07	1,25	1,33	1,39

4.2.2.2. Número de hojas Se puede observar que en el t10 los valores promedios más altos en número de hojas se presentaron en los sustratos: tierra (3,83) y combinado (4,00); los valores promedios más bajos se evidenciaron en los sustratos mantillo de roble (2,00), tierra + mantillo de roble (2,57) y arena (2,33), como se evidencia en el sustrato de mantillo de roble el número de hojas solo cambio en el t6 debido al ataque de la etnofauna (tabla 6).

Tabla 6.*Valores promedio de número de hojas (T1)*

VALORES PROMEDIO DE NÚMERO DE HOJAS (TRATAMIENTO 1)											
SUSTRATO	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
TIERRA	0,00	2,94	3,61	3,45	3,60	3,52	3,45	3,83	3,78	3,83	3,83
MANTILLO DE ROBLE	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,75	2,00	2,00	2,00	2,00
TIERRA+ MANTILLO DE ROBLE	0,00	2,22	2,44	2,40	2,64	2,54	2,62	2,57	2,57	2,67	2,57
ARENA	0,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	2,25	2,33	2,33	2,33
COMBINACIÓN	0,00	2,27	2,50	2,64	4,55	4,48	4,38	4,50	4,17	4,08	4,00

4.2.2.3. **Mortalidad** Se observa que el porcentaje de germinación en cada sustrato fue: tierra (38,33%), mantillo de roble (10%), tierra + mantillo de roble (25%), arena (6.66%), Combinado (40%), y su mortalidad tuvo valores de 0%, 1,66%, 3,33%, 1,66%, 3,33%, respectivamente (tabla 7).

Tabla 7.*Mortalidad (T1)*

MORTALIDAD (T1)			
SUSTRATO	%VIVOS	%MUERTOS	%SIN GERMINAR
TIERRA	38,33%	0,00%	61,66%
MANTILLO DE ROBLE	8,33%	1,66%	90,00%
TIERRA+ MANTILLO DE ROBLE	21,66%	3,33%	75,00%
ARENA	5,00%	1,66%	93,33%
COMBINACIÓN	36,33%	3,33%	60,00%

4.2.3. Tratamiento dos (T2)

4.2.3.1. **Altura** Los valores promedios mayores al final de la última medición (t10) que oscilan entre 1 y 1,4 cm son tierra, tierra + mantillo de roble y combinado, mientras que el mantillo de roble y la arena son menores a uno (Tabla 8).

Tabla 8.

Valores promedio de altura (T2)

VALORES PROMEDIO DE ALTURA (TRATAMIENTO 2) (cm)											
SUSTRATO	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
TIERRA	0,00	0,23	1,00	0,95	1,11	1,11	1,09	1,18	1,27	1,34	1,39
MANTILLO DE ROBLE	0,00	0,00	0,17	0,35	0,52	0,54	0,65	0,73	0,83	0,93	0,99
TIERRA+ MANTILLO DE ROBLE	0,00	0,20	0,64	0,59	0,68	0,76	0,75	0,90	1,01	1,08	1,14
ARENA	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,17	0,25	0,28	0,53	0,63	0,69
COMBINACIÓN	0,00	0,28	0,74	0,77	0,88	0,93	1,00	1,13	1,21	1,30	1,36

4.2.3.2. **Número de hojas** El valor promedio de número de hojas en este tratamiento es mayor en el sustrato combinado (4,11) y menor en el sustrato de mantillo de roble (2,33), también encontramos que en este sustrato la cantidad de hojas se mantuvo constante desde el t2 hasta el t7 (Tabla 9).

Tabla 9.

Valores promedio de número de hojas (T2)

VALORES PROMEDIO DE NÚMERO DE HOJAS (TRATAMIENTO 2)											
SUSTRATO	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
TIERRA	0,00	2,26	3,65	3,41	3,70	3,70	3,66	3,69	3,69	3,74	3,74
MANTILLO DE ROBLE	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,33	2,33	2,33
TIERRA+ MANTILLO DE ROBLE	0,00	2,17	3,32	3,06	3,26	3,41	3,28	3,45	3,45	3,45	3,45
ARENA	0,00	0,00	0,00	2,00	2,50	2,25	2,50	2,83	2,83	2,83	2,83

COMBINACIÓN	0,00	2,25	3,80	3,85	4,10	4,10	4,05	4,10	4,05	4,05	4,11
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

4.2.3.3. Mortalidad Se observa que en los sustratos de tierra y tierra + mantillo de roble los porcentajes de individuos son mayores al 40%, pero comparten un porcentaje igual de mortalidad con un valor de 6,66%, con este tratamiento vemos que el valor sin germinar es mayor al 50% en comparación con el tratamiento 1 (Tabla 10).

Tabla 10.

Porcentaje de mortalidad (T2)

MORTALIDAD (T2)			
SUSTRATO	%VIVOS	%MUERTOS	%SIN GERMINAR
TIERRA	48,33%	6,66%	45%
MANTILLO ROBLE	5,00%	3,33%	91,66%
TIERRA+ MANTILLO DE ROBLE	51,66%	6,66%	41,66%
ARENA	10,00%	0,00%	90,00%
COMBINACION	31,66%	1,66%	66,66%

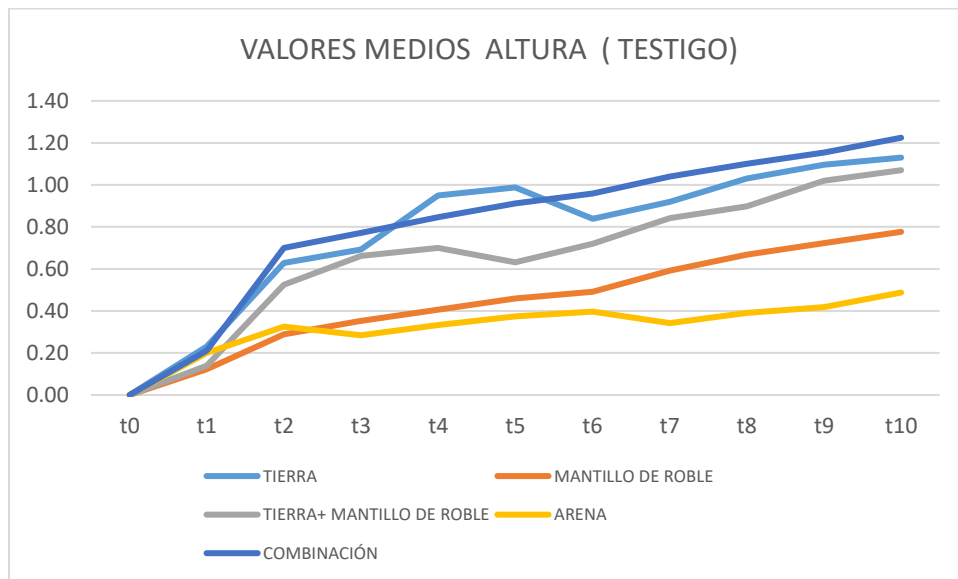
4.3. Evolución temporal de las variables (altura y número de hojas)

4.3.1. Testigo

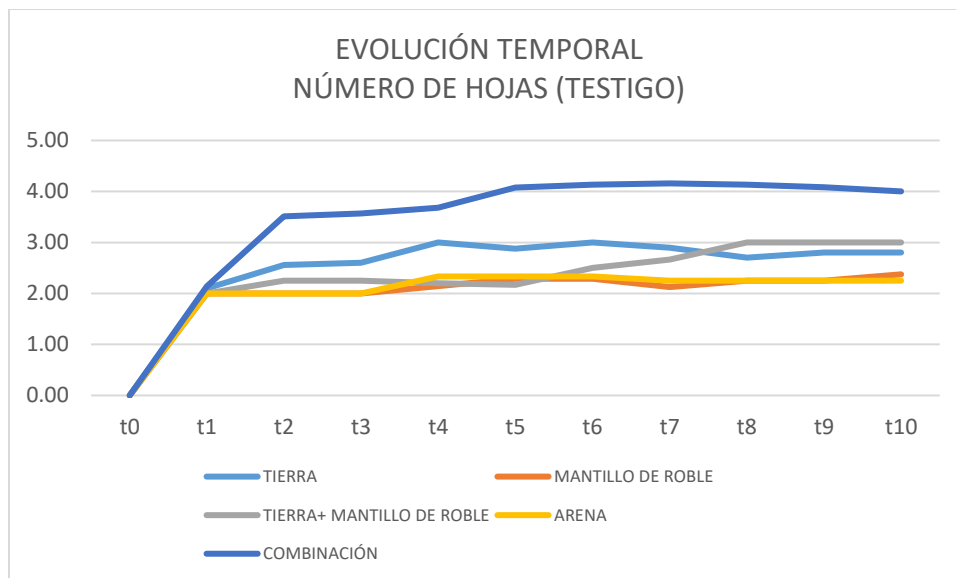
En la Figura 1 y Figura 2 se observa como todos los sustratos van aumentando en altura y número de hojas hasta el t6, luego de esta medición se evidencia un aumento en el crecimiento en altura de todas las plántulas de los sustratos, pero el número de hojas en todos los sustratos permanecen constante.

Figura 1.

Evolución temporal Altura (T0)

**Figura 2.**

Evolución temporal número de hojas (T0)



4.3.2. Tratamiento uno (T1)

Se evidencia que los sustratos tierra y combinado después del t4 incrementan su altura (figura 3), mientras que los mismo se mantiene constante en sus números de hojas (Figura 4), también el sustrato mantillo de roble sigue su crecimiento en altura durante el tiempo mientras que su número de hojas permanece constante.

Figura 3.

Evolución temporal altura (T1)

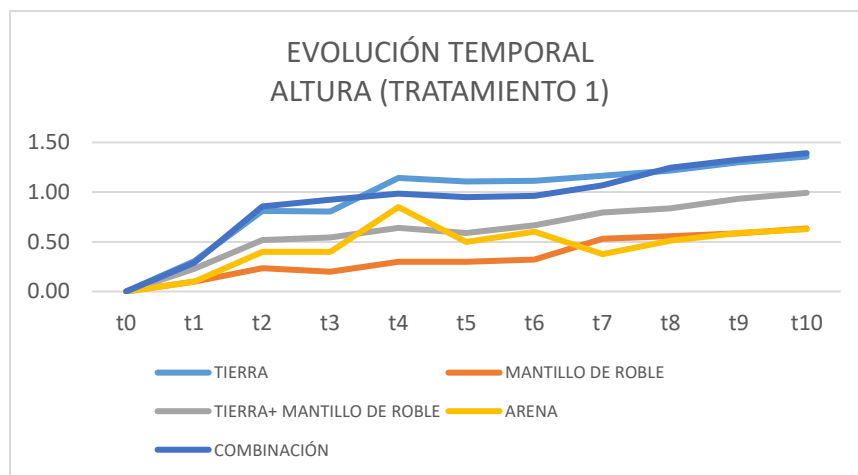
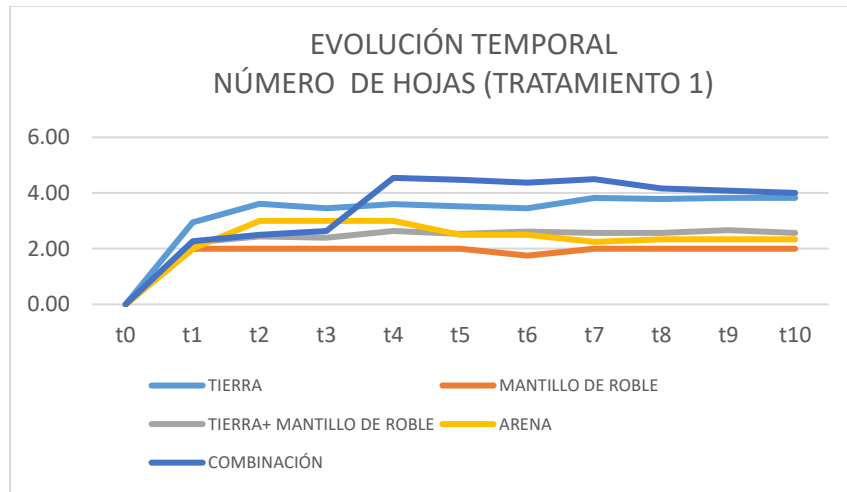


Figura 4.

Evolución temporal número de hojas (T1)



4.3.3. Tratamiento dos

En el tratamiento dos se evidencia un mayor crecimiento de las plantas a comparación del tratamiento uno y el testigo, después del t7 vemos como sigue aumentan el crecimiento en altura, pero se mantiene constante el número de hojas en todos los sustratos (Figura 5 y 6).

Figura 5.

Evolución temporal altura (T2)

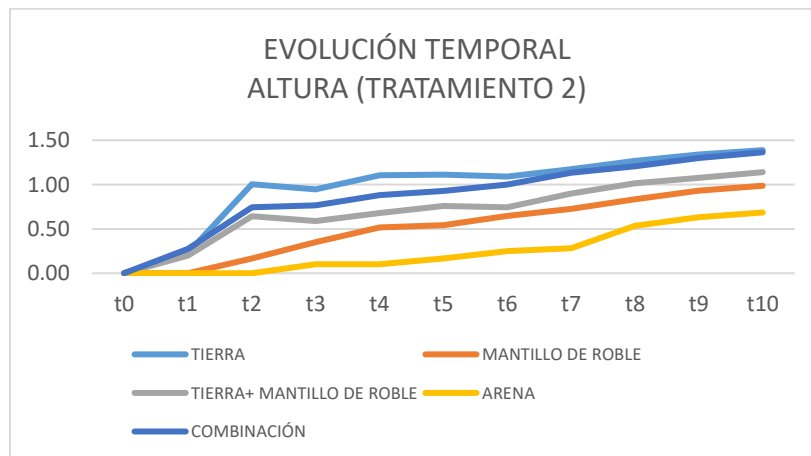
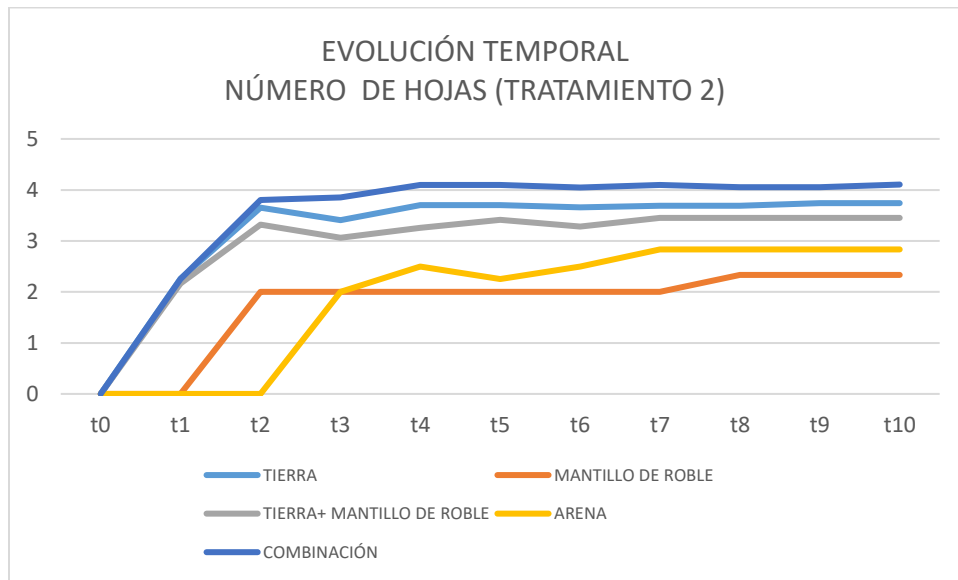


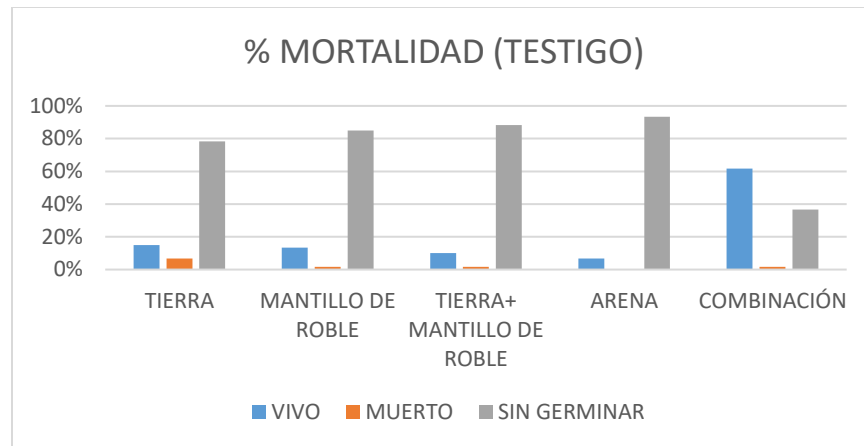
Figura 6.

Evolución temporal número de hojas (T2)**4.4. Mortalidad****4.4.1. Testigo**

Como se observa en la figura el sustrato con mayor porcentaje de individuos vivos es el convidado, seguido por la tierra, encontramos que el sustrato arena no presento porcentaje de mortalidad a pesar de que su cantidad de individuos vivos es baja (Figura 7).

Figura 7.

Porcentaje mortalidad (T0)

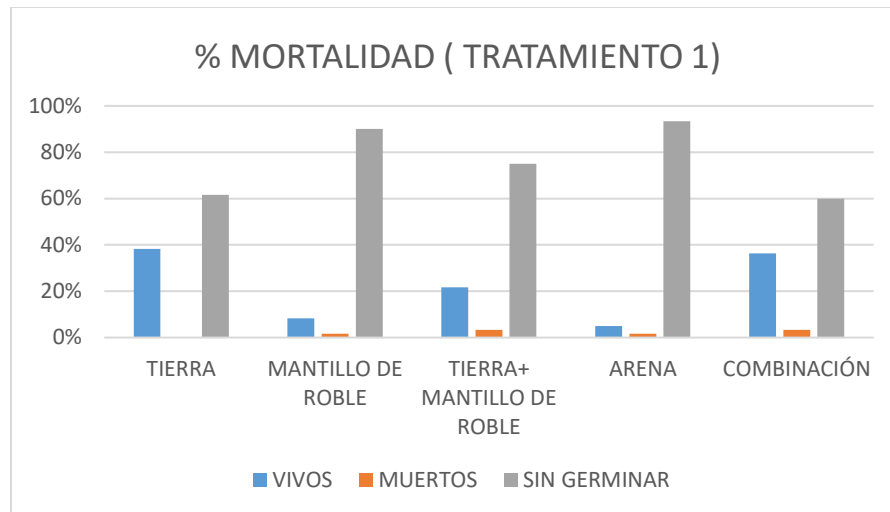


4.4.2. Tratamiento uno (T1)

En el tratamiento uno se evidencia que los sustratos tierra y combinado tiene valores de individuos vivos mayor al 20%, pero el sustrato tierra no presento porcentaje de mortalidad en comparación con el combinado (Figura 8).

Figura 8.

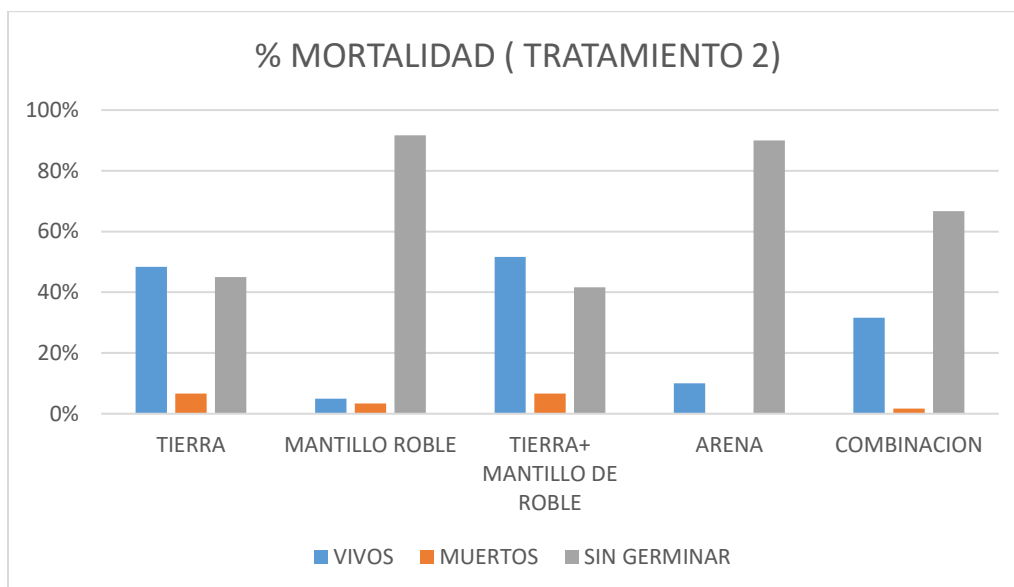
Porcentaje mortalidad (T1)



4.4.3. Tratamiento dos (T2)

Los sustratos tierra y matillo de roble presentaron una mortalidad igual, pero el mantillo de roble tiene mayor porcentaje de individuos vivos que la tierra (Figura 9).

Figura 9.
Porcentaje de mortalidad (T2)



ANOVA. Análisis de Varianza promedio

Tratamientos en la semilla.**Tabla 11.***Varianzas tratamientos en crecimiento de las plantas*

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	5	3,00556786	0,60111357	0,04470855
T1	5	3,25233522	0,65046704	0,07161073
T2	5	3,31286236	0,66257247	0,08248888

Tabla 12.*ANOVA. Análisis de varianza en crecimientos de las plantas en los tres tratamientos.*

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0106	2	0,0053	0,0800	0,9236	3,8853
Dentro de los grupos	0,7952	12	0,0663			
Total	0,8058	14				

En la tabla 12 no se encuentran diferencias significativas ($P < 0.05$) en el crecimiento de las plantas de *Duranta mutissi* en los tres tratamientos.

Tabla 13.

Varianza tratamientos número de hojas

RESUMEN					
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
T0	5	12,1417893	2,42835786	0,34372505	
T1	5	13,0582196	2,61164391	0,48243037	
T2	5	13,2358412	2,64716823	0,64086216	

Tabla 14.

Análisis de varianza número de hojas

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,14	2,00	0,07	0,14	0,87	3,89
Dentro de los grupos	5,87	12,00	0,49			
Total	6,01	14,00				

En la tabla 14 en la variable número de hojas no se encuentran diferencias significativas ($p < 0.05$) lo cual nos indica que el desarrollo de rebrote de hojas no depende del tratamiento aplicado a la semilla.

Tipos de sustratos

Tabla 15.

Varianza sustratos en el crecimiento de las plantas

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
S1	3,00	2,68	0,89	0,01	
S2	3,00	1,30	0,43	0,01	
S3	3,00	1,97	0,66	0,00	
S4	3,00	1,02	0,34	0,01	
S5	3,00	2,59	0,86	0,00	

Tabla 16.*Análisis de varianza de los sustratos en el crecimiento de las plantas*

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,74	4,00	0,18	27,43	0,00	3,48
Dentro de los grupos	0,07	10,00	0,01			
Total	0,81	14,00				

En la tabla 16 existen diferencias significativas ($P < 0.05$) en el comportamiento del crecimiento de las plantas en cada sustrato ya que el valor de F es mayor al valor crítico de F

Tabla 17.*Varianza sustratos en el número de hojas*

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
S1	3	8,94700027	2,98233342	0,18655848
S2	3	5,49675325	1,83225108	0,01623728
S3	3	7,50726255	2,50242085	0,14183298
S4	3	6,16666667	2,05555556	0,04731022
S5	3	10,3181673	3,4393891	0,00245069

Tabla 18.*Análisis de varianza en los sustratos el número de hojas*

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5,22	4,00	1,30	16,54	0,00	3,48
Dentro de los grupos	0,79	10,00	0,08			
Total	6,01	14,00				

En la tabla 18 se evidencian diferencias significativas ($p < 0.05$) en relación del crecimiento en número de hojas con los sustratos como vemos el valor de F es mayor al valor crítico de F

5. Discusión

Según el análisis de Ipinza (1998) establece las características que debe tener un árbol para ser considerado como plus como vemos en el estudio el árbol candidato cumple con todas estas características dado que en los estudios que se citaron para la metodología no definen como tal un árbol para la recolección de las semillas.

Según Acero y cortes (2014) la *Duranta mutissi* inicia su germinación a los 15 días y se mantiene hasta el día 71, nuestro estudio concuerda con los días de inicio de la germinación, mas no tenemos el dato de los días de terminación de esta, ya que en este estudio se realizaron medidas hasta los 45 días (t10).

La característica (germinación) de la especie estudiada determina como tal a nivel de restauración ecológica y de bosques alto andinos según Acero y cortes (2014) posee alta concentración de desarrollo en tratamientos que destruyan de manera más fácil la testa de la semilla, también se establece que al realizar la prueba de viabilidad de las semillas no sobrepasa el 70%.

6. Conclusiones

El tratamiento que más aportó para el desarrollo de las semillas en todos fue el tratamiento dos que fue limpieza y escarificación, mientras que el tratamiento uno al ser sometidas al calor no respondieron con resultados alentadores.

En los tres tratamientos encontramos un % bajo de germinación en todos los sustratos, debido al ataque de la etnofauna que a pesar de que se mantuvo controlado las variables humedad y temperatura (vivero temporal), no se logró evitar este ataque.

Se puede concluir que el sustrato de arena en todos los tratamientos no determina un porcentaje de germinación alto y que la semilla de esta especie presenta altos índices de dureza y por lo tanto no desarrolla con facilidad.

7. Recomendaciones

Para mejores resultados recomendamos que el tiempo de estudio sea mayor a 70 días, para así abarcar la mayor germinación de la especie. Además, utilizar un proceso pregerminativo que consista en llevar las semillas a bajas temperaturas, pues el tratamiento con agua caliente fue el que presentó menor porcentaje de germinación.

Se establece que para realizar la captura de los insectos que afectan las plántulas ya germinadas se define como tal trampa de luz ultravioleta, trampas de colector húmedo, cebos tóxicos que puedan disminuir como tal la afectación que se tiene.

Referencias

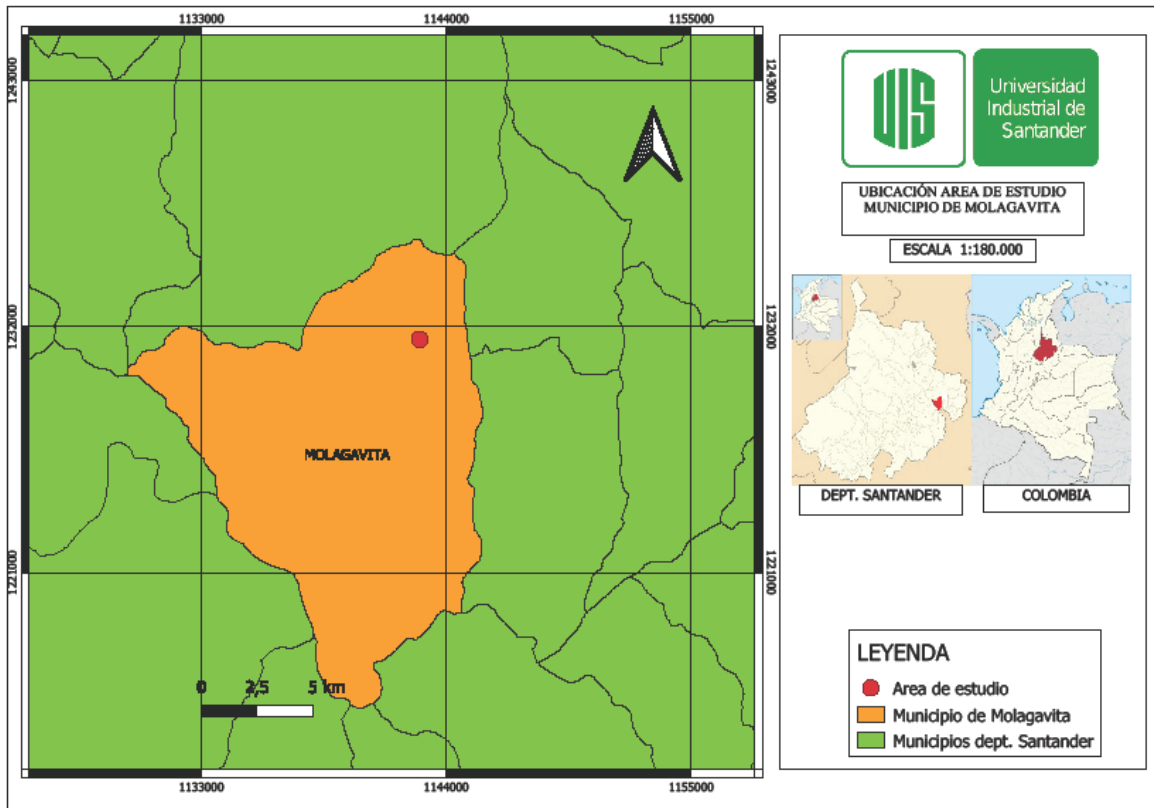
- Acero-Nitola, A. M., & Cortés-Pérez, F. (2014). Propagación de especies nativas de la microcuenca del río La Vega, Tunja, Boyacá, con potencial para la restauración ecológica. *Rev. Acad. Colomb. Ciencias*, 38(147), 195-205.
- Barrera-Cataño, J.I., S.M. Contreras-Rodríguez, N.V. Garzón-Yepes, A.C. Moreno Cárdenas y S.P. Montoya-Villarreal. (2010). Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Bogotá, Colombia. 402 pp.
- Berjak, P. y N. Pammenter. 2004. Semillas recalcitrantes. pp. 305-345 En: Benech-Arnold, R. y R. Sánchez (eds.). Manual de semilla fisiología. Prensa de productos alimenticios, Nueva York
- Burkart, A (Director) 1969-2005. Flora Ilustrada de Entre Ríos. Argentina. Colección Científica del I.N.T.A. Bs. As
- Doria, Jessica. (2010). Generalidades sobre las Semillas: su Producción, Conservación y Almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00.
- Ipinza Roberto (1998). Métodos de selección de árboles plus. Mejoramiento Genético Forestal Operativo. Universidad Austral de Chile. pp 105-127.

Meneses Marroquín, L.M (2018). Caracterización de ecosistemas de referencia y propagación de especies nativas de interés para restauración ecológica en la jurisdicción de Corpochivor.

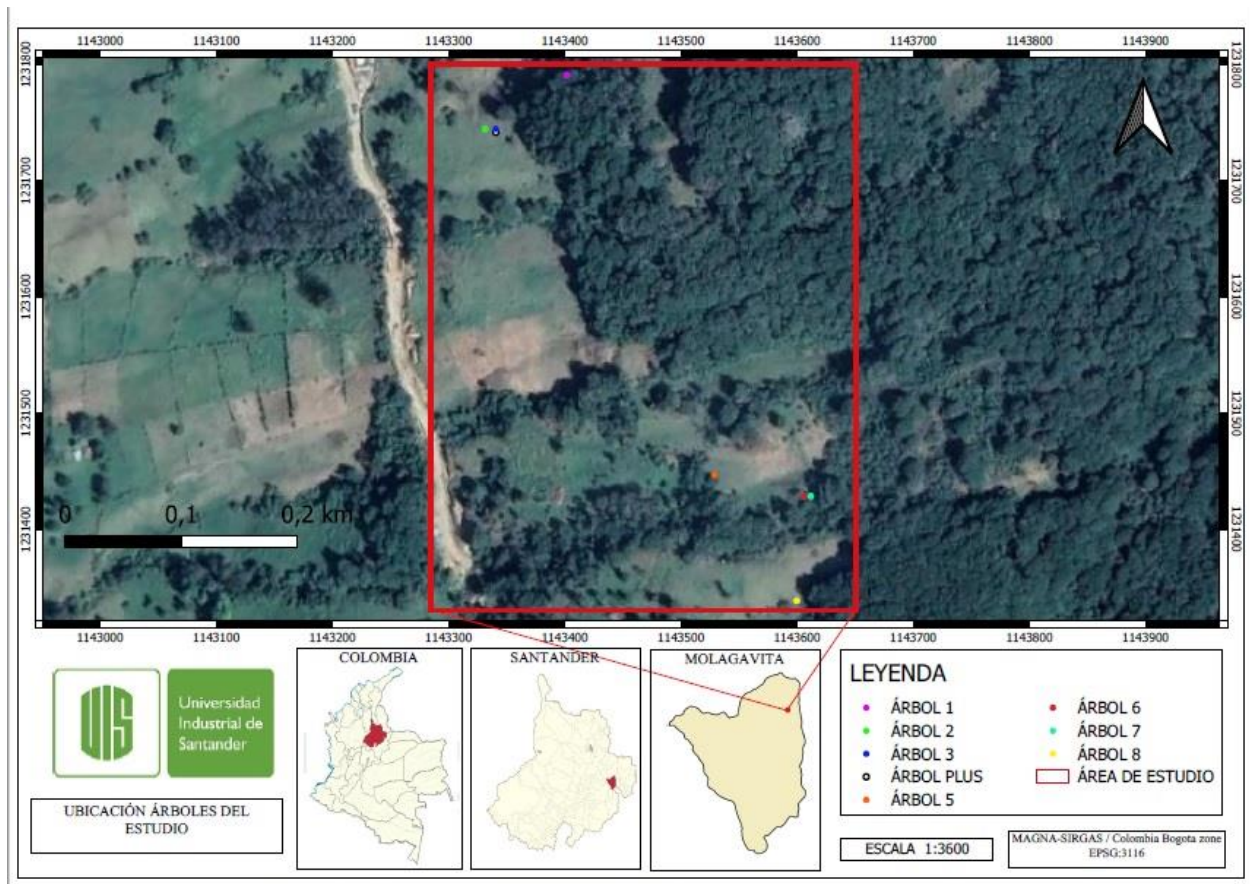
Mora, F. (2007). Estrategias para la restauración ecológica del Bosque altoandino: el caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca. O. Vargas (Ed.). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.

Varela, S. (2011). La ecofisiología vegetal: una disciplina que nos permite tomar decisiones de manejo ante condiciones ambientales desfavorables. *Presencia*, 56, 25-28. Recupera de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=inta2.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=063364>

Apéndices



Apéndice 1. Localización área de estudio

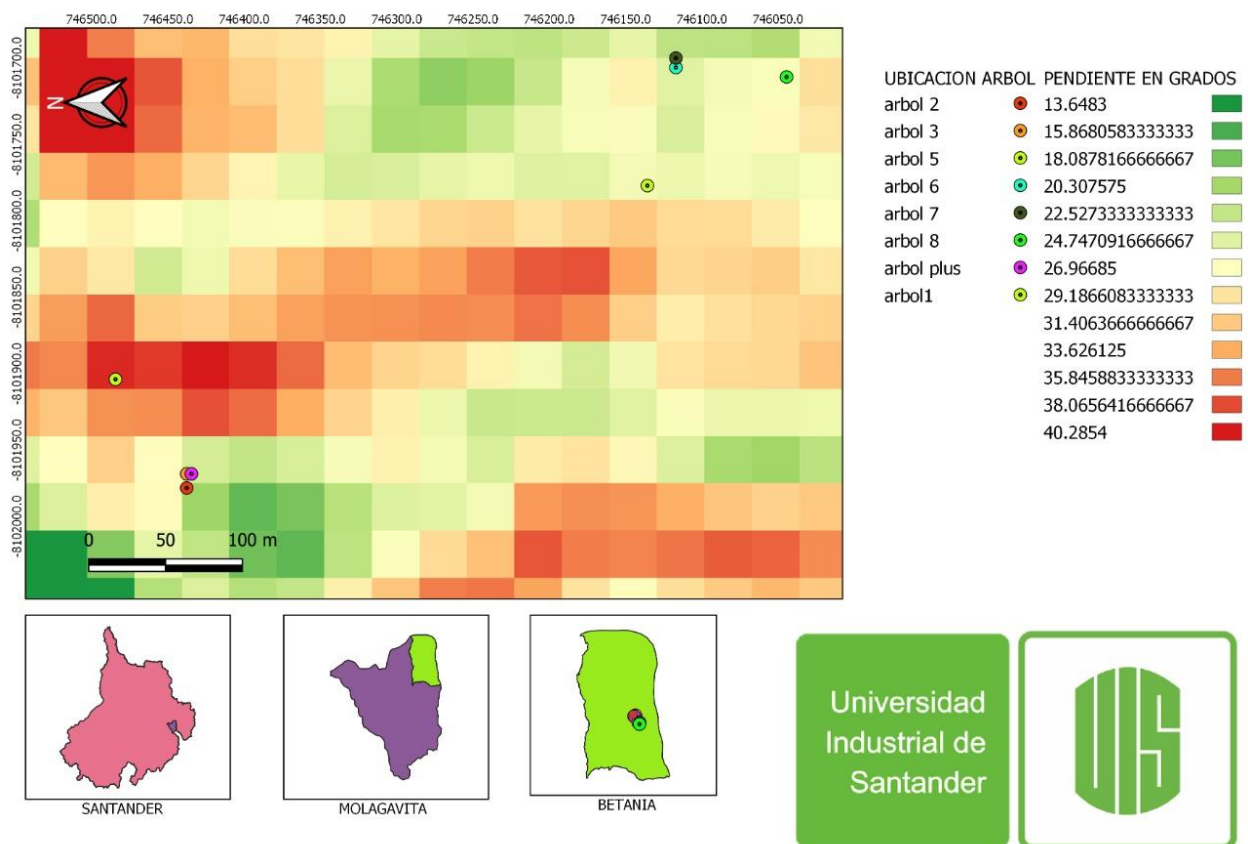


Apéndice 2. Ubicación de árboles





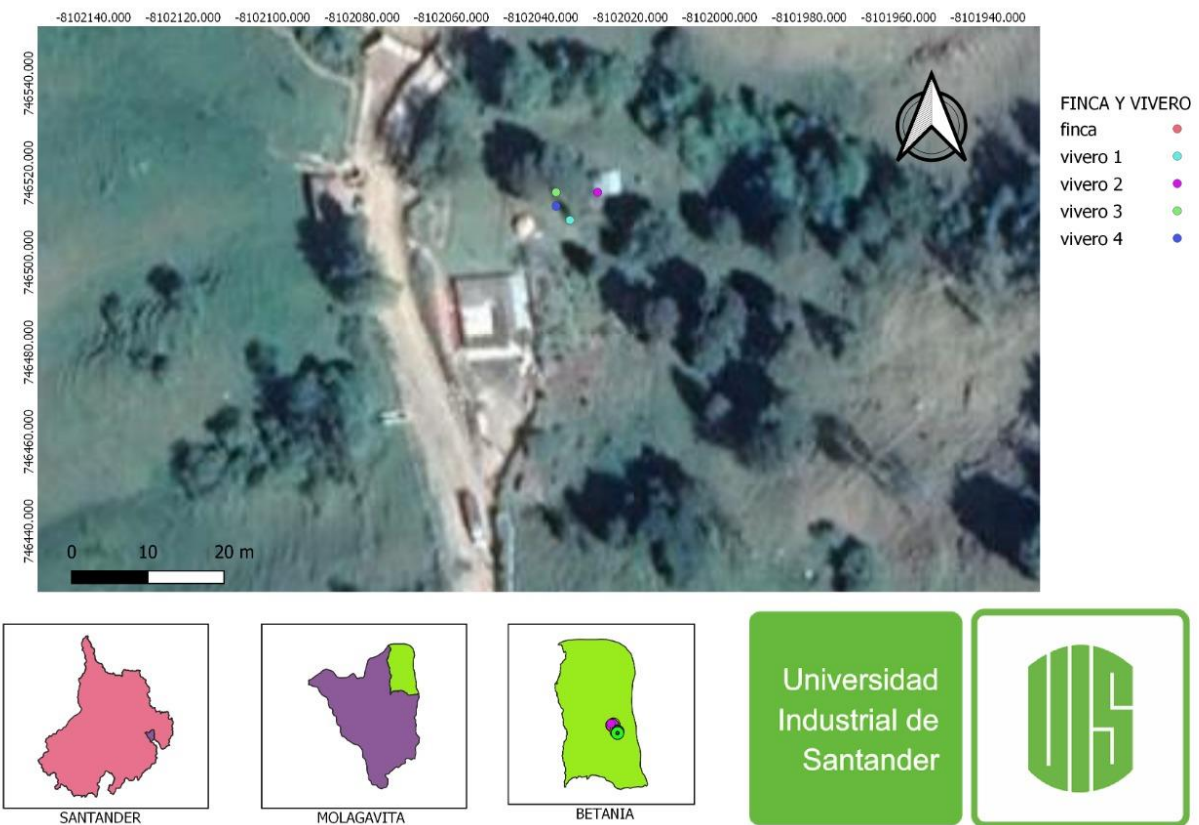
Apéndice 3. Selección árbol plus



Apéndice 4. Mapa pendiente del terreno



Apéndice 5. Recolección de semillas



Apéndice 6. Mapa localización invernadero



Apéndice 7. Establecimiento invernadero



Apéndice 8. Recolección sustrato



Apéndice 9. Cajón con sustrato



Apéndice 10. Escarificación y limpieza de semillas (tratamiento 2)



Apéndice 11. Tratamiento 1 agua caliente



Apéndice 12. Siembra de Semillas



Apéndice 13. Germinación *Duranta mutissi*



Apéndice 14. Ataque etnofauna (lepidópteros nocturnos)



Apéndice 15. Toma de datos