

**PLAN DE MANEJO DEL VIVERO DE LA RESERVA NATURAL "UMBRAL
CULTURAL HORIZONTES" BOGOTÁ, COLOMBIA**

PRESENTADO POR

OSCAR DAVID ÁVILA RAMÍREZ

CÓDIGO: 20151010003

NORBAY GOMEZ ARÉVALO

CÓDIGO: 20151010016

DIRECTOR INTERNO

FAVIO LÓPEZ BOTÍA

DIRECTOR EXTERNO

DIANA WIESNER CEBALLOS

MODALIDAD: PASANTÍA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA FORESTAL
BOGOTÁ D.C. COLOMBIA 2023



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Fundación
Cerros de Bogotá
www.cerrosdebogota.org

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	8
2.1. OBJETIVO GENERAL	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. METODOLOGÍA	9
3.1. ÁREA DE ESTUDIO	9
3.2. ÁREAS DE RECOLECCIÓN DEL MATERIAL Y FUENTE SEMILLERA.....	12
3.3. RECOLECCIÓN DE MATERIAL VEGETAL.....	15
3.3.1. <i>Viburnum triphyllum</i> Benth.....	15
3.3.2. <i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	16
3.3.3. <i>Frangula goudotiana</i> (Triana & Planch.) Grubov	17
3.3.4. <i>Vallea stipularis</i> Mutis ex L.fil	18
3.3.5. <i>Clusia multiflora</i> Kunth	18
3.3.6. <i>Clethra fimbriata</i> Kunth.....	19
3.3.7. <i>Bejaria resinosa</i> Mutis	21
3.3.8. <i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G.Don	21
3.4. PRUEBAS DE CALIDAD DE SEMILLAS	23
3.4.1. Viabilidad.....	23
3.5. ENSAYOS DE PROPAGACIÓN	23

	2
3.5.1. Establecimiento	24
3.5.2. Siembra.....	31
3.5.3. Análisis estadístico.....	31
4. RESULTADOS.....	32
4.1. PRUEBAS DE VIABILIDAD DE SEMILLAS	32
4.2. ENSAYOS DE PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEXUAL.....	34
4.2.1. <i>Viburnum triphyllum</i>	34
4.2.2. <i>Myrsine guianensis</i>	38
4.2.3. <i>Frangula goudotiana</i>	42
4.2.4. <i>Vallea stipularis</i>	44
4.2.5. <i>Gaiadendron punctatum</i>	46
4.2.6. <i>Clethra fimbriata</i>	49
4.2.7. <i>Bejaria resinosa</i>	51
4.2.8. <i>Clusia multiflora</i>	52
5. CONCLUSIONES	53
6. RECOMENDACIONES	54
7. AGRADECIMIENTOS	55
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización general de la RNSC Umbral Cultural Horizontes	11
Figura 2. Mapa de localización de la RNSC Umbral Cultural Horizontes.....	12
Figura 3. Mapa de localización de las fuentes semilleras de las especies de estudio	13
Figura 4. Curva de germinación T0 y T3 de <i>V. triphyllum</i>	36
Figura 5. Boxplot % germinación T0 y T3 de <i>V. triphyllum</i>	38
Figura 6. Curva de germinación T0, T1, T2 y T3 de <i>M. guianensis</i>	40
Figura 7. Boxplot % germinación T0, T1, T2 y T3 de <i>M. guianensis</i>	41
Figura 8. Curva de germinación T0, T1, T2 y T3 de <i>F. goudotiana</i>	43
Figura 9. Boxplot % germinación T0, T1, T2 y T3 de <i>F. goudotiana</i>	44
Figura 10. Boxplot % enraizamiento T0, T1 y T2 de <i>V. stipularis</i>	46
Figura 11. Curva de germinación T0 y T1 de <i>G. punctatum</i>	48
Figura 12. Boxplot % germinación T0 y T1 de <i>G. punctatum</i>	48
Figura 13. Curva de germinación T0, T1, T2 y T3 de <i>C. fimbriata</i>	50
Figura 14. Boxplot % germinación T0, T1, T2 y T3 de <i>C. fimbriata</i>	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de las fuentes semilleras para cada especie propagada	14
Tabla 2. Tratamientos pregerminativos para las especies a propagar.....	25
Tabla 3. Arreglo espacial al azar para las especies a propagar	29
Tabla 4. Cantidad de semillas sumergidas para cada especie	32
Tabla 5. Porcentaje de viabilidad de las semillas para cada especie.	33

Tabla 6. Porcentaje de germinación de los tratamientos T0 y T3 de <i>V. triphyllum</i> ; X: media (% de germinación), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), T p-value: t-student ($\alpha=0,05$).....	35
Tabla 7. Porcentaje de germinación T0, T1, T2 y T3 de <i>M. guianensis</i> ; X: media (% de germinación), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), B p-value: Bartlett ($\alpha=0,05$), A p-value: Anova ($\alpha=0,05$) y Tk p-value: Tukey ($\alpha=0,05$).....	38
Tabla 8. Porcentaje de germinación de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 de <i>F. goudotiana</i> ; X: media (% de germinación), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), B p-value: Bartlett ($\alpha=0,05$) y A p-value: Anova ($\alpha=0,05$).....	42
Tabla 9. Porcentaje de enraizamiento T0, T1 y T2 de <i>V. stipularis</i> ; X: media (% de enraizamiento), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), B p-value: Bartlett ($\alpha=0,05$), A p-value: Anova ($\alpha=0,05$) y Tk p-value: Tukey ($\alpha=0,05$).....	45
Tabla 10. Porcentaje de germinación T0 y T1 y de <i>G. punctatum</i> ; X: media (% de germinación), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), B p-value: Bartlett ($\alpha=0,05$) y T p-value: t-student ($\alpha=0,05$).....	47
Tabla 11. Porcentaje de germinación T0, T1, T2 y T3 de <i>C. fimbriata</i> ; X: media (% de germinación), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), B p-value: Bartlett ($\alpha=0,05$), A p-value: Anova ($\alpha=0,05$) y Tk p-value: Tukey ($\alpha=0,05$).....	49
Tabla 12. Tratamientos con mejores resultados para cada especie de estudio.	53

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Semillas de <i>V. triphyllum</i>	15
Imagen 2. Semillas de <i>M. guianensis</i>	17
Imagen 3. Estacas de <i>C. multiflora</i>	19
Imagen 4. Frutos de <i>C. fimbriata</i>	20
Imagen 5. Semillas de <i>C. fimbriata</i>	20
Imagen 6. Frutos de <i>G. punctatum</i>	22
Imagen 7. Semillas de <i>G. punctatum</i>	22
Imagen 8. Desinfección del suelo.	25
Imagen 9. División de los tratamientos de <i>V. triphyllum</i> y <i>V. stipularis</i>	31
Imagen 10. Presencia de una larva generando mortalidad en las plántulas.	36
Imagen 11. Primer brote de <i>M. guianensis</i> , luego de dos meses.	41

1. INTRODUCCIÓN

Las áreas protegidas fueron creadas con el fin de formar parte de la base natural de los ecosistemas, ayudando al mantenimiento y a la conservación de los múltiples servicios que ofrecen a la sociedad. Existen diferentes categorías de uso dentro de las áreas protegidas, lo que permite que no haya una sola vía para la conservación, resultando en diversos procesos de manejo sin dejar de lado los objetivos de conservación de cada área protegida. Entre estas áreas también se incluyen los predios privados, estas figuras permiten a la sociedad civil organizarse y decidir proteger un área de importancia ecológica, que sin duda alguna suman esfuerzos a los compromisos del estado en materia de conservación. (PNN, 2015)

Dentro de la ciudad de Bogotá existe un área de vital importancia denominada “Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá”, la cual es una cadena montañosa ubicada al costado oriental del área urbana, dicha reserva tiene un área aproximada de 13.142 hectáreas, altitudinalmente inicia a los 2650 m.s.n.m. y va hasta los 3600 m.s.n.m. La reserva cumple un papel fundamental en la conservación de los páramos, ya que funciona como conector entre el páramo de Cruz Verde-Sumapaz y el Páramo de Chingaza, además, es un área de gran biodiversidad en términos de flora y fauna y que contiene valores ecológicos y paisajísticos valiosos para los habitantes aledaños y la ciudad en general, los servicios que provee ayudan a regular los acuíferos de la sabana de Bogotá, mejorando su calidad y asegurando su calidad y cantidad, también, ayuda a regular el clima, a la depuración del aire de esta zona, a mejorar la estructura del suelo y a estabilizar zonas de alta pendiente que puedan estar en riesgo de deslizamiento, entre otros. (CAR, 2016)

Dentro de esta reserva hay diferentes predios tanto públicos como privados que tienen que acatar las directrices dadas desde Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN) para la

conservación, como es el caso de la Reserva Natural de la Sociedad Civil “Umbral Cultural Horizontes”. Ubicada en el área rural de Chapinero, cuenta con un área aproximada de 3 hectáreas, limita al oriente con el Páramo de Las Moyas, al occidente con la localidad de Chapinero y al sur con la Quebrada Rosales y con la Quebrada la Vieja. Dado su figura de área protegida (RSC) las actividades que se pueden desarrollar dentro de la reserva no son estrictamente de conservación, pero que sin embargo son complementarias a ésta, como lo es en este caso, cuyo objetivo principal es el trabajo con la ciudadanía guiada hacia la conservación a través de la investigación, el arte o procesos comunitarios. (Fundación Cerros de Bogotá, 2021)

La reserva desde hace unos 10 años viene impulsando una serie de acciones que permitan a la comunidad conocer sobre la naturaleza que les rodea, la importancia y cómo ayudar a conservar estos importantes ecosistemas que se encuentran en zonas cercanas a las zonas urbanas. Si bien es cierto, el crecimiento de la ciudad ha generado impactos en estas áreas, tales como, contaminación auditiva, contaminación del aire, presencia de incendios forestales intencionales ocasionados por quemas, construcciones urbanas, extracción de materiales de construcción, entre otros, lo que genera la necesidad de crear procesos que ayuden a mitigar estos tensionantes. (Secretaría Distrital de Planeación, 2015)

Dentro de sus objetivos desarrollaron un plan de restauración que tiene como propósito principal remover las especies introducidas que hay (Plantaciones de pino, eucalipto y acacia negra, y arbustales de retamo espinoso) para luego empezar un proceso de revegetalización con las especies nativas y propias de bosque altoandino, lo que es conocido como restauración asistida (Fundación Cerros de Bogotá, 2021), para lograr este fin es necesario que las diferentes fases de la restauración se realicen de manera adecuada, oportuna y con las características técnicas solicitadas.

En el diseño florístico se planea implementar 22 especies de porte arbustivo- arbóreo y 8 especies herbáceas, para dicho objetivo es necesario contar con material vegetal de calidad, es decir que tenga una altura deseada y buena vigorosidad, permitiendo que el proceso de restauración se lleve de manera adecuada. Sin embargo, las especies nativas cuentan con poca o ninguna información acerca de su reproducción o manejo, salvo las especies más comercializadas, por lo cual se hace necesario generar procesos de investigación que ayuden a determinar los mejores tratamientos de germinación y poder no solo generar material de buena calidad sino en tiempos más cortos.

El presente documento evalúa la propagación de *Viburnum triphyllum* Benth, *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze, *Frangula goudotiana* (Triana & Planch.) Grubov, *Vallea stipularis* Mutis ex L.fil, *Clusia multiflora* Kunth, *Clethra fimbriata* Kunth, *Bejaria resinosa* Mutis y *Gaiadendron punctatum* (Ruiz & Pav.) G.Don. Se utilizaron diferentes tratamientos enfocados en las características de cada semilla o el tipo de dormancia que presenta, exceptuando para *V. stipularis* y *C. multiflora*, la cual se hizo un ensayo de propagación asexual, dentro de este se evalúa el porcentaje de germinación y enraizamiento juntos con el tiempo de emergencia para cada tratamiento.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer el Plan de Manejo del Vivero de la Reserva Natural "Umbral Cultural Horizontes".

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar material vegetal, sea este, rescate de plántulas o búsqueda de semillas, siguiendo las recomendaciones del Plan de Restauración de la Reserva Umbral Cultural Horizontes, respecto a las especies a propagar.
- Realizar ensayos de propagación a las especies seleccionadas.
- Evaluar diferentes métodos de propagación, para las especies seleccionadas.

3. METODOLOGÍA

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio es la Reserva de la Sociedad Civil “Umbral Cultural Horizontes”, ubicada dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, específicamente dentro del área rural de Chapinero, esta limita al occidente con la localidad de Chapinero, al oriente con el Páramo de Las Moyas y al sur con la Quebrada Rosales y con la Quebrada la Vieja. Se encuentra a una altitud de 2850 m.s.n.m. y cuenta con una extensión de 3,1329 hectáreas.

La temperatura media anual varía desde 8°C sobre los 3.100 msnm, hasta 13°C por debajo de los 2.750 msnm, con una temperatura promedio anual de 11.2°C, los valores más altos se reportan en los meses de abril-mayo y de octubre-noviembre y los valores más bajos en julio y agosto, la precipitación tiene un comportamiento bimodal con un valor promedio anual de 972,55 mm (Fundación Cerros de Bogotá, 2021).

Los bosques de los cerros orientales tienen gran variedad en cuanto a la estructura de la vegetación, en el área de estudio existen tres estratos de vegetación, herbáceo, arbustivo y arbóreo, siendo predominante la vegetación de estrato arbustivo y arbóreo en la zona baja

de la reserva y el herbáceo en las zonas más altas, coberturas que fueron originadas por los cambios de uso del suelo, también se encuentran plantaciones forestales de especies introducidas como eucalipto, pino o acacia japonesa, sin embargo en áreas de difícil acceso predominan coberturas nativas de herbáceas y arbustivas de las familias Orchidaceae, Poaceae, Asteraceae, Ericaceae, Rubiaceae y Primulaceae (Fundación Cerros de Bogotá, 2021).

En cuanto a su geología y geomorfología se encuentra lo siguiente, está ubicada entre los llanos y el valle del Magdalena y cuenta con formaciones del Grupo Guadalupe. Este grupo está conformado por Arenisca Dura (Ksgd), Plaeners (Ksgp), Arenisca Labor y Arenisca Tierna (Ksglt), además de tener en su composición diferentes arcillas, arenas y rocas, características que han aprovechado las canteras establecidas allí para la explotación de materiales de construcción (Fundación Cerros de Bogotá, 2021). La reserva cuenta con 3 unidades geomorfológicas bien definidas, las cuales son: la cantera, la ladera estructural de sierra homoclinal denudada y el área urbanizada. La primera tiene rastros de lo que fue la actividad de aprovechamiento de materiales de construcción (arenas), la segunda formada por procesos denudativos diferenciales formando una ladera prominente y el último, la zona urbana perteneciente a la localidad de Chapinero.

Las principales actividades desarrolladas dentro de la reserva incluyen trabajo comunitario como jornadas de plantación de árboles nativos, senderismo, mantenimiento de senderos, adecuación de la huerta, cátedras educativas, entre otros (Fundación Cerros de Bogotá, 2021). Por otro lado, se vienen desarrollando una serie de trabajos de grado de diferentes estudiantes y de diferentes disciplinas que ayudan a generar conocimientos en pro de los objetivos de conservación de la reserva.

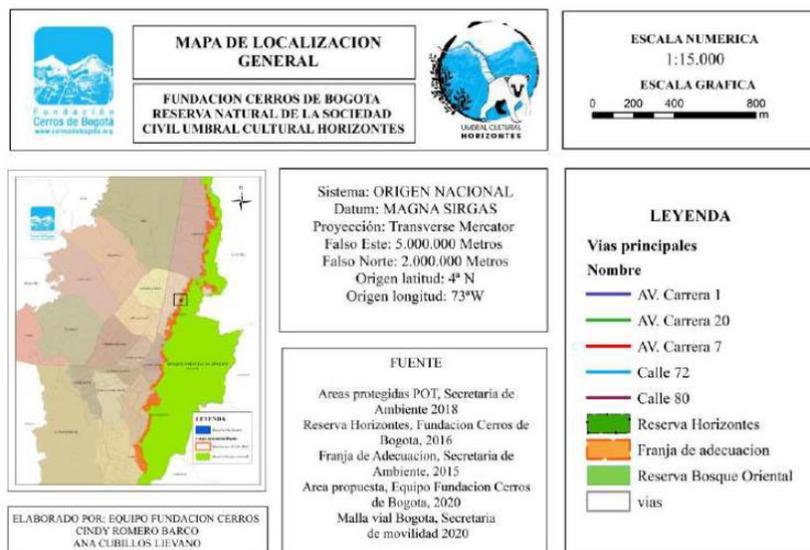
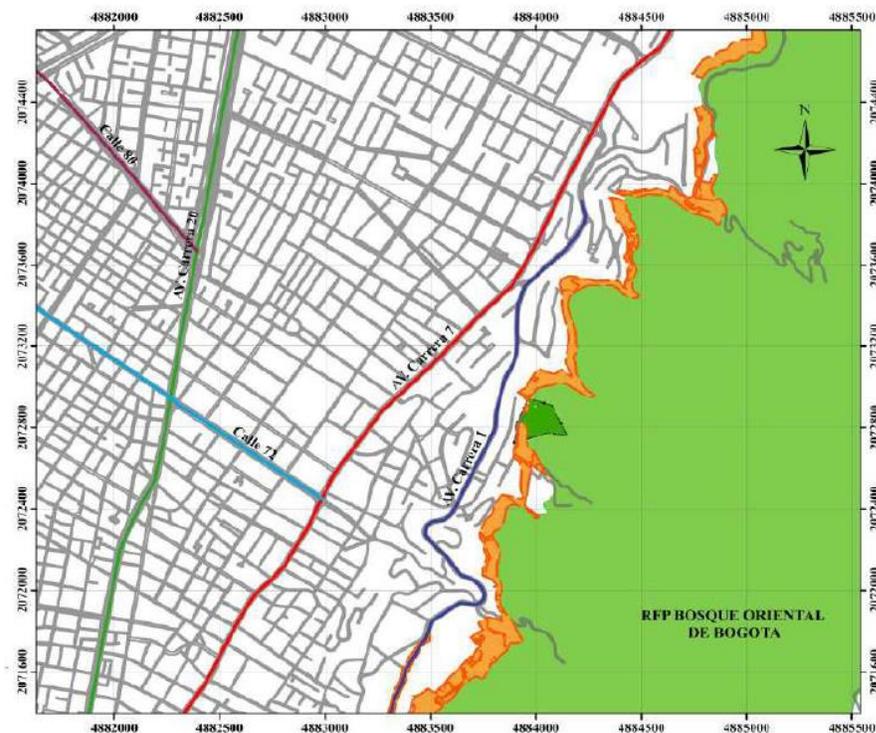


Figura 1. Mapa de localización general de la RNSC Umbral Cultural Horizontes. Fuente: Romero & Cubillos (2021).

3.2. ÁREAS DE RECOLECCIÓN DEL MATERIAL Y FUENTE SEMILLERA

El área seleccionada para la recolección de las semillas y estacas fue el ecosistema de referencia del bosque altoandino y subpáramo, ubicado dentro del área de la reserva y la Reserva Privada Rosales - Las Moyas, ubicado al oriente de esta (Figura 2).

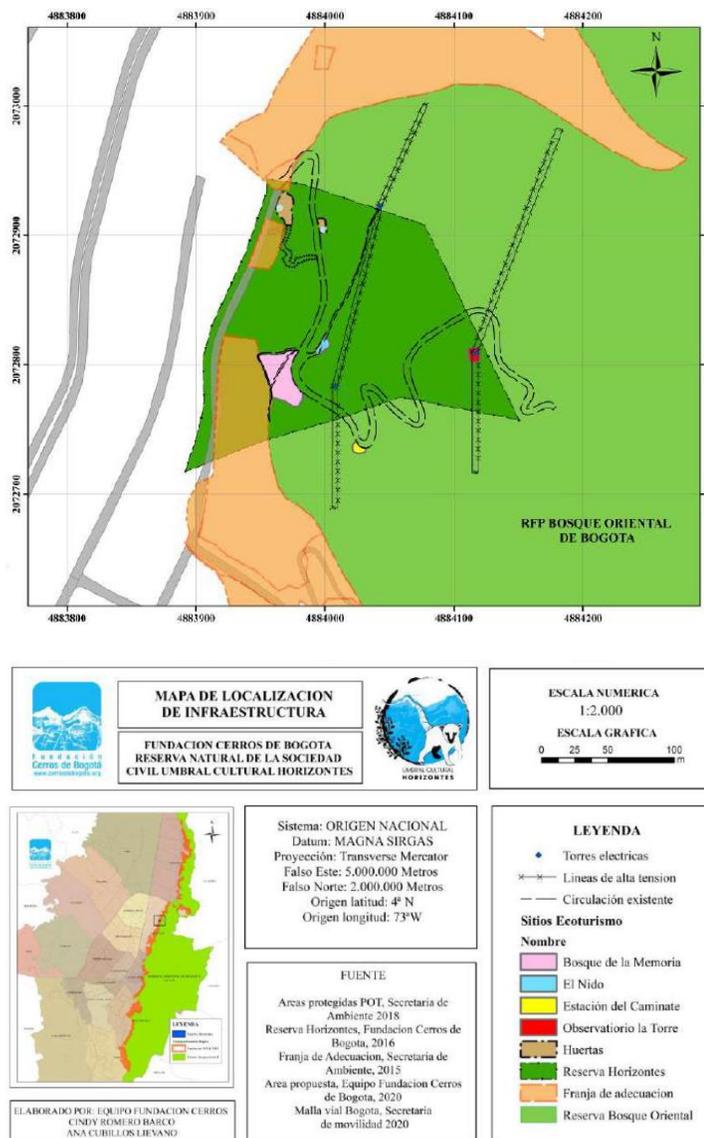


Figura 2. Mapa de localización de la RNSC Umbral Cultural Horizontes. Fuente: Romero & Cubillos (2021).

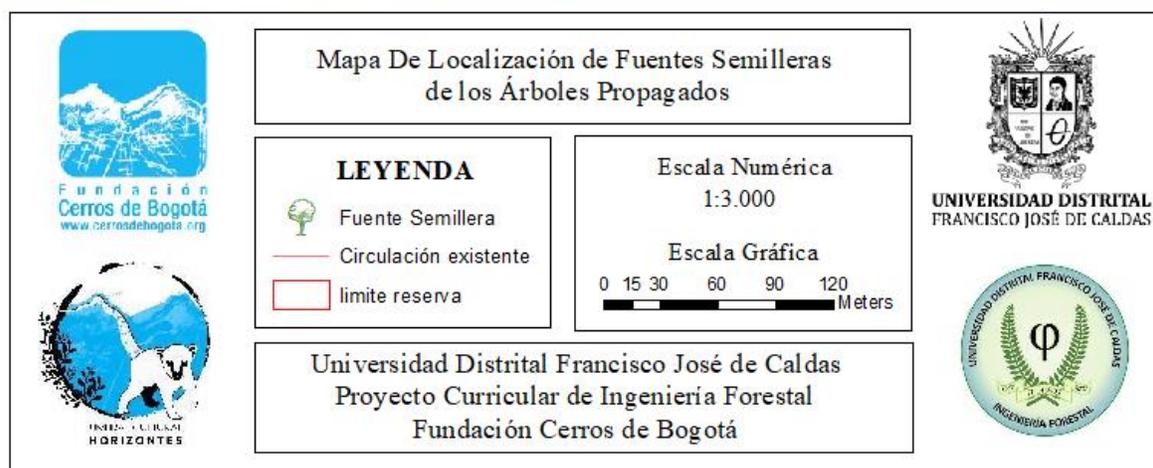
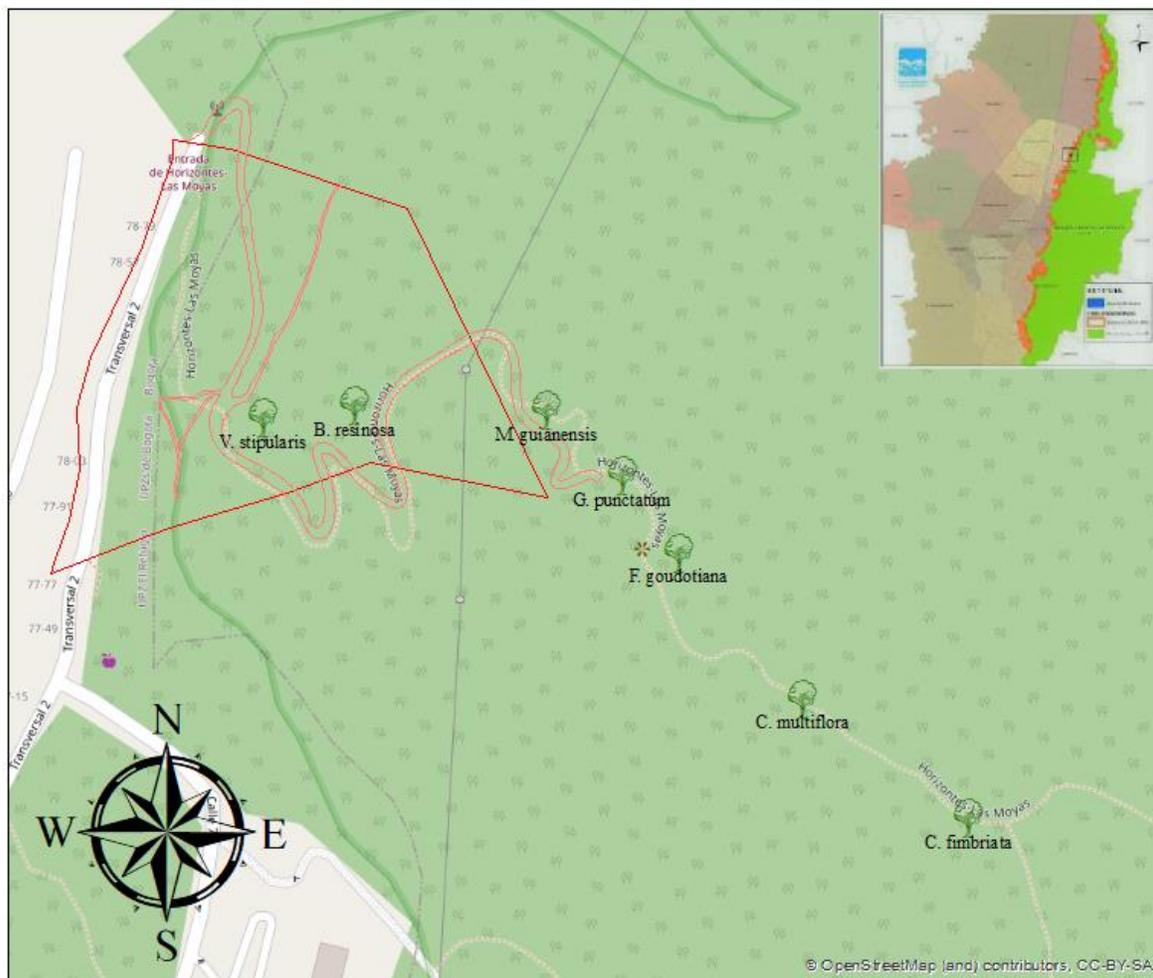


Figura 3. Mapa de localización de las fuentes semilleras de las especies de estudio. Fuente: Autores.

Tabla 1. Coordenadas de las fuentes semilleras para cada especie propagada. Fuente: Autores.

Especie	Coordenadas CTM 12	
	X	Y
<i>V. stipularis</i>	4884002,449	2072785,337
<i>B. resinosa</i>	4884050,074	2072791,951
<i>M. guianensis</i>	4884150,616	2072789,305
<i>C. fimbriata</i>	4884370,525	2072576,421
<i>C. multiflora</i>	4884283,69	2072639,003
<i>F. goudotiana</i>	4884219,432	2072715,187
<i>G. punctatum</i>	4884189,84	2072755,455

En la Figura 3 se observa la ubicación de las fuentes semilleras, ubicadas cerca al sendero ecológico donde se hicieron los recorridos, además su respectiva coordenada en la Tabla 1. Las semillas obtenidas de *Viburnum triphyllum* fueron proporcionadas por la reserva, por lo que no se tiene ubicación exacta de la fuente semillera.

La fuente semillera de cada especie fue seleccionada primero, observando si había o no presencia de frutos, luego se describió de manera general el estado fitosanitario del individuo, si tenía hongos, clorosis, necrosis, hojas entorchadas, tumores, entre otras variables. Por último, también se tuvo en cuenta la vigorosidad del individuo, es decir, si posee un follaje frondoso, un fuste erecto y una copa amplia, estos indicadores nos permiten ver si el árbol está o no en un buen estado y que por lo tanto sus semillas al germinar nos darán árboles similares a la fuente, por lo tanto, los árboles con frutos y que

tuviera un buen estado fitosanitario y vigorosos se tomaron como fuente semillera para el desarrollo de los diseños experimentales.

3.3. RECOLECCIÓN DE MATERIAL VEGETAL

La recolección de las semillas y de las estacas se realizó por medio de recorridos previa identificación de la fuente semillera, la calidad del material colectado y la cantidad de semillas estuvo condicionado por la disponibilidad del material dentro de la reserva y el ecosistema de referencia, el estado fenológico de las especies y el acceso a las diferentes zonas.

A continuación, se describe el procedimiento para cada especie donde se tuvo en cuenta diferentes factores propios de cada una.

3.3.1. *Viburnum triphyllum* Benth

3.3.1.1. Obtención de semillas

Las semillas fueron proporcionadas por La Fundación Cerros de Bogotá, estas semillas ya se habían recolectado un mes antes de la siembra, aproximadamente en el mes de junio del 2022 y se mantuvieron en una bolsa hermética y en refrigeración durante este tiempo a una temperatura de 5°C - 3°C.



Imagen 1. Semillas de *V. triphyllum*. Fuente: Autores.

De estas semillas se tomaron las que tenían una coloración oscura y se eliminaron, ya que podían no tener la misma viabilidad que las otras y en últimas podría verse afectado los resultados por la calidad de semilla recolectada.

3.3.2. *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze

3.3.2.1. Recolección de frutos

Los frutos se recolectaron en el mes de agosto del 2022, se tomaron solamente frutos maduros, es decir que tuvieran una coloración morada - negra, la recolección fue manual, sin tomar los frutos verdes ni tampoco hojas del árbol, los frutos solamente se tomaron a una altura que se pudieran alcanzar por lo que los frutos ubicados a más de 2 metros no se recolectaron. Luego de ser recolectados se disponen en bolsas herméticas para ser refrigerados a una temperatura de 5°C - 3°C mientras se preparaba el sustrato para la siembra

3.3.2.2. Obtención y clasificación de semillas

Luego de la recolección se procedió a despulpar las semillas, este procedimiento se realizó de forma manual, se hizo de esta manera que aunque fuera más dispendiosa permitía hacer el menor daño a la semilla, luego se eliminaron semillas defectuosas, cómo por ejemplo semillas de tamaños menores al promedio o con imperfecciones, haciendo lo más homogéneo posible el material de siembra, por último se pasaron las semillas a refrigeración aproximadamente 1 mes mientras se preparaba el sustrato para la siembra.



Imagen 2. Semillas de *M. guianensis*. Fuente: Autores.

3.3.3. *Frangula goudotiana* (Triana & Planch.) Grubov

3.3.3.1. Recolección de frutos

Los frutos maduros se recolectaron en el mes de octubre del 2022, se eligió sólo los frutos que tuvieran una coloración morada - negra, sin embargo, en las infrutescencias había frutos verdes también, este proceso se realizó de forma manual, sin ningún tipo de herramienta, luego de esto se depositaron en bolsas herméticas para su posterior refrigeración a una temperatura de 5°C - 3°C.

3.3.3.2. Obtención y clasificación de semillas

Primero se seleccionaron los frutos verdes y se eliminaron, dejando solo los frutos maduros, luego de esto se dejaron en agua 12 horas para que fuera más fácil retirar la pulpa, por último, se despulparon manualmente para evitar dañar la semilla y se dispuso en refrigeración mientras se preparaba el sustrato para la siembra.

3.3.4. *Vallea stipularis* Mutis ex L.fil

3.3.4.1. Recolección de estacas

Las estacas se tomaron en el mes de octubre del 2022, fueron seleccionadas las que tenían un grado de lignificación bajo, que tuviera más de dos yemas y con una longitud mínima de 10 cm, esto para evitar que en primer lugar, no se deshidratarán tan rápido y la cantidad de yemas fue para asegurar que pudiese generar tanto raíces como hojas nuevas. Los cortes realizados fueron limpios y en dirección diagonal, evitando que se pudiera alojar humedad en la superficie de las estacas, una vez cortadas las estacas se procedió a retirar las hojas, evitando así que las estacas pierdan demasiada humedad.

3.3.5. *Clusia multiflora* Kunth

3.3.5.1. Recolección de estacas

Las estacas se tomaron en el mes de octubre de 2022 previa identificación del árbol madre. Se cortó ramas que tuvieran un grado de lignificación bajo, para asegurar que las ramas aún pudieran generar rebrotes, es decir que estuvieran latentes, pero que no fueran tan jóvenes para que no se deshidratarán tan rápido, se tomaron ramas con al menos dos yemas y con una longitud mínima de 10 cm, luego de cortadas se les retiraron las hojas para evitar que perdieran humedad excesiva, dejando solamente rebrotes de yemas, además de realizó el corte en dirección diagonal para evitar que se acumule humedad en la superficie de la estaca (Imagen 3).



Imagen 3. Estacas de C. multiflora. Fuente: Autores.

3.3.6. *Clethra fimbriata* Kunth

3.3.6.1. Recolección de frutos

Los frutos fueron colectados en el mes de agosto del 2022, se tomó partes donde había presencia de inflorescencias maduras (flores de color marrón rojizo) solamente, aprovechando que la especie presenta inflorescencias terminales no se dañaron otras partes vegetativas en el proceso, cómo hojas o el tallo principal, se realizó cortes limpios en las ramas evitando que se generará algún tipo de infección en el árbol fuente, luego de esto se dispuso de una bolsa hermética para guardar los frutos y su posterior refrigeración a una temperatura de 5°C - 3°C (Imagen 4).



Imagen 4. Frutos de *C. fimbriata*. Fuente: Autores.

3.3.6.2. Obtención y clasificación de semillas

Las semillas se retiraron una por una con unas pinzas de laboratorio, ya que estaban muy bien adheridas al fruto y por su tamaño era necesario separarlas tanto del fruto cómo entre ellas (Imagen 5), luego se eliminaron las semillas que tenían un tamaño menor al promedio (3 mm), que eran semillas que seguramente no lograron completar el desarrollo.



Imagen 5. Semillas de *C. fimbriata*. Fuente: Autores.

3.3.7. *Bejaria resinosa* Mutis

3.3.7.1. Recolección de frutos

La recolección de semillas de esta especie se realizó en el mes de agosto del 2022, se hizo de forma manual, tomando solo los frutos maduros, es decir frutos de color marrón rojizo, no se tomaron frutos inmaduros o partes vegetativas que pudieran afectar a la fuente semillera, estos frutos secos se dispusieron en una bolsa hermética para ser llevado a refrigeración a una temperatura de 5°C - 3°C antes de la siembra.

3.3.7.2. Obtención y clasificación de semillas

Las semillas fueron separadas del fruto y separadas de ellas mismas con una pinza de laboratorio, debido a su pequeño tamaño se tuvo que realizar de esta manera, también para poder ir clasificando las semillas buenas de otras con un tamaño muy pequeño o con imperfecciones.

3.3.8. *Gaiadendron punctatum* (Ruiz & Pav.) G.Don

3.3.8.1. Recolección de frutos

Las semillas fueron recolectadas en el mes febrero de 2023, luego de haber identificado la fuente semillera y esperar por aproximadamente 4 meses la maduración de los frutos en su fuente. Se tomaron manualmente los frutos maduros, es decir los que presentaban una coloración naranja - rojizo y se depositaron en una bolsa hermética.



Imagen 6. Frutos de G. punctatum. Fuente: Autores.

3.3.8.2. Obtención y clasificación de semillas

Se sumergieron en agua durante 12 horas para hacer más fácil la extracción de la semilla, luego se despulpó manualmente evitando dañar las semillas, también se eliminaron del diseño las semillas defectuosas o con algún tipo de coloración anómala, por último, se dejaron en refrigeración a una temperatura de 5°C - 3°C mientras se preparaba el sustrato para la siembra.

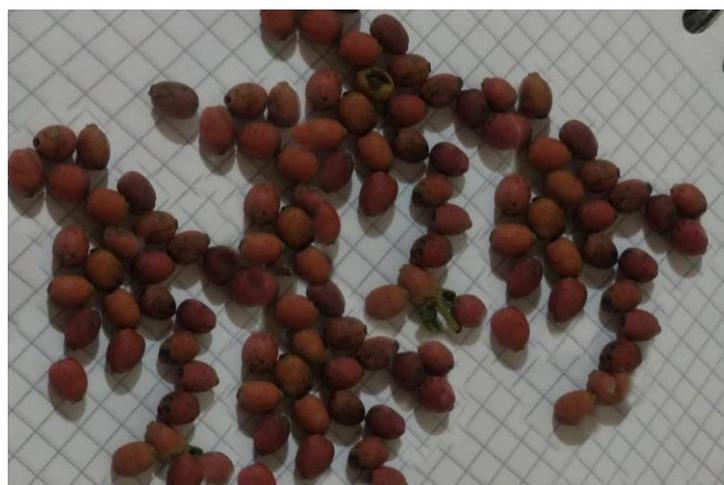


Imagen 7. Semillas de G. punctatum. Fuente: Autores.

3.4. PRUEBAS DE CALIDAD DE SEMILLAS

Se realizó solamente una prueba de viabilidad de semillas, que aunque no pertenece a las pruebas internacionales de calidad de semillas ISTA, es una prueba que puede dar un indicio del estado de las semillas. Esta prueba es de viabilidad por flote o inmersión en agua, se decidió realizar ya que por fines prácticos es un indicador fiable y sencillo de realizar, propicio para los medios y fines de la reserva.

3.4.1. Viabilidad

La prueba de viabilidad por inmersión o flote se realiza tomando una muestra de 500 semillas para cada especie a propagar y se introducen en un recipiente con agua a temperatura ambiente, se dejan reposar unos 10 minutos aproximadamente y se evidencia que algunas semillas se sumergieron y otras quedaron flotando, el material que se sumerge es el que se utilizó para realizar los ensayos ya que indica que son viables mientras que las otras fueron descartadas, el cálculo se realiza por medio de la siguiente fórmula.

$$\% Viabilidad = \frac{N^{\circ} \text{ de Semillas sumergidas}}{N^{\circ} \text{ Total de semillas}} * 100$$

3.5. ENSAYOS DE PROPAGACIÓN

Los ensayos de propagación se realizaron en el vivero de la Reserva “Umbral Cultural Horizontes”, ubicado a una altitud de 2730 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 13°C. Este vivero se encuentra cubierto con plástico verde de calibre 6 permitiendo generar un efecto invernadero, además las camas se encuentran a unos 50 cm del suelo lo que permite que se aísle de las condiciones de humedad de la zona.

3.5.1. Establecimiento

Se utilizaron 3 camas de 64 cm X 1.80 m X 20 cm de profundidad, se realizó una división a un metro de longitud a cada una para poder aprovechar mejor el espacio y evitando que los tratamientos de una especie interfirieran en los resultados de la especie vecina. Se utilizaron tres tipos de sustrato que se escogieron según la disponibilidad de los insumos de la reserva, estos fueron:

- Tierra negra + cascarilla (2:1): *V. triphyllum*, *C. fimbriata*, *B. resinosa*, *F. goudotiana*, *M. guianensis* y *G. punctatum*.
- Sustrato arcilloso + Abono orgánico de café (1:1): *V. stipularis*
- Sustrato arcilloso + Abono orgánico de café (2:1): *C. multiflora*.

El sustrato se desinfectó antes de sembrar, una semana, con el químico de síntesis industrial en polvo Vitavax 400, el cual se disolvió en agua siguiendo las instrucciones. Después se cubrió el sustrato con un plástico negro y se humedeció cada dos días, dependiendo de la humedad del mismo, ver imagen 8.



Imagen 8. Desinfección del suelo. Fuente: Autores.

Los arreglos usados son simples al azar, ver tabla 3, como mínimo eran de tres repeticiones por tratamiento, para generar una medida estadística estable. Todos los tratamientos sexuales tienen un tratamiento T0, el testigo, y de acuerdo a las características de la especie podría variar el tratamiento y las horas de imbibición de 24, 48 o 72 horas, los tratamientos asexuales se realizaron en aplicación directa y en emergencia durante 1 hora, en la tabla 2 se muestran los tratamientos utilizados a detalle.

Tabla 2. Tratamientos pregerminativos para las especies a propagar. Fuente: Autores.

Especie	Nombre común	Tratamiento		N° de repeticiones	N° de semillas o estacas por repetición	Total de semillas o estacas
Viburnum triphyllum	Garrocho	T0	Imbibición en agua durante 72 horas	4	25	400
		T1	Imbibición de extracto de maíz durante 72 horas			
		T2	Imbibición de extracto de cebolla larga durante 72 horas			
		T3	Imbibición de ácido giberélico 450 ppm durante 72 horas			
Myrsine guianensis	Cucharo	T0	Imbibición en agua durante 24 horas y botellas germinadoras sin luz	3	20	240
		T1	Imbibición en hipoclorito de sodio al 5% durante 24 horas y botellas germinadoras sin luz			
		T2	Imbibición en hipoclorito de sodio al 10% durante 24 horas y botellas germinadoras sin luz			

		T3	Imbibición en hipoclorito de sodio al 15% durante 24 horas y botellas germinadoras sin luz			
Clusia multiflora	Gaque	T0	Estacas sembradas directamente	4	7	84
		T1	Estacas sembradas Ácido naftalenacético (ANA)			
		T2	Estacas sembradas con extracto de lentejas germinadas en inmersión durante 1 hora			
Bejaria resinosa	Pegamosco	T0	Imbibición en agua durante 24 horas	4	12	192
		T1	Imbibición en giberelinas 500 ppm por 24 horas			
		T2	Imbibición en giberelinas 1000 ppm por 24 horas			
		T3	Imbibición en giberelinas 1500 ppm por 24 horas			
Clethra fimbriata	Manzano	T0	Imbibición en agua durante 24 horas	4	12	192
		T1	Imbibición en giberelinas 500 ppm por 24 horas			
		T2	Imbibición en giberelinas 1000 ppm por 24 horas			
		T3	Imbibición en giberelinas 1500 ppm por 24 horas			
Vallea stipularis	Raque	T0	Estacas sembradas directamente	4	10	120
		T1	Estacas sembradas Ácido naftalenacético (ANA) Abajo			

		T2	Estacas sembradas Ácido naftalenacético (ANA) Abajo-Arriba			
Frangula goudotiana	Ojo de perdiz	T0	Imbibición en agua durante 24 horas	4	15	240
		T1	Imbibición en giberelinas 500 ppm por 24 horas			
		T2	Imbibición en giberelinas 1000 ppm por 24 horas			
		T3	Imbibición en giberelinas 1500 ppm por 24 horas			
Gaiadendron punctatum	Tagua	T0	Imbibición en agua por 24 horas	8	10	160
		T1	Imbibición en agua por 48 horas			

Los tratamientos establecidos fueron seleccionados teniendo en cuenta las características de dormancia de cada especie, también se utilizó bibliografía referente a métodos de propagación utilizados anteriormente para estas especies, además, se trató de implementar en hormonas vegetales no sintetizadas en algunos ensayos, es decir, utilizar algún alimento o planta que las contenga, hacer un extracto de dicha planta y utilizarlo, con el fin de poder implementar tratamientos caseros que son prácticos y fáciles de aplicar.

Los tipos de dormancia identificados en las especies a propagar sexualmente fueron:

Dormancia exógena

- Química: *V. triphyllum*, *F. goudotiana* y *G. punctatum*.
- Física y mecánica: *M. guianensis*.

Dormancia endógena

- Morfológicas: *C. fimbriata* y *B. resinosa*.

De acuerdo a la literatura la dormancia exógena de tipo química está relacionada con un inhibidor fisiológico que limita la germinación (Baskin y Baskin, 2008), en frutos carnosos cómo es el caso de *V. triphyllum*, *F. goudotiana* y *G. punctatum*, el contenido de agua y otros inhibidores químicos pueden prevenir la germinación, estos inhibidores se remueven naturalmente con la limpieza de la pulpa y el lavado del agua lluvia (Schmidt, 2000).

La dormancia física está determinada por barreras mecánicas que impiden la germinación, como por ejemplo una testa muy dura que impida la permeabilidad del agua y el intercambio de gases como lo es en el caso de *M. guianensis*, esta dormancia se puede romper con ciclos de temperatura cálida y fría, también por escarificación ácida o mecánica, o punzando la testa para que sea permeable al agua y permita el crecimiento de la radícula (Olisa et al., 2010).

Por último, tenemos para *C. fimbriata* y *B. resinosa* una dormancia endógena de tipo morfológica, donde el embrión no alcanza a completar su desarrollo, por lo general en semillas de pequeños tamaños (Leubner & Metzger, 2006). Para estos casos es útil implementar giberelinas que ayuden a estimular el desarrollo del embrión (Manz et al., 2005).

Con base en esto se utilizaron tratamientos acordes a la dormancia específica de cada especie. En otros casos como el de *V. triphyllum* y *F. goudotiana*, además del tratamiento específico se utilizó giberelina para ayudar al rápido desarrollo del embrión y en últimas a una germinación más pronta.

Por otro lado, con el fin de generar tratamientos de fácil acceso y prácticos, se utilizaron extractos etanólicos de maíz y de cebolla larga en *V. triphyllum*. Lo anterior basándonos en Díaz et al. (2013) y su estudio “Residuos Agrícolas de Cebolla Larga Como Fuente de Ácido Giberélico” donde encontró que la hormona está presente en un 2,7% de la cebolla en condiciones secas, y Rivera et al. (2017) en su estudio dónde evaluado diferentes métodos de extracción para el ácido giberélico en semillas germinadas de maíz (*Zea mays* L.) donde encontró una concentración de 30,012 mg/kg de giberelina.

Tabla 3. Arreglo espacial al azar para las especies a propagar. Fuente: Autores.

<i>Viburnum triphyllum</i>				<i>Myrsine guianensis</i>			
T01	T14	T24	T33	T31	T11	T22	T02
T13	T31	T03	T11	T32	T01	T23	T13
T21	T02	T22	T34	T21	T33	T12	T03
T12	T32	T04	T23				

<i>Clusia multiflora</i>				<i>Vallea stipularis</i>			
T01	T12	T23	T24	T23	T24	T03	T04
T11	T02	T13	T04	T11	T02	T23	T24
T21	T22	T03	T14	T01	T22	T13	T14
<i>Clethra fimbriata</i>				<i>Bejaria resinosa</i>			
T01	T14	T24	T33	T01	T14	T24	T33
T13	T31	T03	T11	T13	T31	T03	T11
T21	T02	T22	T34	T21	T02	T22	T34
T12	T32	T04	T23	T12	T32	T04	T23
<i>Frangula goudotiana</i>				<i>Gaiadendron punctatum</i>			
T31	T01	T32	T12	T01	T11	T02	T03
T11	T03	T33	T23	T12	T13	T14	T04
T03	T21	T22	T13	T15	T05	T06	T16
T31	T01	T32	T12	T07	T17	T08	T18

La delimitación se hizo usando alambre o cabuya, siguiendo el arreglo al azar que se había generado previamente, para posteriormente ubicar las semillas o estacas en su lugar correspondiente.



Imagen 9. División de los tratamientos de *V. triphyllum* y *V. stipularis*. Fuente: Autores.

3.5.2. Siembra

Las semillas fueron sembradas a 2 cm de profundidad espaciadas a 4 cm entre ellas, fueron sembradas de manera directa, incluso las más pequeñas donde se utilizó una pinza de laboratorio. Las estacas fueron ubicadas cada 4 cm entre ellas, a una profundidad de 5 cm aproximadamente permitiendo que una o más yemas estuvieran cubiertas por el sustrato.

El riego se realizó día de por medio o todos los días dependiendo que tan húmedo estuviera el sustrato, con el fin de que no se perdiera la humedad pero tampoco se saturara. El monitoreo se realizó cada 3, 5 u 8 días tomando datos de semillas germinadas y de estacas con raíces.

3.5.3. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se usaron dos software, con el paquete ofimático Excel se desarrollaron las gráficas de curvas de germinación y el software libre R versión 3.6.2 (R Core Team, 2019) para la pruebas estadísticas, Boxplot y el análisis de varianza (Anova). Esto con el fin de conocer si existen diferencias entre las medias de los

tratamientos, se presentan dos opciones: si son dos grupos, tratamientos, se recurre a la prueba T de Student y si son tres o más se realiza un Anova, ambos necesitan comprobar el supuesto de normalidad de los datos, se usó el test de Shapiro wilk, óptimo hasta 50 datos, es decir el conjunto de datos se ajustan o no a una distribución de normalidad; más el supuesto de homogeneidad de varianza, es decir no varía la varianza entre los grupos, mediante la prueba de Bartlett, al no cumplirse se puede inferir errores en los cálculo y pérdida de fiabilidad en el modelo. Si un Anova encontraba diferencias estadísticas se procedió a realizar una prueba post hoc de Tukey y comparar las medias de los tratamientos por pares, por intervalos de confianza. Para todas las pruebas se presenta una incertidumbre del 5% y un nivel de significancia del 95%, esto a causa de la bibliografía encontrada que reduce la incertidumbre.

4. RESULTADOS

4.1. PRUEBAS DE VIABILIDAD DE SEMILLAS

Se presentan a continuación los resultados y los datos tomados de la prueba de flote y el cálculo del porcentaje de viabilidad para cada especie.

Tabla 4. Cantidad de semillas sumergidas para cada especie. Fuente: Autores.

Nombre común	Nombre científico	Semillas sumergidas	Total de semillas
Garrocho	<i>Viburnum triphyllum</i>	314	500
Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	336	500
Ojo de perdiz	<i>Frangula goudotiana</i>	427	500
Tagua	<i>Gaiadendron punctatum</i>	453	500
Manzano	<i>Clethra fimbriata</i>	262	500
Pegamosco	<i>Bejaria resinosa</i>	238	500

Tabla 5. Porcentaje de viabilidad de las semillas para cada especie. Fuente: Autores.

Nombre común	Nombre científico	Viabilidad (%)
Garrocho	<i>Viburnum triphyllum</i>	62,8
Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	67,2
Ojo de perdiz	<i>Frangula goudotiana</i>	85,4
Tagua	<i>Gaiadendron punctatum</i>	90,6
Manzano	<i>Clethra fimbriata</i>	52,4
Pegamosco	<i>Bejaria resinosa</i>	47,6

La prueba de viabilidad por flote permite de manera general y rápida dar un indicador de las semillas viables que se disponen para sembrar. Se obtuvieron valores entre el 90,6% siendo el valor mayor y el 47,6% el de menor viabilidad, siendo la especie *G. punctatum* la que mayor tuvo viabilidad y *B. resinosa* la de menor viabilidad. Esto se puede relacionar con las estrategias de r y K, donde por un lado la estrategia r se enfoca en canalizar recursos para la reproducción, cómo por ejemplo el caso de las asteráceas que tienen altas tasas reproductivas, y por otro lado está la estrategia K que canaliza sus recursos en actividades no reproductivas, es decir se enfoca en el desarrollo y sobrevivencia del individuo, estos casos suelen ser individuos de larga vida y porte alto (Badii et al., 2013).

De acuerdo con la teoría expuesta anteriormente, tenemos especies cómo *G. punctatum* y *F. goudotiana* que se relacionan con la estrategia K puesto que ambos son de porte medio alto y generan frutos con pocas semillas, *G. punctatum*: una semilla por fruto y *F. goudotiana*: 3 semillas por fruto, además teniendo en cuenta que *G. punctatum* tiene un

tiempo de maduración de frutos de alrededor de 4 meses. Por otro lado, están especies como *C. fimbriata* y *B. resinosa* que tienen 5 o 6 semillas por frutos, que son especies de crecimiento rápido y porte bajo, por lo que su viabilidad puede que no sea tan alta como la de especies con estrategia reproductiva K y lo que se corrobora siendo estas dos las de más baja viabilidad.

Por último, se entiende que esta prueba se realizó más por practicidad para la reserva, que por la calidad de la prueba, sin embargo, existen pruebas de viabilidad mucho más confiables como la de inmersión en tetrazolio (TZ), que resulta siendo un mejor indicador de la viabilidad para las de semillas de un lote, este tipo de prueba es común utilizarlas en producción de material vegetal a gran escala o para producciones científicas. Dentro de sus desventajas y el porqué de no utilizarla en los ensayos es debido a que se necesitan de unos equipos más específicos para realizarla, como por ejemplo cuchillas especiales, un estereoscopio y demás utensilios indispensables, además de que en semillas pequeñas se dificulta el proceso de corte y de observación de la tinción de TZ en el embrión (Perez et al., 2014).

4.2. ENSAYOS DE PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEXUAL

4.2.1. *Viburnum triphyllum*

El garrocho presentó solo dos resultados positivos, el tratamiento T0 el testigo, imbibición en agua por 72 horas, y el tratamiento T3 con giberelinas (ácido giberélico 450 ppm) por 72 horas; los tratamientos T1 y T2 no generaron resultados positivos en el transcurso del ensayo. El tratamiento T3 presentó una mayor dispersión de los datos, como lo muestra su coeficiente de variación del 62,06%, esto se observa en la tabla 6 junto a otros resultados,

y responde a que la repetición 4 tiene un porcentaje de germinación de 56%, alto entre las demás repeticiones de ambos tratamientos, mientras en el tratamiento T0 su máximo porcentaje fue del 36% y comparten el valor mínimo del 12%. Para ambos tratamientos se presentó normalidad en los datos, pero no diferencias estadísticas entre las medias.

Tabla 6. Porcentaje de germinación de los tratamientos T0 y T3 de *V. triphyllum*; X: media (% de germinación), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), T p-value: t-student ($\alpha=0,05$). Fuente: Autores.

Repetición\tratamiento	T0	T3
1	32	24
2	12	12
3	32	28
4	36	56
X	28	30
S	10,83	18,62
CV%	38,68	62,06
S p-value	0,06185	0,5279
T p-value	0,8588	

Los dos tratamientos se presentan como alternativas para la propagación del garrocho, aunque, el T3 presenta un mejor desarrollo de los datos, el número de semillas germinadas y acumuladas en el porcentaje de germinación presentan una tendencia de incremento hasta la fecha del 3 de febrero, dado un disturbio, ver imagen 10, los tratamientos sufrieron una mortalidad, en algunos casos repeticiones enteras desaparecieron, seguido a esto el T0 se presentan con valores bajos hasta la última toma de datos, la figura 4 esquematiza lo antes nombrado, además muestra cerca de dos meses para el primer brote (58 días), en donde también el tratamiento con las giberelinas registró tres semillas germinadas frente a dos del

T0, ambos tratamientos presentaron una acumulación similar, pero pasados dos meses el T3 empieza a crecer hasta la fecha nombrada.



Imagen 10. Presencia de una larva generando mortalidad en las plántulas. Fuente: Autores.

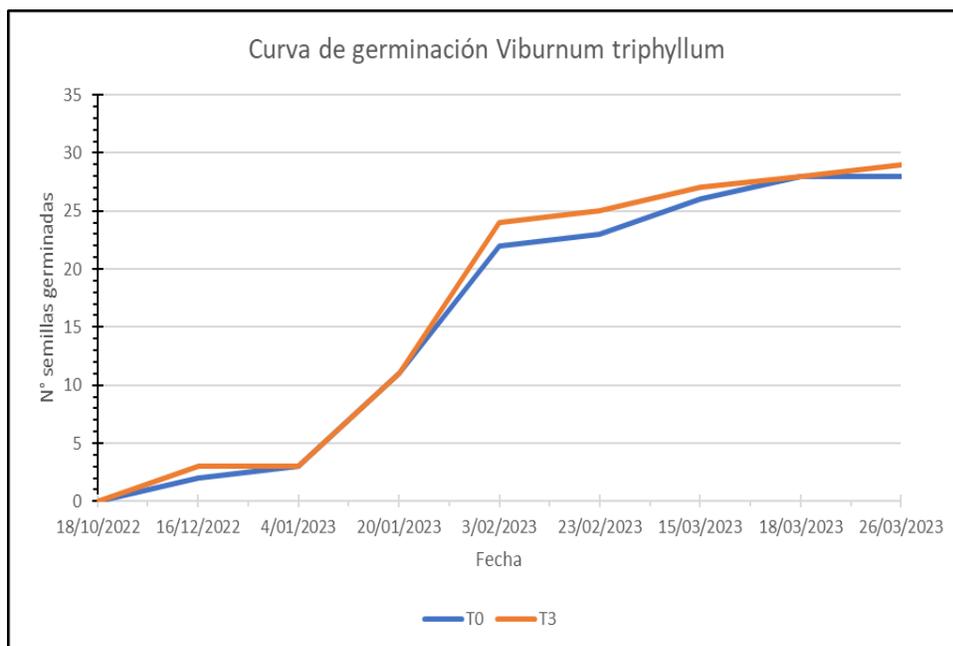


Figura 4. Curva de germinación T0 y T3 de *V. triphyllum*. Fuente: Autores.

Parte de los resultados de Ochoa (2019), permiten observar que el endocarpio de la semilla es una restricción para el desarrollo del embrión, esta capa restringe el paso del agua al interior de la semilla, con resultados de porcentaje de germinación sobre el 50% retirando el endocarpio, mientras los encontrados en el presente trabajo presentan mayor porcentaje de germinación en semillas con endocarpio, sin una escarificación ver figura 5, además, el primer registro se dio al día 82, el de este ensayo fue al día 58, similar al obtenido sin endocarpio (día 56). Así, la premisa de una impermeabilidad de la semilla se contradice con lo obtenido por Meneses (2018), con concentraciones menores de 250 ppm de ácido giberélico se presenta porcentajes de germinación sobre el 57%, sin retirar el endocarpio, es decir el estímulo con una hormona de crecimiento elimina la dormancia de las semillas sin necesidad de escarificación, incluso el testigo, imbibición en agua por 72 horas, obtuvo un 57% de germinación, si bien los resultados propios fueron inferiores, se acota que el desarrollo del embrión es más lento de lo que muestra Meneses (2018), aunque cercano al primer brote al día 52, pero, que a la fecha del último registro, cuatro meses después del primer registro, seguían germinando las semillas, los datos no reportaban una estabilización como lo muestra esta autora al día 80, adicional, para Tapia & Toro, (2017) para alcanzar el 50% de germinación para *Viburnum triphyllum* es necesario 163-167 días.

De acuerdo a lo anterior, los tratamientos T1 (Imbibición de extracto de maíz durante 72 horas) y T2 (Imbibición de extracto de cebolla larga durante 72 horas) pudieron presentar niveles bajos de ácido giberélico en los extractos y la dormancia del embrión no se logró eliminar, además esta dormancia morfofisiología pudo restringir el acceso al interior de las semillas tras ser sembradas, como se mencionó estos tratamientos fueron censurados para el análisis estadístico.

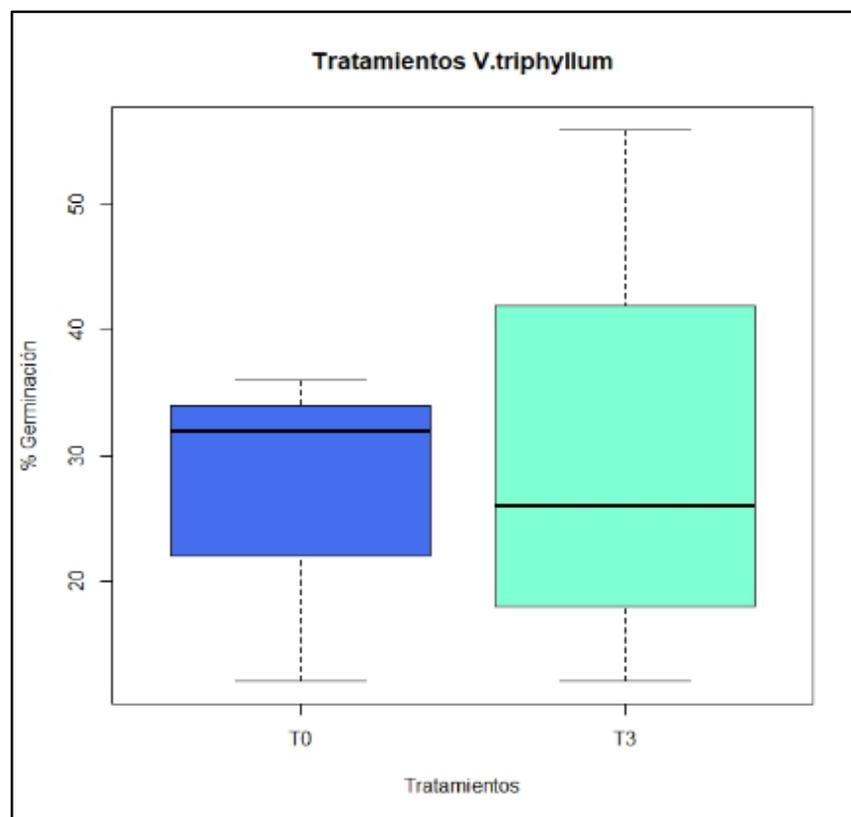


Figura 5. Boxplot % germinación T0 y T3 de *V. triphyllum*. Fuente: Autores.

4.2.2. *Myrsine guianensis*

El cucharo fue la especie que reportó resultados más tarde, figura 6, observado la tabla 7 el tratamiento T0 presento el porcentaje de germinación más alto, 48,33%. Los tratamientos presentaron un comportamiento normal y homogeneidad de varianza aceptable, también la dispersión de los datos, CV%, está por debajo del 30%. La Anova dio como resultado indicios de diferencias estadísticas, tras la prueba post hoc de Tukey se pudo establecer que el tratamiento T0 presenta diferencias frente a los demás tratamientos.

Tabla 7. Porcentaje de germinación T0, T1, T2 y T3 de *M. guianensis*; X: media (% de germinación), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), B p-value: Bartlett ($\alpha=0,05$), A p-value: Anova ($\alpha=0,05$) y Tk p-value: Tukey ($\alpha=0,05$). Fuente: Autores.

Repetición\tratamiento	T0	T1	T2	T3
1	55	15	25	35
2	50	20	15	30
3	40	25	20	25
X	48,33	20	20,00	30,00
S	7,64	5	5,00	5,00
CV%	15,80	25	25,00	16,67
S p-value	0,669	1	1	1
B p-value	0,9184			
A p-value	<0,05			
Tk p-value				
1-0	<0,05			
2-0	<0,05			
3-0	<0,05			
2-1	>0,05			
2-3	>0,05			
3-1	>0,05			

De acuerdo a lo anterior, el T0 imbibición en agua por 24 horas, sin intento de escarificación sobre la semilla parece la mejor alternativa para la propagación. La finalidad de la escarificación es generar más permeabilidad y por lo tanto mejorar la hidratación del embrión, sin embargo, todos los tratamientos presentaron un primer brote pasados más de 5 meses, como se observa en la figura 6, incluyendo dos meses en botellas germinadoras, donde se presentó un solo brote del T0 (Imagen 11), además los tratamientos T2 y T3 tardaron 8 días adicionales.

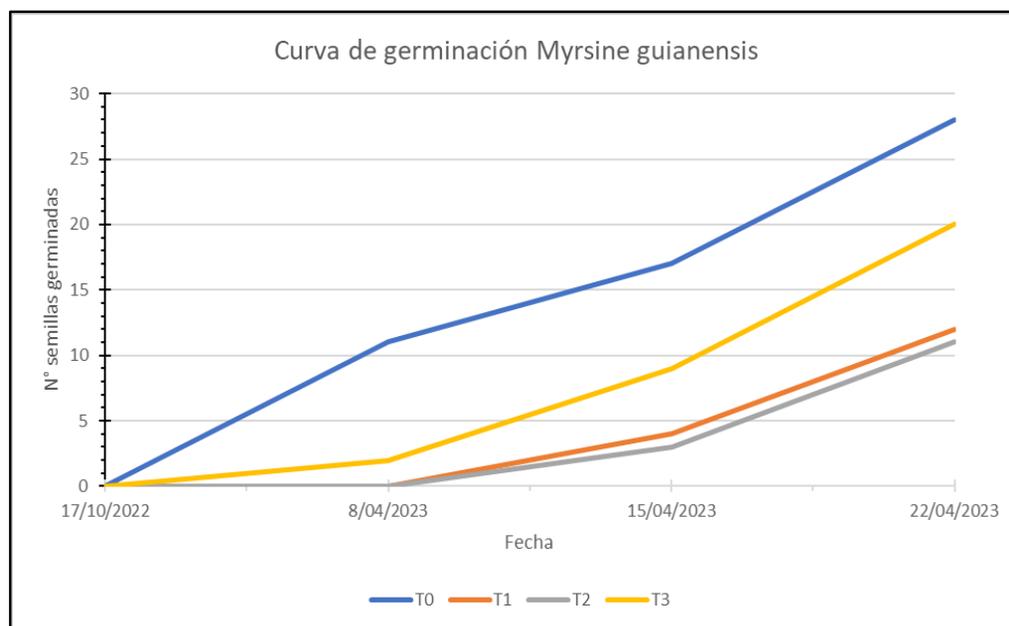


Figura 6. Curva de germinación T0, T1, T2 y T3 de *M. guianensis*. Fuente: Autores.

Para *M. guianensis* bajo escarificación con hipoclorito al 3% por una hora y siembra directa se presentó un 35,52% de germinación y tiempo de emergencia de 46 días (Flórez et al., 2011), cercano al 30% del T3, también en el mismo estudio el testigo presentó los valores más altos, 80,9%. Para Meneses (2018), el testigo de *M. guianensis* obtuvo un 24%, inferior al 48,33%, ver figura 7, el T0 presentó la diferencia de haber estado en las botellas germinadoras, pero también se debe realizar un seguimiento a largo plazo, pasados 94 días no supera el 30% de germinación, y para esta práctica estuvo cerca de 150 días se obteniendo el porcentaje antes mencionado, y aún se presentaban resultados el último de toma de datos.

Para Leyva, (2021) con botellas germinadoras sin luz obtuvo un 41% con una estabilización al día 134, permaneciendo en las botellas germinadoras, se debe recordar que para el ensayo, pasados dos meses y medio se trasladan las semillas a las camas

germinadoras, y el efecto de sombra y humedad constante se interrumpió, pese a ello se superan los resultados de Leyva (2021) con hormona de crecimiento, además son similares los resultados en los tiempos de emergencia, incluso el último registro para este autor fue al día 185.



Imagen 11. Primer brote de *M. guianensis*, luego de dos meses. Fuente: Autores.

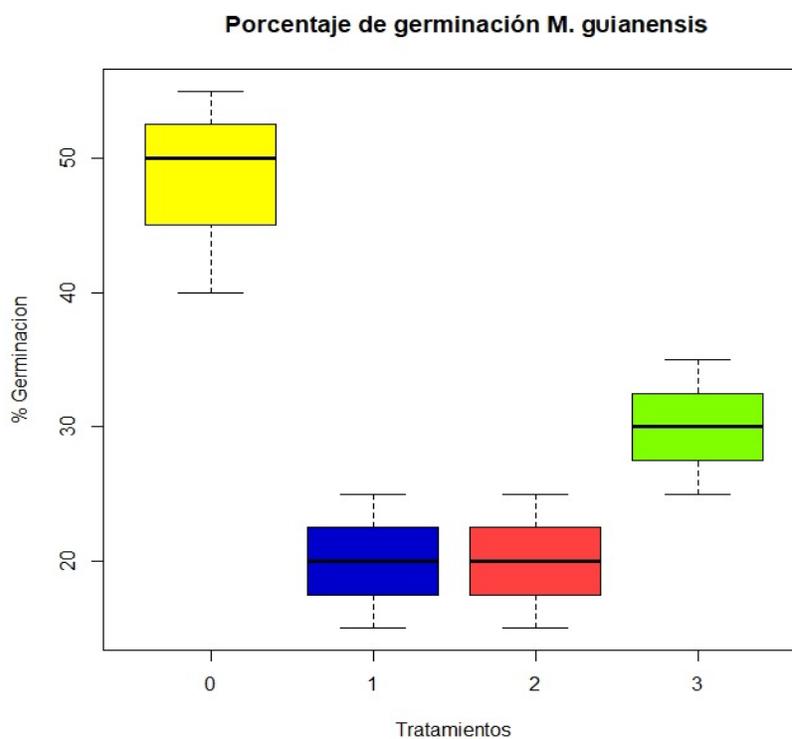


Figura 7. Boxplot % germinación T0, T1, T2 y T3 de *M. guianensis*. Fuente: Autores.

4.2.3. *Frangula goudotiana*

El ojo de perdiz fue una de las especies con mayor porcentaje de germinación, un valor medio de 58,67% en el T0, el más alto entre tratamientos, incluso la repetición uno tiene un 78%. De los cuatro tratamientos dos presentaron un CV% por encima del 30%, el T1 con un 71,32% es el valor más alto de dispersión, debido a que presentó repeticiones con una diferencia grande de 53,4%. Tres de los cuatro datos presentan normalidad y toda una homogeneidad de la varianza, y al realizar un Anova no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 8. Porcentaje de germinación de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 de *F. goudotiana*; X: media (% de germinación), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), B p-value: Bartlett ($\alpha=0,05$) y A p-value: Anova ($\alpha=0,05$). Fuente: Autores.

Repetición\tratamiento	T0	T1	T2	T3
1	78,0	66,7	26,7	20,0
2	54,0	13,3	40,0	26,7
3	44,0	33,3	13,3	20,0
X	58,67	37,78	26,67	22,22
S	17,47	26,94	13,33	3,85
CV%	29,78	71,32	50,00	17,32
S p-value	0,5542	0,7252	0,9959	<0,05
B p-value	0,2148			
A p-value	0,126			

Los tratamientos T1, T2 y T3 registraron resultados positivos al mes y 15 días, mientras el testigo tardaría medio mes más. Pese a ello el T0 obtuvo más semillas germinadas frente los tratamientos con giberelinas, adicional entre menor es la concentración mayor es el número de semillas emergidas, como observa en la figura 8, donde el T1 marcó diferencia frente al T2 y T3. Aunque no se presentaron diferencias estadísticas, los tratamientos con

hormona vegetal registran una emergencia en menor tiempo, pero sin un incremento en el porcentaje de germinación, finalmente pasados dos meses las semillas germinadas presentaron una vulnerabilidad y ante algún tensor presentan una alta mortalidad, como se observa en la figura 8 y un cambio en la pendiente el 3 de marzo del año en curso, pese a ello germinaron más semillas.

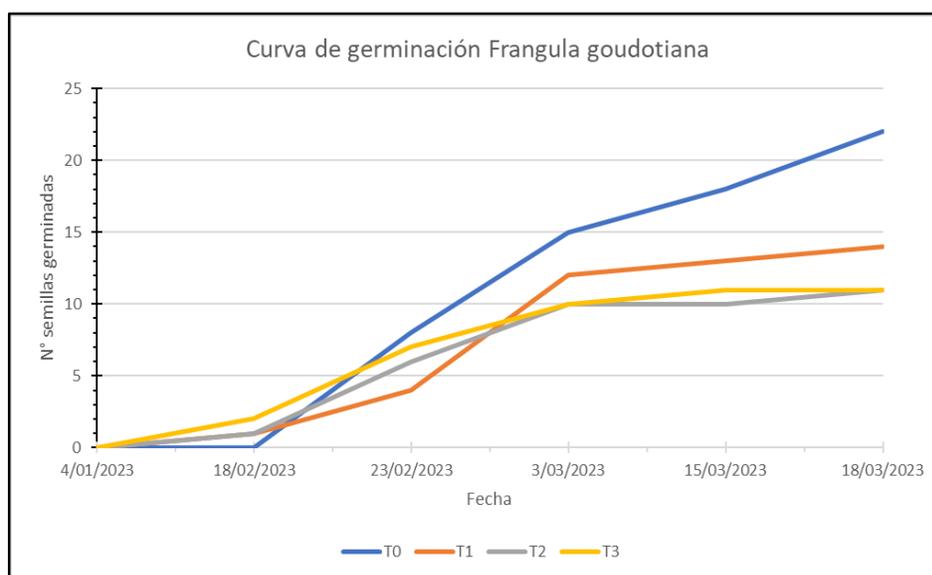


Figura 8. Curva de germinación T0, T1, T2 y T3 de *F. goudotiana*. Fuente: Autores.

Dada la poca bibliografía sobre germinación de *Frangula goudotiana* se puede sugerir como tratamiento efectivo para la propagación sexual la imbibición en agua por 24 horas, aunque también se deberían generar más ensayo con giberelinas y evaluar su efecto con concentraciones menores a 500 ppm, dado el bajo porcentaje para el T2 y T3, ver figura 9.

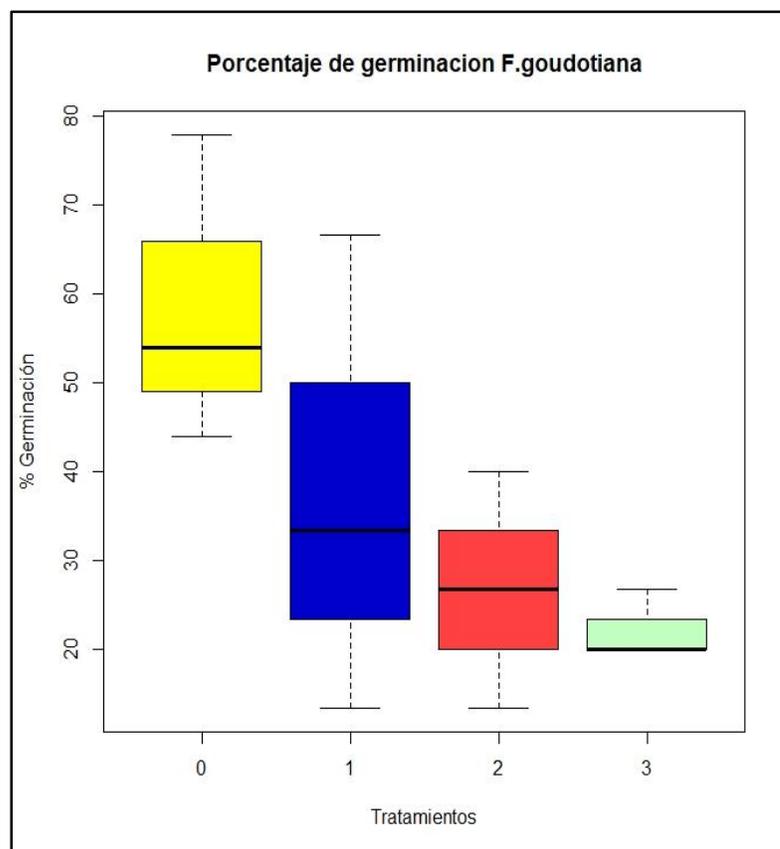


Figura 9. Boxplot % germinación T0, T1, T2 y T3 de *F. goudotiana*. Fuente: Autores.

4.2.4. *Vallea stipularis*

El raque presentó resultados en relación al porcentaje de enraizamiento, de esa manera el T0 registró un 50% de éxito, y se registraron valores altos en el CV%, dándose un 100% en el T2, debido a que solo 3 estacas generaron raíces, dos en repetición 1 y uno en la repetición 3 y la repetición dos no tuvo resultados positivos. Sin embargo, los valores de normalidad son aceptables junto a la homogeneidad de las varianzas, para más detalles ver tabla 9, luego del análisis de varianza (Anova) y al obtener un p-value menor a 0.05, se procedió a realizar una prueba de Tukey y se presentaron diferencias estadísticas entre el T0 y T2, siendo este último el de resultado bajos y dispersos, por lo tanto, esta alternativa queda descartada para la propagación.

Tabla 9. Porcentaje de enraizamiento T0, T1 y T2 de *V. stipularis*; X: media (% de enraizamiento), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), B p-value: Bartlett ($\alpha=0,05$), A p-value: Anova ($\alpha=0,05$) y Tk p-value: Tukey ($\alpha=0,05$). Fuente: Autores.

Repetición\tratamiento	T0	T1	T2
1	30	20	20
2	50	40	0
3	70	20	10
X	50	26,7	10
S	20	11,5	10
CV%	40	43,3	100
S p-value	1	<0,05	1
B p-value	0,6285		
A p-value	0,0405		
Tk p-value			
1-0	0,2019		
2-0	<0,05		
2-1	0,3964		

De acuerdo a Lema (2012), con un enraizador hormonal vegetal sobre estacas de *Vallea stipularis* se obtuvo un 78,5% de enraizamiento a los 75 días, por otro lado, en el presente ensayo a los 90 días del T1 se presentó un 26,7% y el T0 obtuvo un 50%, ver figura 10, las diferencias pueden estar asociadas a lo forma de aplicar la hormona vegetal. Sin embargo, a los 90 días para Ruiz, (2014) con hormona vegetal presentó 8,83% de estacas enraizadas y el testigo 6,25%, ambos inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

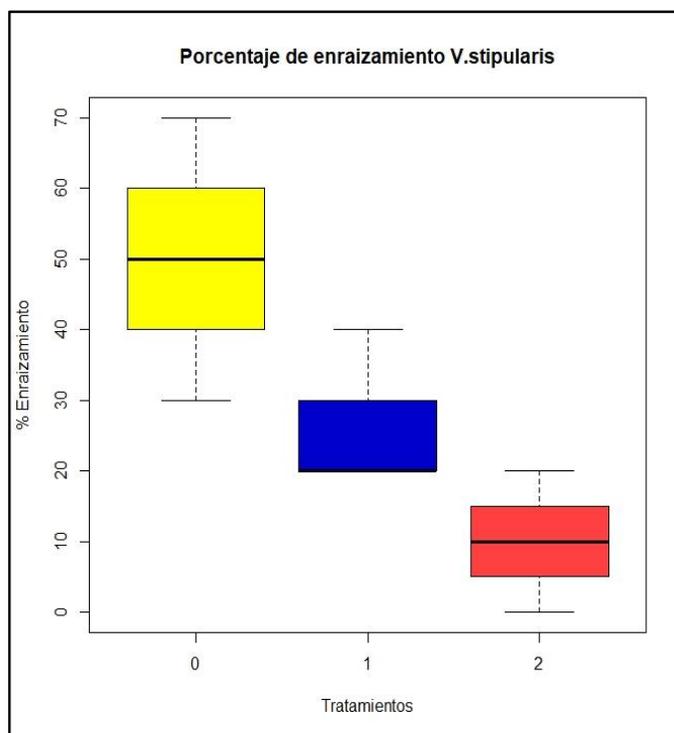


Figura 10. Boxplot % enraizamiento T0, T1 y T2 de *V. stipularis*. Fuente: Autores.

4.2.5. *Gaiadendron punctatum*

La tagua fue la especie que reportó resultados en tiempo récord, 15 días, aunque la espera en la maduración de los frutos fue de cuatro meses, es sobre el ojo de perdiz el porcentaje de germinación más alto con 84,4%, ver la tabla 10 para mayor detalle. Luego del despulpado, que presentaba un mucílago y su almacenamiento, se realizó solo imbibición en agua (24 y 48 horas) encontrando en la repetición ocho del T1 un porcentaje del 90%. La normalidad de los datos es aceptable y la homogeneidad de varianza igualmente, y tras el test de T de Student encontramos diferencias estadísticas, en donde T0 se presenta con mayor porcentaje de germinación, imbibición por 24 horas mejor que 48 horas, T1.

Tabla 10. Porcentaje de germinación T0 y T1 y de *G. punctatum*; X: media (% de germinación), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), B p-value: Bartlett ($\alpha=0,05$) y T p-value: t-student ($\alpha=0,05$). Fuente: Autores.

Repetición\tratamiento	T0	T1
1	87,5	70,0
2	87,5	60,0
3	87,5	60,0
4	87,5	70,0
5	87,5	80,0
6	75	80,0
7	75	60,0
8	87,5	90,0
X	84,4	71,3
S	5,79	11,26
CV%	6,86	15,80
S p-value	<0,05	0,1973
B p-value	0,1001	
T p-value	0,011	

Para ambos tratamientos el número de días para su germinación es el mismo, 15 días, pero el número de semillas acumuladas a lo largo del tiempo fue mejor para el T0 como se nombró anteriormente, ver figura 11. Siendo el T0 la alternativa más idónea para la propagación basándonos en los resultados. Esto se contrasta con lo obtenido por Ruiz, (2014) donde el día de emergencia es el 11 tras la siembra y el último registro al 17, además presentó un 71,4% de germinación con un sustrato hidropónico, sin embargo, es menor al 84,4% obtenido en la presente práctica por el T0, el resultado de Ruiz (2014) se acerca más al T1 de nuestro ensayo, ver figura 12 para más detalle.

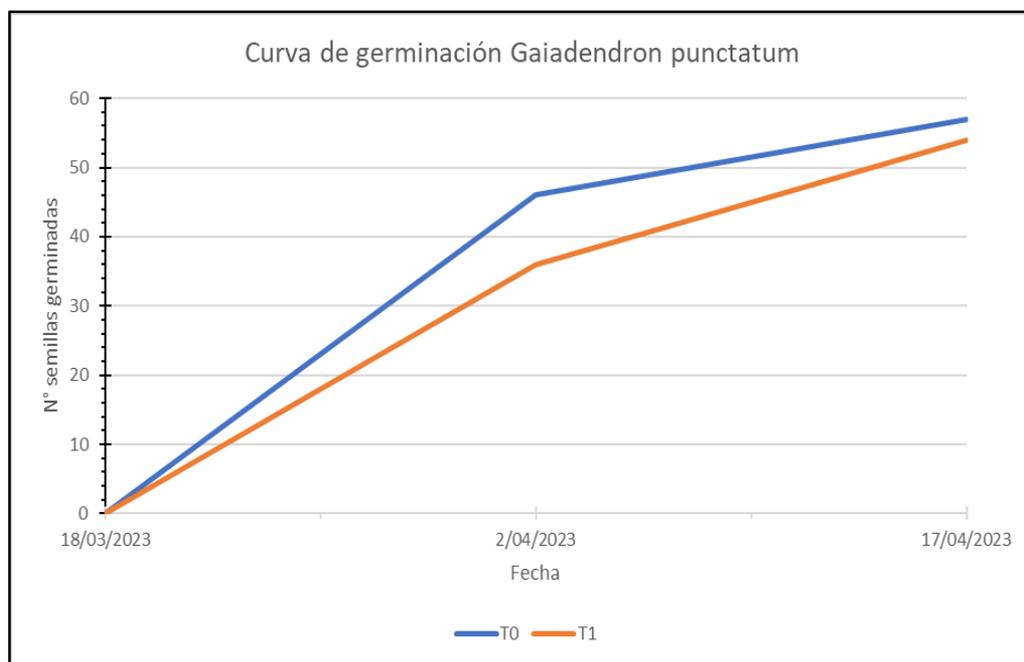


Figura 11. Curva de germinación T0 y T1 de *G. punctatum*. Fuente: Autores.

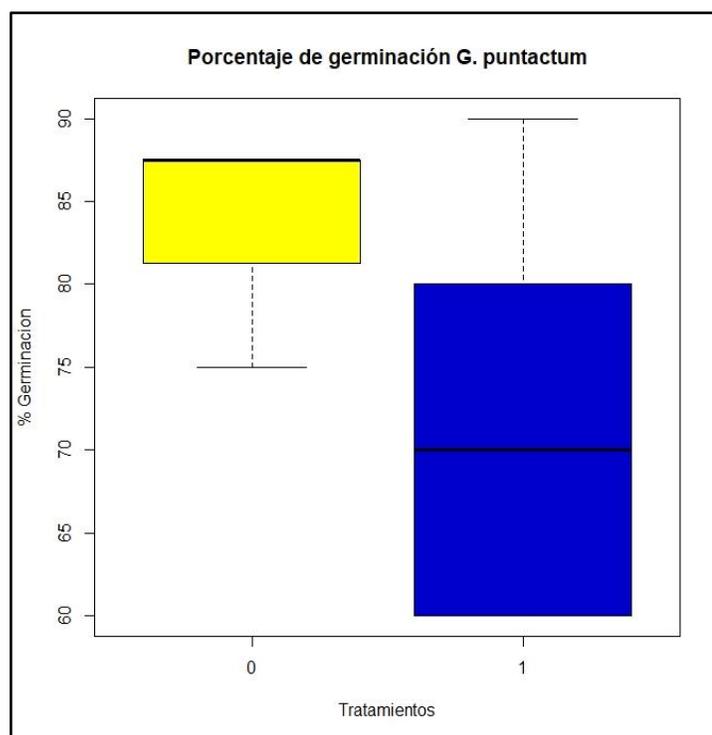


Figura 12. Boxplot % germinación T0 y T1 de *G. punctatum*. Fuente: Autores.

4.2.6. *Clethra fimbriata*

El manzano presenta un porcentaje de germinación entre 15%, T2 y 56,25% del T1 siendo el más alto (Tabla 11), el CV% se reporta por debajo del 30%, es decir datos no dispersos. Tres de los cuatro tratamientos prestan normalidad de los datos y una homogeneidad de varianza aceptable, y luego del Anova se registró diferencias estadísticas. Con la prueba de Tukey se observó diferencias entre el T0 y T1, T2 y T3, y entre T1 y T2 y T3, es decir los tratamientos T2 y T3 con concentraciones de 1000 y 1500 ppm de giberelinas reportan valores bajos de germinación, mientras con 500 ppm se presenta los mejores porcentajes de germinación, incluso mejor que del T0.

Tabla 11. Porcentaje de germinación T0, T1, T2 y T3 de *C. fimbriata*; X: media (% de germinación), S: desviación estándar, CV%: coeficiente de variación, S p-value: Shapiro test ($\alpha=0,05$), B p-value: Bartlett ($\alpha=0,05$), A p-value: Anova ($\alpha=0,05$) y Tk p-value: Tukey ($\alpha=0,05$). Fuente: Autores.

Repetición\tratamiento	T0	T1	T2	T3
1	50	50	20	20
2	35	65	15	15
3	35	55	15	20
X	37,5	56,25	15	18,75
S	8,66	6,29	4,08	2,50
CV%	23,09	11,18	27,22	13,33
S p-value	0,1945	0,4064	0,683	<0,05
B p-value	0,2446			
A p-value	<0,05			
Tk p-value				
1-0	<0,05			
2-0	<0,05			
3-0	<0,05			
2-1	<0,05			
3-1	<0,05			
3-2	>0,05			

Dos meses después de sembrar se presenta en el T1 el primer brote, pasados 25 días se reportan resultados para los demás tratamientos, desde ese momento el T1 tomó la delantera y su acumulación de semillas fue progresiva, como lo muestra la figura 13. Los T2 y T3 no generaron más de 15 emergencias durante el registro de datos, por ende, son tratamientos no eficientes, contrario en el T1, que se presenta como una alternativa viable frente a una especie que no reporta muchos datos en la literatura.

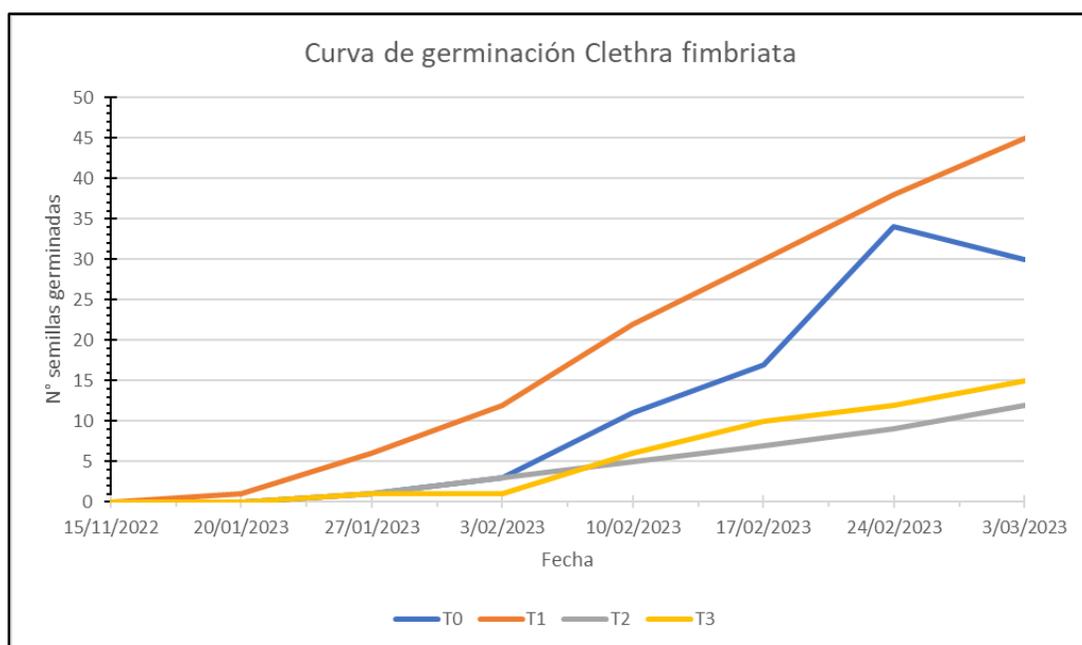


Figura 13. Curva de germinación T0, T1, T2 y T3 de *C. fimbriata*. Fuente: Autores.

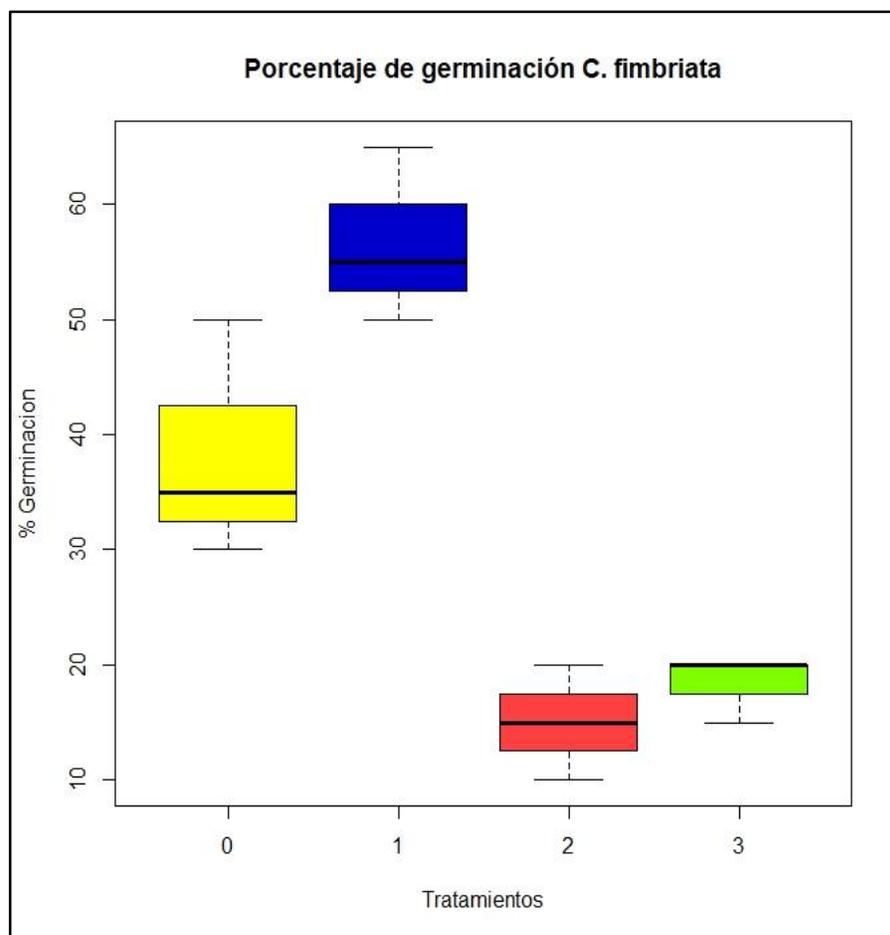


Figura 14. Boxplot % germinación T0, T1, T2 y T3 de *C. fimbriata*. Fuente: Autores.

Para Flórez et al., (2011) de los pocos estudios sobre el género *Clethra* en relación a su germinación, el testigo presentó un 52% de germinación con el primer registro al día 95 y último al 135, siendo este el resultado más alto, para el presente trabajó el T1 obtuvo un 56,9% de germinación.

4.2.7. *Bejaria resinosa*

El pegamosco no presentó porcentajes de germinación en el transcurso del ensayo. Debido a su pequeño tamaño, su estrategia de reproducción (r) y su resultado frente al tratamiento

con ácido giberélico, se plantean diferentes procedimientos para obtener mejores resultados. En primer lugar realizar una prueba de viabilidad con TZ o en caso de no poder disponer de los medios se tendría que realizar cada repetición del tratamiento con un número más elevado de semillas y luego hacer una debida clasificación de las mismas, evitando sembrar semillas no viables, por otro lado se tendría que utilizar otro tipo de tratamientos, ya sea incrementando la concentración de giberelinas o controlando las condiciones de temperatura que sin duda son también fundamentales para el desarrollo de un embrión inmaduro (Manz et al., 2005)

4.2.8. *Clusia multiflora*

La *Clusia multiflora* no registró ningún resultado positivo, todas las estacas se secaron y no generan nuevo tejido para su desarrollo subterráneo o aéreo. Se puede asociar esto al tipo de sustrato empleando en la propagación, el sustrato presentaba un alto contenido de arcillas y limos, frente al sustrato que se usó para la *Vallea stipularis* difieren en estos contenidos, y es más poroso y con estructura migajosa.

La hormona vegetal también puede ser un factor determinante en el éxito de la reproducción asexual. En el mercado actual, existen auxinas sintetizadas diferentes al ANA (Ácido naftalenacético) la cual fue la hormona que utilizamos en los ensayos, entre estos están: el Ácido 2,4-diclorofenoxiacético, Ácido indolacético (IAA) y el Ácido indolbutírico (IBA) por lo tanto en próximos ensayos de propagación asexual se podría poner a prueba la eficiencia de estos otros compuestos.

5. CONCLUSIONES

- A continuación, se resumen los tratamientos que mejores resultados se obtuvieron para las diferentes especies de estudio:

Tabla 12. Tratamientos con mejores resultados para cada especie de estudio. Fuentes: Autores.

Especie	Tratamiento		% de germinación
<i>V. triphyllum</i>	T3	Imbibición de ácido giberélico 450 ppm durante 72 horas	30%
<i>M. guianensis</i>	T0	Imbibición en agua durante 24 horas y botellas germinadoras sin luz	48,33%
<i>F. goudotiana</i>	T0	Imbibición en agua durante 24 horas	58,67
<i>V. stipularis</i>	T0	Estacas sembradas directamente	50%
<i>G. punctatum</i>	T0	Imbibición en agua por 24 horas	84,4%
<i>C. fimbriata</i>	T1	Imbibición en giberelinas 500 ppm por 24 horas	56,25%

- Las giberelinas, aunque se encuentren presentes en residuos agrícolas de cebolla larga o en semillas de maíz germinado, no logran tener una concentración suficiente como para ser utilizado en la producción de material vegetal de vivero.
- Las hormonas vegetales como las auxinas y las giberelinas, que sin duda son de gran ayuda para acelerar los procesos de enraizamiento y germinación, necesitan cuantificarse mediante curvas de enraizamiento e imbibición, para evitar sobre estimular las plantas al punto de que se genere un efecto adverso.
- Conocer las características de dormancia de las semillas y cómo actuar sobre cada uno permite tomar decisiones más acertadas sobre el mejor método de propagación a utilizar.

- El proceso de recolección de datos para algunas especies se debe prolongar a 3- 6 meses aproximadamente, debido a la presencia de embriones rudimentarios que generan un desarrollo lento de este, siendo necesario llegar por lo menos al 50% de los datos donde estos empiezan a estabilizarse.
- El almacenamiento debe estar en función de las semillas, si son ortodoxas o recalcitrantes, y de este modo evitar recolectar material vegetal que pierda su viabilidad, como sucedió con el pegamosco.

6. RECOMENDACIONES

- Para evitar que animales ferales, aves, roedores u otros factores bióticos que puedan afectar la producción del vivero de la reserva, es necesario que se adecue una puerta que impida el ingreso de estos animales.
- Se recomienda sellar las ventilas ubicadas en la parte superior del vivero para evitar que se pierda parte del calor generado por el efecto invernadero, ya que en las noches y en las madrugadas baja la temperatura considerablemente, lo que puede afectar el material vegetal que se esté produciendo.
- Idealmente disponer de un sustrato adecuado para la producción del material, que esté desinfectado y que tenga una textura idónea para el desarrollo de las radículas o raíces del material vegetal, evitando en lo posible sustratos con abonos orgánicos ya que contienen microfauna que puede afectar la radícula de las semillas.
- Seguir realizando ensayos de propagación sobre las especies nativas que aún no se tiene información y sobre aquellas que sus resultados no han sido los esperados, siempre orientados bajo la bibliografía existente acerca de la germinación de las semillas.
- Identificar fuentes semilleras de otras especies nativas y hacer un seguimiento de su estado fenológico para recolectar semillas que sirvan de insumo para futuros ensayos de propagación.

7. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y al Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal por brindarme una educación profesional de alta calidad.

A la fundación Cerros de Bogotá por darnos la oportunidad de realizar el proyecto de grado.

Al Profesor Favio López, quien nos brindó su apoyo y conocimiento para el desarrollo de la pasantía.

A Diana Wiesner, por permitirnos la realización del proyecto y brindarnos el espacio para ello.

A Samuel Serna por el acompañamiento durante el trabajo y la disposición para colaborarnos.

A mi familia, por su amor incondicional y siempre apoyarme en cada una de mis decisiones.

A mis compañeros de la universidad, junto a su compañía crecí profesionalmente y también cómo persona.

Norbey G. Arevalo

A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por ser mi hogar, al Proyecto de Ingeniería Forestal por brindarme la oportunidad de conocer esta hermosa carrera.

A la Reserva Umbral Cultura Horizontes por ser nuestra oficina por unos meses.

Al Profesor Favio López por brindarnos su conocimiento y apoyo.

A Diana Wiesner por permitirnos entrar en la reserva, conocer más profesionales y desarrollar el trabajo de grado.

A Samuel Serna por el acompañamiento durante el trabajo y la disposición para colaborarnos.

A mis compañeros y amigos de la universidad sin los cuales nada hubiera sido igual y no cambiaría a ninguno.

A mi familia que me apoyo en las diferentes etapas de mi desarrollo como profesional y sobre todo como persona.

Oscar D. Ávila

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Badii, M.H., J. Landeros, J. Valenzuela, R. Rodríguez, Y. Ochoa, & E. Cerna (2013). Patrones Reproductivos. Daena: International Journal of Good Conscience. 8(1)55-63.

Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2008). Advances in understanding seed dormancy at the whole-seed level: an ecological, biogeographical and phylogenetic perspective. Acta Botanica Yunnanica, 30(3), 279–294.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR (2016). Modificación al Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. Bogotá D.C. Colombia.

Díaz, L.E.; Henao, A.; Ramírez, L.A. (2013). Residuo agrícola de cebolla larga como fuente de ácido giberélico. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 16(2): 369-377.

Flórez, M. M. S., Delgado, C. J. O., & Flórez, G. A. S. (2011). *PROPAGACIÓN Y MANEJO EN VIVERO DE LAS ESPECIES CUCHARO (Myrsine guianensis), GUAYACÁN AMARILLO (Tabebuia chrysantha) Y AGUACATILLO (Clethra sp) EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN (CAUCA) MARGARITA.*

- Fundación Cerros de Bogotá. (2021).** Plan de Restauración Ecológica en la Reserva Natural de la Sociedad Civil "Umbral Cultural Horizontes". Documento técnico - Plan de Restauración Ecológica de Área Protegida en Jurisdicción CAR. Bogotá D.C. Colombia.
- Gil-leguizamón, P. A., Milena, L., & Salinas, T. (n.d.).** *Guía ilustrada de propagación de especies silvestres.*
- Lema, M. (2012).** *Propagación de Saccha capulí (Vallea stipularis) L. f. utilizando cuatro bioestimulantes en tres sustratos, bajo invernadero en el vivero del consorcio Río Blanco, parroquia Químiag, Cantón Riobamaba.* 197.
- Leubner-Metzger, G., Frundt, C., Vogeli-Lange, R., & Meins Jr, F. (1995).** Class I [beta]-1, 3-Glucanases in the Endosperm of Tobacco during Germination. *Plant Physiology*, 109(3), 751–759.
- Leyva, J. (2021).** *Estudio De La Propagación De Algunas Especies Nativas Con Potencial Para La Restauración Asistida En Ecosistemas Altoandinos (Cundinamarca, Colombia).* 1–78.
- Manz, B., Müller, K., Kucera, B., Volke, F., & Leubner-Metzger, G. (2005).** Water uptake and distribution in germinating tobacco seeds investigated in vivo by nuclear magnetic resonance imaging. *Plant Physiology*, 138(3), 1538–1551.
- Meneses, L. M. M. (2018).** Caracterización de ecosistemas de referencia y propagación de especies nativas de interés para restauración ecológica en la jurisdicción de Corpochivor. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 11(1), 80.
- Ochoa, M. (2019).** Experimentos de germinación con semillas de Rañas, *Viburnum triphyllum(Benth)* y sus implicaciones para la propagación y restauración.
- Olisa, B. S., Ajayi, S. A., & Akande, S. R. (2010).** Imbibition and response of pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Mill sp.) and african yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. ex A. Rich) Harms) seeds to scarification. *Research Journal of Seed Science*, 3(3), 150–159.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia (2015).** Áreas Protegidas: Territorios para la Vida y la Paz. Áreas Protegidas para el Desarrollo. Bogotá D.C. Colombia.
- Perez, M.L., N. Rodriguez, O. Vargas, & L. Melgarejo (2014).** Capítulo 3. Germinación y dormancia de semillas. Bases conceptuales, métodos de colecta, almacenamiento y manejo en laboratorio. Semillas de plantas de páramo. GREUNAL.

- Rivera, J. D.; Correa, Y. M.; Penagos, J. P. (2017).** Evaluación de métodos de extracción para la obtención del ácido giberélico en semillas germinadas de maíz (*zea mays* L.) *Rev. Colomb. Quim.* 46(2), 45-50.
- R Core Team (2019).** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ruiz, W. R. T. (2014).** *EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA LA PROPAGACIÓN DE TILO (Tilia cordata Mill.) Y SACHA CAPULÍ (Vallea stipularis) CON LA APLICACIÓN DE TRES HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO EN EL VIVERO DEL GAD. MUNICIPAL DEL CANTÓN MEJÍA 2014.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
- Schmidt, L. (2000).** Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. Humlebaek, Dinamarca: Danida Forest Seed Centre.
- Secretaria Distrital de Planeación (2015).** Cerros Orientales de Bogotá Patrimonio de Todos. Plan de Manejo: Área de Ocupación Pública Prioritaria. Bogotá D.C. Colombia.
- Tapia, A. C. P., & Toro, S. E. S. (2017).** EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE PELOTILLO (*Viburnum triphyllum* Benth.), EN EL MUNICIPIO DE PASTO, NARIÑO. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 21, Issue 2).