

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

**Evaluación de la diversidad y distribución vertical de epífitas vasculares en dos
tipos de bosque de la Cordillera Oriental Colombiana**

Yulimar Daza Suárez

Ludy Yurany Ramírez León

Trabajo de Grado para optar el título de Ingenieras Forestales

Director:

Diego Suescún Carvajal

Magíster en Bosques y Conservación Ambiental

Codirectora:

Paula Andrea Morales Morales

Bióloga, candidata al Magíster en Bosques y Conservación Ambiental

Universidad Industrial de Santander, sede Málaga

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia- IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Málaga 2022

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la vida, ser nuestra fortaleza en las dificultades que se nos presentan y por guiarnos en este recorrido que nos permitirá crecer profesionalmente.

A nuestros padres, por brindarnos su apoyo en cada etapa de nuestras vidas que nos permitieron cumplir este sueño.

A la Universidad Industrial de Santander, porque con todo su equipo interdisciplinario aportaron en nosotras conocimiento y valores para ser mejores personas.

Al Jardín Botánico de Bogotá, por abrirnos las puertas y permitirnos realizar la identificación taxonómica de las muestras, a su equipo de trabajo, en especial a Milton Rincón, Lina Corrales, Boris Villanueva, Diego Cabrera, Humberto Mendoza, Andrés Orejuela y Carlos Fonseca.

A nuestro director, el ingeniero Diego Suescún Carvajal por su apoyo incondicional, entrega y motivación que nos brindó a lo largo de nuestra carrera y proyecto.

A nuestra codirectora Paula Morales, por su gran apoyo y colaboración prestada en la realización del proyecto.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Contenido	Pág.
Introducción	12
Objetivos	14
Objetivo general:.....	14
Objetivos específicos:	14
1. Marco referencial	15
1.1 Marco histórico	15
1.2 Marco teórico	15
1.2.1 Epífitas vasculares	15
1.2.2 Clasificación de las plantas epífitas de acuerdo con el hospedero que utilizan como soporte (Granados et al., 2003).	16
1.2.3 Bosques altoandinos:	17
1.2.4 Servicios ecosistémicos proporcionados por las plantas epífitas.....	18
1.2.5 Índices de diversidad específica:	18
1.2.6 Apertura del dosel:	19
1.2.7 Índice de área foliar:	19
1.2.8 Características de la corteza de los hospederos:	19
1.3 Marco conceptual.....	20
2. Metodología	22
2.1 Área de estudio	22

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

2.2 Diversidad y composición florística de epífitas vasculares	25
2.3 Distribución vertical de epífitas vasculares	26
2.4 Colección y determinación de muestras botánicas	28
2.5 Apertura del dosel	28
2.6 Determinación de tipo de corteza.	30
2.7 Procesamiento de datos.....	32
2.8 Diversidad Alfa dentro de cada tipo bosque	32
2.9 Diversidad beta entre tipos de bosques	32
2.9.1 Análisis de las fotografías hemisféricas.....	33
3.1 Resultados	33
3.1.1 Diversidad y composición florística de las epífitas a nivel de tipo de cobertura.....	33
3.1.2 Diversidad y composición florística de las epífitas a nivel de la estratificación vertical	40
3.1.3 Apertura del dosel y área foliar.....	44
3.1.4 A nivel de hospedero	45
3.1.5 Características de la corteza de los hospederos.	47
3.1.6 Análisis estadístico y correlación entre variables	48
3.1.7 Análisis de componentes principales	48
3.1.8 Colecciones generales encontradas en la reserva La Llanada.	49
3.2 Discusión.....	49
4. Conclusiones	53

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

5. Recomendaciones54

Referencias bibliográficas.....78

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Coordenadas y altitud de las parcelas permanentes en el robledal.	24
Tabla 2. Coordenadas de las parcelas permanentes en el bosque mixto.....	25
Tabla 3. Clases diamétricas para la selección de los hospederos	25
Tabla 4. Subdivisión del hospedero en estratos verticales (Nieder & Zotz, 2015).....	27
Tabla 5. Metodologías para la determinación de ocho variables en la corteza de cada hospedero.	30
Tabla 6. Origen y estado de conservación, para algunas de las especies identificadas en el robledal.	37
Tabla 7. Origen y estado de conservación, para algunas de las especies identificadas en el bosque mixto.	38
Tabla 8. Diversidad por estrato para robledal y bosque mixto.	41
Tabla 9. Prueba de homogeneidad de datos y Anova para Robledal.....	42
Tabla 10. Prueba de homogeneidad de datos y Anova para bosque mixto.....	43
Tabla 11. Apertura del dosel y área foliar promedio para los dos tipos de bosque.	45
Tabla 12. Variables de corteza analizadas en los hospederos para robledal y bosque mixto.	47

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. Ubicación de parcelas robledal y bosque mixto, municipio de Concepción Santander.	23
Figura 2. Zonas de estratificación de hospederos según Johansson, tomado de (Nieder & Zotz, 2015).	26
Figura 3. Esquema de un sitio de toma de fotografías hemisféricas.....	29
Figura 4. Trípode modificado para la toma de las fotografías hemisféricas.....	29
Figura 5. A. Familias presentes en el robledal. B. Familias presentes en bosque mixto.	34
Figura 6. Abundancia de especies en el robledal.....	35
Figura 7. Abundancia de especies en bosque mixto.	36
Figura 8. Riqueza de especies en robledal y bosque mixto.	39
Figura 9. Abundancia por estrato para los dos tipos de bosque (robledal-bosque mixto).	40
Figura 10. Riqueza por estrato para los dos tipos de bosque (robledal-bosque mixto).	40
Figura 11. Diagrama de cajas Abundancia, Riqueza-Estrato vertical para Robledal.	43
Figura 12. Diagrama de cajas Abundancia, Riqueza-Estrato vertical para bosque mixto....	44
Figura 13. A. Diversidad de epífitas por hospedero en el robledal. B. Diversidad de epífitas por hospedero en el bosque mixto.....	45
Figura 14. Análisis de componentes principales para robledal y bosque mixto.	49

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice A. Epífitas vasculares encontradas en robledal y bosque mixto.....	55
Apéndice B. Recolección de información en campo.	62
Apéndice C. Colecciones generales encontradas en la reserva La Llanada.	64
Apéndice D. Fotografías de las colecciones generales encontradas en la reserva La Llanada.	65
Apéndice E. Correlación entre variables para robledal.	66
Apéndice F. Correlación entre variables para bosque mixto.	66
Apéndice G. Colores de corteza en los hospederos para los dos tipos de bosques.....	67
Apéndice H. Base de datos utilizada en los analisis de componentes principales (APC) en el robledal.	68
Apéndice I. Base de datos utilizada en los APC en bosque mixto.	69
Apéndice J. Resultados obtenidos por cada fotografia hemisferica para apertura del dosel y área foliar en el robledal.	70
Apéndice K. Resultados obtenidos por cada FH para apertura del dosel y área foliar en el bosque mixto.	72
Apéndice L. Resultados obtenidos en la toma de datos que caracterizan la corteza en robledal.	74
Apéndice M. Resultados obtenidos en la toma de datos que caracterizan la corteza en bosque mixto.	75

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Resumen

Título: Evaluación de la diversidad y distribución vertical de epífitas vasculares en ecosistemas altoandinos de la Cordillera Oriental Colombiana*

Autores: Yulimar Daza Suárez, Ludy Yurany Ramírez León**

Palabras Claves: Hospedero, robledal, apertura de dosel, cambio ambiental global, biodiversidad.

Descripción:

Los ecosistemas andinos cuentan con gran variedad de plantas epífitas que cumplen una función importante en la dinámica del bosque, ya que intervienen en el ciclaje de nutrientes, contribuyen en la interceptación de agua que regula las características bioclimáticas del bosque, presentan interacciones mutualistas con microorganismos artrópodos y proveen servicios ecosistémicos. Sin embargo, la diversidad de estas especies está siendo afectada actualmente por diferentes procesos de cambio ambiental global, como la deforestación, expansión de la frontera agropecuaria y el cambio climático. En este estudio, se realizó un análisis de la diversidad y distribución vertical de epífitas vasculares en dos bosques andinos, además de su relación con algunos rasgos de la corteza en los hospederos, mediante correlaciones y análisis de componentes principales.

Como resultados se obtuvo que en el robledal se encontraron 8 familias, 15 géneros y 25 especies, siendo más abundante la especie *Tillandsia cf. biflora*. Así mismo en el bosque mixto se evidenció la presencia de 9 familias, 21 géneros y 39 especies, siendo *Tillandsia sp1* la especie más abundante. En cuanto a la distribución vertical de epífitas en el robledal, la mayor riqueza se ubicó en los estratos Z2 y Z4 y la mayor abundancia en Z2 y Z3; encontrando algunas

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

diferencias en el bosque mixto, donde la mayor riqueza y abundancia se presentó en los estratos Z3 y Z4. Además, se constató que no existen diferencias significativas en los rasgos de corteza, también en la apertura del dosel y el índice de área foliar, entre los dos tipos de bosque.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Abstract

Title: Evaluation of the diversity and vertical distribution of vascular epiphytes in high Andean ecosystems of the Colombian Eastern Cordillera*

Authors: Yulimar Daza Suárez, Ludy Yurany Ramirez León**

Keywords: Phorophyte, oak forest, canopy opening, global environmental change, biodiversity.

Description:

The Andean ecosystems have a great variety of epiphytic plants that play an important role in the dynamics of the forest, since they intervene in the cycling of nutrients, contribute to the interception of water that regulates the bioclimatic characteristics of the forest, and have mutualistic interactions with arthropod microorganisms. and provide ecosystem services. However, the diversity of these species is currently being affected by different processes of global environmental change, such as deforestation, expansion of the agricultural frontier and climate change. In this study, an analysis of the diversity and vertical distribution of vascular epiphytes in two Andean forests was carried out, in addition to their relationship with some host bark traits, through correlations and principal component analysis.

As a result, it was obtained that 8 families, 15 genera and 25 species were found in the oak forest, the most abundant being the species *Tillandsia* cf. *biflora*. Likewise, in the mixed forest, the presence of 9 families, 21 genera and 39 species was evidenced, being *Tillandsia* sp1 the most abundant species. Regarding the vertical distribution of epiphytes in the oak forest, the greatest richness was located in strata Z2 and Z4 and the greatest abundance in Z2 and Z3; finding some differences in the mixed forest, where the greatest richness and abundance occurred in strata Z3 and Z4. In addition, it was found that there are no significant differences in bark traits, also in canopy opening and leaf area index, between the two forest types.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Introducción

Las epífitas vasculares son componentes significativos de los bosques tropicales, tanto por el número de especies como por la biomasa que acumulan (Arévalo y Betancur, 2004); estas plantas cumplen un papel fundamental en la dinámica del bosque, debido a que contribuyen en el mantenimiento de los ciclos ecohidrológicos y biogeoquímicos (Jiménez, 2016); además, proporcionan alimento y hábitat para vertebrados, invertebrados y microorganismos (Higuera y Wolf, 2010).

Las plantas epífitas representan aproximadamente el 10% de la flora vascular del mundo, divididas en 876 géneros y 84 familias, sobresaliendo: Bromeliaceae, Orchidaceae, Araceae, Gesneriaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Ericaceae y Melastomataceae (Hechavarria & Ferro, 2017). Se estima además que el 10% de las plantas vasculares y cerca del 30% de la diversidad de especies en los bosques andinos son epífitas (Henao et al., 2012). Sin embargo, los bosques andinos, particularmente diversos en epífitas son altamente sensibles a fenómenos como el cambio climático, la deforestación y la degradación por intervención antrópica, dando como resultado su conversión a suelos agrícolas, pastizales o áreas de minería lo que provoca un impacto negativo en la diversidad de ecosistemas andinos colombianos, ya que estos solo cuentan con una décima parte de su extensión original (Quintero et al., 2017).

Analizar los patrones de diversidad de las plantas epífitas es importante, debido a que estas son indicadoras del estado de conservación de los ecosistemas. Conocer la diversidad, composición florística y estructura de estas especies en los bosques altoandinos, permite identificar las alteraciones en su funcionamiento ecológico del ecosistema (Alvear et al., 2010). La pérdida de epífitas se puede ver reflejada en la disminución de la diversidad faunística o el

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

aumento de los niveles de dióxido de carbono a nivel mundial, lo que contribuye a impactos negativos del cambio climático.

El presente estudio se realizó en la Cordillera Oriental de Colombia, hacia la zona occidental del complejo de páramo del Almorzadero, en la Reserva Natural de la Sociedad Civil “La Llanada”. Ecosistemas donde no se han realizado estudios de este tipo, y que tiene gran importancia ya que, conocer la riqueza, abundancia y distribución vertical de las plantas epífitas de los bosques, permite identificar algunos de los servicios ecosistémicos que proveen, para así articular información y generar planes investigación, conservación y restauración de estos bosques.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Objetivos

Objetivo general:

Evaluar la diversidad, composición florística y distribución vertical de epífitas vasculares, y su relación con variables florísticas y estructurales de un robledal y un bosque mixto en la reserva de la sociedad civil La Llanada.

Objetivos específicos:

1. Determinar la riqueza, abundancia, diversidad y composición florística de epífitas vasculares por estrato vertical y tipo de bosque en la zona estudiada.
2. Relacionar la diversidad, composición florística y distribución vertical de las epífitas vasculares con variables florísticas y estructurales del robledal y bosque mixto.
3. Identificar el tipo de corteza de cada hospedero y relacionar estos rasgos de corteza con la diversidad de epífitas vasculares en los dos bosques andinos.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

1. Marco referencial

1.1 Marco histórico

Los primeros reportes de epífitas se realizaron por Cristopher Columbus en el siglo XV y Alexander von Humboldt en el siglo XVIII; el término epífita fue introducido por Mirbel en 1815 botánico y político francés; tiempo después se utilizó por el naturalista alemán Martius en 1842, quien mencionó que estas plantas se desarrollan sobre otras utilizándolas como soporte, sin causarles daño alguno (Espinosa, 2011). Las epífitas evolucionaron estando en condiciones de buena disponibilidad de agua, ya que, sus ancestros fueron plantas acuáticas, por lo que al adaptarse al ambiente terrestre se enfrentaron a condiciones de estrés hídrico y baja disponibilidad de nutrientes (Granados et al., 2003). El grupo de las bromelias ha sido utilizado por la humanidad desde tiempos antiguos, debido a su considerable importancia económica en comunidades aledañas al hábitat natural de las mismas (Wolf & Konings, 2001).

1.2 Marco teórico

1.2.1 *Epífitas vasculares*

Las epífitas vasculares son un grupo de plantas taxonómicamente heterogéneo, el aire y agua son los agentes encargados de nutrirlas mediante el transporte de partículas y restos orgánicos (Granados et al., 2003). Tanto los nutrientes del agua como del aire son de gran importancia, especialmente para las holoepífitas, ya que éstas en ninguna etapa de su ciclo de vida tienen la posibilidad de anclarse al suelo para obtener nutrientes. La diversidad de epífitas vasculares en bosques tropicales es más representativa que en bosques de zonas templadas; por ejemplo, los bosques andinos han sido considerados de gran importancia como áreas de especiación y diversidad (Álzate et al., 2017).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Estas especies representan un porcentaje considerable a nivel mundial; ya que se han descrito alrededor de 29.000 especies en el mundo y Colombia cuenta con aproximadamente 4569 especies distribuidas en mayor proporción en los bosques húmedos tropicales y de montaña (Hechavarria & Ferro, 2017). Dentro de las familias más representativas de epífitas vasculares se encuentran Araceae, Bromeliaceae y Orchidaceae (Mondragón et al., 2015).

Estas especies juegan un papel funcional importante en la dinámica de nutrientes del ecosistema, además de la acumulación de agua y detritos, las epífitas favorecen la presencia de fauna exclusiva y diversa (Hechavarria & Ferro, 2017). Una característica muy importante de las epífitas vasculares es que no son plantas parásitas, ya que solo utilizan al árbol como hospedador sin causarle ningún daño o perjuicio, pues éstas solo usan al árbol como soporte para tener mejores oportunidades en la captación de luz (Flórez y Montaña, 2015).

1.2.2 Clasificación de las plantas epífitas de acuerdo con el hospedero que utilizan como soporte (Granados et al., 2003)

Epífitas autótrofas: son epífitas fotosintéticas que se asientan sobre un hospedero leñoso.

Epífitas accidentales: son epífitas que no poseen modificaciones particulares para la vida en el dosel arbóreo, crecen en ocasiones hasta madurar en el huésped sin tener un arraigo en el suelo.

Epífitas facultativas: habitan tanto en el dosel forestal como en el suelo indistintamente.

Epífitas hemiepífitas: integra especies que comienzan su vida como epífitas y posteriormente devienen en organismos que arraigan al suelo.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Epífitas verdaderas: pasan rutinariamente su ciclo vital completo sin el mínimo contacto con el suelo o con el tejido vascular del huésped.

1.2.3 Bosques altoandinos

La composición florística y estructural de la vegetación en la cordillera de los Andes, es el resultado de muchos factores que actúan a través del tiempo. Los bosques que se presentan en ella experimentan procesos excepcionales que dan como resultado el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos y que les permiten tener una alta diversidad, especiación y adaptación. Entre los bosques altoandinos más representativos en Colombia están los robledales, bosques dominados por *Quercus humboldtii*, especie característica de los Andes colombianos que desarrolla asociaciones con numerosas especies de flora y fauna. Actualmente, sus poblaciones se han visto afectadas por procesos de degradación ambiental provocando que la especie sea categorizada como Vulnerable según los criterios de la UICN (González & Parrado 2010).

1.2.3.1 Servicios ecosistémicos de los bosques andinos:

- **Abastecimiento:** provisión de alimentos, plantas (medicinales, ornamentales, comestibles, entre otras) y materia prima para artesanías o usos maderables.
- **Regulación:** albergue de especies entre ellas las endémicas, mantenimiento y regeneración del hábitat, purificación de aguas, regulación climática, captación y fijación de dióxido de carbono, mantenimiento y regeneración del hábitat.
- **Cultural:** belleza escénica, inspiración artística, y son bioindicadores del estado de conservación de los ecosistemas (Rodríguez et al., 2019).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

1.2.4 *Servicios ecosistémicos proporcionados por las plantas epífitas*

La presencia de plantas epífitas en los bosques altoandinos favorece la producción de diversos bienes y servicios que satisfacen a las comunidades, uno de estos es el aporte que ofrecen a los ciclos de agua y nutrientes; ya que albergan y regulan agua, fijan iones y su biomasa aporta elementos que son incorporados al suelo y aprovechados por otros organismos (Granados et al., 2003)

Las plantas epífitas también aportan alimento y hábitat para diversas especies de fauna que, a su vez, presentan interacciones mutualistas con microorganismos, artrópodos y algunos grupos de vertebrados (Galeano, 2009). Por otra parte, la presencia de epífitas en los bosques también son un indicador de su estado de conservación e igualmente en términos culturales ofrecen servicios de enriquecimiento, estéticos y espirituales.

1.2.5 *Índices de diversidad específica*

La diversidad biológica es la variabilidad de los organismos vivos, comprende la diversidad específica entre especies y ecosistemas, la cual fue definida mediante la ley No. 165 de 1994. Para realizar análisis de diversidad, se debe tener un buen conocimiento de la composición taxonómica y considerar que todos los individuos asignados a una clase son idénticos, es decir, no designar una variabilidad entre ellos. La diversidad es una variable estrechamente relacionada con la riqueza de especies y la abundancia (Gonza, 2015), los índices propuestos para caracterizar la riqueza específica han sido muchos, sin embargo, dentro de los índices que combinan las dos variables mencionadas anteriormente, se encuentran Shannon-Wiener, Simpson, Berguer Parker y Margalef (Orellana, 2009).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

1.2.6 *Apertura del dosel*

Es una característica del dosel del bosque que depende de la estructura foliar de sus árboles. Las características que definen esta estructura son: la distribución espacial de los individuos arbóreos, la composición específica, la densidad, la estructura de las copas, el estado fenológico, la edad del bosque y el manejo o el nivel de intervención que ha tenido dicha área boscosa. La descripción de la estructura del dosel genera información valiosa para caracterizar a los distintos tipos de bosque, debido a que regula las características en el sotobosque, y de esto depende en gran medida la cantidad de radiación solar que llega hacia el interior del bosque (Cabrelli et al., 2006).

1.2.7 *Índice de área foliar*

El índice de área foliar (IAF) de un bosque define la capacidad de la cubierta vegetal para interceptar la radiación fotosintética activa y proporciona información de la cantidad de superficie foliar (m^2) en 1 m^2 de la superficie de terreno. Además, la magnitud del área foliar define la capacidad que tiene la planta para interceptar la radiación fotosintéticamente activa (RFA), la cual es una fuente de energía que las plantas utilizan para diseñar tejidos y proveer compuestos alimenticios para su supervivencia. A partir de esta estimación, se podrá realizar un análisis fotosintético importante para entender los mecanismos de intercambio de energía y agua que ayuda a entender las interacciones a nivel de ecosistema (Warnock et al., 2006).

1.2.8 *Características de la corteza de los hospederos*

Las propiedades de la corteza afectan a las epífitas por diferentes vías, a través del relieve o rugosidad, estructura, porosidad y composición química. La mayoría de las investigaciones han sido realizadas teniendo en cuenta dos estados básicos de la textura de la corteza de los

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

hospederos: lisa y rugosa (Hechavarria & Ferro, 2017). Así mismo el autor Ferro (2016), clasifica la corteza de la siguiente manera:

- **Lisa:** corteza completamente lisa o con pequeñas escamas, pero con patrón regular liso.
- **Medianamente rugosa:** corteza con agrietamiento o fisurado ligero cuyas hendiduras son poco profundas ($< 2,5$ mm) y escasamente separadas ($< 1,5$ mm).
- **Rugosa:** corteza cuyo agrietamiento o fisurado tiene hendiduras más profundas ($\geq 2,5$ mm) y más separadas ($\geq 1,5$ mm).

1.3 Marco conceptual

- **Área protegida:** se entiende un área definida geográficamente que haya sido regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Alfonso, 2014).
- **Abundancia absoluta:** número de individuos de una especie presentes en un área (Iker et al., 2007).
- **Biodiversidad:** se define como la variación de formas de vida de especies (plantas, animales, hongos y microorganismos), las cuales ocupan un lugar determinado en los ecosistemas a los que pertenecen, los paisajes o las regiones en donde se ubican e incluyen los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes (Maycotte, 2011).
- **Bosque altoandino:** son ecosistemas que albergan importantes muestras de la biodiversidad, y cumplen importantes funciones, entre éstas, la regulación hídrica (Torres, 2016).
- **Cambio ambiental global:** es un cambio en el medio ambiente mundial como las alteraciones en el clima, en la productividad del suelo, en los recursos acuáticos, en la

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

química de la atmósfera o en la ecología de los ecosistemas que altera la capacidad del planeta para sustentar la vida (Garea et al., 2009).

- **Diversidad biológica:** se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de las especies y los ecosistemas (Alfonso, 2014).
- **Ecosistema:** conjunto de sistemas complejos sustituidos por numerosos componentes como los seres vivos y el ambiente físico; los cuales interactúan en diversas escalas espaciotemporales permitiendo el intercambio de energía-materia, con funciones y estructuras específicas, por lo que representan algo más que la suma de cada componente (Badii et al., 2015).
- **Epífitas vasculares:** son plantas que crecen sobre otras plantas, principalmente en las copas de los árboles (Krömer et al., 2014).
- **Estructura del bosque:** es la descripción del bosque que establece cómo están distribuidos los individuos en el espacio disponible, siendo también una forma práctica para observar cómo y dónde están compitiendo los árboles y la existencia de estratos más dominantes que otros (Zamora, 2011).
- **Hospedero:** especie hospedera arbórea o arbustiva que es colonizada por epífitas (Hechavarria & Ferro, 2017).
- **Hábitat:** lugar o tipo de ambiente en el que existen naturalmente un organismo o una población (Alfonso, 2014).
- **Índice de Equitatividad:** es que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre especies (Moreno, 2001).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

- **Índice de Shannon-Wiener:** expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001).
- **Índice de Simpson:** manifestación de la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Moreno, 2001)
- **Índice de Jaccard:** índice de similitud entre dos bosques; es decir, relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas (Villareal et al., 2004).
- **Reserva natural de la sociedad civil:** hace referencia a una categoría de área protegida de gobernanza privada integrante del Sistema Nacional de Áreas Protegidas-SINAP (Pérez & Zambrano 2009).
- **Riqueza específica:** número total de especies presentes en una comunidad (Moreno, 2001).
- **Servicio ecosistémico:** contribución directa e indirecta que ofrecen los ecosistemas al bienestar humano, que incrementan su calidad de vida (Minambiente, 2017).

2. Metodología

2.1 Área de estudio

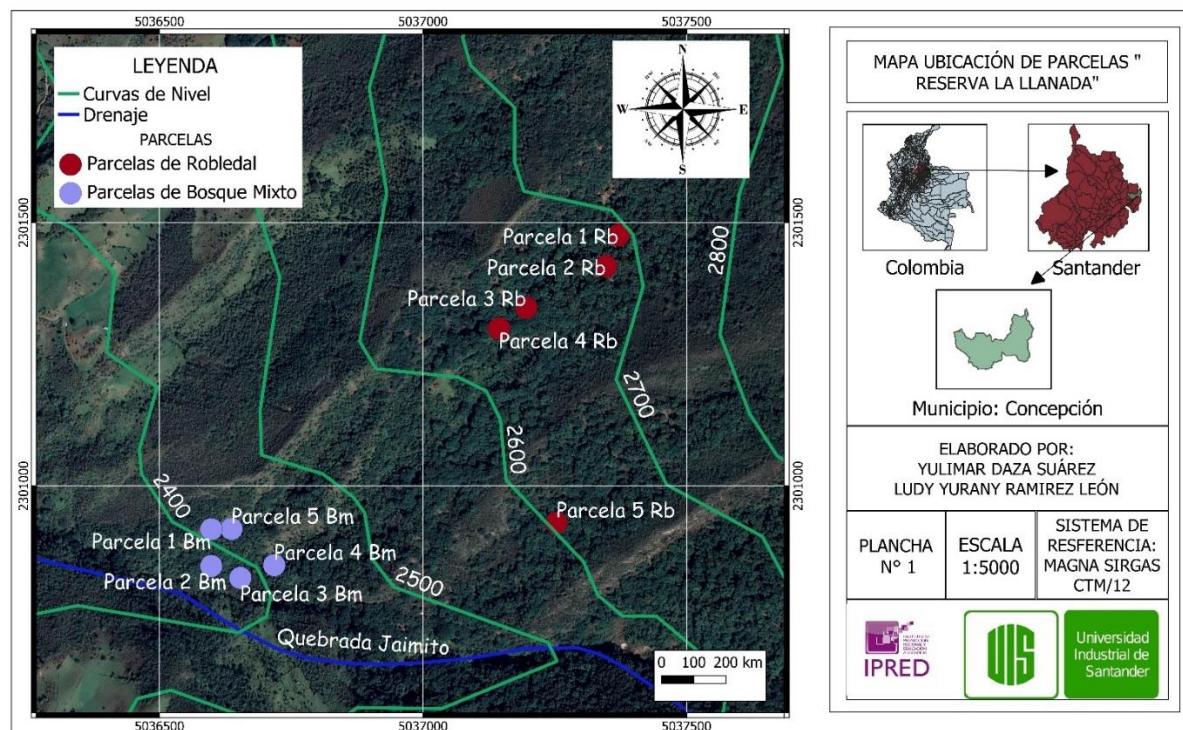
La investigación se llevó a cabo en la Reserva Natural de la Sociedad Civil (RNSC) “La Llanada”, creada mediante la resolución N° 209 del 29 de diciembre del 2015. La reserva cuenta con una extensión aproximada de 281 ha y se ubica en la vereda Junín del municipio de Concepción, Santander (Figura 1). Se ubica en las coordenadas Norte: 6°43’40,89” y Oeste: 72°39’37,14”, y presenta una altitud entre los 1800-2800 m s. n. m. Su temperatura media anual

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

oscila entre 12 y 18°C, con una precipitación promedio anual de 1500 mm y una humedad relativa del 80%. Este estudio se realizó al interior de 10 parcelas permanentes de 0,1 ha, cinco de las parcelas se localizaron en un robleal y cinco en bosque mixto.

Figura 1

Ubicación de parcelas robleal y bosque mixto, municipio de Concepción Santander.



Robleal de la RNSC "La Llanada": los robledales dominan la mayoría del paisaje en las zonas altas de la provincia de García Rovira; en el robleal de La Llanada la mayor cantidad de individuos se encuentran en la etapa juvenil presentando una curva de distribución diamétrica en J invertida, típico de bosques en proceso de sucesión. Este bosque, presenta un cociente de mezcla de 0,19, un índice de diversidad alfa Simpson de 0,41 y Shannon 0,90 (Calderón y Olejua, 2020).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

A nivel estructural, el bosque presenta un DAP medio de 28,5 cm, un área basal de 14,11 m²/ha, una densidad promedio de 318 individuos/ha y altura media del dosel de 14,4 m. En la Tabla 1, se encuentran registradas las coordenadas y altitud correspondientes a las parcelas de este tipo de bosque.

Tabla 1

Coordenadas y altitud de las parcelas permanentes en el robledal.

Parcela	Latitud	Longitud	Altitud (m s. n. m.)
1	6°43'36,03"	72°39'49,54"	2630
2	6°43'41,81"	72°39'42,15"	2679
3	6°43'37,32"	72°39'47,86"	2650
4	6°43'36,03"	72°39'49,54"	2630
5	6°43'24,02"	72°39'46,00"	2603

Tomada de (Calderón y Olejua, 2020).

Bosque mixto de la RNSC “La Llanada”: este bosque a diferencia del robledal no presenta una especie dominante, sin embargo, las tres especies más importantes según el IVI son *Clusia sp. 1*, *Myrsine sp. 1* y *Escallonia pendula*. A pesar de que el bosque se encuentra protegido, posee una intervención antrópica producto de la extracción de madera y apertura de caminos. Presenta un cociente de mezcla de 0,15, un índice de diversidad alfa Simpson de 0,63 y Shannon 1,42 (Hernández y Álvarez, 2020).

A nivel estructural, el bosque presenta un DAP medio de 19,5 cm, un área basal de 14,61 m², una densidad de 626 individuos/ha y altura media del dosel de 9,3 m (Hernández y Álvarez, 2020). En la Tabla 2, se encuentra registrada la ubicación geográfica para las parcelas de bosque mixto.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Tabla 2

Coordenadas de las parcelas permanentes en el bosque mixto.

Parcela	Norte	Este	Altitud (m s. n. m.)
6	6°43'23,64"	72°40'9,91"	2394
7	6°43'21,37"	72°40'7,35"	2390
8	6°43'20,63"	72°40'5,55"	2384
9	6°43'21,42"	72°40'3,45"	2411
10	6°43'23,66"	72°40'6,09"	2430

Tomada de (Hernández y Álvarez, 2020).

2.2 Diversidad y composición florística de epífitas vasculares

La diversidad de epífitas vasculares fue caracterizada mediante la metodología SVERA (Wolf et al., 2009). Este es un protocolo utilizado para la toma y comparación de muestras de la riqueza y abundancia de epífitas, en áreas boscosas que difieren en la estructura forestal.

El inventario de epífitas se realizó en 35 árboles para cada tipo de bosque (robledal y bosque mixto), obteniendo un total de 70 hospederos de plantas epífitas. La selección se hizo de acuerdo con la cantidad de hospederos sugeridos por categoría diamétrica en la metodología SVERA (Tabla 3), este procedimiento se realizó de forma aleatoria entre los individuos arbóreos de la parcela utilizando el programa Microsoft Excel por medio de la función “aleatorio”.

Tabla 3

Clases diamétricas para la selección de los hospederos

Clase diamétrica (cm)	Número de hospederos
5 – 10	5

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

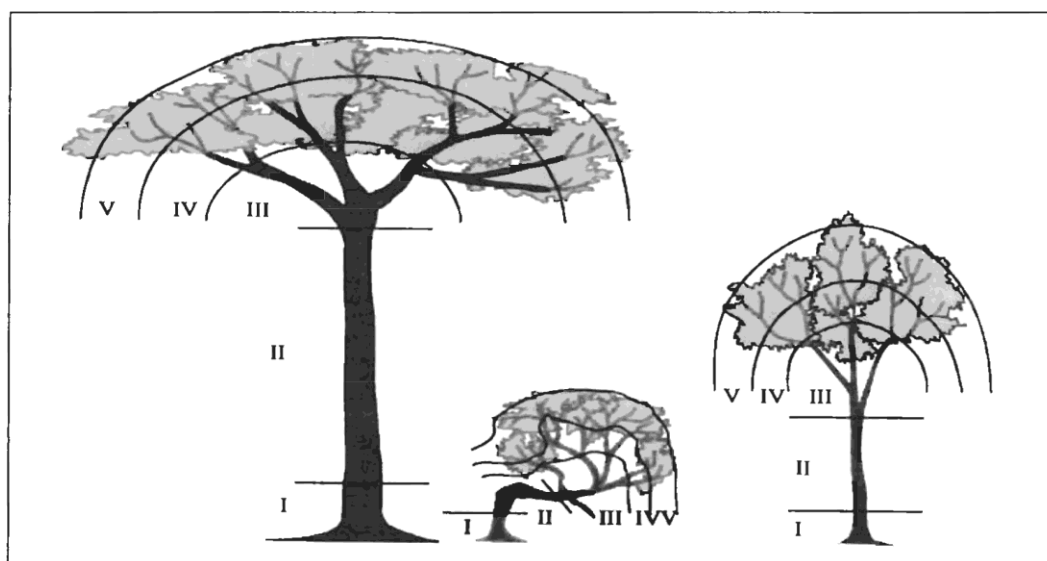
Clase diamétrica (cm)	Número de hospederos
10,1 - 15	5
15,1 - 20	5
20,1 - 25	5
25,1 - 30	5
>30	10
Total	35

2.3 Distribución vertical de epífitas vasculares

La distribución vertical de epífitas vasculares se determinó usando la metodología propuesta por Johansson (1974), que estratifica el hospedero en cinco zonas a lo largo de su altura (Figura 2).

Figura 2

Zonas de estratificación de hospederos según Johansson, tomado de (Nieder & Zotz, 2015).



DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Para subdividir el hospedero en estratos verticales, se realizó una estandarización de acuerdo con los criterios escritos en la Tabla 4, donde se especifican las zonas óptimas para subdividir los hospederos. Así mismo, se realizó el conteo y registro de epífitas vasculares en el fuste de cada hospedero teniendo como punto de partida la primera zona (Z1), y se realizó en el sentido de las manecillas del reloj; además, para el caso de la copa, se hizo con el mismo método anterior con la diferencia de que el conteo se comenzó desde el inicio de las ramificaciones hacia su exterior.

Tabla 4

Subdivisión del hospedero en estratos verticales (Nieder & Zotz, 2015).

Zona	Descripción
Z1	De la base del tronco hasta los 1,3 m
Z2	Desde los 1,3 m de altura hasta la primera ramificación
Z3	1/3 de la copa (ramas primarias)
Z4	1/3 de la copa (ramas secundarias)
Z5	1/3 de la copa (ramas terciarias)

Los datos de riqueza y abundancia de epífitas vasculares en relación con la distribución vertical, se recolectaron en un formato de campo, donde se consignaron los datos de identificación y clasificación de cada individuo. Los resultados se analizaron en dos escalas, a nivel de bosque y según su estrato vertical. La identificación en campo se realizó mediante observación de los individuos epífitos con ayuda de binoculares, registro fotográfico y recolección de muestras botánicas en lo posible fértiles, para su posterior identificación en herbario.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

2.4 Colección y determinación de muestras botánicas

La colecta se realizó mediante la utilización de un corta ramas y unas tijeras podadoras. Estas muestras se rotularon con un código perteneciente a los individuos colectados con ayuda de un lápiz de cera y posteriormente se herborizaron procurando fijar hojas por el haz y por el envés, para facilitar la identificación del espécimen. Adicionalmente, se colectaron flores en líquido en una solución de etanol y glicerina en recipientes de vidrio para mejorar la resolución de las determinaciones taxonómicas en herbario. Estos procedimientos se realizaron teniendo en cuenta los métodos usados por el instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH, 1998), en el desarrollo de inventarios de biodiversidad.

Las muestras fueron enviadas al herbario del Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá (JBB), para su respectivo secado al horno por 36 horas a 60 °C por dos o tres días dependiendo del grosor del tejido vegetal. Posteriormente, se realizó la identificación de muestras a nivel taxonómico y las fichas botánicas, las cuales fueron entregadas al herbario JBB para el montaje e inclusión, donde solo se incluyeron los individuos fértiles.

La identificación taxonómica se realizó mediante la comparación con especímenes del herbario JBB y fuentes bibliográficas. La identificación de las especies fue realizada por las autoras del presente estudio y revisada por personal del JBB con el fin de obtener mayor certeza en los resultados. La codificación usada para rotular las muestras botánicas se basó en el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander van Humboldt (Villareal et al., 2004).

2.5 Apertura del dosel

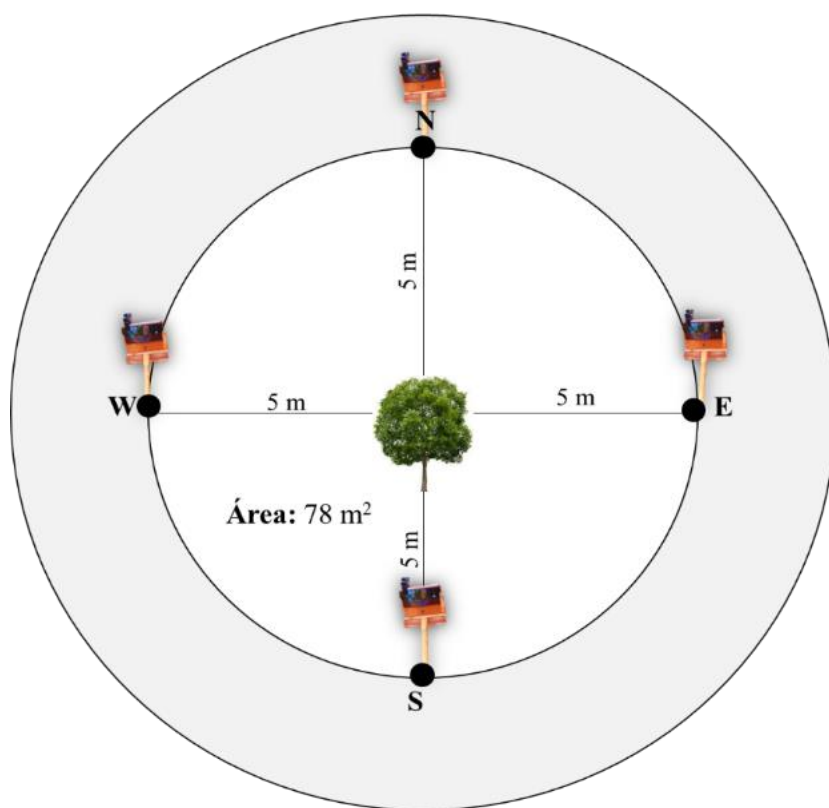
Se determinó implementando una modificación de la metodología propuesta por Roblero (2013), ya que ésta establece parcelas circulares con un área de 500 m², donde se toman ocho

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

fotografías hemisféricas (FH) del dosel, cuatro a una distancia de 5 m y cuatro a una distancia de 10 m. En este caso se tomaron cuatro fotografías, en un área de 78 m² a una distancia de 5 m, una por cada punto cardinal (N, S, E y W). Las fotografías se tomaron con un trípode, un teléfono con cámara integrada y una aplicación tipo lente “ojo de pez”. En cada tipo de bosque se tomaron 140 fotos, para un total de 280 fotografías hemisféricas.

Figura 2

Esquema de un sitio de toma de fotografías hemisféricas.



Debido a las diferentes inclinaciones que se presentaron en el área de trabajo, las FH fueron tomadas con un trípode a 1,30 m, modificado con una base rectangular para soportar el teléfono; así mismo, al trípode modificado en la parte inferior y superior se adaptaron dos niveles para verificar la alineación horizontal correcta de la cámara para la toma de FH.

Figura 3

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Trípode modificado para la toma de las fotografías hemisféricas.



2.6 Determinación de tipo de corteza

En la Tabla 5, se presenta la metodología que se utilizó para determinar las variables que clasificaron los tipos de cortezas y su posible relación con la abundancia de epífitas en cada tipo de bosque.

Tabla 5

Metodologías para la determinación de ocho variables en la corteza de cada hospedero.

Variable	Descripción	Unidad
Color	Esta variable se determinó implementando la tabla Munsell Castro (2018), en la cual, se tuvo en cuenta cada uno de los códigos por color y se eligió el que más se ajustó a la tonalidad de la corteza.	Código
Grosor	Para esta variable se determinó el ancho de la corteza en cada hospedero sacando una muestra de $\frac{1}{2}$ cm * $\frac{1}{2}$ cm con ayuda de una	Mm

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Variable	Descripción	Unidad
	espátula y una navaja, además se selló la herida añadiendo un cicatrizante a base de pintura y oxiclورو de cobre; y finalmente para tomar la medida se utilizó un pie de rey.	
Nivel de Rugosidad	La rugosidad se determinó de acuerdo con las categorías propuestas por (Ferro, 2016), y usando un pie de rey para las mediciones. Categorías según Ferro: • 1: Corteza completamente lisa o con pequeñas escamas, pero con patrón regular liso. • 2: Medianamente rugosa: corteza con agrietamiento o fisurado ligero cuyas hendiduras son poco profundas ($< 2,5$ mm) y escasamente separadas ($< 1,5$ mm). • 3: Rugosa: Corteza cuyo agrietamiento o fisurado tiene hendiduras más profundas ($\geq 2,5$ mm) y más separadas ($\geq 1,5$ mm).	Mm
Cobertura de briófitas	Para esta variable se estimó la cobertura de briófitas (musgo y hepáticas) presente en cada árbol hospedero, a una distancia horizontal de 4 m hacia la norte del hospedero (observación directa).	Porcentaje (%)
Presencia (o ausencia) de exudado	Se determinó mediante la observación de la presencia o ausencia de exudados como látex o resinas en cada hospedero al momento de tomar la muestra de $\frac{1}{2} * \frac{1}{2}$ cm para medir el grosor.	0: Ausencia 1: Presencia
Densidad de lenticelas	La determinación de la densidad de lenticelas se realizó mediante la implementación de una malla de 9*9 cm en cada hospedero a una altura del fuste de 1,30 m en la norte y se realizó el proceso solo una vez por hospedero, la cual permitió observar el porcentaje de lenticelas presentes en un área de 81 cm ² .	Valor numérico

2.7 Procesamiento de datos

Para caracterizar la diversidad de epífitas, y determinar la heterogeneidad del conjunto de epífitas vasculares y la dominancia de especies que se presentó en el robledal y el bosque mixto, se calcularon índices de diversidad alfa (Shannon-Wiener y Simpson) por hospedero y estrato vertical en cada bosque. Con el fin de contrastar la riqueza y abundancia de especies en cada bosque y la similitud o diferencias que existen entre ellos, se calculó el índice de diversidad de Jaccard entre los tipos de bosques. Para realizar estos procedimientos se tuvo como base las siguientes fórmulas:

2.8 Diversidad Alfa dentro de cada tipo bosque

El índice de Shannon-Wiener se calculó mediante la fórmula:

Fórmula 1: $H' = -\sum p_i \cdot \log_2(p_i)$

Donde:

p_i : abundancia relativa de cada especie (en número de individuos o en cobertura).

El índice de Simpson (λ) se calculó:

Fórmula 2: $\lambda = \sum p_i^2 = 1/\lambda = 1/\sum p_i$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de una especie (n_i/N).

2.9 Diversidad beta entre tipos de bosques

Coeficiente de similitud Jaccard (I_J):

Fórmula 3: $I_J = c/a+b-c$

Donde:

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

a = número de especies presentes en el sitio A.

b = número de especies presentes en el sitio B.

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Para relacionar la diversidad de epífitas con la estructura y diversidad del bosque se implementaron correlaciones de Pearson entre las variables medidas y/o calculadas, Anovas y se complementó con un análisis de componentes principales (ACP). Estos análisis se realizaron en el programa Microsoft Excel y el software estadístico R mediante la plataforma R-estudio (2020).

2.9.1 Análisis de las fotografías hemisféricas

Las FH se procesaron en el software Gap Light Analyzer (GLA, VERSIÓN 2.0), en el cual se configuraron parámetros de altitud, latitud y elevación para el cálculo de la apertura del dosel. Por otro lado, la pendiente del terreno se corrigió en campo, razón por la cual no se tuvo en cuenta en la configuración del software para el análisis de las fotografías. Se modificó el umbral de manera que no se sobreestimara el espacio que ocupaba el cielo y el área foliar, a partir de la imagen original con respecto a la que representó el programa. Las 280 fotografías fueron analizadas por una sola persona para minimizar la variación en los resultados obtenidos (Espinosa & Joya, 2020).

3.1 Resultados

3.1.1 Diversidad y composición florística de las epífitas a nivel de tipo de cobertura

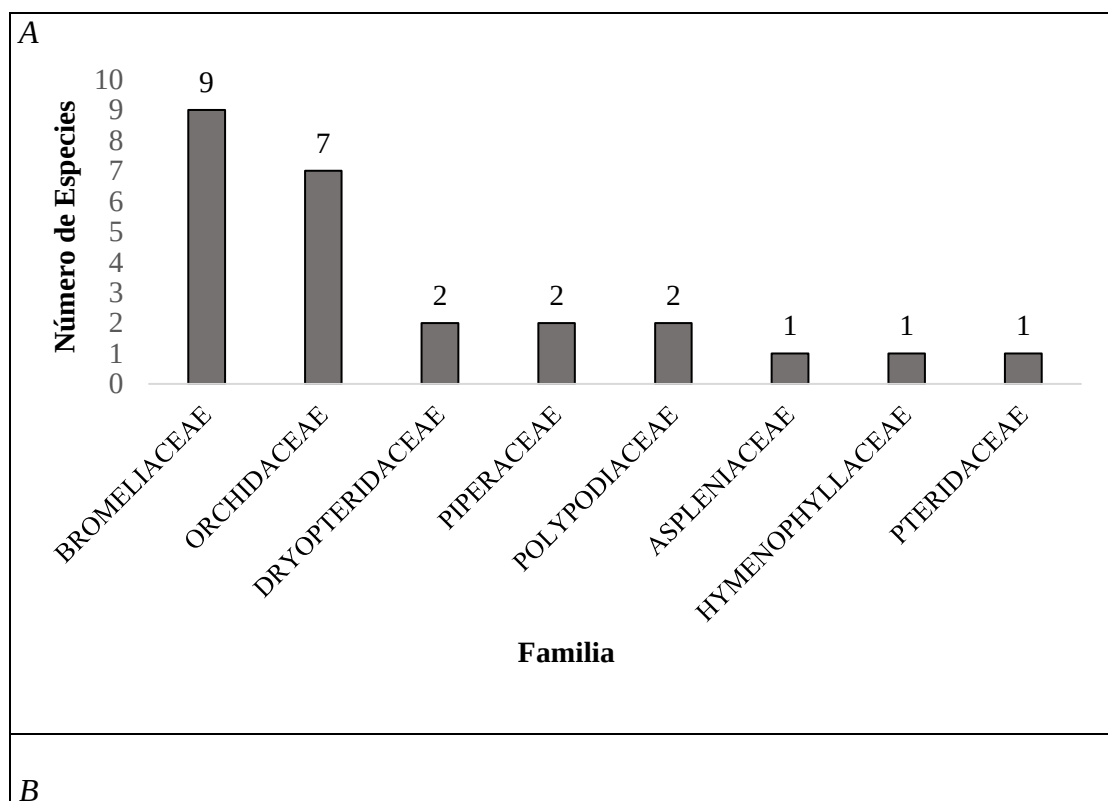
Una vez tomados los datos en campo, y realizado el respectivo procesamiento, se obtuvieron los siguientes resultados para los dos tipos de bosque en estudio. En el

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

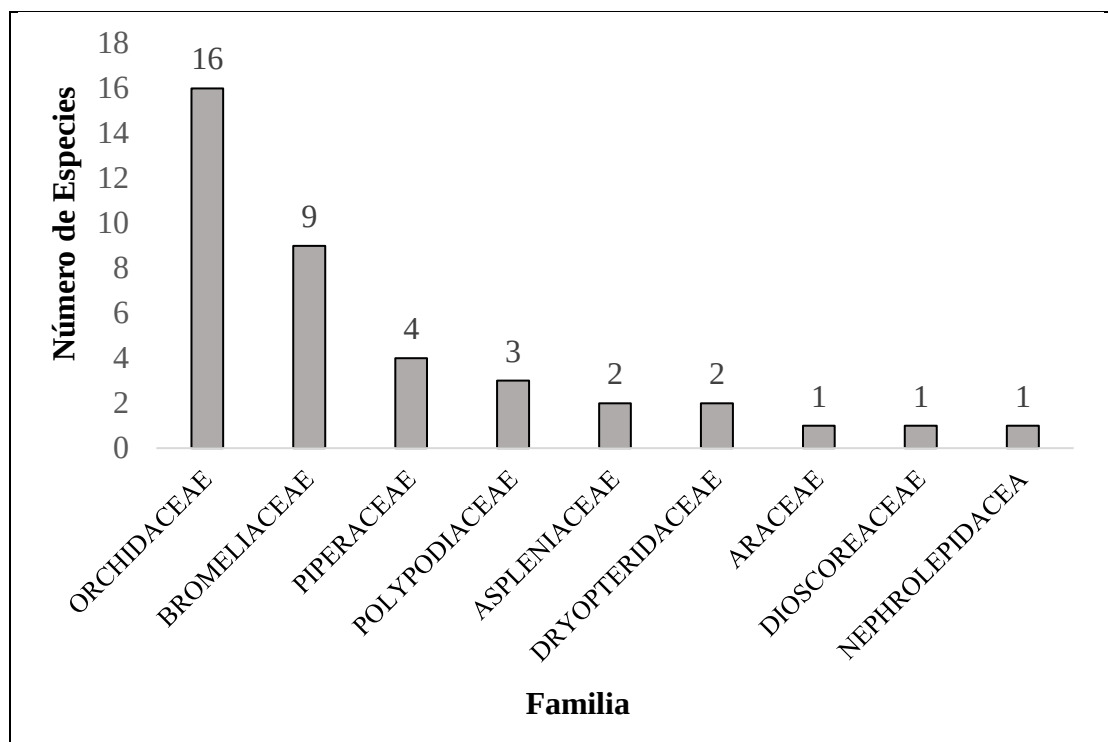
robleal se encontró un total de 8 familias (Figura 5A), donde la más representativa por riqueza fue Bromeliaceae. Mientras que, en el bosque mixto se registró un total de 9 familias (Figura 5B), siendo Orchidaceae la familia con mayor riqueza de especies. Los dos tipos de bosques comparten 6 familias: Aspleniaceae, Bromeliaceae, Dryopteridaceae, Orchidaceae, Piperaceae y Polypodiaceae.

Figura 4

A. Familias presentes en el robleal. B. Familias presentes en bosque mixto.



DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

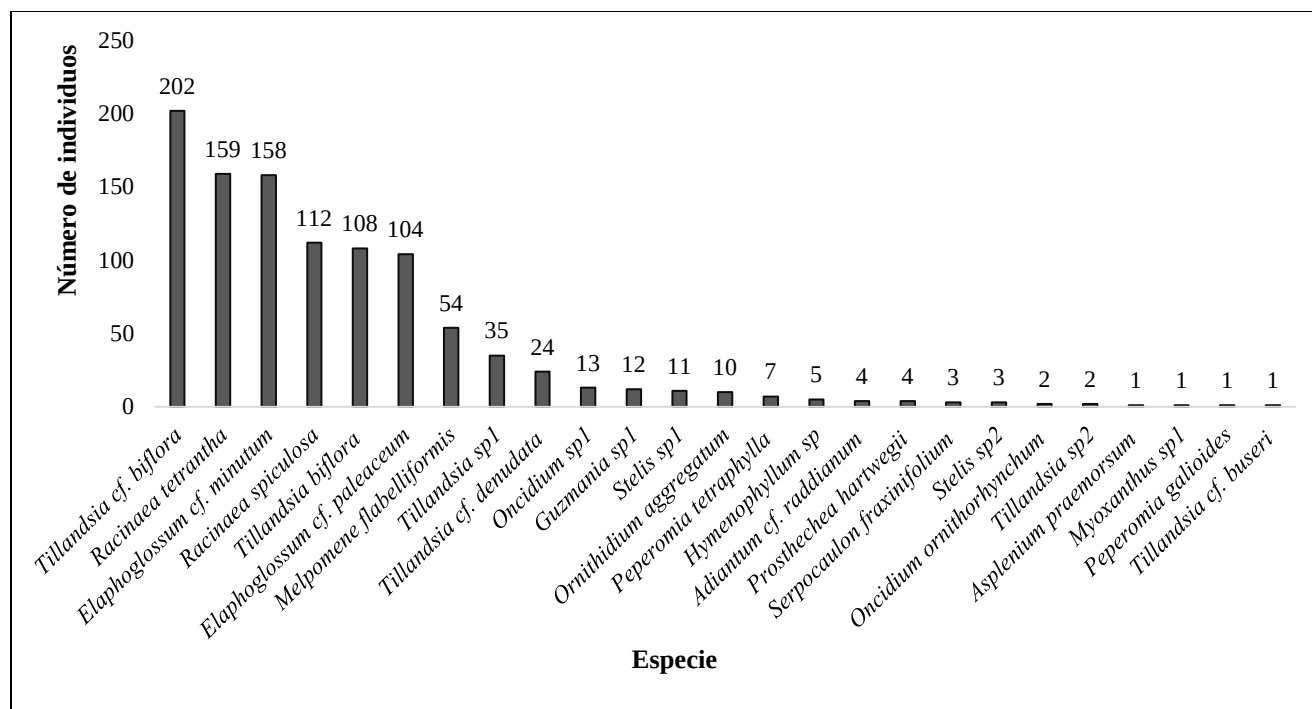


Entre las especies más abundantes en el robledal estuvieron *Tillandsia cf. biflora*, *Racinaea tetrantha*, *Elaphoglossum cf. minuto*, *Racinaea spiculosa* y *Tillandsia biflora*, por el contrario, las menos frecuentes fueron; *Asplenium praemorsum*, *Myoxanthus sp1*, *Peperomia galioides* y *Tillandsia cf. buseri* (Figura 6).

Figura 5

Abundancia de especies en el robledal.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

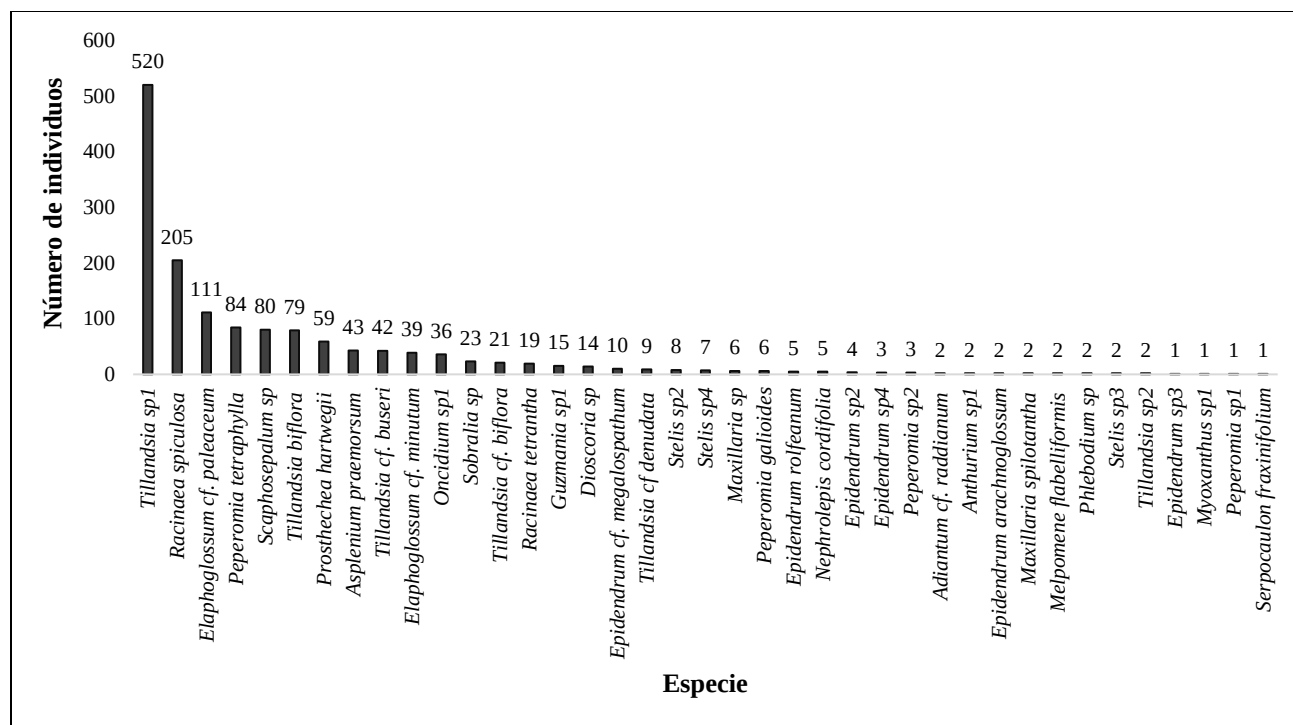


Por otra parte, en bosque mixto las especies con mayor abundancia fueron *Tillandsia sp1*, *Racinaea spiculosa*, *Elaphoglossum cf. paleaceum*, *Peperomia tetraphylla*, *Scaphosepalum sp*, y en menor cantidad *Serpocaulon fraxinifolium*, *Peperomia sp1*, *Myoxanthus sp1*, *Epidendrum sp3* y *Tillandsia sp2* (Figura 7). Además, en el Apéndice A, se agregó el registro fotográfico de cada una de las especies encontradas en la reserva La Llanada, donde se referencia el bosque en el cual se encuentra cada especie de epífita vascular: robledal (R) y bosque mixto (BM).

Figura 6

Abundancia de especies en bosque mixto.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES



Teniendo en cuenta las especies identificadas completamente, se investigó a cerca del origen y estado de conservación de cada especie, donde se obtuvo que para el robledal todas las especies son nativas, y en cuanto a su estado de conservación ocho se encuentran sin evaluar y la misma cantidad está en la categoría de preocupación menor (Tabla 6).

Tabla 6

Origen y estado de conservación, para algunas de las especies identificadas en el robledal.

Especie	Origen	Estado de conservación
<i>Adiantum cf raddianum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Asplenium praemorsum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Elaphoglossum cf minutum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Elaphoglossum cf paleaceum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Melpomene flabelliformis</i>	Nativa	No evaluada
<i>Oncidium ornithorhynchum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Ornithidium aggregatum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Peperomia galioides</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Peperomia tetraphylla</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Prosthechea hartwegii</i>	Nativa	Preocupación menor

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Especie	Origen	Estado de conservación
<i>Racinaea spiculosa</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Racinaea tetrantha</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Serpocaulon fraxinifolium</i>	Nativa	No evaluada
<i>Tillandsia biflora</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Tillandsia cf buseri</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Tillandsia cf denudata</i>	Nativa	Preocupación menor

En cuanto a las especies presentes en bosque mixto, se encontró al igual que en el robleal, que la mayoría son nativas, y dos de ellas además endémicas, contando con solo una especie cultivada. Así mismo, en relación con su estado de conservación, 12 se encuentran no evaluadas y ocho en preocupación menor (Tabla 7).

Tabla 7

Origen y estado de conservación, para algunas de las especies identificadas en el bosque mixto.

Especie	Origen	Estado de conservación
<i>Adiantum cf. raddianum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Asplenium praemorsum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Elaphoglossum cf. minutum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Elaphoglossum cf. paleaceum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Elleanthus purpureus</i>	Nativa	No evaluada
<i>Epidendrum arachnoglossum</i>	Nativa (endémica)	No evaluada
<i>Epidendrum cf. megalospathum</i>	Nativa	No evaluada
<i>Epidendrum rolfeanum</i>	Nativa (endémica)	No evaluada
<i>Maxillariella spilotantha</i>	Nativa	No evaluada
<i>Melpomene flabelliformis</i>	Nativa	No evaluada
<i>Nephrolepis cordifolia</i>	Cultivada	No evaluada
<i>Peperomia galioides</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Peperomia tetraphylla</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Prosthechea hartwegii</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Racinaea spiculosa</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Racinaea tetrantha</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Serpocaulon fraxinifolium</i>	Nativa	No evaluada

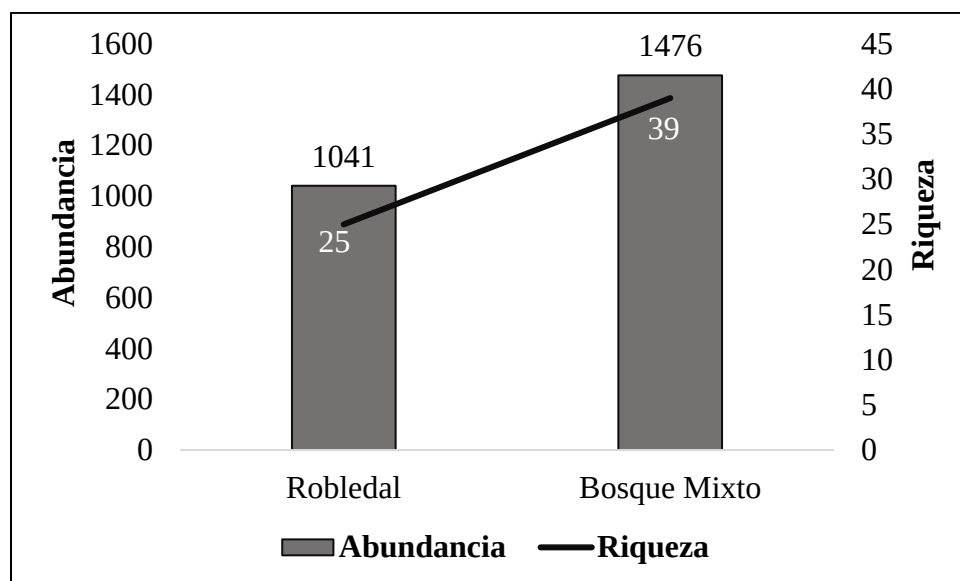
DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Especie	Origen	Estado de conservación
<i>Tillandsia biflora</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Tillandsia cf. buseri</i>	Nativa	Preocupación menor
<i>Tillandsia cf. denudata</i>	Nativa	Preocupación menor

Por otro lado, el bosque mixto es dominante tanto en abundancia como en riqueza, con 1476 individuos y 39 especies, respectivamente, mientras que el robledal presenta menor abundancia con 1041 individuos y menor riqueza con 25 especies (Figura 8).

Figura 7

Riqueza de especies en robledal y bosque mixto.



3.1.1.1 Similitud entre bosques.

A partir del cálculo del índice de Jaccard, el cual está basado en la relación de presencia-ausencia del número de especies compartidas por los dos bosques, se logró determinar que la similitud entre el robledal y el bosque mixto es del 41,17%, lo que podría entenderse como una similitud media.

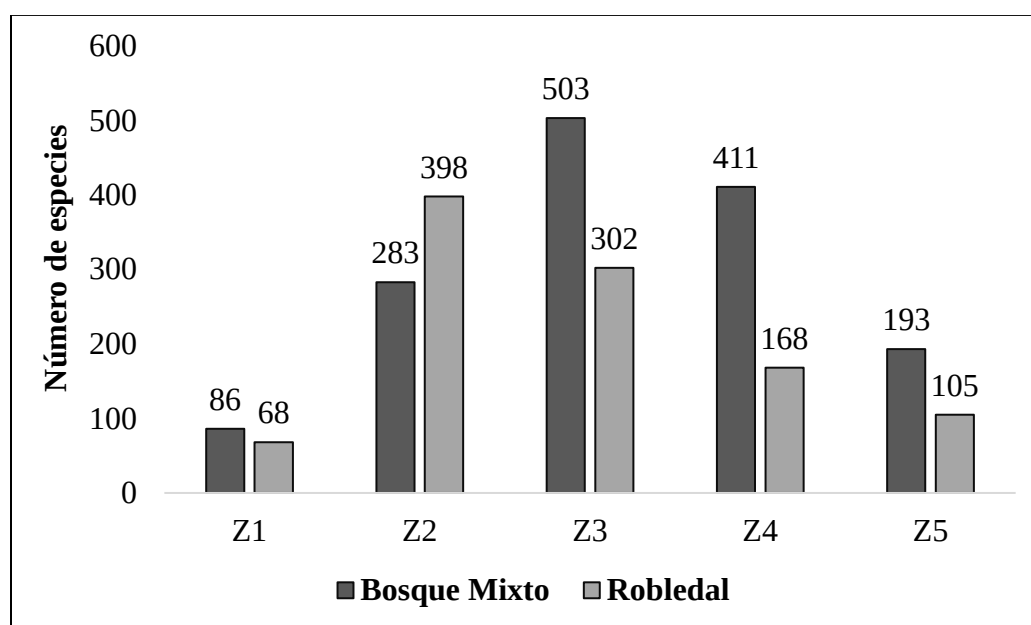
DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

3.1.2 *Diversidad y composición florística de las epífitas a nivel de la estratificación vertical*

En cuanto a la abundancia por estrato (Figura 9), se encontró para el robledal una mayor cantidad de individuos en Z2 y Z3; mientras que para el bosque mixto se evidenció una mayor concentración en los estratos Z3 y Z4. Además, para ambos tipos de bosque la menor abundancia se registró en el estrato Z1.

Figura 8

Abundancia por estrato para los dos tipos de bosque (robledal-bosque mixto).

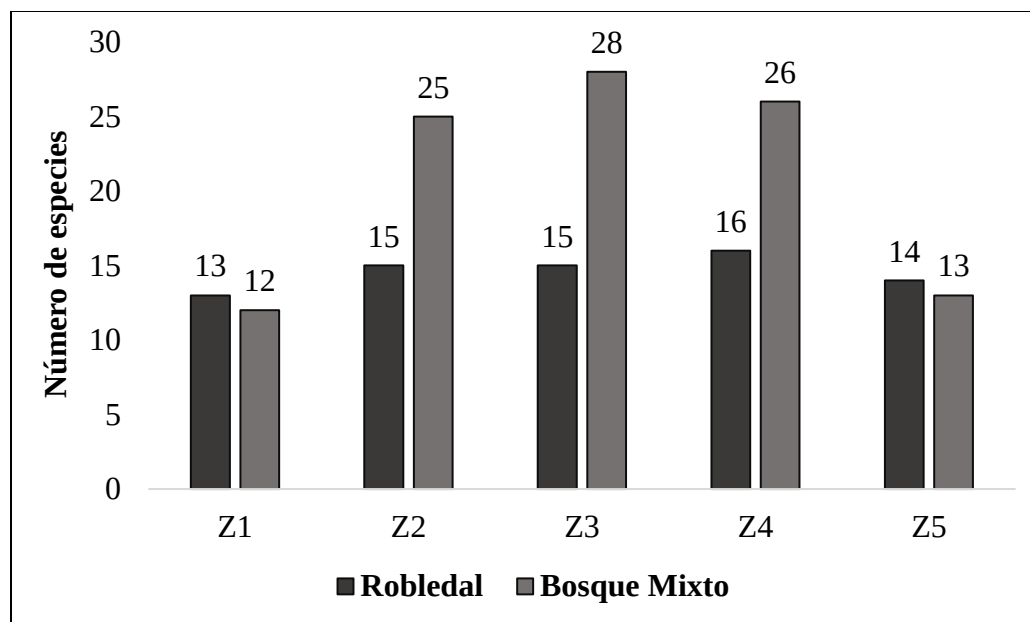


Por otra parte, la riqueza obtenida para el robledal fue mayor en los estratos intermedios, sin presentar una diferencia muy alta con respecto al valor de los otros estratos; para el caso del bosque mixto, se concentró una mayor cantidad de especies desde el estrato Z2 al estrato Z4 y una menor cantidad en el estrato Z1 (Figura 10).

Figura 9

Riqueza por estrato para los dos tipos de bosque (robledal-bosque mixto).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES



En la Tabla 8, se puede observar en el robledal que el índice de Shannon es mayor en los estratos Z1, Z4 y Z5; al igual que en el bosque mixto con excepción de Z5, ya que en este caso es Z3, lo que refleja que en estos estratos existe una diversidad media. Además, el índice de Simpson en todos los estratos para ambos bosques presenta valores que oscilan entre 0,61 y 0,89 indicando la existencia de una alta diversidad. Por otro lado, los estratos más heterogéneos para ambos bosques fueron Z1 y Z5, ya que se obtuvieron los mayores valores de coeficiente de mezcla en estos estratos comparados con los demás.

Tabla 8

Diversidad por estrato para robledal y bosque mixto.

Robledal			
Estratificación	Índice Shannon	Índice Simpson	Coeficiente de Mezcla
Z1	2,05	0,81	0,19
Z2	1,62	0,68	0,03
Z3	1,83	0,76	0,04

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Z4	2,08	0,81	0,07
Z5	2,04	0,82	0,13
Bosque mixto			
Estratificación	Índice Shannon	Índice Simpson	Coeficiente de Mezcla
Z1	2,01	0,81	0,14
Z2	2,58	0,89	0,08
Z3	2,35	0,83	0,05
Z4	1,95	0,70	0,05
Z5	1,38	0,61	0,13

Para complementar lo anterior, se realizó la prueba Test Leven y se realizó la comparación entre los grupos abundancia– estrato y riqueza – estrato; con esto, se encontró que no existen diferencias entre las varianzas de los grupos en el robledal (Tabla 9). Sin embargo, en bosque mixto (Tabla 10), el resultado para el grupo abundancia – estrato presento diferencias entre varianzas, pero el grupo riqueza – estrato, no se comportó de la misma forma. A partir de estos resultados, se concluye que los datos no presentan una distribución normal en los grupos de robledal y bosque mixto con excepción del grupo riqueza – estrato de bosque mixto. Por tal razón, se procedió a realizar un análisis estadístico Anova no paramétrico, donde finalmente se acepta la hipótesis alternativa y se comprueba que existen diferencias significativas entre estos grupos (Tabla 9 y 10).

Tabla 9

Prueba de homogeneidad de datos y Anova para Robledal.

Revisión de supuestos	Variable	Pr(>F)
Prueba de homogeneidad	Abundancia -	0,1022

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Revisión de supuestos	Variable	Pr(>F)
Test Levene	Estrato	
	Riqueza - Estrato	0,2542
Anova no paramétrica	Variable	P-value
	Abundancia -	
Prueba Kruskal-Wallis	Estrato	0,001673
	Riqueza - Estrato	0,01523

Tabla 10

Prueba de homogeneidad de datos y Anova para bosque mixto.

Revisión de supuestos	Variable	Pr(>F)
	Abundancia -	
Prueba de homogeneidad	Estrato	0,06684
Test Levene	Riqueza - Estrato	0,004482
Anova no paramétrica	Variable	P-value
	Abundancia -	
Prueba Kruskal-Wallis	Estrato	0,003318
	Riqueza - Estrato	0,002836

Así mismo, mediante los diagramas de cajas realizados en el programa estadístico R-estudio para las variables riqueza y abundancia, agrupadas con los estratos, se observó que, para robledal y bosque mixto, se presentan datos atípicos y que estos valores estadísticos difieren en los estratos Z1 Y Z5 en comparación con los demás estratos, lo que contribuye en la explicación de las diferencias de diversidad entre estratos y tipos de bosque (Figura 11 y 12).

Figura 10

Diagrama de cajas abundancia, riqueza-estrato vertical para robledal.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

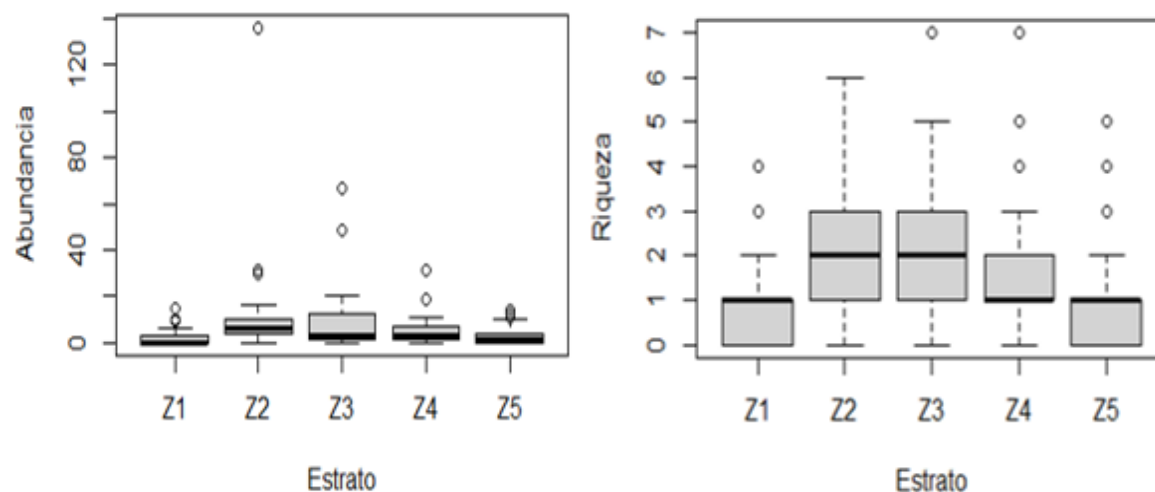
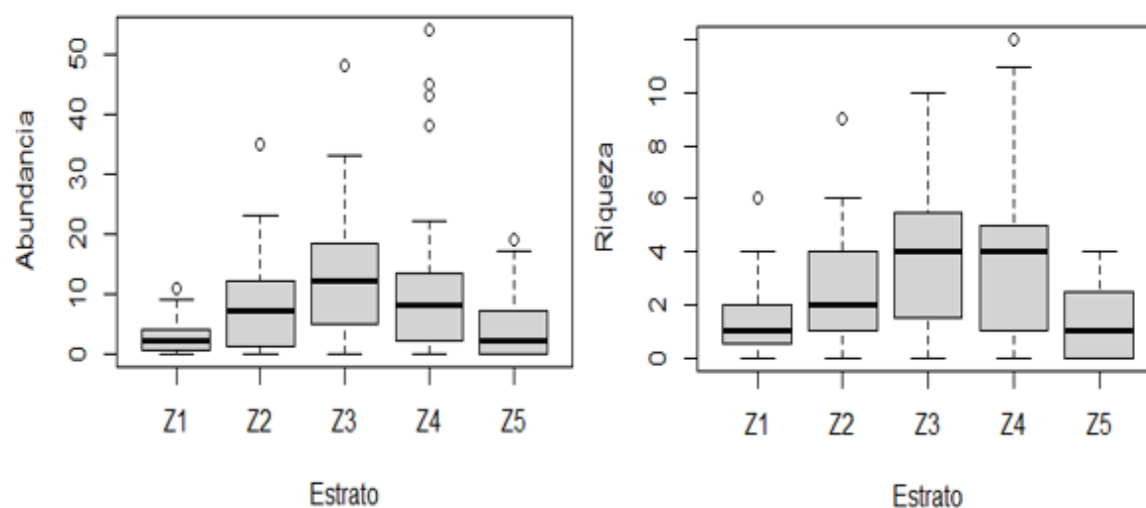


Figura 11.

Diagrama de cajas abundancia, riqueza-Estrato vertical para bosque mixto.



3.1.3 Apertura del dosel y área foliar

En el robledal la apertura del dosel promedio calculada fue de 17,95% y el índice de área foliar fue de 2,63; el bosque mixto presentó un promedio muy similar con un valor de 17,92 % y 2,62, respectivamente. La prueba estadística t realizada demostró que la probabilidad de que existan diferencias significadas entre los dos bosques en apertura del dosel y área foliar es muy baja, teniendo en cuenta que existe una probabilidad del 0,02 de que existan diferencias entre las

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

medias de apertura del dosel y una probabilidad de 0,01 de que se presente una diferencia entre las medias de área foliar (Tabla 11).

Tabla 11.

Apertura del dosel y área foliar promedio para los dos tipos de bosque.

Tipo de bosque y prueba t	Apertura del dosel promedio	Área foliar promedio
Robledal	17,949	2,635
Bosque mixto	17,917	2,620
Estadístico t	0,024	0,189
P(T<=t)	0,490	0,453
Desviación estándar	0,023	0,011

3.1.4 A nivel de hospedero

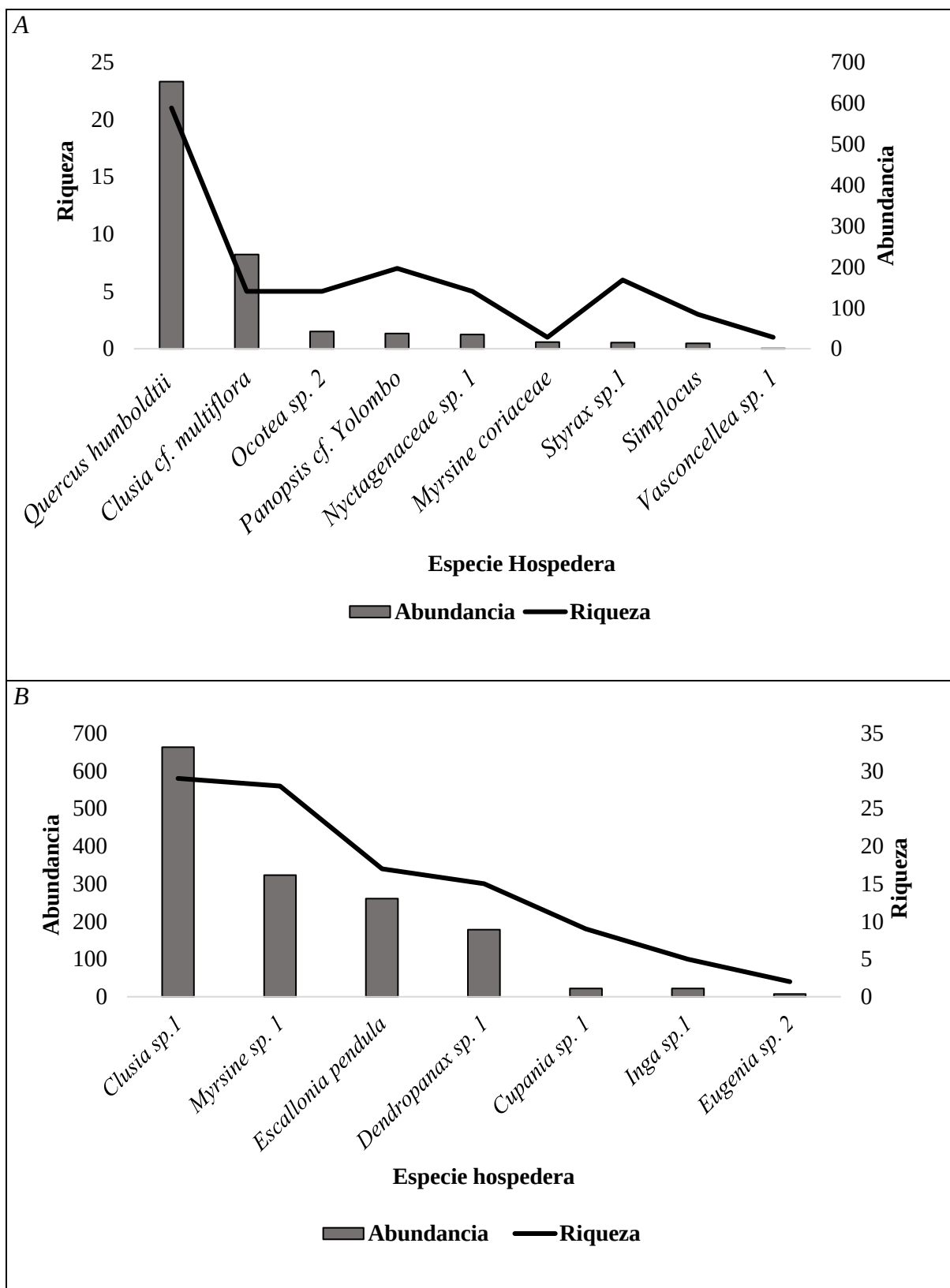
3.1.4.1 Diversidad y composición florística de epífitas por especie de hospedero.

La especie hospedera con mayor abundancia y riqueza de epífitas en el robledal fue *Quercus humboldtii* (21 de 35 hospederos inventariados), seguida de la especie *Clusia cf. multiflora* (dos de 35 hospederos inventariados) (Figura 13 A). Por el contrario, las especies con menor abundancia y riqueza fueron *Myrsine coriaceae*, *Nyctagineaceae sp1*, *Ocotea sp2*, *Simplocus*, *Styrax sp1* y *Vasconcellea sp1*. La especie hospedera con mayor abundancia y riqueza de epífitas en el bosque mixto fue *Clusia sp1* (nueve de 35 hospederos inventariados) (Figura 13 B), seguida de las especies: *Dendropanax sp1*, *Escallonia pendula* y *Myrsine sp1*. Por el contrario, las especies que presentaron una menor proporción de riqueza y abundancia fueron *Cupania sp1*, *Inga sp1* y *Eugenia sp2*.

Figura 12

A. Diversidad de epífitas por hospedero en el robledal. B. Diversidad de epífitas por hospedero en el bosque mixto.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES



DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

3.1.5 Características de la corteza de los hospederos

A partir del muestreo de la corteza de los 70 árboles hospederos inventariados para obtener riqueza y abundancia de epífitas, se logró determinar características físicas de la corteza. En cuanto al color tanto en el robledal como en el bosque mixto, no se presentó un patrón, sino que, se registraron diferentes tonalidades. En el robledal el color más observado fue 5 R 8/1 y en bosque mixto fue 2.5 R 7/2 (Apéndice G).

Así mismo, en la siguiente información (Tabla 12) se obtuvieron resultados de valores máximos y mínimos encontrados en cada una de las variables de corteza determinadas; las cuales reflejan que el robledal presenta mayores valores en cuanto a grosor, abundancia de hepáticas y de lenticelas, por el contrario, los valores obtenidos de porcentaje de musgo, rugosidad, orientación y presencia de exudados fueron iguales para ambos tipos de bosque. En contraste con los resultados anteriores, se observó que 30 de los 75 hospederos inventariados presentaron exudados y la máxima abundancia de epífitas en la mayoría de estos hospederos, se ubican en dirección Este y presentan una corteza medianamente rugosa (Apéndice L y M).

Tabla 12

Variables de corteza analizadas en los hospederos para robledal y bosque mixto.

Variable	Mínimo	Máximo	Promedio
Grosor (cm)	0,01	1,7	0,3
Musgo (%)	5	95	37,9
Abundancia de hepáticas (%)	5	75	37
Rugosidad (1,2,3)	1	3	2,4
Orientación (°)	0	270	120,8
Seca/ Exudado (0,1)	0	1	0,5
Abundancia de lenticelas (N°)	0	300	17,6
Grosor (cm)	1,1	1,5	4,2
Musgo (%)	7	95	44

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Hepáticas (%)	3	60	27
Rugosidad (1,2,3)	1	3	2
Orientación (°)	0	270	138
Seca/ Exudado (0,1)	0	1	0,45
Abundancia de lenticelas (N°)	0	130	16

Nota: rugosidad: 1-corteza lisa, 2-corteza medianamente rugosa, 3-corteza rugosa; orientación: N:0°, E:90°, S: 180°, W:270°; seca /exudado: Seca:0, exudado:1.

3.1.6 *Análisis estadístico y correlación entre variables*

Mediante el análisis de correlaciones se concluye que, en general, existen bajas relaciones entre las variables determinadas en ambos tipos de bosques (Apéndice E y F). Sin embargo, en el robleal se presentan correlaciones medias entre: abundancia total por árbol-riqueza total por árbol, área basal-%musgo, grosor de la corteza-%musgo, abundancia de lenticelas-coeficiente de mezcla, área basal-riqueza total del árbol y área basal-altura. Asimismo, en el bosque mixto solo se observaron tres correlaciones medias que fueron abundancia total por árbol-riqueza total por árbol, área basal-riqueza total del árbol y área basal-altura.

3.1.7 *Análisis de componentes principales.*

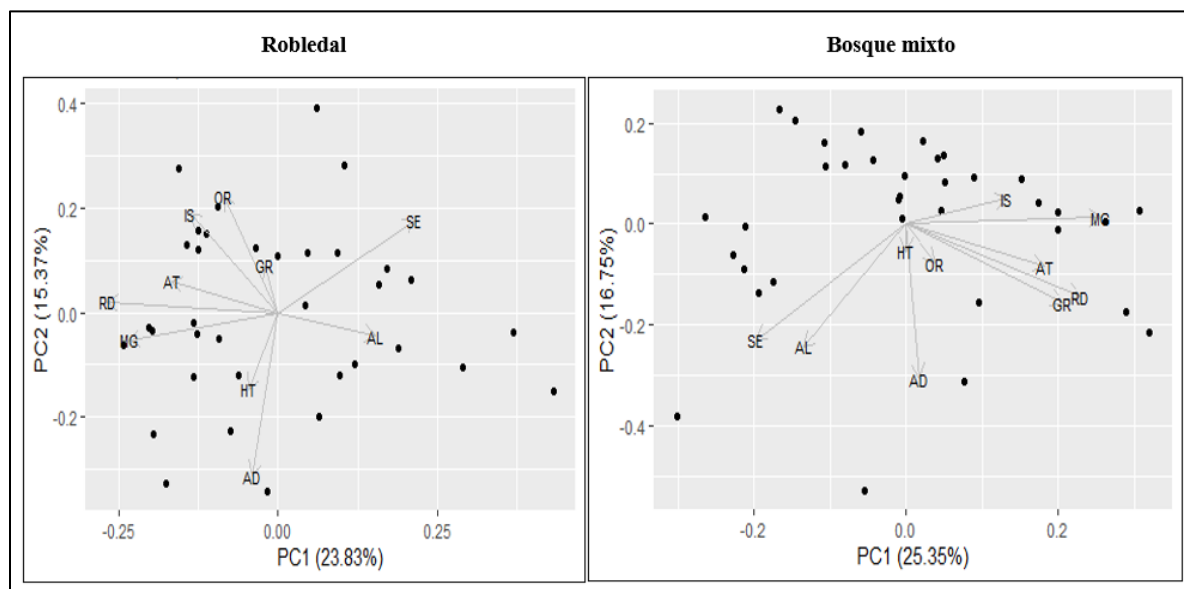
En el análisis de componentes principales (ACP) se encontró que en el robleal la varianza explicada por los dos primeros componentes fue de 39,2%; el primer componente principal obtuvo un valor de 23,83% y presenta una asociación con variables de corteza (SE y AL); así mismo, el segundo componente está relacionado con variables de corteza (HT) y estructura (AD) con un valor de 15,37%. Por el contrario, para el bosque mixto la varianza explicada por los dos primeros componentes fue mayor, pues se obtuvo un valor de 42,1% para los dos componentes; donde el primer componente representó de mejor manera las variables de corteza (MG, RD y GR) con un 25,27%. Además, para el caso del componente dos se relacionó

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

con variables de corteza (AL y SE), el cuál logra explicar hasta un 16,75 % de la varianza. (Figura 14).

Figura 13

Análisis de componentes principales para robledal y bosque mixto.



Nota: Las etiquetas de cada vector hacen referencia a: MG (%musgo), HT (%hepáticas), GR (grosor), RD (rugosidad de la corteza), OR (orientación), SE (seca/exudado), AL (abundancia de lenticelas), IS (índice de Shannon), AD (Apertura del dosel) y AT (altura del hospedero) (Apéndice H y I).

3.1.8 Colecciones generales encontradas en la reserva La Llanada

En el Apéndice C y D, se muestra el registro de algunas especies epífitas que se observaron en los recorridos dentro de la reserva La Llanada, éstas no fueron registradas en los hospederos inventariados, sino que se trataron como Colecta general, estos registros permitieron ampliar la información sobre la riqueza florística de epífitas vasculares en este lugar.

3.2 Discusión

Los estudios sobre diversidad de especies en los bosques tropicales suelen estar determinados por el análisis de individuos arbóreos con un diámetro significativo (Higuita, H., & Álvarez., 2018). Sin embargo, las epífitas no son muy estudiadas y representan una gran

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

importancia en los ecosistemas, considerando que ofrecen una amplia variedad de condiciones de hábitat que permiten la adaptación de especies animales y la regulación de factores climáticos mediante su influencia en el ciclaje de nutrientes (Romero et al., 2008). Además, son plantas que no perjudican al árbol hospedero o forófito, ya que solo lo usan como soporte sin aprovecharse de sus recursos nutricionales (Zapata, 2019).

En el área de estudio de 1 ha en total, para ambos tipos de bosques, se identificaron 43 especies epífitas, agrupadas en 11 familias y 2517 individuos. Estos resultados están determinados por la capacidad de adaptación que tienen algunas de estas especies en comparación con otras, para cubrir sus necesidades implementando mecanismos de captación de agua y nutrientes en el estrato vertical, ya que se establecen de acuerdo con las características del ecosistema.

Referente a la distribución vertical de epífitas vasculares reportada en cada sitio, se evidenció que en el robledal la mayor parte de la riqueza se localizó en los estratos Z2 y Z4 y la mayor abundancia se ubicó en los estratos, Z2 y Z3, siendo *Tillandsia cf. biflora* la especie más abundante. Mientras que, en bosque mixto, tanto la riqueza como la abundancia fueron más representativas en Z3 y Z4, con una dominancia notoria de la especie *Tillandsia sp1*. Estos resultados fueron similares a obtenidos por varios autores (Ceja et al., 2008; Rosbotham, 2014; Espinoza y Joya, 2020), quienes también encontraron una preferencia de las especies epífitas por establecerse en los estratos intermedios.

Por otra parte, en cuanto a las diferencias en diversidad entre los dos bosques, se puede presumir que se derivan principalmente a la altitud ya que, según diversos estudios mencionan que la diversidad de epífitas descende en gran medida en altitudes mayores a los 2.500 m s.n.m (Krömer et al., 2007) y para el caso del robledal supera este rango. Además, también puede

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

deberse a variables de precipitación y temperatura ya que, autores como Hurtado et al. (2018), encontraron que existe una relación importante entre las características climáticas y estructurales del ecosistema y la riqueza de especies epífitas.

Así mismo, también puede deberse al estado de conservación, magnitud de la intervención antrópica, estado sucesional y características propias de los bosques altoandinos; como lo son la estructura de los hospederos, la arquitectura de sus copas, los mecanismos que poseen las especies arbóreas para atraer polinizadores y el nivel de competencia que presenta cada especie dentro del bosque con respecto a otras especies. Además, de acuerdo con los resultados obtenidos la especie hospedera con mayor diversidad de epífitas en el robledal fue *Quercus humboldtii*, por el contrario, en el bosque mixto fue *Clusia Sp1*; lo que podría ser el resultado de un mayor número de árboles inventariados de estas especies en contraste con las demás especies hospederas o ser el producto de una interacción positiva entre los hospederos y las especies epífitas, como se menciona en el estudio realizado por Martínez et al., (2008), quienes encontraron que, si existen preferencias de algunas epífitas por los hospederos, y que características como tamaño, estructura, tipo de corteza, forma de copa, y propiedades de las ramas como disposición y grosor, también tienen efectos positivos en la colonización y diversidad de las especies epífitas.

En general, la diversidad de epífitas está determinada por los mecanismos de sobrevivencia que tienen estas plantas para realizar su proceso fotosintético en relación con las condiciones climáticas y estructurales de cada hospedero y la disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, de acuerdo con el índice de Jaccard los dos bosques en estudio arrojaron una similitud de 41,17%, reflejándose que comparten un número considerable de especies, razón por la cual, se puede predecir que los bosques presentan algunas características similares que permiten el

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

desarrollo de determinadas especies. Una de estas características pudo ser la incidencia y la distribución de la luz bajo el dosel, ya que no se observaron diferencias considerables entre ambos bosques, teniendo como referencia la prueba estadística t, que arrojó una probabilidad para apertura del dosel de 0,02 y 0,01 para área foliar de que existan diferencias entre los resultados obtenidos para ambos bosques. En contraste con esto, se obtuvo un valor de 17,94 % de apertura del dosel y 2,63 de área foliar en el robledal, resultados muy similares a los reportados por Espinosa y Joya (2020), donde se hallaron valores de 16,72 % y 2,66 respectivamente; así mismo, para bosque mixto se determinó un valor de 17,91% de apertura del dosel y 2,61 de área foliar, donde se evidencia que el cambio en cuanto a composición florística de epífitas de cada bosque no se concentró en la disponibilidad de radiación solar, si no en las adaptaciones ecofisiológicas de la especie epífita y la estructura del hospedero.

Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que la riqueza y abundancia de epífitas vasculares se concentraron en los estratos intermedios en los dos tipos de bosques; lo que podría deberse a la capacidad que tiene cada especie para adaptarse al exceso o escasa cantidad de luz solar que interfiere en el bosque y, además, la riqueza por estrato puede estar favorecida por la presencia de desintegración de material orgánico por microorganismos producto de procesos dinámicos del ecosistema. Los cambios en la estructura del dosel están estrechamente relacionados con el grado de conservación del bosque y pueden generar variaciones que afectan la diversidad de epífitas en determinada área (Susan et al., 2015).

Por otra parte, a partir de las características de la corteza del árbol determinadas en contraste con la diversidad de epífitas en cada hospedero, se encontró que no existen correlaciones importantes entre estas variables según los resultados arrojados por los coeficientes de correlación entre variables, similar a lo reportado por Tewari et al. (2009) y Gowland et al.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

(2011), pero contrario a varios autores que si encontraron relaciones entre las características de la corteza y la diversidad de epífitas (Callaway et al., 2002; Wyse y Burns, 2011; Mitchell, 2021). Además, la mayoría de las especies identificadas, se encontraron en categoría no evaluada, lo que resalta más la importancia de proteger e investigar estos ecosistemas y conocer el estado de conservación de las especies, ya dependiendo de este criterio también se puede proteger ciertas áreas.

Para finalizar, esta investigación arrojó información relevante para la construcción de planes de restauración y conservación de la diversidad florística en bosques altoandinos, ya que este estudio amplió el conocimiento información sobre las epífitas vasculares y su gran necesidad de ser estudiadas.

4. Conclusiones

Al evaluar la diversidad, composición florística y distribución vertical de epífitas vasculares, y su relación con variables florísticas, se encontró, que en general no existen altas correlaciones entre las variables mencionadas. Por el contrario, la mayoría de las variables presentaron correlaciones muy bajas y solo algunas fueron catalogadas como medias.

Se logró determinar que el bosque mixto presentó una mayor riqueza y abundancia en comparación con el robledal, además, en los dos bosques a nivel de estrato vertical, estas variables fueron más representativas en las zonas intermedias indicando que la flora epífita vascular se adapta mejor a estas condiciones climáticas ambientales pues no se encuentran muy expuestas a condiciones lumínicas tan altas, pero tampoco a poca luz, así encuentran los estratos intermedios perfectos para establecerse.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Se identificaron variables tanto cualitativas como cuantitativas en la corteza, con lo que se evidenció que no hay una alta correlación entre la abundancia y el tipo de corteza presente en cada hospedero.

Se demostró que los dos tipos de bosques a pesar de tener una composición y estructura hospedera diferente; la mayoría de sus especies de epífitas vasculares fueron comunes entre ellos, lo que refleja la capacidad de las especies para adaptarse a diferentes ambientes producto de las variaciones climáticas.

5. Recomendaciones

Se recomienda tener en cuenta en futuros estudios variables químicas de la corteza, además de incluir variables de temperatura y humedad a nivel de estrato y tipo de bosque. Así mismo, analizar características presentes en la fauna asociada a este tipo de plantas.

Por otra parte, se recomienda implementar estudios de biomasa y captura de carbono aportada por estas especies en el robledal y bosque mixto.

Recomendamos realizar un inventario en una sola especie hospedera con características estructurales similares para evidenciar si existe una correlación fuerte o débil entre estas variables y la diversidad de epífitas.

Realizar el estudio de diversidad y distribución de epífitas vasculares en un área más significativa o con mayor cantidad de forófitos. con una amplia gama de tipos de bosques, para conocer más a fondo la influencia de las características en composición, estructura y diversidad de un bosque en conjunto con aspectos climáticos sobre la abundancia y riqueza de especies epífitas vasculares.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Apéndice A

Epífitas vasculares encontradas en robledal (R) y bosque mixto (BM).



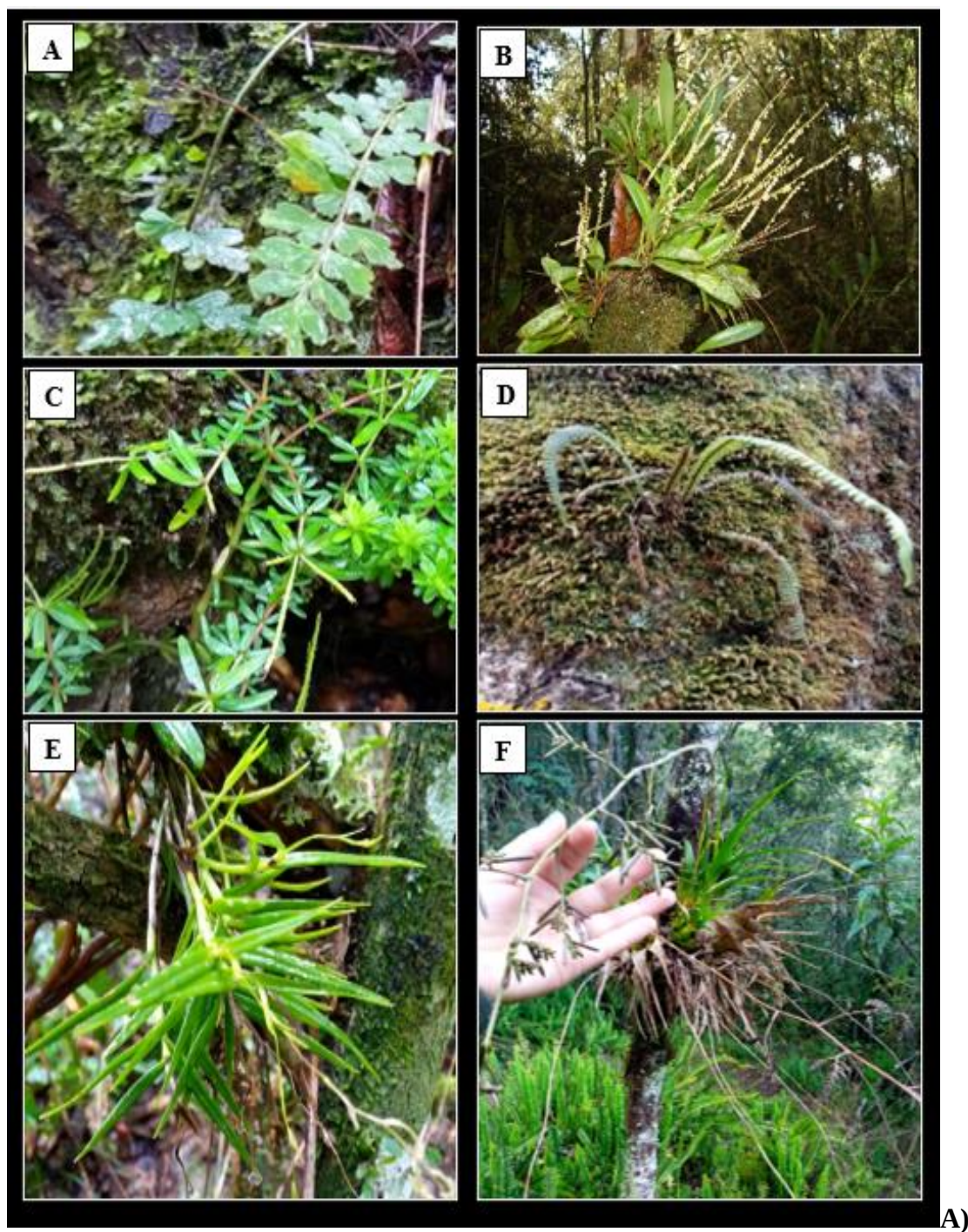
A) *Epidendrum* sp4 (BM); **B)** *Prosthechea hartwegii* (R-BM); **C)** *Peperomia tetraphylla* (BM);
D) *Peperomia* sp1 (BM); **E)** *Tillandsia* cf *buseri* (R-BM); **F)** *Adiantum* cf. *raddianum* (BM); **G)**
Hymenophyllum sp (R); **H)** *Oncidium ornithorhynchum* (BM).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES



A) *Scaphosepalum* sp (BM); **B)** *Tillandsia* cf *denudata* (R-BM); **C)** *Racinaea tetrantha* (R-BM); **D)** *Tillandsia* sp1(R-BM); **E)** *Tillandsia* cf *biflora* (R-BM); **F)** *Nephrolepis cordifolia* (BM).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES



Asplenium praemorsum (R-BM); **B)** *Stelis* sp2 (BM); **C)** *Peperomia galioides* (BM); **D)** *Melpomene flabelliformis* (R); **E)** *Epidendrum rolfeanum* (BM); **F)** *Racinaea spiculosa* (R-BM).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES



A) *Myoxanthus* sp1 (R); **B)** *Sobralia* sp1 (BM); **C)** *Tillandsia biflora* (R-BM); **D)** *Guzmania* sp1 (R-BM); **E)** *Anthurium* sp1(BM); **F)** *Maxillaria spilotantha* (BM)

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES



A) *Stelis* sp1 (R); **B)** *Epidendrum* sp4 (BM); **C)** *Elaphoglossum* cf *minutum* (R-BM); **D)** *Stelis* sp4 (BM); **E)** *Stelis* sp3 (BM); **F)** *Elaphoglossum* cf *paleaseum* (R-BM).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES



A) *Epidendrum* sp3 (BM); **B)** *Epidendrum* sp2 (BM); **C)** *Ornithidium aggregatum* (R);
D) *Tillandsia* sp2 (R-BM); **E)** *Peperomia* sp2 (BM); **F)** *Epidendrum arachnoglossum* (BM).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

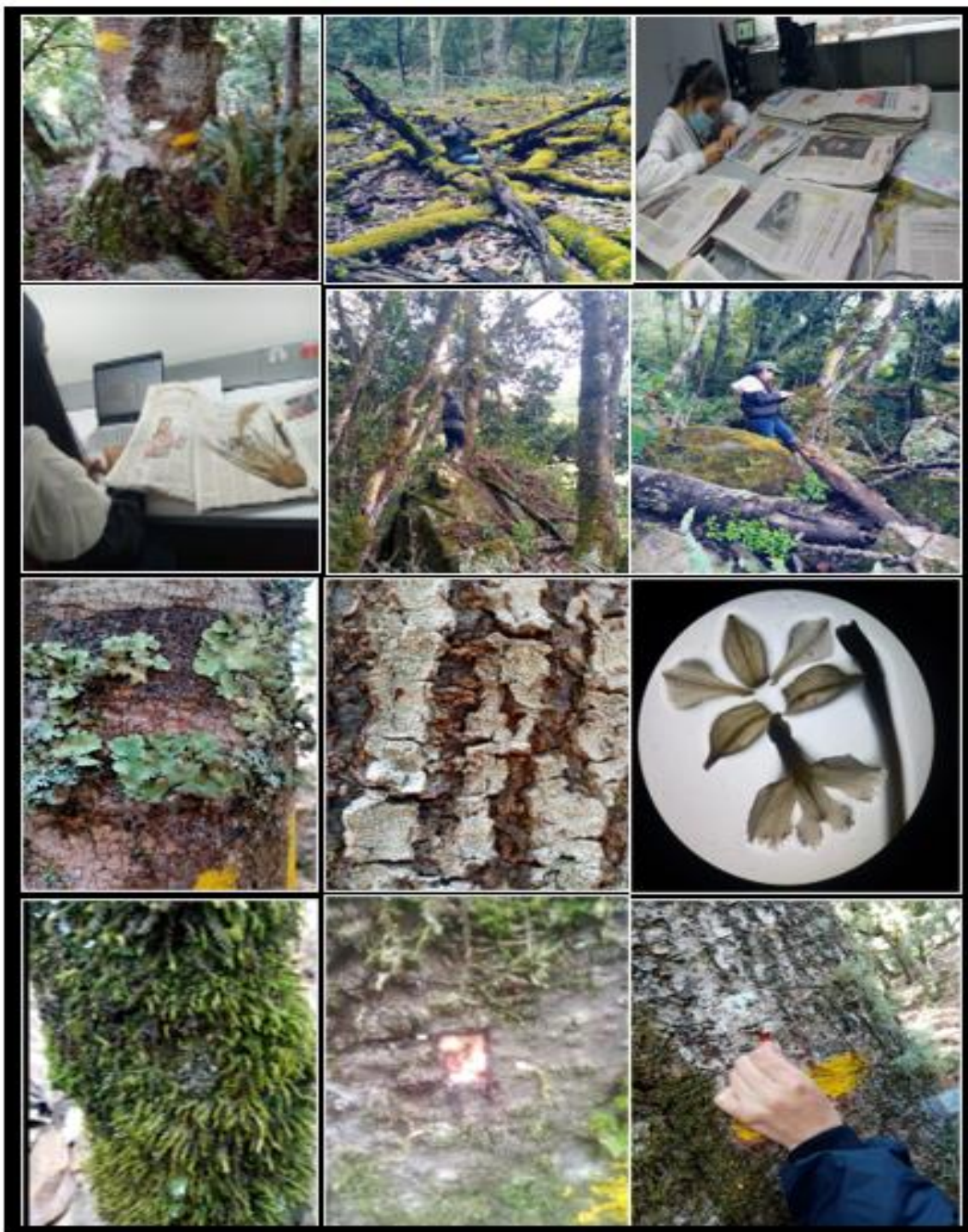


A) *Phlebodium* sp (R-BM); **B)** *Maxillaria* sp (BM); **C)** *Dioscoria* sp (BM).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Apéndice B

Recolección de información para el análisis de diversidad de epífitas vasculares.



DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES



DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Apéndice C

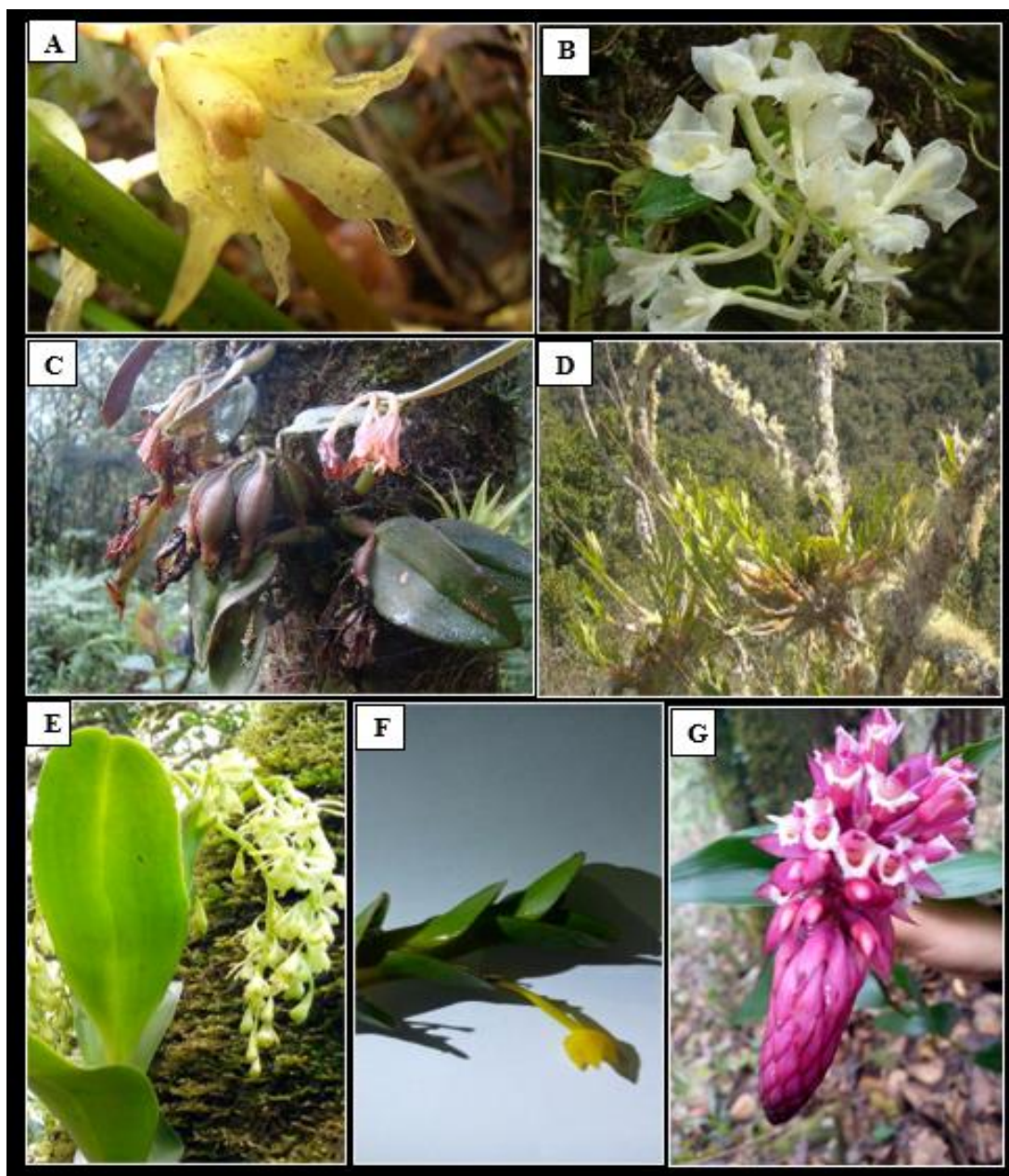
Colecciones generales encontradas en la reserva La Llanada.

Número de Colección General	Nombre (campo)	Familia	Nombre Científico
1	Orquídea F.	Orchidaceae	<i>Epidendrum jajense</i>
2	Orquídea Flor Blanca	Orchidaceae	<i>Rodrigueza granadensis</i>
3	Orquídea canasta	Orchidaceae	<i>Epidendrum sp1</i>
4	Orquídea abejita	Orchidaceae	<i>Epidendrum excisum</i>
5	Orquídea (hoja con líneas)	Orchidaceae	<i>Xylobium cf. corrugatum</i>
6	Orquídea hoja Corta	Orchidaceae	<i>Ornithidium sp</i>
7	Caña brava grande	Orchidaceae	<i>Sobralia sp1</i>

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Apéndice D

Fotografías de las colecciones generales encontradas en la reserva La Llanada.



A) *Xylobium* cf. *corrugatum*; **B)** *Rodrigueza granadensis*; **C)** *Epidendrum jajense*; **D)**

Epidendrum sp1; **E)** *Epidendrum excisum*; **F)** *Ornithidium* sp; **G)** *Elleanthus pupureus*.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Apéndice E

Correlación entre variables para robledal.

Robledal	Grosor (cm)	Musgo (%)	Hepáticas (%)	Abundancia de Lenticelas	Abundancia Total/Árbol	Riqueza Total /Árbol	I. Shannon	I. Simpson	Coefficiente de mezcla	Promedio Apertura del dosel	Promedio Área foliar	Área Basal	Altura
Grosor (cm)	1,000												
Musgo (%)	0,450*	1,000											
Hepáticas (%)	0,221	-0,022	1,000										
Abundancia de Lenticelas	-0,087	-0,229	0,073	1,000									
Abundancia Total/Árbol	-0,072	0,051	0,138	-0,079	1,000								
Riqueza Total /Árbol	-0,008	0,338	0,125	-0,041	0,437*	1,000							
I. Shannon	0,113	0,330	0,085	0,070	0,047	0,707*	1,000						
I. Simpson	0,183	0,365	0,228	0,083	-0,030	0,590*	0,734	1,000					
Coefficiente de mezcla	0,062	-0,088	0,009	0,430*	-0,446	-0,277	-	-	1,000				
Promedio Apertura del dosel	0,215	-0,057	-	0,124	-0,163	-0,161	0,199	0,202	-	1,000			
Promedio Área foliar	-0,216	0,081	0,195	-0,113	0,384	0,212	0,209	0,254	-	-0,653	1,000		
Área Basal	0,171	0,463*	0,054	-0,115	0,301	0,503*	0,318	0,115	0,214	0,132	0,267	1,000	
Altura	0,140	0,355	0,046	-0,043	0,026	0,100	0,183	-	-	0,240	0,041	0,557*	1,000
								0,050	0,130				

Apéndice F

Correlación entre variables para bosque mixto.

Bosque Mixto	Grosor (cm)	Musgo (%)	Hepáticas (%)	Abundancia de Lenticelas	Abundancia Total/Árbol	Riqueza Total /Árbol	I. Shannon	I. Simpson	Coefficiente de mezcla	Promedio Apertura del dosel	Promedio Área foliar	Área Basal	Altura
Grosor (cm)	1,000												
Musgo (%)	0,204	1,000											
Hepáticas (%)	0,101	-	1,000										
Abundancia de Lenticelas	-	-	0,043	1,000									
Abundancia Total/Árbol	0,039	0,211	0,102	-	1,000								
Riqueza Total /Árbol	0,006	0,093	0,046	0,648*	1,000								
I. Shannon	0,043	0,204	0,014	0,030	0,811	1,000							
	0,042	0,258	0,015	0,003	0,354								

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Bosque Mixto	Grosor (cm)	Musgo (%)	Hepáticas (%)	Abundancia de Lenticelas	Abundancia Total/Árbol	Riqueza Total /Árbol	I. Shannon	I. Simpson	Coefficiente de mezcla	Promedio Apertura del dosel	Promedio Área foliar	Área Basal	Altura
I. Simpson	-	0,335	0,139	0,035	0,192	0,585	0,808	1,000					
Coefficiente de mezcla	0,005	0,010	0,037	0,038	0,129	-0,314	-0,202	-	-	1,000			
Promedio Apertura del dosel	0,020	0,019	-	0,096	-0,047	-0,071	-	-	-	1,000			
Promedio Área foliar	0,011	0,041	-	-	0,244	0,127	0,138	0,154	0,002	-	-	1,000	
Área Basal	0,136	0,311	0,098	-	0,539	0,465*	0,312	0,169	-	0,134	0,195	1,000	
Altura	0,107	0,274	0,098	-	0,090	-0,004	0,092	0,024	-	0,134	0,079	0,442*	1,000

Apéndice G

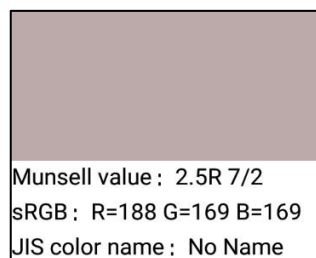
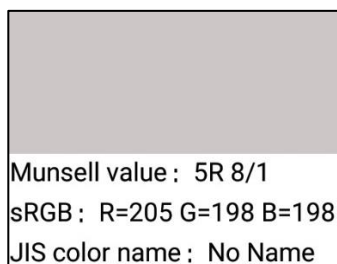
Colores de corteza en los hospederos para los dos tipos de bosques.

Color	Robledal (N° árboles)	Bosque Mixto (N° árboles)
10 R 7/2	2	0
2.5 R 3/1	0	2
2.5 R 4/1	0	1
2.5 R 4/4	0	1
2.5 R 5/2	0	2
2.5 R 6/2	0	2
2.5 R 7/2	0	4
2.5 R 8/1	0	2
2.5 R 8/2	0	2
5 R 6/2	1	0
5 R 7/1	3	0
5 R 7/2	2	0
5 R 7/3	2	0
5 R 7/4	1	0
5 R 8/1	5	0
5 R 8/2	1	0
5 YR 8/4	1	0
7.5 R 3/1	0	3
7.5 R 4/1	0	1
7.5 R 4/2	1	2
7.5 R 4/6	0	1
7.5 R 5/1	0	1

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Color	Robledal (N° árboles)	Bosque Mixto (N° árboles)
7.5 R 5/3	0	2
7.5 R 6/1	1	1
7.5 R 6/2	1	0
7.5 R 7/1	3	2
7.5 R 7/2	4	3
7.5 R 7/3	3	0
7.5 R 8/1	1	1
7.5 R 8/2	2	0
7.5 RP 7/1	0	1
7.5 YR 9/3	0	1
N2	1	0

Colores más
representativos



Apéndice H

Base de datos utilizada en los análisis de componentes principales en el robledal.

GR	MG	HT	RD	OR	SE	AL	AB	RQ	IS	ISP	CM	AD	AT
0,16	20	25	2	90	0	0	19	4	0,99037	0,55956	0,21053	18	10
0,54	60	25	2	90	0	2	45	6	1,08156	0,70074	0,13333	14,01	10
0,37	20	30	3	90	0	1	31	4	0,226	0,58481	0,12903	13,61	11,5
0,1	5	55	2	0	0	2	19	3	0,83927	0,52632	0,15789	10,5775	5
0,25	15	20	3	270	0	0	26	6	1,49008	0,72781	0,23077	14,3775	2,5
0,11	5	20	2	270	0	0	6	1	0	0	0,16667	18,1775	22
0,16	50	60	3	0	0	4	11	2	0,58707	0,80726	0,18182	17,81	13
0,13	15	35	2	0	0	0	8	3	1,03972	0,625	0,375	16,08	8,5
0,15	30	10	2	180	0	0	3	1	0	0	0,33333	9,7925	15
0,14	10	75	2	0	1	7	4	2	0,56234	0,375	0,5	14,9175	4,3
0,87	95	7	3	270	0	0	11	2	1,61496	0,92207	0,18182	12,255	15
0,13	15	50	3	270	0	0	18	3	0,98099	0,58642	0,16667	18,075	8,4
0,37	5	75	2	270	1	30	19	3	0,99327	0,59834	0,15789	16,3525	10
0,49	10	15	3	90	1	120	14	3	1,03069	0,54082	0,21429	37,9425	19

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

GR	MG	HT	RD	OR	SE	AL	AB	RQ	IS	ISP	CM	AD	AT
0,25	25	5	3	90	0	0	31	6	1,54866	0,75546	0,19355	17,09	9,3
0,47	30	7	3	180	0	0	16	1	0	0	0,0625	39,06	18,5
0,15	70	50	3	270	0	0	38	5	1,06458	0,59418	0,13158	15,8725	24
0,13	15	10	2	90	0	0	4	2	0,56234	0,375	0,5	17,6275	11,8
1,19	65	54	3	90	0	0	15	5	1,48975	0,75556	0,33333	24,6025	17
0,15	28	40	2	90	0	0	13	3	1,05791	0,63905	0,23077	15,7525	13,3
0,15	10	50	2	270	1	300	5	4	1,33218	0,72	0,8	17,19	11,3
0,02	30	27	2	0	1	79	42	5	1,237	0,661	0,11905	20,735	8
0,11	60	10	3	90	0	0	142	9	1,62676	0,69718	0,06338	16,01	17
0,01	50	5	2	90	1	26	1	1	0	0	1	25,5825	11
0,01	10	45	1	90	0	0	15	6	1,41418	0,66667	0,4	15,835	15
0,18	85	5	2	270	0	0	35	5	1,18107	0,63184	0,14286	15,185	3,5
0,21	70	45	2	0	0	17	32	6	1,50711	0,72852	0,1875	17,25	19
0,16	65	25	2	180	0	0	38	4	0,96449	0,57202	0,10526	13,44	17
0,09	10	30	2	90	1	0	28	6	1,40731	0,69388	0,21429	20,205	4
1,7	75	70	3	270	0	0	5	3	0,95027	0,56	0,6	20,3025	12
0,29	5	75	2	90	1	29	211	4	0,38035	0,16833	0,01896	13,9475	11
0,14	45	50	3	0	0	0	24	8	1,78123	0,79514	0,33333	16,975	24
0,38	60	60	3	0	0	0	20	4	1,35779	0,735	0,2	15,33	23
0,54	90	60	3	0	0	0	66	11	1,76941	0,7337	0,16667	18,265	17
0,38	75	70	3	90	1	0	26	5	1,38179	0,71893	0,19231	19,9875	15

Apéndice I

Base de datos utilizada en los análisis de componentes principales en bosque mixto.

GR	MG	HT	RD	OR	SE	AL	AB	RZ	IS	ISP	CM	AD	AT
0,44	53	30	2	90	1	115	52	9	1,5572	0,68417	0,17308	15,2425	11,6
0,36	95	30	2	270	1	0	34	7	1,8061	0,82353	0,20588	13,61	9
0,37	50	15	2	90	1	0	62	12	1,7041	0,68574	0,19355	16,8225	12
0,11	30	50	2	270	0	0	20	9	2,0389	0,85	0,45	11,1025	6,5
0,47	30	45	2	90	1	12	127	15	1,5341	0,60215	0,11811	11,9725	12
0,46	70	20	3	90	1	0	43	8	1,7237	0,77015	0,18605	13,3875	12
0,16	40	35	1	90	1	4	26	3	0,7332	0,76718	0,11538	20,965	13
1,36	10	30	1	90	0	0	11	4	1,2637	0,44675	0,36364	18,03	14
0,27	75	40	3	180	0	0	8	6	1,2206	0,63386	4	17,9525	12
0,22	30	25	1	90	1	0	3	2	0,6616	0,66	0,66667	19,965	10
0,15	20	50	1	90	1	130	8	6	1,3104	0,69421	0,75	12,82	5
0,23	20	15	1	0	1	3	23	7	1,4347	0,46875	0,30435	13,92	13
0,96	60	50	3	90	0	0	37	5	1,1108	0,59606	0,13514	14,185	12

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

0,96	20	18	3	270	0	0	49	10	1,7863	0,64842	0,20408	11,925	12
0,17	90	6	2	90	0	0	21	5	0,8661	0,40363	0,2381	15,1375	9,5
0,12	82	7	2	0	0	0	19	5	1,3571	0,69806	0,26316	13,4075	13,5
1,5	35	20	2	90	1	8	1	1	0	0	1	14,955	7,8
0,22	80	40	3	90	0	0	34	3	0,7014	0,4308	0,08824	26,355	8,5
0,15	50	15	2	90	0	0	21	6	1,1282	0,52608	0,28571	32,3825	6,7
0,36	10	3	1	0	1	0	7	2	0,5983	0,40816	0,28571	22,045	7,8
0,13	10	20	1	90	1	120	1	1	0	0	1	19,085	6
0,46	30	25	2	90	0	5	3	1	0	0	0,33333	19,9625	8,5
0,16	20	22	1	180	1	17	30	8	1,8292	0,80444	0,26667	19,7	6,5
0,47	65	10	2	270	0	0	55	5	1,1391	0,51372	0,09091	15,2425	13
0,14	60	5	2	270	0	2	32	8	1,4476	0,75	0,25	16,4325	12
0,22	20	5	2	270	1	15	41	9	1,9531	0,85908	0,21951	14,365	7,5
0,35	10	5	2	270	1	6	91	14	2,4634	0,80218	0,15385	12,215	10
0,36	60	35	3	90	0	80	145	15	2,3941	0,88723	0,10345	30,0775	12,5
0,39	45	60	2	90	0	10	101	13	1,9474	0,77189	0,12871	19,6925	13
0,17	7	50	2	270	0	0	2	1	0	0	0,5	17,1075	6,1
0,38	60	25	3	270	1	6	32	13	2,3116	0,86914	0,40625	20,74	7,5
0,54	55	30	3	180	0	0	64	11	1,8363	0,77441	0,17188	21,21	10
0,36	60	32	2	270	0	32	60	9	1,4263	0,61278	0,15	22,085	12
0,26	40	30	2	90	0	0	120	13	1,1661	0,46153	0,10833	19,905	12
0,36	50	47	2	0	0	5	33	10	2,0418	0,84481	0,30303	23,085	9

Nota: GR: grosor, MG: porcentaje de musgo, HT: altura total, RD: rugosidad, OR: orientación, SE: seca o con exudado, AL: abundancia de lenticelas, AB: abundancia de epífitas en el hospedero, RZ: riqueza de epífitas en el hospedero, IS: índice de Shannon, ISP: Índice de Simpson, CM: coeficiente de mezcla, AD: Apertura del dosel Y AT: altura total.

Apéndice J

Resultados obtenidos por cada fotografía hemisférica para apertura del dosel y área foliar en el robledal.

Árbol	Individuo	Latitud (°,'")	Longitud (°,'")	Altitud m s.n.m	Norte Apertura del dosel (%)	Norte Área foliar	Este Apertura del dosel (%)	Este Área foliar	Sur Apertura del dosel (%)	Sur Área foliar	Oeste Apertura del dosel (%)	Oeste Área foliar
1	RB-P4-20-J	6°43'36.0 3"	72°39'49.5 4"	2630	19,19	1,91	19,72	2,44	12,02	2,92	18,07	2,53
2	RB-P4-21-J	6°43'36.0 3"	72°39'49.5 4"	2630	17,12	2,3	16,02	2,3	12,41	2,42	8,21	3,58
3	RB-P4-19-J	6°43'36.0 3"	72°39'49.5 4"	2630	17,53	2,01	13,52	2,55	9,19	3,14	20,5	2,51
4	RB-P4-4-B	6°43'36.0 3"	72°39'49.5 4"	2630	16,27	2,66	19,16	2,13	15,04	2,16	12,87	3,17
5	RB-P3-5-B	6°43'37.3	72°39'47.8	2650	28,1	1,9	23,72	1,9	30,77	1,7	15,82	2,81

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Árbol	Individuo	Latitud (°,'")	Longitud (°,'")	Altitud m s.n.m	Norte Apertura del dosel (%)	Norte Área foliar	Este Apertura del dosel (%)	Este Área foliar	Sur Apertura del dosel (%)	Sur Área foliar	Oeste Apertura del dosel (%)	Oeste Área foliar
		2"	6"									
6	RB-P3-29-I	6°43'37.3 2"	72°39'47.8 6"	2650	24,18	1,94	31,42	1,49	18,22	2,34	28,51	1,99
7	RB-P3-11-D	6°43'37.3 2"	72°39'47.8 6"	2650	17,97	2,7	15,33	2,88	16,67	2,44	13,04	2,83
8	RB-P3-12-D	6°43'37.3 2"	72°39'47.8 6"	2650	12,35	2,77	15,37	2,91	22,37	2,33	18,67	2,42
9	RB-P3-20-F	6°43'37.3 2"	72°39'47.8 6"	2650	20,49	2,45	21,2	2,51	11,62	11,6 2	10,73	3,38
10	RB-P3-18-F	6°43'37.3 2"	72°39'47.8 6"	2650	18,4	2,44	18,69	2,54	22,7	1,74	23,15	2,6
11	RB-P2-21-D	6°43'41.8 1"	72°39'42.1 5"	2679	54,18	0,72	59,55	0,64	31,7	1,77	10,81	4,03
12	RB-P2-19-D	6°43'41.8 1"	72°39'42.1 5"	2679	29,38	1,7	1,52	2,45	21,44	2,42	16,02	2,43
13	RB-P2-14-C	6°43'41.8 1"	72°39'42.1 5"	2679	17,45	2,01	20,27	2,21	14,81	2,85	19,77	2,14
14	RB-P2-15-C	6°43'41.8 1"	72°39'42.1 5"	2679	22,98	2,51	16,58	2,51	15,39	2,81	10,46	3,48
15	RB-P2-26-H	6°43'41.8 1"	72°39'42.1 5"	2679	17,08	2,49	18,11	2,27	14,7	2,83	13,6	2,88
16	RB-P2-30-I	6°43'41.8 1"	72°39'42.1 5"	2679	19,87	2,19	16,01	2,34	19,51	2,09	15,12	2,99
17	RB-P1-1-A	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	16,87	2,26	19,5	2,61	16,09	2,61	19,54	2,49
18	RB-P1-2-A	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	15,17	2,6	12,82	3,08	17,21	2,76	10,84	3,2
19	RB-P1-3-A	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	17,8	2,88	11,46	3,06	14,47	2,58	10,71	3,24
20	RB-P1-5-B	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	15,85	2,47	7,96	3,87	17,72	2,52	31,18	1,61
21	RB-P1-10-B	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	15,77	2,51	13,11	2,92	12,8	2,89	29,56	1,68
22	RB-P1-5-A	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	13,35	2,85	13,72	2,71	16,94	2,42	13,5	2,8
23	RB-P5-27-I-E	6°43'24.0 2"	72°39'46.0 0"	2603	15,55	3,15	10,02	3,16	21,1	2,22	26,39	1,8
24	RB-P5-21-H	6°43'24.0 2"	72°39'46.0 0 "	2603	20,01	2,41	9,5	4,53	12,7	3,4	19,11	2,26
25	RB-P5-9-D	6°43'24.0 2"	72°39'46.0 0"	2603	13,12	3,56	8,88	3,02	14,29	2,54	19,5	2,31
26	RB-P5-13-D	6°43'24.0 2"	72°39'46.0 0"	2603	19,11	2,77	20,82	2,3	12,51	3,06	15,46	2,71
27	RB-P5-2A-C	6°43'24.0 2"	72°39'46.0 0"	2603	17,29	2,37	22,01	2,04	20,26	2,34	20,39	2,36
28	RB-P5-2-A	6°43'24.0 2"	72°39'46.0 0"	2603	22,71	1,68	27,18	1,67	12,21	2,55	18,72	2,5
29	RB-P5-5-C	6°43'24.0 2"	72°39'46.0 0"	2603	23,25	1,6	16,59	2,98	19,99	1,99	21,38	1,82
30	RB-P2-18-D	6°43'41.8 1"	72°39'42.1 5"	2679	36,35	1,34	66,27	0,28	25,06	2,08	24,09	1,52
31	RB-P1-40-I	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	12,8	3,31	8,84	3,18	11,93	3,04	15,45	2,66
32	RB-P1-29-F	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	11,09	3,25	9,38	2,84	8,88	5,23	9,82	4,39
33	RB-P1-32-G	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	22,21	2,15	11,83	3,09	16,14	2,41	9,49	3,01
34	RB-P1-14-C	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	21,68	2,51	12,67	3,06	11,2	4,26	18,77	3,47
35	RB-P1-4-A	6°43'39.8 9"	72°39'42.9 3"	2685	9,7	3,1	11,81	2,83	7,79	3,48	13,01	2,56

Apéndice K

Resultados obtenidos por cada FH para apertura del dosel y área foliar en el bosque mixto.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Árbol	Individuo	Latitud (°, ', ")	Longitud (°, ', ")	Altitud m s.n.m	Norte Apertura del dosel (%)	Norte Área foliar	Este Apertura del dosel (%)	Este Área foliar	Sur Apertura del dosel (%)	Sur Área foliar	Oeste Apertura del dosel (%)	Oeste Área foliar
36	BM-P10-25-D	6°43'23,66"	72°40'6,09"	2430	15,58	2,69	18,08	2,09	25,74	1,94	19,37	2
37	BM-P10-43-G	6°43'23,66"	72°40'6,09"	2430	15,77	2,59	22,81	2,04	18,52	3,03	22,52	2,4
38	BM-P10-42-G	6°43'23,66"	72°40'6,09"	2430	30,44	1,47	18,39	2,33	23,14	1,98	16,37	2,34
39	BM-P10-40-G	6°43'23,66"	72°40'6,09"	2430	18,77	2,47	17,09	2,16	20,87	1,7	26,23	1,73
40	BM-P10-41-G	6°43'23,66"	72°40'6,09"	2430	16,53	2,2	20,2	1,73	13,15	2,91	34,96	1,11
41	BM-P10-53A-I	6°43'23,66"	72°40'6,09"	2430	42,29	0,88	18,08	2,05	15,55	2,88	16,42	2,68
42	BM-P10-10-B	6°43'23,66"	72°40'6,09"	2430	7,63	4,11	69,61	0,29	27,28	2,14	15,79	2,79
43	BM-P10-37-F	6°43'23,66"	72°40'6,09"	2430	18,97	2,16	18,67	2,26	11,13	3,06	19,66	2,24
44	BM-P9-48-J	6°43'21,42"	72°40'3,45"	2411	13,7	3,51	11,93	3,54	12,85	3,21	10,38	3,11
45	BM-P9-35-H	6°43'21,42"	72°40'3,45"	2411	10,91	3,26	12,3	2,69	20,3	2,24	13,95	2,65
46	BM-P9-22-E	6°43'21,42"	72°40'3,45"	2411	24,28	1,73	15,43	2,65	11,59	3	14,43	2,99
47	BM-P9-21-E	6°43'21,42"	72°40'3,45"	2411	25,81	1,9	10,16	3,4	9,24	3,53	15,76	2,65
48	BM-P7-45A-G	6°43'21,37"	72°40'7,35"	2390	10,45	4,12	20,9	1,97	6,58	4,58	9,77	3,55
49	BM-P7-57-I	6°43'21,37"	72°40'7,35"	2390	17,38	2,43	25,03	1,52	18,08	2,43	19,37	2,3
50	BM-P7-179-I	6°43'21,37"	72°40'7,35"	2390	9,54	3,46	10,21	3,45	12,64	3,2	18,89	2,06
51	BM-P8-204-J	6°43'20,63"	72°40'5,55"	2384	12,84	3,07	22,39	1,6	21,74	2,1	19,37	1,79
52	BM-P8-4A-A	6°43'20,63"	72°40'5,55"	2384	19,46	2,49	20,42	2	18,69	2,08	20,23	2,38
53	BM-P8-12-B	6°43'20,63"	72°40'5,55"	2384	11,53	3,44	15,46	2,74	13,87	3,02	12,77	3,23
54	BM-P8-21-C	6°43'20,63"	72°40'5,55"	2384	10,94	3,13	14,72	2,58	14,25	2,76	19,91	2,51
55	BM-P8-58-C	6°43'20,63"	72°40'5,55"	2384	34,01	1,2	21,53	1,85	15,68	2,3	16,96	2,73
56	BM-P8-26A-D	6°43'20,63"	72°40'5,55"	2384	35,48	1,25	15,67	2,89	16,7	2,6	12	3,13
57	BM-P8-31-E	6°43'20,63"	72°40'5,55"	2384	23,8	1,66	12,46	2,61	62,73	0,46	6,43	3,92
58	BM-P8-34-F	6°43'20,63"	72°40'5,55"	2384	10,04	4,08	82,77	0,08	21,11	2,08	15,61	3,23
59	BM-P8-9-B	6°43'20,63"	72°40'5,55"	2384	16,6	2,29	16,26	2,3	12,8	2,83	14,89	2,82
60	BM-P6-3-A	6°43'23,64"	72°40'9,91"	2394	23,06	2,08	19,38	2,47	8,8	3,96	9,73	3,27
61	BM-P6-6-A	6°43'23,64"	72°40'9,91"	2394	20,96	2,23	11,02	3,69	11,09	3,37	11,37	3,36
62	BM-P6-20-C	6°43'23,64"	72°40'9,91"	2394	14,03	3,09	12,81	2,92	11,6	2,98	9,45	3,23
63	BM-P6-60-G	6°43'23,64"	72°40'9,91"	2394	15,21	2,69	12,14	3,23	10,06	3,74	16,14	2,5
64	BM-P6-18-C	6°43'23,64"	72°40'9,91"	2394	15,01	3,01	11,6	3,16	8,62	3,63	9,18	3,7

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Árbol	Individuo	Latitud (°,')	Longitud (°,')	Altitud m s.n.m	Norte Apertura del dosel (%)	Norte Área foliar	Este Apertura del dosel (%)	Este Área foliar	Sur Apertura del dosel (%)	Sur Área foliar	Oeste Apertura del dosel (%)	Oeste Área foliar
65	BM-P7-9-B	6°43'21,37"	72°40'7,35"	2390	34,79	1,24	14,74	2,45	19,37	2,1	14,96	2,68
66	BM-P7-14-B	6°43'21,37"	72°40'7,35"	2390	23,69	2,25	18,09	2,46	17,19	3,67	13,15	3,05
67	BM-P7-20A-D	6°43'21,37"	72°40'7,35"	2390	13,69	2,7	18,04	1,9	13,14	3,47	10,81	3,6
68	BM-P7-25A-E	6°43'21,37"	72°40'7,35"	2390	13,85	3,15	20,72	2,81	10,51	3,77	11,66	3,43
69	BM-P7-40-F	6°43'21,37"	72°40'7,35"	2390	15,46	2,5	24,26	2,04	14,71	3,3	17,38	2,9
70	BM-P6-10-A	6°43'23,64"	72°40'9,91"	2394	14,14	2,73	16,29	2,41	17,66	2,38	19,2	2,64

Apéndice L

Resultados obtenidos en la toma de datos que caracterizan la corteza en robledal.

Hospedero				características generales de la corteza				Abundancia de briofitas		Resinas y Lenticelas	
Parcela	Cuadrante	N° Árbol	Identificación	Color	Grosor (cm)	Rugosidad	Orientación	Musgo (%)	Hepáticas (%)	Seca/látex	Abundancia de lenticelas (Área de 9*9 cm)
1	A	4	<i>Quercus humboldtii</i>	7.5 R 8/1	0,1	Medianamente rugosa	N	5	55	Seca	2
1	B	5	<i>Quercus humboldtii</i>	7.5 R 7/2	0,11	Medianamente rugosa	W	5	20	Seca	0
1	G	32	<i>Panopsis cf. yolombo</i>	5 R 7/1	0,14	Medianamente rugosa	N	10	75	Exudado rojo- Violetino	7
1	C	14	<i>Quercus humboldtii</i>	5 R 8/1	0,13	Medianamente rugosa	N	15	35	Seca	0
1	A	3	<i>Quercus humboldtii</i>	5 YR 8/4	0,37	Rugosa	E	20	30	Seca	1
1	B	10	<i>Quercus humboldtii</i>	7.5 R 7/2	0,16	Rugosa	N	50	60	Seca	4
1	A	1	<i>Quercus humboldtii</i>	10 R 7/2	0,16	Medianamente rugosa	E	20	25	Seca	0
1	F	29	<i>Quercus humboldtii</i>	5 R 7/2	0,15	Medianamente rugosa	S	30	10	Seca	0
1	I	40	<i>Quercus humboldtii</i>	N2	0,87	Rugosa	W	95	7	Seca	0
1	A	2	<i>Quercus humboldtii</i>	10 R 7/2	0,54	Medianamente rugosa	E	60	25	Seca	2
1	A	5	<i>Quercus humboldtii</i>	5 R 7/3	0,25	Rugosa	W	15	20	Seca	0
2	C	14	<i>Quercus humboldtii</i>	7.5 R 7/2	0,13	Rugosa	W	15	50	Seca	0
2	C	15	<i>Clusia cf. multiflora</i>	7.5 R 7/3	0,37	Medianamente rugosa	W	5	75	Exudado blanco	30
2	I	30	<i>Quercus humboldtii</i>	7.5 R 7/2	0,13	Medianamente rugosa	E	15	10	Seca	0
2	D	19	<i>Quercus humboldtii</i>	7.5 R 6/2	0,25	Rugosa	E	25	5	Seca	0
2	D	21	<i>Myrsine coriacea</i>	7.5 R 7/3	0,47	Rugosa	S	30	7	Seca	0

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Hospedero				características generales de la corteza				Abundancia de briofitas		Resinas y Lenticelas	
Parcela	Cuadrante	N° Árbol	Identificación	Color	Grosor (cm)	Rugosidad	Orientación	Musgo (%)	Hepáticas (%)	Seca/látex	Abundancia de lenticelas (Área de 9*9 cm)
2	H	26	<i>Quercus humboldtii</i>	7.5 R 7/3	0,15	Rugosa	W	70	50	Seca	0
2	D	18	<i>Quercus humboldtii</i>	7.5 R 8/2	0,49	Rugosa	E	10	15	Exudado rojo- Vinotinto	120
3	F	18	<i>Ocotea sp. 2</i>	7.5 R 7/1	0,02	Medianamente rugosa	N	30	27	Exudado blanco	79
3	D	12	<i>Panopsis cf. yolombo</i>	7.5 R 6/1	0,15	Medianamente rugosa	W	10	50	Exudado rojo- Vinotinto	300
3	D	11	<i>Simplocus</i>	7.5 R 4/2	0,15	Medianamente rugosa	E	28	40	Seca	0
3	I	29	<i>Vasconcellea sp. 1</i>	7.5 R 7/1	0,01	Medianamente rugosa	N Y E	50	5	Exudado blanco	26
3	B	5	<i>Quercus humboldtii</i>	7.5 R 7/1	1,19	Rugosa	E	65	54	Seca	0
3	F	20	<i>Quercus humboldtii</i>	7.5 R 8/2	0,11	Rugosa	E	60	10	Seca	0
4	J	19	<i>Nyctagenaceae sp. 1</i>	5 R 8/1	0,18	Medianamente rugosa	W	85	5	Seca	0
4	B	4	<i>Styrax sp.1</i>	5 R 8/2	0,01	Lisa	E	10	45	Seca	0
4	J	20	<i>Quercus humboldtii</i>	5 R 8/1	0,21	Medianamente rugosa	N	70	45	Seca	17
4	J	21	<i>Quercus humboldtii</i>	5 R 7/1	0,16	Medianamente rugosa	S	65	25	Seca	0
5	A	2	<i>Panopsis cf. yolombo</i>	5 R 8/1	0,09	Medianamente rugosa	E	10	30	Exudado rojo- Vinotinto	0
5	D	9	<i>Clusia cf. multiflora</i>	5 R 8/1	0,29	Medianamente rugosa	E Y S	5	75	Exudado blanco	29
5	C	2A	<i>Quercus humboldtii</i>	5 R 7/1	0,38	Rugosa	E	75	70	Exudado transparente	0
5	H	21	<i>Quercus humboldtii</i>	5 R 7/4	0,38	Rugosa	N	60	60	Seca	0
5	I	27	<i>Quercus humboldtii</i>	5 R 7/2	0,54	Rugosa	N	90	60	Seca	0
5	C	5	<i>Quercus humboldtii</i>	5 R 6/2	1,7	Rugosa	W	75	70	Seca	0
5	D	13	<i>Quercus humboldtii</i>	5 R 7/3	0,14	Rugosa	N	45	50	Seca	0

Apéndice M

Resultados obtenidos en la toma de datos que caracterizan la corteza en bosque mixto.

Hospedero					características generales de la corteza			Abundancia de briofitas		Resinas y lenticelas	
Parcela	Cuadrante	N° Árbol	Identificación	Color	Grosor (cm)	Rugosidad	Orien tación	Musgo (%)	Hepáti cas (%)	Seca/ látex	Abundancia de lenticelas (Área de 9 *9 cm)
6	C	18	Cupania sp. 1	7.5 R 4/2	0,11	Medianamente rugosa	W	30	50	Seca	0
6	A	6	Clusia sp.1	7.5 R 3/1	0,36	Medianamente rugosa	W	95	30	Exud ado blanc o	0
6	G	60	Clusia sp.1	7.5 R 7/2	0,46	Rugosa	E	70	20	Exud ado	0

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Hospedero				características generales de la corteza				Abundancia de briofitas		Resinas y lenticelas	
6	A	3	<i>Clusia sp.1</i>	7.5 R 7/2	1,44	Medianamente rugosa	E Y N	53	30	blanc o Exud ado blanc o	115
6	C	20	<i>Clusia sp.1</i>	7.5 R 3/1	0,47	Medianamente rugosa	E	30	45	Exud ado blanc o	12
6	A	10	<i>Clusia sp.1</i>	7.5 R 4/1	0,37	Medianamente rugosa	E	50	15	Exud ado blanc o	0
7	I	179	<i>Myrsine sp. 1</i>	7.5 YR 9/3	0,15	Lisa	E	20	50	Exud ado trans paren te	130
7	B	9	<i>Myrsine sp. 1</i>	2.5 R 8/1	0,16	Lisa	E	40	35	Exud ado rojo	4
7	I	57	<i>Myrsine sp. 1</i>	2.5 R 7/2	0,22	Lisa	E	30	25	Exud ado rojo	0
7	D	20 ^a	<i>Myrsine sp. 1</i>	7.5 R 8/1	0,23	Lisa	N	20	15	Exud ado trans paren te	3
7	B	14	<i>Myrsine sp. 1</i>	2.5 R 8/1	1,36	Lisa	E	10	30	Seca	0
7	F	40	<i>Escallonia pend ula</i>	7.5 R 5/3	0,27	Rugosa	S	75	40	Seca	0
7	G	45 ^a	<i>Escallonia pend ula</i>	7.5 R 5/3	0,96	Rugosa	W	20	18	Seca	0
7	E	25 ^a	<i>Escallonia pend ula</i>	7.5 R 4/6	0,96	Rugosa	E	60	50	Seca	0
8	J	204	<i>Inga sp.1</i>	2.5 R 7/2	0,13	Lisa	E	10	20	Exud ado trans paren te	120
8	A	4 ^a	<i>Myrsine sp. 1</i>	2.5 R 8/2	0,16	Lisa	S	20	22	Exud ado trans paren te	17
8	C	58	<i>Eugenia sp. 2</i>	2.5 R 4/4	0,36	Lisa	N	10	3	Exud ado trans paren te	0
8	C	21	<i>Myrsine sp. 1</i>	2.5 R 7/2	1,5	Medianamente rugosa	E	35	20	Exud ado trans paren te	8
8	F	34	<i>Myrsine sp. 1</i>	2.5 R 5/2	0,15	Medianamente rugosa	E	50	15	Seca	0
8	D	26 ^a	<i>Myrsine sp. 1</i>	2.5 R 5/2	0,46	Medianamente rugosa	E	30	25	Seca	5
8	E	31	<i>Quercus humbo ldtii</i>	2.5 R 3/1	0,22	Rugosa	E	80	40	Seca	0
8	B	9	<i>Inga sp.1</i>	2.5 R 7/2	0,17	Medianamente rugosa	E	90	6	Seca	0

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Hospedero				características generales de la corteza				Abundancia de briofitas		Resinas y lenticelas	
8	B	12	<i>Escallonia pendula</i>	2.5 R 8/2	0,12	Medianamente rugosa	N	82	7	Seca	0
9	H	35	<i>Myrsine sp. 1</i>	2.5 R 6/2	0,22	Medianamente rugosa	W	20	5	Exudado transparente	15
9	E	22	<i>Quercus humboldtii Bonpl.</i>	2.5 R 4/1	0,14	Medianamente rugosa	W	60	5	Seca	2
9	J	48	<i>Myrsine sp. 1</i>	2.5 R 6/2	0,35	Medianamente rugosa	W	10	5	Exudado café	6
9	E	21	<i>Quercus humboldtii Bonpl.</i>	2.5 R 3/1	0,47	Medianamente rugosa	W	65	10	Seca	0
10	F	37	<i>Cupania sp. 1</i>	7.5 RP 7/1	0,17	Medianamente rugosa	W	7	50	Seca	0
10	I	53 ^a	<i>Dendropanax sp. 1</i>	7.5 R 5/1	0,36	Medianamente rugosa	N	50	47	Seca	5
10	G	40	<i>Myrsine sp. 1</i>	7.5 R 7/1	0,38	Rugosa	W	60	25	Exudado Vino tinto	6
10	G	42	<i>Clusia sp.1</i>	7.5 R 3/1	0,36	Medianamente rugosa	W	60	32	Seca	32
10	G	41	<i>Clusia sp.1</i>	7.5 R 7/1	0,54	Rugosa	S	55	30	Seca	0
10	G	43	<i>Clusia sp.1</i>	7.5 R 4/2	0,26	Medianamente rugosa	E	40	30	Seca	0
10	D	25	<i>Clusia sp.1</i>	7.5 R 6/1	0,39	Medianamente rugosa	E	45	60	Seca	10
10	B	10	<i>Dendropanax sp. 1</i>	7.5 R 7/2	0,36	Rugosa	E Y W	60	35	Seca	80

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Referencias bibliográficas

- 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.
- Arévalo Burbano, J. R. E. (2003). Composición y distribución de epífitas vasculares en cuatro bosques de la cuenca de Puerto Abeja (Chiribiquete, Amazonia Colombiana) (Bachelor's thesis, Uniandes).
- Alfonso, A. (2014). Principales normas ambientales colombianas. Biblioteca Universidad EAN. <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/1615/NormasAmbientales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alzate, F., Cardona, F., & Callejas, R. (2017). Diversidad y composición de epífitas vasculares en robledales de Antioquia (Colombia). *Actualidades Biológicas*, 23(74), 25–31. Recuperado a partir de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/329615>
- Alvear, M., Betancur, J., & Franco-Rosselli, P. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural los Nevados, Cordillera Central Colombiana. *Caldasia*, 32(1), 39-63.
- Badii, M. H., Landeros, J., & Cerda, E. (2015). Papel de los Ecosistemas en la Sustentabilidad. *Cultura Científica y Tecnológica*, (21).
- Cabrelli, D., Rebottaro, S., & Effron, D. (2006). Caracterización del dosel forestal y del microambiente lumínico en rodales con diferente manejo, utilizando fotografía hemisférica. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, (13), 17-25.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

- Camacho, V., & Ruiz, L. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4).
- Calderón, C. & Olejua, O. (2020). Diversidad, estructura y rasgos funcionales entre el dosel y el sotobosque de un ecosistema de alta montaña (tesis de pregrado) Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- 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.
- Castro, C. (2018). Tabla Munsell Teoría y Práctica y Manejo de Tabla de colores Munsell y régimen de Humedad.
- Ceja Romero, J. A. C. Q. U. E. L. I. N. E., Espejo Serna, A. D. O. L. F. O., García Cruz, J. A. V. I. E. R., López Ferrari, A. R., Mendoza Ruíz, A. N. I. C. E. T. O., & Pérez García, B. L. A. N. C. A. (2008). Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias*, 91(091).
- Cordero, G. D. (2012). El cambio climático. *Ciencia y sociedad*, 37(2), 227-240.
- David-Higueta, H., & Álvarez-Dávila, E. (2018). Riqueza total de especies de plantas vasculares en un bosque andino de la Cordillera central de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 227-236.
- Espinosa, A. F. (2011). Diversidad de epífitas vasculares: Un estudio comparativo del impacto humano en bosques y árboles remanentes en pastizales en dos sitios en bosques nublados del Ecuador.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

- Espinosa, P., & Joya, A. (2020). Diversidad y distribución vertical de orquídeas y bromelias epífitas en bosques contrastantes de los Andes Noroccidentales (tesis de pregrado) Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Ferro, D. (2016). Criterios metodológicos para evaluaciones sobre ecología de epífitas vasculares. Revista ECOVIDA, 5(2), 1-12, <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/rt/prINTERfriendly/82/html>
- Frazer, G., Canham, C., y Lertzman, K. (1999). Manual de usuario y documentación del programa Gap Light Analyzer (GLA) versión 2.0.
- Flórez, R., & Montaña, S. (2015). Estructura espacial de epífitas vasculares en dos localidades de bosque altoandino, Pamplona, Colombia: Spatial structure of vascular epiphytes in two High-Andean forest locations, Pamplona, Colombia. *Caldasia*, 37(1), 15-30.
- Galindo, R., Betancur, J., & Cadena, J. (2003). Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá-Alto río Fonce, cordillera oriental colombiana. *Caldasia*, 25(2), 313-335.
- Garea, M., Pichs, M., González, E. (2009). El cambio climático, sus consecuencias e impactos principales. (pp.13-15) UNESCO.
- Galeano, C. (2009). Caracterización ecológica de la comunidad epífitas (Bromeliaceae y Orchidaceae), en bosque Andino de *Quercus humboldtii* Bonpl, Santander, Colombia (Tesis de pregrado). Universidad de Córdoba, Montería, Colombia
- Granados, D., López, F., Hernández, Á., & Sánchez, A. (2003). Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 9(2), 101-111.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

- Gonza, M. (2015). Descripción de la riqueza, abundancia, diversidad específica y distribución altitudinal de especies de orquídeas, en winaywayna, cusco, 2013-2014.
- González, A., & Parrado, A. (2010). Diferencias en la producción de frutos del roble *Quercus humboldtii* Bonpl. en dos bosques andinos de la cordillera oriental colombiana. *Colombia Forestal*, 13(1), 141-162.
- Gowland, K. M., Wood, J., Clements, M. A., & Nicotra, A. B. (2011). Significant phorophyte (substrate) bias is not explained by fitness benefits in three epiphytic orchid species. *American Journal of Botany*, 98(2), 197-206.
- Hechavarria, L., & Ferro, D. (2017). Epífitas vasculares. Pp. 104-117. *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.
- Henao-Díaz, L. F., Pacheco-Fernández, N. M., Argüello-Bernal, S., Moreno-Arocha, M. M., & Stevenson, P. R. (2012). Patrones de diversidad de epífitas en bosques de tierras bajas y subandinos. *Colombia forestal*, 15(2), 161-172.
- Hernández, P., Giménez, A., & Gerez, R. (2008). Situación actual de la biodiversidad vegetal en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero, Argentina. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, (16), 20-31.
- Hernández, B. & Álvarez, E. (2020). Diversidad y estructura de árboles de dosel y del sotobosque en dos bosques altoandinos con diferente estado de intervención antrópica (tesis de pregrado) Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Higuera, Diego y Wolf, Janhd. (2010). Las epífitas vasculares en los bosques secos de roble muestran resiliencia a las perturbaciones antropógenas, cordillera oriental, colombia. *Caldasia*, 32 (1), 161-174. Obtenido el 4 de julio de 2021 de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s036652322010000100010&lng=en&tlng=en.

Hurtado Alza, H. A. (2018). Caracterización y distribución vertical de epífitas vasculares (orquídeas y bromelias) y hospederos en un ecosistema de selva en el sur del Perú.

Instituto de Investigación Alexander Von Humboldt. (1998). El bosque seco tropical (bs-T) en Colombia. Bogotá: Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. 24 p.

Iker, A., François, X., Damascen, O., Diaz, E., Lauronce, V., Iñigo, M., y Urrizalqui, Oroz. (2007) INDICANG: Glosario INDICANG Idioma español. http://www.ifremer.fr/indicang/version_espagnole/IndicangGlossES.pdf

Jiirgen, N., & Gerhard., Z. (2015). Methods of analyzing the structure and dynamics of vascular epiphyte communities. Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa, Panamá.

Jiménez López, D. A. (2016). Determinantes ambientales en la riqueza de epífitas vasculares en un gradiente altitudinal de la sierra madre de Chiapas, México (trabajo de fin de grado, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-instituto de ciencias biológicas).

Johansson, D. (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecia*. 59. Uppsala.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

- Krömer, T., García, G., & Toledo, 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.
- Krömer, T., Gradstein, SR y Acebey, A. (2007). Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 42 (1), 23-33.
- Lobo, E., Gradstein, R., & Nadkarni, N. (2009). A protocol for sampling epiphyte richness and abundance. *Journal of Tropical Ecology*, 25, 107-121.
- Marín, M., & Gómez, D. (2005). Banco de semillas en un bosque de roble de la cordillera central colombiana. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 58(2), 2931-2943.
- Martínez, S., Bonilla, M., & López, H. (2015). Listado de la flora Orchidaceae de Santander y comentarios sobre sus especies endémicas. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 11(2), 54-111.
- Martínez-Meléndez, N., Pérez-Farrera, MA, & Flores-Palacios, A. (2008). Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 56 (4), 2069-2086.
- Mitchell, R. J., Hewison, R. L., Beaton, J., & Douglass, J. R. (2021). Identifying substitute host tree species for epiphytes: The relative importance of tree size and species, bark, and site characteristics. *Applied Vegetation Science*, 24(2), e12569.
- Mondragón, D., & Villa, D. (2008). Estudio etnobotánico de las bromelias epífitas en la comunidad de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. *Polibotánica*, (26), 175-191.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

Mondragón, D., Valverde, T. y Hernández Apolinar, M. (2015). Ecología de poblaciones de angiospermas epífitas: una revisión. *Ecología tropical*, 56 (1).

Maycotte Morales, C. (2011). Módulo biodiversidad. Universidad de Caldas y colaboradores. 1 Ed-Caldas. 58 páginas. Ilustraciones a color.

Montes, F., & Cañellas, I. (2003). Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 12(1), 159-176.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, (2017). Biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y gestión ambiental urbana. https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Estructura_/BIODIVERSIDAD_Y_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS_EN_LA_PLANIFICACION_Y_GESTION_AMBIENTAL_URBANA.pdf

Pérez, A., & Zambrano, H. (2009). Ruta para la Declaratoria de Nuevas Áreas y Ampliaciones en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. *Parques Nacionales Naturales de Colombia*, 37.

Orellana, J. (2009). Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Saeta. Tesis para la obtención del título de Técnico Superior Forestal. Escuela de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Agrícolas, Forestales y Veterinarias. Universidad de San Simón. Cochabamba -Bolivia

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

- Quintero, E., Benavides, M., Moreno, N., González, S. (2017). Bosques Andinos, estado actual y retos para su conservación en Antioquia. Medellín, Colombia: Fundación Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe Programa Bosques Andinos (COSUDE). 1 Ed – Medellín, 2018. 542 páginas. Ilustraciones a color.
- RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>
- Rodríguez, N., Armentaras, D., Morales, M., y Romero, M. (2006). Ecosistemas de los Andes Colombianos. Segunda Edición. Instituto de Investigación von Humboldt. Bogotá, Colombia. 154p
- Rodríguez, C., Jiménez, E., & Jiménez, A. (2019). Valoración económica de los servicios ecosistémicos del bosque andino en el municipio de pasca Cundinamarca (Doctoral disertación).
- Roblero, A. (2013). Caracterización del microambiente lumínico en áreas bajo diferentes sistemas de manejo, utilizando fotografías hemisféricas (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.
- 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.
- Rosbotham, R. (2014). La diversidad y la densidad de las epífitas vasculares en la Reserva Cerro Candelaria: La diferencia entre las alturas y dos tipos de bosque nublado en Ecuador.
- Susan-Tepetlan, T. M., Velázquez-Rosas, N., & Krömer, T. (2015). Cambios en las características funcionales de epífitas vasculares de bosque mesófilo de montaña y

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

- vegetación secundaria en la región central de Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 93(1), 153-163.
- Tewari, L. M., Tewari, G., Nailwal, T., & Pangtey, Y. P. S. (2009). Bark factors affecting the distribution of epiphytic ferns communities. *Nat Sci*, 7, 76-81.
- Torres, A. M. (2016). Floristic characterization of a high Andean Forest in the Purace national Natural Park, Cauca, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 20(1), 27-39.
- Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Wyse, S. V., & Burns, B. R. (2011). Do host bark traits influence trunk epiphyte communities? *New Zealand Journal of Ecology*, 296-301.
- Wolf, J. H., Gradstein, S. R., & Nadkarni, N. M. (2009). A protocol for sampling vascular epiphyte richness and abundance. *Journal of Tropical Ecology*, 107-121.
- Wolf, J.H.D. & C.F.J. Koning, 2001. "Toward the sustainable harvesting of epiphytic bromeliads: a pilot study of the highland of Chiapas, México". *Biological conservation*, **101**: 23-31.
- Warnock, Rosemary, Valenzuela, Jagger, Trujillo, América, Madriz, Petra, & Gutiérrez, Margaret. (2006). Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraota¹. *Agronomía Tropical*, 56(1), 21-42. Recuperado en 15 de enero de

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS VASCULARES

2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000100002&lng=es&tlng=es.

Zamora Ávila, M. (2011). Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas Costa Rica.

Zapata Blanco, J. N. (2019). Composición y estructura de epífitas vasculares en un gradiente altitudinal en un Bosque Montano Alto, Imbabura, Ecuador (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).

Zotz, G., y Andrade, J. L. (2002). La ecología y la fisiología de las epífitas y las hemiepífitas. Editorial Libro Universitario Regional, Costa Rica.

Zotz G. (2013). The systematic distribución of vascular epiphytes a critical update. Bot J Linn Soc. 2013; 171:453-481. Doi: 10.1111/boj.12010.