

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

Andres Camilo Romero Gomez^{1*}, Nhora Helena Ospina-Calderón¹ & Nicola Sian Flanagan¹

¹Programa de Biología, Departamento de Ciencias Naturales y Matemáticas, Pontificia Universidad Javeriana Cali, Calle 18 No. 118-5250 Cali, Colombia.

*camiloromero@javerianacali.edu.co

Resumen: Las orquídeas integran la familia Orchidaceae. El mayor número de especies se encuentra en países neotropicales. Sin embargo, las poblaciones de orquídeas se ven amenazadas por diferentes factores. La demografía permite establecer cómo se encuentran las poblaciones. En Colombia, se han estudiado algunas orquídeas utilizando enfoques demográficos que han permitido conocer la dinámica de las poblaciones. *Dracula chimaera* es una orquídea endémica. Sin embargo, se desconocen muchos aspectos sobre su biología y ecología. Este estudio tuvo como objetivo desarrollar un diagnóstico de una población de *Dracula chimaera* en el Área Clave de Biodiversidad del Bosque de San Antonio, Valle del Cauca. De acuerdo con los datos morfológicos (cantidad de hojas, dimensiones de la hoja bandera, número de inflorescencias, botones, flores y frutos) se propone una estructura de etapas de desarrollo y hacer la tabla de vida estática. De acuerdo con los resultados, 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, adulto). 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. Se encontró que la población se encuentra en proceso de decrecimiento con una tasa finita de crecimiento, λ menor a uno. 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.

Introducción

Las orquídeas integran la familia Orchidaceae, caracterizada en parte por tener gran diversidad morfológica y ecológica (Dressler, 1981). Se estima que existen entre 25.000 y 30.000 especies en cerca de 700 géneros distribuidos en casi todos los ecosistemas, la mayor diversidad de especies de orquídeas se encuentra en las regiones tropicales (Dressler, 1993; Chase *et al.*, 2003;

Givnish *et al.* 2015). En Colombia se reportan alrededor de 4.270 especies de orquídeas agrupadas entre 270 y 280 géneros (MADS & UNAL, 2015). Alrededor del 37% (1580) de las especies de orquídeas presentes en el país son endémicas. Están presentes en todas las bioregiones naturales de Colombia (Pimm, 2009; Orejuela-Gartner, 2010).

La principal amenaza que presentan las orquídeas es la transformación del hábitat y los efectos del cambio climático (MADS & UNAL, 2015; Gale *et al.*, 2018). Estas alteraciones influyen en las amenazas que se asocian a la biología de la especie, como la variación genética y la interacción ecológica con otros organismos (Flanagan & Mosquera-Espinosa, 2016). La recolección indiscriminada e ilegal es otra de las amenazas (Flores-Palacios & Valencia-Díaz 2007; Hinsley *et al.*, 2018). En Colombia, solo 441 especies de orquídeas han sido evaluadas para su estado de conservación. Esto representa 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).

Los estudios ecológicos a nivel demográfico 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), estos estudios proporcionan información para evaluar la estructura poblacional permitiendo inferir la viabilidad de una población y diseñar planes de conservación que reduzcan la probabilidad de extinción (Elzinga *et al.*, 2001). Los estudios demográficos de orquídeas en Colombia son escasos y están enfocados en especies endémicas. Algunos estudios se han realizado en *Rodriguezia granadensis* (Ospina-Calderón *et al.*, 2013; Caicedo, 2019), *Cattleya quadricolor* (Torres, 2018), *Masdevallia racemosa* (Ñuscua-Otero, 2022) han permitido conocer la estructura y dinámica poblacional, aportando un conocimiento acerca de la biología de estas especies.

El género *Dracula* es exclusivo del neotrópico, se reconocen 120 especies (Bosco *et al.*, 2011), con distribución desde el sur de México hasta Perú (Calderón & Farfán, 2003; Pupulin *et al.*, 2009). En Colombia, el género *Dracula* está representado por 72 especies (Bosco *et al.*, 2011). *Dracula chimaera* es una especie endémica de Colombia reportada en los bosques de las cordilleras central y occidental de los Andes, entre 1300 y 2200 metros de altitud (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).

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.

Este proyecto tuvo como objetivo de aportar al conocimiento 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.

Métodos

Área de estudio: El estudio se desarrolló en el Área Clave de Biodiversidad Bosque de San Antonio, Valle del Cauca. El área abarca 8795 hectáreas y pertenece a los municipios de Cali, Dagua, La Cumbre y Yumbo (CVC, 2019; Fundación Natura, 2019). Corresponde a un ecosistema de bosque medio húmedo en montaña (BOMHUMH) con bosques nublosos ubicados a más de 1700 m.s.n.m. Una temperatura media anual de 17 °C, una precipitación media anual de 1897 ml, la estacionalidad es bimodal con dos picos de precipitación (Kattan *et al.*, 1994; Palacio *et al.*, 2019). Es una de las 36 áreas principales de biodiversidad del hotspot de los Andes Tropicales. El objetivo de conservación de esta área es el de promover la conectividad ecológica, el mantenimiento de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (CVC, 2019; Birdlife International, 2022). Su principal amenaza es la fragmentación del bosque, la pérdida del hábitat y la extracción ilícita del bosque (Kattan *et al.* 1994, Birdlife International, 2022).

Muestreo poblacional: Se realizó un solo censo entre junio y julio de 2022. A una altura promedio de 2100 msnm. Los individuos fueron ubicados por medio de recorridos libres y etiquetados luego se procedió a coleccionar sus datos morfológicos. Se censo un total de 139 individuos. Se registró el número de hojas, inflorescencias, botones, flores, frutos. Para cada individuo se midió la hoja más grande/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, (Ver Figura 1).



Figura 1. 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).

Análisis de datos: Los datos morfológicos fueron analizados utilizando el programa RStudio versión 2022.07.2+576 (RStudio Team, 2022). Se hizo una prueba de normalidad, utilizando la prueba Shapiro Wilk Test (Hut, 2017) para escoger el método. Luego de evaluar las correlaciones entre las variables para conocer la relación entre los datos. 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 así determinar las variables para clasificar a la población por etapa de desarrollo.

Estructura de la población: A partir de los datos tomados de las plantas en campo, se clasifico las etapas de desarrollo para la especie, su fertilidad y fecundidad. La clasificación de las etapas se determinó a partir del área foliar (multiplicando el ancho y largo de la hoja bandera) de la hoja bandera y el número de hojas por individuo. Para la fertilidad se tomaron los frutos observados por cada planta adulta como una medida de aptitud reproductiva, siendo esta una medida indirecta. Para este estudio se toma un fruto como una semilla. Para la fecundidad se obtuvo calculando la probabilidad de que una planta registrada con flor diera fruto, es decir, el número de frutos presentes en el total de plantas por etapa sobre el número total de plantas de la misma etapa (Tremblay y Hutchings, 2002).

Tabla de vida: La herramienta fundamental para hacer un diagnóstico demográfico es la elaboración de una tabla de vida. Al establecer las etapas de desarrollo se utilizó una tabla de vida estática que nos permite conocer de manera rápida la dinámica de una población mediante un único censo (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 la población. Con estos parámetros se calcularon 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).

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, se realizó un gráfico que permita ver la tendencia de la población teniendo en cuenta que se trata de un único censo y una cohorte fija.

Resultados

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. 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, con ello se calculo el área foliar de cada hoja bandera (multiplicando el ancho y el largo).

Se propone clasificar la subpoblación de *Dracula chimaera* en 3 etapas de desarrollo: plántula, juvenil y adulto. 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 cm² y 70 cm². Adultos: Individuos que posean 5 o más hojas, con un área foliar de 70 cm², en adelante. A partir de esta área se pueden encontrar estructuras reproductivas como botones, flores, frutos, inflorescencias o cicatrices de inflorescencias.

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) (Ver Figura 2). A partir de esto se organizaron los datos de las clases, inflorescencias y frutos, y se calculó la fertilidad y la fecundidad.

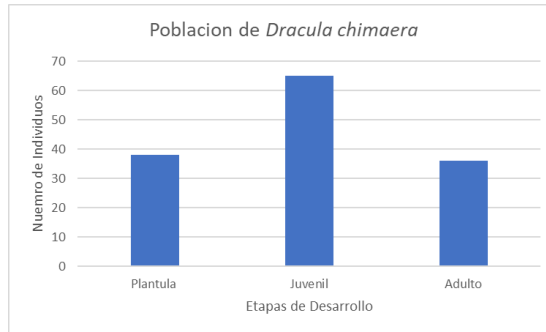


Figura 2. Estructura de la población de *Dracula chimaera* de estudio.

Ya obtenida la estructura de la población se calculó los parámetros y se completó la tabla de vida (Ver Tabla 1). 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 1. Tabla de vida estática de *Dracula chimaera*.

Clase de edad	Abundancia								Fecundidad
X	N_x	S_x	D_x	l_x	dx	q_x	p_x	M_x	
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	

Con 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 disminuye con el tiempo. 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 (Ver Figura 3).

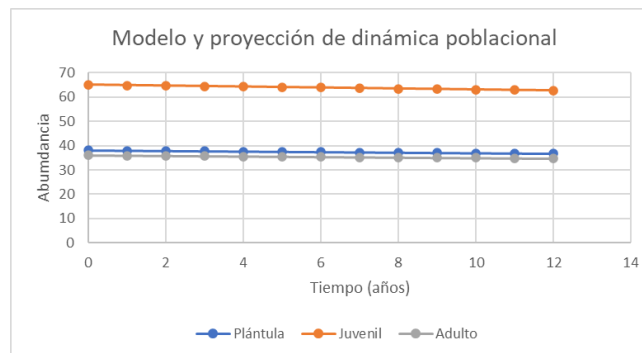


Figura 3. Modelo de la dinámica poblacional de *Dracula chimaera* a través de un periodo de 12 años. De acuerdo con el resultado de la tasa finita de crecimiento poblacional (λ), se puede observar que la población está en proceso de decrecimiento, esta tendencia se evidencia en todas las etapas de desarrollo, sin embargo, este decrecimiento no parece provocar una extinción local de la especie.

Discusión

Respecto al muestreo que se realizó, se tiene en cuenta la falta de datos recolectados de las estructuras reproductivas de las plantas. A partir de lo anterior se utilizó 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 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. La aplicación de este método para estructurar las etapas de desarrollo permite hacer estudios demográficos sin tener flores.

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, se concluye que la población está decreciendo. Se observa que cuando pasan de juveniles a adultos se presenta una mayor probabilidad de mortalidad haciendo que la población sea más vulnerable a las amenazas que le afectan y ya que de esta etapa depende la generación de semillas y por ende el crecimiento de la población (Winkler y Hietz, 2001).

El decrecimiento que presenta la población puede deberse a las diferentes amenazas tanto de origen natural, que incluye las dinámicas dentro del bosque, así como los efectos del cambio climático. (Edzina *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 están sujetas a la estabilidad y durabilidad del sustrato (Zotz, 1998). En cuanto a las amenazas antrópicas, destaca la colecta indiscriminada a la que es sometida la población, hace que también sea una de las más comercializadas. Otra amenaza a la cual la población puede estar siendo influenciada es la transformación y fragmentación del hábitat, para uso agrícolas y para la construcción de viviendas (Gales *et al.*, 2018).

Dracula chimaera no se encuentra en la base de datos en La Lista Roja de la IUCN. Sin embargo, se puede estimar el estado de conservación para esta subpoblación utilizando los criterios propuestos por la IUCN. 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. 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.

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.

Referencias

- Agosto-Pedroza, M. M. A., & Tremblay, R. L. (2003). El área fotosintética como indicador en la producción de flores en *Lepanthes sanguinea*. Lankesteriana
- 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.
- 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.
- 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. https://ecopedia.cvc.gov.co/sites/default/files/archivosAdjuntos/el_valle_de_los_suenos_h-ind.pdf
- 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.

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.

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., Alvarez-López, H. & Giraldo, M. (1994). Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology*, 8, 138-146.

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.

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.

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.

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.

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., 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 Andreetta, Quito, Ecuador. p. 47.
- 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. 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*, *Jacquiniella 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.