



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Acta de Correcciones al Proyecto de Grado Biología

Fecha: 15 febrero 2023

Autores: Andrés Camilo Romero Gómez, Nhora Helena Ospina, Nicola Flanagan.

Nombre del Proyecto de Grado: Diagnóstico demográfico de la especie Dracula chimaera (Rchb.f.) Luer. en el Área Clave de Biodiversidad del Bosque de San Antonio, Km 18, Valle del Cauca

Director: Nhora Helena Ospina


Como indica el artículo 2.27 de las Directrices de Trabajo de Grado, he verificado que los estudiantes indicados arriba han implementado todas las correcciones que los Jurados del Proyecto de Grado definieron que se efectuaran, como consta en el Acta de Calificación correspondiente.


Firma del Director del Proyecto de Grado


Nota de Aceptación


Aprobado por el Comité de Trabajo de Grado
en cumplimiento de los requisitos exigidos por la
Pontificia Universidad Javeriana para optar el
título de Biólogo.


DR. HERNAN CAMILO ROCHA NIÑO
Decano Facultad de Ingeniería


DR. MATEO LOPEZ VICTORIA
Director Carrera Biología


Nhora Helena Ospina-Calderón
Director Trabajo de Grado


Nestor David Correa
Jurado 1


Felipe Espinosa
Jurado 2

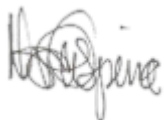
Santiago de Cali, 7 de Noviembre de 2022

Mateo López Victoria
Director Programa de Biología.
Facultad de Ingeniería y Ciencias
Pontificia Universidad Javeriana Cali.

Cordial saludo.

Con la presente comunicación aprobamos la presentación a la facultad del trabajo de grado “**Diagnostico demográfico de la especie *Dracula chimaera* (Rchb.f.) Luer. en el Área Clave de Biodiversidad del Bosque de San Antonio, Km 18, Valle del Cauca.**” desarrollado por el estudiante Andres Camilo Romero Gomez, con el código 8918597 del programa de biología de la Pontificia Universidad Javeriana – Cali.

Cordialmente,



Nhora Helena Ospina Calderón, PhD.
Profesor Cátedra
nhospina@javerianacali.edu.co



Nicola Sian Flanagan, PhD.
Profesor Asociado
nsflanagan@javerianacali.edu.co

**Diagnóstico demográfico de la especie *Dracula chimaera* (Rchb.f.) Luer.
en el Área Clave de Biodiversidad del Bosque de San Antonio, Km 18,
Valle del Cauca**

Andrés Camilo Romero Gómez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de biólogo



**Pontificia Universidad Javeriana – Cali
Facultad de Ingeniería y Ciencias Naturales
Programa de Biología**

2022

**Diagnóstico demográfico de la especie *Dracula chimaera* (Rchb.f.) Luer.
en el Área Clave de Biodiversidad del Bosque de San Antonio, Km 18,
Valle del Cauca**

Andrés Camilo Romero Gómez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de biólogo

Directora

Nhora Helena Ospina Calderón PhD

Codirectora

Nicola Sian Flanagan PhD



Pontificia Universidad Javeriana – Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias Naturales

Programa de Biología

2022

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi directora Nhora Helena Ospina Calderón y codirectora Nicola Sian Flanagan por su dedicación, apoyo y disposición para el desarrollo de este proyecto, además de incitar en mí, un cariño hacia la ecología, las orquídeas y su conservación. A mi familia, mis padres: Claudia Lorena Gómez y Néstor Romero y mi abuela: Nidia Carrillo, por el amor, la paciencia y el apoyo incondicional en todas mis metas personales y académicas. Finalmente, a mis amigos; por su ayuda y acompañamiento en estos años, en especial Anne Ñuscua Otero, quien desde un inicio me han prestado un gran apoyo emocional y humano, y aconsejó en este proyecto, gracias por estar siempre allí.

A todos, muchas gracias.

Contenido

	Pág.
1. Resumen	7
1.1 Abstract.....	8
2. Introducción	10
2.1. La Familia Orchidaceae	10
2.2 Orquídeas en Colombia	11
2.3 Amenazas a las orquídeas	11
2.4 ¿Cómo se conservan las orquídeas?.....	12
2.5 Importancia de los estudios demográficos.....	15
2.6 Demografía de orquídeas en Colombia	16
2.7 El género <i>Dracula</i>	17
2.8 <i>Dracula chimaera</i>	18
3. Objetivos.....	20
3.1 Objetivo general:.....	20
3.2 Objetivos específicos:	20
4. Metodología.....	20
4.1 Área de Estudio.....	20
4.2 Trabajo en campo.....	22
4.3 Análisis de datos	24
4.4 Estructura de la población.....	25
4.5 Tabla de vida.....	26
5. Resultados	28
5.1 Análisis de correlación entre las variables para determinar etapas de vida.....	28
5.2 Fuerza de muestreo de estudio poblacional de <i>Dracula chimaera</i>	29
5.3 Tabla de vida de <i>Dracula chimaera</i>	31
5.4 Modelación y proyección de la dinámica poblacional.....	33
6. Discusión.....	34
6.1. Dificultades encontradas durante el trabajo de campo	34
6.2. Determinación de las etapas de desarrollo de <i>D. chimaera</i>	35
6.3. Tendencia de la población a disminuir	36
6.4. Posibles amenazas a la que la población es sometida.....	36
6.5. Estado de Conservación de <i>Dracula chimaera</i> bajo los criterios IUCN	37
6.6. Campañas de conservación en el ACB del Bosque de San Antonio	38

7. Propuesta de lineamientos para el monitoreo y conservación de <i>Dracula chimaera</i> en el ACB del Bosque de San Antonio/Km18	39
8. Conclusión	40
9. Bibliografía.....	41

Lista de Tablas

Tabla 1: Modelos de tablas para la colecta de datos en campo.

Tabla 2: Modelo para la organización de los datos de población.

Tabla 3: Modelo de tabla de vida estática/vertical.

Tabla 4: Modelo de organización del cálculo de tasas vitales.

Tabla 5: Organización de la población con datos sobre la fertilidad y fecundidad.

Tabla 6: Tabla de vida estática de *Dracula chimaera*.

Tabla 7: Resultados de las tasas vitales.

Lista de Figuras

- Figura 1:** Ejemplar de *Dracula chimaera*.
- Figura 2:** Mapa general del área de estudio.
- Figura 3:** Fotografías generales del ACB del Bosque de San Antonio.
- Figura 4:** Datos medidos para cada planta.
- Figura 5:** Resultados de las correlaciones entre las variables.
- Figura 6:** Estructura de la población a partir del número de hojas.
- Figura 7:** Estructura de la población de *Dracula chimaera* de estudio.
- Figura 8:** Comportamiento de parámetros vitales en diferentes etapas de desarrollo.
- Figura 9:** Modelo de la dinámica poblacional de *Dracula chimaera* para X años.
- Figura 10.** Modelación y proyección de la población de *D. chimaera* a 100 años.
- Figura 11.** Individuos de *Dracula chimaera* vistos fuera de alcance durante el muestreo.

1. Resumen

Las orquídeas integran la familia Orchidaceae y son conocidas por su extraordinaria morfología y ecología muy variadas. El mayor número de especies de orquídeas se encuentra en países neotropicales, como Colombia. Sin embargo, las poblaciones de orquídeas se ven amenazadas por la transformación del hábitat, el cambio climático, el comercio ilegal y amenazas intrínsecas asociadas a la biología de las especies. La demografía permite por una parte establecer cómo se encuentran las poblaciones ante situaciones ambientales. Por otra parte, permite evaluar la respuesta de las poblaciones ante actividades antrópicas y distintas situaciones de manejo. En Colombia, se han estudiado algunas orquídeas utilizando enfoques demográficos que han permitido conocer la dinámica de las poblaciones en especies endémicas y amenazadas, sin embargo, se desconoce el estado de conservación de muchas especies. El género *Dracula* tiene una distribución silvestre limitada al neotrópico, con la mayor diversidad en los Andes de Colombia. Se reconocen 120 especies en el género. *Dracula chimaera* es una orquídea endémica de Colombia reportada en los bosques andinos. Esta especie se considera afectada por la destrucción del hábitat y recolección excesiva. Sin embargo, se desconocen muchos aspectos sobre su ecología y las amenazas que han afectado a las poblaciones.

Este estudio tuvo como objetivo desarrollar un diagnóstico de una población de *Dracula chimaera* en el Área Clave de Biodiversidad (ACB) del Bosque de San Antonio, Valle del Cauca. Se identificó la población de estudio, se procedió a realizar un marcaje de los individuos y a la toma de datos morfológicos (cantidad de hojas, dimensiones de la hoja bandera, número de inflorescencias, botones, flores y frutos) para proponer una estructura por etapas para la especie y hacer la tabla de vida estática. De acuerdo con los resultados de las correlaciones entre las variables, en particular la correlación entre el ancho y longitud de la hoja bandera ($r=0.94$) y el número de hojas; se propone una estructura de 3 etapas de desarrollo (plántula, juvenil y adulto) para *D. chimaera*. En total, se censaron 139 plantas, distribuidas en 38 plántulas, 65 juveniles y 36 adultos. Los resultados muestran que la supervivencia aumenta durante las dos primeras etapas de desarrollo, mientras que disminuye en la tercera. La mortalidad disminuye durante el cambio de etapa de plántula a juvenil, mientras que aumenta en la etapa adulta. Con la tabla de vida y su análisis se

encontró que la población se encuentra en proceso de decrecimiento con una tasa finita de crecimiento, λ menor a uno.

Se proponen lineamientos para el monitoreo y la conservación de la subpoblación de *D. chimaera* en el ACB de Bosque de San Antonio, agrupados en cinco aspectos: 1. Distribución geográfica. 2. Cantidad o calidad del hábitat. 3. Demografía 4. Estudios ecológicos y biológicos. 5. Educación y participación ambiental. Este estudio es un aporte que permite ampliar el conocimiento sobre la ecología y el estado de conservación de la especie *D. chimaera*.

Palabras clave: bosque andino, dinámica poblacional, *Dracula chimaera*, tabla de vida estática, Orchidaceae.

1.1 Abstract

Orchids belong to the Orchidaceae family and are known for their extraordinary morphology and highly varied ecology. The largest number of orchid species are found in neotropical countries, such as Colombia. However, orchid populations are threatened by habitat transformation, climate change, illegal trade, and intrinsic threats associated with the biology of the species. Demographic studies are necessary to evaluate the conservation status of subpopulations in environmental situations, and the response of populations to human activities and different management situations. In Colombia, some orchids have been studied using demographic approaches, shedding light on the population dynamics in endemic and threatened species, however, the status of many species is unknown. The genus *Dracula* is exclusive to the neotropics, with the greatest diversity in the Andes of Colombia. 120 species are recognized in the genus. *Dracula chimaera* is an endemic orchid from Colombia, reported in Andean forests. It is affected by excessive collection and habitat destruction. However, many aspects of its ecology and the threats that have affected subpopulations are unknown.

This study aimed to develop a demographic diagnosis of a subpopulation of *Dracula chimaera* in Area Clave de Biodiverse del Bosque de San Antonio, Valle del Cauca. The study population was identified, individuals were marked, and morphological data were

collected (number of leaves, dimensions of the flag leaf, number of inflorescences, buds, flowers, and fruits) to propose a stratification by stages for this species and develop the static life table. According to the results of the correlations between the variables, in particular the correlation between the width and length of the flag leaf ($r=0.94$) and the number of leaves; a stratification of 3 developmental stages (seedling, juvenile and adult) is proposed for *D. chimaera*. A total of 139 plants were censused, distributed in 38 seedlings, 65 juveniles and 36 adults. The results show that survival increases during the first two stages of development, while it decreases in the third. Mortality decreases during the stage change from seedling to juvenile, while it increases in the adult stage. With the life table and its analysis, it was found that the population is decreasing, with a finite growth rate, lambda, of less than one.

Guidelines are proposed for the monitoring and conservation of the population of *D. chimaera* in the San Antonio Forest, which are grouped into five aspects: 1. Geographical distribution. 2. Quantity or quality of habitat. 3. Demography 4. Ecological and biological studies. 5. Environmental education and participation. This study contributes to our knowledge of orchid species endemic to Colombia, as well as the ecology of the genus and the species *D. chimaera*.

Keywords: Andean Forest, *Dracula chimaera*, Orchidaceae, population dynamics, static life table.

Diagnóstico demográfico de la especie *Dracula chimaera* (Rchb.f.) Luer. en el Área Clave de Biodiversidad del Bosque de San Antonio, Km 18, Valle del Cauca

2. Introducción

2.1. La Familia Orchidaceae

Las orquídeas son las plantas que integran la familia Orchidaceae, caracterizada en parte por tener gran diversidad morfológica y ecológica (Dressler, 1981). Se ha estimado que existen entre 25.000 y 30.000 especies de orquídeas en cerca de 700 géneros distribuidos en casi todos los ecosistemas, a excepción de los polos, nieves perpetuas y desiertos. La mayor diversidad de especies de orquídeas se encuentra en las regiones tropicales (Dressler, 1993; Chase *et al.*, 2003; Givnish *et al.* 2015).

Estas plantas se distinguen por sus interacciones ecológicas con otros seres vivos, ya sea con hongos formando micorrizas para la germinación, los polinizadores como las abejas euglosinas en la reproducción, y con árboles hospederos en el establecimiento de las especies epifitas (Dressler, 1981; Dressler, 1993; Chase *et al.*, 2003). Por su hábito de crecimiento, se les puede clasificar en epifitas, es decir, que crecen sobre árboles, hemiepifitas que germinan en el suelo y luego se desplaza a árboles o viceversa, litófitas con preferencia por las rocas, y terrestres, que crecen en el suelo (Dressler, 1981).

Su éxito en el ámbito epifito corresponde a sus atributos fisiológicos y morfológicos. Tallos y hojas suculentas, estomas hundidos, raíces con velamen, cutículas impermeables y desarrollo de pseudobulbos, hacen parte del aspecto morfológico, que permiten optimizar el uso de agua y nutrientes en las partes superiores de los árboles, entre otras (Rosa-Manzano *et al.*, 2014). En lo fisiológico, se destaca la modificación de la ruta fotosintética y de absorción de CO₂ a través del metabolismo del ácido de las crasuláceas (CAM), la cual se realiza en la noche, dado que la humedad relativa es mayor y se evita la pérdida de agua (Higgins, 2004).

Las orquídeas son un componente importante de los bosques por su contribución en la biomasa y su rol en los ciclos de agua y nutrientes (Gentry & Dodson, 1987; Krömer *et*

al. 2014). También, se consideran bioindicadores del incremento de la temperatura y la aridez, sirviendo como referencia para conocer el estado de salud de los ecosistemas (Orta-Pozo, 2015). Alrededor del mundo, las orquídeas tienen usos ornamentales, etnobotánicos, alimenticios y médicos (Rosa-Manzano *et al.*, 2014).

2.2 Orquídeas en Colombia

En Colombia se reportan alrededor de 4.270 especies de orquídeas agrupadas entre 270 y 280 géneros (MADS & UNAL, 2015), haciendo que el país sea reconocido como uno de los países con mayor riqueza de especies (17 % del total de especies mundiales) (Moreno *et al.*, 2016). Alrededor del 37% (1580) de las especies de orquídeas presentes en el país son endémicas del territorio. Las orquídeas están presentes en todas las bioregiones naturales de Colombia (Caribe, Pacífica, Orinoquía, Amazonía, Andina e Insular), siendo la región Andina la que cuenta con el mayor número de especies (944), representando el 78% de las orquídeas endémicas registradas en el país. Se considera que entre el 60% y el 73% de las orquídeas del país crecen en los bosques andinos, donde se encuentran un gran número de especies epifitas (Pimm, 2009; Orejuela-Gartner, 2010).

Considerando a Colombia como uno de los países con mayor diversidad en cuanto a orquídeas hace pertinente crear estrategias para su conservación (Andrade *et al.*, 2012; MADS & UNAL, 2015). Aún más, cuando los ecosistemas a los que se asocian las orquídeas están amenazados (Castellanos, 2021). Las amenazas en estos ecosistemas significan un alto riesgo de extinción de muchas especies de orquídeas que los habitan (Dirzo, 1990).

2.3 Amenazas a las orquídeas

La principal amenaza que presentan las poblaciones de orquídeas es la transformación del hábitat, causada por la deforestación a gran escala para la expansión de las fronteras agrícolas, pecuarias, plantaciones forestales y para uso de áreas urbanas. Además de los efectos del cambio climático que deterioran los ecosistemas con alta diversidad, reducen la humedad al interior de los fragmentos del bosque y afectan poblaciones susceptibles a cambios ambientales (MADS & UNAL, 2015; Gale *et al.*,

2018). Estas alteraciones afectan también la ecología de las especies, influyendo en las amenazas intrínsecas que se asocian a la biología de las especies, como lo son la variación genética y la interacción ecológica con polinizadores y/o microorganismos. También se tiene en cuenta que los tamaños de población pequeños y baja diversidad genética, hace extremadamente vulnerables a las poblaciones (Flanagan & Mosquera-Espinosa, 2016).

La recolección indiscriminada e ilegal de plantas representa otra de las principales amenazas que afectan a las poblaciones. Las epifitas son un gremio diverso que provee al mercado de flora, muchas especies, sin embargo, no todas están bajo medidas de desarrollo sostenibles de recolección (Flores-Palacios & Valencia-Díaz 2007; Hinsley *et al.*, 2018).

En Colombia, solo 441 (10%) especies de orquídeas de 33 géneros han sido evaluadas para su estado de conservación, de las cuales 240 (54%) han sido clasificadas como amenazadas, en peligro crítico (CR), en peligro (EN) o vulnerable (VU). Esto representa aproximadamente el 10% de la flora de orquídeas del país (Ospina-Calderón *et al.*, 2021). Para la mayoría de las especies endémicas aún son desconocidos el estado de conservación y la información sobre la historia natural (MADS & UNAL., 2015).

2.4 ¿Cómo se conservan las orquídeas?

Se necesitan más estudios para ampliar el conocimiento de las poblaciones de orquídeas. En el año 2015, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible junto con la Universidad Nacional de Colombia desarrollaron el Plan Nacional para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia. En el cual se propusieron cinco líneas de acción: 1. Generar y ampliar el conocimiento sobre las orquídeas, 2. Conservar las poblaciones de orquídeas y sus hábitats, 3. Utilizar de forma sostenible las orquídeas a diferentes escalas de aprovechamiento, 4. Educar y concientizar sobre la importancia de las orquídeas y 5. Legislar y regular. Esto con el fin de generar conocimiento sobre las especies y sus poblaciones (MADS & UNAL, 2015). Adicionalmente, para poder definir su nivel de amenaza y para así proponer acciones concretas es necesario evaluar el estado de conservación de especies estudiando su dinámica poblacional (IUCN, 2022).

A partir de la adopción del Convenio de Diversidad Biológica de 1992, Colombia cuenta con diferentes instrumentos normativos para la conservación de la diversidad vegetal y la preservación de especies amenazadas y endémicas (MADS & UNAL, 2015). La

ley 165 de 1994 estipula además que son fundamentales los programas de conservación *in situ* para la diversidad biológica. Existen diferentes instituciones de investigación que desarrollan programas de conservación *in situ* y *ex situ*, como un aporte a la sostenibilidad ambiental y a la reintroducción de especímenes.

Para conservar la biodiversidad de orquídeas existe varios enfoques que utilizan a especies de interés. Algunas especies son usadas como “representativas o especie bandera” para potenciar programas de conservación. Mientras que otras pueden ser focos específicos de trabajo por ser especies amenazadas o de interés para usos sostenibles. La elección de una especie o grupo se realiza basada en diversos criterios y prioridades, y depende del equipo de trabajo y sus intereses a conservar. En Colombia, estos estudios tienen como política priorizar especies con el propósito de garantizar la viabilidad de las poblaciones de la especie a largo plazo, además de proveer información acerca del estado de conservación (López-Gallego, 2015).

En cuanto el ámbito internacional, las acciones para la conservación y protección de orquídeas que se destacan están comprendidas en el marco de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres- CITES, ratificada en Colombia por la ley 017 de 1981. Esta convención tiene como objetivo en sus apéndices velar por la protección efectiva de la fauna y la flora, dentro de ellas las orquídeas, que son objeto de comercio internacional. El apéndice I establece que para las especies con el mayor grado de peligro de extinción se prohíbe el comercio internacional, salvo cuando se realice con fines científicos. En apéndice II establece protección a especies que están amenazadas, poblaciones que se han visto reducidas, aplicando los controles necesarios para su conservación y sostenibilidad. A parte de algunas especies de orquídeas en estado crítico de conservación e incluidas en el apéndice I, todas las especies de la familia se encuentran incluidas dentro del apéndice II. Adicionalmente, recomienda a los países a desarrollar herramientas para identificar el estado de conservación de las especies incluidas en el apéndice II y adoptar las medidas necesarias para evitar su posible degradación (CITES, 2022).

También se cuenta con el plan de acción para la conservación de orquídeas de la IUCN (International Union for Conservation of Nature) de 1996. Este busca conservar que los hábitats con mayor riqueza de especies y prioriza los endemismos.

Las Categorías y Criterios de La Lista Roja de UICN están diseñados para clasificar especies en alto riesgo de extinción global. La Lista Roja provee información acerca de la distribución, el tamaño poblacional, el hábitat y la ecología, el uso y/o tráfico, las amenazas, y las acciones de conservación que ayudarán a brindar información para la toma de decisiones de conservación. La Lista Roja divide el estado de conservación de las especies en nueve categorías (Extinta (EX), Extinta en estado silvestre (EW), En peligro crítico (CR), En peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazada (NT), Preocupación menor (LC), Datos insuficientes (DD), No evaluado (NE)), dependiendo de los criterios en los que se encuentran las poblaciones de la especie (IUCN, 2022). Los criterios son los siguientes :

- Criterio A. Reducción del tamaño poblacional. Reducción del tamaño de la población basada en cualquiera de los subcriterios A1 a A4. El nivel de reducción se mide considerando el período más largo, ya sea 10 años o 3 generaciones.
 - A1: CR cuando la reducción es $> 90\%$, EN $> 70\%$, VU $> 50\%$
 - A2, A3 & A4: reducción del tamaño observado, estimado, inferido o sospechado. Con base en y especificado en: (a) observación directa, (b) un índice de abundancia apropiado para el taxón, (c) una reducción del área de ocupación (AOO), extensión de presencia (EOP) y/o calidad del hábitat, (d) niveles de explotación reales o potenciales, (e) como consecuencia de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos.
- Criterio B. Distribución geográfica representada como extensión de presencia (B1) y/o área de ocupación (B2).
- Criterio C. Pequeño tamaño de la población y disminución. Hace referencia al número de individuos maduros en los subcriterios C1 o C2.
 - C1: Una disminución continua observada, estimada o proyectada (hasta un máximo de 100 años en el futuro)
 - C2: Una disminución continua observada, estimada o proyectada (hasta un máximo de 100 años) y por lo menos 1 de las siguientes 3 condiciones: (ai) Número de individuos maduros en cada subpoblación. (aii) % de individuos en una sola subpoblación. (b) Fluctuaciones extremas en el número de individuos maduros

- Criterio D. Población muy pequeña o restringida.
 - D1: Número de individuos maduros (CR < 50, EN < 250, VU < 1000).
 - D2: Únicamente aplicable a la categoría VU (área de ocupación < 20 km o número de localidades < 5)
- Criterio E. Análisis cuantitativo sobre probabilidad de extinción en estado silvestre. CR > 50% de probabilidad de extinción dentro de 100 años, EN > 20%, VU > 10%.

El estado de conservación de especies de orquídeas hasta la fecha ha sido basado en evaluaciones de los criterios A o B. Pero es importante profundizar el estado de conservación de estas poblaciones con los criterios C, D y E.

2.5 Importancia de los estudios demográficos

Los estudios ecológicos a nivel demográfico buscan determinar la densidad, la estructura poblacional, la reproducción de las plantas (flores, frutos y semillas), el establecimiento y la variabilidad ambiental. Estos estudios son una línea de investigación para comprender la forma en que las poblaciones son afectadas por los factores que las amenazan, los mecanismos de selección natural y las respuestas adaptativas que pueden presentar también sirven para entender el estado de conservación y/o tendencias a extinción (Piñero *et al.*, 1977; Shefferson *et al.*, 2019). Dado que es arriesgado adoptar cambios en el manejo de la especie sin el conocimiento ecológico completo (Tremblay & Hutchings, 2002), estos estudios proporcionan información para evaluar la estructura poblacional permitiendo inferir la viabilidad de una población y diseñar planes de conservación efectivos que reduzcan la probabilidad de extinción. (Elzinga *et al.*, 2001).

Los atributos demográficos más precisos que se utilizan para evaluar la viabilidad de una población tienen que ver con la abundancia poblacional total y la estructura poblacional (López-Gallego, 2015). La abundancia se refiere a la cantidad de individuos de una población y da información acerca del estado de la población. La estructura poblacional se refiere a las proporciones de los estadios del desarrollo presentes en la población (semillas, plántulas, juveniles, adultos) y da información del estado en que se encuentra la población (por ejemplo, si se está regenerando o no). Mientras que al cambio de la abundancia o la estructura en el tiempo se define como dinámica de una población, de

manera que el monitoreo de un atributo en el tiempo es un factor determinante para conocer el estado en que se encuentran las poblaciones (López-Gallego, 2015).

Además de lo anterior, se han realizado mediciones de otros atributos demográficos focalizados en el inventario de plantas, sus usos y las formas de manejo, así como el análisis de los sistemas de reproducción, la variación morfológica y la diversidad genética (Godínez-Alvarez *et al.*, 2008).

Para la conservación de las orquídeas, se deben identificar los factores que afectan el crecimiento de las poblaciones durante el ciclo de vida en su estado natural, para establecer que cambios se están presentando (Zotz & Schmidt, 2006). La supervivencia de las poblaciones se encuentra sujeta a la capacidad reproductiva. Una población que se encuentra en decrecimiento presenta bajas tasas de reproducción, siendo incapaz de mantener la estabilidad ecológica a través de la fecundidad y el crecimiento de nuevos individuos (Tremblay, 1997).

2.6 Demografía de orquídeas en Colombia

Los estudios demográficos de orquídeas en Colombia son escasos y están enfocados en especies endémicas. En *Rodriguezia granadensis*, se han estudiado los atributos fenotípicos y los datos demográficos, aportando conocimiento sobre su éxito reproductivo y la concentración del néctar floral; y, por tanto, sobre la dinámica poblacional de la especie (Ospina-Calderón *et al.*, 2013; Caicedo, 2019). Recientemente, Ospina-Calderón (2020) realizó un estudio con una duración de 3 años en donde censó la población para entender el impacto de la transformación y la fragmentación del hábitat sobre la demografía de la especie y su dinámica poblacional.

En *Cattleya quadricolor*, se evaluó el estado de conservación y la estructura poblacional de la especie en la zona de amortiguación del Jardín Botánico Juan María Cespedes en el municipio de Tuluá, Valle del Cauca (Torres, 2018). En este estudio se encontró que los individuos con más de cuatro pseudobulbos presentan inflorescencias, flores y frutos y por lo tanto se pueden considerar adultos, cambiando así lo reportado anteriormente por Reina-Rodríguez (2011) para la especie. Las etapas de adultos 1 (individuos entre cuatro y cuarenta pseudobulbos con presencia de inflorescencias, flores y frutos) y juveniles contaron con la mayor abundancia y los adultos 2 (individuos con mayor

a cuarenta pseudobulbos con presencia de inflorescencias, flores y frutos) con la mayor tasa de reproducción. Se concluyó que, en la zona de estudio, la población se encuentra en un proceso de extinción debido a la falta de reclutamiento, la colecta ilegal y la pérdida del hábitat (Torres, 2018).

En un primer estudio demográfico con pleurothallidiinae y la especie *Masdevallia racemosa*, que realizó en el Resguardo Indígena de Puracé, Cauca, se encontró una clasificación de etapas por tamaño para la especie. Se hizo una proyección de la población local para 10 años, en donde se encontró que la población tiene una tendencia hacia la extinción local en el tiempo estimado y generando lineamientos para el monitoreo y conservación de la especie (Ñuscua-Otero, 2022).

2.7 El género *Dracula*

El género *Dracula* pertenece a la subtribu Pleurothallidinae de la familia Orchidaceae (Dressler 1993). Pupulin *et al.* (2009) describe al género de la siguiente forma; “plantas normalmente cespitosas, con un tallo más corto que la hoja, cubierto por 2-3 vainas tubulares, glumáceas y algo sueltas. La hoja terminal es delgadamente coriácea, con una quilla central pronunciada en la parte inferior a lo largo de la vena media; en el ápice, es generalmente emarginata, con apículo diminuto que se extiende de la quilla media, mientras que la base se contrae gradualmente en un peciolo conduplicado y corto. Las inflorescencias se producen lateralmente desde el tallo; el pedúnculo es erecto o, más comúnmente, péndulo y lleva una sucesión de flores o raramente una flor solitaria o 2-3 flores. Las flores son resupinadas, comúnmente dispuestas hacia abajo, planas o cóncavas. El pedicelo es articulado con el ovario, que puede ser liso o verrugoso, con surcos poco profundos o alas y crestas prominentes. Los sépalos son variadamente connados, normalmente ovados, más o menos suaves y carnosos, de varios colores. En el ápice, se prolongan en una cola delgada que puede ser mucho más larga que la lámina. la mayoría de las *Dracula* presentan sépalos pubescentes, con los tricomas que varían de simples a furcado-dendroides. Los pétalos flanquean la columna y son cartilagosos y pequeños; en el ápice, se dividen en dos valvas separadas por un área gruesa, verrugoso papilosa. Normalmente muy sensibles a la humedad, los sépalos tienden a colapsar cuando el ambiente es demasiado seco. El labelo es carnoso, dividido en 2 partes. La porción basal

(hipóquilo) es estrecha, oblonga, con márgenes erectos, formando una bisagra con el pie de la columna. La parte proximal de las láminas basales y gruesas del hipóquilo se funde para formar un techo sobre un receso corto. La porción distal del labelo (epíquilo) es usualmente mucho más grande, cóncava y provista de una quilla central y venas o lamelas elevadas dispuestas de forma radial desde la base o la quilla central. La columna es semiteretiforme, con alas marginales longitudinales. El ápice de la columna se abre como una capucha sobre la antera ventral, que es decidua. Una lámina rostellar grande separa la cama de la antera (clinandrio) del estigma elíptico”.

Este género es exclusivo del neotrópico, actualmente se reconocen 120 especies (Bosco *et al.*, 2011), con distribución desde el sur de México hasta Perú (excluyendo las Antillas, Venezuela, Bolivia y Brasil). La mayoría de las especies son epifitas que se encuentran en elevaciones que van de 1500 a 2500 msnm, con una preferencia por la sombra y las temperaturas frescas (Calderón & Farfán, 2003; Pupulin *et al.*, 2009).

En Colombia, el género *Dracula* presenta mayor diversidad de especies en los bosques andinos de las cordilleras central y occidental (Bosco *et al.*, 2011). En Colombia, el género *Dracula* está representado por 72 especies, de las cuales el 81 % (58 especies) son endémicas (Bosco *et al.*, 2011). Con distribuciones limitadas, estas especies son particularmente vulnerables a las amenazas como la destrucción del hábitat y el exceso de recolecta (Calderón & Farfán, 2003). Dentro del género, 46 (38 %) especies se encuentran en las categorías vulnerable (VU) y en peligro (EN) según la resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombiano.

2.8 *Dracula chimaera*

Dracula chimaera es una especie endémica de Colombia (y Ecuador) reportada en los bosques nublados de las cordilleras central y occidental de los Andes, entre 1300 y 2200 metros de altitud. Hay registros en los departamentos de Antioquia, Cauca, Choco, Nariño, Risaralda y Valle del Cauca (Calderón-Sáenz, 2006). Es una especie epífita de tamaño mediano-grande con tallos agrupados subtendidos por 2-3 vainas sueltas que llevan una hoja apical, erecta y estrechamente oblanceolada. (Pupulin *et al.*, 2009; Ver Figura 1). Se ha observado floreciendo en marzo, abril, septiembre, octubre y noviembre (Calderón-Sáenz, 2006).

D. chimaera es la especie del género *Dracula* más comercializada por sus flores, que están entre las más grandes dentro del género. Aunque se encuentra afectada por la recolección excesiva y destrucción del hábitat debido a actividades agrícolas, su categoría de amenaza nacional es de Preocupación Menor (LC) (Calderón-Sáenz, 2006). Sin embargo, se desconocen muchos aspectos sobre su ecología y las amenazas que han afectado a las poblaciones en el país.



Figura 1. Planta de *Dracula chimaera*. (Foto: Nhora Helena Ospina-Calderón).

Por lo anterior y, considerando que no existe información disponible de esta especie acerca de su dinámica poblacional, su ecología, sus interacciones ecológicas o el comportamiento y estado de conservación actualizado de sus poblaciones, se deben hacer estudios para entender estos aspectos de la especie. Esta investigación tuvo como objetivo aportar al conocimiento de una subpoblación silvestre de *Dracula chimaera*, determinando la estructura de la población, para entender su demografía y el estado de conservación en el Área Clave de Biodiversidad del Bosque de San Antonio. Mediante el uso de herramientas demográficas, la toma de datos morfológicos y reproductivos que permitieron conocer cómo se encuentra la población, y hacer un primer diagnóstico para proponer lineamientos para el monitoreo de esta población y poder sugerir acciones que garanticen la viabilidad de la población a largo plazo.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general:

Desarrollar un diagnóstico demográfico a una subpoblación de *Dracula chimaera* mediante un único censo, con el fin de aportar a la conservación de esta especie en el Área Clave de Biodiversidad del Bosque de San Antonio, Valle del Cauca, Colombia.

3.2 Objetivos específicos:

1. Analizar la estructura poblacional de *Dracula chimaera*, para proponer las etapas de desarrollo de la especie, y modelar la dinámica poblacional y proyectar el tamaño de la población en la zona del Bosque de San Antonio a 12 años.

2. Proponer lineamientos de conservación para la población de *Dracula chimaera* para su monitoreo y protección en el Bosque de San Antonio.

4. Metodología

4.1 Área de Estudio

El Bosque de San Antonio se encuentra en los Andes Occidentales, al oeste de la ciudad de Cali, en el departamento del Valle del Cauca en el sector conocido como Kilómetro 18, entre los kilómetros 14 al 23 de la vía Cali-Buenaventura. El área pertenece a los municipios de Cali, Dagua, La Cumbre y Yumbo.

Esta región corresponde a una cadena montañosa con elevaciones máximas de 2250 metros de altitud, que se extiende desde el macizo de los Farallones de Cali, cerca de las nacientes de los ríos Dagua y Felidia, hasta las tierras bajas húmedas del Pacífico, el Valle del Cauca geográfico y los bosques altoandinos (Palacio *et al.* 2019). Estas áreas corresponden a un ecosistema de bosque medio húmedo en montaña fluvio-gravitacional (BOMHUMH) con bosques nublosos ubicados a más de 1700 m.s.n.m. La zona presenta una temperatura media anual de 17 °C, una precipitación media anual de 1897 ml. La estacionalidad es bimodal con dos picos de precipitación uno entre marzo-mayo y otro entre septiembre-noviembre (Kattan *et al.*, 1994; Palacio *et al.*, 2019; Ver Figuras 2 y 3).

El Bosque de San Antonio abarca 8795 hectáreas y se considera un Área Clave de Biodiversidad (ACB) y un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) (CVC, 2019; Fundación Natura, 2019). El ACB Bosque de San Antonio ha sido utilizado históricamente como un lugar de investigaciones ornitológicas y cuenta con una presencia variada de fauna no aviar y flora. Han registrado 528 especies de plantas vasculares pertenecientes a 76 familias (Birdlife International, 2022). Adicionalmente es una de las 36 áreas principales de biodiversidad del hotspot de los Andes Tropicales, considerada de alta prioridad por su valor biológico y por la amenaza de pérdida de la cobertura biológica. El objetivo de conservación de esta área es el de promover la conectividad ecológica de fauna y flora con el PNN Farallones de Cali, la RFPN (Reservas Forestales Protectoras Nacionales) La Elvira y la RFPN río Cali, contribuyendo para el mantenimiento de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos fuera y dentro del área protegida (CVC, 2019; Birdlife International, 2022).

Su principal amenaza es la fragmentación del bosque y la pérdida del hábitat, que ha generado extinciones locales algunas especies de aves (Kattan *et. al.* 1994). Adicionalmente, se presentan problemas como la extracción ilícita de productos del bosque, tierra capote, madera, cepas de sarro, orquídeas, heliconias y otras especies vegetales (Birdlife International, 2022).

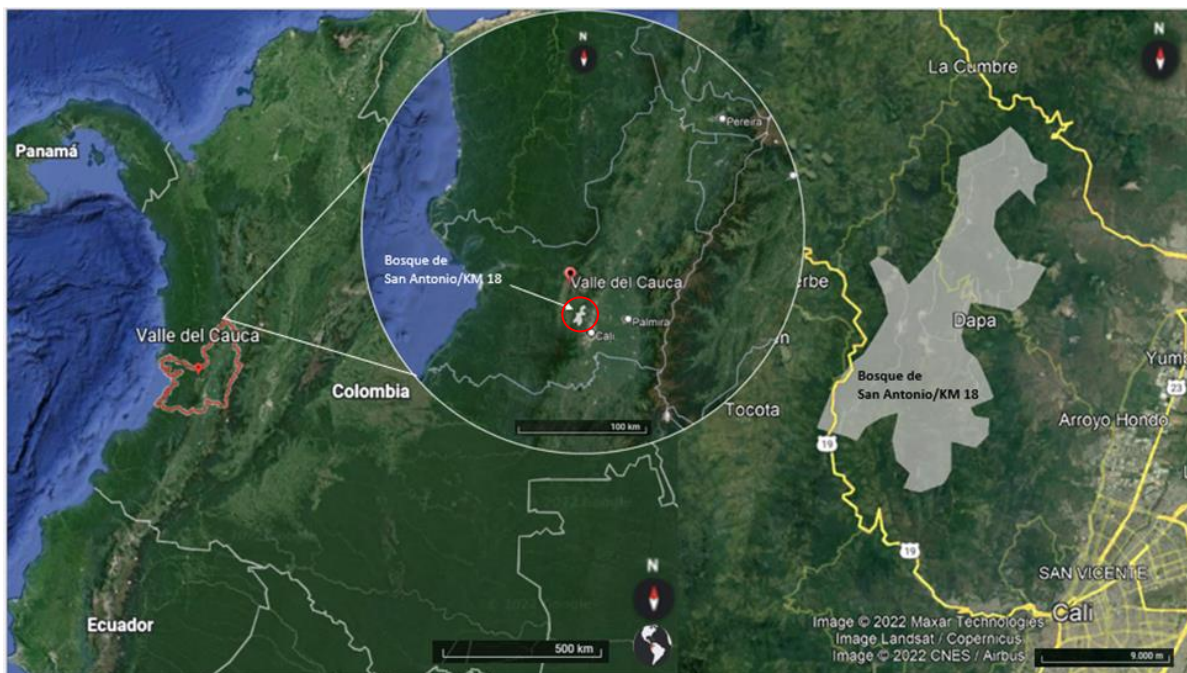


Figura 2. Mapa general del área de estudio. Adaptado de Google Earth (Google, 2022). información encontrada en GeoCVC (CVC, 2021) Áreas Importantes de Conservación de Aves y Biodiversidad (AICAS) y BirdLife International. En rojo se señala y se delimita el Departamento del Valle del Cauca, dentro del departamento en un círculo rojo se señala la ubicación del Bosque de San Antonio/Km 18 y en blanco se delimita el área del Bosque de San Antonio/Km 18. A la derecha, en dirección sureste limita con la capital departamental del Valle del Cauca; Cali.

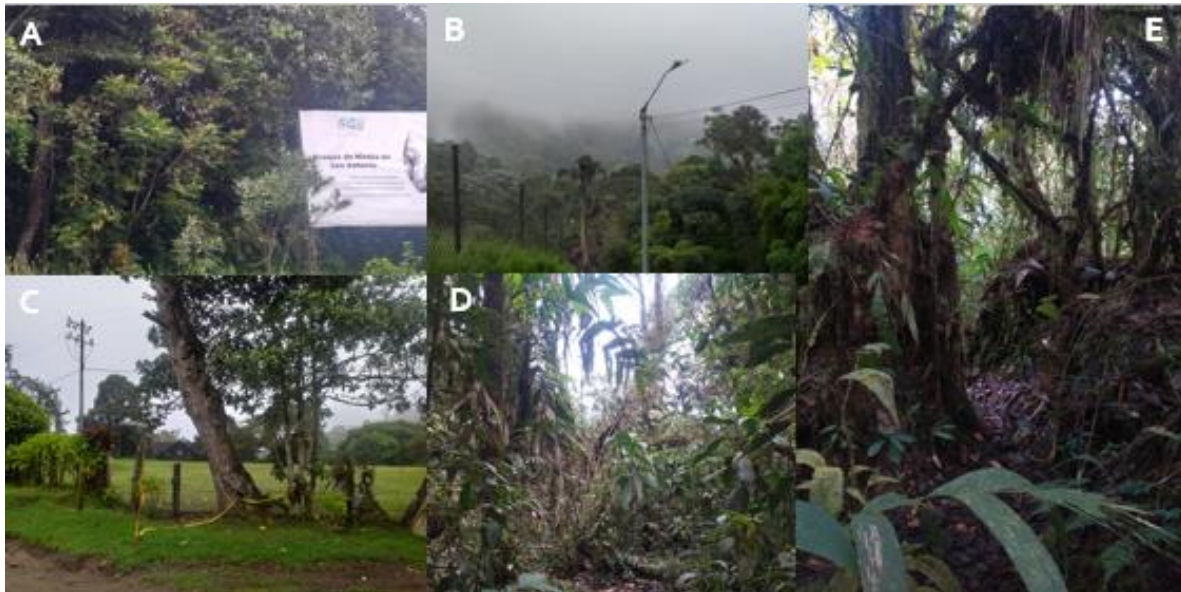


Figura 3. Fotografías generales del ACB del Bosque de San Antonio. A. Entrada al área del bosque de San Antonio vía Cali – Dagua. B. Panorama que se presenta en el bosque de neblina. C. Ejemplo de cambio en el uso de suelo, en este caso de bosque nativo a uso urbano. D y E. Imágenes al interior del bosque, áreas cercanas a la población de *Dracula chimaera*.

4.2 Trabajo en campo

El censo se realizó entre junio y julio de 2022. A una altura promedio de 2100 msnm. Se identificaron las zonas donde se encuentran la población de *Dracula chimaera* que fueron objeto de estudio con la ayuda de la profesora Nhora Helena Ospina Calderón, con la certeza que el PNN Farallones de Cali y sus áreas cercanas son una de las localidades históricas con presencia de la especie (Calderón-Sáenz, 2006). Se

georreferenció la ubicación de la subpoblación utilizando la herramienta de Google Earth y se detalló la demás información espacial.

Los individuos fueron ubicados por medio de recorridos libres y etiquetados en orden numérico, iniciando desde 150. Para las etiquetas se utilizó una rotuladora marca Motex y cintas plásticas de color negro, en la cual el número de etiqueta aparece un relieve de color blanco. Para sujetar las etiquetas a las plantas, se utilizó un alambre con cobertura plástica.

Una vez etiquetada cada planta, se procedió a coleccionar sus datos morfológicos. Para esto, se utilizó un pie de rey, una regla plástica de 30 cm y un metro. Se registró el número de hojas, inflorescencias, botones, flores, frutos y las dimensiones de las inflorescencias, hojas y sépalos (Ver Tabla 1.).

Para cada individuo se midió la hoja más grande o hoja bandera; el largo, desde el tallo hasta el ápice y el ancho tomando el extremo de un margen hacia al otro, el largo del raquis de las inflorescencias; desde el tallo hasta el pedicelo o la cicatriz de inflorescencia, de la flor se midió el ancho de una esquina a la otra de los sépalos laterales, y el largo de los sépalos desde el ápice de un sépalo hasta el ápice del otro sépalo (ver Figura 4). Finalmente, en cada tabla se anotaron observaciones y comentarios para cada individuo.



Figura 4. Algunos datos medidos para cada planta. A. Numero de hojas. B. Numero de frutos y flores (círculos de color rojo). C. numero de inflorescencias y botones (círculo rojo); y el largo y el ancho de cada hoja bandera (líneas de color blanco).

Tabla 1. Modelo de tablas para la colecta de datos de *Dracula chimaera* en campo.

Fecha ____ / ____ / ____													
Nº Planta	ASF	Nº Hojas.	LHL	AHL	LP	Nº Inflore	Nº C. Inflo	Nº Flores.	Alto sépalo	Ancho sépalo	Nº Botones	Nº Frutos.	Comentarios

Abreviaciones: Nº: Numero de (planta, hojas, inflorescencias, cicatrices de inflorescencia, botones o frutos). ASF: altura sobre el forofito. LHL: largo de la hoja bandera. AHL: ancho de la hoja bandera. LP: largo del raquis de la inflorescencia. C. Inflo: cicatrices de inflorescencias.

4.3 Análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos en el trabajo de campo se utilizó el programa RStudio versión 2022.07.2+576 (RStudio Team, 2022). Antes de hacer las correlaciones entre las variables se llevó a cabo una prueba de normalidad, utilizando la prueba Shapiro Wilk Test (Hut, 2017) para conocer si las variables obedecían un comportamiento de normalidad o no.

Luego de ingresar la base de datos en Rstudio y hacer la prueba de normalidad, se procedió a hacer correlación entre las variables. La correlación lineal es un tipo estadístico que sirve para estudiar la relación existente entre dos variables, cuantifica como de relacionadas están. Para hacer esto se hacen comparaciones generando coeficientes de correlación que permiten conocer cuan relacionadas están las variables. Existen diferentes métodos, entre los que destacan el de Spearman. Este método permite conocer el nivel de asociación entre las variables, que pueden variar de entre +1 y -1. Siendo +1 una correlación positiva perfecta y -1 una correlación negativa perfecta (relación inexistente o nula), también se emplean otros rangos que miden la fuerza de la asociación entre las variables, si el valor del coeficiente que se clasifica en débil: entre 0-0.5, moderada: entre 0.5-0.8 y fuerte: mayor a 0.8 (Amat-Rodrigo, 2016).

Luego de evaluar las correlaciones de todas las variables y hallar los coeficientes más altos se determinaron las variables terminantes para clasificar a la población por etapa

de desarrollo. En Excel versión 2021 se organizaron los datos con mayor nivel de correlación de manera cuantitativa (Tremblay y Hutchings, 2002), con esto se creó una gráfica de dispersión de datos que permite comprender el comportamiento de la población y determinar las clases de tamaño de la población en estudio.

4.4 Estructura de la población

Según un estudio realizado por Tremblay y Hutchings (2002) en la especie *Lepanthes eltoroensis*, el desarrollo de una planta se puede dividir en cuatro etapas de vida: plántula, juvenil, adulto no reproductor y adulto reproductor. Aunque el género *Lepanthes* también pertenece a la subtribu Pleurothallinidae, para este estudio se realizaron modificaciones a lo planteado en las descripciones de las etapas de vida, considerando las características únicas de *Dracula chimaera*.

A partir de las medidas tomadas de las plantas de *D. chimaera* en campo, se determinaron las clases de edad para la especie, su fertilidad y fecundidad (Ver Tabla 2). Los datos morfológicos utilizados correspondieron al número de hojas, área foliar (multiplicando el ancho y largo de la hoja bandera), número de inflorescencias, frutos y botones de cada planta. Estos datos contribuyeron a clasificar los individuos de la población en función de su etapa de vida.

Para la fertilidad se tomaron los frutos observados por cada planta adulta como una medida de aptitud reproductiva, siendo esta una medida indirecta (Tremblay y Hutchings, 2002). Para este estudio se toma un fruto como una semilla. Para la fecundidad se tomó que una planta con inflorescencias diera fruto, para calcularlo se calculó la división entre el número de frutos registrados en el muestreo sobre el número total de plantas en la misma etapa (Tremblay y Hutchings, 2002).

Tabla 2. Modelo para la organización de los datos de población.

Etapa	Nº Individuos	Nº Flores Totales	Nº Frutos	Recuento de flores	Recuento de frutos	Fertilidad	Fecundidad
Plántula							
Juvenil							
Adulto I							

4.5 Tabla de vida

La herramienta fundamental para hacer un diagnóstico demográfico es la elaboración de una tabla de vida, en donde se representa la distribución de los individuos de una población por clases de tamaño, y a cada clase de tamaño se le asignan datos específicos vitales. Se completa la tabla con datos de la capacidad reproductiva, la natalidad, la sobrevivencia y mortalidad entre otros parámetros por edades o etapas.

Para este estudio se realizó, una la tabla de vida estática. Esta tabla se construye a partir del censo de una muestra que represente todas las etapas del ciclo de vida de la especie con el fin de calcular los parámetros vitales de una población mediante el uso de una cohorte fija. Este tipo de tabla se utiliza cuando no es posible hacer un monitoreo de la población a largo plazo. La tabla de vida estática nos permite conocer de manera rápida la dinámica de una población (Begon *et al.*, 2006, Lemos *et al.*, 2005).

En la tabla de vida se calcularon los parámetros que apoyan el entendimiento sobre la dinámica de una población (Lemos *et al.*, 2005). Estos parámetros son la capacidad reproductiva (fecundidad), la mortalidad, supervivencia y la edad de los individuos. Se calcularon también las tasas de natalidad y mortalidad, esenciales para proveer el tamaño y crecimiento de las poblaciones. La edad de los individuos influye en su capacidad reproductiva y en la probabilidad de supervivencia (Tremblay, 1997; Lemos *et al.*, 2005).

Para la construcción de la tabla de vida se siguió la metodología propuesta por Begon *et al.*, 2006 y Lemos *et al.*, 2005 (Ver Tabla 3). Para ello se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- X = Clase de edad; indica el ciclo vital donde se encuentran los individuos
- N_x = Abundancia; indica la abundancia de cada clase de edad
- S_x = Individuos que sobreviven a la clase X
- D_x = Individuos que mueren en la clase X
- l_x = Probabilidad de supervivencia desde nacimiento
- d_x = Probabilidad de muerte
- q_x = Tasa de mortalidad específica
- p_x = Probabilidad de sobrevivencia desde clase X
- M_x = fecundidad promedio.

Tabla 3. Modelo de tabla de vida estática. En la parte superior de la tabla se pueden observar las fórmulas utilizadas para calcular cada parámetro vital.

Formula			$x+1$	$N_x - N_{x+1}$	N_x / N_0	$l_x - l_{x+1}$	D_x / N_x	$l - q_x$	Numero de plantas con fruto / N_x
Etapa	X	N_x	S_x	D_x	l_x	dx	qx	px	M_x
Plántula	1								
Juvenil	2								
Adulto I	3								

Se construyó la tabla de vida mediante el programa de Excel, con esta herramienta se calcularon los parámetros, con los parámetros se pueden obtener las tasas vitales: la tasa reproductiva neta (R_0), la tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r), el tiempo generacional (T ; cómo varía el crecimiento de la población en el tiempo) y la tasa finita de crecimiento poblacional (λ) (Lemos *et al.*, 2005) (Ver Tabla 4).

- Tasa reproductiva neta (R_0): indica la contribución neta que una generación deja a la siguiente. Se calcula mediante la sumatoria de la multiplicación entre la probabilidad de sobrevivencia y la fecundidad promedio. Cuando $R_0=1$ significa que los individuos se están reemplazando a sí mismos y por tanto la población no crecerá, mientras que, si $R_0>1$ durante la siguiente generación la población crecerá y si $R_0<1$ disminuirá en la siguiente generación (Begon *et al.*, 2006).
- Tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r): indica la tasa intrínseca de crecimiento, es decir la tasa en la que la población aumenta o disminuye de tamaño, se calcula calculando el logaritmo natural de R_0 sobre T . Así, si $r < 0$ la población disminuirá, mientras que si $r > 0$ la población va a crecer. (Begon *et al.*, 2006).
- Tasa finita de crecimiento poblacional (λ): se interpreta la tendencia de la población a disminuir o aumentar, se calcula como Euler con exponencial r . Si su valor es $\lambda < 1$ la población tiende a disminuir, y si $\lambda > 1$ la población aumentará (Begon *et al.*, 2006).

Tabla 4. Modelo de organización del cálculo de tasas vitales.

Parámetro vital	Tasa reproductiva neta	Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	Tiempo generacional	Tasa finita de crecimiento poblacional
Formula	$\sum (l_x * m_x)$	$\ln(R_0)/T$	$\sum x l_x * m_x / R_0$	e^r
Etapa	R_0	r	T	λ

Por último, se hizo un modelo de la dinámica de la población a partir de la tabla de vida y luego utilizando la tasa finita de crecimiento poblacional (λ), se proyectó la dinámica a 12 años, por último se realizó un gráfico que permita ver la tendencia de la población (Begon *et al.*, 2006).

5. Resultados

5.1 Análisis de correlación entre las variables para determinar etapas de vida

Debido a que se encontraron muy pocos individuos con flores, para este análisis se hizo con las variables de número de hojas, inflorescencias, cicatrices de inflorescencia, botones y frutos, además de las medidas de la hoja bandera (largo y ancho) y el largo del raquis de la inflorescencia. Los datos faltantes relacionados a las flores representan información incompleta para este estudio y hace que cualquier tipo de inferencias sobre estas variables puedan ser insuficientes o erróneas que pueden afectar el entendimiento de la estructura y dinámica poblacional, es por lo tanto que estas variables (número de flores, ancho y largo de los sépalos) fueron retiradas para el análisis.

Se encontró que el comportamiento de las todas las variables no obedecía a una distribución normal, por lo tanto, para hacer las correlaciones se utilizó el método de Spearman. El cual se emplea cuando los datos son ordinales, de intervalo, o bien cuando no se satisface la condición de normalidad para variables continuas y los datos se pueden transformar a rangos.

En los resultados de las correlaciones entre las variables, se encontraron que el ancho y el largo de la hoja bandera de cada planta, presentaron una correlación de 0.94 lo que indica que la relación es fuerte y significativa, es decir que si una de estas variables presenta un alto valor la otra variable también lo tiene o viceversa. Por otro lado, las demás variables mostraron una correlación moderada o débil y no se hace énfasis en ellas (Figura 5).

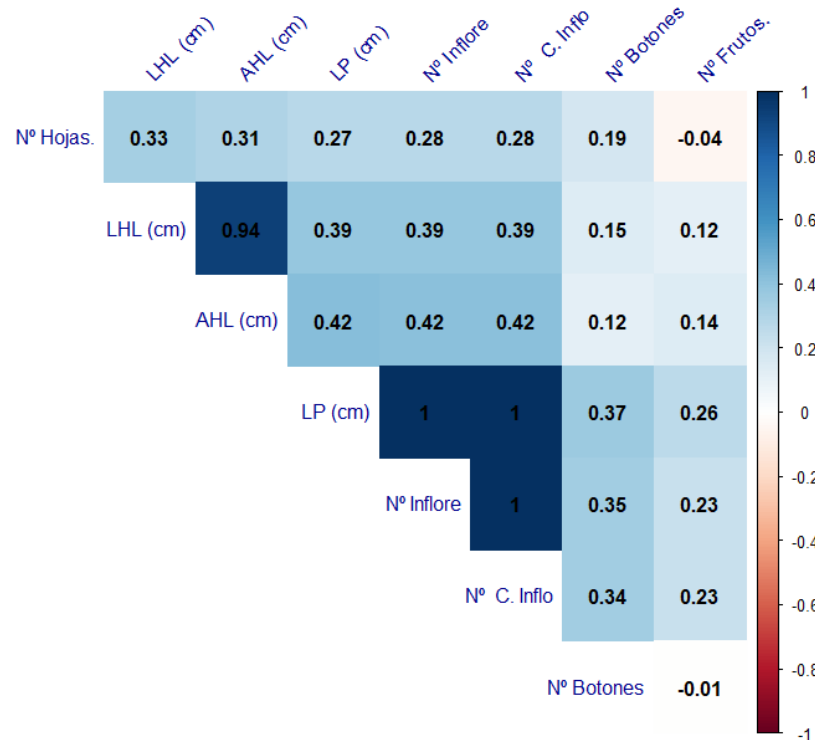


Figura 5. Matriz de correlaciones entre las variables. Abreviaciones: Nº: Numero de (planta, hojas, inflorescencias, cicatrices de inflorescencia, botones o frutos). LHL: largo de la hoja bandera. AHL: ancho de la hoja bandera. LP: largo del raquis de la inflorescencia. C. Inflo: cicatrices de inflorescencias.

5.2 Fuerza de muestreo de estudio poblacional de *Dracula chimaera*

Para este estudio se identificó una población silvestre de 139 individuos de la especie *Dracula chimaera* ubicada en el ACB Bosque de San Antonio/Km18.

Los datos obtenidos durante el muestreo contribuyeron a clasificar las etapas de desarrollo de la especie para la estructura de la población. La clasificación de las etapas se determinó a partir del área foliar de la hoja bandera y el número de hojas por individuo y se propone clasificar la subpoblación de *Dracula chimaera* en 3 etapas de desarrollo: plántula, juvenil y adulto (Figuras 6 y 7).

A continuación, se describen estas etapas, de acuerdo con los datos morfológicos que se tomaron en campo.

- Plántula: Individuos que posean de 2 a 5 hojas, con un área foliar de la hoja bandera menor que 20 cm².

- Juveniles: Individuos que cuentan con un mínimo de 5 hojas, con área foliar de la hoja bandera entre 20 cm^2 y 70 cm^2 .
- Adultos: Individuos que posean 5 o más hojas, con un área foliar de 70 cm^2 , en adelante. A partir de esta área se pueden encontrar estructuras reproductivas como botones, flores, frutos, inflorescencias o cicatrices de inflorescencias

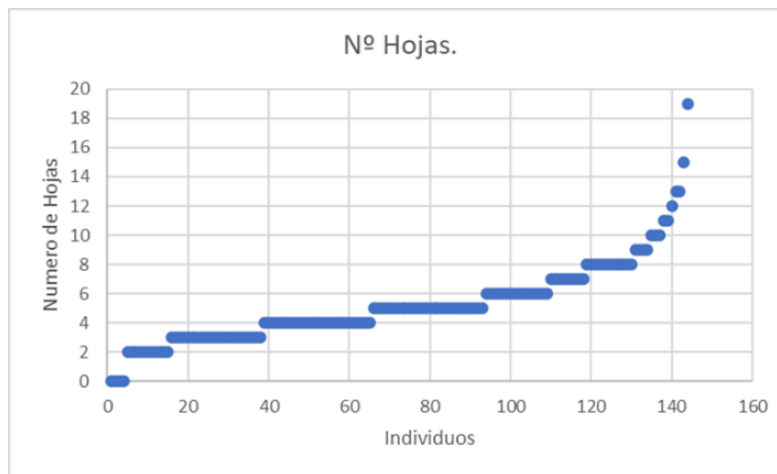


Figura 6. Estructura de la población a partir del número de hojas. Dispersión de datos de acuerdo con el número de hojas, evidencia del cambio de acuerdo con el número de hojas.

A partir de lo anterior, en la población estudiada, 65 individuos (47%) están en la etapa de vida juvenil, esta proporción representa la mayor abundancia de individuos dentro del estudio, seguido de las plántulas con 38 (27 %) y por ultimo los adultos con 36 individuos (26 %) (Figura 8). A partir de esto se organizaron los datos de las clases, inflorescencias y frutos, y se calculó la fertilidad y la fecundidad en la Tabla 5.

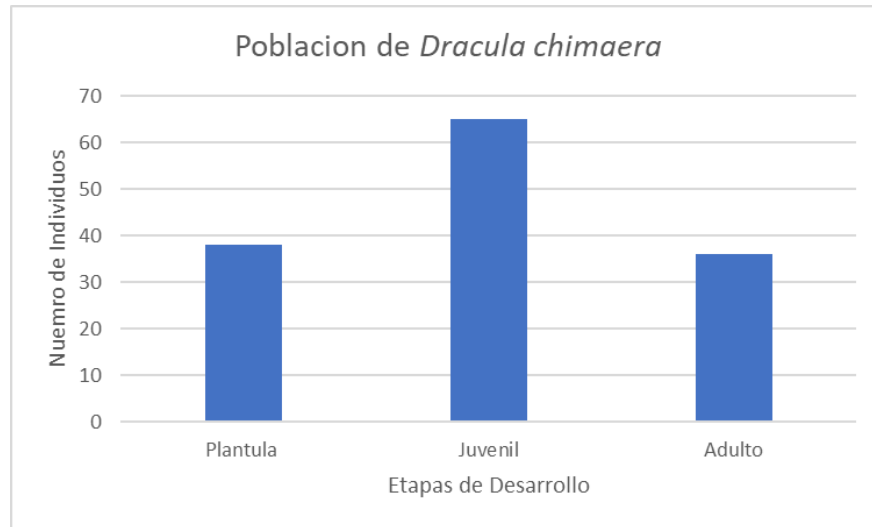


Figura 7. Estructura de la población de *Dracula chimaera* de estudio.

Tabla 5. Organización de la población con datos sobre la fertilidad y fecundidad.

Etapa	Nº Individuos	Nº individuos con inflorescencias	Recuento de inflorescencias	Nº individuos conFrutos	Recuento de frutos	Fertilidad	Fecundidad
Plántula	38	0	0	0	0		
Juvenil	65	0	0	0	0		
Adulto	36	15	21	1	1	1	0,94736842

5.3 Tabla de vida de *Dracula chimaera*

Ya obtenida la estructura de la población se calculó los parámetros y se completó la tabla de vida (Tabla 6). Se graficó cómo se comportan los parámetros vitales de probabilidad de supervivencia, tasa de mortalidad y la fecundidad en cada etapa de desarrollo (Figura 8), ya que estas influyen en la dinámica poblacional de acuerdo con las tasas vitales. La probabilidad de supervivencia (l_x) desde el nacimiento aumenta cuando va pasando desde plántula a la etapa de juvenil. Sin embargo, esto disminuye mientras pasa a la etapa de adulto. Por otro lado, la tasa de mortalidad disminuye levemente cuando pasa de la etapa de plántula a juvenil, mientras que aumenta cuando pasa de juvenil a adulto y la fecundidad solo aumenta en la etapa de adulto.

Tabla 6. Tabla de vida estática de *Dracula chimaera*.

Clase de edad	Abundancia								Fecundidad
X	Nx	Sx	Dx	lx	dx	qx	px	Mx	
Plántula	38	38	-27	1	-0,711	-0,711	1,711	0	
Juvenil	65	65	29	1,711	0,763	0,446	0,554	0	
Adulto	36	36	36	0,947	0,947	1	0	0,947	

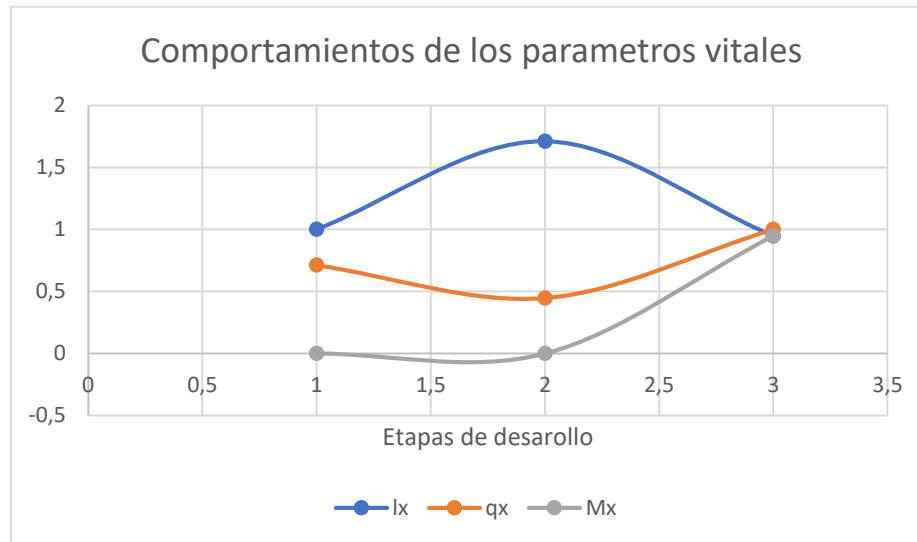


Figura 8. Comportamiento de parámetros vitales en diferentes etapas de desarrollo. lx: supervivencia, qx: mortalidad, Mx: fecundidad.

De acuerdo con los resultados de los parámetros vitales obtenidos en la tabla de vida, se calcularon las tasas vitales: el resultado de la tasa reproductiva neta fue de $R_0 = 0,897$, lo que indica que la población va a disminuir en la siguiente generación ya que $R_0 < 1$. Con la tasa intrínseca de crecimiento poblacional también se muestra que la población decrece, ya que su resultado fue de $r = -0,003$. Luego de hallar r , se calculó la tasa finita de crecimiento poblacional (λ), cuyo resultado fue $\lambda = 0,99$, lo que indica una tendencia a que la población disminuya con el tiempo (Tabla 7). Utilizando la tasa finita de crecimiento poblacional (λ) permitió simular la dinámica poblacional en una proyección de 12 años, bajo el supuesto que la población se encuentra en crecimiento ilimitado.

Tabla 7. Resultados de las tasas vitales. Se observa que la población disminuye.

Parámetro vital	Tasa reproductiva neta	Tasa intrínseca de crecimiento poblacional	Tiempo generacional	Tasa finita de crecimiento poblacional
Formula	$\sum (lx * mx)$	$\ln(Ro)/T$	$\sum Xlx * mx/Ro$	e^r
Etapa	Ro	r	T	λ
	0,898	-0,003	36	0,997

5.4 Modelación y proyección de la dinámica poblacional

En la modelación de la dinámica poblacional (Figuras 9 y 10), y de acuerdo con el resultado de la tasa finita de crecimiento poblacional (λ), se puede observar que la población está en proceso de decrecimiento, esta tendencia se evidencia en todas las etapas de desarrollo, sin embargo, este decrecimiento no parece provocar una extinción local de la especie en el corto ni mediando plazo.

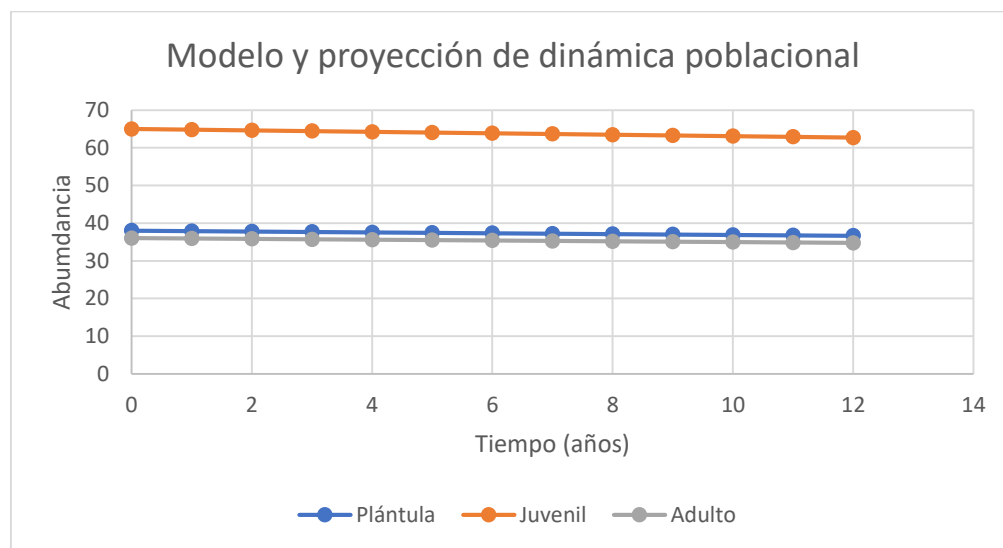


Figura 9. Modelo de la dinámica poblacional de *Dracula chimaera* a través de un periodo de 12 años. Después de 12 años bajo este modelo sobreviven 132 individuos. Se evidencia la pérdida de aproximadamente el 4% de la población presente en el ACB del Bosque de San Antonio.

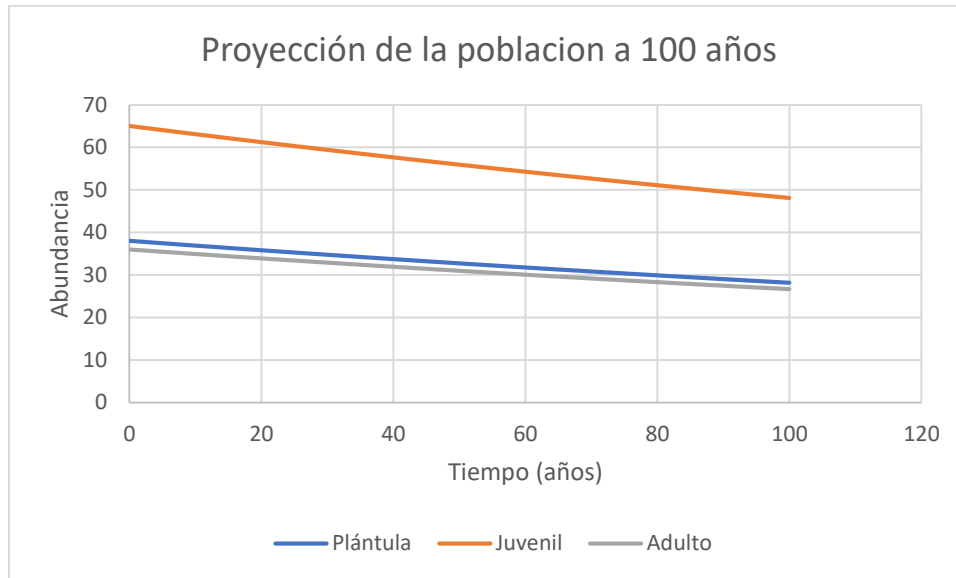


Figura 10. Modelación y proyección de la población de *D. chimaera* a 100 años. Se evidencia la pérdida de más del 20 % de la población presente en el bosque de San Antonio en el tiempo.

6. Discusión

6.1. Dificultades encontradas durante el trabajo de campo

Respecto al muestreo que se realizó, lo primero que se tiene en cuenta y que afecta al estudio, fue la falta de datos recolectados de las estructuras reproductivas de las plantas, ya que se encontraron muy pocos individuos que poseían estos caracteres morfológicos. Esto hizo que no se tuviese en cuenta por ejemplo como puede afectar las medidas de las flores a la clasificación de la etapa adulta. Esto se debe a la época del año en que se realizó el muestreo (junio-julio), fuera de los meses en que se ha observado florecer a esta especie (marzo, abril, septiembre, octubre y noviembre) (Calderón-Sáenz, 2006).

También se tiene en cuenta que no se tomaron datos de algunos individuos presentes en la zona de estudio, ya que se encontraban fuera de alcance o en zonas de difícil acceso (como taludes) y no fue posible muestrearlos con las herramientas y la metodología planteada para este estudio (Figura 11), se sugiere adecuar la metodología según los lineamientos planteados al final de este trabajo. Aproximadamente se observaron 10 individuos fuera de alcance.



Figura 11. Individuos de *Dracula chimaera* vistos fuera de alcance, que se omitieron en la toma de datos durante el muestreo de la población. A, B, C y D. Se puede observar plantas de la especie estudio hospedadas a una altura superior a 2,5 m. (círculos rojos).

6.2. Determinación de las etapas de desarrollo de *D. chimaera*.

De acuerdo con los resultados de las correlaciones entre variables (Figura 5), se estableció que la relación entre las variables de longitud y ancho de hoja bandera fue la que más alto coeficiente de correlación tienen y que luego se utilizó para calcular el área foliar que sirvió para proponer la estructura poblacional de *D. chimaera*. Esta decisión se considera correcta, ya que las hojas de una planta constituyen una estructura para la productividad de esta y su área foliar o fotosintética actúa como indicador del esfuerzo de la planta para sobrevivir y reproducirse (Ticha, 1985; Agosto-Pedroza y Tremblay, 2003).

La utilización del área foliar de las plantas para la clasificación de clase de etapas se puede encontrar en los estudios realizados por Juárez (2013) y Otero-Ñuscua (2022) para las orquídeas *Cyclopogon lúteo-albus* y *Masdevallia racemosa*, respectivamente, siendo esta última también perteneciente a la subtribu Pleurothallidinae. Para el primer estudio se clasificó para la población en 6 etapas de vida (plántula, chicos, medianos, adultos, entre otros), mientras que para el segundo se clasificó la población en 4 etapas (plántulas, juveniles, adultos 1 y adultos 2). La aplicación de este método para estructurar las etapas de desarrollo permite hacer estudios demográficos sin tener flores, facilita el monitoreo de poblaciones y puede crear una línea base para estudios demográficos en el género. Además, sirve como una herramienta para proponer el estado de conservación de la subpoblación de *D. chimaera* dentro del ACB del Bosque de San Antonio.

6.3. Tendencia de la población a disminuir

Acorde con Tremblay y Hutchings (2002), una población que presenta altas tasas de mortalidad se puede mantener siempre y cuando el reclutamiento de plántulas sea favorable. En este estudio, con los resultados de la estructura de la población, tabla de vida, modelación y proyección de la dinámica poblacional se concluye que la población está decreciendo. Se puede observar que existe un reclutamiento estable, es decir que las plántulas se pueden establecer de manera efectiva y pasar a la siguiente etapa. En este cambio de etapa tienen más probabilidades de sobrevivir y una tasa muy baja de mortalidad. Sin embargo, cuando pasan de juveniles a adultos se presenta una mayor probabilidad de mortalidad y baja la tasa de supervivencia (Figura 8), que pone en duda la viabilidad de la población de *D. chimaera* dentro del bosque de San Antonio.

La alta abundancia de los juveniles, indica que la supervivencia en esta fase de cambio tiene un éxito moderado. Sin embargo, se evidencia el bajo número de adultos, que se puede deber a las consideraciones anteriormente mencionadas, haciendo que la población sea más vulnerable a las amenazas que le afectan y también que preocupa por la importancia de los adultos en la vida de las orquídeas, ya que de esta etapa depende la generación de semillas y por ende el crecimiento de la población (Winkler y Hietz, 2001).

6.4. Posibles amenazas a las que la población es sometida

El decrecimiento que presenta la población puede deberse a las diferentes amenazas tanto de origen natural, que incluye las dinámicas dentro del bosque, como la cantidad y variación de lluvias, la variación de luz solar, la presión por herbívora o patógenos y el tamaño y tasa de formación de claros, así como los efectos del cambio climático, ya que la reducción de la humedad en el bosque hace que las inflorescencias de *Dracula*, se caigan influyendo negativamente en su reproducción y supervivencia. (Edzinga *et al.*, 1998).

Además, ya que la *Dracula chimaera* presenta un hábito epifito, la perturbación o remoción de este, tiene consecuencias en todas las etapas del ciclo de vida, ya que la longevidad de las orquídeas con este tipo de hábitat, están sujetas a la estabilidad y durabilidad del sustrato (Zotz, 1998). Durante el muestreo se encontraron muchos individuos de todas las etapas sobre ramas quebradas o caídas, sobre corteza poco favorable

para sujetarse, ya que los individuos pueden ser arrasados por el viento o cambios bruscos y acabar con las plantas, condiciones poco favorables para su viabilidad y por consiguiente con muchas probabilidades de mortalidad si no adhieren a un buen sustrato.

En cuanto a las amenazas antrópicas, destaca la colecta indiscriminada a la que es sometida la población, esta especie por sus rasgos morfológicos la hace muy llamativa, hace que también sea una de las más comercializadas. Durante el muestreo de la población se pudo conversar con un habitante del sector (que quiso mantenerse en el anonimato), el cual mencionó que *D. chimaera*, conocida por él cómo “campanilla”, era buscada y se recolectaba para distintos usos, tanto por los habitantes del sector, como por personas del exterior de la comunidad. Otra amenaza a la cual la población puede estar siendo influenciada es la transformación y fragmentación del hábitad, para uso agrícolas y para la construcción de viviendas, estas amenazas extrínsecas, que pueden tener diferentes efectos en las etapas del ciclo de vida de la especie (Gales *et al.*, 2018).

6.5. Estado de Conservación de *Dracula chimaera* bajo los criterios IUCN

Dado que *Dracula chimaera* no se encuentra en la base de datos en La Lista Roja de la IUCN, esta especie se encuentra dentro de la categoría No Evaluado al nivel internacional, es decir que aún no se encuentra evaluada por esta organización. Sin embargo, se puede estimar el estado de conservación para esta subpoblación utilizando los criterios propuestos por la IUCN, con los parámetros y tasas vitales obtenidos, y de acuerdo con la tasa finita de crecimiento. De acuerdo con lo anterior se propone utilizar el Criterio C, ya que se proyecta una disminución del tamaño de la población en el futuro (hasta máximo de 100 años), considerando las amenazas antes mencionadas que incluye la pérdida del hábitad y la explotación potencial a que la población se ve afectada. Con el subcriterio C2ai, por el pequeño tamaño de individuos maduros en la subpoblación menor a cincuenta (<50) y que se proyecta una disminución del número de individuos menor a 250.

Por consiguiente, el estado de conservación de esta subpoblación de *D. chimaera*, podría estar en la categoría de En Peligro Crítico (CR) bajo los criterios C2ai, ya que la población en estado silvestre haya perdido más del 20% dentro de 100 años (Figura 10). Sin embargo, se debe tener en cuenta que este estudio solo conto con un censo y la proyección se hizo bajo un supuesto de crecimiento ilimitado. La interpretación de estos datos se debe

hacer con precaución ya que se debe monitorear, hacer más censos dentro del área de distribución natural y replicar el estudio durante varios años e incluyendo varias subpoblaciones para conocer el estado de conservación de la especie, este es un primer acercamiento. Además, se debe extender el monitoreo a otras subpoblaciones de la especie.

6.6. Campañas de conservación en el ACB del Bosque de San Antonio

Durante el muestreo también se observó que la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) tiene una campaña con avisos en el camino, en los cuales se enfocan a incentivar el cuidado del entorno para la conservación de la fauna aviar que se reporta en la zona. Sin embargo, no hay evidencia de una campaña similar para las plantas que se reportan en la zona.

Para la conservación de esta especie y más, es importante incluir a la comunidad, ya que son los más cercanos a influir en la conservación de las poblaciones silvestres, para eso se tiene que generar compromisos locales (Artigas *et al.*, 2014), involucrando a esta comunidad, así como a la entidad ambiental que tiene la jurisdicción del bosque; la CVC. Con el fin de aumentar el sentido de pertenencia por los recursos y servicios que el ecosistema provee, garantizando su conservación y viabilidad a largo plazo.

Este es un primer estudio diagnóstico, a partir de un solo censo de una población silvestre de *D. chimaera*, que propone una estructura de la población, y se desconoce aún mucho sobre la especie. Se recomienda hacer más estudios, para mejorar el entendimiento sobre su biología, dinámica poblacional, sus interacciones ecológicas y las amenazas que le afectan, con el fin de ayudar a actualizar el estado de conservación de esta especie y las acciones que se pueden proponer para su viabilidad a largo plazo en el territorio nacional, se espera que se utilice la información proporcionada en este documento para futuros estudios relacionados con esta especie.

7. Propuesta de lineamientos para el monitoreo y conservación de *Dracula chimaera* en el ACB del Bosque de San Antonio/Km18

Para el monitoreo del estado de conservación de una especie, los atributos e indicadores a utilizar deben dar cuenta de la viabilidad de las poblaciones. Una especie viable saludable tiene poblaciones que conservan su dinámica ecológica y evolutiva natural (López-Gallego, 2015). Esta viabilidad se ve reflejada en el número de poblaciones suficientemente autosostenible para evitar la extinción, es decir, en poblaciones con tasas de crecimiento poblacional que permitan la persistencia de la especie. La viabilidad también está relacionada con muchos aspectos de la ecología de la especie, como su régimen demográfico, el impacto de interacciones con otras especies y las características del hábitat, entre otros.

Para la subpoblación de *D. chimaera* presente en el ACB bosque de San Antonio se sugiere lo siguiente en cinco aspectos:

- **Distribución geográfica de las poblaciones:** Se deben aumentar la exploración en el área del bosque de San Antonio, y la cordillera occidental enfocado en encontrar otras subpoblaciones existentes para un mejor entendimiento y aumento de la distribución de la especie en el área de estudio. Con el uso de sistemas de información geográfica se pueden producir modelos de la distribución del hábitat de especies y sus cambios en el tiempo, o modelos que informen sobre la funcionalidad de los ecosistemas en el área.
- **Cantidad o calidad del hábitat:** Caracterización de los árboles hospederos y su abundancia, realizar acenso al dosel para obtener una mejor visión de los individuos y su estado, medir los porcentajes de humedad y luz solar en cada estrato altitudinal, conservar y proteger el área que pertenece al bosque de San Antonio. Esta aproximación asume que hay una relación entre la cantidad y/o calidad del hábitat y la demografía poblacional, así que es deseable conocer algo de esa relación para justificar el uso de variables del hábitat para el monitoreo del estado de las poblaciones.
- **Demografía:** Evaluar la dinámica poblacional de la población silvestre de *D. chimaera* mediante monitoreo, durante un tiempo mínimo de 5 años, e incluyendo de tres a cinco poblaciones, con el fin de obtener datos que permitan calcular y

simular el estado de conservación de esta población a largo plazo. Estas mediciones deben centrarse en la presencia o ausencia de los individuos ya registrados o que aún no han sido registrados. Además de tener en cuenta los cambios que se producen en la transición entre etapas de vida, como el aumento de hojas, presencia o aumento de inflorescencias, flores y frutos. También se debe hacer un seguimiento mínimo de un año para determinar si existe un patrón de floración a un año.

- Estudios ecológicos y biológicos de las poblaciones: Generar propuestas de investigación orientadas a conocer aspectos biológicos y ecológicos de *D. chimaera*, como sus interacciones con microorganismo, polinizadores, sus estrategias de reproducción, su fenología, la diversidad genética poblacional, la viabilidad y germinación de semillas, aspectos aun desconocidos, que pueden aportar un conocimiento y viabilidad de la población a largo plazo.
- Diseñar e implementar estrategias de educación y concientización ambiental a la comunidad, orientada a la conservación, protección y cuidado de *D. chimaera* y otras orquídeas presentes en el bosque, realizar campañas de conservación *cerca situm* que apoye a la viabilidad de la población y de ser posible un uso sostenible a largo plazo. Se debe fortalecer estas iniciativas comunitarias con la participación de entidades ambientales y académicas.

8. Conclusión

- Se desarrolló un primer estudio demográfico de la especie *Dracula chimaera*.
- Este estudio permitió el desarrollo de una primera propuesta para clasificar la estructura de la especie a partir del área foliar de la hoja bandera de los individuos. Esta clasificación contiene tres etapas de desarrollo: plántula, juvenil y adulto.
- La modelación y proyección de la dinámica poblacional muestra que la población presente en el ACB Bosque de San Antonio/Km18 tiende a disminuir en el tiempo, sin llevar a una extinción local.
- Se propone lineamientos para el monitoreo y conservación de la especie, también se recomienda hacer más estudios, considerando los factores que influyeron en este estudio, para comprender la ecología, la biología, la dinámica poblacional, las

interacciones ecológicas y las amenazas que afectan a la especie, con el fin de ayudar a actualizar el estado de conservación y las acciones que se pueden proponer para su viabilidad.

9. Bibliografía

- Agosto-Pedroza, M. M. A., & Tremblay, R. L. (2003). El área fotosintética como indicador en la producción de flores en *Lepanthes sanguinea*. Lankesteriana
- Amat-Rodrigo, J. (2016). Correlación y Regresión lineales simple, available under a Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Disponible en:
https://www.cienciadedatos.net/documentos/24_correlacion_y_regresion_lineal
- Andrade-C., M. G., J. Betancur, E. Forero, J. D. Lynch, F. G. Stiles & A. Prieto. (2012). Lineamientos técnicos y operativo para el diseño de la Estrategia Nacional de 4l Inventario de la Biodiversidad, Enibio. Págs. 11-40. En: Suárez-Mayorga, A. & J. C. Bello (compiladores), Marco teórico y operativo para la construcción de la Estrategia del Inventario Nacional de la Biodiversidad, esquema conceptual y operativo para el desarrollo de la Enibio. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt & ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá.
- Artigas, E., Ramos, E. & Vargas, H. (2014). La participación comunitaria en la conservación del medioambiente: clave para el desarrollo local sostenible. Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible, n. 21. Disponible en:
<http://www.eumed.net/rev/delos/21/conservacion.html>
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. (2006). Ecology: from individuals to ecosystems. (4a ed.). Blackwell Publishing Ltd. Oxford. 759 pp.
- BirdLife International (2022) Important Bird Areas factsheet: Bosque de San Antonio/Km 18. Disponible en: <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/bosque-de-san-antonio-km-18-iba-colombia/text>

- Bosco, J. Zambrano, J. & Gómez, R. (2011). A new natural hybrid of *Dracula* (Orchidaceae: Pleurothallidinae) from southwestern Ecuador. *Revista Mexicana De Biodiversidad*. 82. 758-761.
- Caicedo Muñoz, A. L. (2019). Relación entre el éxito reproductivo y la concentración del néctar floral en *Rodriguezia granadensis* (Orchidaceae). Universidad del Valle (Trabajo de grado - Pregrado). Disponible en:
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/15575>
- Calderón, E. & J. C. Farfán. (2003). Especies de los géneros *Dracula* y *Masdevallia* (Orchidaceae) en Colombia. *Biota Colombiana* 4:187-201.
- Calderón-Sáenz E. (ed.). (2006). Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 3: Orquídeas, Primera Parte. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. P. 717.
- Castellanos, C. (2021). 190 plantas endémicas de alta montaña se encuentran en alguna categoría de amenaza. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://humboldt.org.co/es/noticias/parlotiando-humboldt/item/1539-190-plantasendemicas-de-alta-montana-se-encuentran-en-alguna-categoria-de-amenaza>
- Chase, M. W., Cameron, K. M., Barrett, R., & Freudenstein, J. V. (2003). DNA data and Orchidaceae systematics: A new phylogenetic classification. In K. W. Dixon, S. P. Kell, R. L. Barrett, & P. J. Cribb (Eds.), *Orchid Conservation* (pp. 69-89). Natural History Publications.
- CITES. (2022). Apéndices I, II y III de la CITES. Disponible en:
<https://cites.org/esp/app/index.php>
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. (2021) Visor Geográfico Avanzado GeoCVC. Disponible en: https://geo.cvc.gov.co/visor_avanzado/
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. (2019). El Valle de los Sueños - 65 años. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC & Pontificia Universidad Javeriana de Cali. Disponible en:
https://ecopedia.cvc.gov.co/sites/default/files/archivosAdjuntos/el_valle_de_los_sueños_h-ind.pdf

- Dirzo, R. (1990). La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos?. *Ciencias* (004).
- Dressler, R. (1981). *The Orchids: natural history and classification*. Cambridge: Harvard University Press.
- Dressler, R. (1993). *Phylogeny and classification of the orchid family*. Portland: Dioscorides Press
- Elzinga, C. L., D. W. Salzer, J. W. Willoughby & J. P. Gibbs. (2001). *Monitoring plant and animal populations*. Blackwell Science, London. 360 p.
- Flanagan, N. S. & Mosquera-Espinosa, A. T. (2016). An integrated strategy for the conservation and sustainable use of native *Vanilla* species in Colombia. *Lankesteriana*, 16(2), 201-218.
- Flores-Palacios A. & Valencia-Díaz S. (2007). Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes. *Biological Conservation* 136: 372- 387.
- Fundación Natura. (2019). Áreas Protegidas Locales - Área Clave de Biodiversidad Bosque de San Antonio disponible en:
https://www.bivica.org/files/6102_06_COLOMBIA_Experiencias_Buenas_Praticas_San_Antonio.PDF
- Gale, S., Fischer, G., Cribb, P. & Fay, M. (2018). Orchid conservation: bridging the gap between science and practice. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 186(4), 425-434.
- Gentry, A. H. & Dodson, C. H. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden (US)* 74: 205-233.
- Givnish T.J., Spalink, D., Ames, M., Lyon, S., Hunter, S., Zuluaga, A., Iles, W., Clements, M., Arroyo, M., Leebens-Mack, J., Endara, L., Kriebel, R., Neubig, K., Whitten, W., Williams, N., & Cameron, K. (2015). Orchidphylo genomics and multiple drivers of their extraordinary diversification. *Proc. R. Soc. B* 282: 20151553.
<http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.1553>
- Godínez-Alvarez, H., Jiménez, M., Mendoza, M., Pérez, F., Roldán, P., Ríos-Casanova, L. & Lira, R. (2008). Densidad, estructura poblacional, reproducción y supervivencia de cuatro especies de plantas útiles en el Valle de Tehuacán, México. *Revista*

- mexicana de biodiversidad*, 79(2), 393-403. Recuperado de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532008000200013&lng=es&tlng=es.
- Google. (2022). Google Earth. Disponible en: <https://www.google.com/earth/about/>
- Higgins, W. (2004). Orchid adaptations to an epiphytic lifestyle. In *Forest Canopies* (2nd ed., pp. 187–188). Barlington, MA, USA: Elsevier Academic Press.
- Hinsley, A., De Boer, H., Fay, M., Gale, S., Gardiner, L., Gunasekara, R., Kumar, P., Masters, S., Metusala, D., Roberts, D., Veldman, S., Wong, S & Phelps, J. (2018). A review of the trade in orchids and its implications for conservation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 186(4), 435-455.
- Hut, I. (2017). Correlation tests, correlation matrix, and corresponding visualization methods in R. Disponible en: <https://rpubs.com/MajstorMaestro/240657>.
- International Union for Conservation of Nature - IUCN. (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. <https://www.iucnredlist.org>.
- Kattan, G. H. (2003). Bosques andinos y subandinos del departamento del Valle del Cauca. Colección Ecosistemas Estratégicos del Departamento del Valle del Cauca. Cali, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.
- Kattan, G. H., Alvarez-López, H. & Giraldo, M. (1994). Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology*, 8, 138-146.
- Krömer, T., García-Franco, J. G., & Toledo-Aceves, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*, 605-623.
- Juárez, L. (2013). Demografía y genética de poblaciones de la orquídea Terrestre *Cyclopogon luteo-albus* (A. Rich. Y Galeotti) Schltr. En fragmentos de bosque de niebla en el centro de Veracruz (Disertación de doctorado: ecología y manejo de recursos naturales). INECOL, Veracruz, México
- Lemos, J. A., González, R. I. & Zúñiga, J. J. (2005). Técnicas para el estudio de poblaciones de fauna silvestre (No. 591.5248 L4). CONABIO. UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos. México. 105-113 p.

- López-Gallego, C. (2015). Monitoreo de poblaciones de plantas para conservación: recomendaciones para implementar planes de monitoreo para especies de plantas de interés en conservación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 56 p
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P. *et al.* (2012). Manual de Ecología. Poblaciones: demografía, crecimiento e interacciones. Reduca (Biología), 5(1): 32-70
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia. 2015. Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia. Textos: Betancur, J., H. Sarmiento-L., L. Toro-González & J. Valencia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia; Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. Pp.336. Disponible en: https://www.academia.edu/14042395/Plan_para_el_estudio_y_la_conservacion_de_las_orquideas_en_Colombia
- Murillo, L. G. (2017). Resolución 1912 de 2017 por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.
- Moreno, L., Andrade, G. & Ruíz-Contreras, L. (2016). Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 106 p.
- Ñuscua-Otero, A. Y. (2022) Diagnóstico del estado de conservación de una población de *Masdevallia racemosa* Lindl. en el Resguardo Indígena de Puracé, Cauca, Colombia: establecimiento de una línea base para su monitoreo. (Trabajo de grado - Pregrado Biología). Pontificia Universidad Javeriana Cali, Cali, Colombia.
- Orta-Pozo, C. S. (2015). Orquídeas epífitas como especies indicadoras de perturbaciones en el sector oeste de la reserva de la biosfera sierra del rosario. Revista Forestal Baracoa, 34, 1.
- Orejuela-Gartner, J. E. (2010). La conservación de orquídeas en Colombia y un caso en proceso en la cuenca del río Cali , municipio de Santiago de Cali , Valle del Cauca,

- Colombia. *El Hombre y La Máquina*, (35), 53–66. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/pdf/478/47817140007.pdf>
- Ospina-Calderón, N. H., Otero, J. T., & Tremblay, R. L. (2013). Selección de rasgos florales en *Rodriguezia granadensis* (Lindl.) Rchb. f.(Orchidaceae): Estudio de la eficacia biológica en una especie polimórfica. *Lankesteriana International Journal on Orchidology*, 13(1-2), 144-145.
- Ospina-Calderón, N. H. (2020). Demografía y diversidad genética de *Rodriguezia granadensis* (Orchidaceae) en relictos de bosque andino y áreas de uso agroecuario, implicaciones en conservación. [Tesis doctoral, Universidad del Valle].
- Ospina-Calderón, N. H., Torres-Torres, G. & Flanagan, N. (2021). Advances in orchid species conservation management in Colombia. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/360352926_Advances_in_orchid_species_conservation_management_in_Colombia
- Palacio, R. D., Kattan, G. H. & Pimm, S. (2019). Bird extirpations and community dynamics in an Andean cloud forest over 100 years of land-use change. *Conservation Biology*, 34, 677-687.
- Pimm, S. (2009). La biodiversidad y el cambio climático. In: Memorias Congreso Biodiversidad y cambio climático. Bogotá D.C: Contraloría General de la República.
- Piñero, D., Sarukhán, J., & González, E. (1977). Demographic studies in plants. *Astrocaryum mexicanum* Liebm. 1. Population structure . *Botanical Sciences*, (37), 69-118. <https://doi.org/10.17129/botsci.1164>
- Pupulin, F., H. Medina & G. Merino. 2009. Draculas del Ecuador del Ecuador. Centro de Investigación en Orquídeas de los Andes Ángel Andretta, Quito, Ecuador. p. 47.
- Rosa-Manzano, E.; De Luis, J.; Zotz, G.; & Reyes-García, C. (2014). Epiphytic orchids in tropical dry forests of Yucatan, Mexico – Species occurrence, abundance and correlations with host tree characteristics and environmental conditions. *Flora*, 209(2), 100–109. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.12.002>
- Shefferson, R., Jacquemyn, H., Kull, T., & Hutchings, M. (2019). The demography of terrestrial orchids: life history, population dynamics and conservation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 192(2), 315-332.

- Ticha, I. 1985. Ontogeny of leaf morphology and anatomy. In Z. Sestak (ed.), Photosynthesis during leaf development. W. Junk, Dordrecht. pp. 11-15.
- Torres, G. (2018). Demografía de *Cattleya quadricolor* Lindl. En la zona de amortiguación del Jardín Botánico Juan María Céspedes: línea base para el monitoreo poblacional para conservación in situ (Trabajo de grado - Pregrado: Biología). Pontificia Universidad Javeriana Cali, Cali, Colombia.
- Tremblay, R. (1997). *Lepanthes caritensis*, an endangered orchid: no sex, ¿no future? Selbyana, 18(2), 160-166.
- Tremblay, R. L. & Hutchings, M. J. (2002). Population dynamics in orchid conservation: a review of analytical methods based on the rare species *Lepanthes eltoroensis*. Orchid Conservation. Kota Kinabalu, Malasia, 183-204.
- Winkler, M., & Hietz, P. (2001). Population structure of three epiphytic orchids (*Lycaste aromatica*, *Jacquinilla leucomelana*, and *J. teretifolia*) in a Mexican humid montane forest. Selbyana, 27-33.
- Zotz, G. (1998). Demography of the epiphytic orchid, *Dimerandra emarginata*. Journal of Tropical Ecology, 14(6), 725-741.
- Zotz, G. & Schmidt, G. (2006). Population declines in the epiphytic orchid *Aspasia principissa*. Biological Conservation, 129(1), 82-90.