

**Protocolos de propagación y manejo *in situ* para especies
nativas del Orden Zingiberales en la Reserva Agroecológica
Los Monos, San Francisco, Antioquia, Colombia**

Estudiantes

**Valentina Estrada Macías
Maria José Otálvaro Álvarez**

Director

Dino Jesús Tuberquia Muñoz

Codirector

David Echeverri López

Trabajo de Grado

Modalidad *Pasantía*

Programa de Ecología

Facultad de Ciencias y Biotecnología

Universidad CES

Medellín

Octubre 2022

21 de noviembre de 2022.

Se informa que las estudiantes **Valentina Estrada Macías** y **Maria José Otálvaro Álvarez** identificadas respectivamente con cédula: No. 1007253365 y 1037671023 han concluido de manera satisfactoria su trabajo de grado titulado “**Protocolos de propagación y manejo *in situ* para especies nativas del Orden Zingiberales en la Reserva Agroecológica Los Monos, San Francisco, Antioquia, Colombia.**” en la modalidad de *Pasantía*.

En calidad de **directores** del trabajo de grado en mención, y luego de haber revisado con detalle y alto rigor científico y académico el presente documento final, se aprueba este Trabajo de Grado como requisito parcial para optar al título de **Ecólogos**.



David Echeverri López
Cédula: 15.388.677
CORNARE



Dino Tuberquia Muñoz
Cédula: 71.696.411
Universidad CES

Protocolos de propagación y manejo *in situ* para especies nativas del Orden Zingiberales en la Reserva Agroecológica Los Monos, San Francisco, Antioquia, Colombia

Valentina Estrada Macías & Maria José Otálvaro Álvarez

Resumen

Zingiberales es un Orden de plantas monocotiledóneas, que para Colombia presenta especies nativas en las familias: Heliconiaceae, Zingiberaceae, Marantaceae, Costaceae y Cannaceae. El grupo es reconocido por tener muchas especies de importancia económica, que son utilizadas como materia prima para producción de canastos y envolturas, extracción de fibras, alimento y en especial, como ornamentales. Las especies nativas de Colombia exhiben alto potencial ornamental, pero son poco aprovechadas. Por este motivo se pretendió, a partir de una pasantía auspiciada por la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare), generar protocolos de propagación y manejo *in situ*, con participación comunitaria, para seis especies nativas de este Orden. Cornare es una de las autoridades ambientales presentes en el departamento de Antioquia y dentro de su jurisdicción está el municipio de San Francisco, lugar donde fue ejecutada la pasantía; esta tuvo una duración de cinco meses donde se llevaron a cabo diferentes actividades encaminadas al trabajo comunitario y a la elaboración de los protocolos. Para el proyecto se realizaron cuatro recorridos exploratorios por la vereda La Hinojosa, de los cuales se generó un listado de las especies presentes y a su vez, se recolectó el germoplasma necesario para los ensayos de propagación, tanto de semillas como rizomas. Los ensayos se realizaron en un vivero construido como una de las actividades de la pasantía en la Reserva Agroecológica Los Monos, y se propagaron un total de 19 especies pertenecientes a las familias Heliconiaceae, Costaceae y Marantaceae, en donde se probaron diferentes sustratos, se aplicaron diferentes técnicas agroecológicas para promover el desarrollo, y se hicieron otras pruebas tales como tamaño mínimo de rizoma viable para crecimiento. Por último, se realizaron dos talleres pedagógicos comunitarios para la socialización, intercambio de conocimientos y experiencias en torno a la propagación de este Orden.

Palabras clave: plantas ornamentales, comunidades campesinas, agroecología.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| 1. PRESENTACIÓN | 4 |
| 2. RESEÑA DE LA INSTITUCIÓN | 4 |
| 3. OBJETIVOS | 5 |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL | 5 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 5 |
| 4. LOGROS ALCANZADOS | 5 |
| 5. DIFICULTADES | 5 |
| 6. RESULTADOS | 5 |
| 6.1. RECORRIDOS EXPLORATORIOS | 5 |
| 6.2. ENSAYOS DE PROPAGACIÓN | 7 |
| 1.1.1. <i>Semillas</i> | 7 |
| 1.1.2. <i>Rizomas</i> | 8 |
| 6.3. CONSTRUCCIÓN DEL VIVERO | 10 |
| 6.4. TÉCNICAS DE MANEJO DE LA AGROECOLOGÍA | 12 |
| 6.5. APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE MANEJO DE AGROECOLOGÍA | 14 |
| 6.6. TALLERES PEDAGÓGICOS COMUNITARIOS | 15 |
| 6.7. GENERACIÓN DE PROTOCOLOS | 17 |
| 6.8. TRABAJO EN LA OFICINA PRINCIPAL DE CORNARE | 18 |
| 7. CONCLUSIONES | 18 |
| 8. RECOMENDACIONES | 19 |
| 9. ANEXOS | 20 |
| ANEXO 1. LISTA DE ASISTENCIA Y PERMISO DE USO DE IMAGEN Y VOZ DEL SEGUNDO TALLER REALIZADO EN LA VEREDA LA HINOJOSA | 20 |
| ANEXO 2. PROTOCOLOS DE PROPAGACIÓN Y MANEJO <i>IN SITU</i> DE SEIS ESPECIES NATIVAS DEL ORDEN ZINGIBERLAES | 22 |
| ANEXO 3. FRAGMENTO DE MATRIZ QUE SISTEMATIZÓ INFORMACIÓN DE LAS 21 ÁREAS PROTEGIDAS EN JURISDICCIÓN DE CORNARE. | 40 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA | 41 |
| 11. AGRADECIMIENTOS | 41 |

1. Presentación

El presente documento expone las diferentes actividades realizadas durante la pasantía auspiciada por la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare), entre los meses de marzo y agosto de 2022, en la subdirección del grupo de Bosques y Biodiversidad; esta consistió principalmente, en planear y ejecutar un proyecto experimental sobre propagación de Zingiberales nativas con potencial ornamental en los predios de la familia Cárdenas Escobar, que se encuentran en jurisdicción de la corporación y que además están en proceso de declaración de reserva natural privada, la cual fue nombrada como Reserva Agroecológica Los Monos. El proyecto se desarrolló en diferentes etapas, comenzó con una fase de planeación que incluyó revisión de literatura especializada en los diferentes aspectos requeridos para la ejecución, seguida de una fase de campo donde se realizaron recorridos exploratorios para conocer la diversidad de Zingiberales en la zona, se ejecutaron ensayos de propagación de semillas y rizomas, se aplicaron técnicas de manejo basadas en agroecología, se construyó un vivero comunitario y se ejecutaron dos talleres pedagógicos participativos en la vereda La Hinojosa, del municipio de San Francisco, Antioquia. La pasantía también incluyó unas visitas a la sede principal de Cornare, ubicada en el municipio El Santuario, con el fin de entender las dinámicas internas de la corporación, cómo se constituye y qué tipo de proyectos realizan; durante la estadía en la sede administrativa se contribuyó a la elaboración de un protocolo de control del Retamo Espinoso (*Ulex europaeus* L.) a partir de una recopilación de la información existente sobre esta especie invasora, se realizó un resumen sistematizado de las actividades permitidas en las áreas protegidas de su jurisdicción y un listado de tareas pendientes designadas a la corporación en diferentes resoluciones.

2. Reseña de la institución

La Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare), es una de las 33 Corporaciones Autónomas Regionales existentes en Colombia, que hacen parte del Sistema Nacional Ambiental y son regidas por la Ley 99 de 1993, donde se definen las corporaciones como la autoridad ambiental encargada de administrar los recursos naturales renovables, apuntando a su desarrollo sostenible en los territorios de su jurisdicción, conforme a las políticas establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. CORNARE cuenta con cinco sedes regionales: Sede Regional Páramo, Sede Regional Bosques, Sede Regional Aguas, Sede Regional Porce Nus, y Sede Regional Valles De San Nicolás, que se encuentran en los municipios de Sonsón, San Luis, Guatapé, Alejandría y Rionegro respectivamente, y su sede principal está ubicada en el municipio de El Santuario. Esta corporación rige en 26 municipios, entre ellos, San Francisco, sitio donde se encuentra ubicada la Reserva Agroecológica Los Monos.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Generar protocolos de propagación y manejo *in situ*, con participación comunitaria, para seis especies nativas del Orden Zingiberales en la Reserva Agroecológica Los Monos, San Francisco, Antioquia.

3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el potencial de propagación por rizomas y semillas, para especies nativas del Orden Zingiberales, en la vereda La Hinojosa y sitios aledaños.
- Efectuar ensayos con énfasis en prácticas de agroecología para el manejo de plantas en condiciones de vivero.
- Implementar actividades participativas y pedagógicas relacionadas con el tema a desarrollar, dirigidas a habitantes locales.

4. Logros alcanzados

- Se estableció un diálogo de saberes y retroalimentación entre comunidad rural y la academia.
- Se aportó al estado de conocimiento de la propagación de algunas especies dentro del Orden.
- Se generaron protocolos para seis especies del Orden Zingiberales, que servirán de guía a las comunidades rurales campesinas para su propagación, así como para la aplicación de algunas técnicas de la agroecología.
- Se conocieron algunas dinámicas de trabajo del grupo Bosques y Biodiversidad de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare).
- Se contribuyó a generar línea base para fortalecer la estrategia de conservación de flora en esta iniciativa de Reserva Agroecológica.

5. Dificultades

En algunas ocasiones el cronograma de trabajo e itinerario de viajes a la zona debió modificarse, debido a las dinámicas locales en la reserva, que influyeron en la disponibilidad de los habitantes del lugar.

6. Resultados

6.1. Recorridos exploratorios

Se realizaron cuatro recorridos exploratorios en diferentes zonas de la vereda La Hinojosa, para reconocer las especies del Orden Zingiberales que tuviesen potencial ornamental. El primer recorrido se realizó por las márgenes del Río Claro en dirección al puente colgante

sobre la carretera hacia el corregimiento de Jerusalén; el segundo, en predios aledaños a la Reserva Agroecológica Los Monos, pertenecientes a la empresa Cementos Argos S.A; el tercero, al borde de la quebrada El Perrillo; y el último, se realizó por un tramo de la carretera hacia La Danta y parte del sector Las Palmas (vereda La Hermosa).

En estos recorridos se encontraron 19 especies, cuatro, seis y nueve especies de las familias Heliconiaceae, Costaceae y Marantaceae, respectivamente (Tabla 1), de las cuales se recolectó el germoplasma disponible, tanto semillas como rizomas.

Tabla 1. Lista de especies encontradas durante los recorridos exploratorios en la vereda La Hinojosa; con su respectiva distribución en Colombia, basada en Bernal et al., 2016.

| Familia | Especie | Distribución |
|---------------|---|---|
| Heliconiaceae | <i>Heliconia longa</i> (Griggs) H.J.P. Winkl. | Andes, Pacífico, Valle del Magdalena |
| | <i>Heliconia stricta</i> Huber | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Magdalena |
| | <i>Heliconia hirsuta</i> L. f. | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Cauca, Valle del Magdalena |
| | <i>Heliconia spathocircinata</i> Aristeg. | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Valle del Cauca, Valle del Magdalena |
| Costaceae | <i>Costus laevis</i> Ruiz & Pav. | Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Cauca, Valle del Magdalena |
| | <i>Costus allenii</i> Maas | Andes, Pacífico, Valle del Magdalena |
| | <i>Costus villosissimus</i> Jacq. | Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Magdalena |
| | <i>Costus pulverulentus</i> C. Presl | Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Cauca, Valle del Magdalena |
| | <i>Costus lima</i> K. Schum. | Pacífico, Valle del Cauca, Valle del Magdalena |
| | <i>Dimerocostus strobilaceus</i> Kuntze | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Orinoquia, Valle del Magdalena |
| Marantaceae | <i>Ischnosiphon arouma</i> (Aubl.) Körn. | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Valle del Cauca, Valle del Magdalena |
| | <i>Calathea micans</i> (L. Mathieu) Körn | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Orinoquia, Pacífico, Valle del Magdalena |

| | |
|--|---|
| <i>Calathea attenuata</i> H. Kenn. | Amazonia, Guayana y Serranía de La Macarena |
| <i>Calathea ornata</i> (Lem.) Körn. | Orinoquia |
| <i>Calathea latifolia</i> Klotzsch | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Cauca, Valle del Magdalena |
| <i>Calathea lutea</i> (Aubl.) Schult. | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Magdalena |
| <i>Calathea crotalifera</i> S. Watson | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Cauca, Valle del Magdalena |
| <i>Goepertia inocephala</i> (Kuntze) T. Durand & B.D. Jacks. | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Cauca, Valle del Magdalena |
| <i>Renealmia cernua</i> (Sw. ex Roem. & Schult.) J.F. Macbr. | Amazonia, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Valle del Cauca, Valle del Magdalena |

6.2. Ensayos de propagación

1.1.1. Semillas

Se recolectaron aproximadamente 780 semillas correspondientes a 11 especies; tres pertenecientes a la familia Heliconiaceae, dos a la familia Costaceae y seis a Marantaceae; estas fueron sembradas en tres tipos de sustratos: arena, tierra y una mezcla de arena + tierra (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de semillas por sustratos.

| ESPECIE | ARENA | TIERRA | ARENA + TIERRA |
|----------------------------------|-------|--------|----------------|
| <i>Heliconia spathocircinata</i> | 4 | 10 | 12 |
| <i>Heliconia hirsuta</i> | | 9 | |
| <i>Heliconia longa</i> | | 5 | |
| <i>Costus lima</i> | 175 | 175 | |
| <i>Dimerocostus strobilaceus</i> | 88 | 88 | |
| <i>Calathea crotalifera</i> | 25 | 24 | 25 |
| <i>Calathea latifolia</i> | 9 | 6 | 4 |
| <i>Calathea attenuata</i> | | | 5 |
| <i>Calathea lutea</i> | | | 3 |
| <i>Goepertia inocephala</i> | 49 | 51 | 21 |
| <i>Ischnosiphon arouma</i> | 9 | 9 | |

Germinaron 448 semillas de ocho especies, de las cuales, *Costus lima* y *Goepertia inocephala* presentaron los mayores porcentajes de germinación, mientras que las semillas de *Heliconia longa*, *Calathea attenuata* y *Calathea lutea* no germinaron (Figura 1); esto puede deberse a que fueron las especies con menor disponibilidad de germoplasma en los recorridos realizados, sumado a que no es claro si las semillas estaban en estado de inmadurez o si habían perdido la viabilidad, ya que hasta ese momento, no había información disponible sobre criterios para selección de las semillas maduras; por otro lado, hay que tener en cuenta que para el caso de las heliconias, las semillas pueden tardar hasta un año en germinar (Maza Barros, 2006). En cuanto a la germinación por sustratos, *G. inocephala* presentó el mismo tiempo de germinación en todos los sustratos (mes y medio); sin embargo, las semillas sembradas en el sustrato arena + tierra, exhibieron los porcentajes de germinación más altos. Por otro lado, la germinación de *C. lima* en tierra fue más rápida (menos de un mes), y con mayor cantidad de semillas que en el sustrato arena.

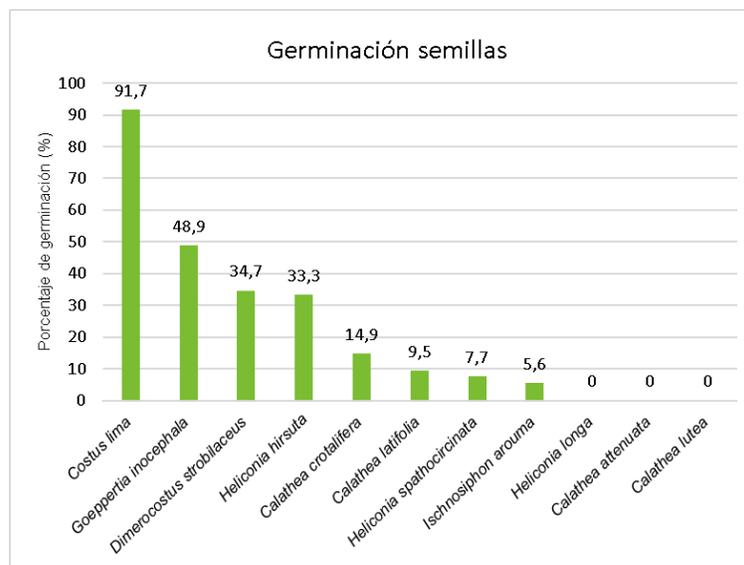


Figura 1. Porcentaje de germinación para los ensayos de propagación por semillas.

La germinación de *D. strobilaceus* en el sustrato arena fue más rápida y con mayor cantidad de semillas, mientras que en tierra el proceso fue un poco más lento, y luego del monitoreo posterior a la germinación, se observó que muchas plántulas mueren en este sustrato. Aunque *C. crotalifera* no tuvo un porcentaje de germinación alto, aparentemente el sustrato tierra es más efectivo; además, sus semillas exhibieron los mismos tiempos de germinación.

1.1.2. Rizomas

En consenso con la familia Cárdenas Escobar, se definieron dos espacios dentro de la Reserva para la siembra de rizomas; el primero, denominado como “banco de rizomas 1”, se ubicó al lado de la quebrada El Moncholo, donde se sembraron 38 rizomas de las especies mencionadas anteriormente, exceptuando *Heliconia hirsuta*; el segundo, denominado “banco de rizomas 2”, se localizó cerca de las áreas de hospedaje, donde se construyeron dos terrazas pequeñas en forma de media luna (Figura 2) con el fin de realizar pruebas piloto de paisajismo y ensayos de trasplante, y así exhibir el potencial ornamental de los zingiberales. El ensayo se realizó de la siguiente manera: en la primera terraza se dispusieron cinco plantas de *H. hirsuta*, dos de *C. pulverulentus* y cinco de *C. villosissimus*; en la segunda terraza se sembró una planta de *C. crotalifera*, *C. lutea*, *G. inocephala* y dos de *C. allenii*; por último, al sustrato de siembra se aplicaron los preparados orgánicos Bocashi y microorganismos de montaña, para promover el crecimiento y desarrollo de las plantas.



Figura 2. Terrazas en media luna.

En el banco de rizomas 1, rebrotaron 23 rizomas de 14 especies (Tabla 3), en condiciones naturales de inundación, suelo, lluvia y sombra proporcionada por plantas de plátano y algunos árboles existentes en el sitio. Asimismo, con el paso del tiempo se logró apreciar que estos rebrotos tuvieron un buen desarrollo.

Tabla 3. Ensayos de propagación por rizoma para 18 especies del Orden Zingiberales.

| Especie | Fecha de siembra | Nº Rizomas sembrados | Nº rizomas que rebrotaron |
|----------------------------------|------------------|----------------------|---------------------------|
| <i>Heliconia stricta</i> | 20-Feb-2022 | 1 | 1 |
| <i>Heliconia spathocircinata</i> | 20-Feb-2022 | 4 | 4 |
| <i>Heliconia longa</i> | 27-Mar-2022 | 1 | 1 |
| <i>Costus lima</i> | 20-Feb-2022 | 1 | 1 |
| <i>Costus laevis</i> | 25-Mar-2022 | 1 | 1 |
| <i>Costus pulverulentus</i> | 28-Mar-2022 | 1 | 1 |
| <i>Costus villosissimus</i> | 17-Jul-2022 | 5 | 1 |
| <i>Costus allenii</i> | 17-Jul-2022 | 1 | 0 |
| <i>Dimerocostus strobilaceus</i> | 17-Jul-2022 | 3 | 1 |

| | | | |
|------------------------------|-------------|---|---|
| <i>Ischnosiphon arouma</i> | 20-Feb-2022 | 1 | 1 |
| <i>Calathea latifolia</i> | 27-Mar-2022 | 2 | 2 |
| <i>Calathea ornata</i> | 27-Mar-2022 | 3 | 3 |
| <i>Calathea attenuata</i> | 27-Mar-2022 | 5 | 4 |
| <i>Calathea micans</i> | 28-Mar-2022 | 1 | 1 |
| <i>Calathea crotalifera</i> | 17-Jul-2022 | 3 | 1 |
| <i>Calathea lutea</i> | 17-Jul-2022 | 2 | 0 |
| <i>Goeppertia inocephala</i> | 17-Jul-2022 | 1 | 0 |
| <i>Renalmia cernua</i> | 17-Jul-2022 | 2 | 0 |

En cuanto a las plantas trasplantadas en las terrazas, es importante mencionar que a pesar de que algunos individuos presentaron hojas con herbívora causada por la hormiga arriera, el estado fitosanitario de las plantas se puede calificar como satisfactorio, incluso algunas especies como *C. pulverulentus* desarrollaron inflorescencias.

Por otro lado, se realizaron ensayos de unidades mínimas de propagación para los rizomas de las especies *C. lima* y *C. crotalifera*; para esto, los rizomas se fragmentaron en el sitio donde se ubicaba la yema, ya que así puede aumentar la capacidad de rebrote de la planta; de la división de los rizomas de ambas especies, resultaron 13 secciones de diferentes tamaños, que van desde 2.5 cm x 1.5 cm hasta 5.9 cm x 4.2 cm. Por último, los fragmentos se sembraron en bolsas cafeteras con sustrato tierra.

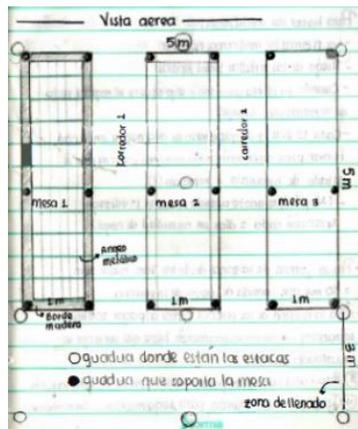
En aproximadamente un mes, brotaron siete rizomas con los siguientes tamaños: 5.9 cm x 4.2 cm, 7.1 cm x 2 cm, 3.8 cm x 4 cm, 3.6 cm x 3 cm, 3.5 cm x 1.5 cm, 3 cm x 2.5 cm y 2.5 cm x 1.5 cm. Con esto, se logró evidenciar que la propagación de rizomas también es exitosa con fragmentos pequeños, pero es importante proteger la yema cuando se ejecutan los cortes.

6.3. Construcción del vivero

Se construyó un vivero en la Reserva Agroecológica Los Monos, con el fin de generar un espacio adecuado para incentivar a la comunidad de la vereda La Hinojosa a ser partícipes en ensayos de propagación de Zingiberales; incluso, permitió que se motivaran a propagar otras especies que fueran de su interés, como por ejemplo especies nativas que están en algún grado de amenaza o palmas con potencial de aprovechamiento. Previo a su construcción, se realizaron dos visitas al vivero El Molino, del Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín, para identificar las especificaciones técnicas que se debían seguir en cuanto a planeación, distribución de espacios y materiales sugeridos para cada zona del vivero.

Con la información recopilada y luego de identificar el lugar para la construcción del vivero, se elaboró un plano, producto del intercambio de ideas con la familia Cárdenas Escobar, dueños de la Reserva; en este diseño se consignaron las dimensiones y se estableció la

cantidad y el tipo de materiales requeridos (Figura 3). Finalmente, se construyó el vivero adyacente a la quebrada El Moncholo, detrás de la zona de hospedaje de la Reserva, con dimensiones de 25 m² de germinación y propagación y y embolsado. La labor de de manera intermitente, días de trabajo e personas en diferentes (Figura 4).



umbráculo para la zona de 15 m² para la zona de llenado construcción se llevó a cabo durante aproximadamente 20 intervinieron alrededor de 12 etapas de la construcción

Figura 3. Plano con el diseño del vivero, generado con la familia Cárdenas Escobar



Figura 4. Construcción de vivero en la Reserva Agroecológica Los Monos.

6.4. Técnicas de manejo de la agroecología

En el marco de esta pasantía, se optó por emplear técnicas de la agroecología para mitigar los efectos negativos de los cambios ambientales en las plantas y promover en los habitantes de la Reserva, una cultura de prácticas amigables y sostenibles con el ambiente.

Se hizo énfasis especial en la elaboración de preparados a partir de materiales orgánicos y microorganismos, conocidos como bioestimulantes que se aplican a los cultivos para mejorar la absorción de nutrientes, estimular el crecimiento y mejorar la tolerancia al estrés, debido a que modifican la fisiología de las plantas (Veobides Amador et al., 2018). En los ensayos necesarios para el establecimiento de los protocolos de propagación, se usaron bioestimulantes de tipo ácidos húmicos y fúlvicos y hongos micorrízicos a través de la preparación de Bocashi, microorganismos de montaña, lixiviado de lombricultivo y abono proveniente de biodigestores de residuos de cocina.

Bocashi: para su preparación se utilizaron materiales como ceniza, carbón vegetal, pasto seco, vástago de plátano picado, estiércol vacuno, tierra abonada, cascarilla de arroz y arena de río; además, se hidrató con una mezcla de agua, melaza de caña y levadura (Figura 5). Este tipo de abono fermentado aeróbico incorpora al suelo materias orgánicas y nutrientes esenciales como, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, los cuales mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo (Ramos Agüero et al., 2014). Este bioestimulante tardó 30 días en estar listo para aplicar como tratamiento a las plántulas.



Figura 5. Proceso de preparación del Bocashi en la Reserva Agroecológica Los Monos.

Microorganismos de montaña: este bioestimulante se genera a partir de un proceso anaeróbico de la mezcla de salvado de maíz, melaza de caña y mantillo de bosque (Figura 6). Este último se refiere a la capa superficial de suelo localizada bajo la hojarasca de una zona boscosa conservada, en donde no se hayan usado agroquímicos en al menos tres años; se puede reconocer fácilmente el suelo requerido, a través de identificar la presencia de micelios de color blanco, de hongos, al remover un poco la hojarasca. Los Microorganismos de Montaña, pueden contener en promedio 80 especies de microorganismos que generan una mejor asimilación de nutrientes, mayor eficiencia en descomposición de materia orgánica, tienen efectos en la mineralización, nitrificación, el antagonismo y la fermentación en los suelos que son aplicados (Zeballos Heredia, 2017).



Figura 6. Mezcla y compactación de materiales para comenzar proceso anaeróbico que se extendió durante 20 días.

Paca biodigestora: esta técnica es un proceso de descomposición de residuos orgánicos que se transforman en un suelo rico en nutrientes a través de la fermentación, en donde se desarrollan múltiples interacciones químicas, físicas y biológicas para reciclar de manera natural la materia orgánica (Ossa Carrasquilla, 2016). Para su elaboración, se requiere una caja que se encuentre a la intemperie en donde se depositan los residuos de cocina, se compactan muy bien para reducir al máximo la presencia de oxígeno y se cubren completamente con una capa de hojarasca para evitar pudrimiento (Figura 7). Las pacas biodigestoras representan un mecanismo muy efectivo para el manejo adecuado de residuos tanto en zonas urbanas como rurales, y puede incentivar la creación de huertas para mejorar la seguridad alimentaria.



Figura 7. Construcción de paca biodigestora en la Reserva Agroecológica Los Monos.

Lixiviado de lombriz: esta técnica proviene del cultivo de lombriz californiana del que se derivan dos productos, humus y lixiviado, que tienen altas concentraciones de humina, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, sustancias fácilmente absorbidas por las plantas y que funcionan como importantes sistemas de intercambio iónico. El lixiviado, facilita a las plantas la asimilación de los nutrientes que se encuentren en el suelo, situación que potencia su crecimiento, aceleran el desarrollo de botones, flores y frutos (Martínez-Scott et al., 2018). Para este ensayo, el lixiviado fue comprado debido a que el proceso requiere de constante atención y cuidado, además de capacitación para el manejo de la lombriz roja californiana, y al menos en el momento, los habitantes de la Reserva no contaban con tiempo suficiente para su vigilancia y manipulación.

6.5. Aplicación de las técnicas de manejo de agroecología

Las prácticas de agroecología como Bocashi, microorganismos de montaña y lixiviado de lombriz, se aplicaron a 77 plántulas de *Costus lima*, 20 de *Dimerocostus strobilaceus*, 8 de *Calathea crotalifera* y 32 de *Goepertia inocephala*, con el fin de observar si alguna de estas técnicas estimulaba el crecimiento de las plántulas. El Bocashi y los microorganismos de montaña, se diluyeron por separado en agua en una proporción 1:1, para luego aplicarlos a las plántulas mediante el riego, mientras que el lixiviado de lombriz, se empleó mediante aspersión foliar. Cada uno de los tres bioestimulantes fue aplicado en $\frac{1}{4}$ de las plántulas de cada especie y la proporción restante de plántulas ($\frac{3}{4}$) fue designada como control, es decir, no se le aplicó ningún bioestimulante.

Se observó que estas técnicas agroecológicas estimularon el crecimiento y rebrote de plántulas de las diferentes especies evaluadas, excepto por el bioestimulante microorganismos de montaña, el cual causó marchitamiento y muerte de plántulas; se presume que esto sucedió debido a que este bioestimulante se aplicó de forma inadecuada, ya que el componente sólido del biopreparado se diluyó en agua y se aplicó directamente; y según literatura como Cooperación Internacional del Japón (JICA) (s.f.), Picado & Añasco (2005), antes de aplicar los microorganismos de montaña es importante activarlos a través de la sumersión de microorganismos sólidos en una bolsa de tela, a una dilución de 20 litros de agua con 500 gr de melaza, para posteriormente hacer el riego con ese líquido.

Además, es importante mencionar que las plántulas de las especies de la familia Costaceae exhibieron mayor cantidad de rebrotes en comparación con las especies de Marantaceae.

6.6. Talleres pedagógicos comunitarios

Como parte de esta pasantía, se realizaron dos talleres con los habitantes de la vereda La Hinojosa con el fin de socializar las actividades que se habían estado llevando a cabo en la Reserva Agroecológica Los Monos durante los cinco meses de pasantía.

En el primer taller se desarrollaron las siguientes temáticas: se hizo una contextualización sobre la organografía del Orden Zingiberales, sus particularidades, distribución y clima; se mencionó y mostraron imágenes de los representantes más conocidos de cada una de las familias que se pueden encontrar en la zona: Marantaceae, Heliconiaceae, Zingiberaceae, Musaceae, Costaceae y Cannaceae. Se habló de los usos de estas plantas y se enfatizó en el tema ornamental, en que contextos son empleadas estas plantas, en qué lugares y con qué regularidad se encuentran. Como material de apoyo se realizó un póster que quedó instalado en el vivero, se llevaron imágenes en diapositivas que ayudaran a ilustrar mejor lo que se estaba explicando y los asistentes pudieron observar y manipular diferentes estructuras tales como inflorescencias, flores, frutos, entre otros, que fueron vistos con lupas para poder reconocer sus características (Figura 8).

En este taller, se brindó a los 22 asistentes, entre ellos 11 niñas y niños de la vereda, un refrigerio “temático” de zingiberales, para acompañar la jornada. Fue un espacio que se prestó para resolver dudas, materializar los alcances de la propagación de especies nativas con las personas de la vereda y sirvió como espacio de invitación a la participación en el proyecto y actividades futuras, tanto de siembra, recorridos exploratorios, sugerencia de especímenes a emplear, invitación al siguiente taller, aplicación de tratamientos, toma de medidas, entre otros.



Figura 8. Primer taller pedagógico.

El segundo taller se realizó con el propósito de hacer ensayos demostrativos de paisajismo, con especies empleadas en los ensayos de propagación, para que fuera posible conocer el potencial ornamental de los zingiberales y que los asistentes pudiesen tener una percepción diferente de este grupo de plantas, cuando las encuentren en caminos, bosques o quebradas (Figura 9).

En esta actividad se abordó el concepto de paisajismo y por qué era relevante en este proyecto, haciendo énfasis en que se trataba de siembras con mensajes conceptuales y para esto se generó un diseño en la entrada de la reserva, en donde se sembraron dos de las especies usadas en los ensayos: *Calathea crotalifera* y *Heliconia stricta*, y donde se utilizó como sustrato, una mezcla de tierra y Bocashi, este último, generado unos meses atrás como parte de las técnicas de la agroecología.

Producto de este diseño, se generó una reflexión sobre el significado que podría tener para los asistentes en relación con las dinámicas de la vereda. El diseño fue percibido por uno de los niños como montañas que se conectaban a través de ríos, mientras que otro de los participantes mencionó que, para él, eran pequeñas islas diferentes, diversas, que de una u otra forma permanecían unidas y que así sentía él que se desarrollaba la dinámica de la vereda, que la diversidad los unía y que además los fortalecía. Este diseño fue terminado en una segunda visita con ayuda de varios integrantes del semillero de botánica “Opera plantae” de la Universidad CES (Figura 10).

El listado de asistencia y autorización de imagen y voz de los participantes de este taller se presenta en el Anexo 1.



Figura 9. Segundo taller pedagógico.



Figura 10. Diseño paisajístico terminado

6.7. Generación de protocolos

Uno de los principales propósitos de esta pasantía, era la generación de protocolos de propagación y manejo *in situ* de especies del orden Zingiberales, nativos en la vereda la Hinojosa, con el fin de generar información de base apropiada para que, potencialmente, las personas de la ruralidad pudieran visualizar una alternativa económica basada en la biodiversidad, aprovechando los recursos forestales no maderables. Para la generación de los protocolos se hizo una revisión de múltiples formatos y cartillas que pudiera servir de guía en la escritura y en la forma en cómo se presentaban los resultados producto de meses de ensayos y pruebas tanto de semillas como con rizomas.

Para los protocolos se seleccionaron las especies que tuvieran la mayor cantidad de información resultante de los ensayos realizados durante los cinco meses de duración de la pasantía, y siguiendo los criterios de potencial ornamental sugeridos por García et al., 2017. Las especies seleccionadas fueron: *Costus lima*, *Dimerocostus strobilaceus*, *Calathea inocephala*, *Calathea crotalifera*, *Heliconia spathocircinata* y *Costus pulverulentus* (Anexo 2). Allí se incluyó información acerca del proceso de siembra de semillas y en algunos casos, de rizomas; además, se realizaron recomendaciones sobre los sustratos de siembra y se exhiben los tiempos de germinación.

6.8. Trabajo en la oficina principal de CORNARE

Con el fin de comprender de forma general el funcionamiento interno de las Corporaciones Autónomas Regionales, se realizaron cinco visitas a la sede principal de Cornare, ubicada en el Municipio de Santuario, en donde nos explicaron que las corporaciones dirigen su trabajo a partir de lo que se establece en el Plan de Acción, propuesto y ejecutado por el director general de la corporación durante el periodo que ocupa el cargo (4 años). En el grupo de Bosques y Biodiversidad, coordinado por David Echeverri, nos mostraron que cada grupo de trabajo que compone la corporación tiene unas metas relacionadas con cada línea estratégica del plan de acción, y que a partir de esa información es que se hace la auditoría del trabajo que van realizando como grupo y a su vez como corporación.

Durante las visitas se realizaron tres actividades en compañía del grupo de Bosques y Biodiversidad. Inicialmente se hizo una matriz de síntesis y sistematización de información proveniente de los 21 acuerdos y resoluciones que constituyen el plan de manejo de cada una de las 21 áreas protegidas que se encuentran en jurisdicción de la corporación, con el fin de que el acceso a la información sea más eficiente para la toma de decisiones al interior de las áreas protegidas; esta se construyó teniendo en cuenta los siguientes ítems: nombre del área protegida con su respectiva zona y subzona, usos que condicionan las actividades al interior del área, actividades permitidas, actividades condicionadas, actividades prohibidas, particularidades al interior de la zona, la regulación de la actividad turística y la densidad de viviendas permitida (Anexo 3). Posteriormente, se revisaron los acuerdos corporativos existentes entre los años 2007 y 2022 que se encontraban en la página web de Cornare, con los cuales se generó un listado de los aspectos pendientes de intervención por parte de la corporación.

Por último, se realizó una revisión de literatura para conocer cómo se ha abordado el control y manejo del retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) en diferentes lugares, y presentar algunos lineamientos que pueden ser fundamentales para entender un poco más acerca de la biología y control de esta especie; este protocolo fue entregado a los funcionarios del grupo de Bosques y Biodiversidad de la Corporación.

7. Conclusiones

Dentro de los ensayos de propagación con especies del Orden Zingiberales, la familia Costaceae que se caracteriza por sus flores llamativas, formas y tamaños diversos, alcanzó altas tasas de germinación en un mes, lo que se considera bastante rápido respecto a las otras familias; por esto representa un grupo clave en la propagación de especies ornamentales con fines comerciales.

Aunque es más común la propagación por rizomas en los zingiberales, estos primeros datos generados sobre las semillas demuestran que esta forma de propagación es viable en términos prácticos para quienes pretendan hacer aprovechamiento de estas plantas con

fines comerciales, ornamentales o de restauración ecológica; además, es bastante importante ya que, de esta manera, se garantiza la variabilidad genética de las especies.

Este proyecto representó una oportunidad para establecer un diálogo de saberes y retroalimentación entre la comunidad rural y la academia, para buscar de forma conjunta, alternativas económicas basadas en la biodiversidad, que aporten a la conservación de la flora presente en el país. Por lo que se espera que este trabajo sirva de guía que incentive la propagación futura de las especies nativas de nuestro país.

8. Recomendaciones

Se recomienda a la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare), seguir fomentando pasantías donde se permita el trabajo articulado de las Corporaciones Autónomas Regionales, las comunidades rurales y la academia, con el fin de plantear y ejecutar alternativas novedosas para el desarrollo económico rural basado en conocimiento, valoración y aprovechamiento de la biodiversidad, y a su vez seguir contribuyendo al conocimiento científico y al desarrollo social del país.

9. Anexos

Anexo 1. Lista de asistencia y permiso de uso de imagen y voz del segundo taller realizado en la vereda La Hinojosa




Firma de asistencia al Taller Pedagógico Comunitario, vereda La Hinojosa

| Nombres y Apellidos | Documento de identidad | Celular | Acepta el uso de imagen y voz | | Firma |
|-------------------------|------------------------|-------------|-------------------------------|----|-------------------|
| | | | SI | NO | |
| efiguel Alvarez P | 70160199 | 319686 | X | 25 | efiguel Alvarez P |
| Ady's Arzola | 1037974336 | 31475914432 | X | | |
| Kelly Johana Alzate G. | 1036220258 | 3127301505 | X | | Kelly |
| Tomas Cardenas | 70466073 | 3777978949 | X | | |
| Jennifer Gomez Quintero | 1037975859 | 3137691081 | X | | Jennifer |
| Luis Alejandro Cardenas | 71482212 | 3116357178 | X | | |
| Jose J Cardenas | 3449999 | 3737662427 | X | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Como **AUTOR, INTERPRETE Y/O PARTICIPANTE** del Proyecto "Protocolos de propagación y manejo *in situ* para especies nativas del Orden zingiberales en la Reserva Agroecológica Los Monos, San Francisco, Antioquia, Colombia", autorizo voluntaria y gratuitamente a la **UNIVERSIDAD CES**, para que use la obra o creación y/o realice y use la fijación de la intervención, a través de cualquier medio o soporte, por sus propios medios o recursos o a través de contratación con terceros. Asimismo, autorizo a la **UNIVERSIDAD CES** para que en los usos y/o en la realización que haya de éstas, les asigne el sistema de protección jurídico de propiedad intelectual que estime pertinente, licenciándolas, por ejemplo, bajo Licencias Creative Commons, y para que, en igual sentido y bajo los mismos privilegios, las reproduzca, las comunique públicamente, las distribuya, las traduzca, las modifique o adapte.

Asimismo, autorizo a la **UNIVERSIDAD CES** para que ejerza la presente autorización, de manera no exclusiva, en Colombia y el exterior, con el ánimo que estime, por sí misma, a través de sus diferentes medios y recursos, o por quién ésta faculte, y durante el tiempo que dure la protección de Derecho de Autor en Colombia, todas las prerrogativas que le otorgo.

En virtud de la presente autorización y con el ejercicio de la misma, declaro que la **UNIVERSIDAD CES** o quien ésta delegue, no violenta mi derecho fundamental a la intimidad, ni ejecuta ningún tipo violación a mi privacidad.

Igualmente, en calidad de **AUTOR, INTERPRETE Y/O PARTICIPANTE** de la obra o creación y/o de la intervención, declaro que he respetado toda la normatividad vigente de sobre confidencialidad, reserva, derecho de autor, secretos empresariales y en general, de la propiedad intelectual, en la realización de las mismas, y que no existe ningún impedimento de orden legal o contractual que me impida conceder la presente autorización. Por lo anterior, asumo todo tipo de responsabilidad legal que se produzca, con la presente autorización o con el ejercicio de ésta, por la transgresión de derechos de terceros; eximiendo a la **UNIVERSIDAD CES** de cualquier responsabilidad legal.

Las opiniones que expreso en la obra o creación y/o en la intervención o en su presentación, no constituyen ni comprometen la posición oficial o institucional de la **UNIVERSIDAD CES**.

La **UNIVERSIDAD CES** reconocerá, en todos los usos que realice de la obra o creación y/o de la intervención, los de derechos morales y/o créditos que me correspondan en cada caso.



Anexo 2. Protocolos de propagación y manejo *in situ* de seis especies nativas del Orden Zingiberales

Protocolos de propagación y manejo *in situ* para seis especies del Orden Zingiberales en la Reserva Agroecológica Los Monos, San Francisco, Antioquia.

Presentación

Este documento se elabora a partir de una pasantía realizada en la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare), que fue ejecutada en la Reserva Agroecológica Los Monos en el municipio de San Francisco, Antioquia, localizada en la vereda La Hinojosa, donde dominan coberturas boscosas en diferentes estados de conservación, y en menor grado áreas de potreros y cultivos de pancoger; según la clasificación de Holdridge (1956), corresponde a la zona de vida bosque húmedo Tropical (bh-T). La pasantía se hizo con el propósito de hacer ensayos en la propagación de varias especies con potencial ornamental del Orden Zingiberales, para lo que fue necesario realizar varios recorridos exploratorios por la vereda, que permitieran reconocer las especies presentes en la zona y a su vez, recolectar germoplasma disponible para los ensayos que fueron llevados a cabo en un vivero construido en la Reserva, como parte de las actividades de la pasantía, para depositar el germoplasma y las plántulas que fueran germinando en los meses posteriores. Este proyecto se planteó como una continuidad, al trabajo realizado por García-Giraldo et al. (2017), donde generó línea base sobre el componente ornamental del Orden Zingiberales en el Cañón del Río Melcocho, también en jurisdicción de Cornare, y se materializó gracias al apoyo e interés de la Corporación y a la participación constante de los habitantes de la Reserva, la familia Cárdenas-Escobar, en todas las etapas del proyecto.

Introducción

Zingiberales es un Orden de plantas monocotiledóneas, que incluye ocho familias: Musaceae, Strelitziaceae, Lowiaceae, Heliconiaceae, Zingiberaceae, Costaceae, Cannaceae y Marantaceae; este grupo es reconocido como monofilético, presenta una distribución pantropical (Kress et al., 2001) y son un componente dominante en la vegetación de sotobosque en los trópicos húmedos de todo el mundo (Prince & Kress, 2002). Son hierbas perennes rizomatosas con un pseudotallo formado por superposición de hojas; tiene láminas enteras, relativamente delgadas y venación

pinnado-paralela, con inflorescencias que pueden ser basales, axilares o terminales (Betancur, 2006). Este Orden es reconocido por tener muchas especies con alta importancia económica debido a que son utilizadas como materia prima para producción de canastos y envolturas, extracción de fibras, alimento y son muy empleadas como ornamentales debido a que muchas de las especies que lo conforman cumplen con criterios paisajísticos, los cuales se centran en valorar aspectos de la planta como vistosidad, textura, tamaño, forma y color presentes en inflorescencias, infrutescencias, follaje o arquitectura (García-Giraldo et al., 2017); esto se refleja en su inclusión permanente en diseños paisajísticos y arreglos florales, sin embargo, la mayoría son provenientes de otros continentes (Bernal et al., 2016; Maza-Barros, 2006).

Los Zingiberales cuentan con una estructura muy relevante para su reproducción asexual que corresponde a un tallo subterráneo no fotosintético que almacena almidón, llamado rizoma. Estas plantas tienen la capacidad de autopropagarse ya que generan ejes equivalentes que se desarrollan de manera horizontal bajo el suelo, compuesto por múltiples yemas repletas de células meristemáticas que permite la formación de vástagos con crecimiento indefinido (Ciciarelli & Rollery, 2008). Teniendo esto presente, la inclusión de rizomas como germoplasma para la propagación de especies de este Orden es una excelente estrategia de manejo, pues es rápida y muy efectiva, ya que, en la mayoría de las ocasiones se observa rebrote de los vástagos en cuestión de un mes o dos. Esta característica facilita la generación de bancos de germoplasma, que permitan un seguimiento detallado de la fenología de las especies de interés, y al mismo tiempo suministren material para el aprovechamiento forestal no maderable, sin afectar las poblaciones silvestres. A pesar de las múltiples bondades de la propagación por rizoma, es fundamental mantener la propagación sexual de manera permanente para evitar problemas poblacionales en las diferentes especies por empobrecimiento genético, ya que a través de la reproducción asexual se generan clones idénticos (Iracheta- Donjuan et al., 2013); es así como, este documento presenta información sobre la propagación por semillas de seis especies de Zingiberales, producto de seis meses de ensayos conjuntos con los habitantes de la Reserva.

Familia: Costaceae

Nombre científico: *Costus lima* K. Schum.

Nombre común: Cañagria, Cañaguato

Descripción botánica: Hierba rizomatosa de 2 a 4 m de alto con pseudotallo pubescente; peciolo muy reducidos de 0.5 a 1.5 cm de largo; láminas de 15 a 60 cm de longitud que se disponen en forma de escalera de caracol, el haz presenta pubescencia suave al tacto. Inflorescencia terminal con brácteas de color rojo, dobladas hacia abajo, flores tubulares que varían de color rosado a amarillo hacia la parte más interna (Figura 1).



Figura 1. Aspectos generales de *Costus lima* en la vereda La Hinojosa, San Francisco, Antioquia. A) Rizoma; B) Inflorescencia; C) Frutos; D) Semillas y E) Habito de crecimiento.

Distribución: es nativa de América Tropical, se distribuye desde Costa Rica hasta Colombia, Ecuador y Venezuela. En Colombia se ha reportado en altitudes de 0 hasta 950 m de altitud.

Hábitat y aspectos ecológicos: se puede encontrar en áreas perturbadas y cerca a fuentes de agua. Es común encontrar hormigas al interior de las brácteas.

Propagación por semilla:

¿Cuándo recolectar?

Los frutos de esta especie tienen la cáscara o parte externa (epicarpo) compuesta por una capa delgada de color blanco, que se abre con mucha facilidad cuando están maduros. En su interior contienen una gran cantidad de semillas negras rodeadas de numerosas hebras blancas, que conforman una capa de tejido llamada arilo, con consistencia un poco babosa (Figura 1, D). Cuando presentan estas características se presume que es el momento adecuado para hacer la recolección de las semillas.

Siembra y germinación de semillas

Para los ensayos con las semillas, se probaron dos tipos de siembra, con inclusión del arilo de la semilla y sin incluirlo, en dos sustratos diferentes de arena y tierra, en donde cada uno evidenció bondades diferentes que pueden ser aprovechadas según se elija:

Si se siembran en un sustrato compuesto por arena de río, el cual presenta mejores condiciones de asepsia, se obtendrán semillas en aproximadamente 38 días, con un porcentaje de germinación de 88.6%, y se sugiere que la siembra sea con arilo, porque se observó mayor germinación con su presencia. Debido a la alta capacidad de drenaje de la arena, es importante que haya un riego diario a las semillas para evitar su deshidratación.

Si se siembran en un sustrato compuesto por tierra, se obtendrán semillas en aproximadamente 25 días, con un porcentaje de germinación de 94.8% y es indistinto si se incluye o no arilo en la siembra. En este caso es importante mencionar que se registró la muerte de varias plántulas antes de ser embolsadas, situación que podría atribuirse a que el sustrato tiene mayor concentración de nutrientes y menor capacidad de drenaje, por lo cual, retiene mayor humedad y propicia la proliferación de hongos y patógenos para las semillas, disminuyendo así la sobrevivencia de las plántulas.

Manejo de las plántulas

Las plántulas fueron embolsadas con un tamaño promedio de 2.6 cm y respondieron muy bien al trasplante. En cuanto al manejo con las distintas técnicas de la agroecología (Bocashi, microorganismos de montaña y lixiviado de lombriz), se observó que el Bocashi generó una mayor respuesta en el desarrollo, en términos de altura, en las plantas que provenían de la germinación en tierra, y también en la emergencia de nuevos brotes por planta, por lo que se sugiere que su aplicación puede resultar muy efectiva en el desarrollo y establecimiento de las plantas de *Costus lima*. Por otro lado, para las plántulas que venían de la germinación en arena, no se observaron respuestas notorias, producto de la aplicación de los diferentes biopreparados, sin embargo, al comparar ambos sustratos, se percibió que las plantas que provenían de germinación en tierra alcanzaron mayor altura que las plántulas que habían germinado en arena, con diferencias de hasta 3 cm.

¿Cómo se puede propagar por rizomas?

Se ha observado que fragmentar el rizoma en tamaños pequeños que van desde 2.5 cm de largo x 1.5 cm de ancho hasta 3.5 cm x 1.5 cm, puede ser exitoso en términos de la germinación o rebrote, siempre y cuando se asegure la presencia de al menos una yema que impulse el desarrollo del nuevo vástago; estas yemas se presentan como un abultamiento en forma de callo. A partir de lo mencionado anteriormente, se recomienda fraccionar el rizoma en tamaños pequeños para que sea más eficiente la propagación, pues se pueden obtener una mayor cantidad de plántulas a partir de un menor número de rizomas. Estos fragmentos se pueden sembrar directamente en bolsa con sustrato de tierra y aplicar los biopreparados agroecológicos anteriormente mencionados para favorecer el crecimiento de la planta.

Familia: Costaceae

Nombre científico: *Costus pulverulentus* C. Presl

Nombre común: Cañagria, Cañaguato

Descripción botánica: Hierba rizomatosa de 0.5 a 2.5 m de alto; peciolo de 0.4-1.5 cm de largo; láminas de 6.5 a 26 cm de longitud, envés parece estar cubierto de polvo, por eso el epíteto *pulverulentus*. Inflorescencia terminal con brácteas de color rojo-anaranjado, ocasionalmente verdes en partes muy expuestas a la luz; flores rojas a amarillas (Figura 2).

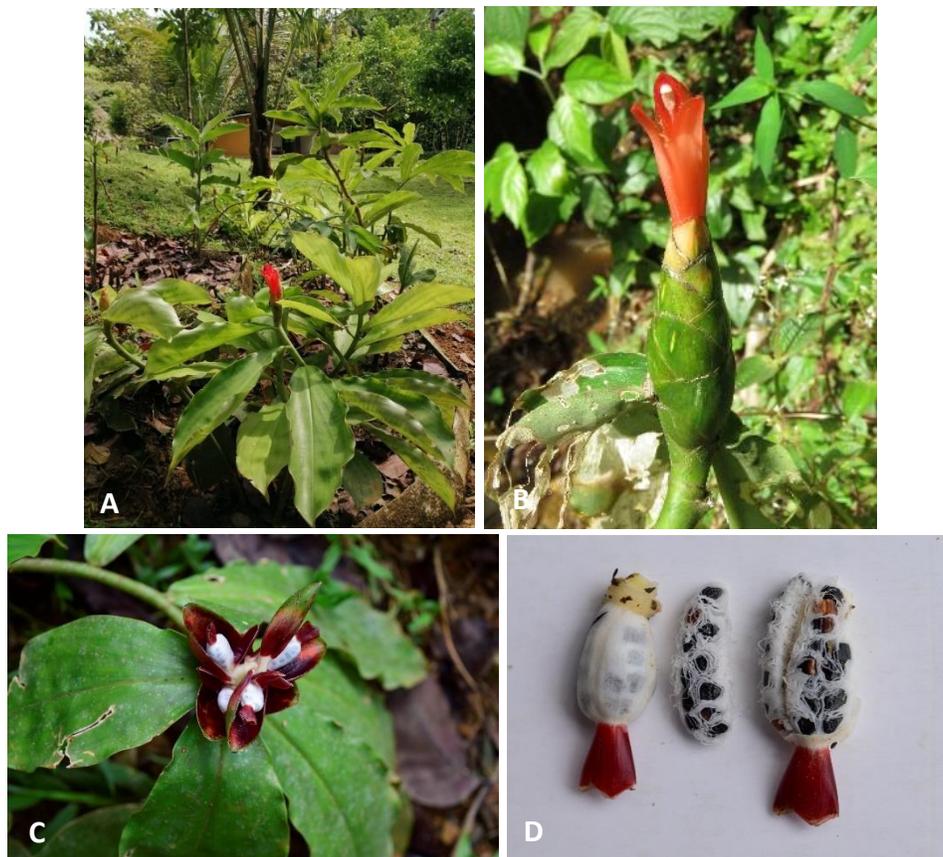


Figura 2. Aspectos generales de *Costus pulverulentus* en la vereda La Hinojosa, San Francisco, Antioquia. A) Hábito de crecimiento; B) Flor, C) Inflorescencia con brácteas abiertas dejando los frutos al descubierto; D) Frutos y semillas inmersas en su arilo blanco.

Distribución: es nativa de América Tropical, se encuentra desde México hasta Ecuador. En Colombia, se distribuye entre 10 y 900 m de altitud.

Hábitat y aspectos ecológicos: es común encontrarla en bordes de caminos y en bosques conservados. Se ha reportado que algunas especies de colibrí polinizan esta especie.

¿Cuándo recolectar?

Se recomienda recolectar los frutos cuando las brácteas se encuentren abiertas con los frutos expuestos (Figura 2, C), ya que en ese punto los frutos están maduros y presentan características tales como la cáscara o parte externa delgada de color blanco, que se abre con mucha facilidad, conteniendo en su interior una gran cantidad de semillas negras rodeadas de numerosas hebras blancas, que conforman una capa de tejido llamada arilo, con consistencia un poco babosa (Figura 2, D).

Desarrollo de rizomas

Sus bondades en jardines se relacionarían con la generación de follaje y cobertura del suelo debido a que desarrolla nuevos vástagos rápidamente; los rizomas tienen un desarrollo rápido y la planta tiene tendencia a mantener un buen estado fitosanitario, ya que no se ve afectada por herbivoría o patógenos en estas primeras etapas. Aproximadamente un mes después de la siembra del rizoma, se da el desarrollo de inflorescencia, por lo que se sugiere tener un banco de germoplasma que sirva como fuente de semillas y rizomas.

Familia: Costaceae

Nombre científico: *Dimerocostus strobilaceus* Kuntze

Nombre común: Cañagria, Cañaguato

Descripción botánica: Hierba rizomatosa de 2 a 6 metros de altura; peciolo muy reducidos, de 0.5 a 1.5 cm de longitud; láminas de 30 y 50 cm de largo, que se disponen en forma de escalera de caracol. Inflorescencia terminal con brácteas de color verde dispuestas en espiral, asemejando la forma de cono, de donde proviene el epíteto *strobilaceus*; flores grandes y vistosas de color blanco y amarillo hacia el centro (Figura 3).



Figura 3. Aspectos generales de de *Dimerocostus strobilaceus* en la vereda La Hinojosa, San Francisco, Antioquia; A) Inflorescencia, B) Flor; C) Frutos y semillas; C) Plántulas.

Distribución: es nativa de América Tropical, se distribuye desde Honduras y El Salvador hasta Bolivia. En Colombia se encuentra desde 0 hasta 1.500 m de altitud.

Hábitat y aspectos ecológicos: es frecuente en bordes de caminos y márgenes de quebradas.

Propagación por semilla:

¿Cuándo recolectar?

Cuando se observe un fruto tipo cápsula, con cáscara o epicarpo duro, de color ocre con vetas verde claro y con una alta cantidad de semillas negras en su interior, es el momento apropiado para realizar la recolección y siembra de semillas (Figura 3, C).

Siembra y germinación de semillas

Las semillas de esta especie no requieren ningún tratamiento pregerminativo, es decir, una vez fueron recolectadas se pueden sembrar directamente en el sustrato.

En los ensayos las semillas fueron sembradas en sustrato arena y sustrato tierra, en donde cada uno evidenció diferentes características que pueden ser aprovechadas según las necesidades de la siembra de esta especie:

Si se siembran en un sustrato compuesto por arena, se obtendrán semillas en aproximadamente 46 días, con un porcentaje de germinación de 53%. Para este sustrato es importante el riego diario para evitar la deshidratación de las plántulas.

Si se siembran en un sustrato compuesto por tierra, se obtendrán semillas en aproximadamente 61 días, con un porcentaje de germinación de 94.8%. En este caso es importante mencionar que al igual que el caso anterior, se registró la muerte de varias plántulas antes de ser embolsadas, considerándose los mismos factores, por lo que se recomienda que el riego sea día por medio, ya que de esta manera se evita la retención de humedad.

Manejo de plántulas

Las plántulas fueron embolsadas con un tamaño promedio de 2.6 cm y respondieron muy bien al trasplante. Respecto al manejo de las plántulas con las distintas técnicas de la agroecología (Bocashi, microorganismos de montaña y lixiviado de lombriz), se observó que el Bocashi generó un mayor crecimiento en términos de altura, en las plantas que provenían del sustrato tierra, y también tuvieron una mejor respuesta en la emergencia de nuevos brotes, por lo que se sugiere que su aplicación puede resultar bastante benéfico en el desarrollo y establecimiento de las plántulas de *Dimerocostus strobilaceus*. Por otro lado, en las plantas que provenían del sustrato arena, no se observaron respuestas notorias producto de la aplicación de los diferentes biopreparados, puesto que el crecimiento de estas fue muy similar al de las plántulas que no se le aplicó ninguna técnica agroecológica; sin embargo, al comparar ambos sustratos, se percibe que las plantas que venían de germinar en tierra, presentaron valores mayores en sus medidas de altura, que las plántulas que habían germinado en arena, con diferencias de hasta 3 cm.

Familia: Marantaceae

Nombre científico: *Goeppertia inocephala* (Kuntze) Borchs. & S. Suárez

Nombre común: Bihao, Bijao

Descripción botánica: Hierba rizomatosa de 3 m de alto; peciolo de 13 a 80 cm de largo con un engrosamiento quebradizo en el extremo superior que se une con la lámina, de color verde más oscuro que el peciolo; lámina de 28.5 a 65.5 cm de largo. Inflorescencia surge desde el suelo en forma de globo. Su epíteto *inocephala* significa cabeza o capítulo robusto o musculoso; brácteas de color café, que se van tornando fibrosas con el tiempo; flores amarillas-naranjas (Figura 4).



Figura 4. Aspectos generales de *Goeppertia inocephala* en la vereda La Hinojosa, San Francisco, Antioquia; A) Hábito de crecimiento; B) Inflorescencia con fruto abierto; C) Frutos, D) Semillas maduras; E y F) Variación en los patrones de las láminas de esta especie en su estado de plántula.

Distribución: es nativa de América Tropical, se distribuye desde Centro América hasta Amazonía. En Colombia se ha reportado desde el nivel del mar hasta 1.150 m de altitud.

Hábitat y aspectos ecológicos: se encuentra de forma abundante en las márgenes de ríos y quebradas.

Propagación por semilla:

¿Cuándo recolectar?

Los frutos de esta especie son cápsulas que poseen una cáscara o epicarpo duro de color anaranjado; cuando el fruto está maduro se abre para exhibir y liberar tres semillas de color azul rey (Figura 4, D), y es en este punto cuando se recomienda hacer la recolección y siembra de estas.

Siembra y germinación de semillas

A estas semillas no se realizó ningún tratamiento pregerminativo, pero se les realizó un lavado con agua limpia antes de la siembra. Para esta especie, se recomienda que las semillas sean sembradas en un sustrato conformado por la mezcla de arena de río con tierra en proporción 1:1, ya que con esta característica se obtuvo el máximo porcentaje de germinación (61.9%), en comparación con los otros sustratos ensayados (arena fue de 40.9% y tierra fue de 50%). Otra de las bondades de esta mezcla es que las semillas tardaron menos tiempo en germinar, pues ocurrió en aproximadamente 37 días después de la siembra. Esta especie requiere un sustrato rico en nutrientes y que facilite el drenaje, ya que es importante que haya riego diario para mantener las semillas hidratadas, sin que el agua permanezca acumulada mucho tiempo.

Manejo de plántulas

Las plántulas de esta especie se embolsaron cuando tenían un tamaño promedio de 4.5 cm, y cuales respondieron muy bien al trasplante. En cuanto al manejo con las distintas técnicas de la agroecología, se observó que el Bocashi generó un mayor desarrollo en términos de altura, en las plantas que provenían de la germinación en el sustrato arena y arena+tierra; en el primer caso, las plántulas con Bocashi crecieron 1.45 cm más que las plántulas de control (a las que no se les aplicó ninguno de los biopreparados), mientras que, en el segundo caso, las plántulas con Bocashi crecieron 1 cm más que las de control. Según lo anterior, Se sugiere aplicar técnicas agroecológicas en ambos casos, ya que de esta manera las plantas obtienen un mayor tamaño. Respecto a las plántulas que fueron germinadas en sustrato tierra, no se observó influencia de los biopreparados en su crecimiento, pues las plántulas que estaban como control crecieron 1.73 cm en cuestión de un mes, mientras que, con Lixiviado de lombriz, Bocashi y microorganismos crecieron

1.27, 0.8 y 0.3 cm respectivamente, por lo que su aplicación no se observa tan eficiente.

Familia: Marantaceae

Nombre científico: *Calathea crotalifera* S. Watson

Nombre común: Bihao, Bijao

Descripción botánica: Hierba rizomatosa de 1.5 a 3 m de alto; peciolo de 90 a 150 cm de largo, con un engrosamiento quebradizo en el extremo superior que se une con la lámina de color verde más claro que el peciolo; lámina de 30 a 90 cm de largo, con una franja morada en el envés que se aprecia mejor cuando se ve a contraluz. Inflorescencia que surge del pseudotallo, con brácteas numerosas de color amarillo cuya disposición asemeja a la cola de la serpiente cascabel de donde deriva el epíteto *crotalifera*; las flores son pequeñas y varían de color crema a amarillo-naranja (Figura 5).

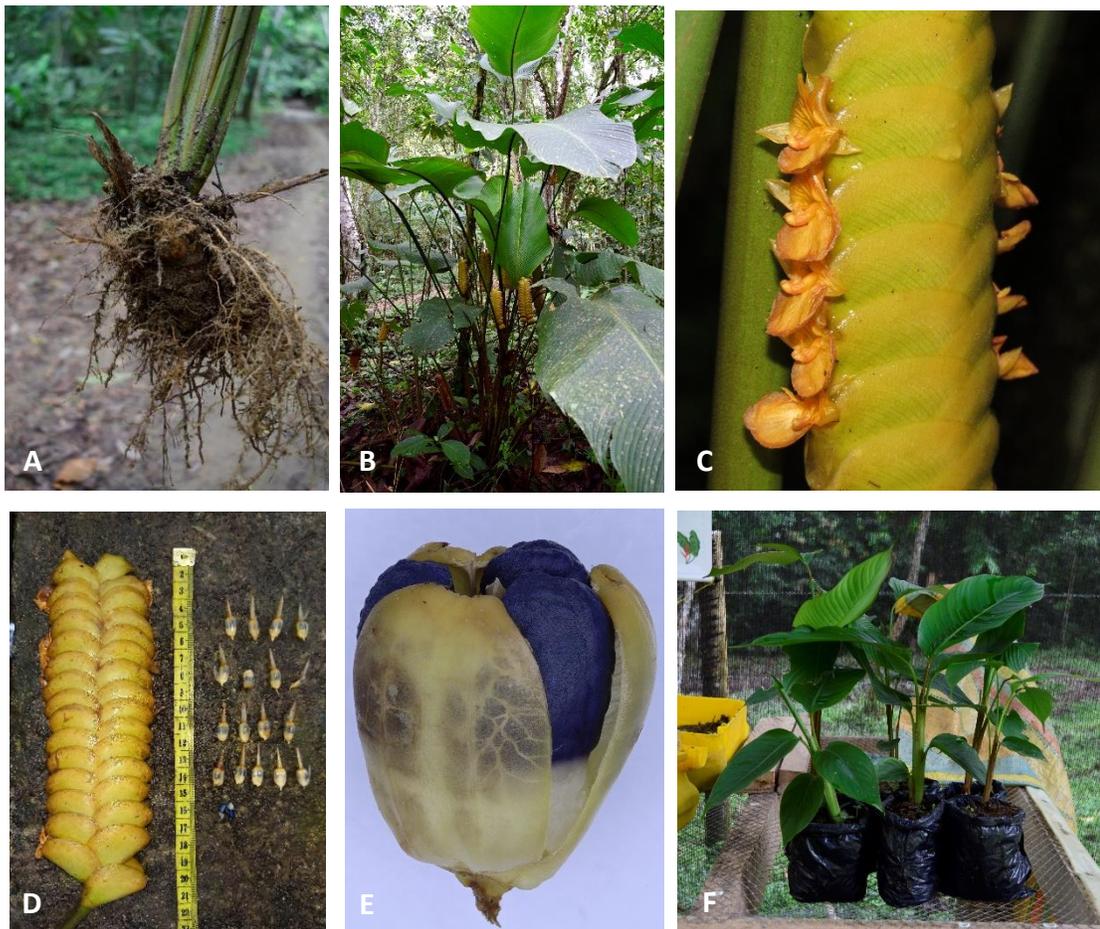


Figura 5. Aspectos generales de de la especie *Calathea crotalifera* en la vereda La Hinojosa, San Francisco, Antioquia. A) Rizoma; B) Habito de crecimiento; C) Flores; D) inflorescencia y frutos; E) Frutos abiertos y semillas; F) plántulas luego de la siembra de rizomas.

Distribución: es nativa de América Tropical; se encuentra desde Centro América hasta Bolivia. En Colombia, se ha registrado desde el nivel del mar hasta 1.850 m de altitud.

Hábitat y aspectos ecológicos: se encuentra de forma abundante en las márgenes de ríos y quebradas. En sus inflorescencias se han observado algunos individuos de la familia Chrysomelidae copulando.

Propagación por semillas:

¿Cuándo recolectar?

Cuando se observe un fruto tipo cápsula, con cubierta externa muy delgada, semitransparente y tres semillas de color azul, se considera el estado apropiado para recolección de frutos y semillas.

Siembra y germinación de semillas

Las semillas de esta especie no requieren ningún tratamiento pregerminativo, sin embargo, estas se deben lavar con de agua.

En los ensayos las semillas fueron sembradas en tres sustratos: arena, tierra y una combinación de arena y tierra en proporción 1:1. En cada uno de los sustratos se evidenció diferentes bondades que pueden ser aprovechadas según las necesidades de la siembra de esta especie:

La germinación de semillas en los sustratos de tierra y arena + tierra fue similar, debido a que el tiempo de germinación fue de 44 y 40 días, con un porcentaje de germinación de 20% y 16% respectivamente; mientras que en el sustrato arena el nacimiento de plántulas fue de aproximadamente 38 días, con un porcentaje de germinación del 8%. Por lo tanto, se recomienda que la siembra de semillas se realice en un sustrato que contenga una combinación de arena y tierra bajo condiciones de riego diario, debido a que así, se garantiza un ambiente óptimo para la germinación de esta especie, como lo es un suelo rico en nutrientes con buen drenaje.

Manejo de plántulas

Se embolsaron las plántulas que provenían del sustrato tierra y sustrato arena + tierra, con un tamaño promedio de 4.5 cm, las cuales respondieron muy bien al trasplante. Respecto al manejo de las plántulas con las distintas técnicas agroecológicas (Bocashi, microorganismos de montaña y lixiviado de lombriz), se encontró que el lixiviado de lombriz generó un mayor crecimiento en altura en la

mayoría de las plántulas; no obstante, en algunas plántulas que provenían del sustrato arena + tierra y a las cuales se les aplicó microorganismos de montaña, se observó que no hubo crecimiento en altura, pero si, un aumento en su área foliar. Debido a esto, se recomienda la aplicación de técnicas agroecológicas, ya que estas favorecen el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

¿Cómo se puede propagar por rizomas?

Se ha observado que fragmentar el rizoma en tamaños pequeños que van desde 3 cm de largo x 2.5 cm de ancho hasta 5.9 cm x 4.2 cm, puede ser exitoso en términos de la germinación o rebrote, siempre y cuando se asegure la presencia de al menos una yema que propicie el desarrollo del nuevo vástago; estas yemas se presentan como un abultamiento en forma de callo. A partir de lo mencionado anteriormente, se recomienda fraccionar el rizoma en tamaños pequeños para que sea más eficiente la propagación, pues se puede obtener una mayor cantidad de plántulas a partir de un menor número de rizomas.

Por otro lado, se encontró que entre mayor tamaño tenga el rizoma más rápido es su rebrote, por ejemplo, fragmentos de 5.9 cm x 4.2 cm demoran aproximadamente 21 días en brotar, mientras que fragmentos de 3 cm x 2.5 cm tardan 31 días, es decir, que, dependiendo del interés del propagador, la recomendación respecto al tamaño del fragmento puede variar.

Familia: Heliconiaceae

Nombre científico: *Heliconia spathocircinata* Aristeg.

Nombre común: Platanillo

Descripción botánica: Hierba rizomatosa de 1.7 a 2.5 m de alto; peciolo de 50 a 71 cm; lámina de 85-110 cm de largo. Inflorescencias erectas, compuestas por 7 a 14 brácteas alargadas en forma de aspa o pala, dispuestas en espiral, razón por la que se le atribuye el epíteto *spathocircinata*; brácteas de color rojo con amarillo, o totalmente naranjadas; flores de color amarillo (Figura 6).



Figura 6. Aspectos generales de la especie *Heliconia spathocircinata* en la vereda La Hinojosa, San Francisco, Antioquia; A) Hábito de crecimiento; B) Inflorescencia y flor; C) Semillas, D) Plántula.

Distribución: esta especie nativa se distribuye desde Panamá hasta Suramérica tropical, incluyendo las Antillas Menores. En Colombia, se encuentra a partir del nivel del mar hasta 1.620 m de altitud.

Hábitat y aspectos ecológicos: se encuentra de forma abundante en el sotobosque y borde de quebradas.

Propagación por semillas:

¿Cuándo recolectar?

Los frutos maduros son drupas con una cáscara o epicarpo delgado de color azul oscuro brillante, que contiene en su interior entre una a tres semillas con una testa dura de color pardo (Figura 6, C). Cuando presentan estas características se presume que es el momento adecuado para hacer la recolección de las semillas.

Siembra y germinación por semillas

Las semillas de las heliconias presentan una larga latencia debido, entre otros aspectos, a que la capa más externa o testa, es bastante dura. La latencia se refiere a ese estado donde una semilla puede durar largos periodos de tiempo sin germinar, hasta que encuentre las condiciones óptimas para hacerlo. Es por esto que algunos autores recomiendan realizar tratamientos pregerminativos tales como: retirar manualmente la testa, sumergir las semillas por 5 minutos en agua caliente e inmersión de las semillas por 6 minutos en ácido clorhídrico al 70% de concentración.

Como parte de este ensayo se sembraron semillas en tres sustratos: tierra, arena y arena + tierra. La germinación se dio tres meses después de la siembra, pero fue muy baja, ya que, de 21 semillas sembradas, germinó solo una, en el sustrato tierra. No obstante, este protocolo concuerda con lo recomendado por algunos autores de sembrar las semillas en este mismo sustrato, ya que de esta manera se brindan las condiciones de nutrientes y humedad que requieren estas semillas para germinar. Es importante mencionar que en la literatura se reportan periodos de germinación para el género *Heliconia* de hasta un año.

Por otro lado, se ha reportado que los frutos de las heliconias pueden tardar entre dos a tres meses en madurar, por lo que se recomienda crear un banco de germoplasma que permita hacer un seguimiento a la maduración de los frutos, para la adecuada recolección de semillas y así facilitar la propagación.

Bibliografía

Bernal, R., Gradstein, S. R., & Celis, M. (2016). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Betancur, J. (2006). Orden Zingiberales. *Curso Nacional "Sistemática de Plantas Andinas,"* 51–69

Ciciarelli, M. D. L. M., & Rolleri, C. H. (2008). Morfología, taxonomía y caracterización de siete especies neotropicales del género *Canna* (Cannaceae, Zingiberales). *Botanica Complutensis*, 32, 157-184.
<https://revistas.ucm.es/index.php/BOCM/article/view/BOCM0808110157A>

García Giraldo, M. C., Sanín Pérez, M. J., & Tuberquia Muñoz, D. (2017). Inventario y potencial ornamental de especies del orden Zingiberales en la Reserva Forestal Protectora Regional de los Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo, El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia. Universidad CES.

Holdridge, L. R. (1956). Diagrama para la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo.

Iracheta-Donjuan L., Olivera de los Santos A., Ortiz-Curiel S. y López Gómez P. (2013). Propagación de heliconias. *INIFAP.CIRPAS. Campo Experimental Rosario Izapa*. Folleto Técnico Número 30. Tuxtla Chico, Chiapas, México. 29 p.

Maza Barros, V. (2006). *Cultivo, cosecha y poscosecha de Heliconias y flores tropicales*. (2nd ed.). Fondo editorial Jardín Botánico de Medellín.

Kress, W. J., Prince, L. M., Hahn, W. J., & Zimmer, E. A. (2001). Unraveling the evolutionary radiation of the families of the Zingiberales using morphological and molecular evidence. *Systematic Biology*, 50(6), 926–944.
<https://doi.org/10.1080/106351501753462885>

Prince, L. M., & Kress, W. J. (2002). Zingiberales (Gingers and Bananas). *Encyclopedia of Life Sciences*, 1–2. <https://doi.org/10.1038/npg.els.0003710>

Trejo-Téllez, L. I., Gómez-Merino, F.C., García-Albarado, J. C. & Pérez-Sato, J.A (2018). Diversidad, Distribución Y Reproducción De Heliconias. *Agro Productividad*, 11(8). <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i8.1094>

Anexo 3. Fragmento de matriz que sistematizó información de las 21 áreas protegidas en jurisdicción de Cornare.

| Área protej | Zona | Subzona | Usos | Actividades permitidas | Actividades condicionadas | Prohibidos | Particularidades | Regulación actividad turística | Densidad de viviendas |
|---|----------------|----------------------------|--|--|--|---|--|--|--|
| DFMI Bosques, Mirmoles y Pantanos (Acuerdo 417 de julio 02 de 2021) | Preservación | N/A | Preservación y restauración y conocimiento | <ol style="list-style-type: none"> 1. Restauración ecológica. 2. Protección de fuentes hídricas. 3. Investigación, educación, interpretación ambiental. 4. Aprovechamiento sostenible de productos no maderables del bosque. 5. Actividades de medio cultura y agricultura. 6. Monitoreo de la biodiversidad, de especies con algún grado de amenaza de los Valores Objeto de Protección de la Zona de Manejo. 7. Liberación de especies de fauna. 8. Turismo de naturaleza (Ecoturismo). 9. Control y vigilancia del uso y aprovechamiento de los recursos naturales. 10. Mejoramiento de infraestructura para investigación, acollumoso asistente, educación, vivienda campesina y gestión del riesgo. 11. Medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. 12. Investigación y conservación de cavernas y geofomas. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Creación, adecuación y mantenimiento de senderos y carreteras existentes, siempre y cuando no varíen las especificaciones técnicas y con los lineamientos determinados por la Corporación. 3. Control mecánico y biológico para el manejo de plagas y especies. 4. Adecuación y construcción de estructuras livianas para ecoturismo, turismo de naturaleza, recreación pasiva y educación ambiental como miradores panorámicos, puntos de avistamiento de flora y fauna en materiales como madera, piedra, guadua, entre otros. No se permite la construcción de estructuras con techos, ni edificaciones que fomenten la realización de actividades permanentes. 5. Aprovechamiento de bosque natural doméstico. | N/A | <p>Los medios ubicados en el DFMI con 100% en zona preservación puede usar el 30% de los predios en actividades establecidas para la zona de uso sostenible. No aplica si se realiza una subdivisión del predio</p> | <p>Mejoramiento de las construcciones existentes; sin embargo, no se permitirá la construcción de nuevas edificaciones para vivienda.</p> <p>En aquellos predios que se encuentren en zona de preservación en un 100%, podrá hacer uso de la posesión del predio del Artículo 5º del presente Acuerdo, con fines de poder construir (1) una vivienda.</p> | |
| | | | | Restauración | N/A | <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de estrategias y programas de conectividad entre áreas boscosas o corredores ecológicos. 2. Implementación de herramientas de manejo del paisaje determinadas por la Corporación. 3. Rehabilitación de áreas degradadas. 4. Desarrollo de actividades de investigación, monitoreo y seguimiento relacionadas con la restauración de maderas, que se establece a partir de procesos de 5. Medidas de mitigación y adaptación al cambio climático y gestión del riesgo. 7. Incluyendo las actividades permitidas en la zona de | <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecimiento de infraestructura para la producción de material vegetal asociada a los procesos de restauración y reforestación. 2. Reforestación con especies forestales (nativas y exóticas) de valor comercial, para el aprovechamiento y uso sostenible del recurso 3. Desarrollo de vivienda de acuerdo con las densidades establecidas en el Artículo Noveno del presente Acuerdo. 4. Turismo de naturaleza 5. Adecuación y mantenimiento de senderos y carreteras existentes, siempre y cuando no varíe el trazado de estos. | N/A | <p>Las modalidades de la actividad turística permitida: turismo de naturaleza, turismo geo arqueológico, agroturismo, senderismo, turismo geo arqueológico, turismo de contemplación, avistamiento de flora y fauna, actividades acuáticas y educación ambiental.</p> <p>La estructura permitida para el desarrollo de construcciones livianas y biocostrucciones: tipo glamping, como estas actividades se ve limitada a construcciones livianas y biocostrucciones: tipo glamping, senderos ecológicos, miradores panorámicos, puntos de avistamiento de flora y fauna en materiales como madera, piedra, guadua, entre otros de similar material.</p> |
| | Uso sostenible | Aprovechamiento sostenible | Conocimiento, usos sostenible y de disfrute | <ol style="list-style-type: none"> 1. Actividades productivas asociadas a procesos de cultivos propios bajo sistemas agroforestales. 2. Establecimiento de infraestructura complementaria para el desarrollo de las actividades productivas 3. Monitoreo, dentro de sistemas agroforestales y 4. Desarrollo de vivienda conforme las densidades establecidas en el Artículo Noveno del presente Acuerdo. 5. Construcción, adecuación o mantenimiento de infraestructura. Con una intervención del predio de hasta el 70% para fines de mejoramiento de las coberturas 6. Turismo de naturaleza, comunitario, geo- arqueológico. 7. Acciones de conservación para las cavernas. 8. Medidas de conservación y adaptación al cambio climático y gestión del riesgo. 9. Aprovechamiento de plantaciones forestales. 10. Incluyendo las actividades permitidas y condicionadas en la zona de preservación y restauración. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Proyectos de creación de nuevas vías. 2. Proyectos de líneas de transmisión del sector energético. 3. Aprovechamiento forestal único y persistente. 4. Centros de Atención de Información y Cultura Ambiental "CAICA" con el fin de promover el desarrollo sostenible en las áreas Protegidas | N/A | <p>Las modalidades de la actividad turística permitida: En esta zona se permite el desarrollo de figuras constructivas destinadas para el servicio hoteler o de hospedaje. El POT deberá definir las normas urbanísticas generales y específicas que aplican para los procesos de licenciamiento urbanístico de las actividades turísticas en esta zona, contemplando como mínimo: 1. Análisis mínimo de predio, índices de ocupación y construcción, y deberá garantizar el cumplimiento de las disposiciones que a nivel nacional y regional sean aplicables.</p> | <p>Proyectos de vivienda con una densidad mínima de dos (2) viviendas por hectárea.</p> | |
| | | | | Desarrollo | N/A | N/A | N/A | | |

10. Bibliografía

- Bernal, R., Gradstein, S. R., & Celis, M. (2016). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Cooperación Internacional del Japón (JICA). (s.f.). *Microorganismos Guía técnica 4*. https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_04.pdf
- García Giraldo, M. C., Sanín Pérez, M. J., & Tuberquia Muñoz, D. (2017). Inventario y potencial ornamental de especies del orden Zingiberales en la Reserva Forestal Protectora Regional de los Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo, El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia. Universidad CES.
- Martínez-Scott, M. M., & Ruiz-Hernández Jovany. (2018). Efecto de la aplicación de lixiviados de lombriz y ácidos húmicos en la producción de pimiento morrón (*Capsicum annuum* var. *Annumm*). *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 5(15), 19–24.
- Maza Barros, V. (2006). *Cultivo, cosecha y poscosecha de Heliconias y flores tropicales*. (2nd ed.). Fondo editorial Jardín Botánico de Medellín.
- Ossa Carrasquilla, L. C. (2016). Aplicación de la tecnología de las Pacas Biodigestoras para el tratamiento ecológico de los residuos orgánicos de la Universidad de Antioquia. *UdeA*, 153–163. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/13416>
- Picado, J., & Añasco, A. (2005). *Preparación y uso de Abonos Orgánicos Sólidos Y Líquidos*. Corporación Educativa para el desarrollo Costarricense (CEDECO).
- Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., & Cabrera Rodríguez, J. A. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90–97.
- Veobides Amador, H., Guridi Izquierdo, F., & Vázquez Padrón, V. (2018). Las Sustancias Húmicas como Bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*, 39(4), 102–109.
- Zeballos Heredia, M. F. (2017). Caracterización de microorganismos de montaña (MM) en biofertilizantes artesanales. *Escuela Agrícola Panamericana, Mm*, 4–28.

11. Agradecimientos

Agradecemos a la familia Cárdenas Escobar por acoger el proyecto y a la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare) por subvencionar esta pasantía. A Daniel Vázquez, Juan Manuel Mesa, Santiago Quintero, Juan Pablo Cano, Ricardo Reyes y al Semillero de Botánica 2022 de la Universidad CES, por todo su apoyo en este proceso.