



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS






<https://doi.org/10.14483/2256201X.22574>

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

ISSN 0120-0739 • e-ISSN 2256-201X

Diversidad de orquídeas en diferentes tipos de vegetación en el DMI Cuchilla de Peñas Blancas, Cundinamarca, Colombia


Orchid Diversity by Type of Vegetation in the Integrated Management District of Cuchilla de Peñas Blancas, Cundinamarca, Colombia


Juan Camilo Ordóñez-Blanco ^a, Margarita López ^b, Andrés Nicolás López ^c,
Gustavo Morales Liscano ^d, Edicson Parra Sánchez ^e

^a Jardín Botánico de Cali. Cali, Colombia.

^b Ecóloga independiente.

^c Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 

^d Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá, Colombia. 

^e Universidad de Cambridge. Cambridge, Reino Unido. 

 Autor para correspondencia

Recibido: 14 de agosto de 2024

Aceptado: 3 de abril de 2025

Citación: Ordóñez-Blanco, J. C., López, M., López, A. N., Morales Liscano, G., & Parra Sánchez, E. (2025). Diversidad de orquídeas en diferentes tipos de vegetación en el DMI Cuchilla de Peñas Blancas, Cundinamarca, Colombia. *Colombia Forestal*, 28(2), e22574. <https://doi.org/10.14483/2256201X.22574>

Highlights

- Se reporta un total de 60 especies de orquídeas para un bosque de niebla en Colombia.
- Se infiere la preferencia de algunas especies de orquídeas por árboles hospederos.
- Se destaca la relevancia de nueve especies endémicas y su importancia para la conservación.
- Se reporta una nueva especie de orquídea.

Resumen

Los bosques de niebla son megadiversos. Este estudio analiza la diversidad de orquídeas en distintos tipos de vegetación del Distrito de Manejo Integrado Cuchilla de Peñas Blancas a través de cinco transectos longitudinales. Se censaron las orquídeas epífitas según su estratificación vertical y se evaluó la similitud entre tipos de vegetación. Se registraron 60 especies de orquídeas, incluyendo nueve endémicas (*Acianthera adeodata*,

Cyrtorchilum baldeviamae, *C. ioplocon*, *Dracula psittacina*, *Epidendrum fusagasugaense*, *E. cleistocoleum*, *E. mamapachae*, *Oncidium luteopurpureum* y *Platystele schneideri*) y una nueva especie endémica de Colombia. El fuste fue el área de los forófitos con mayor abundancia. Se identificaron especies en riesgo: una casi amenazada (*O. luteopurpureum*), una en peligro (*Masdevallia caudata*) y dos vulnerables (*C. ioplocon* y *D. psittacina*). La diversidad de especies en estos ecosistemas amenazados y perturbados proporcionará una base para entender la dinámica de las comunidades y desarrollar estrategias de manejo y conservación.

Palabras clave: bosque de niebla, conservación, epífitas, forófito, Orchidaceae, reservas

Abstract

Cloud forests are megadiverse. This study analyzes the diversity of orchids in different types of plant cover in the Integrated Management District of Cuchilla de Peñas Blancas by means of five longitudinal transects. Epiphyte orchids were inventoried according to their vertical stratification, and the similarity between vegetation types was assessed. 60 orchid species were recorded, including nine endemic ones (*Acianthera adeodata*, *Cyrtorchilum baldeviamae*, *C. ioplocon*, *Dracula psittacina*, *Epidendrum fusagasugaense*, *E. cleistocoleum*, *E. mamapachae*, *Oncidium luteopurpureum*, and *Platystele schneideri*) and a new endemic species for Colombia. The trunk was the area of the phorophytes with the greatest abundance. Some species at risk were identified: one near threatened one (*O. luteopurpureum*), one endangered (*Masdevallia caudata*), and two vulnerable (*C. ioplocon* and *D. psittacina*). The diversity of species in these threatened and disturbed ecosystems will provide a basis for understanding community dynamics and develop management and conservation strategies.

Keywords: cloud forest, conservation, epiphytes, Orchidaceae, phorophyte, reserves

INTRODUCCIÓN

La mayor diversidad de orquídeas se encuentra en el trópico; Colombia, por ejemplo, reporta más de 4300 especies y un 73 % de endemismos en los bosques de niebla. Estos bosques, caracterizados por su constante nubosidad, cubren aproximadamente 152 281 km² de las tres cordilleras del país, donde la región Andina alberga la mayor área protegida. Sin embargo, los bosques de niebla son vulnerables al cambio climático y enfrentan amenazas como la expansión agropecuaria, la densidad poblacional, la deforestación, los cultivos ilícitos y la extracción maderera, los cuales contribuyen a su degradación (Ojeda, 2001; Mulligan & Burke, 2005; Orejuela-Gartner, 2010; Bruijnzeel *et al.*, 2010; Armenteras *et al.*, 2007; Mites *et al.*, 2022).

La pérdida de hábitat y el cambio climático están llevando a muchas especies a la extinción, incluidas las orquídeas (Antonelli, 2020). En este contexto, es crucial conocer la biodiversidad a escala espacial y taxonómica para tomar decisiones de conservación eficientes en costos, especialmente a nivel local (Le Provost *et al.*, 2023).

Algunas contribuciones a la conservación de orquídeas en Cundinamarca y la región del Tequendama han dado a conocer la diversidad, el potencial, la genética y la propagación de sus poblaciones (Baptiste *et al.*, 2019). Sin embargo, se necesitan más estudios en zonas de reserva que garanticen una línea base para su conservación (CAR & Fundación Bachaqueros, 2003; Arévalo & Betancur, 2004; Lozano-Zambrano, 2009; Wiese, 2015).

En vista de que el Distrito de Manejo Integrado (DMI) Cuchilla de Peñas Blancas y del Subia, ubicado en la cordillera Oriental, carece de un inventario de orquídeas (Cuellar, 2009; Lozano-Zambrano, 2009), este estudio busca describir la diversidad de esta familia en distintos tipos de vegetación, en aras de apoyar planes de conservación y mejorar las políticas de la Corporación Autónoma Regional (CAR) de la zona (Betancur *et al.*, 2015). Las áreas prioritarias para la conservación son los parches de vegetación secundaria alta, los bordes de bosque y las turberas, las cuales concentran la mayor riqueza de orquídeas (IDEAM, 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se realizó en el DMI de Peñas Blancas, Cundinamarca, abarcando 0.2 ha entre 1650 y 2800 m s. n. m., con bosques de niebla y altas pendientes (Figura 1). La zona se clasifica como bosque muy húmedo montano, con una temperatura anual de 12.4 a 13.4 °C y precipitaciones de 381.2 a 1395 mm, siendo abril y octubre-noviembre los meses más lluviosos.

La cobertura vegetal del área de estudio está compuesta por bosques secundarios con 30 años de regeneración natural, divididos en tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. Las especies arbóreas más comunes son *Croton mutisianus* Kunth, *Chrysochlamys colombiana* (Cuatrec.) Cuatrec., *Clusia multiflora* Kunth y *Miconia brachygyna* Gleason. Los tipos de vegetación incluyen bosque denso alto (Bda), bosque de galería (Bg), borde de bosque (Bb), pastos arbolados (Pa), turberas de *Sphagnum* (Tb), vegetación secundaria alta (Vsa) y vegetación secundaria baja (Vsb) (INSAT, 2006; Cleef, 2008).

Trabajo de campo

Se realizaron siete salidas de campo entre noviembre de 2017 y marzo de 2018, y tres entre marzo y octubre de 2018, completando aproximadamente 80 horas de muestreo para registrar orquídeas en floración. Los muestreos cuantitativos se realizaron en cinco transectos de 2 m de ancho ubicados al azar, considerando la sobreposición entre tipos de vegetación y la accesibilidad determinada por las altas pendientes. Las longitudes de los transectos fueron diferentes debido a la discontinuidad de las coberturas vegetales y a la accesibilidad de las mismas: 608 m (18 h de muestreo), 96 m (3 h de muestreo), 700 m (21 h de muestreo), 445 m (13 h de muestreo) y 805 m (24 h de muestreo), abarcando un total de 2654 m (5300 m²) (Catling & Lefkovich, 1989; San Martín *et al.*, 2008; Estepa-Ruiz & Campos, 2022).

Para el estudio de especies epífitas, se usaron forófitos con un diámetro a la altura del pecho ≥ 10 cm como unidades de muestreo. Se registraron orquídeas epífitas *sensu* Johanson (1974) con binoculares, así como litófitas y terrestres cuando fueron observadas. Las plantas fueron fotografiadas y georreferenciadas con GPS, y se documentó el hábito, la especie del forófito, la especie de orquídea y el número de individuos. Algunos ejemplares fértiles fueron recolectados y depositados en el Herbario JBB de Bogotá. También se recolectaron individuos vivos de algunas especies para los cuales no hubo certeza de identificación especialmente *Stelis*, en aras de hacerles seguimiento en las colecciones vivas del JBB.

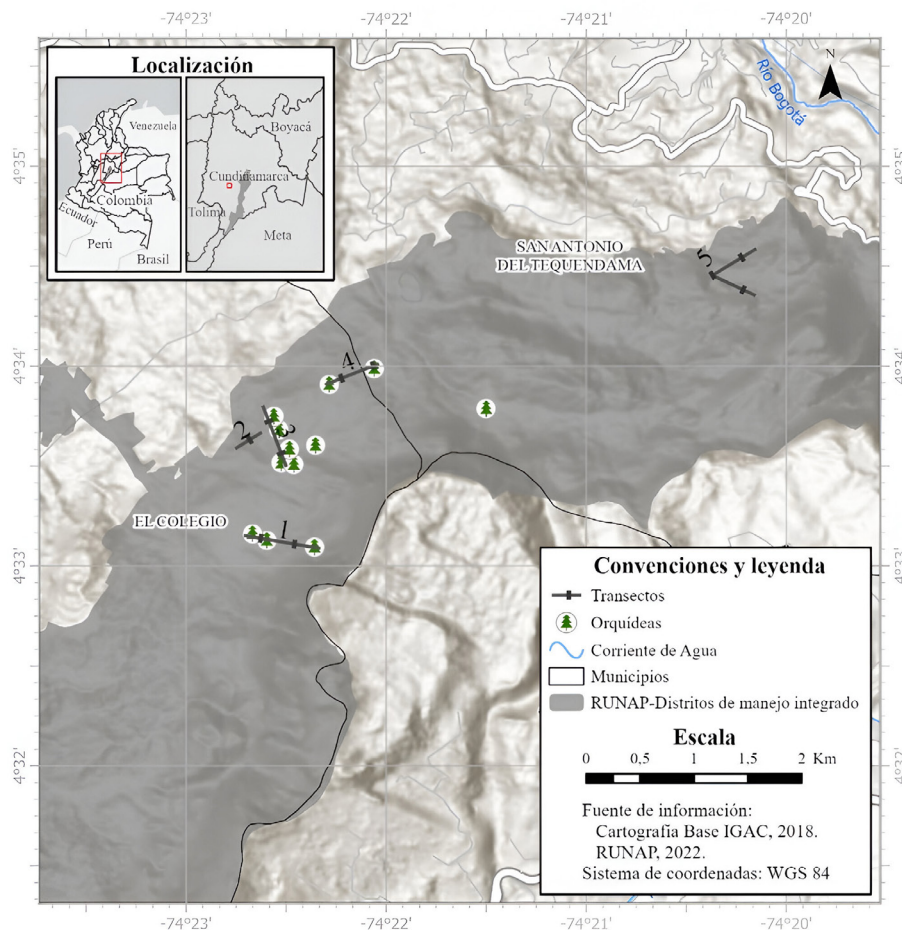


Figura 1. Ubicación de los transectos en el área de estudio en el DMI Cuchilla de Peñas Blancas.

Identificación taxonómica

Se censaron individuos de tamaño reproductivo, *i.e.*, con señales de floración previa y juveniles, así como individuos clonales *genets*, los cuales se tuvieron en cuenta como unidades. La identificación taxonómica se llevó a cabo mediante la revisión de literatura especializada (Luer *et al.*, 1986a, 1986b, 1993, 1998; Escobar *et al.*, 1991; Zelenko, 2002; Sáenz & Camargo, 2003; Hágsater & Sánchez, 2006; Dueñas & Fernández, 2009; Hágsater, 2013, 2016; Uribe, 2015; Ortiz & Uribe, 2017; Gerlach, 2020), la revisión de los herbarios virtuales JBB y COL, la consulta de bases de datos como Missouri Botanical Garden. (2024) y la consulta de especialistas.

Distribución geográfica y estado de conservación

La distribución geográfica fue obtenida a partir de bases de datos como Tropicos (2024), The Plant List (2013), POWO (2024) y GBIF (2024), además de los criterios de la UICN y Cascante-Marín (2019). La distribución se

categorizó de la siguiente manera: endémica (Colombia), endémica binacional (Colombia y un país vecino), Suramérica, neotropical e introducida (UICN, 2023). Las categorías de estado de conservación se definieron a partir de la Resolución 06 de 2024, el *Libro Rojo de Plantas de Colombia* (Calderón-Sáenz, 2007), la lista CITES (2022) y la lista roja de la UICN (2023).

Análisis de datos

Se elaboró una curva de acumulación de especies con la suma de los muestreos realizados. Además, se describió la estructura de la comunidad con una curva logarítmica de abundancias. La diversidad de orquídeas se evaluó con los índices de Shannon-Wiener (H') y Simpson (λ), y la similitud entre comunidades con el índice de Jaccard. Además, se elaboró una curva de rango-abundancia por tipo de cobertura y se analizaron las diferencias significativas entre transectos en materia de diversidad, riqueza y composición utilizando el *software* R versión 3.6 con los paquetes *ggplot2* y *PAST 3* (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003; Parrales, 2015; Barrientos *et al.*, 2016; Caves & Johnsen, 2018; R Core Team, 2020).

RESULTADOS

Composición

Se registraron 1467 individuos de orquídeas fértiles y vegetativos, distribuidos en 60 especies y 30 géneros, siendo *Epidendrum* (9 spp.), *Cyrtorchilum* (8 spp.) y *Stelis* (5 spp.) los más representativos. Cuatro especies concentraron cerca del 50 % de la abundancia total: *Dryadella simula* (287 individuos), *Masdevallia picturata* (181 individuos), *Dracula psittacina* (145 individuos) y *Maxillaria spilotantha* (105 individuos). En contraste, diez especies, lo que representa el 16.66 % del total, fueron menos frecuentes (Tabla 1; Figura 2).

Hábito de crecimiento

El hábito dominante fue el epífito, con el 66.6 % (40 spp.), seguido por el terrestre con el 33.3 % (20 spp.) y el litófito con el 30 % (18 spp.). Se encontró un total de 15 especies (25 %) de hábito mixto (*i.e.*, facultativo) (Granados-Sánchez *et al.*, 2003).

Forófitos y distribución vertical

Se registraron 45 árboles de 23 especies, distribuidas en 15 familias y 18 géneros. Las especies hospedadoras más colonizadas por orquídeas fueron *Inga* sp. (146 individuos de 4 spp.), *C. multiflora* (112 individuos de 13 spp.) y *Myrcianthes orthostemon* (103 individuos de 8 spp.). *M. brachygyna* albergó la mayor diversidad, con 75 individuos de 16 spp., seguida de *C. mutisianus* con 60 individuos de 13 spp. En cuanto a la distribución vertical, la zona II (fuste) concentró el mayor número de especies, con el 29 % (17 spp.) de la muestra, seguida por la zona I (base) con el 25 % (15 spp.). El estrato menos representado fue el V (dosel), con el 10 % (16 spp.) de la muestra.

Tabla 1. Lista de las especies de orquídeas con relación de la forma de vida.

Especie	Forma de vida	Ejemplar testigo	Bb	Bd	Bg	Pa	Tb	Vsa	Vsb	Total individuos
<i>Acianthera adeodata</i> P.Ortiz, O.Pérez y E.Parra	E	JCO 3064	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Acianthera polystachya</i> Ruiz y Pav.Pupulin	E, G	JCO 2442	0	2	2	0	0	0	0	4
<i>Acineta cryptodonta</i> Rchb.f.	E	JCO 3225	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Andinia nummularia</i> (Rchb.f.) Karremans y S.V.Uribe	E	JCO 2391	0	0	2	0	0	4	0	6
<i>Coccineorchis cernua</i> (Lindl.) Garay	G	JCO 3431	0	0	0	0	0	4	0	4
<i>Comparettia ottonis</i> (Klotzsch) M.W.Chase y N.H.Williams	E, L	JCO 2763, 3102	1	2	3	0	0	3	1	10
<i>Cyrtochilum baldevianae</i> (Rchb.f.) Kraenzl.	E, G	JCO 2330, WR 831	3	0	0	0	0	4	0	7
<i>Cyrtochilum divaricatum</i> (Lindl.) Dalström	G		0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Cyrtochilum exasperatum</i> (Linden y Rchb.f.) Kraenzl.	E, L	JCO 2443, 3204	0	38	0	5	2	2	0	47
<i>Cyrtochilum flexuosum</i> Kunth	G	JCO 2443, 3204	0	0	0	0	3	0	0	3
<i>Cyrtochilum ioplocon</i> (Rchb.f.) Dalström	G	JCO 3250	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Cyrtochilum megalophium</i> (Lindl.) Kraenzl.	L	JCO 2449	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Cyrtochilum murinum</i> (Rchb.f.) Kraenzl.	E, L	JCO 2926, 2945	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Cyrtochilum orgyale</i> (Rchb.f. y Warsz.) Kraenzl.	E, L, G	JCO 2943	9	1	0	0	0	0	4	14
<i>Dichaea longa</i> Schltr.	E, L	JCO 3085	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Dichaea morrisii</i> Fawc. y Rendle	E		0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Dracula psittacina</i> (Rchb.f.) Luer y R.Esco-bar	E	JCO 2419	0	0	145	0	0	0	0	145
<i>Dryadella simula</i> (Rchb.f.) Luer	E	JCO 2373, 3057	70	72	21	54	0	70	0	287
<i>Elleanthus aurantiacus</i> (Lindl.) Rchb.f.	G	JCO 3004, 3090	0	1	0	0	1	10	0	12
<i>Epidendrum viridialpicola</i> Hágsater & Ordóñez-Blanco	E, L	JCO 2920	4	0	0	0	0	0	0	4
<i>Elleanthus ensatus</i> (Lindl.) Rchb.f.	E, L	JCO 2944	0	0	0	0	1	1	0	2
<i>Elleanthus purpureus</i> (Rchb.f.) Rchb.f.	L, G	JCO 3243 2307, 2935, 3409	2	0	0	0	0	0	2	4
<i>Epidendrum cleistocoleum</i> Hágsater y E.Santiago	E	JCO 2379, 3087	0	0	0	2	0	1	0	3
<i>Epidendrum excisum</i> Lindl.	E	JCO 2995, 3012	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Epidendrum fusagasugaense</i> E.Parra, Hágsater y L.Sánchez	E	JCO 2915, 3237	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Epidendrum mamapachae</i> Hágsater, F.O.Espinosa y E.Santiago	G	JCO 2425	0	0	0	1	0	1	0	2
<i>Epidendrum marsupiale</i> F.Lehm. y Kraenzl.	E	JCO 2329	1	11	0	0	0	5	0	17
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	E, L, T	JCO 2297, 2985	1	0	0	1	0	0	2	4
<i>Epidendrum stenobractistachyum</i> Hágsater y E.Santiago	E, G	JCO 2352	6	0	0	0	0	0	0	6
<i>Epidendrum tequendamae</i> F.Lehm. y Kraenzl.	E, L	JCO 2299, 2325, 2765, 2914, 3074	7	0	0	3	0	5	0	15
<i>Epidendrum viridialpicola</i> Hágsater & Ordóñez-Blanco	L	JCO 3428	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Eurystyles cotyledon</i> Wawra	E	JCO 2918	0	2	0	0	0	0	0	2

Especie	Forma de vida	Ejemplar testigo	Bb	Bd	Bg	Pa	Tb	Vsa	Vsb	Total individuos
<i>Gomphichis traceyae</i> Rolfe	E, G	JCO 3003, 3088	0	0	0	0	42	0	0	42
<i>Govenia fasciata</i> Lindl.	G	JCO 2584	11	0	0	0	0	0	0	11
<i>Kefersteinia tolimensis</i> Schltr.	E, L	JCO 2306	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Lankesterella orthantha</i> (Kraenzl.) Garay	E	JCO 2369	0	10	0	0	0	0	0	10
<i>Lepanthes wagneri</i> Rchb.	E	JCO 3248	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Malaxis crispifolia</i> (Rchb.f.) Kuntze	E, G	JCO 2924, 2953	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Masdevallia amanda</i> Rchb.f. y Warsz.	E	JCO 3245	0	0	16	2	0	7	0	25
<i>Masdevallia caudata</i> Lindl.	E		0	5	1	0	0	0	0	6
<i>Masdevallia cucullata</i> Lindl.	E	JCO 2384	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Masdevallia picturata</i> Rchb.f.	E	JCO 2343	0	27	70	80	0	4	0	181
<i>Maxillaria aggregata</i> (Kunth) Lindl.	G	JCO 2399	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Maxillaria aurea</i> (Poepp. y Endl.) L.O.Williams	E, L, G	JCO 2936, 8083	1	0	1	25	1	1	2	31
<i>Maxillaria graminifolia</i> (Kunth) Rchb.f.	L, G	JCO 2949	0	2	0	0	0	1	0	3
<i>Maxillaria ruberrima</i> (Lindl.) Garay	E	JCO 3096	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Maxillaria spilotantha</i> Rchb.f.	E, L	JCO 2939	0	3	0	1	0	101	0	105
<i>Oncidium luteopurpureum</i> (Lindl.) Beer	E	JCO 3093	0	29	1	4	0	18	0	52
<i>Otoglossum globuliferum</i> (Kunth) N.H.Williams y M.W.Chase	E		0	0	0	1	0	1	0	2
<i>Platystele schneideri</i> P.Ortiz	E	JCO 2923	0	0	0	0	0	62	0	62
<i>Pleurothallis chloroleuca</i> Lindl.	E	JCO 2344	0	10	2	0	0	14	0	26
<i>Pleurothallis lindenii</i> Lindl.	E, L	JCO 2937, 3240	0	2	3	15	0	2	0	22
<i>Pleurothallis microcardia</i> Rchb.f.	E, G	JCO 2317, 2414	0	18	0	6	0	27	0	51
<i>Pleurothallis phalangifera</i> (C.Presl) Rchb.f.	E, L	JCO 2322, 2795	0	0	0	0	0	10	0	10
<i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.	G	JCO 2925, 2952	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Prosthechea crassilabia</i> (Poepp. y Endl.) Carnevali y I.Ramírez	E, L	JCO 2300	1	0	0	1	0	0	0	2
<i>Prosthechea sceptra</i> (Lindl.) W.E.Higgins	E, L	JCO 2759, 2763, 3054	0	3	0	3	0	1	0	7
<i>Psilochilus macrophyllus</i> (Lindl.) Ames	G	JCO 2333	0	0	0	0	0	4	0	4
<i>Stelis alba</i> Kunth	E	JCO 2328, 3241	0	73	0	0	0	3	0	76
<i>Stelis aurea</i> (Lindl.) Karremans	E, L	JCO 2036, 2916, 3211	0	0	0	0	0	25	0	25
<i>Stelis pulchella</i> Kunth	L, G	JCO 2940	0	0	0	0	8	0	0	8
<i>Stelis</i> sp.1	E, L		0	0	0	41	0	0	0	41
<i>Stelis</i> sp.2	G		0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Trichopilia fragrans</i> (Lindl.) Rchb.f.	E	JCO 3406	0	0	10	0	0	4	0	14
<i>Xylobium leontoglossum</i> (Rchb.f.) Benth. ex Rolfe	E, L	JCO 2984	0	0	25	0	0	5	0	30
Total de individuos por cobertura vegetal			119	314	310	249	62	406	12	1472

Ejemplar testigo depositado en el Herbario JBB, número de individuos registrado en cada tipo de cobertura evaluado (Bd: borde de bosque, Bd: bosque denso, Bg: bosque de galería, Pa: pastos, Tb: turberas, Vsa: vegetación secundaria alta, Vsb: vegetación secundaria baja) y total de individuos registrados por especie. Se consideraron como poco frecuentes las especies con menos de cinco individuos, como frecuentes aquellas que presentaron entre seis y 40 individuos, y como muy frecuentes aquellas con más de 40 individuos por cobertura.

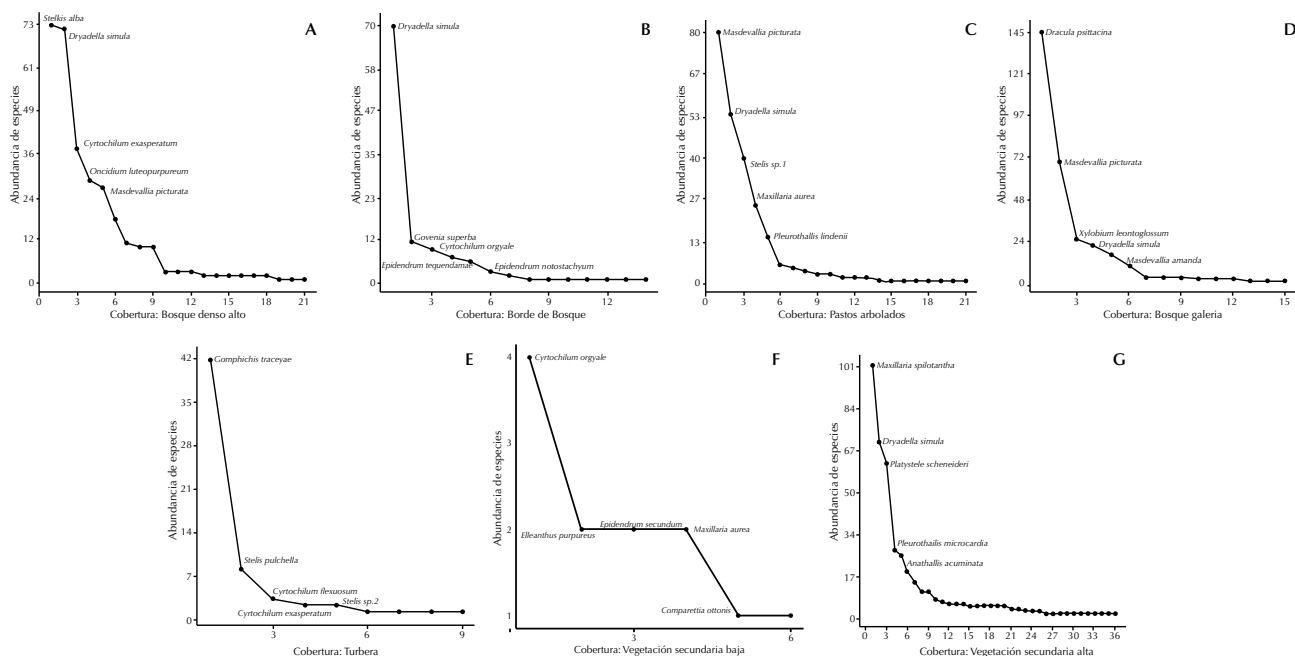


Figura 2. Comparativa de la distribución de abundancias por tipo de vegetación muestreada en un bosque de niebla, Cordillera Oriental, Colombia. A) bosque denso alto, B) borde de bosque, C) pastos arbolados, D) bosque de galería, E) turbera, F) vegetación secundaria alta, G) vegetación secundaria baja.

Diversidad y composición por tipo de vegetación

El estimador *Chao1* mostró una eficiencia del 77 %, y el modelo de *Clench* registró 62 % (Figura 3). No obstante, la curva de acumulación no alcanzó la asíntota, por lo que se espera que el número de especies aumente en una mayor área de muestreo. La diversidad no es equitativa entre los tipos de vegetación evaluados. Vsa mostró mayor diversidad en términos de riqueza y abundancia, con 36 especies en 24 géneros, seguido por Pa con 21 especies en 12 géneros y Bda con 20 especies en 13 géneros. La composición de especies también varió según el tipo de vegetación, destacando en Vsa los géneros *Epidendrum* (5 spp.), *Pleurothallis* (4 spp.) y *Cyrtorchilum* (3 spp.).

Según el índice de Shannon-Wiener, Vsa fue el más diverso, con H' : 3.427, seguido por Pa con H' : 3.014 y Bg con H' : 2.78, y presentó también la mayor cantidad de especies y número de individuos. Vsa fue el menos diverso, con H' : 1.747. En cuanto a la dominancia, Vsb, Tb y Bb fueron los menos diversos con H' : 1.747, 2.197 y 2.491 respectivamente, pero presentaron altos índices de dominancia, *i.e.*, $\lambda = 0.816$, 0.888 y 0.902.

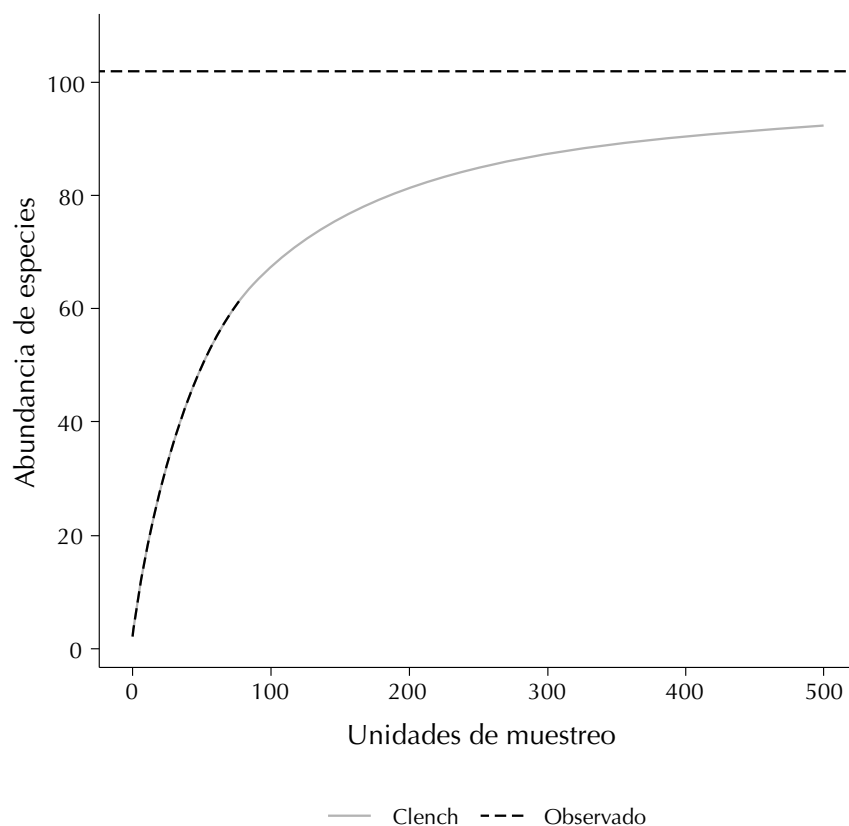


Figura 3. Curva de acumulación de especies con base en el método no lineal de Clench para las orquídeas de un bosque de niebla, Cordillera Oriental, Colombia

A pesar de su cercanía, los tipos de vegetación Bb y Vsa presentaron un porcentaje de similitud cercano al 35 % de especies, compartiendo un 23.33 % de géneros (*Comparettia*, *Cyrtochilum*, *Dryadella*, *Elleanthus*, *Epidendrum*, *Maxillaria* y *Prosthechea*). Por otro lado, Tb fue el más disímil, compartiendo menos del 10 % de especies con las demás (Figura 4). *Maxillaria aurea* fue dominante en todos los tipos de vegetación, dada su presencia en prácticamente todas las coberturas vegetales. Bb estuvo dominado por *Dryadella simula*, Bg por *Dracula psittacina* y Tb por *Gomphichis traceyae*, evidenciando una alta abundancia relativa. Según el gráfico de rango-abundancia relativa, Tb mostró un mayor decrecimiento en comparación con los demás tipos de vegetación, indicando baja riqueza y diversidad.

Al comparar la longitud de los transectos, se encontró que la riqueza de especies varió, siendo el transecto T3 el más rico, con 35 especies, y el T4 el menos rico, con solo siete especies. Sin embargo, en términos de diversidad, no hubo diferencias significativas según el índice de Simpson: T1: 0.94; T2: 0.89; T3: 0.95; T4: 0.82; T5: 0.95. Esto indica una diversidad relativamente baja, donde una sola o pocas especies dominan la comunidad. Finalmente, el T3 resultó ser el más disímil, mientras que T2, T4, T5 y T1 mostraron una mayor agrupación.

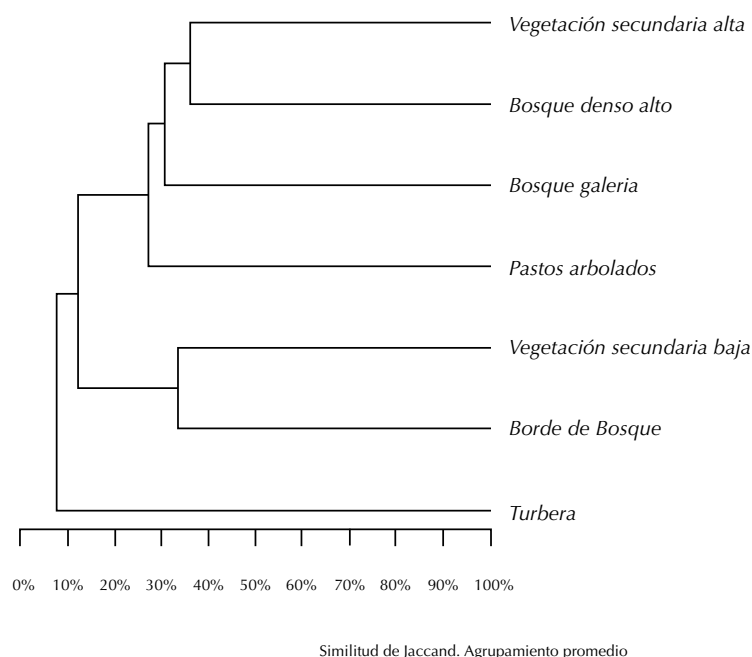


Figura 4. Agrupamiento de tipos de vegetación por similitud de acuerdo con el índice de Jaccard para las orquídeas en un bosque de niebla, Cordillera Oriental, Colombia

Distribución según el tipo de cobertura vegetal

Los tipos de cobertura Vsa, Bd y Pa presentaron el mayor número de especies, mientras que Tb y Vsb reportaron valores mínimos. Los tipos de cobertura que registraron el mayor número de forófitos fueron Bd y Vs, cada uno con el 30 % de los forófitos registrados. Por otro lado, Tb tuvo el menor número de forófitos (5 %), con una mayoría de orquídeas terrestres.

Distribución geográfica

Se describió una nueva especie endémica para Colombia, publicada como *Epidendrum viridialpicola* Hágsater et Ordóñez-Blanco (Hágsater & Ordóñez-Blanco *et al.*, 2022). Por otro lado, se reportaron diez especies endémicas de Colombia: *Acianthera adeodata*, *Cyrtorchilum baldeviamae*, *C. ioplocon*, *Dracula psittacina*, *Epidendrum fusagasugaense*, *E. cleistocoleum*, *E. mamapachae*, *E. viridialpicola*, *Oncidium luteopurpureum* y *Platystele schneideri*. Además, se registraron 20 especies endémicas binacionales, 36 especies suramericanas y ocho especies neotropicales.

Estado de conservación

Encontramos las siguientes especies: *O. luteopurpureum*, categorizada como NT (casi amenazado); *Masdevallia caudata* como EN (en peligro); *C. ioplocon* y *D. psittacina* como VU (vulnerables) (Calderón-Sáenz, 2007;

Resolución 0126 de 2024); y *Masdevallia picturata*, *M. amanda* y *M. cucullata*, dentro de la categoría LC (preocupación menor) (Calderón-Sáenz, 2007).

DISCUSIÓN

Este estudio revela una alta biodiversidad de orquídeas cerca de Bogotá, con 60 especies, incluyendo una nueva publicada en 2022 y nueve endémicas. Aunque menos del 65 % de las especies son compartidas entre coberturas, el 85 % no son endémicas de Colombia. Estos hallazgos pueden integrarse en los objetivos de conservación del plan de manejo del DMI.

Diversidad

A escala regional, incluyendo el Tequendama, los inventarios de diversidad florística han permitido una aproximación al conocimiento de la diversidad de especies. Los naturalistas han realizado incursiones históricas; por ejemplo, el proyecto Orquídeas de Cundinamarca (Fotosíntesis Colombia, 2017) reportó 163 especies en el municipio de San Antonio. Sin embargo, es necesario realizar trabajos de depuración, ya que muchos registros del herbario HPUJ corresponden a especies cultivadas colectadas por Pedro Ortiz S. J., como se evidenció en este estudio al revisar *vouchers* con la nota ‘planta cultivada’. También había ejemplares que carecían de datos de localidad y referenciaban la finca de los sacerdotes jesuitas de San Antonio, donde el cura Ortiz mantenía algunas de sus plantas.

Las orquídeas del DMI muestran una alta riqueza en comparación con otras localidades de la Cordillera Oriental. En estudios similares para la región, en promedio se encontraron entre siete y 47 especies por localidad, con una diversidad de siete a 16 géneros, siendo *Epidendrum*, *Pleurothallis* y *Stelis* los géneros más representativos (Avellaneda-Cadena & Betancur, 2007; Galindo & Cadena, 2000; Reina *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2011; Rojas & Sánchez, 2015; Ordóñez-Blanco, 2017).

En la composición se destacan 37 especies distribuidas en Sudamérica (61.66 %), principalmente de los géneros *Epidendrum*, *Pleurothallis* y *Stelis*, cada uno con cuatro especies. También son relevantes las especies endémicas (9) y binacionales (6). *Epidendrum* y las especies de la Subtribu Pleurothallidinae son las más abundantes en estudios realizados en bosques de montaña, pero sus poblaciones disminuyen en hábitats disturbados debido a su alta especificidad (Solano-Gómez *et al.*, 2008). Estos datos subrayan la importancia de los bosques de niebla por su alta diversidad y sus endemismos (Parra-Sánchez, 2013).

Patrones por tipo de cobertura vegetal

Con base en la abundancia observada, se identificaron especies poco representadas y que son más frágiles a presiones ambientales y antrópicas. De lo anterior sobresale el valor de las especies endémicas y/o raras, las cuales son objeto de conservación (Calderón-Sáenz, 2007). En este estudio se encontraron especies endémicas más frecuentes en tipos de vegetación como Vsa y Pa (4 y 3 spp. respectivamente).

Vsa constituye un estadio con mayor tiempo de sucesión y más conservado, similar a lo que se ha encontrado en estudios de epífitas (Flores-Palacios & García-Franco, 2001; Krömer *et al.*, 2014). Por otro lado, con árboles idóneos para el establecimiento de epífitas, Pa tiene potencial para la conservación de poblaciones (Williams *et al.*, 1995; Izuddin & Webb, 2015). Sin embargo, como ha sido comprobado en otros estudios, su diversidad puede ser menor en algunos casos (Nöske, 2008).

En términos de diversidad por tipo de vegetación, el 6 % (10) de las especies reportadas tuvo un único registro, y el 5.4 % (9) tuvo dos registros como máximo. Hubo diferencias significativas en la riqueza y la abundancia de orquídeas entre los tipos de vegetación. Vsa presentó la mayor riqueza, con el 60 % de las especies y el 80 % de los géneros, seguido del Bd, que comparte aproximadamente el 30 % de las especies. La alta riqueza en Vsa, Bd y Bg se asocia con la presencia de bosques maduros y su alta humedad relativa, lo cual facilita el establecimiento de briófitas y especies vasculares (Johansson, 1974; Arévalo & Betancur, 2004).

La alta diversidad está acompañada de un alto recambio de especies entre comunidades. Esta tendencia sugiere que las especies que habitan en bosques no se dispersan fácilmente en hábitats cuyas comunidades están principalmente compuestas por un conjunto amplio de especies raras (baja abundancia, Tabla 1), las cuales podrían ser más sensibles a la limitación en la dispersión y a condiciones ambientales (naturales y antropogénicas) en diferentes escalas espaciales (Parra-Sánchez *et al.*, 2024). La limitación en la dispersión de especies puede explicar este patrón en las comunidades de orquídeas y podría depender en gran medida de procesos macroevolutivos y de los rasgos de historia natural de las especies a múltiples escalas. La limitación en la dispersión también resalta la importancia de preservar la conectividad de los hábitats para detener la pérdida de biodiversidad (Parra-Sánchez *et al.*, 2023).

Hábito

La predominancia del hábito epífito es característica de los bosques de niebla (BN) debido a la humedad ambiental, los microclimas y los nichos disponibles (Benzing, 1990; Ingram *et al.*, 1996; Haber, 2000; Rosero & Benítez, 2010; Cascante-Marín & Hernández, 2019). La frecuencia de especies de orquídeas epífitas en ciertos huéspedes tiene importantes implicaciones para su conservación (Zotz, 2016). Otro hábito predominante fue el terrestre, favorecido por la humedad y las micorrizas disponibles en el suelo (Durán *et al.*, 2007).

Distribución vertical y forófitos

Los forófitos más importantes fueron *Inga* sp., *C. multiflora*, *Myrcianthes orthostemon* y *Miconia brachygyna*. La distribución de epífitas en los hospederos está influenciada por la especie del forófito y su posición, edad, estado fitosanitario y arquitectura (Hernández-Rosas, 2001; Parra-Sánchez, 2013). Sin embargo, se ha observado que las epífitas suelen tener baja especificidad y responden más a la humedad ambiental (Callaway *et al.*, 2002; Parra-Sánchez, 2013; Zotz, 2016). Un desafío en el estudio de epífitas es la observación desde el suelo, que puede pasar por alto especies exclusivas del dosel (Flores-Palacios & García-Franco, 2001).

Las especies con corteza rugosa y ramificación basal, como es el caso de los géneros *Inga* y *Clusia*, resultaron ser mejores huéspedes para las epífitas (Padilla *et al.*, 2005; Romero & Alba-López, 2005; Riofrío-Guamán, 2016), pues una corteza rugosa favorece el establecimiento de epífitas al retener más agua y nutrientes (Benzing, 1990; Parra-Sánchez, 2013; Zotz, 2016).

Respecto a la distribución vertical, muchas especies prefieren los micrositios (Nathan & Muller-Landau, 2000; Riofrío-Guamán, 2016; García-González *et al.*, 2016; Testé *et al.*, 2018), de acuerdo con las condiciones de humedad, luz y micorrizas y la estructura del hospedero (Krömer *et al.*, 2007; Riofrío-Guamán, 2016). Adicionalmente, las orquídeas presentan patrones agregados, por lo que la idoneidad de los hospederos puede ser variable (Zotz, 2016).

En vegetaciones con alta densidad arbórea, la base y el tronco de los árboles, con menor luz y mayor humedad, crean condiciones óptimas para las epífitas, que se concentran en estas zonas y en las partes internas de las ramas (Leal & León, 2014; Rojas & Sánchez, 2015; Riofrío-Guamán, 2016). Las ramas intermedias, con microclimas más estables, también favorecen a las orquídeas, a diferencia del dosel externo, expuesto a la radiación y el viento (Hernández-Rosas, 2001). La distribución de epífitas se relaciona con depósitos de humus en las ramas (Freiberg, 1996), y los estratos más colonizados optimizan la captura de semillas (Ruiz-Córdoba *et al.*, 2014).

Acciones de conservación

En el DMI, las principales amenazas para las orquídeas son el saqueo indiscriminado, el cambio en el uso del suelo, la fragmentación y las especies introducidas. El plan de manejo del DMI carece de un inventario de orquídeas, por lo que este estudio puede ser crucial para las estrategias de manejo de la zona de reserva. Entre los objetos de conservación se incluyen especies amenazadas. En este sentido, proponemos dos puntos para la toma de decisiones y el manejo estratégico del DMI.

El primero es la *conservación de especies amenazadas*. Identificamos cuatro especies en las categorías NT, EN y VU para enfocar los esfuerzos de conservación. Sin embargo, este resultado está sesgado debido a la baja evaluación de especies, *i.e.*, 11 % del total; no se conoce el estado de amenaza del 88 % restante, lo cual es un obstáculo para la toma de decisiones basadas en criterios de la IUCN (Lacher *et al.*, 2012; Zizka *et al.*, 2021).

El segundo punto es la *distribución histórica en colecciones de herbario*, pues el DMI alberga una nueva especie y diez endémicas de Colombia. Las especies endémicas pueden constituirse como objetos de conservación con la inclusión de la comunidad local.

Algunas de las estrategias implementadas en esta investigación involucraron a la comunidad (30 personas) en la jornada de socialización de los resultados, a la cual asistieron líderes sociales, guías turísticos, escuelas y la comunidad general del municipio de San Antonio del Tequendama. A esto se le sumó la publicación de una guía digital de las orquídeas del DMI (Ordóñez-Blanco, 2021).

Es importante conservar especies raras y/o endémicas, pues están entre los grupos más susceptibles a la extinción por factores que incluyen la pérdida de hábitat y la recolección ilegal (Flores-Palacios & Valencia-Díaz, 2007; García-Franco & Toledo-Aceves, 2008, Krömer *et al.*, 2014; Willis, 2017). Una alternativa es reforzar el control al saqueo y emprender acciones de revegetación y conectividad con los mejores hospederos reportados en este estudio (Parra-Sánchez, 2013; Zotz, 2016).

Las reservas naturales son cruciales para la conservación de la biodiversidad y actúan como refugio para especies endémicas (Orejuela-Gartner, 2010; Parra-Sánchez, 2013). Se recomienda gestionar las poblaciones mediante acciones como el rescate de individuos en riesgo. En el DMI, los modelos de conservación podrían enfocarse en la formación de guías de naturaleza, la propagación de especies prioritarias cerca de su hábitat con la participación de la comunidad local (Flanagan & Mosquera-Espinosa, 2016), la propagación *in vitro*, el enriquecimiento de colecciones vivas en centros de investigación y la implementación de bancos de semillas *ex situ*. También es fundamental fortalecer la investigación en ecología de poblaciones, biología reproductiva y polinización.

CONCLUSIÓN

El registro de 60 especies de orquídeas confirma la alta riqueza de los bosques de niebla, destacando nueve especies endémicas y el descubrimiento de una nueva especie para la ciencia. Este hallazgo, junto con el limitado conocimiento sobre el estado de conservación de las especies registradas, subraya la urgencia de implementar estrategias de conservación a diversas escalas para proteger estos ecosistemas, utilizando especies emblemáticas como especies paraguas. Además, los resultados obtenidos pueden servir de base para apoyar los planes de conservación y mejorar las políticas de la CAR de Cundinamarca, proporcionando datos científicos clave para la toma de decisiones. La inclusión de las especies registradas en estos planes permitiría priorizar áreas críticas de conservación y establecer acciones específicas para la protección de hábitats prioritarios. Estos datos podrían aplicarse en la creación de corredores biológicos, en la protección de áreas de endemismo y en la educación ambiental, promoviendo la conservación a largo plazo de los bosques de niebla y sus especies asociadas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Jardín Botánico de Bogotá, a la comunidad de San Antonio, a Nelsy Quintero, a Carlos Arias, a Rocío Camargo, a Lina Pedraza y a Néstor Benavides. También agradecemos a Ángela Echeverry y David Rivera † por sus aportes; a Carlos López, Camilo Cadena y Mónica Sandoval por su apoyo SIG; a los especialistas E. Santiago, E. Hágsater, L. Baquero, M. Kolanowska, S. Dalström, S. Nowak, J. Valencia, Diego Moreno, Manuela Báez, Eder Vanegas y Julián Ordóñez por su apoyo incondicional. Por último, queremos agradecer a Yoany Hernández y Juan Claros por su lectura crítica y trabajo de edición.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN POR AUTOR

J. O.-B.: diseño, toma de datos, identificación de especies, análisis de datos y escritura del documento. *M. L.*: toma y análisis de datos. *A. N.-L.*: procesamiento estadístico. *G. M.-L.*: identificación de especies y toma de datos en campo. *E. P.-S.*: contribuciones en la consolidación del manuscrito.

REFERENCIAS

- Antonelli, A.** (2020). *Kew State of the World's Plants and Fungi*. Kew Gardens.
- Armenteras, D., Cadena-V., C., & Moreno, R. P.** (2007). *Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Arévalo, R., & Betancur, J.** (2004). Diversidad de epífitas vasculares en cuatro bosques del sector suroriental de la serranía de Chiribiquete, Guayana Colombiana. *Caldasia*, 26(2), 359-380.
- Avellaneda-Cadena, C., & Betancur, J.** (2007). Las plantas vasculares de los afloramientos rocosos de Suesca, Cordillera Oriental Colombiana. *Actualidades Biológicas*, 29(86), 25-39.
- Baptiste, M. P., Benavides-Barrero, L., Betancur, J., Cárdenas, C., Castellanos-Castro, C., Castro, C., & Vallejo, M. I.** (2019). Diversidad y estado de conservación de las orquídeas de Cundinamarca. En C. Castellanos-Castro & G. Torres-Morales (Eds.), *Orquídeas de Cundinamarca: Conservación y aprovechamiento sostenible* (pp. 86-91). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Pontificia Universidad Javeriana, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica, Gobernación de Cundinamarca.
- Barrientos, R., Leirana, J., & Navarro, J.** (2016). Métodos gráficos para la exploración de patrones de diversidad en ecología. *Bioagrociencias*, 9(2), 11-18.
https://www.researchgate.net/publication/354131358_Metodos_graficos_para_la_exploracion_de_patrones_de_diversidad_en_Ecologia
- Benzing, D. H.** (1990). *Vascular epiphytes: General biology and related biota*. Cambridge University Press.
- Bernal, R., Gradstein, S. R., & Celis, M. (Eds.).** (2019). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Betancur, J., Sarmiento, H., Toro-González, L., & Valencia, J.** (2015). *Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional de Colombia.
- Bruijnzeel, L. A., Kappelle, M., Mulligan, M., & Scatena, F. S.** (2010). Tropical montane cloud forests: State of knowledge and sustainability perspectives in a changing world. En L. A. Bruijnzeel, F. N. Scatena, & L. S. Hamilton (Eds.), *Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management*. Cambridge University Press

- Calderón-Sáenz, E. (Ed.).** (2007). *Libro rojo de plantas de Colombia. Orquídeas, primera parte*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Callaway, R. M., Reinhart, K. O., Moore, G. W., Moore, D. J., & Pennings, S. C.** (2002). Epiphyte host preferences and host traits: Mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia*, 132(2), 221-230.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) & Fundación Bachaqueros** (2003). *Plan de Manejo Ambiental de la Cuchilla de Peñas Blancas y del Subia*. CAR-SIBAC.
- Cascante-Marín, A., & Trejos Hernández, C.** (2019). Diversidad y vulnerabilidad de la flora orquídeológica de un bosque montano nuboso del Valle Central de Costa Rica. *Lankesteriana*, 19(1), 31-55.
<https://doi.org/10.15517/lank.v19i1.37031>
- Catling, P. M., & Lefkovitch, L. P.** (1989). Association of vascular epiphytes in a Guatemalan cloud forest. *Biotropica*, 21, 35-40.
- Caves, E. M., & Johnsen, S.** (2018). AcuityView: an R package for portraying the effects of visual acuity on scenes observed by an animal. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(3), 793–797.
<https://doi.org/10.1111/2041-210X.12911>
- CITES.** (2022). Checklist of CITES species. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.
<https://checklist.cites.org>
- Cleef, A. M.** (2008). Influencia humana en los páramos. En J. P. Castañeda R. (Ed.), *Panorama y perspectivas sobre la gestión ambiental de los ecosistemas de páramo: memorias* (Colección Asuntos Ambientales, no. 5, pp. 26-33). Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios.
- Cuellar, I. D.** (2009). *Estrategia ecoturística en el Distrito de Manejo Integrado Cuchilla de Peñas Blancas y el Subia, Municipio El Colegio, Cundinamarca* [Trabajo de especialización, Universidad Nacional de Colombia].
- Dueñas Gómez, H., & Fernández, A. J.** (2009). Sinopsis de la subfamilia Spiranthoideae (Orchidaceae) en Colombia, Parte II. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 33(127), 157-181.
- Durán, C., Rivero, M., & Seemann, P.** (2007). Identificación de endomicorrizas en la orquídea nativa *Gavilea araucana* (Phil.) Correa. *Agro Sur*, 35(2), 67-69.
- Escobar, R., Múner, J. M., & Valdivieso, P. O.** (1991). *Orquídeas nativas de Colombia* (vols. I-VI). Editorial Colina.
- Estepa-Ruiz, M. T., & Campos, L. V.** (2022). Diversidad de hepáticas epífitas (Marchantiophyta) del sector Suasie en el Parque Nacional Natural Chingaza. *Acta Biológica Colombiana*, 27(1), 52-60.
<https://doi.org/10.15446/abc.v27n1.87497>

- Flanagan, N. S., & Mosquera-Espinosa, A. T.** (2016). Una estrategia integrada para la conservación y uso sostenible de las especies nativas de vainilla en Colombia. *Lankesteriana: International Journal on Orchidology*, 16(2), 201-218.
<https://doi.org/10.15517/lank.v16i2.26007>
- Flores-Palacios, A., & García-Franco, J. G.** (2001). Sampling methods for vascular epiphytes: Their effectiveness in recording species richness and frequency. *Selbyana*, 22(2), 181-191.
- 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.
- Fotosíntesis Colombia** (2017). *Epifitario, un jardín dentro del Bosque*. Fotosíntesis Colombia.
- Freiberg, M.** (1996). Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. *Biotropica*, 28(3), 345-355.
- Galindo, R., & Cadena, J. J.** (2000). *Caracterización y composición de la vegetación andina en el Santuario de Fauna y Flora Guanentá-alto Rio Fonce, Departamentos de Santander y Boyacá* [Tesis de doctorado, Universidad Industrial de Santander].
- García-Franco, J. G., & Toledo-Aceves, T.** (2008). Epífitas vasculares: bromelias y orquídeas. En R. Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina & K. Mehlreter (Eds.), *Agroecosistemas Cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, Manejo y Conservación* (pp. 69-82). Instituto Nacional de Ecología.
- García-González, A., Riverón-Giró, F. B., González-Ramírez, I. S., Escalona Domenech, R. Y., Hernández Montero, Y., & Palacio Verdecia, E.** (2016). Ecología y estructura poblacional del endemismo cubano *Tetramicra malpighiarum* (Orchidaceae), en el Parque Nacional Desembarco del Granma, Cuba. *Lankesteriana: International Journal on Orchidology*, 16(1), 1-11.
<https://doi.org/10.15517/lank.v16i1.23379>
- Gerlach, G.** (2020). Notas sobre el género *Acineta* en los Andes (Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú) y una lista incluyendo sus especies. *Orquideología*, 37(1), 60-84.
- GBIF.org** (2024), *GBIF Home Page*.
<https://www.gbif.org>
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F., Hernández-García, M. Á., & Sánchez-González, A.** (2003). Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9(2), 101-111.
- Haber, W. A.** (2000). Plants and vegetation. En N. M. Nadkarni & N. T. Wheelwright (Eds.), *Monteverde: Ecology and Conservation of a Tropical Cloud Forest* (pp. 39-69). Oxford University Press.
- Hágsater, E., & Sánchez, L.** (Eds.). (2006). *Icones Orchidacearum: Fascicle 8* (Lamin. 801-900). Instituto Chinoín & Herbario AMO.

- Hágsater, E.** (2013). The genus *Epidendrum*, Part 10 (Icones Orchidacearum, 14: Plates 1401-1500). En E. Hágsater & L. Sánchez-Saldaña (Eds.), *Icones Orchidacearum* (Fascículo 14(2)). Instituto Chinoín & Herbario AMO.
- Hágsater, E.** (2016). The genus *Epidendrum*, Part 11 (Icones Orchidacearum, fasc. 15(2), láminas 1569-1600). Instituto Chinoín & Herbario AMO.
- Hágsater, E., & Ordóñez-Blanco, J. C.** (2022). *Epidendrum viridialpicola* Hágsater et Ordóñez-Blanco, sp. nov. *Icones Orchidacearum*, 19(2), 35-36.
- Hernández-Rosas, J. I.** (2001). Ocupación de los portadores por epífitas vasculares en un Bosque Húmedo Tropical del Alto Orinoco, Estado Amazonas, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 52(4), 292-303.
- Hernández, M., Rosales, N., & Cortés, S. P.** (2011). Riqueza y diversidad florística de un bosque de niebla subandino en la Reserva Forestal Laguna De Pedro Palo (Tena–Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 7(1), 32-47.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).** (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. IDEAM.
- Ingram, S., Ferrell-Ingram, K., & Nadkarni, N. M.** (1996). Floristic composition of vascular epiphytes in a Neotropical cloud forest, Monteverde, Costa Rica. *Selbyana*, 17(1), 88-103.
- INSAT** (2006). *Mapa de Cobertura Vegetal y Cuerpos de Agua Del Departamento de Cundinamarca Escala 1:100.000*. INSAT Tecnologías en Sistemas de Información Geográfica y Satelital.
- Izuddin, M., & Webb, E. L.** (2015). The influence of tree architecture, forest remnants, and dispersal syndrome on roadside epiphyte diversity in a highly urbanized tropical environment. *Biodiversity and Conservation*, 24(8), 2063-2077. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0932-6>
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J.** (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151-161.
- Johansson, D. R.** (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forests. *Acta Phytogeographica Suecia*, 59, 1-136.
- Krömer, T., Kessler, M., & Gradstein, S. R.** (2007). Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: The importance of the understory. *Plant Ecology*, 189(2), 261-278.
- 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. En J. L. Martínez-Hernández, A. T. Rojas, & M. A. Ramos-Prado (Eds.), *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental* (pp. 605-623). Instituto de Ecología A.C., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- Lacher, T. E., Boitani, L., & da Fonseca, G. A. B. (2012). The IUCN global assessments: Partnerships, collaboration and data sharing for biodiversity science and policy. *Conservation Letters*, 5(5), 327-333.
<https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2012.00249>
- Leal, P., & León, H. (2014). *Inventario taxonómico de especies de la familia Orchidaceae en un área de bosque andino del predio La Sierra, Santuario de Fauna y Flora Guanentá–Alto Río Fonce* [Informe técnico]. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Le Provost, G., Schenk, N. V., Penone, C., Thiele, J., Westphal, C., Allan, E., Ayasse, M., Blüthgen, N., Boeddinghaus, R. S., Boesing, A. L., Bolliger, R., Busch, V., Fischer, M., Gossner, M. M., Hölzel, N., Jung, K., Kandeler, E., Klaus, V. H., Kleinebecker, T., ... Manning, P. (2023). The supply of multiple ecosystem services requires biodiversity across spatial scales. *Nature Ecology & Evolution*, 7(2), 236-249.
<https://doi.org/10.1038/s41559-022-01918-5>
- Lozano-Zambrano, F. H. (Ed.). (2009). *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- Luer, C. A. (1986a). Icones Pleurothallidinarum II. Systematics of Masdevallia (Orchidaceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 16, 1-63.
<https://doi.org/10.5962/bhl.title.149317>
- Luer, C. A. (1986b). Icones Pleurothallidinarum III: Systematics of Pleurothallis (Orchidaceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 20, 1-109.
<https://doi.org/10.5962/bhl.title.149317>
- Luer, C. A. (1993). Icones Pleurothallidinarum X. Systematics of Dracula. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 46, 1-244.
- Luer, C. A. (1998). Icones Pleurothallidinarum XVII. Systematics of Pleurothallis subgenus Dracontia (Orchidaceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 72, 65-85.
- Mites, M., García-Mozo, H., Galán, C., & Oña, E. (2022). Análisis de la diversidad de orquídeas en la Reserva Pululahua, Ecuador: oportunidades y limitaciones en relación con la conservación de la biodiversidad del bosque nuboso de montaña. *Plantas*, 11(5), 698.
<https://doi.org/10.3390/plants11050698>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). Resolución 0126 de 2024, por la cual se establece el listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino-costera, se actualiza el comité coordinador de categorización de las especies silvestres amenazadas en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones. MinAmbiente.

Missouri Botanical Garden (2024). *Tropicos*.

<https://www.tropicos.org/>

Mulligan, M., & Burke, S. M. (2005). Global cloud forests and environmental change in a hydrological context: Final report (DFID FRP Project ZF0216). Department for International Development (DFID), Forestry Research Programme.

Nathan, R., & Muller-Landau, H. C. (2000). Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution*, 15(7), 278-285.

Nöske, N. (2008). Lichens. En S. Liede-Schumann & S. W. Breckle (Eds.), *Provisional checklist of Flora and Fauna of the San Francisco Valley and its Surroundings (Reserva Biológica San Francisco, Province Zamora-Chinchipe, southern Ecuador)*. *Ecotropical Monographs* (vol. 4, pp. 101-117). GTÖ.

Ojeda, D. (2001). Ecosistemas. En P. Leyva (Ed.), *El Medio Ambiente en Colombia* (pp. 279-346). IDEAM.

Ordóñez-Blanco, J. C. (2017). Las orquídeas de un sector de La Calera, Cundinamarca, Colombia. *Orquideología*, 34(1), 52-64.

Ordóñez-Blanco, J. C. (2021). *Distrito de Manejo Integrado (DMI), Cundinamarca, Colombia. Orquídeas del D.M.I. Cuchilla de Peñas Blancas y del Subia*. Environmental & Conservation Programs, The Field Museum.

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.

Ortiz, P., & Uribe, C. (2017). *Orquídeas, Tesoro de Colombia* (tomos 1 y 2). Editorial Da Vinci Publicidad y Medios y Cía. S. En. C.

Padilla, V., Cuevas, G., & Solís, M. (2005). *Inga colimana* (Leguminosae), una especie nueva del occidente de México. *Acta Botánica Mexicana*, 72, 33-38.

Parra-Sánchez, E. (2013). *Efecto de los patrones del paisaje sobre la diversidad de orquídeas de bosques nublados del Valle del Cauca* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia].

Parra-Sánchez, E., Pérez-Escobar, O. A., & Edwards, D. P. (2023). Neutral-based processes overrule niche-based processes in shaping tropical montane orchid communities across spatial scales. *Journal of Ecology*, 111(8), 1614-1628.
<https://doi.org/10.1111/1365-2745.14140>

Parra-Sánchez, E., Freckleton, R. P., Hethcoat, M. G., Ochoa-Quintero, J. M., & Edwards, D. P. (2024). Transformation of natural habitat disrupts biogeographical patterns of orchid diversity. *Biological Conservation*, 292, 110538.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110538>

Parrales, H. (2015). *Diversidad y distribución altitudinal de orquídeas terrestres del cerro Uyuca* [Tesis de licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana].

POWO (2024). *Plants of the World Online*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew.

<https://powo.science.kew.org/>

R Core Team (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing.

<https://www.R-project.org/>

Reina, M., Medina, R., Ávila, F. A., Ángel, S. P., & Cortés B, R. (2010). Catálogo preliminar de la flora vascular de los bosques subandinos de la Reserva Biológica Cachalú, Santander (Colombia). *Colombia Forestal*, 13(1), 27-54.

<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2010.1.a02>

Riofrío-Guamán, M. L. (2016). *Estudio de los factores que condicionan, a escala local, la presencia de Epidendrum rhopalostele (Orchidaceae): implicaciones para su conservación* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid].

Rojas Flórez, C. B., & Sánchez Montaña, L. R. (2015). Estructura espacial de epífitas vasculares en dos localidades de bosque altoandino, Pamplona, Colombia. *Caldasia*, 37(1), 15-30.

<https://doi.org/10.15446/caldasia.v37n1.50819>

Romero, C., & Alba-López, A. (2005). Taxonomía del género *Inga* Mill. *Estudios en Leguminosas Colombianas*, 25, 111.

Rosero, H. M., & Benítez, N. P. (2010). Diversidad de orquídeas epífitas en un bosque húmedo tropical (BH-T) del departamento del Chocó, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 15(2), 37-45.

Ruiz-Córdoba, J. P., Toledo-Hernández, V. H., & Flores-Palacios, A. (2014). The effect of substrate abundance in the vertical stratification of bromeliad epiphytes in a tropical dry forest (Mexico). *Flora*, 209(8), 375-384.

<https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.06.003>

Sáenz, E. C., & Camargo, J. C. F. (2003). Especies de los géneros *Dracula* y *Masdevallia* (Orchidaceae) en Colombia. *Biota Colombiana*, 4(2), 187-201.

San Martín, J., Espinosa, A., Zanetti, S., Hauenstein, E., Ojeda, N., & Arriagada, C. (2008). Composición y estructura de la vegetación epífita vascular en un bosque primario de Olivillo (*Aextoxicon punctatum* R. et P.) en el sur de Chile. *Ecología Austral*, 18(1), 1-11.

Solano-Gómez, R., Alonso-Hernández, N., Rosado-Ferrer, K., Aguilar-Hernández, M., & García, R. (2008). Diversidad, distribución y estrategias para la conservación de las *Pleurothallidinae* (Orchidaceae) en Oaxaca. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 82, 41-52.

The Plant List (2013). *The Plant List: A working list of all plant species*.

<http://www.theplantlist.org/>

Testé, E., Palmarola, A., & González-Torres, L. R. (2018). Uso del microhábitat por *Encyclia pyriformis* (Orchidaceae) en la Reserva Ecológica Los Pretiles, Cuba. *Lankesteriana: International Journal on Orchidology*, 18(2), 93-101.

<https://doi.org/10.15517/lanke.v18i2.33673>

UICN. (2023). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1.* (2da ed). UICN.

Uribe, J. (2015). Cyrtochillums de Colombia. *Orquideología*, 25(2), 178–182.

Wiese, K. W. (2015). Riqueza de la familia Orchidaceae en la zona de visitantes del Parque Nacional Cerro Azul Meámbar de Honduras. *Lankesteriana: International Journal on Orchidology*, 15(3), 203–210.
<https://doi.org/10.15517/lank.v15i3.21667>

Williams, L. G., Sosa, V., & Platas, T. (1995). La fragmentación del bosque de niebla, el destino de las orquídeas y el paisaje. En Instituto de Ecología (Eds.), *Fragmentación del Bosque de Niebla* (pp. 83-93). Instituto de Ecología.

Willis, K. J. (2017). *State of the World's Plants 2017*. Royal Botanic Gardens, Kew.
<http://doi.org/978-1-84246-628-5>

Zelenko, H., & Chase, M. W. (2002). *Orchids: The Pictorial Encyclopedia of Oncidium*. ZAI Publications.

Zizka, A., Silvestro, D., Vitt, P., & Knight, T. M. (2021). Automated conservation assessment of the orchid family with deep learning. *Conservation Biology*, 35(3), 897-908.
<https://doi.org/10.1111/cobi.13616>

Zotz, G. (2016). *Plants on plants: The biology of vascular epiphytes*. Springer.

