

**PROPAGACIÓN DE TRES ESPECIES NATIVAS DE UN BOSQUE
ALTOANDINO DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA CON POTENCIAL PARA
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.**



BLANCA IRENE ORDOÑEZ CAMPO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2017**

**PROPAGACIÓN DE TRES ESPECIES NATIVAS DE UN BOSQUE
ALTOANDINO DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA CON POTENCIAL PARA
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.**

BLANCA IRENE ORDOÑEZ CAMPO

**Trabajo de grado en la modalidad de investigación presentada como
requisito para optar al título de Bióloga**

Director

Giovanni Varona Balcázar

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2017**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Esp. GIOVANNI VARONA BALCÁZAR

M. Sc. DIEGO MACÍAS PINTO

Esp. BERNARDO RAMÍREZ PADILLA

DEDICATORIA

A Dios por darme salud

A mis padres por su apoyo económico, consejos y gran aliento para continuar con la superación profesional.

A mi hermano por motivarme en seguir estudiando

A los docentes Giovanni Varona Balcázar y Diego Jesús Macías Pinto por su, motivación, tiempo y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque me permitió seguir adelante y vencer todos los obstáculos que se presentaron en el camino.

A mis padres y hermano por su constante apoyo y motivación en seguir adelante con las metas proyectadas desde el inicio de esta maravillosa carrera profesional.

A los docentes Giovanni Varona Balcázar y Diego Jesús Macías Pinto por motivarme en realizar este trabajo investigativo.

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAG.
RESUMEN	13
1.- INTRODUCCIÓN	14
2.- JUSTIFICACIÓN	17
3.- OBJETIVOS	19
3.1- Objetivo General	19
3.2 – Objetivos Específicos	19
4.- MARCO TEÓRICO	20
5. ANTECEDENTES	27
5.1 Antecedentes de Propagación para <i>Gynoxys columbiana</i>	27
5.2 Antecedentes de Propagación para <i>Berberis goudotii</i>	28
5.3 Antecedentes de Propagación para <i>Aphelandra acanthus</i>	29
6.- MARCO METODOLÓGICO	30
6.1 Área de Estudio	30
6.2 Selección de Especies	31
6.3 Recolección de Semillas	31
6.4 Colecta de Estacas	31
6.5 Aplicación de Técnicas de Propagación	32
6.5.1 Propagación Sexual (Semillas)	32
6.5.2 Diseño Experimental Propagación Sexual	33
6.5.3 Propagación Asexual (Estacas)	34
7.- HIPÓTESIS	36

7.1 Hipótesis para propagación sexual	36
7.2 Hipótesis para propagación asexual	36
8.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
8.1 Propagación sexual para <i>Gynoxys columbiana</i>	38
8.2 Propagación asexual para <i>Gynoxys columbiana</i>	41
8.3 Propagación sexual para <i>Berberis goudotii</i>	44
8.4 Propagación asexual para <i>Berberis goudotii</i>	47
8.5 Propagación para sexual <i>Aphelandra acanthus</i>	50
8.6 Propagación asexual para <i>Aphelandra acanthus</i>	53
8.7 Propagación sexual y asexual para las tres especies	56
9.- CONCLUSIONES	59
10.- RECOMENDACIONES	60
11.- BIBLIOGRAFÍA	61

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Nombre y descripción de tratamientos pregerminativos	32
Tabla 2. Resultados consolidados propagación sexual de <i>Gynoxys columbiana</i>	38
Tabla 3. Resultados consolidados propagación asexual de <i>G. columbiana</i>	41
Tabla 4. Resultados consolidados propagación sexual <i>Berberis goudotii</i>	45
Tabla 5. Resultados consolidados propagación asexual <i>B. goudotii</i>	47
Tabla 6. Resultados consolidados propagación sexual <i>Aphelandra acanthus</i>	51
Tabla 7. Resultados consolidados propagación asexual <i>A. acanthus</i>	53

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica sitio de colecta	30
Figura 2. Sitio de colecta	31
Figura 3. Seguimiento propagación sexual para <i>Gynoxys columbiana</i>	39
Figura 4. Seguimiento propagación asexual <i>Gynoxys columbiana</i>	42
Figura 5. Test Mann Whitney propagación asexual <i>G. columbiana</i>	42
Figura 6. Seguimiento propagación sexual para <i>Berberis goudotii</i>	45
Figura 7. Seguimiento propagación asexual para <i>Berberis goudotii</i>	48
Figura 8. Test Mann Whitney propagación asexual <i>Berberis goudotii</i>	48
Figura 9. Seguimiento propagación sexual para <i>Aphelandra acanthus</i>	51
Figura 10. Seguimiento propagación asexual <i>Aphelandra acanthus</i>	54
Figura 11. Test Mann Whitney propagación asexual para <i>A. acanthus</i>	54
Figura 12. Seguimiento propagación sexual de las tres especies	56
Figura 13. Seguimiento propagación asexual de las tres especies	58

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. resultados de seguimientos propagación sexual para <i>Gynoxys colombiana</i>	67
Anexo 2. resultados estadísticos propagación sexual <i>Gynoxys colombiana</i>	68
Anexo 3. resultado de seguimiento propagación asexual <i>G. colombiana</i>	71
Anexo 4. resultados estadísticos propagación asexual <i>G. colombiana</i>	71
Anexo 5. resultado de seguimiento propagación sexual <i>Berberis goudotii</i>	73
Anexo 6. Resultados estadísticos propagación sexual <i>B. goudotii</i>	76
Anexo 7. Resultados seguimiento propagación asexual <i>B. goudotii</i>	79
Anexo 8. Resultados estadísticos propagación asexual <i>B. goudotii</i>	79
Anexo 9. Resultados seguimiento propagación sexual <i>Aphelandra acanthus</i>	81
Anexo 10. Resultados estadísticos propagación sexual <i>A. acanthus</i>	83
Anexo 11. Resultados seguimiento propagación asexual con enraizador <i>Aphelandra acanthus</i>	86
Anexo 12. Resultados propagación asexual sin enraizador para <i>Aphelandra acanthus</i>	87
Anexo 13. Resultados estadísticos propagación asexual para <i>Aphelandra acanthus</i>	87
Anexo 14. Fotografías sitio de colecta y especies	89
Anexo 15. Fotografías propagación sexual <i>Gynoxys colombiana</i>	91
Anexo 16. Fotografías propagación asexual con enraizador <i>Gynoxys colombiana</i>	93
Anexo 17. Fotografías propagación sexual <i>Berberis goudotii</i>	94
Anexo 18. Fotografías propagación asexual con enraizador <i>Berberis goudotii</i>	104

Anexo 19. Fotografías propagación sexual <i>Aphelandra acanthus</i>	106
Anexo 20. Fotografías propagación asexual con enraizador <i>Aphelandra acanthus</i>	110
Anexo 21. Fotografías propagación asexual sin enraizador <i>Aphelandra acanthus</i>	112

LISTA DE FIGURAS DE ANEXOS

	Pág.
Figura 1. Resultados estadísticos Test Shapiro Wilk <i>Gynoxys columbiana</i>	68
Figura 2 Resultado Test Friedman <i>Gynoxys columbiana</i>	69
Figura 3. Grafico Test Friedman <i>Gynoxys columbiana</i>	70
Figura 4. Resultados estadísticos Test Shapiro Wilk <i>Berberis goudotii</i>	77
Figura 5. Resultados Test Friedman <i>Berberis goudotii</i>	77
Figura 6. Grafico Test Friedman <i>Berberis goudotii</i>	78
Figura 7. Resultados estadísticos Test Shapiro Wilk <i>Aphelandra acanthus</i>	84
Figura 8. Resultados Test Friedman <i>Aphelandra acanthus</i>	84
Figura 9. Grafico Test Friedman <i>Aphelandra acanthus</i>	85

RESUMEN

Algunos factores importantes en procesos de restauración ecológica son la identificación y propagación de especies nativas, de esta manera el objetivo de la presente investigación consiste en evaluar la propagación sexual y asexual de *Gynoxys columbiana*, *Berberis goudotii* y *Aphelandra acanthus*, presentes en un bosque altoandino del departamento del Cauca, haciendo uso de tratamientos pregerminativos para propagar de manera sexual y aplicación de enraizador comercial Raízagro® que contiene ácido naftalénico (ANA 0.04%) y ácido indolbutírico (IBA) 0.04% para propagar asexualmente, dando como resultados que en la propagación sexual no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para las tres especies, mientras que para la propagación asexual por medio de estacas, estadísticamente existe diferencia significativa haciendo uso de enraizador, siendo *A. acanthus* quien tuvo mayor capacidad de rebrote.

Palabras clave: propagación, semillas, estacas, especies nativas, fitorreguladores.

1.- INTRODUCCIÓN

Colombia fue territorio selvático y boscoso en casi el 84% de su área total, sólo el 16% restante estuvo cubierto por sabanas, páramos, humedales y zonas secas (Etter, 1993); hacia el 2003 se estimó que el 60% de la cobertura del país permanecía sin modificaciones, pero se vislumbraba un aumento en el nivel de intervención; cifras datan que para el año 1996 aproximadamente 45 millones de hectáreas son transformadas por cultivos de pastos para ganado y 5 millones de hectáreas se empleaban para actividades agrícolas (Márquez, 2003).

Los bosques altoandinos son algunos de los innumerables ecosistemas que más han sufrido transformación hacia actividades agronómicas y/o ganaderas, donde esta pérdida de cobertura boscosa genera graves consecuencias como la reducción de la productividad por pérdida de nutrientes en el suelo, cambios en la producción de agua, pérdida de la biodiversidad y en el abastecimiento de servicios ecológicos (Lamb et al., 2003; Vitousek et al., 1997; Tilman et al., 2001), sin hablar de la introducción de especies vegetales exóticas que generan una alta competencia con las especies nativas y no permiten un avance de la sucesión vegetal.

La preocupación por la creciente transformación de los ecosistemas y sus graves consecuencias, hace necesario de impartir una nueva disciplina que promete crear estrategias para la recuperación de la integridad y funcionalidad de los ecosistemas que han sido transformados por actividades humanas (Young et al., 2005; Devoto et al., 2012). La restauración ecológica entendida conceptualmente como el proceso que ayuda al restablecimiento de un ecosistema degradado, dañado, transformado o destruido para recuperar la integridad y sostenibilidad (SER, 2004), es una herramienta que está aumentando en nuestro país, tanto así, que el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible impulsó el *Plan Nacional de Restauración* (2015-2035) que busca realizar procesos de restauración en la mayoría de ecosistemas colombianos, para así revertir la degradación ocasionada por diversos factores antrópicos.

Este plan incluye tres fases entre las que se encuentran las fases de diagnóstico, ejecución y seguimiento de los procesos de restauración ecológica; la fase número uno, que está propuesta para un lapso de tiempo de tres años, comprende acciones como priorización, desarrollo de guías y protocolos de restauración específicas para cada ecosistema, Investigación en autoecología, protocolos de propagación y manejo de especies forestales nativas (paquetes tecnológicos de nativas), etc, donde esta última acción sea quizá de mayor relevancia y especial atención en los procesos de restauración ecológica, debido que existen grandes vacíos en el conocimiento sobre las poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes naturales (Barrera et al., 2007).

La recuperación de la estructura y la función de los ecosistemas nativos dependen de las estrategias de restauración ecológica, como la identificación y propagación de especies nativas con potencial para restauración ecológica; son fases que contribuyen a la ejecución y al éxito de los proyectos de restauración (Vargas et al., 2008); sin embargo, la escasa información acerca de la reproducción de especies nativas, fomenta que se desarrollen métodos que garanticen la reproducción de material vegetal necesarios para los procesos de restauración ecológica; de esta manera se cumplirá con el objetivo de ayudar a la recuperación de la estructura y funcionalidad de un ecosistema que ha sido degradado (Castañeda et al., 2007; Vargas, 2007).

Generalmente se inicia el proceso con la identificación y uso de especies nativas, en particular las especies arbustivas pioneras, debido a que ayudan en la formación posterior de un dosel arbóreo, así como a la creación de micrositios favorables para el establecimiento de especies de la sucesión primaria, a la producción y acumulación de biomasa aérea y al recambio de nutrientes entre el suelo y la vegetación (Cardona, 2008).

Una vez seleccionada las especies se presenta el problema de la consecución del material vegetal, muchas especies no se consiguen en los viveros locales o las cantidades no son suficientes para el proceso de restauración o del tamaño de las

áreas (Vargas, 2007), también hay inconvenientes en la obtención de semillas, por desfase en fenologías a causa de los cambios climáticos o la producción de la semillas es escasa y el porcentaje de germinación así mismo es bajo. La literatura presenta serios vacíos acerca de germinación, propagación y fenologías de muchas especies de los ecosistemas colombianos, en especial de los bosques altoandinos; esta falta de información puede producir un proceso de restauración ecológica fallido, al no tener seguridad en la escogencia de especies o también en que el material vegetal no dé abasto para la causa; razón por la cual es necesario realizar investigación en los procesos de propagación de las especies silvestres.

El presente proyecto propone propagar tres especies nativas como son: Asteraceae – *Gynoxys columbiana*; Acanthaceae – *Aphelandra acanthus*; Berberidaceae – *Berberis goudotii*, de manera sexual (semilla), empleando tratamientos pregerminativos que irrumpen con la posible dormancia o latencia de las semillas, así mismo, se pretende propagar de manera vegetativa asexual (estacas) con la ayuda de fitorreguladores – enraizadores que promuevan el desarrollo vegetativo; de esta manera al final del proceso se espera obtener material vegetal para el proceso de restauración ecológica, como también se espera obtener la información adecuada acerca de los protocolos de propagación de las especies mencionadas.

2.- JUSTIFICACIÓN

El *Plan Nacional de Restauración (2015 – 2035)* está compuesto por tres fases, la fase número uno del plan sugiere realizar gestiones diagnósticas y de zonificación, como también menciona realizar una adecuada escogencia de criterios para seleccionar especies nativas, pretendiendo aportar suficiente información y herramientas acerca de procesos de propagación de especies nativas de los ecosistemas colombianos para la siguiente fase de ejecución. También se encuentra el ítem sobre lineamientos, el cual señala la “Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), el cual fomenta las acciones de conservación y propagación de especies vegetales nativas, avivando los estudios pertinentes al caso.

Se espera que los resultados de esta investigación sobre la propagación de las especies *Gynoxys columbiana*, *Berberis goudotii* y *Aphelandra acanthus*, sirvan como aporte a la conservación de flora silvestre y a la obtención de material vegetal para el proceso de restauración ecológica, teniendo en cuenta que el éxito de dicho proceso proviene de una adecuada selección y propagación de especies silvestre, como también su posterior adaptación al medio alterado y cambiante.

La mayoría de procesos de restauración ecológica hasta la fecha se han realizado de manera rápida, sin tener en cuenta la viabilidad de las especies al terreno, es decir, se debe tener en cuenta que además de escoger especies nativas, también es necesario apreciar ciertos factores fisicoquímicos del área, como el cambio de pH, la compactación, disminución en la materia orgánica, entre otros; estos factores pueden afectar el éxito de la restauración ecológica, debido a que las especies seleccionadas, a pesar de ser endémicas, pueden no tolerar las transformaciones señaladas anteriormente, por lo tanto, es preciso avanzar en un estudio previo sobre la escogencia de las especies y su capacidad de tolerancia a áreas modificadas, como también los procesos adecuados de propagación

El tener conocimiento sobre propagación de las especies vegetales nativas es crucial para recuperar la estructura y funcionalidad de un ecosistema, sin embargo,

se debe tener en cuenta que no hay una fórmula general; siempre existen variaciones propias del organismo y de cada área, lo cual dará como resultado adaptación o no al medio ambiente alterado, por lo tanto para poder llevar a cabo una propagación exitosa de las especies de interés es necesario considerar aspectos como la eficiencia en la germinación (proporción y velocidad), el costo asociado a ese tratamiento y el número de plantas necesarias para recuperar una superficie (Williamson et al., 1982).

La comunidad en general interesada en realizar procesos de restauración ecológica en bosques altoandinos, puede tener, al finalizar esta investigación, una referencia en cuanto a propagación de las especies nativas a utilizar (*Gynoxys columbiana*, *Berberis goudotii* y *Aphelandra acanthus*) estos datos beneficiarán a la sociedad investigativa ya que habrá difusión de técnicas adecuadas de propagación y manejo en viveros o invernaderos (Vargas, 2007).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la propagación sexual y asexual de las especies nativas *Gynoxys columbiana*, *Berberis goudotii* y *Aphelandra acanthus*, de un bosque altoandino del Municipio de Totoró, Vereda el Cofre, Departamento del Cauca, para fines de conservación y con potencial uso en procesos de restauración ecológica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluar el porcentaje de germinación haciendo uso de tratamientos pregerminativos de tres especies nativas del bosque altoandino.
- Evaluar la propagación de tres especies a través de estacas haciendo uso de enraizador

4.- MARCO TEÓRICO

a) Restauración ecológica. actividad humana cuyo objetivo es recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región (Parada et al., 2012; Vargas, 2008) o en un concepto más técnico es el proceso que ayuda al restablecimiento de un ecosistema degradado, dañado, transformado o destruido para recuperar la integridad y sostenibilidad (SER, 2004), su desarrollo más importante fue en la década de los noventas con el nacimiento de la Sociedad de Ecología de Restauración (SER).

b) Generalidades de los bosques altoandinos. Los ecosistemas de alta montaña se ubican desde los 2800 metros de altitud y comprenden los bosques altoandinos entre los 3200 m y 3400 m y el páramo que va hasta los 4700 m. Se caracteriza por una vegetación compuesta especialmente por *Weinmannia sp.* (encenillo), *Ilex sp.*, *Hesperomeles sp.* (mortiño), *Miconia sp.* (tuno), *Brunnellia sp.*, *Clusia sp.* (cucharo), *Befaria sp.* (pegamosco) entre otras (Cuatrecasas, 1989; Cleef et al., 1983), con elementos arbóreos hasta de 25 m de altura.

El factor característico de estos bosques es la alta humedad atmosférica ya que por su ubicación en zonas donde el aire caliente y saturado de vapor de las zonas bajas se condensa y produce nubosidad. Esta característica de interceptar la neblina juega un papel importante en la regulación del ciclo hidrológico y los caudales de las corrientes (Pedraza, 2005), aumentando los niveles de escorrentía, proporcionando un aporte importante de agua, donde en algunos puede llegar al 48% (Cavelier, 1993), Estos ecosistemas proporcionan bienestar y vivienda a una buena parte de la población, además de su gran valor en cuanto a diversidad biológica.

c) Problemática de los bosques altoandinos. Aunque a nivel nacional se reconoce la importancia de los páramos por los servicios ecosistémicos que prestan a la sociedad, el crecimiento acelerado de las grandes ciudades, el incremento de la población y la ampliación de la frontera agropecuaria amenazan con perturbar el equilibrio dinámico del ciclo hídrico en estos ecosistemas (Mora, 2002). Datos desde el año 1800 hasta inicios del presente siglo indican que la región andina se ha modificado del 70% a 93% (Cavelier, 1993, Rangel et al., 2000), producto de actividades agrícolas, como cultivo de papa, actividades ganaderas o incluso el uso escalonado de ambas actividades (Vargas, 2008). Estos manejos traen consigo una disminución en la cobertura de la vegetación del bosque, cambios en la estructura de las especies y en la complejidad del ecosistema al tiempo que se produce un impacto en la función que éste cumple (Rangel et al., 2000), dando como resultado un paisaje altoandino conformado por mosaicos de vegetación inmersos en una matriz de pastizales o agronomía, perjudicando principalmente en la movilización de los organismos.

Como conclusión las principales problemáticas que se presentan a causa del deterioro de los ecosistemas altoandinos son: pérdida y fragmentación del hábitat, plantaciones forestales de especies exóticas y la invasión y competencia que éstas emprenden con las especies vegetales nativas (Vargas, 2008), así como también las problemáticas a nivel del suelo como la disminución de nutrientes, compactación y pérdida de bancos de semillas (Vargas, 2011).

d) Propagación. La propagación es la capacidad de las plantas para reproducirse, ya sea de manera sexual (semilla) o asexual (vegetativa). La propagación vegetativa puede obtenerse de manera natural o inducida, ésta última aprovecha partes de la planta que sean capaces de generar un nuevo individuo a través de diferentes técnicas como: propagación por partes vegetativas, sean rizomas, estacas, esquejes, bulbos, tubérculos, estolones y segmentos de órganos como tallos y hojas; otra técnica es la propagación por injertos y por último se encuentra la propagación *In vitro* en la cual células, partes de tejido u órganos son cultivados en condiciones controladas de laboratorio (Vásquez et al., 1997; Rojas et al., 2004)

En la propagación por medio de estacas se deben realizar procesos que fomenten el enraizamiento; generalmente se realiza con ayuda de fitoreguladores, como las auxinas, que en dosis muy pequeñas regulan los procesos fisiológicos de las plantas, ayudando en la división y crecimiento celular, la traslocación de nutrientes al sitio de aplicación y la relación hídrica y fotosintética de las estacas (Rojas et al., 2004).

En muchos casos se usa propagación vegetativa al contrario que la propagación sexual, debido a que en esta última la viabilidad de la semilla en ocasiones no puede generar otro nuevo individuo capaz de establecerse, o también puede darse el caso que haya poca producción de semillas arrojando bajo porcentaje de germinación.

La propagación de especies nativas es indispensable para la obtención de individuos que puedan ser utilizados en el enriquecimiento vegetal de las comunidades, a través de su utilización en programas de restauración ecológica; la falta de conocimiento sobre la propagación vegetativa de especies de bosque es una limitante para el establecimiento (Florentine et al., 2004), igualmente la construcción de viveros o invernaderos es muy importante para la propagación y crecimiento permanente del material requerido (Rojas et al., 2014; Vargas, 2007).

e) Conservación de flora silvestre. Los diferentes métodos de propagación de las mencionadas especies silvestres del bosque altoandino, además de contribuir en la obtención de material vegetal en la siembra masiva para un posterior proceso de restauración ecológica, también pretenden aportar acciones de conservación de especies vegetales silvestres, lo cual es importante para nuestro país, ya que existen decretos como el documento Copes 2834 de 1996, titulada como *Política de Bosques*, el cual hace mención a realizar estrategias para el uso sostenible, la conservación y la recuperación de los sistemas boscosos. También es necesario indicar que las plantas son la base estructural de los ecosistemas debido a que tienen un papel fundamental en el funcionamiento de éstos, además de contribuir

en ocasiones al consumo humano de algunas especies para diversos fines, como también su contribución en la provisión de servicios ecosistémicos. Sin embargo, existe un gran porcentaje de escasa información acerca de la distribución, ecología y estado de conservación de las especies vegetales.

Hacia el año 2010 el Instituto Alexander von Humboldt, bajo la Política de Biodiversidad elabora la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas (García et al., 2010), el cual tiene como metas 1) entender y documentar la diversidad de plantas, 2) conservar la diversidad de plantas, 3) utilizar la diversidad de plantas de manera sostenible, 4) promover educación y concienciación acerca de la diversidad de plantas, y 5) crear capacidad para la conservación de la diversidad de plantas.

f) Familia Asteraceae. Esta corresponde al Orden Asterales, Suborden Asteridae, y está caracterizada por sus inflorescencias racimosas en capítulos, con flores individuales epíginas rodeadas de 1-varias hileras de brácteas involucrales, sobre el receptáculo común en que remata el escapo o rama florífera (Weberling, 1989).

f1) *Gynoxys columbiana*

Árbol de aproximadamente 15 a 16 m de altura. Presenta hojas grandes de tamaño aproximado entre 13 cm a 15 cm de largo, 6 cm de ancho, opuestas, coriáceas y brillantes, de forma oblongas, peciolo largo (de hasta 3 cm de longitud), en la parte superior son delgadas y presenta venas reticuladas, envés densamente lanudo – tomentoso, nervios laterales poco prominentes o inconspicuo, panícula – panoja grande de ramificación circular en cabezuela, cada capítulo contiene aproximadamente 24 flores pediceladas, brácteas en la base del pedicelo, 5 lígulas amarillas (6 mm de longitud) oblongas con el ápice tridentado – estriado, involucro escamoso y de forma ovada (12 mm de longitud), parte inferior tomentoso, parte superior tomentoso con margen membranoso, ciliado, aquenio glabro. Anteras auriculadas

Fruto monocarpo, seco indehiscente, aquenio tipo cipsela (flor con ovario ínfero), con una sola semilla, de forma alargada – oblongo, de aproximadamente 6 mm de longitud, con presencia de vilano de aproximadamente 3 mm de longitud, color café oscuro.

Semilla exalbuminada - exoendospermada, de forma alargada, embrión recto, ocupa casi todo el volumen del fruto, de posición axial, germinación epígea, longitud entre 2.5 mm y 3 mm, episperma tenue y transparente, semilla de color blanquecino (Cabrera, 1963, 1974; Del Vitto et al., 2009)

según Lista Roja de plantas compilada por la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN, 2009), entre algunos géneros reportados se encuentra el género *Gynoxys*, donde su restricción endémica, ocasiona que su pérdida cause dramáticas modificaciones en el área.

g) Familia Berberidaceae. Contiene 13 géneros con 650 especies distribuidas en regiones templadas del hemisferio boreal, sólo el género *Berberis* está presente en Suramérica.

g1) *Berberis goudotii*

Arbusto con altura entre 2 a 3 metros, tallo con espinas, hojas cortas pecioladas en forma de cuña con la base estrecha – oblonga, espinosa – dentada, coriácea, verdes, con pequeñas depresiones reticuladas, por debajo tiene color blanco y existe venas reticuladas. Flores hermafroditas, amarillas dispuestas en racimos axilares y péndulos.

Fruto simple, carnoso en baya elíptico, epicarpo inmaduro verde y cuando está maduro se torna morado a negro, mesocarpo rojizo e hialino; fructificación asincrónica entre abril y noviembre.

Semilla de color rojo oscuro en forma ariñonada, endocarpo marrón, 4,26-4,88 x 2,35-2,50 mm, con un promedio de 4 a 5 semilla por fruto. Superficie lisa, en semillas secas no embebidas, cuyos lados se aplanan al hidratarse denotando dos lados planos, y un cóncavo con superficie lustrosa. Endospermo abundante mucilaginoso, embrión linear. Testa delgada. Tamaño de semillas 0,4 mm de largo y 0.2 mm de ancho, 0.2 mm de grosor (Orsi, 1974; Landrum, 2003)

Posee hojas pequeñas y corneas lo que la hace resistente a la herbivoría. Presenta una copa de 2,1 m² en promedio, de follaje tupido, mejorando las condiciones de luz y temperatura bajo ella. La producción de hojarasca es moderada. Tiene la capacidad de rebrotar. En cuanto a procesos de restauración ecológica es considerada como pionera, debido a que ayuda en el proceso de dispersión en potreros y sirve como refugio para la fauna (Vargas, 2007)

h) Familia Acanthaceae. Es una familia tropical agrupa 250 géneros con 2500 especies aproximadamente; en Colombia existe 40 géneros con 300 especies, un género arbóreo y tres arbustivos. El género *Aphelandra* es considerado neotropical con 200 especies representativas, cultivadas de manera ornamental.

h.1) *Aphelandra acanthus*. Es un arbusto de 4 metros de altura aproximadamente, tallo verde succulento y con espinas delgadas y agudas, con ramificación basal; hojas lobuladas con margen espinoso, abundante entre los 2000 a 2900 m de altitud (Vargas et al., 2002).

Las inflorescencias son terminales, de hasta 30 cm de largo, brácteas conspicuas de margen espinoso, flores amarillas, de corola bilabiada. Estos llevan de varios a diez de brotes, que se abren secuencialmente (básicamente a apical) durante 1-2 meses, con una a tres flores abiertas en un momento dado. La floración dura varios días, después de lo cual la corola se abstrae. Los estigmas son receptivos durante el día y la noche. Las corolas son tubos curvos (4-6 cm de largo, 5 mm de ancho en

la base, y 8-10 mm de ancho en la garganta) que varían en color de amarillo brillante a crema pálida, ocasionalmente teñido con rojo. La apertura distal de la corola es de 8-10 mm de ancho y 7-9 mm de altura, con dos lóbulos superior y tres inferiores. Las flores se presentan horizontalmente y las anteras y los estigmas se colocan justo debajo de los lóbulos de la corola dorsal, de manera que el polen se deposita y se recoge de la superficie dorsal de las cabezas de murciélagos o colibríes.

Los frutos de *Aphelandra* son capsulares, explosivos dehiscentes. Producen de una a cuatro semillas cada fruto (McDade, 1984). En las cápsulas abiertas o dehiscentes los funículos pueden verse como proyecciones ganchudas.

Semilla en forma ovoide, testa delgada color café oscuro, con medidas que oscilan entre los 5 mm de largo, 3 mm de ancho y grosor entre 2 a 1 mm. Superficie lisa, endospermo abundante mucilaginoso. Las semillas tienen folículos que se modifican en estructuras rígidas a menudo en forma de gancho que funcionan para catapultar las semillas (Simpson, 2006).

En la actualidad esta especie se está incorporando con gran énfasis en programas de reforestación y protección de cuencas que realizan entidades estatales, privadas y comunitarias (Ríos, 1993)

5.- ANTECEDENTES

5.1 Propagación para *Gynoxys columbiana*. El género *Gynoxys* presenta gran cantidad de semillas que a priori puede inferir un buen indicador de capacidad para producir plántulas, esto lo señala Cueva (2016), exponiendo que “*La familia Asteraceae presenta la característica de producir una gran cantidad de semillas con fines de lograr mayor supervivencia*” así mismo, autores como Del vito et al., (2009), indican que “*muchas asteráceas sólo se reproducen por semilla*”, sin embargo como el mismo autor lo señala es importante realizar reproducción de manera vegetativa en aquellas especies que “*presentan baja tasa de producción de semillas viables o en híbridos que presentan baja fertilidad*”, de esta forma es posible evaluar la propagación sexual y asexual de la especie en estudio *G. columbiana*; Cueva (2016), evaluó *G. verrucosa* Weed por medio de técnicas de cultivos *in vitro* haciendo uso de reguladores de crecimiento, dando como resultado mayor porcentaje de germinación con el uso de Kinetina.

Aunque los reguladores de crecimiento pueden ser de gran ayuda en procesos de propagación, algunas especies de la familia Asteraceae no requieren de estas ayudas sintéticas, por ejemplo, en la evaluación hecha a *Espeletia conglomerata* por Mendoza et al., (2011), la germinación de semillas fue exitosa bajo vivero, donde al cabo de un año de seguimiento se encontraban 100 individuos germinados.

Es necesario también advertir que a pesar de existir gran disponibilidad de semillas, en ocasiones no todos los individuos logran germinar ya sea por factores de dormancia o latencia, inclusive a pesar de superar esta barrera, la mayoría de semillas germinadas pueden no permanecer vivos en el transcurso del tiempo, esto se evidencia en la evaluación realizada por Castañeda et al., (2007) en el cual señala que “*las especies de la familia Asteraceae presentaron un crecimiento que en número favorecería su reproducción pero con el paso del tiempo, no todas logran sobrevivir*” así pues realizar propagación asexual es otra alternativa que puede dar mejores resultados, esto es comprobado con la evaluación que realizaron los autores a *Baccharis latifolia* – Asteraceae, donde hubo respuesta positiva en la reproducción vegetativa haciendo uso de fitorreguladores; así mismo, se realizó otra

evaluación a *G. cuicochensis* donde hubo mayor enraizamiento con el uso de IBA e IAA.

Por otra parte, en cuanto a la propagación asexual especialmente por estacas, además de tener en cuenta el uso de fitorreguladores, también es importante evaluar la metodología de corte ya sea basal o apical, ya que algunos autores como Castañeda et al., (2007), recomiendan cortar desde la parte basal del individuo, sin embargo, Badilla et al., (2005), señalan que, en este tipo de corte, las estacas se encuentran muy lignificadas y su enraizamiento es difícil, por lo tanto, es ideal realizar el corte de las estacas desde la parte apical del individuo.

5.2 Propagación para *Berberis goudotii*. *B. goudotii* es una especie que según Vargas et al., (2014) presenta mayores porcentajes de germinación y menores MGT (tiempo medio de germinación) a una temperatura de 20/10°C y aunque según el artículo a temperaturas de 10/5°C el porcentaje de germinación fue igual de exitoso, el tiempo de germinación casi se duplicó, dando una ralentización en la tasa de germinación, por su parte temperaturas de 30/20°C afecta negativamente en el porcentaje de germinación.

Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta para procesos de propagación sexual, es la aplicación de tratamientos pregerminativos que rompan la latencia o dormancia de las semillas, por ejemplo, Figueroa et al., (1995), demuestran en su estudio a *B. buxifolia*, que hubo mayor porcentaje de germinación (56%) en semillas que estuvieron sometidas a tratamientos pregerminativos.

En cuanto a los procesos de propagación asexual, además de tener en cuenta el uso de fitorreguladores, algunos autores recomiendan el uso de micorrizas en los diferentes estados de desarrollo de la plántula, esto fue comprobado con el estudio realizado por Garcia et al., (2004), en el cual se evidenció la importancia de la relación de los hongos MA – VA donde la dinámica de esta simbiosis está relacionada con las variaciones climáticas y la mayor actividad del hongo se registra

en la época seca; por lo tanto es un factor que puede implementarse en procesos de propagación asexual a *B. goudotii*.

5.3 Propagación para *Aphelandra acanthus*. En cuanto a la propagación sexual de la familia Acanthaceae, la literatura reporta el uso de fitorreguladores, especialmente ácido giberélico para promover la germinación de semillas, al respecto Castillo et al., (2013) realizan una investigación en la especie *Bravaisia integerrima* – Acanthaceae, donde informa que existe 80% de germinación a los 24 días de siembra usando como tratamiento ácido giberélico al 10% y además sí las semillas son previamente sumergidas en agua, mejora la germinación en un 90%, siendo este aporte bastante significativo para procesos de propagación sexual.

Sin duda el uso de enraizadores es de gran ayuda para procesos de propagación vegetativa, sin embargo, se debe tener en cuenta qué tipo de enraizadores deben usarse, debido a que existen productos de tipo sintético y otros a base de productos naturales; es así como la investigación realizada por Giraldo et al., (2009) donde evaluaron enraizadores de síntesis (Hormonagro®) y enraizador natural (extracto de *Aloe vera*) en estacas de *Trichanthera gigantea* entre otras, dio como resultado que el enraizador natural no produce diferencias significativas en los individuos de la especie, por lo tanto para las especies de la familia Acanthaceae es necesario usar enraizadores de tipo sintético que promuevan el desarrollo y fácil enraizamiento de la estaca; del mismo modo Solís et al., (2015) evaluaron el efecto de diferentes dosis del enraizador sintético a base de ácido indolbutírico sobre la posición de corte de la estaca, el tamaño, ausencia o presencia de hojas y el tipo de sustrato, dando como resultado mayor cantidad de raíces en las dosis 1000 y 1500 ppm, en estacas de corte apical o terminal, sin la presencia de hojas y sobre el sustrato de arena.

Finalmente, autores como Hoyos (1982) afirman que la familia Acanthaceae sobre todo del género *Aphelandra* tienen mayor éxito con la propagación asexual por medio de estacas.

6. MARCO METODOLÓGICO

6.1 Área de estudio. La finca Potrero del Río se encuentra en la vereda El Cofre, Municipio de Totoró, Departamento del Cauca, dista de Popayán 23 kilómetros hasta el cruce de Río Blanco y se encuentra en el kilómetro 31 vía Popayán-Totoró. El área de estudio cuenta con una extensión de 4.96 hectáreas, se encuentra localizado en una altitud entre los 3000 y 3300 msnm con coordenadas $02^{\circ} 31' 30.4''$ de latitud norte y $76^{\circ} 20' 56.5''$ de longitud oeste (Figuras 1 y 2).

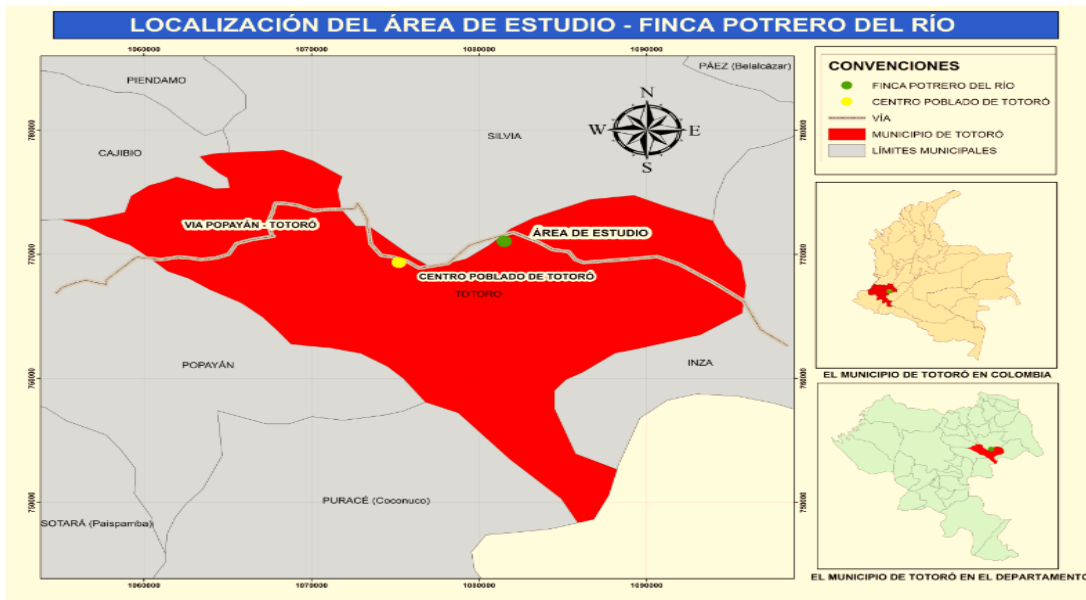


Figura 1. Ubicación geográfica sitio de colecta. Tomado de Devia (2016).



Figura 2. Sitio de colecta.
Bosque Altoandino,
Departamento del Cauca,
Municipio de Totoró, Vereda El
Cofre.

6.2 Selección de especies. Las especies *Gynoxys columbiana*, *Berberis goudotii* y *Aphelandra acanthus* (Anexo 14) se escogieron teniendo en cuenta factores como:

- Comprobación de que las especies sean nativas del área de estudio.
- Presencia de las especies en el área.
- Disponibilidad de semillas y de estacas.

6.3 Recolección de semillas. Una vez se seleccionaron e identificaron las especies en el área de estudio, se realizó reconocimiento del área, donde se colectaron algunos ejemplares; posteriormente se realizaron tres salidas adicionales en las cuales se colectaron semillas.

Se escogieron individuos con las mejores condiciones físicas, así mismo, las semillas colectadas se encontraron maduras, factor que se observó por medio del color y textura de cada fruto; se colectaron 800 semillas por especie, las cuales fueron depositadas en vasos de vidrio debidamente etiquetados.

6.4 Colecta de estacas. Las especies utilizadas para esta propagación fueron las mismas usadas para la propagación sexual – semillas; en el área de estudio los individuos identificados para este fin, fueron escogidos por las características físicas, como no tener presencia de plagas u hongos, vigor en el color de las hojas, entre otros factores. La colecta consistió en tomar 40 estacas por especie, con tamaño entre 15 y 20 cm; los individuos fueron defoliados procurando dejar dos hojas apicales, posteriormente las estacas se colocaron en bolsas de polietileno

transparente y se humedecieron para evitar deshidratación durante el transporte (Aguilar et al., 2010; Badilla et al., 2005)

6.5 Aplicación de técnicas de propagación

6.5.1 Propagación sexual (semillas). Para evaluar esta técnica se colectaron frutos maduros con buen estado fitosanitario, posteriormente se despulparon las semillas de *B. goudotii* para ser secadas al aire libre por ocho días, igualmente se obtuvo las semillas de *A. acanthus* y *G. columbiana* para secado por ocho días.

24 horas antes de la aplicación de tratamientos pregerminativos las semillas fueron sumergidas en agua. Para la aplicación de los tratamientos pregerminativos, se usaron 100 semillas para cada tratamiento, también se hizo desinfección con hipoclorito al 25% durante 1 minuto, adicionalmente se realizaron tres lavados durante 1 minuto. También se realizó la aplicación de tratamientos pregerminativos sin el uso de hipoclorito de sodio (Melgarejo, 2010). Además del uso o no de hipoclorito también se empleó tratamientos pregerminativos como los mostrados en la tabla 1 (Mérola et al., 2012) (Popinigis, 1977)

Tabla. 1. Nombre y descripción de tratamientos pregerminativos

Nombre tratamiento	Número de semillas usadas	Descripción tratamiento
Tratamiento 1	100	Desinfección y escarificación con lija
Tratamiento 2	100	Desinfección y agua hirviendo
Tratamiento 3	100	Desinfección y ácido nítrico 16%
Tratamiento 4	100	Desinfección y sin tratamiento pregerminativo
Tratamiento 5	100	Sin desinfección y escarificación con lija
Tratamiento 6	100	Sin desinfección y agua hirviendo
Tratamiento 7	100	Sin desinfección y ácido nítrico 16%
Tratamiento 8	100	Sin desinfección y sin tratamiento pregerminativo

- *Escarificación con lija.* Se usa este método con material abrasivo, evitando ocasionar daño en el embrión.

Nota: para las semillas de *G. columbiana*, se realizó escarificación del fruto.

- *Agua hirviendo*. Para este método las semillas se sumergen durante un minuto, posteriormente en agua fría durante 1 minuto. (Melgarejo, 2010)
- *Ácido nítrico*. Para este tratamiento químico se usó ácido nítrico al 16%, las semillas se sumergen durante 1 minuto y posteriormente se realizan tres lavados con agua. (Piril, 2015)
- *Sustrato*. El sustrato donde se depositaron las semillas estaba compuesto por arena la cual fue desinfectada previamente realizando lavado con agua hirviendo. Tanto las semillas como el sustrato fueron instalados en bandejas germinadoras (Ugalde, 1997)

6.5.2 Diseño experimental propagación sexual.

El diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar (Acero et al., 2014) con ocho tratamientos: cuatro tratamientos con desinfección y cuatro tratamientos sin desinfección. Cada tratamiento tuvo cinco repeticiones en lotes de 20 semillas, dando como total 100 semillas por especie para cada tratamiento y 800 semillas en total para cada especie. La siembra fue en bandejas de germinación con arena como sustrato previamente desinfectado y el criterio de germinación fue la emergencia de radícula y aparición de plántulas (Godínez et al., 1999). Se tomaron datos acerca del número total de semillas germinadas por tratamiento.

A continuación, se presenta los programas estadísticos empleados:

- BioEstat (Ayres et al., 2007)

Los análisis de datos se realizaron con estadística descriptiva, se analizó el ajuste a la curva normal de los datos con el test Shapiro Wilk, partiendo de las siguientes hipótesis:

H0 – Hipótesis nula: Datos se ajustan a la curva normal

H1 – Hipótesis alternativa: Datos no se ajustan a la curva normal

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico Shapiro Wilk, de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

Dependiendo de este valor se realizó estadística paramétrica – Sí existe ajuste a la curva normal – o estadística no paramétrica – Si no existe ajuste a la curva normal

6.5.3 Propagación asexual (Estacas). Se tomaron 40 estacas por especie las cuales fueron depositadas en bolsas de polietileno humedecidas con agua para evitar deshidratación durante el transporte; la siembra se realizó el mismo día de corte, donde a 20 estacas por especie, se aplicó tratamiento para enraizamiento con la ayuda del agrofertilizante Raízagro®, fertilizante mezclado con NPK, que contiene entre otros, los fitoreguladores ácido naftalénico (ANA 0.04%) y ácido indol-butírico (IBA 0.04%), se usó 2.5 gramos por 1 litro de agua, en el cual las estacas se sumergieron por aproximadamente 30 minutos; a las 20 estacas restantes por especie, no se aplicó tratamiento para enraizamiento y éste se consideró como el lote control de la evaluación.

La siembra fue en bolsas de polietileno con sustrato de material orgánico – tierra negra, proveniente de la zona de colecta. Se realizó riego diario con agua de grifo y el seguimiento es hecho por un período de tres meses, donde se tomaron datos como número de rebrotes por individuo y longitud del rebrote más largo (Aguilar et al., 2010; Badilla et al., 2005)

El sistema radical sólo fue observado en aquellas estacas donde presuntamente no tenían rebrote y estaban muertas.

Los datos registrados se analizaron con el programa Bioestat, con estadística descriptiva; se observó el ajuste a la curva normal y se aplicó estadística paramétrica o no paramétrica dependiendo del caso (Marín et al., 2015)

7. HIPÓTESIS

7.1 Hipótesis para propagación sexual

Descripción. Se desea conocer si el uso de tratamientos pregerminativos permiten aumentar el porcentaje de germinación de las especies *Gynoxys columbiana*, *Berberis goudotii* y *Aphelandra acanthus*.

Hipótesis nula – H0. Los tratamientos pregerminativos no aumentan el porcentaje de germinación.

Hipótesis alternativa – H1. Los tratamientos pregerminativos aumentan el porcentaje de germinación.

La escogencia de determinada hipótesis depende del valor p del estadístico escogido para cada propagación, de la siguiente manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

7.2 Hipótesis para propagación asexual

Descripción. Se desea conocer si el uso de enraizador incrementa el número de individuos con rebrotes de las especies *Gynoxys columbiana*, *Berberis goudotii* y *Aphelandra acanthus*.

Hipótesis nula – H0. El número de individuos con rebrotes usando enraizador es igual en comparación con el número de individuos con rebrotes sin el uso de enraizador.

Hipótesis alternativa – H1. El número de individuos con rebrotes usando enraizador es mayor en comparación con el número de individuos con rebrotes sin el uso de enraizador.

La escogencia de determinada hipótesis depende del valor p del estadístico escogido para cada propagación, de la siguiente manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H_0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H_1

8. – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Propagación sexual para *Gynoxys columbiana*

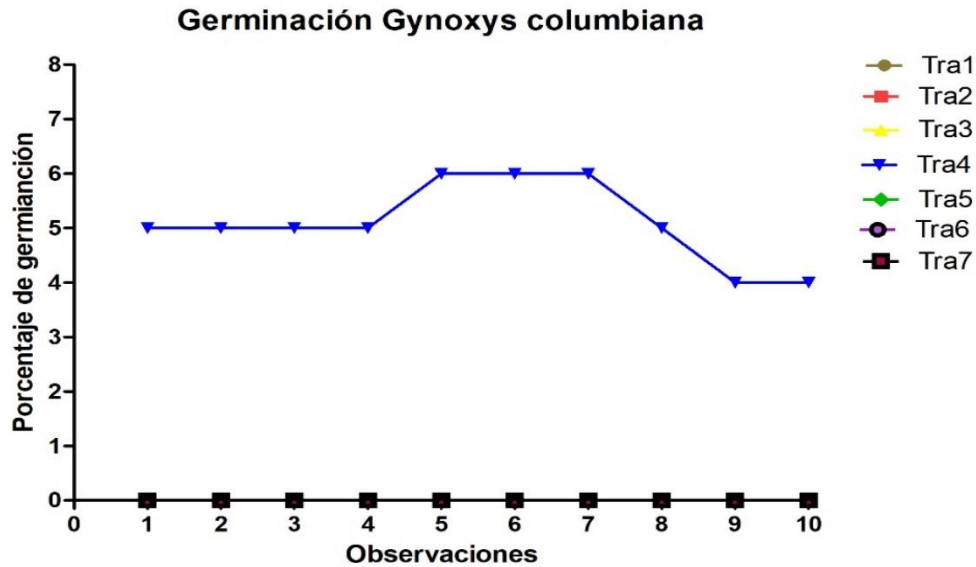
De acuerdo con los resultados obtenidos, para el tratamiento número 4 (Desinfección, sin tratamiento pregerminativo) hubo germinación del 4% (Tabla 2 y Figura 3); así mismo las semillas germinadas alcanzaron alturas entre 3 mm y 1 mm al inicio de la emergencia de radícula y medidas entre 5 cm y 3 cm de altura al finalizar el seguimiento; en cuanto a la longitud de los cotiledones, se observó la presencia de éstos cuando la plántula alcanzó altura entre 6 mm y 4 mm y al finalizar el seguimiento, los cotiledones presentaron longitud entre 3 cm y 2,5 cm (Anexo 1).

Sin embargo, los resultados fueron estadísticamente no significativos con un p valor = 0.9995 (Test Friedman – Anexo 2), y además permite escoger la hipótesis nula (Los tratamientos pregerminativos no aumentan el porcentaje de germinación).

A continuación, se presenta una tabla general de los resultados obtenidos con cada tratamiento:

Tabla 2. Resultados consolidados propagación sexual de *G. columbiana*

Tratamiento	Descripción	Número semillas empleadas	Fecha inicio siembra	Fecha finalización	Plántulas finales germinadas
1	Desinfección con escarificación con lija	100	21 mayo	04 octubre	0
2	Desinfección con agua hirviendo	100	21 julio	05 febrero	0
3	Desinfección con ácido nítrico 16%	100	21 julio	05 febrero	0
4	Desinfección sin tratamiento pregerminativo	100	23 julio	05 febrero	4
5	Sin desinfección con escarificación con lija	100	28 mayo	05 febrero	0
6	Sin desinfección con agua hirviendo	100	28 mayo	05 febrero	0
7	Sin desinfección con ácido nítrico 16%	100	21 julio	05 febrero	0
8	Sin desinfección y sin tratamiento pregerminativo	100	28 mayo	05 febrero	0



c

Figura 3. Seguimiento propagación sexual. Solo hubo germinación con el tratamiento número 4.

Es un poco inquietante que no haya altos valores de germinación bajo los diferentes tratamientos empleados, sobre todo tratándose de individuos perteneciente a la familia Asteraceae, las cuales se caracterizan por reproducir fácilmente por medio de semilla y tienen mayor probabilidad de supervivencia (Del vito et al., 2009; Cueva, 2016), comportamiento que es atribuible a la estrategia reproductiva R (Duarte et al., 2015), por ejemplo en el estudio realizado a *Espeletia conglomerata* por Mendoza et al., (2011), se logró con éxito la propagación sexual (100 plántulas después de 1 año) a pesar de no aplicar tratamientos pregerminativos, su éxito puede deberse entre otros factores a que la evaluación se realizó en el área de colecta, en nuestro caso los ensayos se realizaron en una zona diferente de la cual la especie no es procedente ni endémica. No obstante, existen otros autores como Peter et al., (2002), afirmando que las semillas de la especie *Thitonia diversifolia* - Asteraceae- presenta bajos porcentajes de germinación, atribuyendo este comportamiento como una característica que puede impedir el comportamiento invasor de la planta (Inayat et al., 2009), por lo tanto la fácil propagación por semillas para esta familia puede no ser una característica constante en otras especies, como por ejemplo en *G. columbiana*, la cual al tratarse de una especie endémica puede tener restricciones en la propagación por semilla en otras zona de vidas.

Estos resultados se correlacionan con un estudio realizado por Castañeda et al., (2007) en el cual las especies de la familia Asteraceae, a pesar de existir crecimiento que en número favorecería su reproducción, al transcurrir el tiempo la mayoría de individuos no logran sobrevivir. De ahí que algunos autores recomiendan el uso de fitoreguladores, porque “*La pérdida de la capacidad germinativa podría estar relacionada con los cambios en el balance endógeno de los reguladores de crecimiento vegetal en la semilla*” (George et al., 2008) de esta manera, algunos fitoreguladores recomendados para mejorar el porcentaje y tiempo de germinación, consiste en el uso de citoquinina y sobretodo del uso de kinetinas, porque éstas ejercen su función principalmente en las semillas que están bajo condiciones de estrés (Nikolic et al., 2007) basándose en lo anterior se realizó un estudio a *G. verrucosa* por Cueva (2016), donde la especie tuvo respuesta germinativa favorable con el uso de citoquinina – KIN a diferentes concentraciones y realizando tratamientos pregerminativos.

Así mismo algunos reportes para *Gynoxys sp*, indican que existe bajo porcentaje de germinación como es el caso del estudio realizado por Spier et al., (1980), presentando porcentajes entre el 14% y 15 % de germinación.

De esta manera, puede considerarse evaluar nuevamente todos los tratamientos pregerminativos haciendo uso de fitoreguladores que ayuden al desarrollo de la plántula ya sea en la zona de colecta o en una zona de vida diferente, prestando atención a los tratamientos que emplean escarificación del fruto ya que pudo también ser un factor negativo en la germinación, porque al ser una semilla de tamaño pequeño y su manipulación es difícil, pudo la abrasión haber ocasionado algún daño al embrión, así mismo, se recomienda variar las concentraciones en los tratamientos químicos, para incrementar el porcentaje de germinación, otro factor que debe considerarse es realizar la evaluación en el área de colecta, ya que el éxito de *E. conglomerata* se debe entre otros a la propagación en la misma zona de colecta.

8.2 Propagación asexual para *G. columbiana*

Tabla 3. Resultados consolidados. Total individuos sembrados 20.

Número de días transcurridos después de siembra	Número de individuos con rebrotes usando enraizador	Número de individuos muertos con enraizador	Número de individuos con rebrotes sin enraizador	Número de individuos muertos sin enraizador
0	0	0	0	0
27	13	7	0	20
43	7	13	0	20
65	2	18	0	20
90	2	18	0	20

Conforme a los resultados obtenidos, se aprecia que pasados 27 días de siembra comienzan a aparecer rebrotes en los individuos que han sido tratados con enraizador (Tabla 3), con medidas de longitud que se encuentran en los rangos de 3 mm y 5,8 cm (Anexo 3) teniendo para esta fecha 13 individuos con rebrote; después de este tiempo la sobrevivencia de las estacas comienza a descender y al finalizar la evaluación (90 días después), sólo se encuentra 2 individuos vivos y con rebrote, presentando medidas entre 2 cm y 4 mm de longitud de rebrote.

En cuanto a las estacas las cuales no tienen tratamiento de enraizador, no se encontró rebrote ni sobrevivencia de las mismas (Figura 4).

Estadísticamente con el valor p unilateral= 0.0184, el cual es significativo, se acepta la hipótesis alternativa - H1 (Figura 5 y Anexo 4)

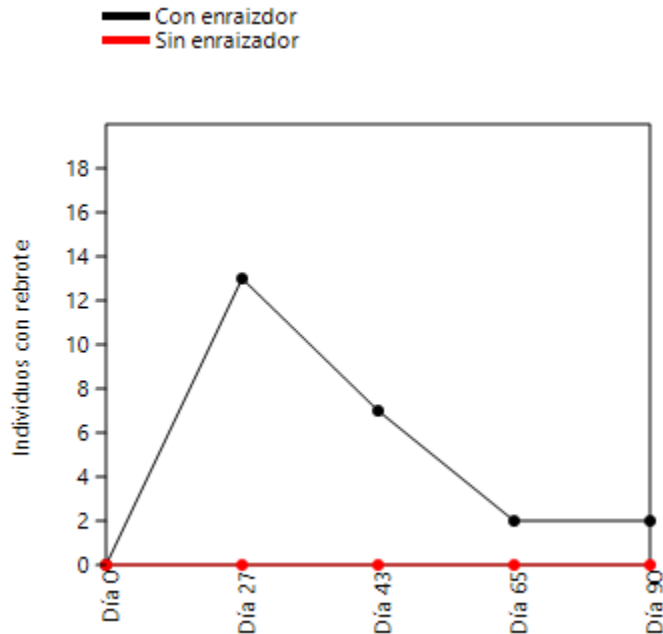


Figura 4. Seguimiento propagación asexual *G. colombiana*. En esta figura se presenta en el eje Y los valores del número de individuos con rebrote y en el eje X los días transcurridos después de siembra. Existe mayor rebrote empleando enraizador.

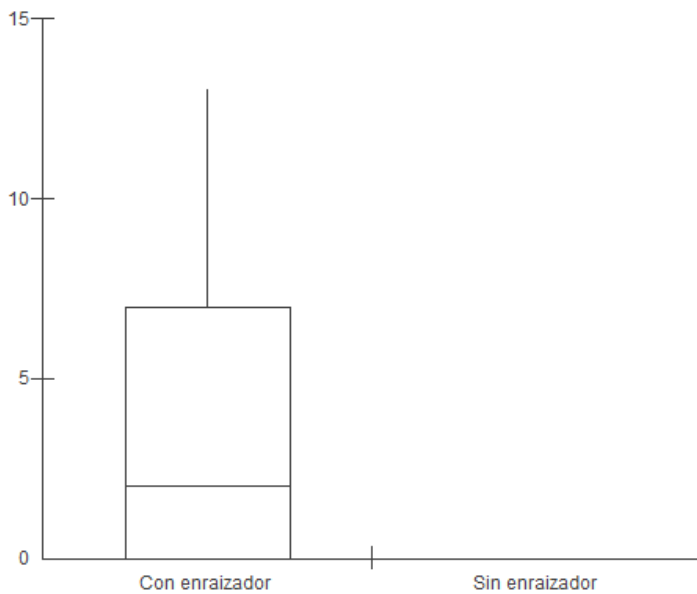


Figura 5. Test Mann Whitney propagación asexual *G. colombiana*. De acuerdo al valor p unilaterial: 0.0184, el cual es significativo, se acepta la hipótesis alternativa - H1 – indicando que el número de rebrotes con enraizador es mayor en comparación con el número de rebrotes sin enraizador.

Para *G. colombiana* los primeros resultados para propagación asexual con el tratamiento de enraizador fueron positivos arrojando buen número de individuos con rebrote y sobrevivencia de las mismas, pero este rebrote no se logra mantener y pasados 90 días de siembra ocurre un proceso de clorosis, en el cual tanto la parte foliar como la parte del tallo comenzaron un proceso de senescencia hasta la

muerte; este hecho se atribuyó inicialmente, al tipo de colecta que se realizó en su momento ya que se basó en la metodología dada por Castañeda et al., (2007), el cual recomienda cortar las estacas de la sección basal del árbol, en su defecto, se procede a cambiar este método y se repite el proceso cortando estacas de la parte apical del árbol teniendo en cuenta que según Badilla et al., (2005) las estacas que se encuentran muy lignificadas o cercanas a la base del brote presentan mayor dificultad para enraizar; sin embargo, en la nueva evaluación, los individuos no presentaron si quiera rebrote, por lo cual sólo se tomó en cuenta los datos de la primera evaluación para el análisis estadístico.

Estos datos respondieron favorablemente a la hipótesis en cuestión - “el uso de enraizador incrementa el número de individuos con rebrote” – con un valor $P=0.0184$ (Test Mann Whitney) el cual resultó siendo significativo y permitió aceptar la hipótesis alternativa coincidiendo con Benenaula (2016), el cual realiza una investigación a *G. cuicochensis* y concluye que existe mayor respuesta y enraizamiento haciendo uso de IBA a diferentes concentraciones como también con el uso del fitorregulador IAA; al igual que Castañeda et al., (2007) quienes realizaron propagación vegetativa a *Baccharis latifolia* haciendo uso de fitoreguladores la cual tuvo respuesta positiva, permitiendo indicar que la reproducción vegetativa o asexual es una buena alternativa de propagación, sobre todo para la mayoría de especies de la familia Asteraceae ya que éstas presentan también multiplicación vegetativa (Del vito et al., 2009).

Por otro lado, algunos autores como Acero et al., (2014) en su estudio a *Baccharis macrantha* recomiendan realizar trasplante directo de plántulas; este método permitió alcanzar valores entre 96.2% y el 100% de sobrevivencia de los individuos, considerándose una buena alternativa para procesos de propagación.

De esta manera *G. columbiana*, es factible reproducir por medio de estacas haciendo uso de fitoreguladores, aunque la evaluación debe realizarse en el área de la cual la especie es procedente para evitar mortalidad de los individuos.

8.3 Propagación sexual para *Berberis goudotii*

De acuerdo con los resultados, los tratamientos número 3 (desinfección con ácido nítrico 16%), número 4 (Desinfección sin tratamiento pregerminativo), número 5 (Sin desinfección con escarificación con lija), número 7 (sin desinfección con ácido nítrico 16%) y número 8 (Sin desinfección y sin tratamiento pregerminativo) tuvieron 28, 26, 9, 32 y 11 de plántulas germinadas respectivamente (Tabla 4 y Figura 6), presentando medidas de longitud que abarcan los 8 mm y 2 cm en cuanto a altura de la plántula, así mismo al finalizar la evaluación se presentan medidas que abarcan los 4 cm y 18 cm de altura, de la misma manera la longitud de los cotiledones oscila en medidas entre 1 y 2 cm los cuales al finalizar la evaluación presentan medidas entre 2 y 4 cm (Anexo 5).

No obstante, de acuerdo con los resultados estadísticos, dados por el Test Friedman, con un P valor= 0.096 (Anexo 6) los tratamientos pregerminativos no aumentaron el porcentaje de germinación, aceptando la hipótesis nula.

El tratamiento número 1 (Desinfección con escarificación con lija) logró presentar hipocotilo, sin embargo, no hubo desprendimiento de la cubierta seminal, por lo tanto, no presentaron cotiledones y pasados 63 días de siembra las plántulas mueren.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos de cada tratamiento:

Tabla 4. Resultados consolidados propagación sexual de *B. goudotii*

Tratamiento	Descripción	Número de semillas	Fecha inicio siembra	Fecha finalización	Plántulas finales germinadas
1	Desinfección con escarificación con lija	100	21 mayo	04 octubre	0
2	Desinfección con agua hirviendo	100	12 julio	05 febrero	0
3	Desinfección con ácido nítrico 16%	100	12 julio	05 febrero	28
4	Desinfección sin tratamiento pregerminativo	100	13 julio	05 febrero	16
5	Sin desinfección con escarificación con lija	100	14 julio	05 febrero	9
6	Sin desinfección con agua hirviendo	100	13 julio	05 febrero	0
7	Sin desinfección con ácido nítrico 16%	100	13 julio	05 febrero	32
8	Sin desinfección y sin tratamiento pregerminativo	100	28 junio	05 febrero	11

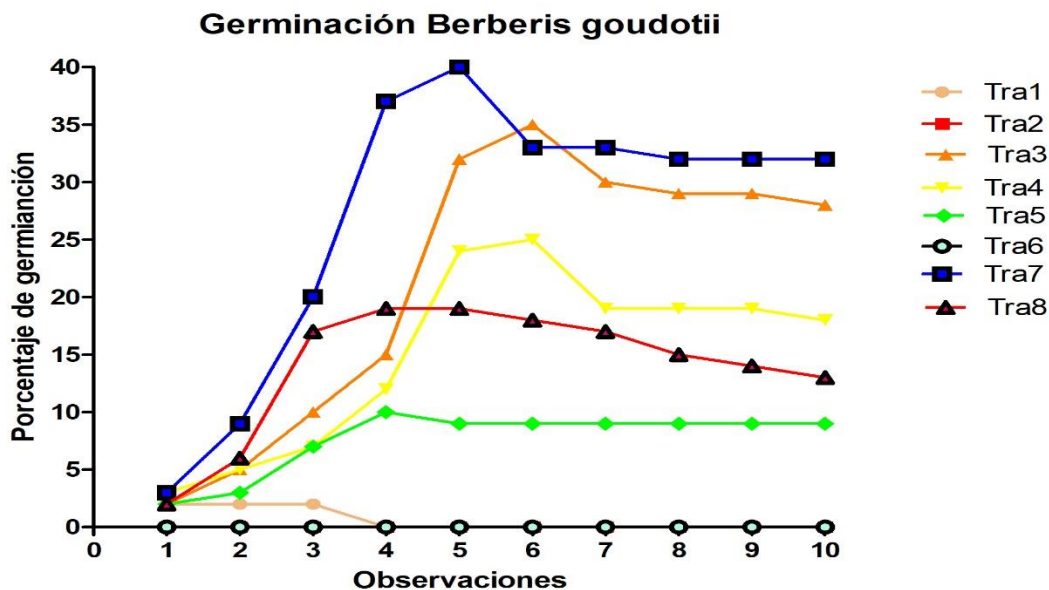


Figura 6. Seguimiento propagación sexual El tratamiento número 7 presenta mayores valores de germinación.

El tratamiento número 7 fue quién presentó mayor porcentaje de germinación, el cual hacia los 73 días después de la siembra tiene el 40% de semillas germinadas, sin embargo, este porcentaje de germinación no se mantiene y al finalizar la evaluación, 207 días después de siembra, el tratamiento presenta el 12% de mortalidad de los individuos; así mismo, el tratamiento número 3 (Desinfección y ácido nítrico 16%), es el segundo con valores altos de germinación, teniendo como valor máximo de germinación a los 74 días después de la siembra con 35% de semillas germinadas, y 28% de plántulas al finalizar la evaluación - 208 días después de la siembra.

Estos valores son bajos en comparación con el estudio realizado a *B. buxifolia* Figueroa et al., (1995), en el cual hubo 56% de semillas germinadas bajo el tratamiento de estratificación a 5°C y germinación en cámara controlada a 20/10°C, así mismo, Vargas et al., (2014) registraron para la especie mayores porcentajes de germinación y menores MGT (tiempo medio de germinación) a una temperatura de 20/10°C (Día/noche), estas condiciones de temperatura no fueron controladas en el vivero donde se realizó la evaluación, además que se trató de una zona de vida con biotemperatura mayor a la recomendable.

De esta manera *B. goudotii*, en propagación sexual debe evaluarse nuevamente haciendo uso de los tratamientos pregerminativos pero en la zona de la cual la especie fue colectada, de ser posible es aconsejable realizar estratificación a 5°C y posteriormente empezar el proceso de germinación bajo temperaturas que oscilen los 20 y 10 °C.

8.4 Propagación asexual para *Berberis goudotii*

Tabla 5. Resultados consolidados. Total individuos sembrados: 20

Número de días transcurridos después de siembra	Número de individuos con rebrotes usando enraizador	Número de individuos muertos con enraizador	Número de individuos con rebrotes sin enraizador	Número de individuos muertos sin enraizador
0	0	0	0	0
27	14	6	0	20
43	6	14	0	20
65	3	17	0	20
90	0	20	0	20

En esta propagación, se obtiene que pasados 27 días de siembra comienza a aparecer rebrotes en los individuos que han sido tratadas con enraizador, teniendo para esta fecha 14 individuos (Tabla 5), con medidas de longitud entre 3 mm y 3,5 cm de longitud, también se hay aparición de primeras hojas, presentando por rebrote hasta 5 hojas y con longitudes máximas entre 7 mm y 1 cm y longitudes mínimas entre 3 mm y 7 mm (Anexo 7)

A partir de este tiempo no hay existencia de rebrote, por el contrario, los individuos comienzan a tener procesos de clorosis y la supervivencia igualmente descende, obteniendo al finalizar de la evaluación, 90 días después, 0 individuos vivos. En cuanto a las estacas las cuales no tienen tratamiento de enraizador, no se encuentra rebrote ni sobrevivencia de las mismas (Figura 7).

Estadísticamente con el valor p unilateral= 0.050 test Mann Whitney, el cual es significativo, se acepta la hipótesis alternativa - H1 (Figura 8 y Anexo 8)

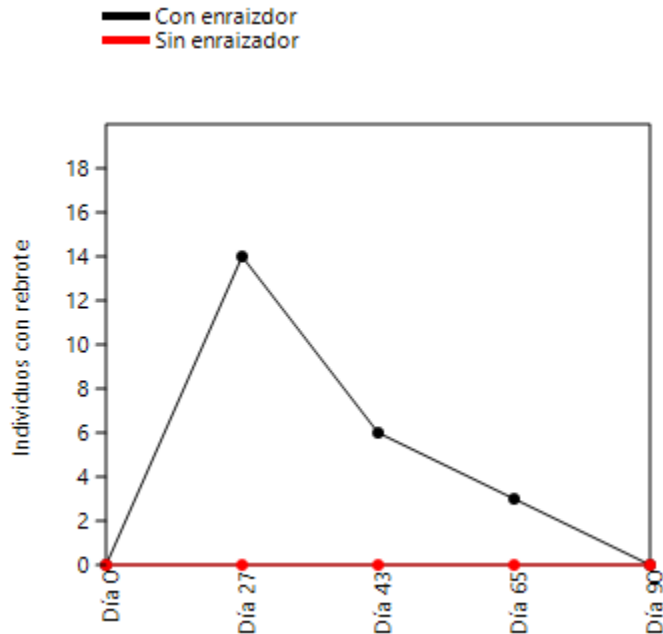


Figura 7. Seguimiento propagación asexual para *B. goudotii*. Esta figura presenta en el eje Y el número de individuos con rebrote y en el eje X los días transcurridos después de siembra. Hubo mayor número de individuos con rebrote haciendo uso de enraizador.

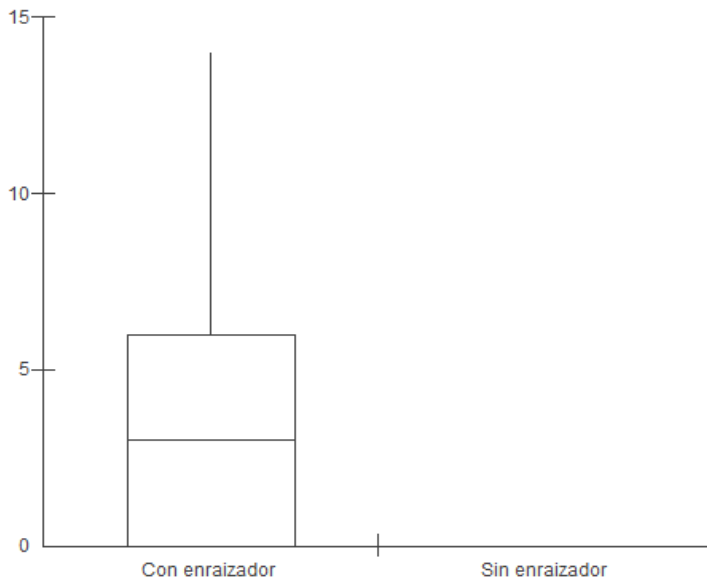


Figura 8. Test Mann Whitney propagación asexual *B. goudotii*. De acuerdo al valor p unilateral: 0.050, el cual es significativo, se acepta la hipótesis alternativa - H1 – estableciendo que el número de rebrotes con enraizador es mayor en comparación con el número de rebrotes sin enraizador

Para la propagación vegetativa de *B. goudotii*, hubo diferencia significativa entre el uso de enraizador que sin el uso de éste ($p=0.184$ Test Mann Whitney), obteniendo valores relativamente altos de individuos con rebrote en comparación con el tratamiento control, dando como resultado hacia el día 27 después de la siembra el 70% de individuos con rebrote, tiempo para el cual es aconsejable realizar el trasplante directo de la estaca al sitio final de disposición, porque al finalizar los 90

días de evaluación, las estacas tienen una mortalidad del 100% bajo el manejo en vivero.

Generalmente el enraizamiento de estacas comienza después de dos semanas de siembra y hacia la 4 y 6 sexta semana el proceso está lo suficientemente desarrollado (Rojas et al., 2014) sin embargo, para la presente investigación es aconsejable que el manejo en vivero para *B. goudotii*, sea solamente de 27 días después de la siembra, haciendo uso de enraizador, pues fue para este tiempo donde hubo mayor porcentaje de individuos con rebrote; quizá el descenso tanto de individuos con rebrote como de la supervivencia de las mismas se deba a la cantidad de enraizador usado (ANA 0.04% e IBA 0.04%, empleando 2.5 gramos por litro de agua), ya que en las auxinas sintéticas su acción está fuertemente localizada y pueden transformarse rápidamente en tóxicas, por lo tanto, el sustrato debe contener los microorganismos necesario que ayuden a degradar rápidamente el producto (Rojas et al., 2004); en este sentido es posible recomendar la implementación de micorrizas, ya que esta simbiosis puede ayudar a degradar las auxinas y además contribuye al desarrollo de la planta considerado esta asociación como una estrategia de adaptación a condiciones microambientales extremas, (Garcia et al., 2004).

Factores como la cantidad de enraizador usado y también el área donde se realizó la evaluación pudieron causar el incremento de la mortalidad en el transcurso del tiempo, por lo tanto, se recomienda emplear enraizador con una menor cantidad y de ser posible emplear microorganismo que ayuden a su rápida degradación, así mismo, la evaluación debe realizarse en el área de colecta.

8.5 Propagación sexual para *Aphelandra acanthus*

De acuerdo con los resultados, hubo germinación con los tratamientos número 2 (desinfección con agua hirviendo), número 3 (Desinfección con ácido nítrico al 16%) y número 4 (Desinfección sin tratamiento pregerminativo) con valores entre el 2 y 3 % (Tabla 6 y Figura 9), presentando medidas entre 3 mm y 1 cm de altura, cuando hay aparición de radícula, así mismo, al finalizar la evaluación la altura de las plántulas se encuentra en el rango de 1 cm y 3 cm (Anexo 9)

Los tratamientos número 5 (Sin desinfección con escarificación mecánica) y número 6 (sin desinfección con agua hirviendo), lograron tener germinación, sin embargo, como fue el caso del tratamiento 5, hubo aparición de hipocotilo pero no hubo desprendimiento de la cubierta seminal y pasados 31 días después de siembra muere; así mismo, el tratamiento número 6 a pesar de tener aparición de cotiledones después de 42 días de siembra, la plántula no sobrevive y muere pasados 63 días, teniendo 3,6 cm de altura y 2,6 cm de longitud de los cotiledones.

No obstante, de acuerdo con los resultados estadísticos dados con el Test de Friedman arroja un P valor= 0.8210, los tratamientos pregerminativos no aumentan el porcentaje de germinación, permitiendo además escoger la hipótesis nula (Anexo 10)

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos para cada tratamiento:

Tabla 6. Resultados consolidados propagación sexual para *A. acanthus*

Tratamiento	Descripción	Número de semillas	Fecha inicio siembra	Fecha finalización	Plántulas finales germinadas
1	Desinfección y escarificación con lija	100	21 mayo	05 febrero	0
2	Desinfección y agua hirviendo	100	14 julio	05 febrero	0
2 (Repetición)	Desinfección y agua hirviendo	100	20 octubre	05 febrero	2
3	Desinfección y ácido nítrico 16%	100	14 julio	05 febrero	2
4	Desinfección y sin tratamiento pregerminativo	100	23 julio	05 febrero	3
5	Sin desinfección y escarificación con lija	100	23 julio	05 febrero	0
6	Sin desinfección y agua hirviendo	100	23 julio	05 febrero	0
7	Sin desinfección y ácido nítrico 16%	100	23 julio	05 febrero	0
8	Sin desinfección y sin tratamiento pregerminativo	100	23 julio	05 febrero	0

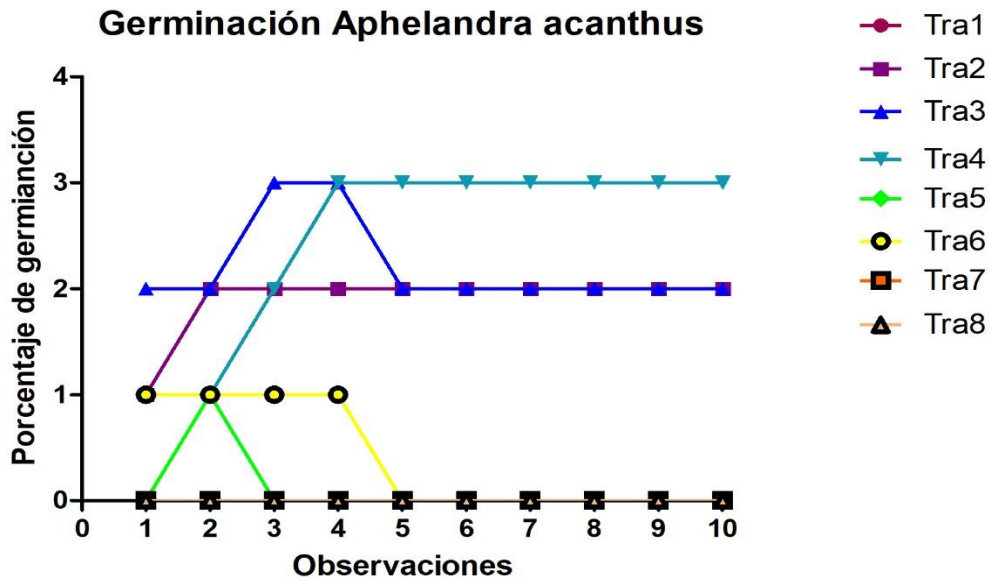


Figura 9. Seguimiento propagación sexual. Se evidencia que con el tratamiento número 4 existe mayor germinación.

En esta propagación sexual, de acuerdo con el test no paramétrico Friedman, no existe diferencia significativa entre los tratamientos pregerminativos empleados

para *Aphelandra acanthus* ($p= 0.8210$) debido a que hubo bajos porcentajes de germinación, siendo una especie que presenta serias dificultades para propagar sexualmente, ya que entre otros factores, muestra evidencias de pudrimiento al momento de hacer el despulpe del fruto y aunque se trató de escoger semillas viables físicamente, quizá existe a nivel micro, elementos que contribuyen al bajo porcentaje de germinación.

De acuerdo con Villiers (1972), la viabilidad de la semilla depende del poder germinativo de la misma, considerando las propiedades del embrión; la impermeabilidad física de la cubierta seminal al agua y los gases, la resistencia mecánica al crecimiento del embrión y el embrión subdesarrollado. Cuando las semillas poseen buen poder germinativo al ser colocadas en condiciones óptimas, germinan en tiempo más breve y vigorosamente (Puente et al., 1987), en nuestra evaluación pudo corroborarse que, a pesar de existir bajo porcentaje de germinación, el tiempo fue relativamente corto y los individuos germinados se mantienen en número durante la evaluación, concluyendo que las semillas poseen buen poder germinativo, así mismo, se recomienda evaluar este tratamiento (número 4) implementando el uso de fitoreguladores, como es el caso de algunas especies pertenecientes a la familia Acanthaceae - *Bravaisia integerrima* - para la cual reportan germinación del 80% a los 24 días usando ácido giberélico (Castillo et al., 2013.)

Otro factor que pudo afectar la germinación, es la posible latencia de semillas, en el cual la dormición provoca que las semillas viables no germinen, pese a que han sido colocadas en las condiciones ambientales favorables para su germinación (Taiz et al., 1998; Carvalho et al., 2000), sin embargo las condiciones ambientales no eran iguales de la cual la especie es procedente por lo tanto, debe evaluarse nuevamente los tratamientos pregerminativos, para descartar entre otros la posible latencia que las semillas puedan estar presentando y además realizar los ensayos en la zona de colecta.

8.6 Propagación asexual para *Aphelandra acanthus*

Tabla 7. Resultados consolidados. Total individuos sembrados: 20

Número de días transcurridos después de siembra	Número de individuos con rebrotes usando enraizador	Número de individuos muertos con enraizador	Número de individuos con rebrotes sin enraizador	Número de individuos muertos sin enraizador
0	0	0	0	0
27	19	1	3	17
43	13	7	3	17
65	14	6	4	16
90	8	12	4	16
274	7	13	3	17

En esta propagación, se obtiene que pasados 27 días de siembra comienza a aparecer rebrotes en los individuos que han sido tratadas con enraizador (Tabla 7 y Figura 10), teniendo para esta fecha 19 individuos, presentando longitudes que abarcan desde 3 mm hasta 1 cm (Anexo 11), a partir de este tiempo el número de individuos decae tanto en rebrote como en sobrevivencia y al finalizar la evaluación se encuentra 7 individuos sobrevivientes y con rebrote, los cuales presentan medidas entre 7 y 16 cm de longitud del rebrote, además se evidencia presencia de hojas, las cuales tienen medidas entre 5 y 10 cm la hoja más larga y medidas entre 8 mm y 2 cm la hoja más pequeña.

En cuanto a las estacas las cuales no tienen tratamiento de enraizador, a partir de 27 días de siembra, comienza el proceso de rebrote con el 3% de individuos (Tabla 7 y Figura 10) teniendo medidas que abarcan los 3 mm y 7 mm de longitud del rebrote, así mismo al finalizar la evaluación se mantiene en número la cantidad de individuos con rebrote, en esta ocasión con medidas entre 7 y 16 cm de longitud, presentando hojas con longitud entre 6 y 15 cm – hoja más larga – y medidas entre 1 cm y 6 cm – hoja más pequeña (Anexo 12)

Estadísticamente con el valor p unilateral = 0.0187 test Mann Whitney, el cual es significativo, se acepta la hipótesis alternativa - H1 (Figura 11 y Anexo 13)

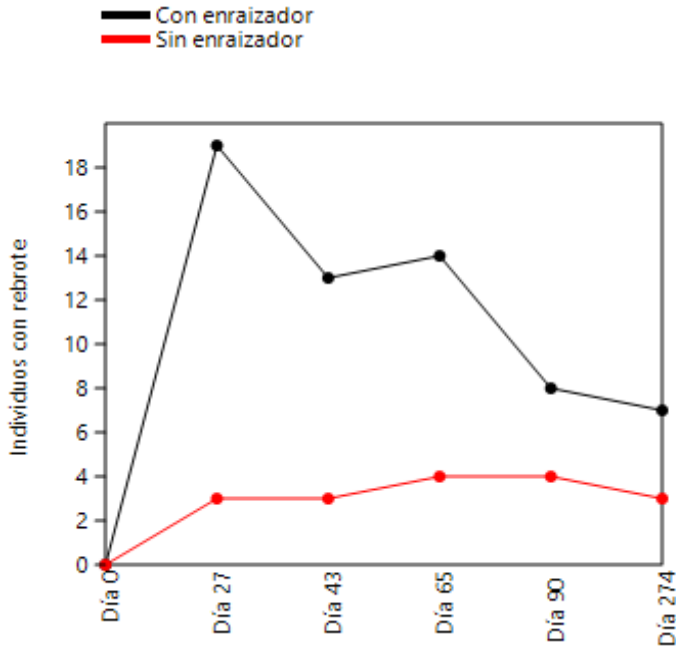


Figura 10. Seguimiento propagación asexual *A. acanthus*. En la figura se presenta para el eje Y el número de individuos con rebrote y para el eje X los días transcurridos después de siembra. Hubo mayor rebrote haciendo uso de enraizador; para las estacas sin uso de enraizador el valor máximo de individuos con rebrote fue a los 65 días presentando 4 estacas para le fecha.

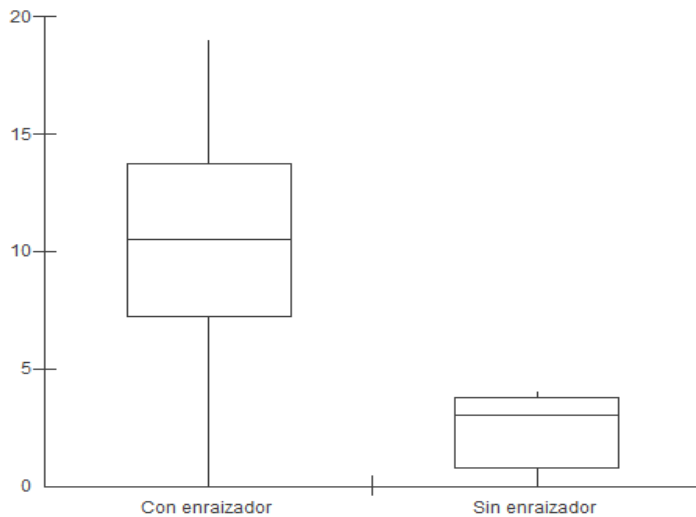


Figura 11. Test Mann Whitney propagación asexual para *A. acanthus*. De acuerdo al valor p unilateral: 0.0187, el cual es significativo, se acepta la hipótesis alternativa - H1 – indicando que el número de rebrotes con enraizador es mayor en comparación con el número de rebrotes sin enraizador.

Para la propagación vegetativa de acuerdo con el valor estadístico p unilateral: 0.0187, se acepta la hipótesis alternativa, indicando que el uso de enraizador aumenta el número de individuos con rebrote, debido a que los primero dos meses después de la siembra hubo valores de 95% y 65% respectivamente, sin embargo, al finalizar la evaluación, 274 días después de la siembra, se encuentra el 35% de individuos con rebrote, de ahí que es recomendable manejar las estacas bajo vivero

por un periodo de tres meses, posteriormente es necesario llevar a sitio de establecimiento o de ser posible realizar la propagación en la zona de colecta.

El uso de estacas para propagar esta especie es una buena alternativa si se desea obtener material vegetal de manera rápida, así lo menciona Hoyos (1982), afirmando que la mayoría de acantáceas tiene mejor comportamiento con la propagación por estacas, sin embargo, se debe tener en cuenta que para obtener mayor cantidad de individuos con rebrote también debe implementarse el uso de enraizadores sintéticos, ya que en estudios realizados a esta familia – Acanthaceae – haciendo uso de enraizadores naturales hechos a base de *Aloe vera*, los resultados mostraron que no existe diferencias significativas tanto en el tratamiento como en el control (Giraldo., et al 2009) así mismo, *Trichanthera gigantea* presenta mayores problemas de pudrición, lo cual se correlaciona con la evaluación realizada a *Aphelandra acanthus*, puesto que también presentó este proceso, incrementando la mortalidad de los individuos, por consiguiente es aconsejable realizar un riego diario mesurado que garantice obtener poco encharcamiento del sustrato y no afecte la viabilidad de las estacas.

Los enraizadores sintéticos sin duda son de gran ayuda para procesos de propagación, así mismo se corrobora con el estudio realizado a *Justicia tinctoria* – Acanthaceae hecho por Solís et al., (2015) en la cual las dosis de AIB 1000 y 1500 ppm indujeron una mayor cantidad de raíces por estaca (8,40 y 9,24 respectivamente), por lo tanto para propagar asexualmente la especie *A. acanthus*, debe implementarse el uso de enraizadores sintéticos, prestando atención a la cantidad de riego como también realizar propagación asexual en el área de colecta.

8.7 Propagación sexual y asexual para las tres especies

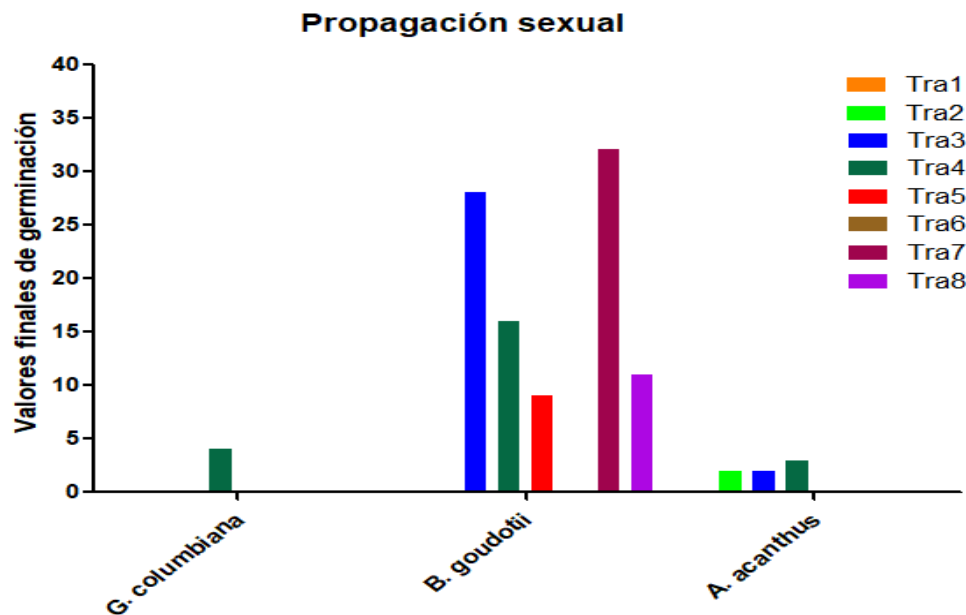


Figura 12. Seguimiento propagación sexual de las tres especies.

A nivel general las semillas de las tres especies presentaron bajo porcentaje de germinación (Figura 12), a pesar de utilizar métodos pregerminativos que según autores como Popinigis (1977) afirman que pueden ayudar a la superación de dormancia, tal es el caso de *G. columbiana*, donde hubo sólo el 4% de germinación en un solo tratamiento, así mismo *Berberis goudotii* donde los rangos de germinación oscilaron entre el 30 y 7% y para *A. acanthus* el máximo porcentaje de germinación fue del 4%, lo cual no fue estadísticamente significativo; estos bajos porcentajes de germinación pueden estar relacionados con la latencia de semillas, donde autores como Hartmann et al., (1982), afirman que la falta de germinación a pesar de existir viabilidad en la semilla cuando las condiciones ambientales son favorables puede deberse a la latencia, ya sea por causas físicas o por causas fisiológicas, esta viabilidad de semillas puede ser determinable por medio de pruebas de tetrazolio (Moreno, 1996) que permita comprobar la calidad de semillas, esta evaluación en nuestro caso no se realizó, por lo tanto es recomendable

implementar esta prueba, así mismo los tratamientos pregerminativos deben repetirse pero en la zona de colecta, teniendo en cuenta que cada organismo tiene variaciones propias y no existe una regla general que implique tener éxito en los procesos de propagación, por lo tanto es recomendable en cuanto a los tratamientos pregerminativos realizar variaciones, teniendo en cuenta que se debe buscar mayor cantidad de semillas germinadas

Algunas de estas modificaciones pueden ser en bajar el tiempo de exposición y concentración en los tratamientos químicos, también es aconsejable realizar escarificación en semillas de *A. acanthus* y *B. goudotii*, en *G. columbiana* no se recomienda este método a menos que se realice bajo estereoscopio para evitar que la fricción afecte el embrión, así mismo, es aconsejable realizar la evaluación en el área de colecta, debido a que uno de los factores que pudieron influir en los bajos porcentajes de germinación fue los cambios en la temperatura y humedad relativa ya que autores como Flores et al., (2006) y Flores (1996) atribuyen los fracasos en la germinación a factores como los anteriormente mencionados.

En cuanto a la propagación asexual, los individuos de las tres especies presentaron gran porcentaje de rebrote, por ejemplo, *A. acanthus* presentó 19% de individuos con rebrote hacia el día 27 después de siembra, utilizando enraizador como tratamiento (Figura 12), sin embargo hubo una constante en los individuos y presentaron mortandad hacia el día 43, este causa puede ser atribuible a que el vivero se localizó en una zona de vida con temperatura mayor a la cual las estacas fueron colectadas, por lo cual es aconsejable realizar propagación asexual en viveros del área de colecta.

Así mismo, a pesar de que en esta evaluación se trató de seleccionar individuos físicamente sanos para obtener las estacas, es un elemento importante al cual debe prestarse atención, ya que como lo mencionan Hartmann et al., (1984) la nutrición de la planta madre ejerce una fuerte influencia sobre el desarrollo de las raíces y ramas en las estacas tomadas de ella, como fue posible evidenciar en nuestra investigación, ya que las estacas a las cuales no se realizó tratamiento de enraizador, en la mayoría de especies no existió rebrote de los individuos.

Otros factores que también pueden considerarse son la concentración de enraizador, el tipo de estaca, es decir, estacas delgadas, gruesas, de tamaño largo o corto, dependiendo el caso entre otros, debido a que son algunas consideraciones que pueden influir en el enraizamiento tal como sucedió en el estudio realizado por Henríquez (2004), en el cual el éxito de la propagación vegetativa dependía de los factores anteriormente mencionados

Este proceso se realizó con el fin de obtener material vegetal para procesos de restauración ecológica, sin embargo, no fue posible obtener el material en las cantidades requeridas, sobre todo con propagación sexual, así que, para poder obtener material de manera rápida es aconsejable utilizar estacas con el uso de enraizador y realizar la propagación bajo vivero en el área de colecta.

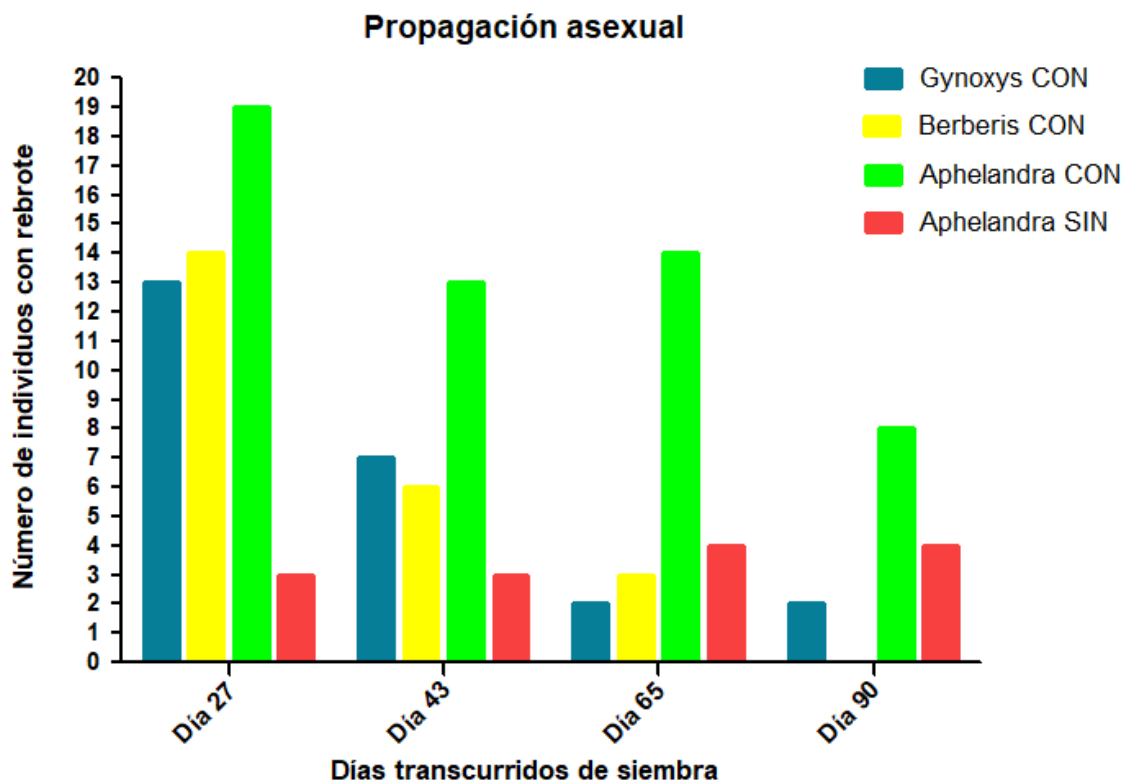


Figura 13. Seguimiento propagación asexual de las tres especies. CON: indica especie con enraizador. SIN: indica especie sin uso de enraizador.

9. CONCLUSIONES

- No hubo diferencia significativa entre los tratamientos pregerminativos evaluados para las tres especies.
- Los tratamientos pregerminativos no aumenta el porcentaje de germinación para las tres especies.
- Hubo diferencia significativa entre los individuos sembrados con enraizador y los individuos sembrados del tratamiento control para las tres especies.
- El número de individuos con rebrote usando enraizador es mayor en comparación con el número de individuos del tratamiento control.
- La propagación asexual es una buena alternativa sí se desea conseguir material vegetal de manera rápida para uso en procesos de restauración ecológica.

10. RECOMENDACIONES

- Debe modificarse el protocolo usado para tratamientos pregerminativos.
- Implementar el uso de fitorreguladores en procesos de propagación sexual.
- La propagación sexual y asexual debe realizarse en el área de colecta o en vivero de una zona de vida diferente, asegurando que las condiciones ambientales sean las óptimas para las especies evaluadas.
- En la propagación asexual debe realizarse evaluación en el tipo y longitud de la estaca, así como también en la concentración del enraizador.

11.- BIBLIOGRAFÍA

- Acero, N., Cortés, 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, 195–205.
- Aguilar, M., Vanegas, S. 2010. Viveros una Experiencia Comunitaria en el Páramo de Rabanal. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ayres, M., Ayres Jr, M., Ayres, D., Dos Santos, A. 2007. BIOESTAT – aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas.
- Badilla, Y., Murillo, O. 2005. Enraizamiento de Estacas de Especies Forestales. Kurú, *Revista Forestal*, 2 – 6.
- Barrera, J., Valdés, C., 2007. Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Univ. Sci.* 12, 11–24.
- Benenaula, F, Mayra, J. Propagación Vegetativa Inducida con 3 Bioreguladores de Crecimiento de *Bluddleja* sp. Y *Gynoxys cuicochensis*. 2016. Trabajo de grado. Universidad del Azuay. Facultad de Ciencia y Tecnología. Escuela de Biología del Medio Ambiente. Cuenca – Ecuador.
- Cabrera, L. 1963. Compuestas. Flora de la Provincia de Buenos Aires. 6. I-XIV. Colección Científica INTA 1-443, f. 1-143.
- Cabrera, L. 1974. En Burkart, A.E. Flora ilustrada de Entre Ríos Argentina. 6. Compositae. Colección Científica INTA,106-554, f. 50-324.
- Castañeda G., Garzón, E., Cantillo, A, Torres, M.P., Silva H, L.J., 2007. Análisis de la respuesta de ocho especies nativas del bosque alto andino ante dos métodos de propagación. *Rev. Colomb. For.* 10, 79–90.
- Cardona, A. 2008. Propagación vegetativa de cinco especies potencialmente importantes para la restauración ecológica del bosque altoandino. En: Vargas, O. (ed.). Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del Embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C.): 497-516. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Castillo, O., Cappello, S., Cámara, I., Vargas, G. 2013. Manual del Jardín Botánico Universitario José Narciso Rovirosa. Universidad de Juárez Autónoma de Tabasco. P. 21.
- Cavelier, J. 1993. Reforestation with the native tree *Alnus acuminata*: effects on

- phytodiversity and species richness in an upper mountain rain forest area of Colombia. *Tropical Montane Cloud Forests, Ecological Studies*. 110, 125 - 137.
- Carvalho, N., Nakagawa, J. 2000. *Sementes: Ciência, Tecnologia e produção*. 4ª. Ed. Funep, Jaboticabal, 588 p.
- Cleef, M., Rangel, O., Salamanca, S., 1983. Reconocimiento de la vegetación de la parte alta del transecto Parque Nacional Natural Los Nevados. Págs. 150-173.
- Cuatrecasas, J. 1989. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. Pérez - Arbel. 2, 155 - 283.
- Cueva, S. 2016. Evaluación de los Reguladores de Crecimiento (Kinetina y Ácido giberélico) Para Acelerar la Germinación de *Gynoxys verrucosa*. Tesis de grado. Universidad Técnica Particular de Loja. Área Biológica y Biomédica. Loja – Ecuador. 2016.
- Del Vito, A., Petenatti, E. 2009. Asteráceas de Importancia Económica y Ambiental. Primera Parte. Sinopsis Morfológica y Taxonómica, Importancia Ecológica y Plantas de Interés Industrial. *Multequina* 87–115.
- Devia, D. Estrategias De Conservación De *Ocotea infrafoveolata* En La Finca Potrero Del Río, Vereda El Cofre, Municipio De Totoró, Cauca. Tesis de grado. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias, programa Ingeniería Forestal. Popayán – Colombia. 2016.
- Devoto, M, Bailey, S, Craze, P, Memmott J. 2012. Understanding and planning ecological restoration of plant–pollinator networks. *Ecology Letters* 15, 319–328
- Duarte, I., Chaib, M., Luna, D., Aguirre, O., Méndez, R. 2015. Estudio Demográfico De *Emilia Sonchifolia* (Asteraceae) En Una Finca Cafetera De Armenia, Quindío, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*. 20:2. 101 – 110.
- Etter, A. 1993. Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. En: CEREC y Fundación Alejandro Ángel Escobar. 1993. *Nuestra Diversidad Biológica*. CEREC - FAAE. Bogotá.
- Figuroa, J., Armesto, J., Hernández, J. 1995. Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del bosque templado de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 69, 243 – 251.
- Florentine, K., Westbrooke M. E. 2004. Restoration on abandoned tropical pasturelands—do we know enough? *Journal for Nature Conservation* 12:85–94
- Flores, Z. 1996. Efecto del Almacenamiento Sobre la Calidad de Semillas de *Brachiaria dictyoneura*. *Zootecnia Tropical* 14: 2. 113 – 131.
- Flores, Z., Pedroza, J. Germinación y Dormancia en Semillas. 2006. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.
- García, J., García, D., Correa de R, M. 2004. Incidencia de las micorrizas arbusculares y vesículo arbusculares como estrategia adaptativa de especies

- de páramo y selva altoandina, cordillera oriental de Colombia. Colombia Forestal. Vol. 8 N°17. 43 – 59.
- García, H., Moreno, A., Londoño, C., Sofrony, C. 2010. Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas: actualización de los antecedentes normativos y políticos, y revisión de avances. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Red Nacional de Jardines Botánicos. Bogotá, D.C.
- George, F., Hall, M., Klerk, J. De 2008. Plant Propagation by Tissue Culture 3rd Edition Vol 1. The Background. Springer (Plant Prop)
- Giraldo, A., Ríos, H., Polanco, M. 2009. Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 1, 41 – 47.
- Godínez, H., Flores, A., 1999. Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica. Polibotánica 1–19.
- Hartmann, H., Kester, D. 1982. Propagación de Plantas. México D-F. Compañía Editorial Continental, S.A de C.V
- Hartmann, H., Kester, D. 1984. Propagación de plantas, Principios y prácticas. Compañía Editorial Continental, S.A. México D.F.
- Henríquez, E. 2004. Evaluación de Tres Factores de Enraizamiento en Morera (*Morus alba*). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago – Chile.
- Hoyos, J. Plantas Ornamentales de Venezuela. Caracas Sociedad de Ciencias Naturales La Salle.
- Inayat, A., Gordon, O. 2009. Influencia De Las Fases Lunares (Menguante Y Luna Llena) Sobre La Propagación Vegetativa Del Botón De Oro *Tithonia Diversifolia* Para La Formación De Un Banco De Proteína. Tesis, Sede el Prado, Quito, Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias, Ecuador.
- IUCN, 2009. Lista de géneros de Asteráceas amenazados de extinción. En: [http://www.iucnredlist.org/search/ asteraceae](http://www.iucnredlist.org/search/asteraceae). En: Del Vito, L.A., Petenatti, E., 2009. Asteráceas de Importancia Económica y Ambiental. Primera Parte. Sinopsis Morfológica y Taxonómica, Importancia Ecológica y Plantas de Interés Industrial. Multequina 87–115.
- Lamb, D., Gilmour, D., 2003. Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland.
- Landrum, L. 2003. Flora De Chile. Berberidaceae - Betulaceae. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Impresos siglo veintiuno. 2(2): 93p.

- Marín, D., Jiménez, E., Hernández, F. 2015. Comparación de pruebas paramétricas y no Paramétricas vía simulación. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín – Colombia.
- McDade, L. 1984. Systematic and reproductive biology of the Central American species of the *Aphelandra pulcherrima* complex (Acanthaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 71:104–165.
- Melgarejo, L. 2010. Experimentos en Fisiología Vegetal. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Charlie's Impresiones. Colombia.
- Mérola, R., Díaz, S. 2012. Métodos, Técnicas y Tratamientos Para Inhibir Dormancia en Semillas de Plantas Forrajeras. Universidad de la Empresa. Facultad de Ciencias Agrarias. Montevideo – Uruguay.
- Márquez, G. 2003. Colombia: Ambiente, Pobreza, Violencia. *Revista Venezolana de Sociología y Antropología.* 13, 25 - 37.
- Mendoza, L., Martínez, J. 2011. Propagación, Adaptación y Crecimiento del Frailejón "*Espeletia conlglomerata*" en vivero. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga – Santander.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015. Plan Nacional de Restauración. Bogotá, D.C - Colombia.
- Mora, L. 2002. La necesidad urgente de mantener el equilibrio dinámico del ciclo hídrico. Pp. 271-276. En: R. Jaramillo, C. Uribe, F. Hincapié, J. Rodríguez y C. Durán (Eds.). *Memorias Congreso Mundial de Páramos.* Vol. 1
- Moreno, M. 1996. Análisis Físico y Biológico de Semillas. 3ª ed. UNAM. México. P 71 – 80.
- Nikolic, R., Mitic, N., Zivkovic, S., Grubisic, D., Neskovic, M. 2007. Cytokinins and Urea Derivatives Stimulate Seed Germination In *Lotus Corniculatus* L. *Archives of Biological Sciences,* 59 (2), 125 – 128.
- Orsi, M. 1974. El género *Berberis* en la República Argentina. Tesis Doctoral N° 334. La Plata. Universidad Nacional De La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 140p.
- Parada, M., Alarcón, D., Rosero, L., 2012. Fenología de la floración de especies ornitófilas de estratos bajos en dos hábitats altoandinos del parque Natural Municipal Rancería (Paipa-Boyacá-Colombia). *Caldasia* 34, 139–154.
- Pedraza, P., Betancur J., Franco, P. 2005. Chisacá. Un recorrido por los páramos andinos. Segunda edición. Instituto de Ciencias Naturales e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia 340 p.

- Peters, M., Franco, L., Schmidt, A., Hincapié, B. 2002. Especies Forrajeras Multipropósito: Opciones Para Productores de Centroamérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- Piril, V. 2015. Efecto de la Escarificación en Semillas de dos Genotipos de Papaya, Bajo Condiciones Protegidas. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Escuintla – Guatemala.
- Popinigis, F. 1977. Fisiología Da Semente. Agiplan. Brasília. 289 p.
- Puente, M., León, P., Díaz, E., Ravelo, F., Chávez, T. 1987. Manual de Fitotecnia General, p. 372. MES.
- Rangel., J. O. 2000. Colombia Diversidad Biótica III: la región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá D.C. 902 pp.
- Ríos, C. I. 1993. Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, evaluada en cortes sucesivos. Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Recuperado de <http://www.academia.edu/4762213/especiesforrajeras>.
- Rojas, S., Garcia, J., Alarcon, M. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Ed. Produmedios. Colombia.
- Rojas, A., Osejo, A., Duarte, B., Franco, B., Menjura, T., 2014. Guía de trabajo con comunidades de páramo: Propuesta metodológica de Investigación Acción Participativa (IAP) aplicada con dos comunidades campesinas de los páramos de Guerrero y Rabanal.
- SER. 2004. The SER Primer on Ecological Restoration, Version 2. Society for Ecological Restoration Science and Policy Working Group. www.ser.org.
- Simpson, M. 2006. Plants Systematics. Academic Press ELSEVIER.
- Solis, C., Jiménez, V., Arias, J., 2015. Propagación asexual de azul de mata (justicia tinctoria (oerst.) D. N. Gibson, fam. Acanthaceae) por medio de estacas. Agronomía Costarricense. 39 (2). 91 – 103.
- Spier, H., Biederbick, C. 1980. Arboles y leñosas para reforestar las tierras altas de la región interandina del Ecuador: una descripción de especies arbóreas y arbustivas, nativas y exóticas, que pueden ser aprovechadas para trabajos de reforestación en tierras entre los 2.500 hasta 4.400 m.s.n.m. Quito – Ecuador.
- Taiz, L., Zeiger, E. 1998. Plant Physiology, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Redwood city, pp. 308 – 317.
- Tilman, D., Tilman, D., Reich, B., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T., Lehman, C., 2001. Diversity and Productivity in a Long-Term Grassland Experiment. Science 294, 843-845.

- Ugalde, L. 1997. Resultado de 10 Años de Investigación Silvicultural del Proyecto Madeleña en el Slavador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba – Costa Rica.
- Vargas, O., Pérez, L. V. 2014. (Eds.). Semillas de plantas de páramo: ecología y métodos de germinación aplicados a la restauración ecológica. Grupo de Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Vargas G. 2002. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Manizales - Colombia: Editorial Universidad de Caldas
- Vargas, O. 2007. Guía metodológica para la restauracion ecologica del bosque altoandino.
- Vargas, O. 2008. Estrategias para la resturación ecologica del Bosque Altoandino: El caso de la reserva Forestal de Cogua, Cudinamarca. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Vargas, W., Lozano, F. 2008. El papel de un vivero en un proyecto de restauración en paisajes rurales andinos. Establecimiento del corredor Barbas – Bremen. En: Barrera, J.I., Aguilar, M. & Rondón, D. (eds.). Experiencias de restauración ecológica en Colombia “Entre la sucesión y los disturbios”: 67-82. Escuela de Restauración Ecológica ERE. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Vargas, O., 2011. Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación. Acta Biol. Colomb. 16, 221 - 246.
- Vázquez, C., Orozco, M., Rojas, E., Cervantes, V. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemas. Fondo de Cultura Económica. México.
- Villiers, A., 1972. Seed Dormancy. En T. T Kozlowski “Seed Biology”. Vol. II Cap. 3, pp. 219 – 81. Academic Press.
- Vitousek, M., Mooney, A., Lubchenco, J., Melillo, M. 1997. Human Domination of Earth 's Ecosystems. Science 277, 494–499.
- Weberling, F. 1989. Morphology of flowers and inflorescences. Nordic Journal of Botany, 11: 496.
- Young, P., Petersen, A., Clary, J. 2005. The Ecology Of Restoration: Historical Links, Emerging Issues And Unexplored Realms. Ecology Letters 8, 662-673.

ANEXOS

Tabla. 1. Descripción de tratamientos para propagación sexual

Nombre tratamiento	Número semillas usadas	Descripción tratamiento
Tratamiento 1	100	Desinfección y escarificación con lija
Tratamiento 2	100	Desinfección y agua hirviendo
Tratamiento 3	100	Desinfección y ácido nítrico 16%
Tratamiento 4	100	Desinfección y sin tratamiento pregerminativo
Tratamiento 5	100	Sin desinfección y escarificación con lija
Tratamiento 6	100	Sin desinfección y agua hirviendo
Tratamiento 7	100	Sin desinfección y ácido nítrico 16%
Tratamiento 8	100	Sin desinfección y sin tratamiento pregerminativo

ANEXO 1. RESULTADOS DE SEGUIMIENTOS PROPAGACIÓN SEXUAL PARA *Gynoxys columbiana*

Tabla 2. Seguimiento a tratamiento 4. Fecha de siembra 23 julio 2016. Número de semillas usadas: 100 unidades

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo - Mínimo)	Longitud cotiledón (Máximo – Mínimo)
1	30 julio	07	5	Entre 3 mm y 1mm	No presenta
2	18 agosto	26	5	Entre 6 mm y 4mm	Entre 1,5 cm y 1,3 cm
3	24 agosto	32	5	Entre 1 cm y 4 mm	Entre 1,5 cm y 1 cm
4	03 septiembre	42	5	Entre 1,3 cm y 4 mm	Entre 1,8 cm y 1,5 cm
5	24 septiembre	63	6	Entre 1,5 cm y 8 mm	Entre 2 cm y 1,5 cm
6	04 octubre	73	6	Entre 2 cm y 1 cm	Entre 2,3 cm y 1,6 cm
7	22 noviembre	122	6	Entre 2,3 cm y 1 cm	Entre 2,5 cm y 1,8 cm
8	04 diciembre	134	5	Entre 3 cm y 2 cm	Entre 2,7 cm y 2 cm
9	15 enero	176	4	Entre 4 cm y 2,5 cm	Entre 2,9 cm y 2,1 cm
10	05 febrero	197	4	Entre 5 cm y 3 cm	Entre 3 cm y 2,5 cm

ANEXO 2. RESULTADOS ESTADÍSTICOS PROPAGACIÓN SEXUAL *Gynoxys columbiana*

A continuación, se presentan los resultados estadísticos, realizados con los valores de plántulas germinadas en cada observación para todos los tratamientos evaluados

2.1 Ajuste a la curva normal

Esto permite saber si los datos se encuentran o no dentro de la curva normal y determinar cuál estadística aplicar, paramétrica o no paramétrica, partiendo de las siguientes hipótesis:

H0 – Hipótesis nula: Datos se ajustan a la curva normal, estadística paramétrica.

H1 – Hipótesis alternativa: Datos no se ajustan a la curva normal, estadística no paramétrica.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico Shapiro Wilk, de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

Teste de Shapiro-Wilk

Arquivo Editar Gráfico

Resultados	- 2 -	- 3 -	- 4 -	- 5 -	- 6 -	- 7 -	- 8 -	- 9 -	- 10 -	- 11 -
Tamanho da amostra =	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Média =	0.6250	0.6250	0.6250	0.6250	0.7500	0.7500	0.7500	0.6250	0.5000	0.5000
Desvio padrão =	1.7678	1.7678	1.7678	1.7678	2.1213	2.1213	2.1213	1.7678	1.4142	1.4142
W =	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186
p =	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056

Figura 1. Resultados estadísticos Test Shapiro Wilk. De acuerdo con los anteriores resultados estadísticos, los datos no se ajustan a la curva normal, por lo tanto, se realiza estadística no paramétrica con el test de Friedman.

2.2 Escogencia de hipótesis para propagación sexual

Para escoger la hipótesis, se realiza test no paramétrico de Friedman y de acuerdo con el valor se elige la hipótesis adecuada, partiendo de las siguientes premisas:

Hipótesis nula – H0. Los tratamientos pregerminativos no aumentan el porcentaje de germinación.

Hipótesis alternativa – H1. Los tratamientos pregerminativos aumentan el porcentaje de germinación.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del test estadístico de Friedman, de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

Friedman

Arquivo Editar Gráfico

	- 2 -	- 3 -	- 4 -	- 5 -	- 6 -	- 7 -	- 8 -	- 9 -	- 10 -	- 11 -
Soma dos Ranks =	43.5000	43.5000	43.5000	43.5000	47.5000	47.5000	47.5000	43.5000	40.0000	40.0000
Mediana =	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Média dos Ranks =	5.4375	5.4375	5.4375	5.4375	5.9375	5.9375	5.9375	5.4375	5.0000	5.0000
Média dos valores =	0.6250	0.6250	0.6250	0.6250	0.7500	0.7500	0.7500	0.6250	0.5000	0.5000
Desvio padrão =	1.7678	1.7678	1.7678	1.7678	2.1213	2.1213	2.1213	1.7678	1.4142	1.4142
Friedman (Fr) =	0.9545									
Gráus de liberdade =	9									
(p) =	0.9995									

Figura 2 Resultado Test Friedman. De acuerdo con el test no paramétrico Friedman, no existe diferencia significativa entre los tratamientos de $p=0.995$., permitiendo escoger la hipótesis nula, la cual establece que los tratamientos pregerminativos no aumentan el porcentaje de germinación.

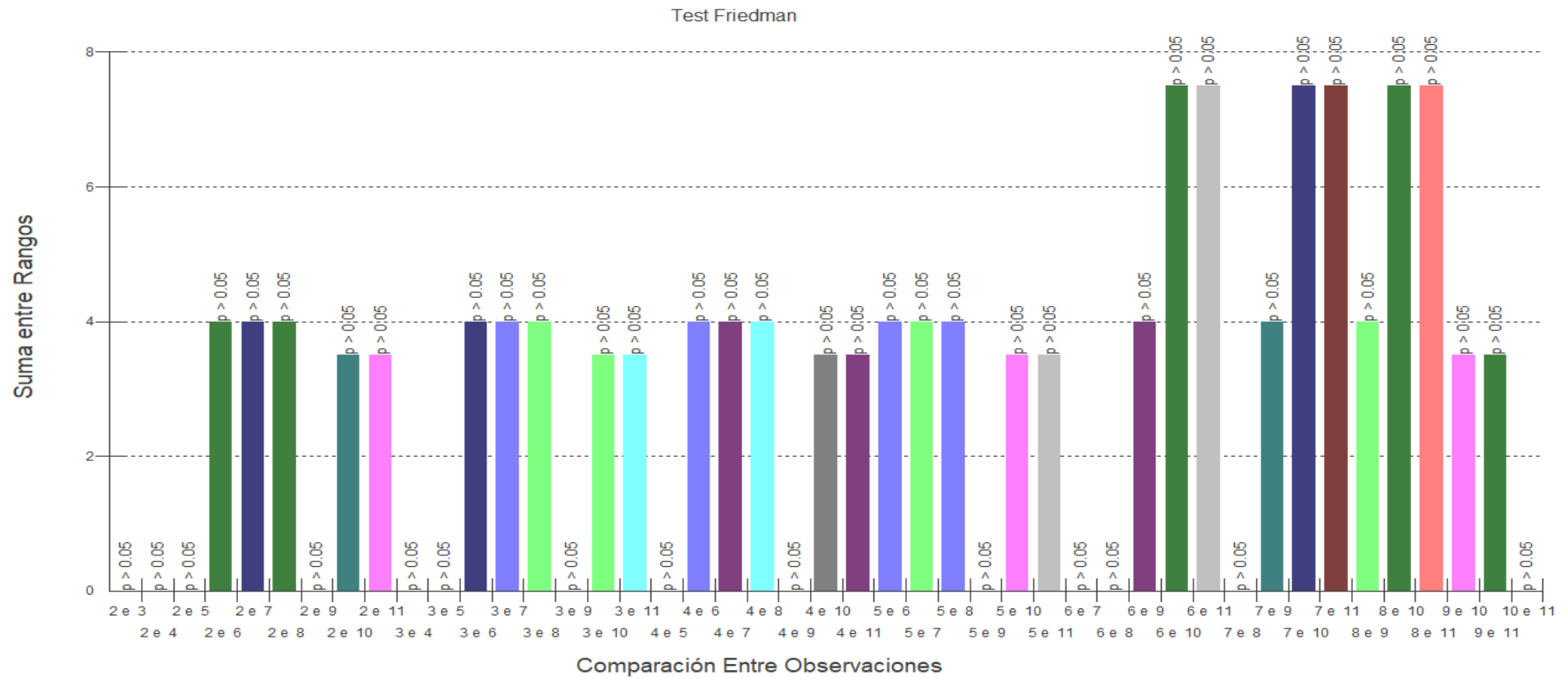


Figura 3. Grafico Test Friedman. De acuerdo con el anterior gráfico, los valores dados para todas las observaciones resulta ser estadísticamente no significativa.

ANEXO 3. RESULTADOS SEGUIMIENTO PROPAGACIÓN ASEXUAL *Gynoxys columbiana*

Tabla 3.

Fecha de siembra: 14 mayo 2016

Total individuos sembrados: 20

Tratamiento: ANA 0.04% e IBA 0.04%, 2.5 gramos por 1 litro de agua

Días transcurridos	Total individuos con rebrote (con rebrote y con hojas)	Total individuos con rebrote sin hojas	Longitud rebrote	Total individuos con hojas	Promedio número de hojas	Longitud hojas	Total individuos sin rebrote	Total individuos muertos
27	13	12	Entre 3 mm y 5,8 cm	1	3	Entre 1,8 y 2 cm	7	0
43	7	6	Entre 3 mm y 5,8 cm	1	3	Entre 1,8 y 2,5 cm	13	7
65	2	2	Entre 2 mm y 1,9 cm	0	0	0	18	6
90	2	2	4 mm y 2 cm	0	0	0	18	18

ANEXO 4. RESULTADOS ESTADÍSTICOS PROPAGACIÓN ASEXUAL PARA *Gynoxys columbiana*

4.1 Ajuste a la curva normal

A continuación, se realiza el análisis estadístico para corroborar si los datos se encuentran o no dentro de la curva normal lo cual es dependiente para poder realizar estadística paramétrica o no paramétrica, partiendo de las siguientes premisas:

H0 – Hipótesis nula: Datos se ajusta a la curva normal, estadística paramétrica.

H1 – Hipótesis alternativa: Datos no se ajustan a la curva normal, estadística no paramétrica.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico Shapiro Wilk, de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

Tabla 4. Resultados test estadístico Shapiro Wilk para *Gynoxys columbiana*

	Con enraizador	Sin enraizador
N	5	
Shapiro-wilk w	0.8751	
P(normal)	0.2879	
Anderson-darling a	0.3915	
P(normal)	0.2265	
P(monte carlo)	0.2472	
Jarque-bera jb	0.6711	
P(normal)	0.715	
P(monte carlo)	0.2807	

De acuerdo a los anteriores resultados y al valor de p con el estadístico Shapiro Wilk, $p=0.2879$ los datos con enraizador se ajustan a la curva normal, sin embargo, para los datos sin enraizador, al no existir valores numéricos, el valor de p tampoco existe, por lo tanto, se escoge la hipótesis alternativa y se aplica estadística no paramétrica con el test Mann Whitney.

4.2 Escogencia de hipótesis para propagación asexual de *Gynoxys columbiana*

La escogencia de una hipótesis adecuada para la presente propagación se realiza por medio de estadística no paramétrica con el test Mann Whitney partiendo de las siguientes premisas:

Hipótesis nula – H0. El número de individuos con rebrotes usando enraizador es menor en comparación con el número de individuos con rebrotes sin el uso de enraizador.

Hipótesis alternativa – H1. El número de individuos con rebrotes usando enraizador es mayor en comparación con el número de individuos con rebrotes sin el uso de enraizador.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

Tabla 5. Resultados test Mann Whitney para *Gynoxys columbiana*

Resultados	Amostra 1	Amostra 2
Tamaño da amostra	5	5
Soma dos postos (ri)	37.5	17.5
Mediana	2	0
U	2.5	
Z(u)	2.0889	
P-valor (unilateral)	0.0184	
P-valor (bilateral)	0.0367	

En la anterior tabla se indican los resultados del test no paramétrico Mann Whitney, donde indica los tratamientos (Amostra 1 con enraizador, Amostra 2 sin enraizador) y sus correspondientes valores. De acuerdo con el test, existe diferencia significativa y permite escoger la hipótesis alternativa

ANEXO 5. RESULTADO DE SEGUIMIENTO PROPAGACIÓN SEXUAL PARA *Berberis goudotii*

Tabla 6. Seguimiento con tratamiento 1. Fecha siembra 21 mayo 2016. Número de semillas usadas: 100 unidades

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo – mínimo)	Longitud cotiledón
1	28 junio	33	2	Entre 5 mm y 2 mm	No presenta
2	06 julio	46	2	Entre 1,2 cm y 2 mm	No presenta
3	23 julio	63	2	Entre 1,2 cm y 2 mm	No presenta
4	18 agosto	89	0	0	0

Tabla 7. Seguimiento de tratamiento 3. Fecha de siembra 12 julio 2016. Número de semillas usadas: 100 unidades

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo – mínimo)	Longitud cotiledón (Máximo – mínimo)
1	30 julio	18	2	1 cm – 8 mm	No presenta
2	05 agosto	24	5	2 cm – 1 cm	No presenta
3	18 agosto	37	10	Entre 4 cm y 1 cm	Entre 1,9 cm y 1,7 cm
4	23 agosto	42	15	Entre 3,7 cm y 1,5 cm	Entre 2 cm y 1,4 cm
5	03 septiembre	53	32	Entre 5 cm y 1,5 cm	Entre 3 cm y 1,5 cm
6	24 septiembre	74	35	Entre 7,5 cm y 1 cm	Entre 4,5 cm y 1 cm
7	04 octubre	84	30	Entre 8 cm y 1,5 cm	Entre 2 cm y 1 cm
8	22 octubre	102	29	Entre 9 cm y 2 cm	Entre 2 cm y 1,5 cm
9	22 noviembre	133	29	Entre 12 cm y 1 cm	Entre 2,5 cm y 1 cm
10	04 diciembre	145	28	Entre 13 cm y 2 cm	Entre 3 cm y 2 cm
11	22 enero	194	28	Entre 15 cm y 3 cm	Entre 3,5 cm y 3 cm
12	05 febrero	208	28	Entre 18 cm y 5 cm	Entre 3,6 cm y 3,2 cm

Tabla 8. Seguimiento de tratamiento 4. Fecha de siembra 13 julio 2016. Número de semillas usadas: 100 unidades

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo – Mínimo)	Longitud cotiledón (Máximo – Mínimo)
1	30 julio	17	3	Entre 1 cm y 9 mm	No presenta
2	05 agosto	23	5	Entre 1,5 cm y 1 cm	Entre 1 cm y 5 mm
3	18 agosto	36	7	Entre 2, 8 cm y 7 mm	Entre 1,5 cm y 1,3 cm
4	23 agosto	41	12	Entre 2,8 cm y 5 mm	Entre 1,8 cm y 1,5 cm
5	03 septiembre	52	24	Entre 4 cm y 1 cm	Entre 2 cm y 1,5 cm
6	24 septiembre	73	25	Entre 6 cm y 5 mm	Entre 2,5 cm y 1,5 cm
7	04 octubre	83	19	Entre 7 cm y 1 cm	Entre 2, 6 cm y 1,8 cm
8	22 noviembre	101	19	Entre 8 cm y 2 cm	Entre 2,8 cm y 2 cm
9	04 diciembre	144	19	Entre 9 cm y 3 cm	Entre 3 cm y 2,5 cm
10	22 enero	193	18	Entre 10 cm y 4 cm	Entre 3 cm y 2,6 cm
11	05 febrero	207	16	Entre 11 cm y 4 cm	Entre 3 cm y 2,7 cm

Tabla 9. Seguimiento de tratamiento 5. Fecha de siembra 14 julio 2016. Número de semillas usadas: 100 unidades

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo – mínimo)	Longitud cotiledón (Máximo – mínimo)
1	18 agosto	35	2	Entre 2,5 cm y 2 cm	No presenta
2	23 agosto	40	3	Entre 2,5 cm y 1 cm	Entre 5 mm y 4 mm
3	03 septiembre	51	7	Entre 3 cm y 1,5 cm	Entre 1 cm y 8 mm
4	24 septiembre	72	10	Entre 4,5 cm y 1,2 cm	Entre 2 cm y 1,3 cm
5	04 octubre	82	9	Entre 5 cm y 2 cm	Entre 2,5 cm y 2 cm
6	22 noviembre	100	9	Entre 5,2 cm y 2,1 cm	Entre 2,7 cm y 2,2 cm
7	04 diciembre	143	9	Entre 5,5 cm y 2,5 cm	Entre 3 cm y 2,5 cm
8	22 enero	192	9	Entre 5,7 cm y 3 cm	Entre 3,2 cm y 3 cm
9	05 febrero	206	9	Entre 6 cm y 4 cm	Entre 3,2 cm y 3,2 cm

Tabla 10. Seguimiento de tratamiento 7. Fecha de siembra 13 julio 2016. Número de semillas usadas: 100 unidades

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo – mínimo)	Longitud cotiledón (Máximo – mínimo)
1	30 julio	17	3	Entre 1 cm y 8 mm	No presenta
2	18 agosto	36	9	Entre 3 cm y 9 mm	Entre 2 cm y 9 mm
3	23 agosto	41	20	Entre 3,4 cm y 1,5 cm	Entre 2,4 cm y 1 cm
4	03 septiembre	52	37	Entre 4 cm y 1,5 cm	Entre 2,3 cm y 8 mm
5	24 septiembre	73	40	Entre 7,5 cm y 1,4 cm	Entre 2,4 cm y 1 cm
6	04 octubre	83	33	Entre 7,9 cm y 2 cm	Entre 2,5 cm y 2 cm
7	24 octubre	103	33	Entre 8 cm y 3 cm	Entre 2,8 cm y 2 cm
8	22 noviembre	132	32	Entre 8,5 cm y 3,5 cm	Entre 3 cm y 2 cm
9	04 diciembre	144	32	Entre 9 cm y 4 cm	Entre 3 cm y 2,5 cm
10	22 enero	193	32	Entre 10 cm y 5 cm	Entre 3,2 cm y 2,5 cm
11	05 febrero	206	32	Entre 12 cm y 6 cm	Entre 3,3 cm y 3 cm

Tabla 11. Seguimiento de tratamiento 8. Fecha de siembra 28 junio 2016. Número de semillas usadas: 100 unidades

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo – mínimo)	Longitud cotiledón (Máximo – Mínimo)
1	12 julio	14	2	Entre 1 cm y 8 mm	No presenta
2	30 julio	32	6	Entre 2 cm y 1,5 cm	No presenta
3	18 agosto	51	17	Entre 3,9 cm y 1 cm	Entre 1,7 cm y 1 cm
4	23 agosto	56	19	Entre 3,5 cm y 1 cm	Entre 2,5 cm y 1,7 cm
5	03 septiembre	67	19	Entre 3,5 cm y 8 mm	Entre 2,5 cm y 1,3 cm
6	24 septiembre	88	18	Entre 5,5 cm y 1 cm	Entre 2,3 cm y 1,5 cm
7	04 octubre	98	17	Entre 6 cm y 2 cm	Entre 2,5 cm y 2 cm
8	22 noviembre	147	15	Entre 6,2 cm y 2,2 cm	Entre 2,6 cm y 2 cm
9	04 diciembre	159	14	Entre 6,6 cm y 2,6 cm	Entre 2,9 cm y 2,5 cm
10	22 enero	208	13	Entre 7 cm y 3 cm	Entre 3 cm y 2,9 cm
11	05 febrero	222	11	Entre 8 cm y 3 cm	Entre 3,2 cm y 3 cm

ANEXO 6. RESULTADOS ESTADÍSTICOS PROPAGACIÓN SEXUAL *Berberis goudotii*

A continuación, se presentan los resultados estadísticos, realizados con los valores de plántulas germinadas en cada observación para todos los tratamientos evaluados

6.1 Ajuste a la curva normal

Esto permite saber si los datos se encuentran o no dentro de la curva normal y determinar cuál estadística aplicar, paramétrica o no paramétrica, partiendo de las siguientes hipótesis:

H0 – Hipótesis nula: Datos se ajustan a la curva normal, estadística paramétrica.

H1 – Hipótesis alternativa: Datos no se ajustan a la curva normal, estadística no paramétrica.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico Shapiro Wilk, de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

Resultados	- 2 -	- 3 -	- 4 -	- 5 -	- 6 -	- 7 -	- 8 -	- 9 -	- 10 -	- 11 -	- 12 -	- 13 -
Tamanho da amostra =	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Média =	1.7500	3.7500	7.8750	11.6250	15.5000	15.0000	13.5000	13.0000	12.8750	12.5000	12.0000	12.0000
Desvio padrão =	1.1650	3.1053	7.5107	12.6371	15.6753	14.8516	13.4271	12.9835	12.9663	12.7167	12.6152	12.6152
W =	0.8046	0.9435	0.9024	0.8669	0.8878	0.8622	0.8747	0.8781	0.8774	0.8814	0.8697	0.8697
p =	0.0400	0.6148	0.3540	0.1787	0.2817	0.1552	0.2169	0.2341	0.2304	0.2502	0.1924	0.1924

Figura 4. Resultados estadísticos Test Shapiro Wilk.

De acuerdo con los anteriores resultados estadísticos, No hay ajuste a la curva normal, por lo tanto, se aplica estadística no paramétrica con el test de Friedman.

6.2 Escogencia de hipótesis para propagación sexual

Para escoger la hipótesis, se realiza test no paramétrico Kruscal Wallis y de acuerdo con el valor se elige la hipótesis adecuada, partiendo de las siguientes premisas:

Hipótesis nula – H0. Los tratamientos pregerminativos no aumentan el porcentaje de germinación.

Hipótesis alternativa – H1. Los tratamientos pregerminativos aumentan el porcentaje de germinación.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico Friedman, de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

	- 2 -	- 3 -	- 4 -	- 5 -	- 6 -	- 7 -	- 8 -	- 9 -	- 10 -	- 11 -	- 12 -	- 13 -
Soma dos Ranks =	29.0000	34.0000	44.5000	60.5000	71.0000	69.0000	62.5000	56.0000	55.0000	49.5000	46.5000	46.5000
Mediana =	2.0000	4.0000	7.0000	11.0000	14.0000	13.5000	13.0000	12.0000	11.5000	11.0000	10.0000	10.0000
Média dos Ranks =	3.6250	4.2500	5.5625	7.5625	8.8750	8.6250	7.8125	7.0000	6.8750	6.1875	5.8125	5.8125
Média dos valores =	1.7500	3.7500	7.8750	11.6250	15.5000	15.0000	13.5000	13.0000	12.8750	12.5000	12.0000	12.0000
Desvio padrão =	1.1650	3.1053	7.5107	12.6371	15.6753	14.8516	13.4271	12.9835	12.9663	12.7167	12.6152	12.6152
Friedman (Fr) =	17.6298											
Graus de liberdade =	11											
(p) =	0.0906											

Figura 5. Resultado Test Friedman.

Este test arroja un valor de $p = 0.0906$, lo cual indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, permitiendo escoger la hipótesis nula: "los tratamientos pregerminativos no aumentan el porcentaje de germinación"

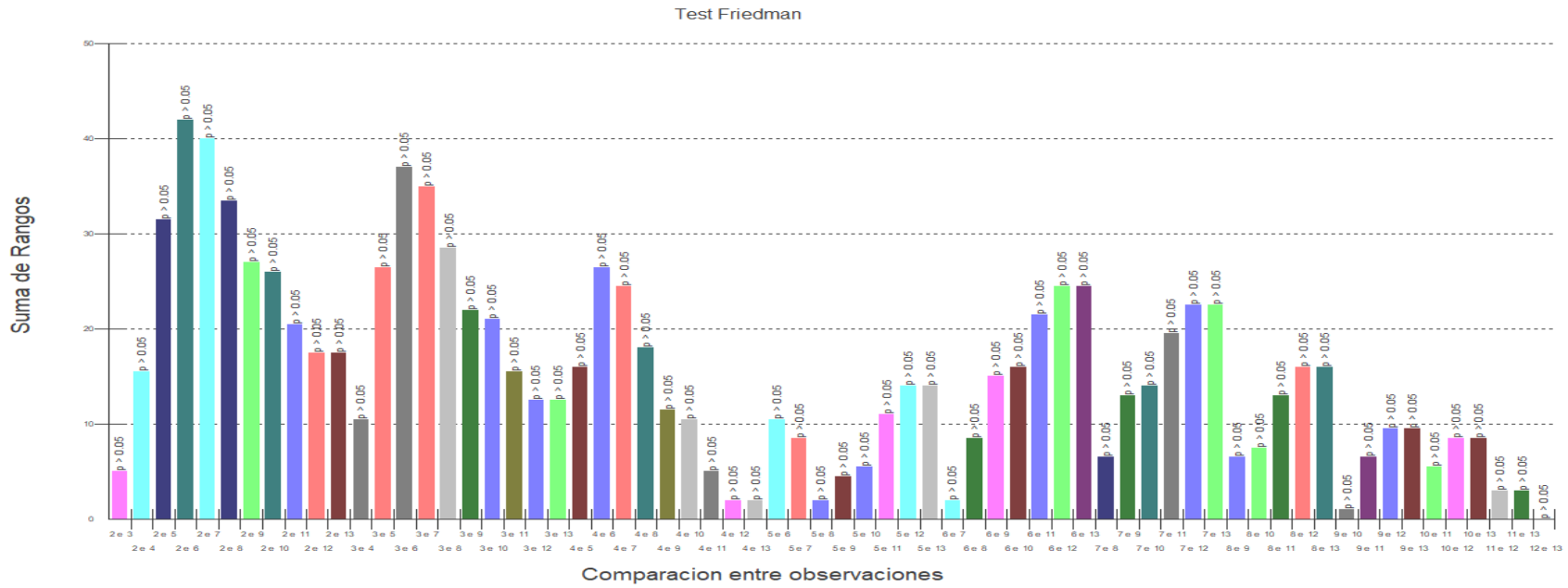


Figura 6. Grafico Test Friedman. De acuerdo con el anterior gráfico, los valores dados para todas las observaciones resulta ser estadísticamente no significativa.

ANEXO 7. RESULTADOS SEGUIMIENTO PROPAGACIÓN ASEXUAL *Berberis goudotii*

Tabla 12.

Fecha de siembra: 14 mayo 2016

Total individuos sembrados: 20

Tratamiento: ANA 0.04% e IBA 0.04%, 2.5 gramos por 1 litro de agua

Días transcurridos	Total individuos con rebrote (con rebrote y con hojas)	Total individuos con rebrote sin hojas	Longitud rebrote	Total individuos con hojas	Promedio número de hojas	Longitud hojas	Total individuos sin rebrote	Total individuos muertos
27	14	9	Entre 3 mm y 3,5 cm	6	5	Entre 3 mm y 1 cm	7	0
43	6	4	Entre 4 mm y 7 mm	5	5	Entre 4 mm y 2,5 cm	14	7
65	3	2	Entre 2 mm y 4 cm	2	4	Entre 5 mm y 1,5 cm	17	3
90	0	0	0	0	0	0	20	20

ANEXO 8. RESULTADOS ESTADÍSTICOS PROPAGACIÓN ASEXUAL *Berberis goudotii*

7.1 Ajuste a la curva normal.

A continuación, se realiza el análisis estadístico para corroborar si los datos se encuentran o no dentro de la curva normal lo cual es dependiente para poder realizar estadística paramétrica o no paramétrica, partiendo de las siguientes premisas:

H0 – Hipótesis nula: Datos se ajusta a la curva normal, estadística paramétrica.

H1 – Hipótesis alternativa: Datos no se ajustan a la curva normal, estadística no paramétrica.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico Shapiro Wilk, de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

Tabla 13. Resultados test estadístico Shapiro Wilk para *Berberis goudotii*.

	Con enraizador	Sin enraizador
N	5	
Shapiro-wilk w	0.8552	
P(normal)	0.2117	
Anderson-darling a	0.3932	
P(normal)	0.2238	
P(monte carlo)	0.2435	
Jarque-bera jb	0.7581	
P(normal)	0.6845	
P(monte carlo)	0.1818	

De acuerdo a los anteriores resultados y al valor de p con el estadístico Shapiro Wilk, $p=0.2117$, los datos con enraizador se ajustan a la curva normal permitiendo aceptar la hipótesis nula, sin embargo, para los datos sin enraizador, al no existir valores numéricos, el valor de p tampoco existe, por lo tanto, se escoge la hipótesis alternativa y se aplica estadística no paramétrica con el test Mann Whitney.

7.2 Escogencia de hipótesis para propagación asexual de *Berberis goudotii*

La escogencia de una hipótesis adecuada para la presente propagación, se realiza por medio de estadística no paramétrica con el test Mann Whitney partiendo de las siguientes premisas:

Hipótesis nula – H0. El número de individuos con rebrotes usando enraizador es menor en comparación con el número de individuos con rebrotes sin el uso de enraizador.

Hipótesis alternativa – H1. El número de individuos con rebrotes usando enraizador es mayor en comparación con el número de individuos con rebrotes sin el uso de enraizador.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

Tabla 14. Resultados test Mann Whitney para *Berberis goudotii*

Resultados	Amostra 1	Amostra 2
Tamanho da amostra	5	5
Soma dos postos (ri)	35.0	20.0
Mediana	3	0
U	5.0	
Z(u)	1.5667	
P-valor (unilateral)	0.050	
P-valor (bilateral)	0.1172	

En la anterior tabla se muestran los resultados del test no paramétrico Mann Whitney, donde indica los tratamientos (Amostra 1 con enraizador, Amostra 2 sin enraizador) y sus correspondientes valores. De acuerdo con el valor P= 0.050

ANEXO 9. RESULTADO DE SEGUIMIENTO PROPAGACIÓN SEXUAL *Aphelandra acanthus*

Tabla 15. Seguimiento de repetición a tratamiento 2. Fecha de siembra. 04 octubre 2016

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo – Mínimo)	Longitud cotiledón (Máximo – mínimo)
1	20 octubre	16	1	3 mm	No presenta
2	22 noviembre	49	2	Entre 3,2 mm y 2 mm	Entre 8 mm y 5 mm
3	04 diciembre	61	2	Entre 5,3 mm y 3,5 mm	Entre 8,3 mm y 5,3 mm
4	22 enero	120	2	Entre 1 cm y 7 mm	Entre 7 mm y 6 mm
5	05 febrero	134	2	Entre 1,5 cm y 1 cm	Entre 1 cm y 9,5 mm

Tabla 16. Seguimiento de tratamiento 3. Fecha de siembra 14 julio 2016

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (máximo – mínimo)	Longitud cotiledón (Máximo – mínimo)
1	18 agosto	35	2	Entre 1,1 cm y 9 mm	No presenta
2	23 agosto	40	2	Entre 1,5 cm y 1 cm	Entre 1 cm y 7 mm
3	03 septiembre	51	3	Entre 1,8 cm y 1,5 cm	Entre 1,5 cm y 8 mm
4	24 septiembre	72	3	Entre 2 cm y 1,7 cm	Entre 1,8 cm y 1 cm
5	04 octubre	82	2	Entre 2,3 cm y 1,8 cm	Entre 2 cm y 1,5 cm
6	22 noviembre	100	2	Entre 2,5 cm y 2 cm	Entre 2,2 cm y 1,8 cm
7	04 diciembre	143	2	Entre 2,7 cm y 2,1 cm	Entre 2,3 cm y 2 cm
8	22 enero	192	2	Entre 3 cm y 2,5 cm	Entre 2,5 cm y 2,3 cm
9	05 febrero	206	2	Entre 3,2 cm y 2,8 cm	Entre 2,7 cm y 2,5 cm

Tabla 17. Seguimiento a tratamiento 4. Fecha de siembra 23 julio 2016

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo – mínimo)	Longitud cotiledón (Máximo – mínimo)
1	18 agosto	26	0		
2	23 agosto	31	1	9 mm	No presenta
3	03 septiembre	42	2	Entre 1,2 cm y 7 mm	Entre 1 cm y 6 mm
4	24 septiembre	63	3	Entre 1,5 cm y 1 cm	Entre 1,4 cm y 1 cm
5	04 octubre	73	3	Entre 1,8 cm y 1,6 cm	Entre 1,7 cm y 1,3 cm
6	22 noviembre	122	3	Entre 2,5 cm y 2 cm	Entre 2 cm y 1,6 cm
7	04 diciembre	134	3	Entre 2,8 cm y 2,5 cm	Entre 2,2 cm y 1,8 cm
8	22 enero	182	3	Entre 3 cm y 2,9 cm	Entre 2,6 cm y 2,3 cm
9	05 febrero	197	3	Entre 3,5 cm y 3 cm	Entre 2,8 cm y 2,6 cm

Tabla 18. Seguimiento a tratamiento 5. Fecha de siembra 23 julio 2016

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo – mínimo)
1	18 agosto	26	0	
2	23 agosto	31	1	9 mm no presenta cotiledón
3	03 septiembre	42	0	0

Tabla 19. Seguimiento a tratamiento 6. Fecha de siembra 23 julio 2016

Número de observación	Fecha	Días transcurridos después de la siembra	Plántulas germinadas	Altura (Máximo – mínimo)	Longitud cotiledón (Máximo – mínimo)
1	18 agosto	26	1	5 mm	No presenta
2	23 agosto	31	1	2 cm	2 cm
3	03 septiembre	42	1	2,5 cm	2,3 cm
4	24 septiembre	63	1	2,7 cm	2,4 cm
5	04 octubre	73	0	0	0

ANEXO 10. RESULTADOS ESTADÍSTICOS PROPAGACIÓN SEXUAL *Aphelandra acanthus*

A continuación, se presentan los resultados estadísticos, realizados con los valores de plántulas germinadas en cada observación para todos los tratamientos evaluados

10.1 Ajuste a la curva normal

Esto permite saber si los datos se encuentran o no dentro de la curva normal y determinar cuál estadística aplicar, paramétrica o no paramétrica, partiendo de las siguientes hipótesis:

H0 – Hipótesis nula: Datos se ajustan a la curva normal, estadística paramétrica.

H1 – Hipótesis alternativa: Datos no se ajustan a la curva normal, estadística no paramétrica.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico Shapiro Wilk, de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

Resultados	- 2 -	- 3 -	- 4 -	- 5 -	- 6 -	- 7 -	- 8 -	- 9 -	- 10 -
Tamanho da amostra =	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Média =	0.5000	0.8750	1.0000	1.1250	0.8750	0.6250	0.6250	0.6250	0.6250
Desvio padrão =	0.7559	0.8345	1.1952	1.3562	1.2464	1.1877	1.1877	1.1877	1.1877
W =	0.7234	0.8349	0.8140	0.7803	0.7194	0.6071	0.6071	0.6071	0.6071
p =	0.0097	0.0757	0.0470	0.0217	0.0096	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081

Figura 7. Resultados estadísticos Test Shapiro Wilk.

De acuerdo con los anteriores resultados estadísticos, ningún dato se encuentra dentro del ajuste a la curva normal, por lo tanto, se aplica estadística no paramétrica con el test de Friedman.

10.2 Escogencia de hipótesis para propagación sexual

Para escoger la hipótesis, se realiza test no paramétrico Friedman y de acuerdo con el valor de P se elige la hipótesis adecuada, partiendo de las siguientes premisas:

Hipótesis nula – H0. Los tratamientos pregerminativos no aumentan el porcentaje de germinación.

Hipótesis alternativa – H1. Los tratamientos pregerminativos aumentan el porcentaje de germinación.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico Friedman, de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

	- 2 -	- 3 -	- 4 -	- 5 -	- 6 -	- 7 -	- 8 -	- 9 -	- 10 -
Soma dos Ranks =	37.0000	45.0000	46.0000	49.5000	40.5000	35.5000	35.5000	35.5000	35.5000
Mediana =	0.0000	1.0000	0.5000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Média dos Ranks =	4.6250	5.6250	5.7500	6.1875	5.0625	4.4375	4.4375	4.4375	4.4375
Média dos valores =	0.5000	0.8750	1.0000	1.1250	0.8750	0.6250	0.6250	0.6250	0.6250
Desvio padrão =	0.7559	0.8345	1.1952	1.3562	1.2464	1.1877	1.1877	1.1877	1.1877
Friedman (Fr) =	4.0250								
Graus de liberdade =	8								
(p) =	0.8549								

Figura 8. Resultado Test Friedman. Este test arroja un valor de $p = 0.8210$ indicando que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo que permite escoger la hipótesis nula la cual que establece que los tratamientos pregerminativos no aumentan el porcentaje de germinación.

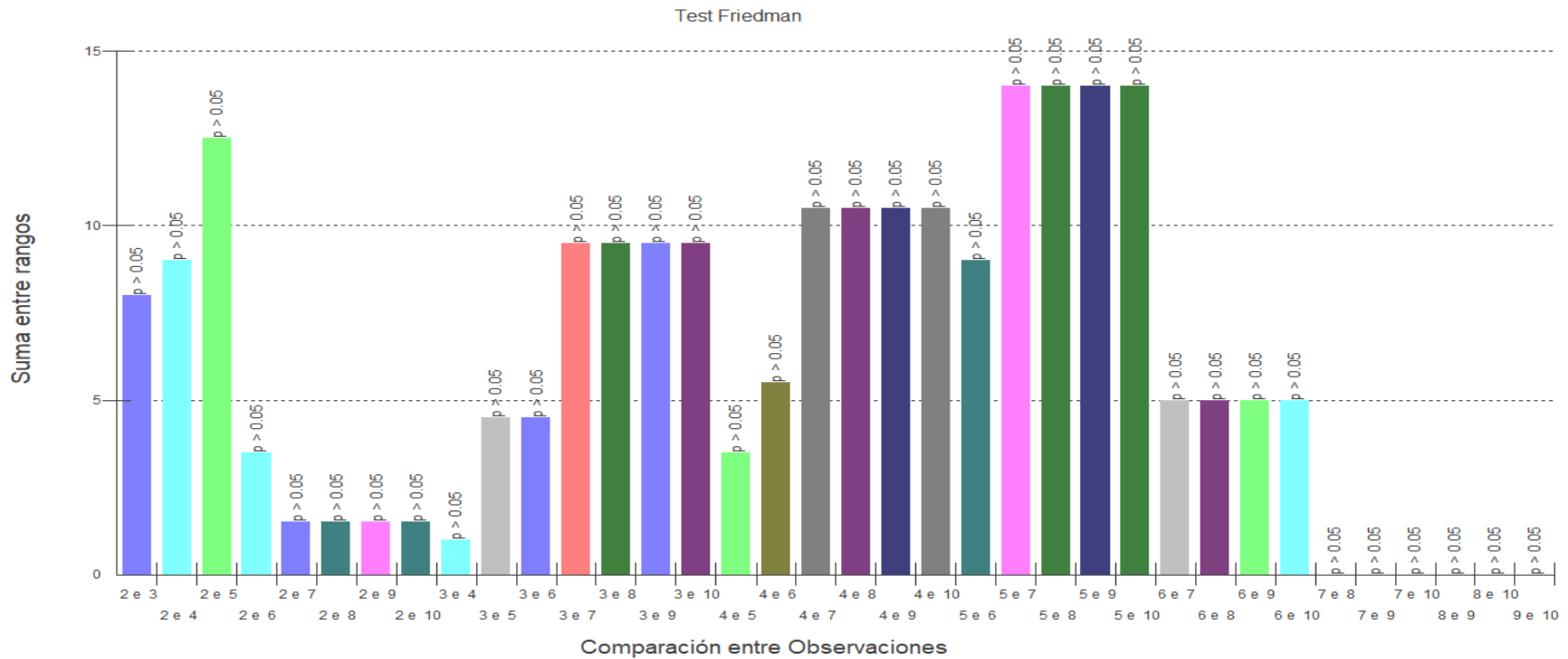


Figura 9. Grafico Test. De acuerdo con el anterior gráfico, los valores dados para todas las observaciones resulta ser estadísticamente no significativa.

ANEXO 11. RESULTADOS SEGUIMIENTO PROPAGACIÓN ASEXUAL CON ENRAIZADOR *Aphelandra acanthus*

Tabla 20.

Fecha de siembra: 14 mayo 2016

Número de individuos sembrados: 20

Tratamiento: ANA 0.04% e IBA 0.04%, 2.5 gramos por 1 litro de agua

Días transcurridos	Total individuos con rebrote (con rebrote y con hojas)	Total individuos con rebrote sin hojas	Longitud rebrote	Total individuos con hojas	Promedio número de hojas	Longitud hojas	Total individuos sin rebrote	Total individuos muertos
27	19	19	Entre 3 mm y 1 cm	0	0	0	1	0
43	13	9	Entre 3 mm y 6,1 cm	9	3	Entre 2 mm y 2,6 cm	14	6
65	14	6	Entre 4 mm y 10,2 cm	14	7	Entre 2 mm y 7,6 cm	6	0
90	8	3	Entre 5 mm y 11 cm	8	14	Entre 4 mm y 12,5 cm	11	5
274	7	0	Entre 7 cm y 16 cm	7	12	Entre 8 mm y 10 cm	13	1

ANEXO 12. RESULTADOS PROPAGACIÓN ASEXUAL SIN ENRAIZADOR *Aphelandra acanthus*

Tabla 21.

Fecha de siembra: 14 mayo 2016

Total individuos sembrados: 20

Tratamiento: sin enraizador - control

Días transcurridos	Total individuos con rebrote (con rebrote y con hojas)	Total individuos con rebrote sin hojas	Longitud rebrote	Total individuos con hojas	Promedio número de hojas	Longitud hojas	Total individuos sin rebrote	Total individuos muertos
27	3	3	Entre 3 mm y 7 mm	0	0	0	17	16
43	3	0	Entre 1 cm y 2,3 cm	3	2	Entre 2 mm y 1,5 cm	17	16
65	3	1	Entre 4 mm y 7 cm	3	5	Entre 2 cm y 6 cm	16	16
90	3	0	Entre 7 cm y 16 cm	3	14	Entre 1 cm y 15 cm	17	17

ANEXO 13. RESULTADOS ESTADÍSTICOS PROPAGACIÓN ASEXUAL *Aphelandra acanthus*.

13.1 Ajuste a la curva normal.

A continuación, se realiza el análisis estadístico para corroborar si los datos se encuentran o no dentro de la curva normal lo cual es dependiente para poder realizar estadística paramétrica o no paramétrica, partiendo de las siguientes premisas:

H0 – Hipótesis nula: Datos se ajusta a la curva normal, estadística paramétrica.

H1 – Hipótesis alternativa: Datos no se ajustan a la curva normal, estadística no paramétrica.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico Shapiro Wilk, de esta manera:

P > 0.05 se acepta hipótesis nula – H0

P ≤ 0.05 se acepta hipótesis alternativa – H1

Tabla 22. Resultados test estadístico Shapiro Wilk para *Berberis goudotii*

	Con enraizador	Sin enraizador
N	6	6
Shapiro-wilk w	0.9771	0.7876
P(normal)	0.9363	0.04529
Anderson-darling a	0.1852	0.6146
P(normal)	0.8355	0.05708
P(monte carlo)	0.9007	0.0576
Jarque-bera jb	0.2401	0.8413
P(normal)	0.8869	0.6566
P(monte carlo)	0.9014	0.1935

De acuerdo a los anteriores resultados y al valor de p con el estadístico Shapiro Wilk, $p=0.9363$ (datos con enraizador) y $p= 0.04529$ (datos sin enraizador), uno de los dos datos no se ajusta a la curva normal lo que permite aceptar la hipótesis alternativa y aplicar estadística no paramétrica con el test Mann Whitney.

13.2 Escogencia de hipótesis para propagación asexual de *Aphelandra acanthus*.

La escogencia de una hipótesis adecuada para la presente propagación se realiza por medio de estadística no paramétrica con el test Mann Whitney partiendo de las siguientes premisas:

Hipótesis nula – H0. El número de individuos con rebrotes usando enraizador es menor en comparación con el número de individuos con rebrotes sin el uso de enraizador.

Hipótesis alternativa – H1. El número de individuos con rebrotes usando enraizador es mayor en comparación con el número de individuos con rebrotes sin el uso de enraizador.

La escogencia de la hipótesis depende del valor p del estadístico de esta manera:

$P > 0.05$ se acepta hipótesis nula – H0

$P \leq 0.05$ se acepta hipótesis alternativa – H1

Tabla 23. Resultados test Mann Whitney para *Aphelandra acanthus*

Resultados	Amostra 1	Amostra 2
Tamanho da amostra	6	6
Soma dos postos (ri)	52.0	26.0
Mediana	10.50	3.0
U	5.0	
Z(u)	2.0817	
P-valor (unilateral)	0.0187	
P-valor (bilateral)	0.0374	

En la anterior tabla se muestran los resultados del test no paramétrico Mann Whitney, donde indica los tratamientos (Amostra 1 con enraizador, Amostra 2 sin enraizador) y sus correspondientes valores. De acuerdo con el valor $p= 0.0184$ existe diferencia significativa.

ANEXO 14. FOTOGRAFÍAS SITIO DE COLECTA Y ESPECIES

a).



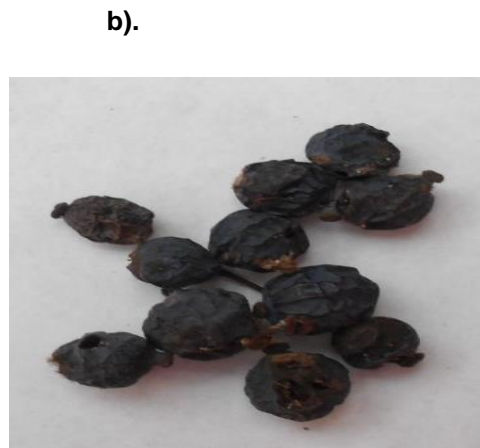
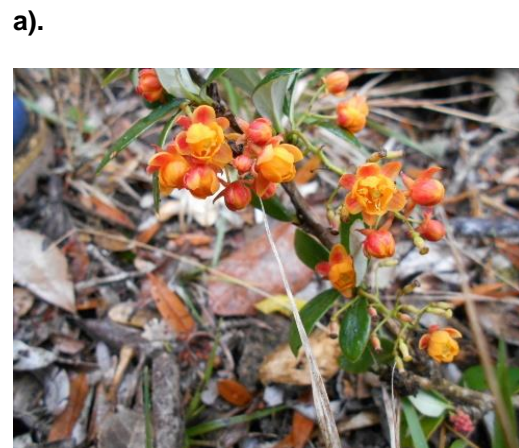
b).



Fotografía 1. Ubicación sitio de colecta a) y b). Bosque Altoandino, Departamento del Cauca, Municipio de Totoró, Vereda El Cofre. Localizado en una altitud de 3000 y 3300 msnm con coordenadas 02° 31´ 30.4´´ de latitud norte y 76° 20´ 56.5´´ de longitud oeste.



Fotografía 2. *Gynoxys colombiana* c) inflorescencia (derecha), d) fruto (izquierda)



Fotografía 3. *Berberis goudotii* a), b) y c). De izquierda a derecha, inflorescencia, frutos y semillas.

a).



b).



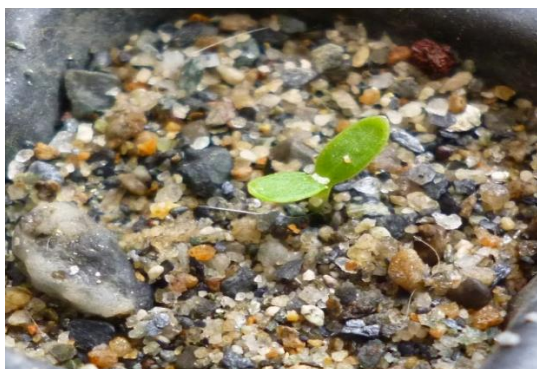
c).



Fotografía 4. *Aphelandra acanthus* a), b) y c). De izquierda a derecha, inflorescencia, fruto y semillas.

ANEXO 15. FOTOGRAFÍAS PROPAGACIÓN SEXUAL *Gynoxys colombiana*

15.1. Fotografías tratamiento número 4 (Desinfección sin tratamiento pregerminativo).



Fotografía 5. Fecha 18 Agosto 2016.



Fotografía 6. Fecha 24 septiembre 2016



Fotografía 7. Fecha 22 noviembre 2016



Fotografía 8. 05 febrero 2017

a).



b).



Fotografía 9 a). y b). Fecha 10 mayo 2017. Para la fecha existe tres individuos vivos, los cuales fueron trasplantados a bolsas negras de polietileno.

ANEXO 16. FOTOGRAFÍAS PROPAGACIÓN ASEXUAL – Con enraizador *Gynoxys colombiana*

a).



b).



c).



Fotografía 10. a), b) y c). Fecha 10 junio 2016. El círculo rojo indica la ubicación del rebrote que presentan las respectivas estacas.

a).



b).



Fotografía 11. a) y b). Fecha 18 julio 2016. Para la fecha los anteriores individuos son los únicos que presentan rebrote, el círculo rojo de la figura a). indica la ubicación del rebrote.

a).



b).



c).



Fotografía 12. a), b) y c). Fecha 12 septiembre 2016. Para esta fecha algunos individuos no presentan rebrote y mueren.

ANEXO 17. FOTOGRAFÍAS PROPAGACIÓN SEXUAL *Berberis goudotii*

17.1. Fotografías tratamiento 1 (Desinfección y escarificación con lija).



Fotografía 13. Fecha 28 Junio 2016 Individuo 1



Fotografía 14. Fecha 28 junio 2016. Individuo 2.



Fotografía 15. Fecha 06 julio 2016. Individuo 1.



Fotografía 16. Fecha 06 julio 2016. Individuo 2.

17.2. Fotografías tratamiento 3 (Desinfección y ácido nítrico 16%)



Fotografía 17. Fecha 30 julio 2016. Individuo en proceso de germinación.



Fotografía 18. Fecha 05 agosto 2016. Para la fecha aún no presentan cotiledones



Fotografía 19. Fecha 18 agosto 2016. Hay cotiledones en algunos individuos



Fotografía 20. Fecha 24 septiembre 2016. Semillas germinadas con el tratamiento número 3, para la fecha existen aproximadamente 35 individuos.



Fotografía 21. Fecha 22 noviembre 2016. La línea roja indica las semillas geminadas con el tratamiento número tres, a esta fecha existen 29 plántulas germinadas.



Fotografía 22. Fecha 10 mayo 2017. Para la fecha existen 28 individuos vivos de la especie *Berberis goudotii* que germinaron con el tratamiento número 3, los cuales fueron trasplantadas desde las bandejas germinadoras hasta bolsas negras de polietileno.

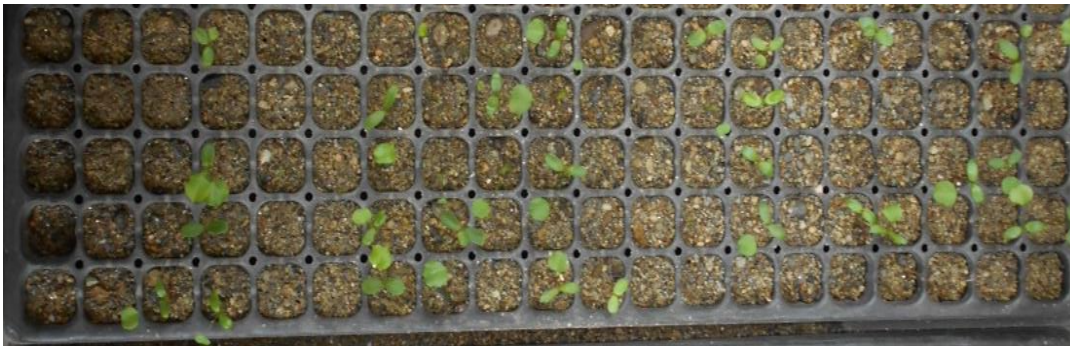
17.3. Fotografías tratamiento 4 (Desinfección sin tratamiento pregerminativo)



Fotografía 23. Fecha 30 julio 2016. Hasta la fecha no hay presencia de cotiledones.



Fotografía 24. Fecha 18 agosto 2016. A la fecha existen 7 semillas germinadas, además hay presencia de cotiledones



Fotografía 25. Fecha 24 septiembre 2016. En esta fecha existen 25 individuos germinados bajo el tratamiento número 4.



Fotografía 26. Fecha 22 noviembre 2016. Para esta fecha existen 19 individuos vivos bajo el tratamiento número 4.

a).



b).



Fotografía 27. a). Fecha 05 Febrero 2017. Para la fecha existen 16 individuos vivos que germinaron con el tratamiento número 4 y fueron trasplantados a bolsas negras **b).** Individuos que a la fecha comienzan a presentar rasgos característicos de la especie, como tener hojas espinosas.

17.4. Fotografías tratamiento 5 (Sin desinfección y escarificación con lija).



Fotografía 28. Fecha 18 agosto 2016.



Fotografía 29. Fecha 23 agosto 2016.



Fotografía 30. Fecha 24 septiembre 2016.



Fotografía 31. Fecha 22 noviembre 2016. La línea roja indica las semillas germinadas bajo el tratamiento número 5, para la fecha existen 9 plántulas germinadas de la especie *Berberis goudotii*.



Fotografía 32. Fecha: 05 febrero 2017. Para la fecha existen 9 individuos vivos bajo el tratamiento número 4, los cuales fueron trasplantados a bolsas negras de polietileno.



Fotografía 33. Fecha: 10 mayo 2017

17.5. Fotografías tratamiento 7 (Sin desinfección y ácido nítrico 16%).

a).



b).



Fotografía 34. a) y b). Fecha 30 julio 2016. Individuos germinados con tratamiento número 7, aún no presentan cotiledones, para la fecha existen 3 semillas germinadas.

a).



b).



Fotografía 35. Fecha 18 agosto 2016 a). Individuos germinados con tratamiento número 7, para la fecha existe 9 semillas germinadas, **b).** la mayoría de individuos presenta cotiledones



Fotografía 36. Fecha 22 noviembre 2016. La línea roja indica las semillas germinadas con el tratamiento número 7, para la fecha existen 32 semillas germinadas.



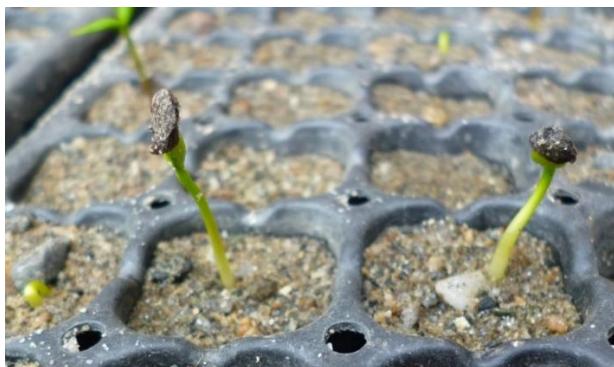
Fotografía 37. Fecha 05 febrero 2017. Para la fecha existen 32 individuos vivos



Fotografía 38. Fecha: 10 mayo 2017. Para la fecha no existe cotiledón en la mayoría de individuos

17.6.Fotografías tratamiento 8 (Sin desinfección y sin tratamiento pregerminativo)

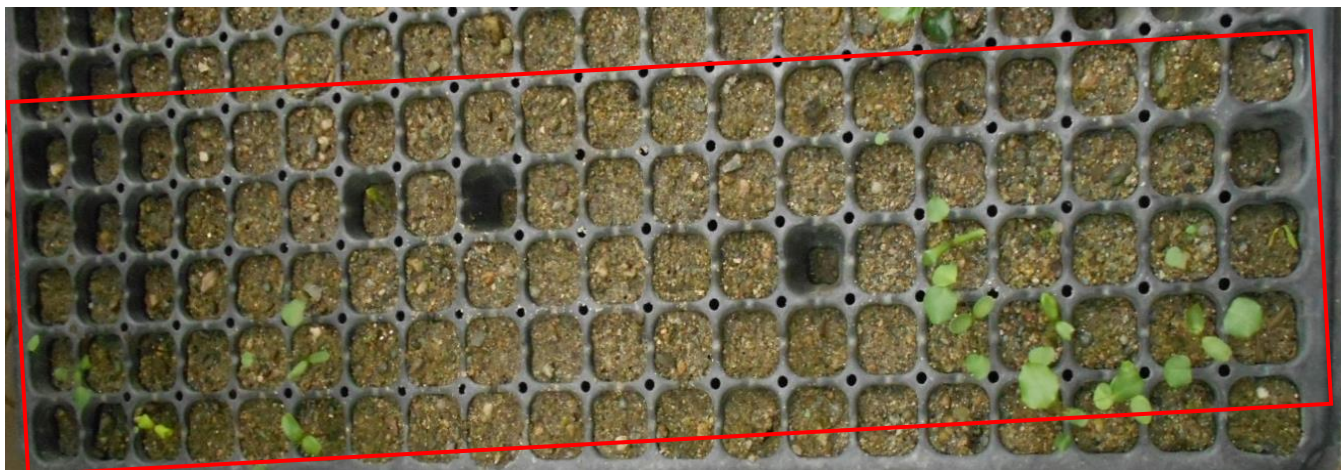
a).



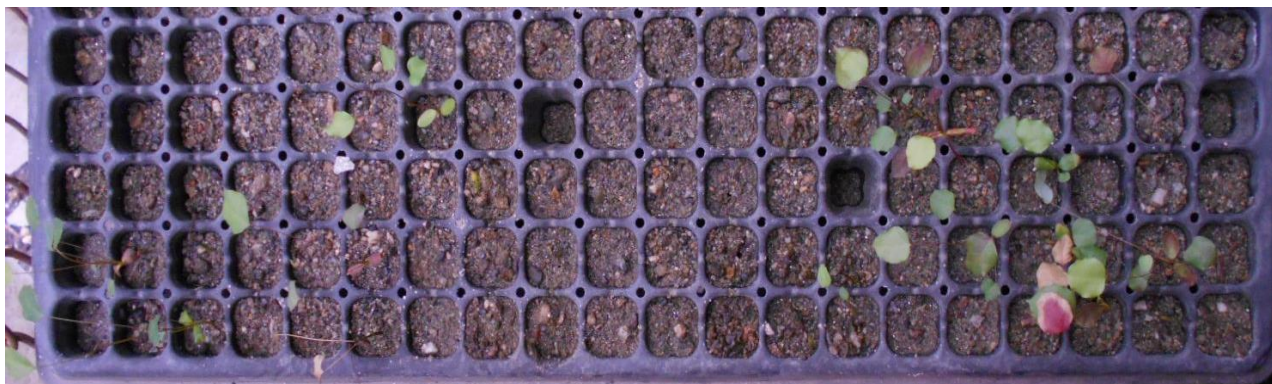
b).



Fotografía 39. Fecha 18 agosto 2016, a). individuos germinados con tratamiento número 8, para la fecha existen 17 individuos germinados, **b).** algunos individuos presentan cotiledones.



Fotografía 40. Fecha 24 septiembre 2016. Las líneas rojas indican las semillas germinadas con el tratamiento número 8, para la fecha existen 10 semillas germinadas de *Berberis goudotii*.



Fotografía 41. Fecha 22 noviembre 2016. La fotografía muestra las plántulas germinadas bajo el tratamiento número 8, para la fecha existen 15 individuos.



Fotografía 42. Fecha: 05 febrero 2017, para la fecha existe 11 individuos vivos



Fotografía 43. Fecha: 10 mayo 2017, los individuos no Presentan cotledones

ANEXO 18. FOTOGRAFÍAS PROPAGACIÓN ASEJUAL CON ENRAIZADOR *Berberis goudotii*.

a).



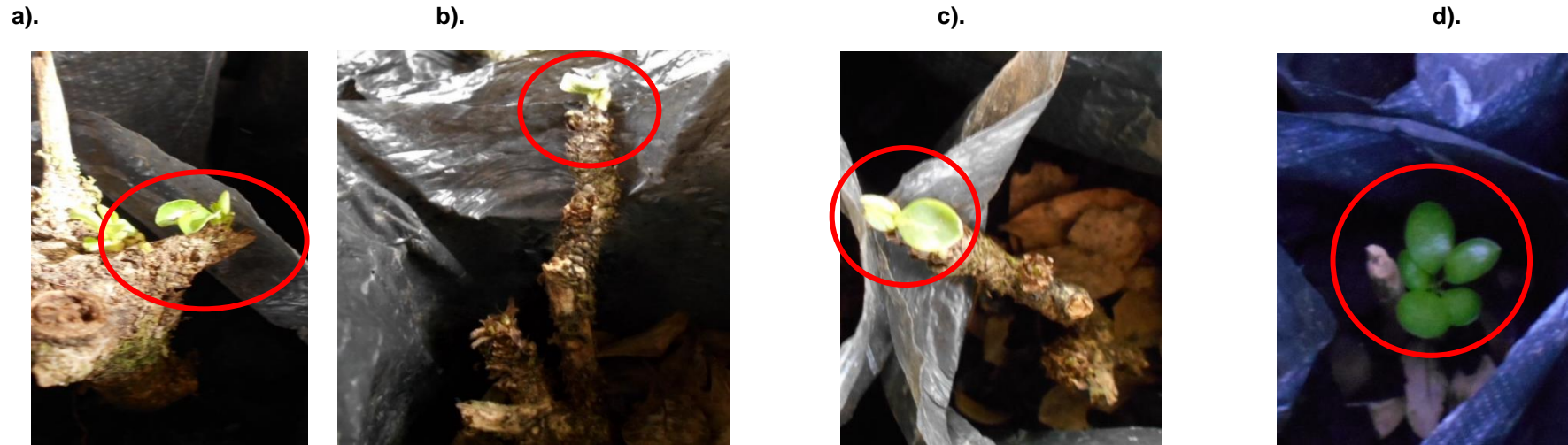
b).



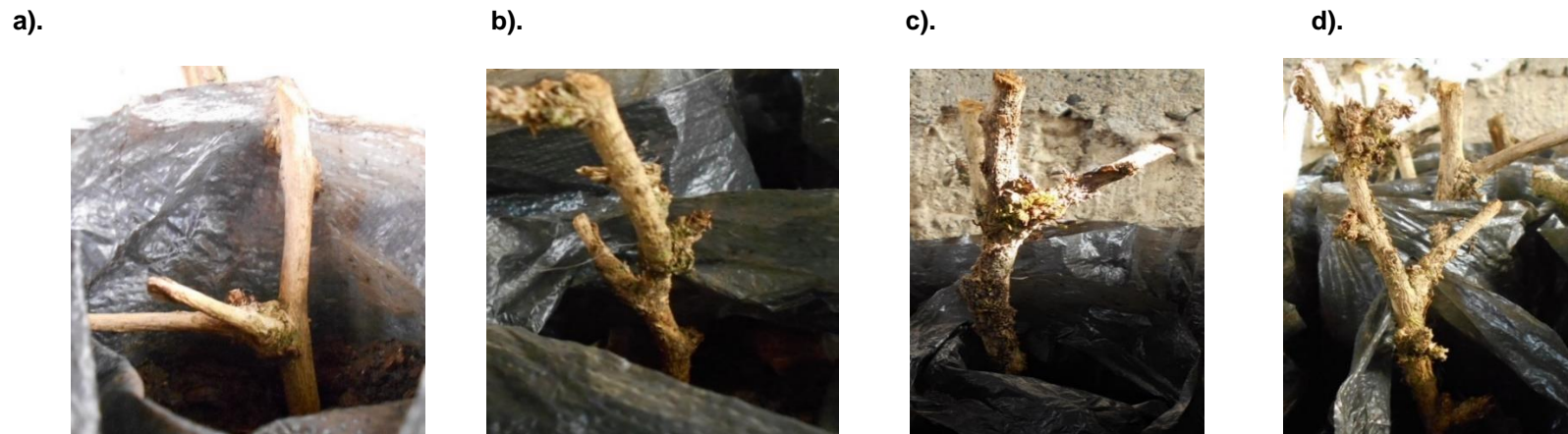
c).



Fotografía 44. Fecha 26 junio 2016. a). Individuo con presencia de un rebrote el cual se indica con el círculo rojo, así mismo, para la figura b). La estaca presenta un solo reborte que se indica con el círculo rojo y finalmente la figura c). es una estaca que presenta dos rebortes



Fotografía 45. Fecha 18 julio 2016 a). Los círculos rojos indican los rebrotes, por ejemplo en esta estaca existe dos con presencia de hojas **b) y c)** estas figuras hacen parte de la mismo estaca, las líneas rojas indican la ubicación del robrote, para este caso existe uno, la figura **d)**. presenta un individuo con un rebrote.



Fotografía 46. Fecha 12 septiembre 2016. a), b), c) y d) son estacas que no presentan rebrote, como la mayoría de individuos, las cuales tiempo después mueren.

ANEXO 19. FOTOGRAFÍAS PROPAGACIÓN SEXUAL *Aphelandra acanthus*

19.1. Fotografías tratamiento 2 (Desinfección y agua hirviendo).



Fotografía 47. Fecha 20 octubre 2016



Fotografía 48. Fecha 22 noviembre 2016.



Fotografía 49. Fecha: 22 enero 2017



Fotografía 50. Fecha: 10 mayo 2017



Fotografía 51. Fecha: 10 mayo 2017

19.2.Fotografías tratamiento 3.



Fotografía 52. Fecha 20 octubre



Fotografía 53. Fecha 22 noviembre 2016



Fotografía 54. Fecha 04 diciembre 2016



Fotografía 55. Fecha: 10 mayo 2017



Fotografía 56. Fecha: 10 mayo 2017

19.3.Fotografías tratamiento 4 (Desinfección sin tratamiento pregerminativo).



Fotografía 57. Fecha 18 agosto 2016



Fotografía 58. Fecha: 24 septiembre



Fotografía 59. Fecha: 22 noviembre 2016



Fotografía 60. Fecha: 04 diciembre 2016

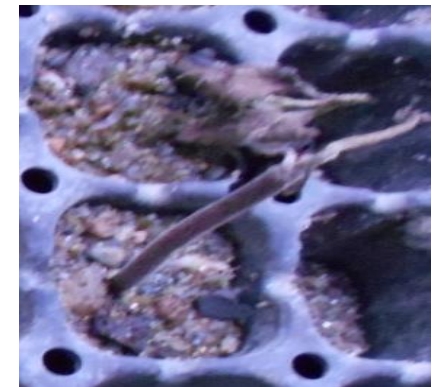


Fotografía 61. Fecha: 10 mayo 2017



Fotografía 62. Fecha: 10 mayo 2017

19.4. Fotografías tratamiento 6 (Sin desinfección y agua hirviendo)



Fotografía 63. Fecha: 18 agosto. Fotografía 64. Fecha 03 septiembre. Fotografía 65. Fecha: 24 septiembre. Fotografía 66 Fecha: 04 octubre

ANEXO 20. FOTOGRAFÍAS PROPAGACIÓN ASEJUAL CON ENRAIZADOR *Aphelandra acanthus*.

a).



b).



c).



Fotografía 67. Fecha 85 junio 2016. a), b) y c). Las anteriores figuras son algunas estacas que presentarán rebrote, los cuales se indican con los círculos o flechas en la figura.

a).



b).



c).



Fotografía 68. Fecha 18 julio 2016. a), b), c). las anteriores figuras son algunas de las estacas que presentan rebrote con hojas.

a)-



b)-



Fotografía 69. Fecha 12 septiembre 2016. a) y b) las anteriores figuras son de las estacas que lograron sobrevivir y tener rebrote, presentando para esta fecha, 8 individuos con hojas bien desarrolladas.

a).



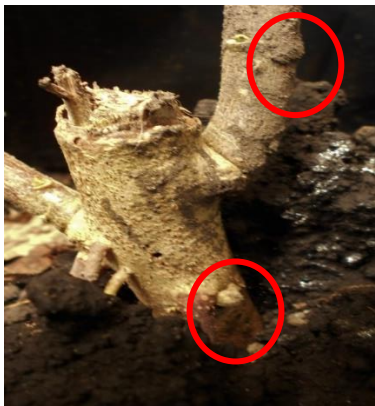
b).



Fotografía 70. Fecha 05 Febrero 2017. a) y b). Las anteriores figuras son algunas de las estacas que se mantienen a la fecha, las cuales han sido trasplantadas a bolsas negras de polietileno con mayor capacidad.

ANEXO 21. FOTOGRAFÍAS PROPAGACIÓN ASEXUAL SIN ENRAIZADOR *Aphelandra acanthus*.

a)-



b).



c).



Fotografía 71. a), b) y c). Fecha 10 junio 2016. Las anteriores fotografías corresponden a algunos individuos que presentan rebrote para la presente fecha, los cuales son señaladas por medio del círculo rojo.

a).



b).



c).



Fotografía 72. a), b) y c). Fecha 18 julio 2016. Las anteriores fotografías corresponden a individuos que para la fecha presentan un grado mayor de desarrollo en cuanto a hojas.

a).



b).



Fotografía 73. a), b). Fecha 12 septiembre 2016.

a).



b).



Fotografía 74. a), b) y c). Fecha 05 febrero 2017. Los anteriores individuos son las estacas que logran sobrevivir y tener rebrote sin el uso de enraizador, para esta fecha han sido colocadas en bolsas negras de polietileno con mayor capacidad.