

**PROTOCOLOS DE PROPAGACIÓN EX SITU PARA LAS ESPECIES  
“FRAILEJÓN” *Espeletia curialensis* Var. *exigua* Y “ROMERO DE CASTILLA”  
*Diplostephium revolutum* S.F BLAKE COMO PROYECTO PARA LA  
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL EL  
COCUY**

**EDDY ALEJANDRA MARROQUIN RAMIREZ  
LIZETH XIMENA SIERRA CORZO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA  
IPRED  
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL  
MÁLAGA  
2016**

**PROTOCOLOS DE PROPAGACIÓN EX SITU PARA LAS ESPECIES  
“FRAILEJÓN” *Espeletia curialensis* Var. *exigua* Y “ROMERO DE CASTILLA”  
*Diplostephium revolutum* S.F BLAKE COMO PROYECTO PARA LA  
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL EL  
COCUY**

**EDDY ALEJANDRA MARROQUIN RAMIREZ  
LIZETH XIMENA SIERRA CORZO**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Forestal**

**Directora  
DORA ANGELICA MACHUCA GARCIA  
Ingeniera Forestal**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA  
IPRED  
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL  
MÁLAGA  
2016**

## **DEDICATORIA**

Hoy le doy gracias a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos y este proyecto exitosamente. Dedico este logro a mis padres José Gustavo y Odilia porque sé cuánto fue el esfuerzo con el que ellos me dieron cada una de las cosas que necesitaba para poder llevar a cabo cada uno de los proyectos que día a día me proponía, a mi hermano Andrey porque es el hombre más valioso que he podido conocer el que con solo una palabra me llena de fuerzas para poder continuar y no dejar nada botado a pesar de las circunstancias que se presentan , a mi hermana Eliana que es mi Ingeniera favorita mi guía amiga y cómplice de aventuras, a Rafa quien fue mi segunda mamá que siempre me apoya en las decisiones que tomo sabiendo que son las mejores para mi vida, su esposos e hijos que de una u otra forma siempre me apoyaron, también a Xime mi amiga y compañera de grado por la motivación y paciencia que tuvo durante la ejecución del mismo. Y en fin a todas aquellas personas que me ayudaron a formar como persona y profesional mil y mil gracias.

**Con Amor Aleja**

## **DEDICATORIA**

Primero que todo quiero agradecer a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida satisfactoriamente, a mis padres Ciro Alfonso y María Helena, ustedes me dieron la vida, amor, buen ejemplo y apoyo incondicional, por estar conmigo siempre, por amarme y brindarme su confianza , a mi hermana Yuly Catherine y mi cuñado Jhon Fredy los ingenieros más brillantes que conozco por ser el mejor ejemplo que he podido tener, a mi hermano Andrés porque su amor y su apoyo incondicional me han dado fortaleza para cada decisión en mi vida, a Luis Manuel Leal mi compañero de sueños y el amor de mi vida porque su apoyo y su lucha han hecho que este día llegara, por nunca perder la fe en mí y por haberme regalado los dos tesoros más grandes de mi vida, amor a ti mil y mil gracias, a mis hijas María Isabella y Sara Sofía porque es por ellas que lucho cada día sin desfallecer, a Aleja mi compañera de proyecto y mi amiga porque su paciencia y perseverancia han hecho que los resultados de este proyecto hayan sido tan satisfactorios, a mi cuñada Maye y a Alejito porque sé que siempre cuento con ellos, a mi suegra, a mis abuelos, tíos y primos, a ellos por estar siempre conmigo y a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron parte de este proceso por que cada quien y a su manera han aportado un granito de arena para que yo hoy pueda decir “ este es otro sueño mas hecho realidad ”

**Con Amor Ximena**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Ecodes Ingeniería por darnos la oportunidad de trabajar junto a ellos para la realización de este proyecto dándonos la confianza durante la ejecución del mismo.

A los funcionarios del Parque Nacional El Cocuy, porque los aportes que nos brindaron y experiencia laboral en el trabajo de campo.

A la Universidad Industrial de Santander por prestarnos sus equipos e instalaciones para adelantar el trabajo de laboratorio.

A la ingeniera Dora Angélica Machuca por ser la directora del proyecto y a todas las personas, familiares y amigos que nos brindaron su colaboración para sacar este proyecto adelante.

A los ingenieros Andrés y Marlon quienes fueron los jurados del proyecto, por las correcciones que nos exigieron para mejorar nuestro proyecto.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	19
1. PROBLEMA	21
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	21
2. JUSTIFICACIÓN.	22
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO REFERENCIAL	25
4.1 MARCO TEÓRICO	25
4.1.1 Parque Nacional Natural El Cocuy	25
4.1.2 Aspectos climáticos	26
4.1.3 Vegetación	26
4.1.4 Los páramos y la alta montaña	27
4.1.5 El papel de la propagación en la restauración ecológica	30
4.1.6 Barreras para la propagación referentes al material vegetal	31
4.2 MARCO CONCEPTUAL	32
4.3 MARCO LEGAL	35

5. DISEÑO METODOLÓGICO	37
5.1 TIPO DE ESTUDIO	37
5.2 AREA DE ESTUDIO	37
5.3 SITIOS DE RECOLECCION DE SEMILLAS	38
5.3.1 Unidad de recolección 1: Chorrerón	38
5.3.2 Unidad de recolección 2: Lagunillas	39
5.3.3 Unidad de recolección 3: Ahogadero	39
5.3.4 Recolección de las semillas	39
5.4 DURACIÓN DEL ESTUDIO	41
5.5 ANALISIS DE CALIDAD DE SEMILLA Y TRATAMIENTOS	41
5.6 MANEJO DEL ESTUDIO	42
5.6.1 Fase de campo para reproducción sexual:	42
5.6.2 Fase de campo para reproducción asexual	43
5.6.3 Fase de escritorio y análisis	44
5.7 DISEÑO EXPERIMENTAL	44
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	47
6.1 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS SEMILLAS	47
6.2 GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS	47
6.2.1 Tratamiento pregerminativo via sexual	48
6.2.2 Propagación	50
6.2.3 Tratamiento pregerminativo vía asexual:	50
6.2.4 Obtención de las estacas	51

6.2.5 Tratamiento inductivo de enraizamiento	51
6.2.6 Diseño experimental para enraizamiento de “Romero de Castilla”:	51
6.3 PREPARACION DEL MATERIAL DE VIVERO.	51
6.3.1 Preparación del sustrato:	51
6.3.2 Germinadores y siembra:	52
6.4 DISEÑOS DE SIEMBRA	52
6.4.1 Diseño general	52
6.4.2 Diseño de siembra del “Romero de Castilla”	53
6.4.3 Diseño de siembra del “ <i>Frailejón</i> ”	53
6.4.4 Diseño de siembra “Romero de Castilla” por estaca	54
6.5 CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES GERMINADAS.	55
6.5.1 Seguimiento y control de estacas	55
6.5.2 Modelos de tablas de concentración de datos	55
6.6 TRANSFORMACION DE DATOS	55
6.6.1 Resultados del análisis dela semilla	55
6.6.2 Datos de laboratorio	56
6.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	60
7. CONCLUSIONES	64
8. RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFIA	68
ANEXOS	71

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Mapa de la zona de estudio	38

## LISTA DE IMAGENES

	<b>Pág.</b>
Imagen 1. Semillas de <i>Romero de castilla</i>	40
Imagen 2. Semillas del Frailejón	41

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Modelo de análisis de varianza para los tratamientos objeto de estudio	45
Tabla 2. Relación de cantidad de semillas, tratamiento pre-germinativo, sustancia a aplicar y duración para la especie <i>Romero de Castilla</i>	49
Tabla 3. Tratamientos pregerminativos para "Frailejón" ppm= partes por millón.	49
Tabla 4. Relación de cantidad de estacas, tratamiento pre-germinativo, sustancia a aplicar y duración Para la especie "Romero de Castilla"	51
Tabla 5 . Diseño de siembra general para las especies objeto de estudio	52
Tabla 6. Diseño de bloques completamente al azar para la siembra del "Romero de Castilla"	53
Tabla 7. Diseño de bloques completamente al azar de siembra del " <i>Frailejón</i> ".	54
Tabla 8. Diseño de siembra del "Romero de Castilla" por medio de reproducción asexual	54
Tabla 9. Viabilidad de las semillas "Romero de Castilla" en las zonas de estudio	56
Tabla 10. Viabilidad de semillas del "Frailejón" en las zonas de estudio.	56
Tabla 11. Porcentaje de pureza de las semillas.	57
Tabla 12. Promedio de peso de las semillas por especie.	57
Tabla 13. Viabilidad de la especie "Romero de Castilla" en el sitio Chorrerón	58
Tabla 14. Viabilidad de la especie "Romero de Castilla" en el sitio Lagunillas	59
Tabla 15. Viabilidad de la especie " <i>Frailejón</i> " por tratamiento.	59
Tabla 16. Datos de germinación de las especies con su respectivo sitio.	60
Tabla 17. Diseño de parcelas por tratamiento	62



## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Formato de registro de recolección de semillas	71
Anexo B. Formato para el análisis de calidad de semillas	71
Anexo C. Formato de registro de germinación de semillas.	71
Anexo D. Formato de seguimiento de germinación de semillas	71
Anexo E. Formato de seguimiento para inducción por enraizamiento.	72
Anexo F. Romero de castilla	73
Anexo G. Frailejón	85
Anexo H. Selección de árboles y obtención del material	90
Anexo I. Preparación del sustrato	91
Anexo J. Pruebas de viabilidad de las semillas	92
Anexo K. Tratamientos y enraizadores y preparación	93
Anexo L. Instalación de bandejas y marcación respectiva	94
Anexo M. Embrión de las semillas	95
Anexo N. Seguimiento	95

## RESUMEN

**TITULO:** PROTOCOLOS DE PROPAGACION EX SITU PARA LAS ESPECIES “FRAILEJON ” *Espeletia curialensis* Var. exigua Y “ROMERO DE CASTILLA” *Diplostephium revolutum* S.F BLAKE COMO PROYECTO PARA LA RESTAURACION ECOLOGICA EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL EL COCUY\*.

**AUTORES:** EDDY ALEJANDRA MARROQUIN RAMIREZ y LIZETH XIMENA SIERRA CORZO. \*\*

**PALABRAS CLAVES:** PROTOCOLO, PROPAGACION, FRAILEJON, ROMERO, GERMINACION.

### DESCRIPCIÓN:

El presente documento, desarrolla el protocolo de propagación para las especies de Frailejón *Espeletia curialensis* var. *Exigua* la cual es una especie endémica de Colombia y de la cordillera oriental, cuya distribución se restringe al corredor biológico Pisba-El Cocuy, entre los 2900 y 3650 m.s.n.m (Rodríguez, 2006). Esta variedad fue descrita en el 2007, además de ser catalogada como una especie Valor Objeto de Conservación (VOC) para el PNN El Cocuy (PNNC, 2007) y el *Diplostephium revolutum* conocido localmente como “Romero”, especie de la cual se conoce poco acerca de su propagación y de los requerimientos y métodos adecuados para tal fin, por lo que el desarrollo de los ensayos propuestos permitió obtener información para viabilizar la germinación y propagación de dichas especies. La primera parte del documento hace referencia a las características y la descripción general de las especies, cuya información fue punto de partida para la selección de los métodos adecuados para la propagación, los cuales se desarrollaron en la segunda parte, especificando los aspectos relacionados con la obtención y el manejo del material vegetal y los requerimientos específicos para cada ensayo de propagación. Finalmente se establece las actividades y los correspondientes formatos para el registro, control y seguimiento del proceso de propagación; a pesar de la baja germinación de las especies se logra tener información detallada acerca de los tratamientos empleados para que sean tomados como base para próximos ensayos de investigación que se desee implementar con dichas especies

---

\* Trabajo de grado

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Directora: Dora Angélica Machuca García., Ingeniera Forestal.

## ABSTRACT

- TITLE:** EX SITU PROPAGATION PROTOCOLS FOR "FRAILEJON" *Espeletiacurialensis* Var. *Exigua* AND "ROMERO DE CASTILLA" *Diplostephium revolutum* S.F BLAKE SPECIES AS A PROJECT FOR ECOLOGICAL RESTORATION IN NATIONAL NATURAL PARK EL COCUY.\*
- AUTHORS:** EDDY ALEJANDRA MARROQUIN RAMIREZ and LIZETH XIMENA SIERRA CORZO\*\*
- KEYWORDS:** PROTOCOL, PROPAGATION, FRAILEJON, ROMERO, GERMINATION.
- DESCRIPTION:**

The current document develops the propagation protocol of the Frailejón species *Espeletia curialensis* var. *Exigua*, this Frailejón is an endemic species from the eastern mountain range located in Colombia, whose distribution is restricted to the Pisba-El Cocuy biological corridor, among 2900 and 3650 metres above sea level. (Rodríguez, 2006). This variety was described in 2007, in addition to being cataloged as a Conservation Value Object (CVO) species for the El Cocuy NNP (PNNC, 2007) and the *Diplostephium revolutum*, known as "Romero", It is a species that has Very little information about his propagation and the requirements and methods suitable for it. Due to which the development of the proposed trials allowed to obtain information to enable the germination and propagation of these species. The first part of this document refers to the characteristics and general description of the species. This information was the starting point for the selection of the appropriate methods for the propagation of the species, which were developed in the second part, specifying the aspects related to obtaining and management of the plant material and the specific requirements for each test of propagation. Finally, the activities and corresponding formats are established for the registration, control and monitoring of the propagation process; In spite of the low germination of the species it is possible to have detailed information about the treatments used to be taken as the basis for the next research tests that are desired to be implemented with these species.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Directora: Dora Angélica Machuca García., Ingeniera Forestal.

## INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Natural El Cocuy en los últimos años ha venido disminuyendo su cobertura vegetal según lo afirma el Plan de Manejo PNN el Cocuy 2005 - 2009)<sup>1</sup>, el páramo posee un área de 174.711 Ha las cuales incluyen el parque y sus zonas aledañas, según el mapa de coberturas actual el área de paramo es de 139.069 Ha, lo que quiere decir que por acción antrópica se ha transformado este paramo en praderas para ganado y cultivo en cerca de 35.600 Ha. Dentro del parque esta cobertura tiene un área actual de 118.336 Ha; lo cual quiere decir que dentro de parque se han transformado 9.600 Ha, que son destinadas especialmente para ganadería de ovinos, caprinos y caballares que mantienen los campesinos de los municipios de Chiscas, El Cocuy y Guican; por tal razón se ha creado el Programa de Propagación de dos especies importantes, “Frailejón” (*Espeletia curialensis* Var. exigua) y “Romero de Castilla” (*Diplostephium revolutum* S.F Blake); esto con el fin de generar nueva información acerca del manejo que se debe dar a dichas especies para su germinación, utilizando como base los protocolos de propagación establecidos en la metodología de trabajo del presente proyecto.

Se establece la necesidad de investigar sobre los vacíos de información de las especies “Frailejón” Y “Romero de Castilla”, y como estrategia avanzar en la consolidación de los protocolos de propagación del material vegetal a emplear en el proceso de restauración. Por otro lado, no basta solo con llevar a cabo ejercicios de propagación, también se debe realizar el registro y divulgación de dichas experiencias, para visibilizar los esfuerzos realizados y consolidar los resultados como la base física y teórica para la continuación de los procesos y como referencia

---

<sup>1</sup> REPUBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Plan de manejo 2005-2009 Parque Nacional Natural Del Cocuy [en línea]. Bogotá (Colombia): Parques Nacionales Naturales De Colombia, 2005. p.132. [Consultado 10 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/PlandeManejoPNNElCocuy.pdf>

para posteriores experiencias. Bajo estos preceptos y a través de diferentes ejercicios de construcción participativa y del diálogo de saberes con los funcionarios del PNN El Cocuy, se seleccionaron las especies de importancia estratégica para las coberturas de frailejonales y arbustales, cuya construcción en conjunto es un aporte esencial para el desarrollo y al cumplimiento de los objetivos de la propagación del material vegetal y de la restauración ecológica en el PNN El Cocuy.

Teniendo en cuenta que no existe información puntual acerca de la propagación de las especies anteriormente descritas se tomó como referencia el estudio realizado por algunos Ingenieros de la Universidad Distrital en donde se realizó “Análisis de la respuesta de ocho especies nativas del bosque alto andino ante dos métodos de propagación”<sup>2</sup> en el que se encuentra el estudio de propagación del *Diplostephium rosmarinifolium* especie con características similares a las del *Diplostephium revolutum* S.F Blake pertenecientes a la misma familia y género.

El presente documento, desarrolla el protocolo de propagación para las especies “Romero de Castilla” y “Frailejón” especies de las cuales se conoce poco acerca de su propagación y de los requerimientos y métodos adecuados para tal fin, por lo que el desarrollo de los ensayos propuestos permitirá obtener la información necesaria para viabilizar la germinación y propagación de las especies. La primera parte del documento hace referencia a las características y la descripción general de las especies, cuya información es punto de partida para la selección de los métodos adecuados para la propagación, los cuales son abordados en la segunda parte, especificando los aspectos relacionados con la obtención y el manejo del material vegetal y los requerimientos específicos para cada ensayo de propagación. Finalmente, se establecen las actividades y los correspondientes formatos para el registro, control y seguimiento del proceso de propagación.

---

<sup>2</sup> CASTAÑEDA G., Sandra Lilibiana; [... y otros]. Análisis de la respuesta de ocho especies nativas del bosque alto andino ante dos métodos de propagación. *Revista Colombia Forestal*. 2007, nro. 20. p. 79-90.

## 1. PROBLEMA

La falta de información acerca de algunas características claves como la descripción de las semillas, su germinación y los modos de propagación para las especies “Frailejón” y “Romero de Castilla” que influye directamente sobre la construcción e implementación del protocolo como proceso de propagación de material vegetal.

### 1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Los protocolos de propagación son una herramienta para consolidar de manera completa y correcta las actividades a seguir en el proceso de producción o propagación de material vegetal, independientemente del método empleado con el fin de reproducir las especies de interés en el tiempo, con los insumos y las condiciones de temperatura, humedad y riego requeridas (Pérez, 2011)<sup>3</sup>. Por tal motivo, se establece la necesidad de investigar sobre estos vacíos de información y como estrategia avanzar en la consolidación de los protocolos de propagación del material vegetal a emplear en el proceso de restauración ya que se tiene muy poca información acerca de dichas especies.

---

<sup>3</sup> PÉREZ SUÁREZ, Bibiana. Observaciones sobre la germinación de tres especies del género *Citharexylum Jacq.* empleadas en restauración ecológica. *Revista Colombia Forestal*. 2011, nro. 2. P. 137-143.

## 2. JUSTIFICACIÓN.

El éxito en la propagación del material vegetal es una de las claves para lograr la eficacia inicial de un proceso de restauración ecológica activa, razón por la cual se hace preponderante el desarrollo de investigación enfocada en el conocimiento acerca de los aspectos relacionados con la propagación de especies, tales como la germinación y el establecimiento de plántulas (Cabrera y Ramírez, 2014)<sup>4</sup>. Pero no basta solo con abordar los aspectos meramente prácticos, si no también entender cómo éstos aspectos se relacionan con los factores del medio donde crecen las especies. Los atributos y características de las especies seleccionadas para restaurar deben ser acordes con las dinámicas del ecosistema, del suelo y por supuesto teniendo en cuenta la historia del disturbio.

Además, los rasgos particulares respecto a la forma de reproducción de determinada especie, las semillas, las tasas de crecimiento entre otros, permiten establecer las pautas para la formulación de las estrategias de propagación, la planificación del establecimiento, así como las cantidades requeridas de material vegetal y las adaptaciones y técnicas necesarias en vivero (Vargas y Pérez 2014)<sup>5</sup>. Por otro lado, al conocer las características específicas de las semillas permite llevar a cabo el correcto almacenamiento de las mismas, con el fin de mantener sus propiedades fisiológicas y físicas para ser usadas en posteriores fases de la restauración.

---

<sup>4</sup> CABRERA, Marian y RAMÍREZ Wilson. Restauración ecológica de los páramos de Colombia: Transformación y herramientas para su conservación. [en línea]. Bogotá (Colombia): Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014. p.67 [Consultado en Noviembre 2016]. Disponible en: [http://unicencia.ambientalex.info/infoCT/restauracion\\_paramos\\_baja.pdf](http://unicencia.ambientalex.info/infoCT/restauracion_paramos_baja.pdf)

<sup>5</sup> VARGAS RIOS, Orlando y PÉREZ MARTINEZ, Laura Victoria. Semillas de plantas de páramo: ecología y métodos de germinación aplicados a la restauración ecológica. [en línea]. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, 2014. p.43 [Consultado en Noviembre 2016]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/265847972\\_Semillas\\_de\\_plantas\\_de\\_paramo\\_ecologia\\_y\\_metodos\\_de\\_germinacion\\_aplicados\\_a\\_la\\_restauracion\\_ecologica](https://www.researchgate.net/publication/265847972_Semillas_de_plantas_de_paramo_ecologia_y_metodos_de_germinacion_aplicados_a_la_restauracion_ecologica)

El frailejón no ha sido registrada como una especie en categoría de amenaza y no se encuentra incluida en los listados oficiales de flora amenazada (CITES y UICN, 2015)<sup>6</sup>. Sin embargo, de acuerdo a lo reportado por UNAL (2012) esta es una especie que se encuentra en la categoría de “Casi Amenazada” de acuerdo a lo establecido en el libro rojo de Palmas, Zamias y Frailejones.

La especie “Romero de castilla” no ha sido catalogada como una especie en algún estado de amenaza y no se encuentra incluida en los listados oficiales de flora amenazada (CITES y UICN, 2015). Sin embargo, se considera importante el fortalecimiento de las estrategias direccionadas a la conservación de la especie para contrarrestar las presiones sobre la flora y la vegetación nativa del páramo.

---

<sup>6</sup> CALDERON, Eduardo; GALEANO, Gloria y GARCIA, Nestor. Libro rojo de plantas de Colombia, volumen 2 palmas, frailejones y zamias. [en línea]. Bogotá (Colombia): IAVH, 2005. p.225-228. [Consultado en Noviembre 2016]. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/es/component/k2/item/277-libro-rojo-de-plantas-de-colombia-vol-2-palmas-frailejones-y-zamias-serie-libros-rojos-de-especies-amenazadas>

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Establecer los protocolos de propagación ex situ para las especies “Frailejón” *Espeletia curialensis*\_Var. Exigua Y “Romero de Castilla” *Diplostephium revolutum* S.F Blake como proyecto para la restauración ecológica en el parque Nacional Natural El Cocuy.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar los sitios y la fuente semillera para la recolección y selección del material vegetal de las especies requeridas para la propagación de las mismas.

Evaluar semanalmente el proceso de germinación y/o rebrote, como la evolución de las especies propagadas.

Analizar los resultados obtenidos durante la realización y ejecución del proyecto.

Determinar el poder germinativo y el desarrollo de las especies, a través de los datos obtenidos durante la realización y ejecución del proyecto

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 MARCO TEÓRICO

**4.1.1 Parque Nacional Natural El Cocuy<sup>7</sup>:** el área de influencia del PNN El Cocuy incluye varios municipios en cinco departamentos, a saber: Norte de Santander: Toledo, Cácuta y Chitagá; Santander: Cerrito, Concepción, Carcasí, San Miguel y Macaravita; Boyacá: Cubará, Chiscas, El Espino, Panqueba, Guacamayas, Güicán, El Cocuy, Chita, Socotá, Pisba y Paya; Arauca: Saravena, Fortul y Tame; y Casanare: La Salina, Sácama y Támara. La vía circunvalar al área de influencia del Parque sigue la siguiente ruta, en sentido contrario a las manecillas del reloj: Cubará – Gibraltar – Samoré – La Mesa – Bata – Fenicia – Cácuta – Chitagá – Presidente – Cerrito – Concepción – Málaga – Capitanejo – El Espino – El Cocuy – Chita – Sácama – Tame – Fortul – Saravena – Cubará, pasando en el costado occidental por los departamentos de Santander y Boyacá, y en el costado oriental por Casanare, Arauca y Norte de Santander.

En la vertiente oriental de la cordillera, las cuencas de los ríos Arauca y Casanare, están habitadas al sur oriente por comunidades campesinas con marcada influencia llanera, y se encuentra en aceptable estado de conservación a pesar de los procesos de colonización anteriores a la creación del Parque Nacional Natural El Cocuy. El nororiente se encuentra habitado por la comunidad indígena U'wa, esta Comunidad Indígena de los U'wa que ocupa el 30% de las 306.000 hectáreas, ha jugado un papel importante ya que como grupo, han contribuido a la conservación y protección de la biodiversidad del parque, acciones que desde 1995 se ha visto fortalecidas; con mecanismos de comunicación entre, las directivas y personal del PNN El Cocuy y Comunidad Indígena U'wa.

---

<sup>7</sup> PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Óp. Cit., p.63-67.

**4.1.2 Aspectos climáticos:** los factores que condicionan el clima en el área del PNN El Cocuy están relacionados con su latitud, altitud, topografía, Zona de Confluencia Intertropical, diferencias bioclimáticas entre los dos flancos cordilleranos y los vientos Alisios del Noreste y Sureste. Este clima condiciona su desarrollo vegetal, su desarrollo geomorfológico, su orogénesis y el establecimiento de la red hídrica (PNN El Cocuy, 2005). El complejo de páramos de El Cocuy presenta una temperatura media multianual de 6,4 °C y un régimen de precipitación bimodal con dos periodos húmedos y dos secos, con valores mínimos en el mes de enero y máximos en el mes de abril (UAESPNN, 2005 citado por Camacho y Marroquín, 2014)<sup>8</sup>.

Debido a su extensión, el clima de este complejo es variable, desde húmedo (vertiente occidental) hasta pluvial (vertiente oriental), de acuerdo con el estudio de IGAC y Corpoica (2002), citado por Camacho y Marroquín, (2014).. En general se define como una zona de páramo de alta pluviosidad y riqueza hídrica que se caracteriza por presentar poca o ninguna deficiencia en cuanto a aguas durante el año. Es considerada como una zona húmeda incluso durante los meses secos, gracias al aporte hídrico debido al deshielo glacial y a las bajas temperaturas que mantienen controlados los niveles de evapotranspiración (CDMB, 2002 citado por Camacho y Marroquín, 2014).

**4.1.3 Vegetación:** en alturas superiores a los 3.500 m se encuentran las zonas más conocidas del parque, y se destacan ecosistemas de alta montaña como son los subpáramos, páramos y superpáramos, con vegetación típica de alta montaña como: *Espeletia grandiflora*, *Espeletia murilloi*, *Espeletia incana*, *Espeletiaopsis sp*, *Diplostegium columbianum*, *Escallonia myrtilloides*, *Pernettya prostrata*, *Cyperus rufus*, *Weinmannia microphylla*, *Chusquea spencei*, *Miconia salicifolia*, *Hypericum*

---

<sup>8</sup> CAMACHO, Darío y MARROQUIN, Jhezmin. Análisis de Insectos Coleoptera asociados a la Afectación de Frailejón *Espeletia lopezii*, en el Páramo del Costado Occidental del Parque Nacional Natural El Cocuy. Trabajo de Grado Ingeniería Forestal. Málaga: Universidad Industrial de Santander. Programa Ingeniería Forestal, 2014.p.30 – 32

*goyanessi*, *Sphagnum* sp., *Chusquea tessellata* y *Puya goudotiana* sp., asociada con *Sphagnum magellanicum*, *Myrteola nummularia*, *Puya goudotiana* e *Hypericum juniperinum*, entre otras.<sup>9</sup>

**4.1.4 Los páramos y la alta montaña:** los estudios geomorfológicos de los páramos se asume entonces bajo el concepto de sistemas morfogénico, SENSUL\_ IDEAM- Universidad Nacional, (1996) citado por Alarcón y colaboradores (2002), en el cual el sistema morfo génico presenta el espacio en el que circunscribe un conjunto de procesos dominantes y condicionados por factores como la estructura geológica, condiciones bioclimáticas, la pendiente, los suelos, los modelados y las formas de ocupación antigua. Geomorfológicamente la alta montaña se divide en cuatro unidades o sistemas morfo génicos: glaciar, periglaciar, modelo glaciar heredado y montaña alto andina inestable, con características propias en cuanto a ubicación altitudinal, procesos y geofomas. De estas unidades de Alta Montaña en la unidad modelo glaciar heredado IDEAM- Universidad Nacional (1996) citado por Alarcón y colaboradores (2002), reportan la ocurrencia de la vegetación de paramo entre las altitudes 3.200 metros y 4.000 metros. Por otra parte, los mismos autores encuentran que la unidad periglaciar corresponde con el superpáramo, en tanto que la montaña alto-andina inestable es equivalente al piso bioclimático Alto Andino.

**Bosques Alto Andinos:** se trata de las áreas de cobertura boscosa que se encuentran naturalmente desde el límite inferior del área de estudio hasta aproximadamente los 3.500 msnm. Son bosques de bajo porte, que presentan generalmente en las laderas abrigadas y húmedas, principalmente en los páramos de los Frallones de Cali, Frontino, Tatamá, Chgingaza, la Rusia y Santa Isabel.

**Páramo:** son ecosistemas de reconocida importancia por su función como reguladores y abastecedores de agua. Se encuentran principalmente representándose en la cordillera Oriental y la Sierra Nevada de Santa Marta; en

---

<sup>9</sup> ALARCON HINCAPIE; [... y otros]. Óp. Cit. p. 213.

segundo lugar, en la cordillera Central; también aparece en pequeñas áreas de la cordillera Occidental, siendo uno de los más conocidos el de Tatamá, entre los departamentos de Risaralda y Valle del Cauca. El páramo se caracteriza por la presencia de arbustos y árboles de porte enano generalmente pertenecientes a la familia Asteraceae (Chilco), o por *Consocietas de Polilepys serícea* wedd (Sietecuerales Coloraditos o Sietecascas); así por extensas zonas abiertas denominadas frailejones constituidos principalmente por *Espeletia Grandiflora* umb y onpl (Frailejon); Puyales *Puya goudotiana* Mez. Y Chuscales (*Chusquea* sp); los arbustos más importantes son los “chites” *Hypericum* sp (cuatrecasas 1958, citado por Alarcón y colaboradores (2002)), y pastizales de extensas formaciones de gramíneas perennes que crecen en macollas erguidas y distantes cercas de medio metro unas de otras (*calamagrotis recta Triana ex setud*). (Paja de paramo) *C. (effusa steud y festuca sp)*.

Entre los géneros más comunes podemos citar: *Poa* sp., *draba* s., *alchemilla* sp., *lupinus* sp., *viola* sp., *genriana* sp., *senecio* sp., *escallonia* sp., *befaria* sp., *calceolaria* sp., *baccharis* sp., *espeletia* sp., *espeletiosis* sp., y *libanothamnus* sp.

**Superpáramo:** es la zona inmediatamente inferior a la nival. La escasa vegetación corresponde principalmente a rosetas de plantas aisladas, prados sobre suelos rocosos y herbazales de bajo porte aislados o en pequeños agregados, dando la sensación de aridez tanto por el porte como por la textura de su follaje. Las criptógamas también ocupan un lugar importante creciendo generalmente sobre rocas expuestas (Churchill y Linares, (1995) citado por Alarcón y colaboradores (2002)). Esta vegetación se encuentra sometida a condiciones extremas de vientos, precipitaciones y temperaturas por debajo de 0°C.

Las especies predominantes corresponden a. *Agrostis* sp, *Aristida* sp, *Cerastium* sp., *Diplostephium revolutum* F. C Blake, *Draba* sp. (Itamo real o Litamo), *Elaphoglossum* sp; *Loricaria complanata* Wedd; *Lupinus* sp, (Chocho, Tauri), *Senecio canescens* (Humb & Bonpl) Cuatrec. (Ámica).

Otras especies propias de estas zonas son: *Aphanactis piloselloides* Cuatrec; *Anthenaria gnaphaloides* (Kunth) Sthandl. ex R. kunth; *Azorella aretioides* Willd Ex DC; *Baccharis rupicola* Humb. Bonpl & Kunth, *Baccharis caespitosa* Pers; *Baccharis caespitosa* (Ruiz & Pav.) Person var. *Alpina* (Kunth) Cuatrec; *Baccharis padifolia* Hieron ex Sod; *Baccharis caldasiana* Cuatrec; *Calamagrostis* sp. (Paja de páramo), *Cotopaxia whitei* Constance & Alverson, *Espeletia* sp (Frailejón), *Eryngium humile* Cav; *Gynoxys* sp; *Ilex* sp. *Lilaeopsis schaffneriana* (Schltdl) J.M Coult & Rose subsp. *Shaffneriana*, *Niphogeton lingula* (Weed) Mathius & Constance, *Niphogeton josei* Mathius & Constance, *Oreomyrrhis andicola* (Lag ex DC.) Hook f.

Las especies citadas se encuentran presentes principalmente en el Parque Nacional Natural Los Nevados (Nevado de Santa Isabel, Nevado del Ruiz), Nevado del Huila, en las sierras Nevadas de Santa Marta y El Cocuy, y en el Macizo colombiano a la altura del volcán Nevado de Puracé.

**Subpáramo:** desde los 3.200 hasta los 3.600 m.s.n.m. Oscila entre los 6 y 10°C, presenta zonas de ecotonia o de contacto con la vegetación de la región andina y vonforma comunidades mixtas. Se caracteriza por el predominio de la vegetación arbustiva, matorrales dominados por especies de *Diplostegium*, *Pentacalia* y *Gynoxys* (Asteraceae), *Hypericum*, *Pernettya* y *Gaultheria*

**Frailejones:** esta unidad corresponde a una gran alianza denominada *Espeletion*, la cual está conformada por numerosas comunidades vegetales caracterizadas por la presencia de frailejones<sup>10</sup>. Excepcionalmente, los frailejones pueden estar presentes por debajo o cerca de los 2.600 msnm, en condiciones climáticas y edáficas particulares (paramos azonales).

Dentro de las comunidades más importantes de esta alianza se encuentra las de *Espeletia uribei* Cuatrec. (Frailejón), la cual alcanza los portes más altos dentro del género, y puede observarse en el páramo de Chingaza; la de *Espeletia argenta*

---

<sup>10</sup> ALARCON HINCAPIE; [... y otros]. Óp. Cit. p. 214.

Humb. & Bonpl. (frailejon), que suele creer en áreas recién intervenidas, y se reconoce fácilmente por los tonos plateados de sus vistosas hojas; la comunidad de *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl. Una de las especies más comunes de frailejón del centro de Colombia, caracterizada por sus hojas amarillas; la comunidad de *Espeletia hartwegiana* subsp. Centroandina Cuatrec., que caracteriza los páramos del sur y centro de Colombia, reconocible por su porte robusto.

Existen numerosas especies de frailejón que no se mencionan aquí, algunas endémicas y otras incluso pertenecientes a otros géneros como el caso de *Libanothamnus sp*, de la Sierra Nevada de Santa Marta, el único frailejón que se ramifica.<sup>11</sup>

**4.1.5 El papel de la propagación en la restauración ecológica:** el éxito en la propagación del material vegetal es una de las claves para lograr la eficacia inicial de un proceso de restauración ecológica activa, razón por la cual se hace preponderante el desarrollo de investigación enfocada en el conocimiento acerca de los aspectos relacionados con la propagación de especies, tales como la germinación y el establecimiento de plántulas. (Cabrera y Ramírez, 2014)<sup>12</sup>. Pero no basta solo con abordar los aspectos meramente prácticos, si no también entender cómo éstos aspectos se relacionan con los factores del medio donde crecen las especies.

Los atributos y características de las especies seleccionadas para restaurar deben ser acordes con las dinámicas del ecosistema, del suelo y por supuesto teniendo en cuenta la historia del disturbio. Además, los rasgos particulares respecto a la forma de reproducción de determinada especie, las semillas, las tasas de crecimiento etc.,

---

<sup>11</sup> ALARCON HINCAPIE, Juan Carlos; [... y Otros]. Transformación y cambio en el uso del suelo en los Paramos de Colombia en las últimas décadas. [en línea]. Bogotá (Colombia): IDEAM, 2002. p.212-220 [Consultado en Noviembre 2016]. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000689/Capitulo4.pdf>

<sup>12</sup> CABRERA, Marian y RAMÍREZ Wilson. Óp. Cit., p. 68.

permiten establecer las pautas para la formulación de las estrategias de propagación, la planificación del establecimiento, así como las cantidades requeridas de material vegetal y las adaptaciones y técnicas necesarias en vivero (Vargas y Pérez, 2014). Por otro lado, al conocer las características específicas de las semillas permite llevar a cabo el correcto almacenamiento de las mismas, con el fin de mantener sus propiedades fisiológicas y físicas para ser usadas en posteriores fases de la restauración.

Por lo tanto, como menciona Martínez (2012) citado por Cabrera y Ramírez (2014), las estrategias y acciones de propagación para implementar áreas de restauración ecológica, deben procurar el éxito en la germinación y el establecimiento. Sin embargo, no se le puede atribuir tal responsabilidad solo a este factor; por ejemplo, en casos donde impera la limitación por falta de conocimiento puntual de una especie, como el tipo de semilla o qué tipo de tratamiento pre germinativo requiere, se puede incurrir en errores en el diseño e implementación de los protocolos de propagación, lo que podría verse reflejado en un fracaso durante el establecimiento del material vegetal en el área a restaurar. Una opción para contrarrestar estos vacíos de información es desarrollar ensayos experimentales que arrojen información de primera mano, con miras a que pueda ser incorporada en ejercicios posteriores.

**4.1.6 Barreras para la propagación referentes al material vegetal:** en muchas ocasiones los procesos sucesionales que se dan de manera natural en un ecosistema que ha sido disturbado, no siempre van en las direcciones deseadas y no necesariamente recuperan las condiciones de diversidad a pesar de que sean ecosistemas que presentan estados de equilibrio (Groffman y colaboradores, citado por Vargas y Pérez, 2014). Una de las consecuencias de la alteración de los ecosistemas en el cambio de las dinámicas de reproducción sexual (Semilla) es la dificultad de germinar, establecerse y sobrevivir.

En los ecosistemas de páramo, producto de las transformaciones antrópicas se han creado áreas para el pastoreo donde la compactación de los suelos es uno de los principales impactos. El factor suelo influye en la dificultad del establecimiento del material vegetal y limita la regeneración natural de las especies (Lozano, 2009, citado por Vargas y Pérez, 2014). Por ende, estrategias de propagación que consideren, por ejemplo, la reproducción de tipo asexual, pueden ser una alternativa ante la pérdida o poca disponibilidad de bancos de semilla o de problemas de dormancia o viabilidad asociados a las semillas (Vargas y Pérez, 2014). Adicionalmente, también debe considerarse la preparación de material en vivero y su rusificación para disminuir el riesgo de mortandad en los estadios más jóvenes de los individuos y las estrategias post establecimiento que estén asociadas a los diseños de restauración que tiendan a favorecer la dispersión de semillas.

En este sentido, tratar de superar estas barreras es vital en procesos de restauración ecológica, a través de actividades que tiendan a favorecer la composición inicial de especies, aplicando métodos específicos de propagación y establecimiento acertados para las actividades de reintroducción y conformación de comunidades (Vargas y Pérez, 2014)

#### **4.2 MARCO CONCEPTUAL**

**Anemocórea:** es el tipo de semillas cuyo agente dispersor es el viento, por ende, sus estructuras se encuentran modificadas para tal fin.

**Arbusto:** son plantas normalmente de no más de 4 m de altura y que presentan varios tallos que nacen desde la base de la planta y que pueden estar muy ramificados (Ramírez y Colaboradores, 2003)

**Aspectos fenotípicos:** son las características observables producto de la expresión de la genética del individuo. Se puede definir por la observación de la

aparición externa de un organismo. (Duarte, 2011, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Dormancia:** es el período en el ciclo biológico en el que el desarrollo y el crecimiento, son suspendidos temporalmente, reduciendo la actividad metabólica para conservar energía (Rodríguez et al., 2002, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Embrión:** es la parte de la semilla que da origen a la nueva planta. (Pérez, 2011, citado en Ecodes Ingeniería, 2015)

**Estaca:** fragmento de tallo con yemas también denominado esqueje de consistencia semi leñosa o leñosa, tomado de un individuo para ser sembrado en un sustrato bajo condiciones que favorezcan el enraizamiento y se forme una nueva planta (Duarte, 2011, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Fitohormonas:** son sustancias químicas producidas en sitios estratégicos de la planta regulan los fenómenos fisiológicos de las plantas. Estas juegan un papel importante en el desarrollo de la raíz, caída de las hojas, floración, formación del fruto, entre otras funciones. Se utilizan en los tratamientos germinativos para la inducción de la brotación de las yemas en ensayos de propagación asexual (Pérez, 2011, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Fuente semillera:** es el individuo o material base de donde se obtienen las semillas para su propagación (Acero y Cortés, 2014, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Giberelina (GAs):** son hormonas de crecimiento involucradas en varios procesos de desarrollo en las plantas. Es una fitohormona producida en la zona terminal, frutos y semillas. Es empleada para interrumpir de manera química el periodo de latencia de una semilla induciendo su germinación y desarrollo. (Vargas y Pérez, 2014, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Higroscópico:** material, con capacidad para absorber o perder agua lo que causa una variación en las dimensiones (Martínez, 2012, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Impurezas:** todo aquel material tales como malezas, semillas de otras especies, estructuras desprendidas de la semilla, partículas de hojas y ramitas como también otros materiales diferentes a la semilla (Pérez, 2011, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Latencia:** es el estado de reposo de la semilla cuando esta no germina a pesar de tener todas las condiciones óptimas de temperatura y humedad. La latencia puede funcionar también como una estrategia de adaptación ante condiciones ambientales desfavorables o puede darse de manera innata por desequilibrio en las sustancias regulatorias del crecimiento (Rodríguez et al., 2002, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Peso:** Usualmente expresado con relación a un millar de unidades puras.

**Propagación asexual:** reproducción utilizando partes vegetativas de una planta original. Este tipo de propagación se orienta a la reproducción idéntica de plantas con características deseables como la alta productividad, calidad superior o tolerancia al estrés biótico o abiótico (Quinapallo & Vélez, 2013, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Propagación sexual:** es el método de reproducción llevado a cabo a través de la germinación de semillas. La semilla es la unidad de reproducción que lleva la información genética original transmitida al nuevo individuo (Quinapallo & Vélez, 2013, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Propágulo:** cualquier entidad viviente, parte, estructura capaz de desarrollarse de manera separada y de producir un nuevo individuo (Segura et al., 1991, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Protocolo de propagación:** es la consolidación de la manera adecuada como se debe llevar a cabo la producción y propagación de material vegetal, sea cual sea el método, con el fin de reproducir las especies de interés en el tiempo, con los insumos y en las condiciones requeridas (Pérez, 2011, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Pureza:** hace referencia a la mezcla normal de semillas puras con impureza, como puede ser polo, ramas, hojas, granos de otras especies o en general todo aquello que no sea semilla pura. La pureza normalmente se expresa en porcentaje y para su evaluación se requiere una balanza de precisión (serie técnica CONIF N° 43, 1999, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Semillas:** son las unidades reproductivas características de las plantas superiores que se forma a partir de un ovulo fecundado.

**Tratamiento pregerminativo:** es cualquier método utilizado para inducir la germinación de las semillas en menor tiempo posible, con mayor porcentaje de germinación y de una forma más homogénea (Pérez, 2011, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

**Viabilidad de las semillas:** con este parámetro se estima la cantidad de semillas físicas y fisiológicamente aptas para la germinación. Los métodos más utilizados para determinar la viabilidad son: la excisión del embrión, el ensayo topográfico del tetrazolio y el método de rayos x. (serie técnica CONIF N° 43, 1999, citado en Ecodes Ingeniería, 2015).

#### **4.3 MARCO LEGAL**

##### **Ley 99 de 1993. Título i: fundamentos de la política ambiental colombiana**

**Artículo 1.-Principios Generales Ambientales.**La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales:

La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial.

La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.

El paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido.

Es clara a la norma que enmarca legalmente esta investigación y es claro también que, formular políticas ambientales sin un basamento científico, es ilegal y peligroso. Es posible pensar de acuerdo a la norma, que si en un futuro se piensa en hacer regeneración artificial de *Diplostephium revolutum* var. *exigua* y/o *Espeletia curialensis*\_S.F blake , este trabajo sirva de base científica.

## **5. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **5.1 TIPO DE ESTUDIO**

Este estudio se contextualiza dentro la Investigación explicativa o analítica de las especies de Páramo “Frailejon” y “Romero de Castilla”, evaluando el comportamiento de dichas especies mediante la aplicación de diferentes tratamientos germinativos en combinación con testigos, con el propósito de obtener datos base, del crecimiento y desarrollo de dichas especies a través de la aplicación de la metodología descriptiva y experimental.

### **5.2 AREA DE ESTUDIO**

El vivero en el que se realizó el ensayo se ubica en las coordenadas geográficas Norte 6°24' 06.59" Oeste 72° 21' 46.80" con elevación de 4021 msnm en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural El Cocuy, en la vereda San Antonio de la Cueva Jurisdicción del municipio de Guican, departamento de Boyaca (figura 1).

Figura 1. Mapa de la zona de estudio



### 5.3 SITIOS DE RECOLECCION DE SEMILLAS

Caracterización del hábitat y recolección de semillas

#### 5.3.1 Unidad de recolección 1: Chorrerón

• **Coordenadas:**

Norte: 6° 26' 33,74"

Oeste: 72° 20' 12,36"

Elevación: 3845 m.s.n.m

### **5.3.2 Unidad de recolección 2: Lagunillas**

• **Coordenadas:**

Norte 6° 23' 09,97"

Oeste 72° 20' 40,97"

Elevación 3920 m.s.n.m

### **5.3.3 Unidad de recolección 3: Ahogadero**

**Coordenadas**

Norte: 6° 17' 25,48"

Oeste: 72° 21' 33,45"

Elevación: 3389 m.s.n.m.

NOTA: La semilla fue suministrada por Funcionarios de EL PNN El Cocuy

**5.3.4 Recolección de las semillas:** para las especies trabajadas no se cuenta con información puntual en lo que se refiere a métodos de propagación, sin embargo, se tomó como referencia la información base de los ensayos de propagación realizados por Castañeda et al., (2007) para las especies cercanas *Diplostephium rosmarinifolium* y *Espeletia conglomerata* se tuvo en cuenta de manera general las especificaciones para la colecta de material (Hagen 1996, Martínez *et al.*, 2012 citado en Ecodes Ingeniería,2015)

Para la recolección de la semilla de ambas especies se tuvo en cuenta los arboles con las mejores características fenotípicas como grosor, área foliar entre otras. Para el "Romero de Castilla" en el sitio de recolección se tomó las inflorescencias, se sacudió la base de la misma para separar las semillas de las demás partes del fruto

y posteriormente se realizó la limpieza y separación de otras partículas. El transporte de los frutos y las semillas recién colectadas se hizo en bolsas de papel, la semilla se dejó secar sobre papel periódico a temperatura ambiente durante 24 horas para facilitar su extracción.

Para las semillas de “Frailejón” se realizó la colecta en días secos, poco después de iniciada la época de lluvias cabe destacar que es necesario colectar solo especímenes maduros, su transporte se realiza de igual forma en bolsas de papel.

**Imagen 1. Semillas de *Romero de castilla***



## Imagen 2. Semillas del Frailejón



### 5.4 DURACIÓN DEL ESTUDIO

Tuvo una duración de 7 meses seguidos contados a partir de la aprobación del anteproyecto, es decir entre el 10 de Enero de 2015 hasta el 25 de Agosto de 2016, época a la cual corresponde la información objeto de este análisis.

### 5.5 ANALISIS DE CALIDAD DE SEMILLA Y TRATAMIENTOS

Se evaluaron tres tratamientos, utilizando como insumo Giberelina en diferentes concentraciones y agua destilada, con el propósito de generar información que permita establecer su viabilidad y desarrollo de la especie.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

**T** (Tratamiento testigo): se realizó una siembra de plántulas sin ninguna fertilización.

**T.Q** (Tratamiento Químico): se realizó la siembra de plántulas adicionando Giberelina en concentraciones de 500 y 1000 ppm.

**T.O** (Tratamiento orgánico): se realizó con agua destilada fría y caliente.

## **5.6 MANEJO DEL ESTUDIO**

Para el desarrollo del estudio se planteó dos fases: una de campo y otra de escritorio como se describe a continuación.

**5.6.1 Fase de campo para reproducción sexual:** corresponde a esta etapa la selección del sitio de recolección del material vegetal, selección de las especies a propagar, recolección de la información, adecuación de germinadores, siembra y toma de información.

**Selección del sitio de recolección del material vegetal:** el material vegetal se recolectó de tres sitios diferentes, Ahogadero, Chorrerón y Lagunillas, la identificación y selección de los bancos para la obtención del material vegetal requerido en los dos primeros sitios estuvieron a cargo de los funcionarios del PNN El Cocuy, y el último estuvo a cargo de los autores del proyecto.

**Selección de las especies a propagar:** la selección de las especies se hizo a través de diferentes ejercicios de construcción participativa y del diálogo de saberes con funcionarios del PNN El Cocuy, se seleccionó especies de importancia estratégica para las coberturas de frailejonales y arbustales, cuya construcción en conjunto es un aporte esencial para el desarrollo y al cumplimiento de los objetivos del material vegetal y de la restauración ecológica del PNN El Cocuy. Las especies seleccionadas fueron “Frailejón” Y “Romero de Castilla”.

En el sector donde se ha reportado esta especie, se han alterado las condiciones naturales por parte de comunidades campesinas que han ocupado el territorio, producto de las presiones por uso. Sin embargo, la mayor parte de esta área conserva aún las características propias del ecosistema allí presente (PNNC, 2005)

En el sitio de muestreo dónde se observó esta especie se reporta una población de más de 300 individuos varios en estadios juveniles y con rebrotes, en buen estado de conservación. NO se reporta rastros de actividades antrópicas significativos como quemadas, potreros u otro tipo de intervención. No obstante, es importante enfocar el esfuerzo para concientizar a las comunidades aledañas al sector para que también ejerzan control y vigilancia, con el objetivo de evitar cualquier daño sobre esta población (Díaz, Rodríguez, y Galindo, 2006, citado por Ecodes Ingeniería, 2015).

**Recolección de la información:** se llevó a cabo por medio de información secundaria y a través de información obtenida con visitas previas a los sitios donde se encuentra cada una de las especies.

**Adecuación de germinadores :** los germinadores son bandejas plásticas con las siguientes dimensiones 66 cm de largo , 35 cm de ancho y 6 cm de profundidad , en las cuales se realizó la siembra de 72 semillas de “Frailejón” y 108 de “Romero De Castilla” por tratamiento con sus respectivas repeticiones es decir que para cada siembra se utilizó tres bandejas .

**Siembra y toma de información:** se trabajó según la distribución de la bandeja., para el sustrato se utilizó turba 100%.

**5.6.2 Fase de campo para reproducción asexual:** selección del sitio de recolección del material vegetal, selección de los árboles para la recolección del material vegetal, obtención de estacas, adecuación de bolsas para siembra, preparación del sustrato y siembra y toma de información.

**Selección del sitio de recolección:** el sitio de recolección del material vegetal para la reproducción asexual fue Lagunillas, este se determinó por la calidad y desarrollo de los individuos presentes en esta zona.

**Selección de los árboles para la recolección del material vegetal:** los arboles candidatos fueron seleccionados de una manera subjetiva teniendo en cuenta los siguientes criterios: amplitud y conformación de copa: copa amplia bien formada y sana, ramificación y fuste: la ramificación debe empezar entre uno y dos metros de alto con sus ramas bien formadas y altura: la altura debe estar entre dos y tres metros.

**Obtención de estacas:** las estacas leñosas se cortaron de partes que se encontraban maduras de 10 a 12 cm de largo y como mínimo dos yemas, se retiró las hojas para evitar la deshidratación.

**Adecuación de bolsas para siembra:** para la siembra de las estacas se utilizó bolsas plásticas de dimensiones de 15 cm de ancho por 22cm de alto.

**Preparación del Sustrato:** el sustrato utilizado fue recolectado de áreas previamente identificadas relacionadas con los bancos de propagulos y fue seleccionado con el apoyo de Funcionarios del PNN EL Cocuy. Para la preparación del sustrato se utilizó tierra de paramo y cascarilla de arroz en proporciones de 3x1 respectivamente creando una mezcla homogénea.

**Siembra y toma de información:** luego de la aplicación de los tratamientos enraizadores se procedió a sembrar las estacas una por bolsa y 14 por tratamiento.

**5.6.3 Fase de escritorio y análisis:** esta fase es la continuación de la de campo y corresponde a la revisión de la información obtenida por medio de la toma de datos durante la ejecución del proyecto, en los formatos de campo que fueron utilizados para el seguimiento y control.

## **5.7 DISEÑO EXPERIMENTAL**

La estadística desarrollada para la investigación fue un diseño completamente al azar. Así se realizó para cada especie tomando el “Romero de Castillas” como dos

especies diferentes debido a los sitios de recolección. A continuación, se describe el modelo propuesto para el análisis de los resultados.

Arco seno  $\sqrt{(\text{Porcentaje de Germinación})}$ : esta transformación se hace con el fin de darle a los datos dados en porcentajes una distribución normal.

**Calculo de promedios:**

$$X_i = \underline{x_i} ; x_j = \underline{x_j} ; x = \underline{x}$$

**Evaluación de la variación:**

1. Métodos análisis de varianza
2. Modelo lineal aditivo

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Para análisis de prueba de hipótesis se asume:

Distribución normal para la germinación

Varianzas y medias no relacionadas o independientes.

Varianzas homogéneas.

**Tabla 1. Modelo de análisis de varianza para los tratamientos objeto de estudio**

Causas De variación	G.L	S.C	C.M	Parámetros Estimados
Bloques	n-1	$a\sum(x_j-x)^2 = A$	$A/(n-1)$	$\sigma^2E + a\sigma^2$ Bloque
Tratamientos	a-1	$n\sum(x_i-x)^2 = B$	$B/(a-1)$	$\sigma^2E + a\sigma^2$ Tratamientos
Error	$(a-1)(n-1)$	$A-B=C$	$C/(a-1)(n-1)$	$\sigma^2E$
Total	an-1	$\sum(x_{ij}-x)^2$		

Fuente: Castañeda, 1987, citado por Quintero y Quiroga, 2000.

**Prueba de hipótesis:**

$$H_A \text{ Si } F = \frac{\sigma^2E + a\sigma^2}{\sigma^2E} > F_{0.5}$$

Calculo de las sumatorias de cuadrados de las desviaciones S.C :

**Factor de corrección (FC):**

$$F.C. = \frac{X^2}{an}$$

**Sumatoria de cuadrado total (S.C. Total):**

$$S.C. Total = \sum X^2_{ij} - F.C.$$

**Sumatoria del cuadrado de los Tratamientos (S.C. Tratamientos):**

$$S.C. Tratamientos = (\sum X^2_{i/n}) - F.C.$$

**Sumatoria del cuadrado de los bloques (S.C. Bloques):**

$$S.C. Bloques = (\sum X^2_{i/a}) - F.C.$$

**Sumatoria del cuadrado del error (S.C. Error):**

$$S.C. Error = S.C. Total - (S.C. Tratamientos + S.C. Bloques)$$

**Comparación de promedios mediante el método de Duncan:**

$$L.S = t_{\alpha} \cdot S_x$$

L.S: límite de significancia

T $\alpha$ : t múltiple obtenida de tablas Duncan para  $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.01$

S $_x$ : Error estándar de la media =  $\sqrt{S^2/n}$

S $^2$ : varianza del error experimental

n: Número de repeticiones

Para el tratamiento estadístico de los datos se propone realizar un análisis de varianza con nivel de confianza del 95%, determinando diferencias significativas entre los tratamientos mediante el Test de Duncan por medio de bloques completamente al azar.

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS SEMILLAS

Antes de llevar a cabo los posibles tratamientos germinativos se realizó pruebas de calidad a las semillas. Estos análisis de calidad se realizaron bajo los protocolos de las pruebas ISTA para el manejo de semilla (ISTA 1993 citadas por Escobar et al., 2002).

Las pruebas fueron las siguientes:

#### Pureza:

$$\text{Pureza \%} = \frac{\text{Peso de la fracción de semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

#### Peso:

$$\text{Peso} = \frac{\text{Peso M1+M2+M3+M4+M5+M6+M7+M8}}{8 \text{ muestras}}$$

#### Viabilidad:

$$\text{Viabilidad \%} = \frac{\# \text{ de semillas sumergidas}}{\# \text{ de semillas de la muestra total}} \times 100$$

### 6.2 GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS

El objetivo principal de la prueba de germinación es establecer el porcentaje de semillas que puedan germinar bajo condiciones óptimas de luz, humedad y temperatura. Respecto al análisis de la germinación de las semillas tanto para el

“Romero de Castilla” como para el “Frailejón” no se dispone de información específica, por lo que se propone llevar a cabo un ensayo experimental con diferentes tratamientos.

**6.2.1 Tratamiento pregerminativo via sexual:** debido a que no se presenta información puntual para estas especies en específico, el diseño de los ensayos de germinación se hizo tomando como punto de referencia los ensayos realizados por Castañeda *et al.*, (2007) para la especie cercana *Diplostephium rosmarinifolium*; y por Rojas (2012) para la especie *Diplostephium phyllicoides*.

Además, tanto el “Romero de Castilla” como “Frailejón”, son especies propias de páramo y con un tamaño similar de sus semillas. De esta manera se pudo aportar información acerca de la respuesta que tuvo la semilla de *Espeletia curialensis var. exigua* frente a los tratamientos aplicados.

Para el establecimiento de los ensayos de germinación se trabajó muestras de igual proporción para todos los tratamientos, la cantidad de semillas a emplear dependió de los resultados de las pruebas de análisis de calidad. Se utilizó 108 semillas por tratamiento para el “Romero de Castilla y 74 semillas por tratamiento para el “Frailejón”.

**Tabla 2. Relación de cantidad de semillas, tratamiento pre-germinativo, sustancia a aplicar y duración para la especie *Romero de Castilla*”**

<b>Numero semillas</b>	<b>Tratamiento pre germinativo</b>	<b>Sustancia a aplicar</b>	<b>Duración (Horas)</b>
108	Aplicación de fitohormonas	Giberelina (GA3 ) a 500 ppm	12
108	Aplicación de fitohormonas	Giberelina (GA3 ) a 1000 ppm	12
108	Inmersión	Agua caliente	24
108	Inmersión	Agua Fría destilada	24
108	Testigo	Testigo	

**Tabla 3. Tratamientos pregerminativos para “Frailejón” ppm= partes por millón.**

<b>Numero semillas</b>	<b>Tratamiento pre germinativo</b>	<b>Sustancia a aplicar</b>	<b>Duración (Horas)</b>
72	Aplicación de fitohormonas	Giberelina (GA3 ) a 500 ppm	12
72	Aplicación de fitohormonas	Giberelina (GA3 ) a 1000 ppm	12
72	Inmersión	Agua caliente	24
72	Inmersión	Agua Fría destilada	24
72	Testigo	Testigo	

**Procedimiento:**

1. Se seleccionó la semilla y se tomó 108 individuos por tratamiento para “Romero de Castilla” y 72 individuos por tratamiento para el “Frailejón”.
2. Las semillas fueron sumergidas en cajas Petri con el respectivo tratamiento:

**Agua caliente:** se tomó la temperatura del agua en el momento de la inmersión, esta debe ser de 70 °C para evitar el daño de las semillas, posterior a esto se dejó reposar durante 24 horas.

**Agua fría:** En el caso del agua fría esta debe estar a temperatura ambiente y se deja en reposo igualmente por 24 horas.

**Ácido Giberélico:** se agregó la sustancia a las diferentes proporciones utilizadas (500 y 1000 ppm); y posteriormente se dejaron en reposo por 12 horas.

Para todos los casos se utilizó agua destilada para evitar que sustancias adicionadas en el tratamiento de potabilidad del agua alteraran de alguna forma los resultados.

**6.2.2 Propagación:** para el “Frailejon” y el “Romero de Castilla” se llevó a cabo ensayos de propagación por semillas (Vía sexual) La selección de estos métodos de propagación se basó en los trabajos previos realizados con especies del genero *Espeletia* como son el *Espeletia grandiflora* (Rojas et al., 2011), la especie *Espeletia conglomerata* (Mendoza & Martínez, 2011) y especies similares del genero *Diplostephium* (Castañeda et al., 2007) en los acuerdos establecidos con el equipo técnico del Área protegida.

**6.2.3 Tratamiento pregerminativo vía asexual:** la propagación asexual se realizó únicamente para la especie “Romero de Castilla”.

**6.2.4 Obtención de las estacas:** las estacas leñosas se cortaron de partes que se encontraban maduras de 10 a 12 cm de largo y con mínimo dos yemas, se retiró las hojas para evitar deshidratación.

**6.2.5 Tratamiento inductivo de enraizamiento:** para el establecimiento de los ensayos de germinación se trabajó muestras de igual longitud para todos los tratamientos. La longitud a emplear se determinó en el momento de colecta y de acuerdo al análisis previo de los individuos fuente.

**Tabla 4. Relación de cantidad de estacas, tratamiento pre-germinativo, sustancia a aplicar y duración Para la especie “Romero de Castilla”**

<b>Numero de estacas</b>	<b>Tratamiento pregerminativo</b>	<b>Sustancia aplicada</b>	<b>Duración (Horas)</b>
15	Estacas/Fitohormonas	Ácido alfa naltalenacético 0.40 % (AAN) 500 ppm	<b>12</b>
15	Estacas/fitohormonas	Ácido alfa naltalenacético 0.40 % (AAN) 1000 ppm	<b>12</b>
15	Control	Ninguna	

**6.2.6 Diseño experimental para enraizamiento de “Romero de Castilla”:** luego del tratamiento de enraizamiento se procedió a realizar la siembra de las estacas en bolsas plásticas de dimensiones de 15 cm de ancho por 22 de alto

### **6.3 PREPARACION DEL MATERIAL DE VIVERO.**

**6.3.1 Preparación del sustrato:** el sustrato utilizado fue recolectado de áreas previamente identificadas relacionadas con los bancos de propagulos y fue seleccionado con el apoyo de los funcionarios del PNN El Cocuy.

Para la preparación del sustrato se utilizó Tierra de Paramo y cascarilla en proporciones de 3x1 respectivamente creando una mezcla homogénea que se utilizó posteriormente para la siembra de las estacas. Para semillas se utilizó únicamente turba.

**6.3.2 Germinadores y siembra:** los germinadores son bandejas plásticas con las siguientes dimensiones 66cm de largo x 35cm de ancho y 6cm de profundidad en las cuales se realizó la siembra de 74 semillas por tratamiento con sus respectivas repeticiones es decir que para la siembra se utilizó tres bandejas las cuales se llenaron con el sustrato anteriormente descrito para luego proceder a la siembra de las semillas.

Se sembró 6 semillas por hueco a una profundidad de 0.5 cm, de acuerdo al diseño de la bandeja.

## 6.4 DISEÑOS DE SIEMBRA

A continuación, se realiza la descripción grafica de los diseños de siembra de las especies a propagar.

### 6.4.1 Diseño general

**Tabla 5 . Diseño de siembra general para las especies objeto de estudio**

“Romero de Castilla” Lagunillas R1	Romero de Castilla” Lagunillas R2	Romero de Castilla” Lagunillas R3		“Frailejón” R1
Romero de Castilla” Chorreron R1	Romero de Castilla” Chorreron R2	Romero de Castilla” Chorreron R3	“Frailejón” R2	“ Frailejón” R3

\*R: repetición

#### 6.4.2 Diseño de siembra del “Romero de Castilla”

##### Semillas:

- Se realizó tres repeticiones por tratamiento
- Se usó en total seis bandejas para las semillas de “Romero de Castilla”
- Según e diseño delas bandejas la siembra se llevó a cabo de la siguiente forma: 36 semillas por bandeja por tratamiento para “Romero de Castilla”

**Tabla 6. Diseño de bloques completamente al azar para la siembra del “Romero de Castilla”,**

“Romero de Castilla” LAGUNILLAS R1			“Romero de Castilla” LAGUNILLAS R2			“Romero de Castilla” LAGUNILLAS R3		
G1	T	AC		AC	AF	G1	AF	T
	G2	AF	T	G2	G1	G2	AC	
“Romero de Castilla” CHORRERON R1			“Romero de Castilla” CHORRERON R2			“Romero de Castilla” CHORRERON R3		
G2	AF	G1	T		AC		G1	G2
AC	T		G2	G1	AF	AF	AC	T

\*Ac: agua caliente, Af: agua destilada fría, G1: giberelina a 500 ppm, G2: giberelina a 1000 ppm, T: testigos

#### 6.4.3 Diseño de siembra del “Frailejón”

##### Semillas:

- Se realizó tres repeticiones por tratamiento
- Se usó en total tres bandejas para las semillas del “Frailejón”
- Según e diseño delas bandejas la siembra se llevó a cabo de la siguiente forma: 24 semillas por bandeja por tratamiento para “Frailejón”

**Tabla 7. Diseño de bloques completamente al azar de siembra del “Frailejón”.**

			<i>“Frailejón” R3</i>		
				T	AC
			G2	G1	AF
<i>“Frailejón” R1</i>			<i>“Frailejón” R2</i>		
AC	G2	T	T	AC	G1
	G1	AF		AF	G2

\*AC: agua caliente, AF: agua destilada fría, G1: Giberelina a 500 ppm, G2: Giberelina a 1000 ppm, T: testigos

**6.4.4 Diseño de siembra “Romero de Castilla” por estaca:** se utilizó únicamente estacas gruesas con las características anteriormente descritas, la fecha de corta de las estacas fue el 23 de enero de 2016 y la fecha de siembra según el calendario lunar se realizó el 31 de enero de 2016, las estacas se dejaron en agua durante esta semana para evitar la deshidratación. Se usó 14 estacas por tratamiento

**Tabla 8. Diseño de siembra del “Romero de Castilla” por medio de reproducción asexual**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	
H1	R1	R2
H2	R1	R2
T	R1	R2

**Tratamientos:**

H1: hormonagro (Ácido alfa naltalenacético 0.40 % (ANA)) a 500 p.p.m

H2: hormonagro (Ácido alfa naltalenacético 0.40 % (ANA)) a 1000 p.p.m

T: testigos

## **6.5 CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES GERMINADAS.**

**6.5.1 Seguimiento y control de estacas:** se llevó registro y seguimiento semanal del comportamiento de las estacas por medio del formato establecido en los anexos; los ítems evaluados fueron: número de rebrotes, porcentaje de sobrevivencia y porcentaje de enraizamiento

**6.5.2 Modelos de tablas de concentración de datos:** los datos son recogidos en los días indicados y registrados secuencialmente como se muestra en el Anexo F y G.

## **6.6 TRANSFORMACION DE DATOS**

### **6.6.1 Resultados del análisis de la semilla**

**Prueba de calidad:** para la prueba de calidad inicialmente se debe observar que haya presencia de embrión en la semilla. Después de aplicar los tratamientos pre-germinativos ya estipulados en los protocolos se hizo conteo de la semilla para establecer su calidad a través del proceso de inmersión arrojando los siguientes resultados.

**“Romero de Castilla”** se escogió 108 semillas por tratamiento, la semilla de esta especie se encontró en buenas condiciones por eso se utilizó una cantidad considerable para la aplicación de los tratamientos.

**Tabla 9. Viabilidad de las semillas “Romero de Castilla” en las zonas de estudio**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>CHORRERON</b>	<b>LAGUNILLAS</b>
AGUA CALIENTE	106	107
AGUA DESTILADA FRIA	56	16
GIBERELINA 500 ppm	11	15
GIBERELINA 1000 ppm	26	14

**“Frailejòn”** se escogió 74 semillas por tratamiento

NOTA: las condiciones de la semilla del “Frailejòn” no permitió el uso de cantidades considerables para la aplicación de los tratamientos pre germinativos ya que la mayoría dela semilla se encontró en condiciones inadecuadas de almacenamiento sufriendo daños por causa de la humedad.

**Tabla 10. Viabilidad de semillas del “Frailejón” en las zonas de estudio.**

<b>TRATAMIENTO</b>	
AGUA CALIENTE	30
AGUA DESTILADA FRIA	1
GIBERELINA 500 ppm	18
GIBERELINA 1000 ppm	28

### **6.6.2 Datos de laboratorio**

**Pureza:** para cada fracción de semilla pura se pesaron 150 semillas de “Romero de Castilla” y 80 semillas de “Frailejón”.

**Tabla 11. Porcentaje de pureza de las semillas.**

<b>Especie</b>	<b>Peso de la fracción de la semilla pura (gr)</b>	<b>Peso total de la muestra (gr)</b>	<b>Resultados (%)</b>
<b>“Romero de Castilla” Lagunillas</b>	8,3112	18,8557	44.07
<b>“Romero de Castilla” chorreron</b>	8,4448	36,2418	23,30
<b>“Frailejon”</b>	7,9165	52,617	15,04

**Resultados**

**“Romero de Castilla” LAGUNILLAS**

$$\text{PUREZA \%} = \frac{8,3112}{18,8557} \times 100 = 44.07 \%$$

**“Romero de Castilla” CHORRERON**

$$\text{PUREZA \%} = \frac{8,4448}{36,2418} \times 100 = 23,30 \%$$

**“Frailejón”**

$$\text{PUREZA \%} = \frac{7,9165}{52,617} \times 100 = 15,04 \%$$

**Peso**

**Tabla 12. Promedio de peso de las semillas por especie.**

<b>Especie</b>	<b>Muestra1 (gr)</b>	<b>Muestra2 (gr)</b>	<b>Muestra3 (gr)</b>	<b>Muestra4 (gr)</b>	<b>Muestra5 (gr)</b>	<b>Resultados (gr)</b>
<b>“Romero de Castilla” Lagunillas</b>	7,4754	7,4640	7,4676	7,4532	7,4576	7,4636
<b>“Romero de Castilla” Chorreron</b>	7,6712	7,6859	7,6630	7,6664	7,6686	7,6708
<b>“Frailejón”</b>	7,7104	7,6983	7,7075	7,6869	7,6932	7,6923

**Resultados:**

**“Romero de Castilla” Lagunillas**

$$\text{PESO} = \frac{7,4754+7,4640+7,4676+7,4532+7,4576}{5} = 7,4636 \text{ gr}$$

**“Romero de Castilla” Chorreron**

$$\text{PESO} = \frac{7,67+7,6859+7,6630+7,6664+7,6686}{5} = 7,6708 \text{ gr}$$

**“Frailejón”**

$$\text{PESO} = \frac{7.7104 + 7,6983 + 7.7075 + 7,6869 + 7,6932}{5} = 7,6923 \text{ gr}$$

**Viabilidad**

**Tabla 13. Viabilidad de la especie “Romero de Castilla” en el sitio Chorrerón**

<b>Tratamiento</b>	<b>Nº semillas sumergidas</b>	<b>Nº semillas de la muestra</b>
<b>Agua Caliente</b>	106	108
<b>Agua fría destilada</b>	56	108
<b>Giberelina 500 ppm</b>	11	108
<b>Giberelina 1000 ppm</b>	26	108

**Agua Caliente**                      viabilidad % =  $\frac{106}{108} \times 100 = 98.15\%$

**Agua Fría Destilada**                      viabilidad % =  $\frac{56}{108} \times 100 = 51.85\%$

**Agua Giberelina 500 ppm**                      viabilidad % =  $\frac{11}{108} \times 100 = 10.18\%$

**Agua Giberelina 1000 ppm**                      viabilidad % =  $\frac{26}{108} \times 100 = 24.07\%$

**Tabla 14. Viabilidad de la especie “Romero de Castilla” en el sitio Lagunillas**

Tratamiento	Nº semillas flotantes	Nº semillas de la muestra
<b>Agua Caliente</b>	107	108
<b>Agua fría destilada</b>	16	108
<b>Giberelina 500 ppm</b>	15	108
<b>Giberelina 1000 ppm</b>	14	108

**Agua Caliente** viabilidad % =  $\frac{107}{108} \times 100 = 99.07\%$

**Agua Fría Destilada** viabilidad % =  $\frac{16}{108} \times 100 = 14.81\%$

**Agua Giberelina 500 ppm** viabilidad % =  $\frac{15}{108} \times 100 = 13.89\%$

**Agua Giberelina 1000 ppm** viabilidad % =  $\frac{14}{108} \times 100 = 12.96\%$

**Tabla 15. Viabilidad de la especie “Frailejón” por tratamiento.**

Tratamiento	Nº semillas flotantes	Nº semillas de la muestra
<b>Agua Caliente</b>	30	74
<b>Agua fría destilada</b>	1	74
<b>Giberelina 500 ppm</b>	18	74
<b>Giberelina 1000 ppm</b>	28	74

**Agua Caliente** viabilidad % =  $\frac{30}{74} \times 100 = 40.54\%$

**Agua Fría Destilada** viabilidad % =  $\frac{1}{74} \times 100 = 1.35\%$

**Agua Giberelina 500 ppm** viabilidad % =  $\frac{18}{74} \times 100 = 24.32\%$

**Agua Giberelina 1000 ppm** viabilidad % =  $\frac{28}{74} \times 100 = 37.84\%$

## 6.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**Tabla 16. Datos de germinación de las especies con su respectivo sitio.**

Especie	Tratamiento	Replicas	Germinación	No. Hojas	Altura (mm)
<i>Diplostephium revolutum</i> chorreron	agua fría	1	0	0	0
	agua fría	2	0	0	0
	agua fría	3	0	0	0
	agua caliente	1	0	0	0
	agua caliente	2	0	0	0
	agua caliente	3	0	0	0
	giberelina 1000ppm	1	0	0	0
	giberelina 1000ppm	2	0	0	0
	giberelina 1000ppm	3	0	0	0
	giberelina 500ppm	1	1	2	4
	giberelina 500ppm	2	0	0	0
	giberelina 500ppm	3	0	0	0
	Testigo	1	0	0	0
	Testigo	2	0	0	0
	Testigo	3	0	0	0
<i>Diplostephium revolutum</i> lagunillas	agua fría	1	1	4	8
	agua fría	2	1	2	4
	agua fría	3	0	0	0
	agua caliente	1	0	0	0
	agua caliente	2	0	0	0
	agua caliente	3	0	0	0
	giberelina 1000ppm	1	0	0	0
	giberelina 1000ppm	2	0	0	0
	giberelina 1000ppm	3	0	0	0
	giberelina 500ppm	1	1	6	8
	giberelina 500ppm	2	1	4	5
			1	2	5
	giberelina 500ppm	3	1	4	6

**Tabla 16. (Continuación)**

		1	2	5
	Testigo	1	4	8
	Testigo	2	0	0
	Testigo	3	4	4
		1	4	5
<i>Curialensis</i>	agua fría	1	0	0
	agua fría	2	0	0
	agua fría	3	0	0
	agua caliente	1	0	0
	agua caliente	2	0	0
	agua caliente	3	0	0
	giberelina 1000ppm	1	0	0
	giberelina 1000ppm	2	0	0
	giberelina 1000ppm	3	0	0
	giberelina 500ppm	1	0	0
	giberelina 500ppm	2	0	0
	giberelina 500ppm	3	0	0
	Testigo	1	0	0
	Testigo	2	0	0
	Testigo	3	0	0

**Análisis para “Romero de Castilla” sector lagunillas**

Diseño:

a= 5 Tratamientos

n= 3 Repeticiones

an= parcela 1 hasta la 15

**Tabla 17. Diseño de parcelas por tratamiento**

TRATAMIENTOS	NOMBRE DEL SUSTRATO	NUMERO DE PARCELAS EN BLOQUE		
		I	II	III
AC	AGUA CALIENTE	3	6	15
AF	AGUA FRIA	5	7	12
G1	GIBERELINA 500 ppm	1	10	11
G2	GIBERELINA A 1000 ppm	4	9	14
T	TESTIGOS	2	8	13

**Anava: análisis de varianza**

$$\text{Modelo: } \mu + J_i + B_j + E_{ij}$$

**Tabla 18. Bloques completamente al azar**

TRATAMIENTO	BLOQUES			
	I	II	III	Y <sub>i</sub>
AF	1	1	0	2
AC	0	0	0	0
G1	0	0	0	0
G2	1	2	2	5
T	1	0	2	3
Y <sub>j</sub>	3	3	4	10

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5 %	1 %
TRATAMIENTO	4	6	1.5	8.11	3.84	7.01
BLOQUE	2	0.14	0.07	0.38	4.66	8.65
ERROR	8	1.48	0.185			
TOTAL	14	7.34				

**Factor de corrección (fc)**

$$FC = y^2 / an = (10)^2 / 15 = 6.66$$

**Suma de cuadrados de tratamientos pregerminativos**

$$SC \text{ Tratamientos} = (\sum Y_i^2 / \# \text{ bloques}) - FC$$

$$\text{SC Tratamientos} = ((2^2 + 0 + 0 + 5^2 + 3^2) / 3) - 6.66 = 6$$

### **Suma de cuadrado de bloques**

$$\text{SC Bloques: } (\sum y_j^2 / \# \text{ de tratamientos}) - \text{FC}$$

$$\text{SC Bloques } ((3^2 + 3^2 + 4^2) / 5) - 6.66 = 0.14$$

### **Suma de cuadrados total**

$$\text{SC Total} = \sum Y_{ij}^2 - \text{FC}$$

$$\text{SC Total} = (1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2) - 6.66 = 7.34$$

### **Coefficiente de variación**

$$\text{CV} = \sqrt{\text{CME} / X} = \sqrt{0.185 / 0.67} = 0.64$$

$$\text{CV} = 0.64 * 100 = 64 \%$$

Inicialmente se propuso un análisis estadístico con bloques completamente al azar, debido a los datos obtenidos en la culminación del proyecto en donde la mayoría de datos fue cero se realizó un análisis estadístico descriptivo.

Se realizó el proceso estadístico para la especie “Romero de Castilla” del sector lagunillas ya que esta especie arrojó algunos datos positivos en el proceso germinativo (10 plántulas), sin embargo, los datos obtenidos no son suficientes, debido a que la gran cantidad de ceros presente en la base de datos no permiten realizar cálculos estadísticos válidos ya que se estaría violando los tres supuestos de la estadística, viabilidad, homogeneidad y coeficiente de variación, con la elaboración de los cálculos se obtiene un coeficiente de variación del 64% , en donde el valor máximo que se espera para un proceso como este es un coeficiente de variación no mayor al 35% por esta razón no se desarrolló el programa estadístico propuesto inicialmente. Para la propagación asexual no se efectuó análisis estadístico por una mortalidad del 100% la cual es considerada una propagación muy difícil.

## 7. CONCLUSIONES

El desarrollo de los protocolos de propagación ex situ para las especies “frailejón” y “romero de castilla” no mostraron resultados satisfactorios, razón por la cual se concluye que estas especies son in situ.

No se cuenta con información acerca del tipo de semillas, lo que pudo constituir un limitante en la efectividad de los ensayos de germinación propuestos. En este sentido es importante resaltar que ni la propuesta ni la implementación de estos ensayos implicaban el éxito de los mismos.

La distancia, altura de localización de las plantas de colecta y características de los predios (Lagunillas y Chorrerón) influyó en los resultados de germinación de “*Romero de Castilla*” ya que solo creció 1 individuo en Chorrerón en las tres repeticiones; mientras que en Lagunillas las semillas respondieron mejor a los tratamientos, con 10 individuos. Lo anterior pudo darse porque las semillas son colectadas de individuos que se establecen cerca del vivero de propagación en Lagunillas.

El resultado nulo en la germinación de las semillas de la especie “Frailejón” pudo verse influenciado por el estado fitosanitario en el que se encontraban las semillas en el momento de la entrega del material a los autores del proyecto, el cual no fue el más óptimo. Además, cabe destacar que esta especie es endémica del sector del Ahogadero y por lo tanto tiene requerimientos específicos, que influyen en el ejercicio de propagación.

Es muy importante tener en cuenta que las condiciones medioambientales dónde crece y los requerimientos de la especie “*Frailejón*” son diferentes a los presentes

en las áreas de influencia directa del estudio. Lo anterior soportado en la distribución de la especie, que como se mencionó anteriormente, Hábitat y distribución, esta se encuentra entre los 3000 y 3200 m s. n. m. hacia el flanco oriental de la cordillera oriental en jurisdicción del PNN El Cocuy (Díaz et al., 2006). Información que además de ser reportada por la literatura ha sido mencionada por parte de los funcionarios del área protegida.

La corta de las estacas de la especie “Romero de Castilla” se realizó según el calendario lunar siguiendo las indicaciones descritas en la metodología, sin embargo, no fue la mejor época de corta ya que se encontraba en tiempo de sequía momento en el cual la especie se encuentra en estado infértil, por lo cual no crece durante el trasplante a bolsa en el proceso de propagación.

Para la ejecución de un modelo estadístico comparativo es necesario que los resultados sean satisfactorios durante la evolución del proyecto, de lo contrario no se puede ejecutar dicho procedimiento ya que los resultados que se obtengan de este modelo no tendrían validez alguna para la estadística.

A pesar de los resultados obtenidos en el ensayo se pudo determinar información importante que puede ser de gran ayuda para futuras investigaciones con dichas especies.

## 8. RECOMENDACIONES

Inicialmente se realizó un estudio piloto en donde los protocolos de propagación se manejaron con diferentes concentraciones de Giberelinas, específicamente proporciones de 2000 y 3000 ppm, así mismo se utilizó compost y tierra de paramo para la siembra de las semillas y estacas realizando de igual forma monitoreo semanal durante cuatro meses, al terminar los cuatro meses de monitoreo se determinó mortalidad del 100% por esta razón se modificaron las condiciones de siembra y manejo para la elaboración de este proyecto, con base en lo anterior se recomienda no realizar los protocolos de propagación para estas especies con las condiciones de siembra descritas en este proyecto.

Se recomienda realizar propagación sexual (semillas) incluyendo sustratos mezclados de suelo de páramo, cascarilla de arroz quemada, compost y arena de río para la propagación “Romero de Castilla” y “*Frailejon*” Por otro lado, se recomienda los sustratos con turba y cascarilla (1:1) para la propagación asexual por estacas de “Romero de Castilla”, pero realizando el corte de las mismas en época de lluvia.

Se propone realizar los experimentos de propagación con semillas de “**Romero de Castilla**” únicamente del sector de Lagunillas, con diferentes concentraciones de Giberelina (ppm), tomando como referencia los tratamientos con mayor concentración.

En el caso de “*Frailejón*” se recomienda tratar de replicar a lo que más se pueda las condiciones del predio Ahogadero y repetir el protocolo, tomando en cuenta que el único tratamiento que dio una respuesta fue el de agua caliente (AC) en la quinta semana, sin embargo, el individuo murió después, razón por la cual se debe realizar

un monitoreo más frecuente para observar las etapas y el momento exacto en el que ocurren los cambios abruptos de crecimiento o muerte de los individuos.

## BIBLIOGRAFIA

ALARCON HINCAPIE, Juan Carlos; [... y Otros]. Transformación y cambio en el uso del suelo en los Paramos de Colombia en las últimas décadas. [en línea]. Bogotá (Colombia): IDEAM, 2002. 333 p.[Consultado en Noviembre 2016].Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000689/Capitulo4.pdf>

CABRERA, Marian y RAMÍREZ Wilson. Restauración ecológica de los páramos de Colombia: Transformación y herramientas para su conservación. [en línea]. Bogotá (Colombia): Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014. 298 p. [Consultado en Noviembre 2016].Disponible en: [http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/restauracion\\_paramos\\_baja.pdf](http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/restauracion_paramos_baja.pdf)

CALDERON, Eduardo; GALEANO, Gloria y GARCIA, Nestor. Libro rojo de plantas de Colombia, volumen 2 palmas, frailejones y zamias. [en línea]. Bogotá (Colombia): IAVH, 2005. 445p. [Consultado en Noviembre 2016].Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/es/component/k2/item/277-libro-rojo-de-plantas-de-colombia-vol-2-palmas-frailejones-y-zamias-serie-libros-rojos-de-especies-amenazadas>

CAMACHO, Darío y MARROQUIN, Jhezmin. Análisis de Insectos Coleoptera asociados a la Afectación de Frailejón *Espeletia lopezii*, en el Páramo del Costado Occidental del Parque Nacional Natural El Cocuy. Trabajo de Grado Ingeniería Forestal. Málaga: Universidad Industrial de Santander. Programa Ingeniería Forestal, 2014.138 p.

CASTAÑEDA G., Sandra Liliana; [... y otros]. Análisis de la respuesta de ocho especies nativas del bosque alto andino ante dos métodos de propagación. *Revista Colombia Forestal*. 2007, nro. 20. p. 79-90.

ECODES INGENIERIA. Contrato Ecopetrol cocuy-cat-001-2014, restauración ecológica en el Parque Nacional Natural el Cocuy. Protocolo de propagación para el “romero” *diplostephium revolutum s.f Blake*. Bogotá D.C: Ecodes Ingeniería, P.N.N.C., 2015. 38 p.

ECODES INGENIERIA. Contrato Ecopetrol cocuy-cat-001-2014, restauración ecológica en el Parque Nacional Natural el Cocuy. Protocolo de propagación para el “frailejón” *espeletia curialensis cuatrec. Var. Exigua rodr.-cabeza & s.díaz*. Bogotá D.C: Ecodes Ingeniería, P.N.N.C., 2015. 38 p.

PÉREZ SUÁREZ, Bibiana. Observaciones sobre la germinación de tres especies del género *Citharexylum Jacq.* empleadas en restauración ecológica. *Revista Colombia Forestal*. 2011, nro. 2. P. 137-143.

QUINTERO MARTINEZ, Ricardo y QUIROGA JAIMES, Cesar. Determinación y desarrollo inicial de *polylepis cocuyencis killip cuart* en seis sustratos diferentes en condiciones de vivero a 3.955 m.s.n.m en el municipio de Cocuy Boyacá. Trabajo de Grado Ingeniería Forestal. Málaga: Universidad Industrial de Santander. Programa Ingeniería Forestal, 2000.123 p.

RAMÍREZ, N.; CAMACHO, A.; GONZÁLEZ, M. Guía para la propagación de especies leñosas nativas de los altos y montañas del norte de Chiapas. Chiapas, [en línea]. México: ECOSUR., 2003. 41 p. [Consultado 10 septiembre 2016]. Disponible en: [http://learning.makewayformonarchs.org/pdfs/courses/files/Guia\\_Restauracion\\_especies\\_lenosas.pdf](http://learning.makewayformonarchs.org/pdfs/courses/files/Guia_Restauracion_especies_lenosas.pdf)

REPUBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Plan de manejo 2005-2009 Parque Nacional Natural Del Cocuy [en línea]. Bogotá (Colombia): Parques Nacionales Naturales De Colombia, 2005. 306 p. [Consultado 10 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/PlandeManejoPNNEICocuy.pdf>

VARGAS RIOS, Orlando y PÉREZ MARTINEZ, Laura Victoria. Semillas de plantas de páramo: ecología y métodos de germinación aplicados a la restauración ecológica. [en línea]. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, 2014. 171p. [Consultado en Noviembre 2016]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/265847972\\_Semillas\\_de\\_plantas\\_de\\_paramo\\_ecologia\\_y\\_metodos\\_de\\_germinacion\\_aplicados\\_a\\_la\\_restauracion\\_ecologica](https://www.researchgate.net/publication/265847972_Semillas_de_plantas_de_paramo_ecologia_y_metodos_de_germinacion_aplicados_a_la_restauracion_ecologica)

## ANEXOS

### Anexo A. Formato de registro de recolección de semillas

# Fuente semillera	Municipio Localidad	Municipio/Localidad/Vereda	Info adicional	Coordenadas
1				
2				
3				

### Anexo B. Formato para el análisis de calidad de semillas

Especie	Resultados	# de semillas	Observaciones
% de pureza			
Peso			
Viabilidad			

### Anexo C. Formato de registro de germinación de semillas.

Cantidad de semillas	Tratamiento pre germinativo	Cantidad / unidades	Tiempo	Observaciones

### Anexo D. Formato de seguimiento de germinación de semillas

NOMBRE									
FECHA DE SIEMBRA									
DIA N°	TRATAMIENTO					N° DE HOJAS	ALTURA	OBSERVACIONES	
	AF	AC	G1	G2	T				

**Anexo E. Formato de seguimiento para inducción por enraizamiento.**

Nombre						
Fecha de siembra						
Semana	Tratamiento			N° de hojas	Altura	Observaciones
	E1	E2	ET3			

Anexo F. Romero de castilla

Especie	Romero de castilla - <i>Diplosthepium revolutum</i>															
Sitio	CHORRERÓN															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015												Propagación sexual - Semillas			
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016												<u>REPETICION 1</u>			
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	A F	A C	G 1	G 2	C	A C	A F	G 1	G 2	C	A F	AC	G1	G 2	C	
25-02-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó monitoreo sin obtener respuestas de germinación; este resultado es esperado debido a las pocas semanas después de la siembra.
10-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
23-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
07-04-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación

Especie	Romero de castilla - <i>Diplostephium revolutum</i>															
Sitio	CHORRERÓN															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015											Propagación sexual - Semillas				
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016											<u>REPETICION 1</u>				
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	A F	A C	G 1	G 2	C	A C	A F	G 1	G 2	C	A F	AC	G1	G 2	C	
23-04-2016	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.05	0	0	0	Se encuentra un primer individuo en germinación.
14-05-2016	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.07	0	0	0	El individuo presente sigue en su crecimiento y no presenta sus hojas verdaderas.
31-05-2016	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0.1	0	0	0	El individuo tiene sus dos hojas verdaderas.
25-08-2016	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.07	0	0	El individuo germinado en el agua fría estaba muerto. Pero apareció un nuevo individuo en el G1, que presenta sus hojas primarias.

Especie	Romero de castilla - <i>Diplostephium revolutum</i>															
Sitio	CHORRERÓN															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015												Propagación sexual - Semillas			
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016												<u>REPETICION 2</u>			
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	AF	AC	G1	G2	C	A F	A C	G 1	G 2	C	A F	A C	G 1	G 2	C	
25-02-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó monitoreo sin obtener respuestas de germinación; este resultado es esperado debido a las pocas semanas después de la siembra.
10-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
23-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
07-04-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.

Especie	Romero de castilla - <i>Diplostephium revolutum</i>															
Sitio	CHORRERÓN															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015										Propagación sexual - Semillas					
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016										<u>REPETICION 2</u>					
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	AF	AC	G1	G2	C	A F	A C	G 1	G 2	C	A F	A C	G 1	G 2	C	
23-04-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
14-05-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
31-05-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
25-08-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener aun respuestas de germinación.

Especie	Romero de castilla - <i>Diplostephium revolutum</i>															
Sitio	CHORRERÓN															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015												Propagación sexual - Semillas			
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016												<u>REPETICION 3</u>			
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	AF	AC	G1	G2	C	A F	A C	G 1	G 2	C	A F	A C	G 1	G 2	C	
25-02-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó monitoreo sin obtener respuestas de germinación; este resultado es el esperado debido a las pocas semanas después de la siembra.
10-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
23-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
07-04-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.

Especie	Romero de castilla - <i>Diplostephium revolutum</i>															
Sitio	CHORRERÓN															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015												Propagación sexual - Semillas			
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016												<u>REPETICION 3</u>			
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	AF	AC	G1	G2	C	A F	A C	G 1	G 2	C	A F	A C	G 1	G 2	C	
23-04-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
14-05-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
31-05-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
25-08-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.

Especie	Romero de castilla - <i>Diplostephium revolutum</i>																
Sitio	LAGUNILLAS																
Fecha Colecta	14 DE ENERO DE 2016												Propagación sexual - Semillas				
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016												<u>REPETICION 1</u>				
Fecha	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones	
/Semana N°	AF	AC	G1	G2	C	AF	AC	G1	G2	C	AF	AC	G1	G2	C		
25/02/2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó monitoreo sin obtener respuestas de germinación; este resultado es el esperado debido a las pocas semanas después de la siembra.
10/03/2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
23/03/2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
7/04/2016	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.1	0	0	En el monitoreo se encontró el primer individuo en germinación.

Especie	Romero de castilla - <i>Diplostephium revolutum</i>															
Sitio	LAGUNILLAS															
Fecha Colecta	14 DE ENERO DE 2016										Propagación sexual - Semillas					
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016										<u>REPETICION 1</u>					
Fecha	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
/Semana N°	AF	AC	G1	G2	C	AF	AC	G1	G2	C	AF	AC	G1	G2	C	
23/04/2016	1	0	0	1	1	2	0	0	2	2	0.5	0	0	0.2	0.2	En el monitoreo se encontraron 4 individuos germinados.
	1					4					1					
14/05/2016	1	0	0	1	1	2	0	0	2	2	0.7	0	0	0.2	0.2	Se hizo el monitoreo de los individuos anteriores, los cuales tienen mayor biomasa y altura.
	1					4					1.2					
31/05/2016	1	0	0	1	1	4	0	0	4	2	1.3	0	0	0.4	0.4	En esta visita se encontró que un individuo de la G1 había muerto, los otros 3 continúan con su crecimiento.
25/08/2016	1	0	0	1	1	4	0	0	6	4	1.5	0	0	0.8	0.4	Se trasplantaron los individuos de los tratamientos G2 y AF, los cuales tenían la mayor altura.

Especie	Romero de castilla - <i>Diplosthepium revolutum</i>																
Sitio	LAGUNILLAS																
Fecha Colecta	14 DE ENERO DE 2016														Propagación sexual - Semillas		
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016														<u>REPETICION 2</u>		
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones	
	AF	AC	G1	G2	C	AF	AC	G1	G2	C	AF	AC	G1	G2	C		
25-02-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
10-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
23-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
07-04-2016	1	0	1	0	0	2	0	2	0	0	0.1	0	0.1	0	0	0	Se observó 2 individuos germinados en G1, así mismo 1 posible individuo que puede estar germinando en AF.
			1					2					0.2				
23-04-2016	1	0	1	0	0	2	0	2	0	0	0.3	0	0.2	0	0	0	Se encontró los mismo 3 individuos germinados pero con mayor biomasa y tamaño.
			1					4					0.25				

Especie	Romero de castilla - <i>Diplosthepium revolutum</i>															
Sitio	LAGUNILLAS															
Fecha Colecta	14 DE ENERO DE 2016													Propagación sexual - Semillas		
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016													<u>REPETICION 2</u>		
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	AF	AC	G1	G2	C	AF	AC	G1	G2	C	AF	AC	G1	G2	C	
14-05-2016	1	0	1	0	0	2	0	4	0	0	0.4	0	0.5	0	0	Los tres individuos localizados en la visita anterior continúan con su proceso de crecimiento satisfactoriamente.
			1					2					0.5			
31-05-2016	1	0	1	0	0	2	0	4	0	0	0.4	0	0.5	0	0	Continúan de la misma manera de la visita anterior, han demostrado un crecimiento muy lento.
			1					2					0.5			
25/08/2016	1	0	1	0	0	2	0	4	0	0	0.4	0	0.5	0	0	Se realizó el trasplante de 2 individuos del tratamiento de G1 por su alto porte. También se observó que las hojas presentan estrés (color amarillo), o esto puede ser ocasionado por deshidratación o falta de sustrato.
			1					4					0.5			

Especie	Romero de castilla - <i>Diplostephium revolutum</i>															
Sitio	LAGUNILLAS															
Fecha Colecta	14 DE ENERO DE 2016										Propagación sexual - Semillas					
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016										<u>REPETICION 3</u>					
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	A F	A C	G1	G2	C	AC	AF	G1	G2	C	AF	AC	G1	G2	C	
25-02-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó monitoreo sin obtener aun respuestas de germinación; este resultado es el esperado debido a las pocas semanas después de la siembra.
10-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó monitoreo sin obtener respuestas de germinación
23-03-2016	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.2	0	0	Se realizó monitoreo y se observó 1 individuo germinado.
07-04-2016	0	0	1 1	0	1	0	0	4 2	0	2	0	0	0.4 0.1	0	0.2	Se encontraron 3 individuos germinados, el individuo con 4 en el G1 es el mismo individuo encontrado el 23 de marzo de 2016.

Especie	Romero de castilla - <i>Diplostephium revolutum</i>															
Sitio	LAGUNILLAS															
Fecha Colecta	14 DE ENERO DE 2016										Propagación sexual - Semillas					
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016										<u>REPETICION 3</u>					
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	A F	A C	G1	G2	C	AC	AF	G1	G2	C	AF	AC	G1	G2	C	
23-04-2016	0	0	1	0	1	0	0	4	0	2	0	0	0.5	0	0.25	Se encuentran 3 individuos germinados, los cuales corresponden a las anteriores plántulas reportadas.
			1					2					0.3			
14-05-2016	0	0	1	0	1	0	0	4	0	4	0	0	0.5	0	0.4	Los tres individuos localizados en la visita anterior continúan con su proceso de crecimiento satisfactoriamente.
			1					2					0.4			
31-05-2016	0	0	1	0	1	0	0	4	0	4	0	0	0.6	0	0.4	Continúan de la misma manera de la visita anterior, se ha evidenciado un crecimiento muy lento.
			1					2					0.5			

Anexo G. Frailejón

Especie	Frailejón - <i>Espeletia Curialensis</i> var. <i>exigua</i>															
Sitio	AHOGADERO															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015												Propagación sexual - Semillas			
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016												<u>REPETICION 1</u>			
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	AF	AC	G1	G2	C	AF	A C	G 1	G 2	C	A F	AC	G 1	G 2	C	
25-02-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó monitoreo sin obtener respuestas de germinación; este resultado es el esperado debido a las pocas semanas después de la siembra.
10-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
23-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
07-04-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
23-04-2016	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.05	0	0	0	Se encuentra un primer individuo en germinación.
14-05-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Murió la plántula germinada y los demás tratamientos no arrojaron respuestas.
31-05-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
25-08-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.

Especie	Frailejón - <i>Espeletia Curialensis</i> var. <i>exigua</i>															
Sitio	AHOGADERO															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015										Propagación sexual - Semillas					
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016										<u>REPETICION 2</u>					
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	AF	AC	G1	G2	C	AF	A C	G 1	G 2	C	A F	AC	G 1	G 2	C	
25-02-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó monitoreo sin obtener respuestas de germinación; este resultado es el esperado debido a las pocas semanas después de la siembra.
10-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
23-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
07-04-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación

Espece	Frailejón - <i>Espeletia Curialensis</i> var. <i>exigua</i>															
Sitio	AHOGADERO															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015										Propagación sexual - Semillas					
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016										<u>REPETICION 2</u>					
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	AF	AC	G1	G2	C	AF	A C	G 1	G 2	C	A F	AC	G 1	G 2	C	
23-04-2016	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.05	0	0	0	Se encuentra un primer individuo en germinación.
14-05-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Murió la plántula germinada y los demás tratamientos no arrojaron respuestas.
31-05-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
25-08-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación

Especie	Frailejón - <i>Espeletia Curialensis</i> var. <i>exigua</i>															
Sitio	AHOGADERO															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015												Propagación sexual - Semillas			
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016												<u>REPETICION 3</u>			
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	AF	AC	G1	G2	C	AF	A C	G 1	G 2	C	A F	AC	G 1	G 2	C	
25-02-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó monitoreo sin obtener respuestas de germinación; este resultado es el esperado debido a las pocas semanas después de la siembra.
10-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
23-03-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación
07-04-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación

Especie	Frailejón - <i>Espeletia Curialensis</i> var. <i>exigua</i>															
Sitio	AHOGADERO															
Fecha Colecta	20 DE AGOSTO 2015										Propagación sexual - Semillas					
Fecha de siembra	23 DE ENERO 2016										<u>REPETICION 3</u>					
Fecha /Semana N°	N° semillas germinadas					N° de hojas					Altura (cm)					Observaciones
	AF	AC	G1	G2	C	AF	A C	G 1	G 2	C	A F	AC	G 1	G 2	C	
23-04-2016	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.05	0	0	0	Se encuentra un primer individuo en germinación.
14-05-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Murió la plántula germinada y los demás tratamientos no arrojaron respuestas.
31-05-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación.
25-08-2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se realizó el monitoreo sin obtener respuestas de germinación

**Anexo H. Selección de árboles y obtención del material**



**Anexo I. Preparación del sustrato**



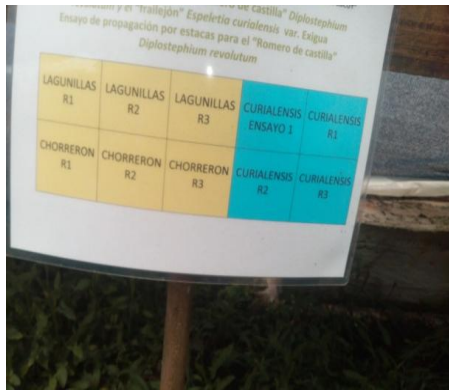
## Anexo J. Pruebas de viabilidad de las semillas



Anexo K. Tratamientos y enraizadores y preparación



## Anexo L. Instalación de bandejas y marcación respectiva



**Anexo M. Embrión de las semillas**



**Anexo N. Seguimiento**

