

Diversidad y patrones de distribución de orquídeas (*Orchidaceae Juss.*) en dos sistemas hídricos sobre el flanco occidental de la cordillera oriental en el municipio de Santa Bárbara, Santander, Colombia.

Mario Andrés Millán Martínez

Trabajo de grado para optar por el título de Biólogo

Director

Víctor Hugo Serrano Cardozo,

PhD en Ciencias Biológicas

Tutor

Cristhian Fernando Cagua Toledo,

Biologo

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Básicas

Escuela de Biología

Bucaramanga

2018

Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	16
1.1 Objetivo general	16
1.2 Objetivos específicos	16
2. Materiales y Métodos	17
2.1 Área de estudio	17
1.2 Trabajo de campo	18
2.3 Métodos de laboratorio	20
2.4 Análisis de datos	20
3. Resultados	22
3.1 Forófitos	22
3.1.2 Índice de valor de importancia (IVI)	25
3.2 Especies de orquídeas	26
3.3 Riqueza y diversidad de orquídeas	27
3.4 Cobertura de muestreo	29
3.5 Patrones en la composición y abundancia de especies	30
3.6 Patrones de distribución de orquídeas	33
3.6.1 Distribución vertical	33

3.7 Especificidad de hospedero.....	35
3.7.1 Relación índice valor de importancia vs orquídeas epífitas.....	35
3.8 Factores ambientales.....	37
3.8.1 Temperatura.....	37
3.8.2 Humedad relativa.....	37
3.8.3 Precipitación y luminosidad.....	38
4. Discusión.....	39
4.1 Composición general de la vegetación.....	39
4.2 Composición florística y diversidad de orquídeas.....	40
4.3 Recambio de especies arbóreas y orquídeas.....	42
4.4 Distribución vertical de orquídeas epífitas.....	44
4.5 Especificidad de hospedero.....	45
4.6 Variables microclimáticas.....	46
5. Conclusiones.....	47
Referencias Bibliográficas.....	49
Apéndices.....	58

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Área de estudio. Municipio de Santa Bárbara, Santander (7°01'16.3"N 72°53'33.0"W).	18
<i>Figura 2.</i> Comparación por rarefacción (líneas solidas) y extrapolación (líneas punteadas) basada en tamaño de muestreo de las orquídeas en dos hábitats para los números de Hill. (A) riqueza específica (B) diversidad calculada con el exponencial de Shannon y (C) equitatividad calculada con inverso del índice de Simpson.....	28
<i>Figura 3.</i> Curvas de rango abundancia mostrando la abundancia de las especies de orquídeas para cada hábitat. Las letras representan las morfoespecies más dominantes: A= <i>Stelis</i> sp1, B= <i>E. jajense</i> , C= <i>E. geminiflorum</i> , D= <i>E. paniculatum</i> , E= <i>E. hymenodes</i> , F= <i>E. aura</i> - <i>usecheae</i> , G= <i>E. dendrobii</i> , H= <i>T. williansii</i> , I= <i>Stelis</i> sp2, J= <i>E. carchiense</i> , K= <i>Cyrtochilum</i> <i>sp</i> , L= <i>G. sodiroi</i>	29
<i>Figura 4.</i> Cobertura del muestreo para muestras en función del tamaño de muestreo de orquídeas en los dos tipos de hábitat.	30
<i>Figura 5.</i> Recambio de especies con similaridad de Sorensen para las especies de orquídeas. (ALE) Azogue, lado izquierdo; (ALO) Azogue, lado derecho; (ELE) Esparta, lado izquierdo; (ELO) Esparta, lado derecho.....	31

Figura 6. Recambio de especies con similaridad de Sorensen para las especies arbustivas. (ALE) Azogue, lado izquierdo; (ALO) Azogue, lado derecho; (ELE) Esparta, lado izquierdo; (ELO) Esparta, lado derecho. 32

Figura 7. Histograma de frecuencias para altura de fijación de orquídeas sobre clase diamétrica en quebrada el Azogue. (0-5) estrato arbustivo; (5.1-10) estrato subarbóreo; (10.1-20) estrato arbóreo; (T) terrestres; (MC) madera caída. 33

Figura 8. Histograma de frecuencias para altura de fijación de orquídeas sobre clase diamétrica en quebrada Esparta. (0-5) estrato arbustivo; (5.1-10) estrato subarbóreo; (10.1-20) estrato arbóreo; (T) terrestres; (MC) madera caída. 34

Figura 9. Comparación de abundancias por clase diamétrica en las quebradas el Azogue y Esparta. (0-5) estrato arbustivo; (5.1-10) estrato subarbóreo; (10.1-20) estrato arbóreo; (T) terrestres; (MC) madera caída..... 34

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Listado de composición florística de ambas quebradas y número de árboles con orquídeas como huésped.</i>	23
Tabla 2. <i>Especies con los valores más altos de IVI en el total de las parcelas.</i>	25
Tabla 3. <i>Comparación de las especies con los mayores valores de IVI (Índice de valor de importancia) en las dos zonas de estudio.</i>	25
Tabla 4. <i>Números de Hill de orden $q=0,1,2$ para cada uno de los hábitats</i>	27
Tabla 5. <i>Relación entre valores de frecuencias de orquídeas e índice de valor de importancia (IVI) de las especies hospederas en la quebrada el Azogue y Esparta.</i>	36
Tabla 6. <i>Valores de precipitación en mm para las quebradas el Azogue y Esparta vs precipitación tomada para la vereda Esparta.</i>	38
Tabla 7. <i>Valores promedio de intensidad lumínica (Lux) para los lados de las dos quebradas, tomado a dos y un metro de altura. (ELE) Esparta, lado izquierdo; (ELO) Esparta, lado derecho, (ALE) Azogue, lado izquierdo; (ALO) Azogue, lado derecho.</i>	39

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Composición de especies de orquídeas y número de individuos registrados en cada sitio de muestreo.	58
Apéndice B. Listado de especies de orquídeas con alguna categoría UICN, CITES y endemidad. (NE) no evaluado, (LC) preocupación menor, (NT) casi amenazada, (II) el comercio de estos individuos debe ser controlado.....	61

Resumen

TÍTULO: DIVERSIDAD Y PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE ORQUÍDEAS (ORCHIDACEAE JUSS.) EN DOS SISTEMAS HÍDRICOS SOBRE EL FLANCO OCCIDENTAL DE LA CORDILLERA ORIENTAL EN EL MUNICIPIO DE SANTA BÁRBARA, SANTANDER, COLOMBIA*.

AUTOR: Mario Andrés Millán Martínez**

PALABRAS CLAVE: Bosque andino, corredor ripario, diversidad, orquídeas, sistemas hídricos.

Las orquídeas desempeñan una función importante en la dinámica y estructuración de las comunidades en los bosques andinos, ya que su distribución vertical y horizontal permite la creación de microambientes, favoreciendo el establecimiento de otros grupos vegetales, y contribuyendo al incremento en la diversidad a nivel local. Por tal motivo, es indispensable evaluar aspectos ecológicos que permitan entender la dinámica de las microcuencas en asociación con la riqueza y los patrones de distribución en la familia Orchidaceae. Se analizaron y establecieron patrones de distribución espacial y especificidad de hospedero en orquídeas de la cuenca alta del río Umpalá en el municipio de Santa Bárbara-Santander. Allí se ubicaron dos puntos de muestreo, donde se establecieron doce parcelas de 100 m². Se registraron las orquídeas terrestres y se revisaron las plantas leñosas con un DAP \geq 3cm. Se encontraron 744 individuos correspondientes a 44 especies distribuidas en 19 géneros, siendo *Epidendrum* L. el género más rico con 10 especies. Las orquídeas se distribuyeron diferencialmente dentro de cada quebrada (β BC.BAL= 0.70), evidenciando cambios en la abundancia de especies entre sitios. De igual forma, en el análisis de diversidad beta con el estimador de Sorensen se ve que la composición de las especies de orquídeas entre sitios es muy diferente (β sor= 0.663). Por otro lado, los resultados del análisis vertical indican un incremento en la abundancia de orquídeas, siendo el estrato arbustivo de los forófitos el que presentó mayor frecuencia para el establecimiento de las orquídeas. Se encontró 37 especies distribuidas en 28 familias de forófitos, siendo *Piper aduncum* la especie más abundante y con la mayor riqueza de orquídeas. En consecuencia, se encontró que la distribución y composición de orquídeas en zonas de ribera cambia en relación con la estructura de la vegetación y la variación en las abundancias de las orquídeas..

* Trabajo de grado

** Facultad de ciencias, Escuela de Biología. Director: Víctor Hugo Serrano C, PhD. Tutor: Cristhian Fernando Cacua Toledo., Biólogo.

Abstract

TITLE: DIVERSITY AND PATTERNS OF DISTRIBUTION OF ORCHIDS (ORCHIDACEAE JUSS.) IN TWO WATER SYSTEMS ON THE WESTERN FLANK OF THE EASTERN CORDILLERA IN THE MUNICIPALITY OF SANTA BÁRBARA, SANTANDER, COLOMBIA**.

AUTHOR: Mario Andrés Millán Martínez**

KEY WORDS: Andean forest, riparian corridor, diversity, orchids, water systems.

Orchids are critical for the dynamics and structuring of communities in Andean forests, vertical and horizontal distribution allows the creation of microenvironments, favoring the establishment of other plant groups, and contributing to diversity increase at the local level. For such reason, it is essential to evaluate the ecological aspects allowing the understanding of the dynamics of the microbasins in association with the richness and patterns of distribution in the Orchidaceae family. We analyzed and established patterns of spatial distribution and host specificity in epiphytic orchids from the upper Umpalá's river basin in the municipality of Santa Bárbara-Santander. Two sampling points were located and twelve plots of 100 m² were established. The terrestrial orchids were recorded, and the woody plants were revised with a DAP \geq 3cm. It was found 744 individuals corresponding to 44 species distributed in 19 genera, being *Epidendrum* L. the richest genus with 10 species. The orchids were distributed differentially within each stream (β BC.BAL= 0.70), showing changes in the abundance of species between sites. Likewise, the diversity analysis with the Sorensen estimator suggests that the composition of the orchid species between sites is very different (β sor= 0.663). On the other hand, the results of the vertical analysis denote an increase in the number of orchids, being the shrub layer of the phorophytes the one showing the highest frequency for the establishment of the orchids. 37 distributions were found in 28 families of phorophytes, being *Piper aduncum* the most abundant species with the highest orchid richness. Consequently, it was found that the distribution and composition of orchids in riparian zones changes in relation to the structure of the vegetation and the variation in the abundances of the orchids.

** Degree work

** . Science faculty, Department of Biology. Director: Víctor Hugo Serrano C, PhD. Tutor: Cristhian Fernando Cacua Toledo., Biologist

Introducción

Orchidaceae constituye la familia taxonómica de angiospermas con mayor diversidad en el mundo con aproximadamente 35.000 especies (Alrich & Higgins, 2008) y alrededor de 950 géneros con distribución cosmopolita (Hassler, 2001). La familia posee una amplia distribución en todo el mundo y alcanza su mayor pico de riqueza en las regiones tropicales, especialmente en la región Andina (Dressler, 1993; Alrich & Higgins, 2008). Se estima que la mayor riqueza de orquídeas puede encontrarse en un rango altitudinal entre 1500 y 2700 m.s.n.m. (Ortiz, 1979). Colombia y Ecuador son los países que concentran la mayor riqueza de orquídeas del mundo (Bonilla et al., 2014).

Colombia reporta aproximadamente 4.270 especies (Betancur, Sarmiento, Toro-González & Valencia, 2015), de las cuales 207 especies se encuentran bajo cierto grado de amenaza y muchas de ellas están distribuidas en el departamento de Santander, tal como se indica en el libro rojo de Orquídeas de Colombia (Calderón, 2007). A pesar de los esfuerzos, no existen estimaciones actuales que permitan saber con certeza el número de especies que están bajo riesgo de extinción en nuestro departamento.

Las orquídeas epífitas cumplen un papel importante en la dinámica de los bosques tropicales. Además, albergan y proveen recursos a otros organismos, promoviendo la diversidad (Gentry & Dodson, 1987). Los estudios tradicionales sobre epífitas vasculares han demostrado que muchas de estas plantas exhiben una distribución horizontal y vertical sobre los árboles hospederos (Johansson, 1974; Schimper, 1888; Went, 1940). Los parámetros espaciales y la abundancia de

orquídeas epífitas están determinados por la disponibilidad de hospederos y las características estructurales que estos presentan (Benzing, 1990; Catling et al., 1986, Johansson, 1974; Pérez, 1982). Asimismo, los requerimientos de luz, humedad y temperatura en el ambiente son factores que influyen en el establecimiento diferencial de las epífitas sobre el gradiente vertical del bosque (Stanford, 1968; Medina, 1990).

Las orquídeas son uno de los grupos más susceptibles a los cambios en las condiciones microambientales, pues además de depender de ellas, presentan asociaciones con determinados hospederos, por lo cual su riqueza y distribución se ve afectada por alteraciones en el hábitat, causando cambios en la estructuración de sus comunidades (Barthlott et al. 2001; Larrea y Werner 2010; Köster et al. 2011).

Muchas especies vegetales presentan fuertes asociaciones con sistemas de hídricos, creciendo a lo largo de los márgenes de los ríos (Nilsson et al., 1988). Los bosques riparios son generalmente fértiles y productivos debido a los depósitos de sedimentos que dejan las inundaciones tras su paso y que con el tiempo crean un rico suelo aluvial (Person, 1936; Barton et al., 1985).

Los corredores riparios constituyen una pequeña proporción del área total de la cuenca hidrográfica, pero son un elemento ecológico importante en la estructuración del paisaje, además de ofrecer beneficios a la sociedad (Freeman & Ray, 2001). Las áreas cercanas a las riberas actúan como ecotonos entre el ecosistema acuático y terrestre, controlando así el flujo de energía y nutrientes, además de intercambios bióticos (Gregory et al. 1991, Crow et al., 2000). La diversificación del hábitat en ambientes de ribera y zonas de inundación están relacionados con sucesiones asociadas a perturbaciones (Petts, 1990). La dinámica de los corredores riparios viene siendo afectada por la alteración del régimen natural de sus caudales y la sobreexplotación de los acuíferos gracias a que su ubicación los convierte en puntos vulnerables por fácil accesibilidad.

Por esta razón, entender la dinámica de los procesos ecológicos en estos corredores es clave para identificar cambios en la riqueza de especies debido al impacto de la fragmentación (Ries, et al., 2004).

La ecología de los bosques riparios, ha sido poco estudiada a pesar de la cercanía a poblaciones humanas y su fácil acceso. Sin embargo, son justamente este tipo de bosques los que son más fuertemente intervenidos por la acción antrópica (Nebel *et al.* 2000). La carencia de información que se tiene de las orquídeas hace difícil estimar su valor ecológico dentro de estos bosques y cuantificar el grado de perturbación sobre sus poblaciones naturales. No obstante, algunas evidencias sugieren que las orquídeas epífitas son uno de los grupos vegetales que presentan una mayor tasa de extinción producto de la tala indiscriminada de los bosques (Turner *et al.* 1996). Por lo que es importante realizar investigaciones que permitan conocer la diversidad y ecología de la familia Orchidaceae presente en este tipo de bosques.

El número de investigaciones sobre este grupo taxonómico supone un gran interés por el estudio de su diversidad biológica (Galindo, 2000; Warner, 2007). Aunque existen numerosos trabajos que evalúan la composición de orquídeas, sistemas de dispersión o diversidad, para Santander tan sólo se reportan siete estudios de la familia Orchidaceae (Camargo & Delgado, 2006; López, 2011; Parra, 2013; Valencia, 2014; Bonilla, Hernández & Aguirre, 2016; Martínez & Morales, 2016; Morales & Aguirre, 2016) donde se hacen algunas descripciones morfológicas y se presentan aspectos básicos de diversidad y conservación.

Se cree que el departamento de Santander tiene amplia gama de diversidad orquídeas debido a las características geográficas que presenta, ya que alberga diferentes tipos de ecosistemas desde bosques secos y húmedos hasta paramos, además de poseer una gran extensión de la cordillera Oriental donde se encuentran representados en gran nivel los bosques andinos (Rodríguez et al.,

2006). Por tal motivo, esta investigación busca describir en detalle aspectos ecológicos que permitan entender la dinámica de las microcuencas en asociación con la riqueza de especies y los patrones de distribución espacial en la familia Orchidaceae.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS POR EL PASANTE

- ✓ Adquiere destreza en el uso de las claves taxonómicas y métodos para la determinación taxonómica de la familia Orchidaceae
- ✓ Aplica técnicas para recolección, manejo y herborización de especímenes vegetales
- ✓ Obtiene destreza en análisis de la diversidad alfa y beta mediante software
- ✓ **Adquiere destreza para elaborar un informe final en el que se expondrán los resultados y conclusiones correspondientes al presente estudio**

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Determinar la diversidad y distribución espacial de orquídeas presentes en dos cuencas hidrográficas sobre la cordillera oriental, en el municipio de Santa Bárbara, Santander.

1.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar la riqueza y abundancia de orquídeas en dos sistemas hídricos ubicados sobre la cordillera oriental
- ✓ Establecer si existen diferencias en la riqueza y abundancia de orquídeas debido a los cambios microambientales presentes en las zonas de estudio.
- ✓ Determinar la preferencia de forófito en el establecimiento de orquídeas epífitas.
- ✓ Establecer las diferencias que existen entre las dos zonas de estudio respecto a la comunidad de orquídeas en los diferentes estratos verticales en la zona de estudio.

2. Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio

Situada en la vereda Esparta en el municipio de Santa Bárbara, Santander (Colombia), ubicado sobre la Cordillera Oriental Colombiana a los 2300 msnm (7°01'16.3"N 72°53'33.0"W) (Figura. 1) a lo largo de la microcuenca de las quebradas Esparta y Azogue. Presenta una temperatura media de 18°C y un sistema de lluvias bimodal con un pico máximo en octubre. El área de estudio está ubicada sobre un sistema montañoso de bosque andino que cuenta con robledales dominados por *Quercus humboldtii*. Estos bosques han sido severamente degradados debido a la cercanía con zonas de producción agrícola y ganadera (Etter, 1998; Etter & Wyngaarden, 2000).

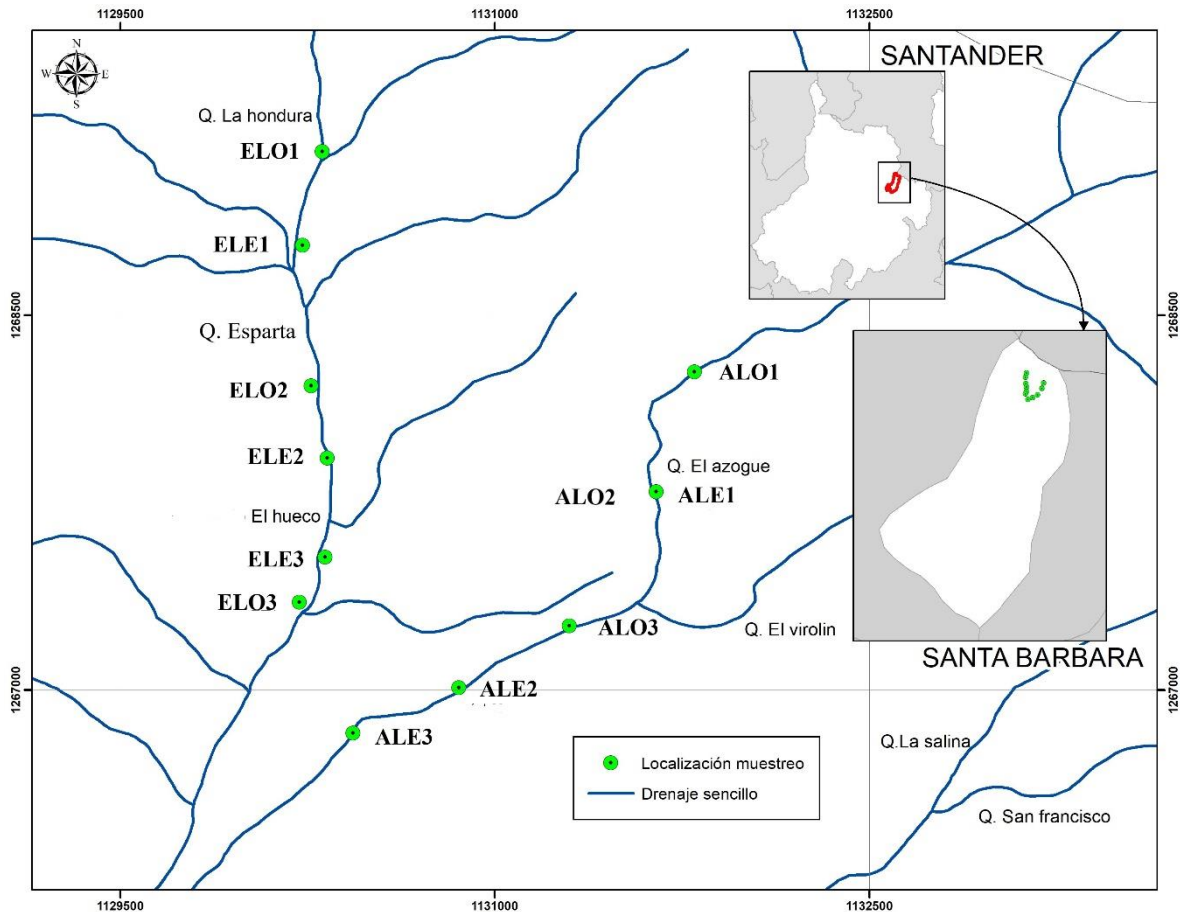


Figura 1. Área de estudio. Municipio de Santa Bárbara, Santander ($7^{\circ}01'16.3''N$ $72^{\circ}53'33.0''W$).

Nota. (ALE) Azogue, lado este; (ALO) Azogue, lado oeste; (ELE) Esparta, lado este; (ELO) Esparta, lado oeste.

1.2 Trabajo de campo

Se realizaron 8 salidas de campo con duración de entre 4 y 6 días cada una, donde se establecieron 12 parcelas de 5 x 20m en las dos cuencas hidrográficas, de acuerdo con la metodología propuesta por Rodríguez-Lombana, 2017. Las parcelas fueron ubicadas de la siguiente manera: seis parcelas en el sector de la quebrada el Azogue y seis en la quebrada Esparta, ubicadas paralelamente entre sí a aproximadamente 10m de la orilla de la quebrada y separadas entre sí mínimo por 100 m. Se

muestreo la totalidad de las parcelas, en todos los hábitos presentes en cada una de ellas, donde todos los individuos de orquídeas y de especies arbóreo-arbustivas fueron marcados y adicionalmente revisadas mensualmente con el fin de encontrar individuos en floración y así obtener una mayor certeza en su determinación taxonómica. Se utilizaron unos binoculares Bushnell de 10X, para observar las orquídeas ubicadas en el dosel alto de las plantas hospederas, donde no se llegaba a visualizar plenamente. El procesamiento del material vegetal se llevó a cabo siguiendo la metodología descrita por Rodríguez & Rojas (2002). La preservación del material vegetal se realizó mediante alcoholización con etanol al 70%, para su posterior secado en horno eléctrico a 70°C por 24 horas. Las estructuras florales de orquídeas se conservaron en una solución de agua, glicerina y alcohol al 70%. Todo el material colectado en seco y húmedo fue depositado en el Herbario de la Universidad Industrial de Santander.

Para el análisis de la estructura tanto horizontal como vertical de las orquídeas presentes en el área de estudio, se evaluaron los datos tomados de todos los individuos leñosos con un DAP mayor o igual a 3cm, y se definió en cada uno tres tipos de estratos: el primer estrato (arbustivo) cubre la base del árbol hasta los 5 m, donde comienza el segundo estrato (subarbóreo) en la parte media entre 5–10 m y el tercero (arbóreo) por encima de 10 m, siguiendo una modificación del método utilizado por Johansson (1974).

Se tomaron medidas de humedad relativa, intensidad lumínica, temperatura y pluviosidad entre los meses de julio del 2017 a enero del 2018 mediante dos miniestaciones climáticas WatchDog Data Loggers serie 1000®, ubicadas a nivel del suelo (una en cada quebrada) y el uso de un luxómetro a los dos metros de altura y a un metro. Se midió la cantidad de lluvia que cae dentro de la vegetación en cada quebrada mediante un pluviómetro. También se tomaron datos

estructurales de los individuos arbóreo-arbustivos con lo que se calculó el índice de valor de importancia (IVI) de acuerdo a lo propuesto por Rangel-Ch. & Velásquez (1997).

2.3 Métodos de laboratorio

Se realizó la determinación de las muestras mediante el uso de revisiones, guías y claves taxonómicas (Dressler, 1993; Escobar, 1991; Ortiz, 1979; Valencia, 2004; Viveros, 2001; Leopardi & Cumana, 2009; Gentry, 1996). Adicionalmente, se realizaron consultas a especialistas en los diferentes grupos de orquídeas, que contribuyeron en la determinación de las especies. También se revisó la colección de orquídeas depositadas en el Herbario de la Universidad Industrial de Santander (HUIS), así como la del Jardín Botánico Eloy Valenzuela (CDMB) y los herbarios en línea del Missouri Botanical Garden (MO) y el Royal Botanic Garden (KEW).

2.4 Análisis de datos

Los patrones de diversidad verdadera se evaluaron en términos de números equivalentes (números de Hill) (Jost, 2006), para cada sistema hídrico, dentro de ellas (parcelas) y entre quebradas. Siguiendo estos parámetros, se evaluaron los números de Hill de orden 0 (0D), que corresponden a la riqueza de especies, orden 1 (1D), el exponencial de entropía del índice de Shannon, y orden 2 (2D), que es el inverso del índice de Simpson (Jost, 2006). Con el propósito de evaluar la efectividad del muestreo, se realizó un análisis de cobertura de muestreo siguiendo la metodología propuesta por Chao y Jost utilizando el paquete “iNEXT” para el software R (Hsieh *et al.*, 2015). Este análisis permite hacer una estimación de la proporción del número total de individuos en un

sitio o comunidad que pertenece a las especies representadas en la muestra, además integra la rarefacción/extrapolación basada en la cobertura de la muestra para comparar riquezas y hacer estimación de la diversidad usando un modelo con datos de incidencia y los números de Hill (Chao y Jost, 2012) siendo: riqueza de especies ($q=0$), diversidad de Shannon ($q=1$) y diversidad de Simpson ($q=2$) (Chao et al.2014).

Se comparó la composición de especies de orquídeas en ambas cuencas, de acuerdo con la metodología propuesta por Chao y Jost (2012), que tiene en cuenta el tamaño de cobertura de la muestra. Para un análisis comparativo de la riqueza específica entre las localidades y determinar cuál de las áreas recoge mejor la diversidad beta existente, se calculó la diversidad beta utilizando el índice de Sorensen y sus componentes de recambio y anidamiento, siguiendo la metodología propuesta por Baselga (2010). El recambio de especies está representado por el índice de similitud de Simpson (β_{sim}) y el anidamiento está representado por el índice de anidamiento (β_{nes}), el cual cuantifica la disimilitud por pares dadas las diferencias en la riqueza de especies. Esto se realizó utilizando el paquete “Betapart” (Baselga y Orme, 2012) para el software R. Complementario a lo anterior, se evaluó con el mismo paquete la disimilitud de abundancia en múltiples sitios basados en el índice de Bray Curtis con sus dos componentes: variación balanceada ($\beta_{BC.BAL}$) y gradiente de abundancia ($\beta_{BC.GRA}$) (Baselga, 2017). La diversidad beta se visualizó mediante un dendrograma, donde se observó el porcentaje de similitud entre composición de las especies arbóreas y de orquídeas en ambos lados de las microcuencas de las quebradas Esparta y el Azogue.

Los patrones de distribución vertical de la familia Orchidaceae se analizaron tomando como variable la altura de fijación al forófito de las orquídeas epífitas, donde se creó un histograma de frecuencias; esto para evaluar el efecto de las características estructurales en cada uno de los sitios

de muestreo. Además, se llevó a cabo una prueba X^2 para comparar la distribución observada frente a la esperada sobre la variable altura de fijación en cada sitio de muestreo.

Se observó la relación existente entre las especies de hospederos con la frecuencia de orquídeas en ellos y la preferencia de éstas sobre los mismos. Para los datos microclimáticos se evaluó si existían diferencias significativas entre las variables humedad relativa y temperatura entre las dos microcuencas mediante la prueba de t-student y una prueba U de Mann-Whitney.

3. Resultados

3.1 Forófitos

Se encontró un total de 342 individuos en las dos zonas de estudio, distribuidos en 24 familias y 31 especies arbustivas, siendo *Piper aduncum* L. la especie más abundante y la cual albergó la mayor cantidad de individuos y especies de orquídeas (Tabla 1).

Los 342 árboles muestreados presentaron una altura fustal promedio de 1.6 m, con un DAP promedio de 9.5 cm y una altura total promedio de aproximadamente 8.9 m.

Tabla 1.

Listado de composición florística de ambas quebradas y número de árboles con orquídeas como huésped.

Punto de muestreo	Árboles	Número de individuos	Individuos con orquídeas
Azogue	<i>Piper aduncum</i>	62	39
Azogue	<i>Myrsine sp.</i>	19	-
Azogue	<i>Cavendishia pubescens</i>	17	5
Azogue	<i>Morella pubescens</i>	7	1
Azogue	<i>Zanthoxylum</i>	4	2
Azogue	Moraceae	4	1
Azogue	<i>Calycolpus moritzianus</i>	4	-
Azogue	<i>Ficus insipida</i>	3	2
Azogue	Rubiaceae	3	1
Azogue	<i>Melastomataceae 1</i>	3	-
Azogue	Asteraceae	3	-
Azogue	<i>Schefflera sp.</i>	3	-
Azogue	<i>Saurauia sp.</i>	2	2
Azogue	<i>Chloranthaceae</i>	2	1
Azogue	<i>Graffenrieda</i>	2	-
Azogue	<i>Siparuna</i>	1	1
Azogue	<i>Inga sp.</i>	1	1
Azogue	Melastomataceae 2	1	-
Azogue	<i>Clusia sp1</i>	1	-
Azogue	<i>Clusia sp2</i>	1	-
Azogue	Solanaceae	1	-
Azogue	<i>Viburnum sp.</i>	1	-
Azogue	<i>Weinmannia sp.</i>	1	-
Esparta	<i>Piper aduncum</i>	40	3
Esparta	Asteraceae	33	11
Esparta	<i>Cavendishia pubescens</i>	32	5

Punto de muestreo	Árboles	Número de individuos	Individuos con orquídeas
Esparta	<i>Weinmannia sp.</i>	19	1
Esparta	<i>Morella pubescens</i>	15	8
Esparta	<i>Hedyosmun sp.</i>	13	3
Esparta	<i>Calycolpus moritzianus</i>	12	-
Esparta	Acanthaceae	9	-
Esparta	<i>Escallonia paniculata</i>	5	1
Esparta	<i>Vismia baccifera</i>	5	-
Esparta	Urticaceae	4	2
Esparta	Chloranthaceae	3	1
Esparta	<i>Cecropia sp.</i>	1	-
Esparta	<i>Handroanthus sp.</i>	1	-
Esparta	<i>Myrsine sp.</i>	1	-
Esparta	Rubiaceae	1	-
Esparta	Verbenaceae	1	-
	Total	342	91

Las especies más representativas de las dos quebradas en cuanto a número de hospederos fueron: *Piper aduncum* con 42 individuos, Asteraceae con 11 individuos, *Cavendishia pubescens* con 10 individuos y *Morella pubescens* con 9 individuos. La quebrada con mayor cantidad de individuos hospederos fue el Azogue, en el cual se registraron 57 forófitos con al menos un individuo epífita, pertenecientes a 20 familias y 27 morfoespecies. Se registró 35 individuos hospederos con presencia de orquídeas en el punto de muestreo ubicado en la quebrada Esparta, con representación de 16 familias y 17 morfoespecies. Algunas de las morfoespecies restantes no presentan ninguna preferencia para el establecimiento de orquídeas epífitas (Tabla 1).

3.1.2 Índice de valor de importancia (IVI) Las especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) (incluidas morfoespecies) registradas en las dos quebradas en orden son: *Piper aduncum* (Piperaceae), *Cavendishia pubescens* (Ericaceae), *Morella pubescens* (Myricaceae), *Weinmannia sp.* (Cunoniaceae) y *Hedyosmun sp.* (Chlorantaceae). Las cuales representan el 60.75% del total de las parcelas para todas las morfoespecies registradas (Tabla 2).

Tabla 2.

Especies con los valores más altos de IVI en el total de las parcelas.

Especie	% IVI total
<i>Piper aduncum</i>	36.04
<i>Cavendishia pubescens</i>	9.14
<i>Morella pubescens</i>	8.14
<i>Weinmannia sp.</i>	5.41
<i>Hedyosmun sp.</i>	2.02
Total	60.75

Tabla 3.

Comparación de las especies con los mayores valores de IVI (Índice de valor de importancia) en las dos zonas de estudio.

El Azogue		Esparta	
Especie	% IVI total	Especie	% IVI total
<i>Piper aduncum</i>	35.75	<i>Piper aduncum</i>	17.46
<i>Morella pubescens</i>	9.18	<i>Asteraceae</i>	14.08
<i>Cavendishia pubescens</i>	8.05	<i>Morella pubescens</i>	12.42
<i>Primulaceae</i>	7.59	<i>Weinmania sp.</i>	11.10
<i>Saurauia sp.</i>	3.95	<i>Hedyosmun sp.</i>	6.63
Total	64.52		61.69

En las quebradas el Azogue y Esparta se observó una dominancia de determinadas especies, siendo *Piper aduncum* (Piperaceae) el más común, con valores IVI de 35.75% y 17.46% respectivamente (Tabla 3). Otra morfoespecie compartida con valores altos de IVI fue *Morella pubescens* con valores de 9.18% y 12.42%.

3.2 Especies de orquídeas

Se encontró 744 individuos correspondientes a 44 especies distribuidas en 19 géneros y 5 tribus, siendo *Epidendrum* L. el género más abundante y rico en número de especies (11), equivalente al 25% del total de las especies registradas. Los géneros *Pleurothallis* R.Br y *Stelis* Sw. presentan 7 y 6 especies respectivamente. El restante de géneros no supera el 4% de las especies registradas, con un máximo de dos especies en el área de estudio. La quebrada Esparta registró 3 especies estrictamente terrestres, mientras el Azogue tan solo reportó 2 especies con este hábito. La especie de orquídea con mayor abundancia fue *Epidendrum paniculatum* con 169 individuos registrados (Anexo 1).

Para el punto de muestreo ubicado en la quebrada el Azogue, se observaron 470 individuos de orquídeas, con un máximo de 32 individuos por forófito. El punto de muestreo número dos, ubicado en la quebrada Esparta, se registraron 274 individuos de orquídeas, con un máximo de 25 individuos por forófito.

Por las dificultades para regular el comercio de orquídeas, la familia completa fue incluida en el apéndice II de la CITES (CITES, 2018). *Rodriguezia granadensis* y *Masdevallia tubulosa* presentan categoría de preocupación menor (LC), mientras que *Epidendrum aura-usecheae* aparece como especie casi amenazada (NT) según la UICN (Unión internacional para la conservación de

la naturaleza). También se registraron 5 especies endémicas o exclusivas para Colombia: *Rodriguezia granadensis*, *Telipogon alvarezii*, *Epidendrum aura-usecheae*, *Epidendrum tigriphyllum* y *Lepanthes ferax* (anexo 2).

3.3 Riqueza y diversidad de orquídeas

La estimación de los números de Hill de orden $q=0,1,2$ muestran que la quebrada el Azogue presentó la mayor riqueza con 31 especies registradas. Sin embargo, la riqueza de especies no reflejó diferencias significativas con respecto al número de especies registradas para la quebrada Esparta con 30 especies registradas. Mientras la quebrada Esparta presentó diferencias significativas, evidenciado en los valores más altos de diversidad de orden $q=1$ y $q=2$ (Tabla 4, Fig.2)

Tabla 4.

Números de Hill de orden $q=0,1,2$ para cada uno de los hábitats

	Riqueza (q_0)	Shannon (q_1)	Simpson (q_2)
Quebrada Azogue	31	8.59	4.62
Quebrada Esparta	30	12.89	7.67

De las 44 morfoespecies de orquídeas registradas en ambas quebradas, 17 de ellas fueron compartidas por los dos sitios. Estos cambios en los valores bajos de q_1 y q_2 se debe a que en la quebrada el Azogue la dominancia de algunas especies del género *Epidendrum* es marcada, dentro de las morfoespecies dominantes en la quebrada el Azogue tenemos: *Epidendrum jajense* y *Epidendrum geminiflorum*, mientras que para la quebrada Esparta, *Stelis sp1* y *Epidendrum paniculatum* fueron las morfoespecies más dominantes. Ambas quebradas presentaron catorce

morfoespecies únicas de las cuales 11, en el caso de Esparta, tuvieron representación de un solo individuo. Por su parte, en la quebrada Esparta se observó una mayor equitatividad de la abundancia de sus morfoespecies (Fig. 2).

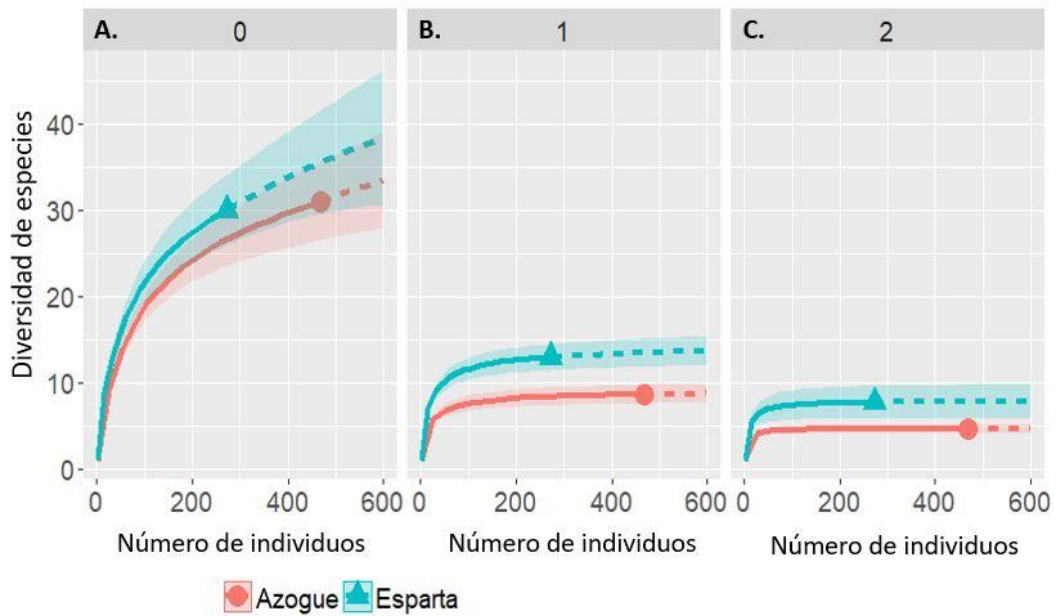


Figura 2. Comparación por rarefacción (líneas solidas) y extrapolación (líneas punteadas) basada en tamaño de muestreo de las orquídeas en dos hábitats para los números de Hill. (A) riqueza específica (B) diversidad calculada con el exponencial de Shannon y (C) equitatividad calculada con inverso del índice de Simpson.

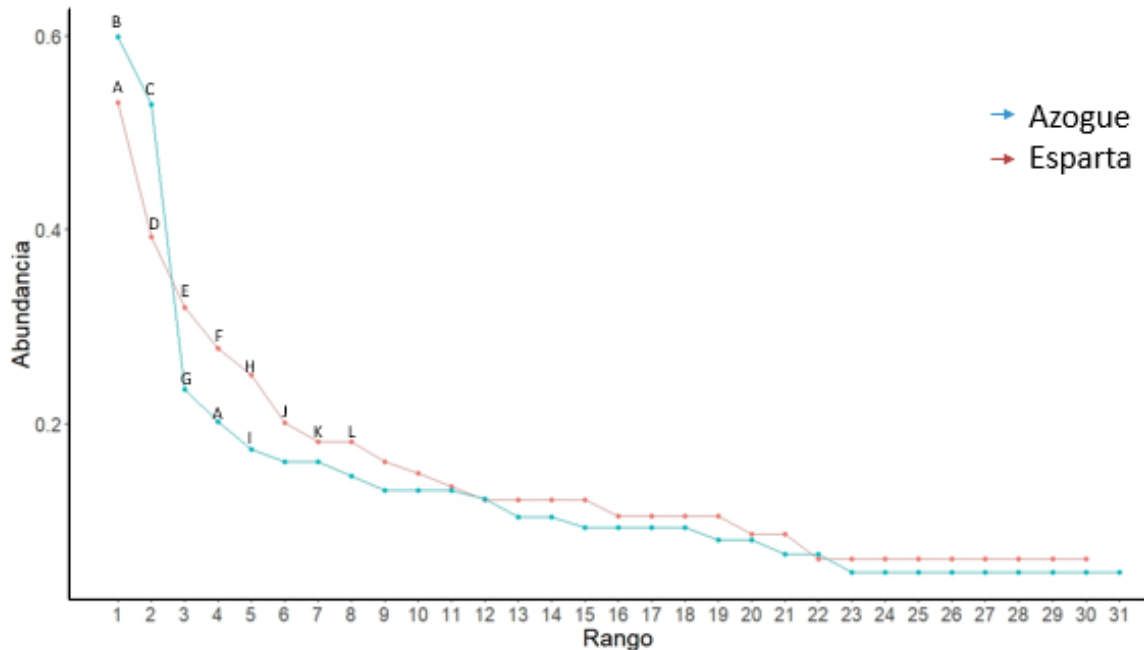


Figura 3. Curvas de rango abundancia mostrando la abundancia de las especies de orquídeas para cada hábitat. Las letras representan las morfoespecies más dominantes: A= *Stelis* sp1, B= *E. jajense*, C= *E. geminiflorum*, D= *E. paniculatum*, E= *E. hymenodes*, F= *E. aura-usecheae*, G= *E. dendrobii*, H= *T. williansii*, I= *Stelis* sp2, J= *E. carchiense*, K= *Cyrtochilum* sp, L= *G. sodiroi*

3.4 Cobertura de muestreo

La representatividad del muestreo de orquídeas alcanzó un 97-98% como una función del tamaño de muestreo en las dos zonas de estudio, siendo menor para la quebrada el Azogue y del 98% para la quebrada Esparta (Figura.4).

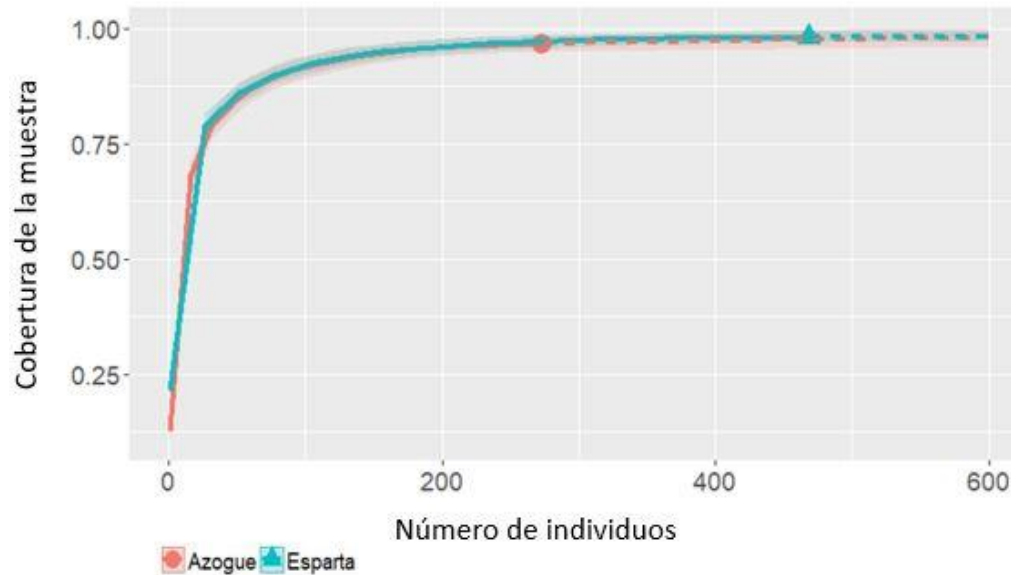


Figura 4. Cobertura del muestreo para muestras en función del tamaño de muestreo de orquídeas en los dos tipos de hábitat.

3.5 Patrones en la composición y abundancia de especies

La disimilitud múltiple entre sitios de Bray-Curtis (β BC) fue de 0.78. Los componentes de variación equilibrada de disimilitud de sitios (β BC.BAL) y el gradiente de abundancia de disimilitud múltiple entre sitios (β BC.GRA) fueron de 0.70 y 0.078 respectivamente. Estos resultados muestran que la disimilitud estuvo principalmente relacionada con la variación balanceada en abundancias, es decir, evidenciando cambios en la abundancia de especies entre sitios, como se evidencia en la especie *Epidendrum paniculatum* donde se presentó una abundancia de 168 individuos para la quebrada el Azogue, mientras que en la quebrada Esparta solo presentó un individuo.

El análisis de similitud en la composición de orquídeas en los diferentes costados de ambas quebradas señaló claramente dos agrupaciones, donde el costado izquierdo de la quebrada Esparta

(ELE) y el costado izquierdo del Azogue (ALE) muestran más del 30% de similitud de especies, mientras que el costado derecho de la quebrada el Azogue y Esparta (ALO - ELE) resultan ser más disímiles entre todas. El análisis de diversidad beta según Sorensen arrojó como resultado una diversidad beta total de 0.663 para las dos quebradas en sus dos lados; este valor es debido al efecto que tuvo el recambio sobre las especies de orquídeas entre sitios ($\beta_{sim} = 0.617$). El anidamiento o diferencias en la riqueza aportó un valor muy bajo ($\beta_{sne} = 0.045$) (Fig. 5), indicando que no hay diferencia en la riqueza de los dos sitios (Fig. 5), y que se está dando un recambio de especies, pero su pérdida o ganancia entre los sitios es baja, ya que en el lado izquierdo de la quebrada Esparta se tenían 18 especies de las cuales 6 eran únicas y al pasar al lado derecho 12 especies diferentes se encontraron de las 24 registradas.

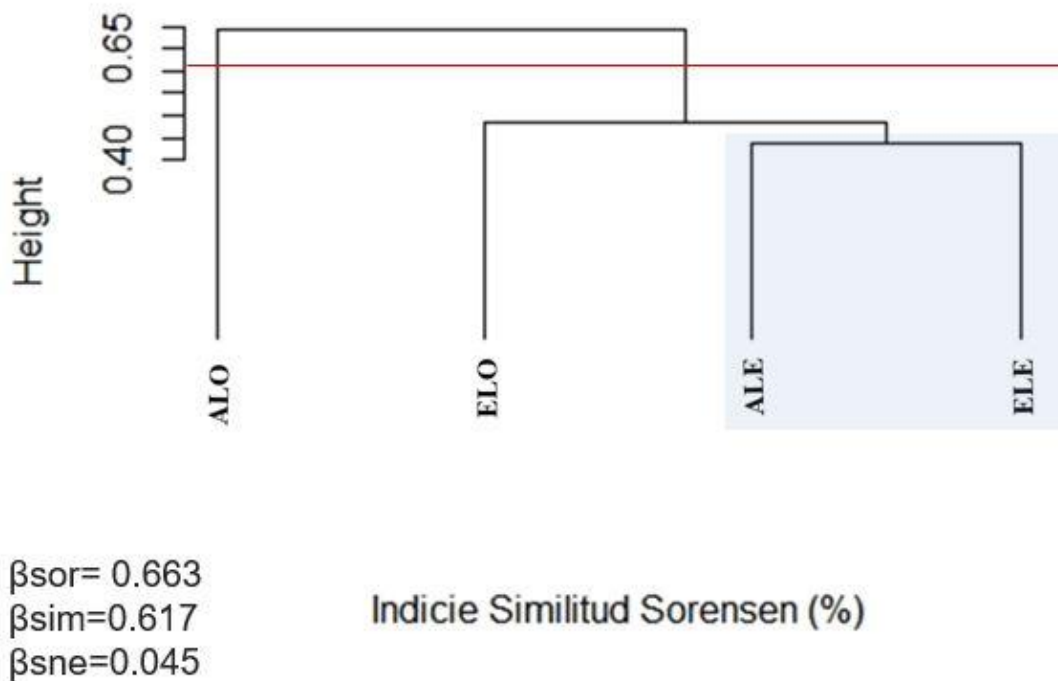


Figura 5. Recambio de especies con similitud de Sorensen para las especies de orquídeas. (ALE) Azogue, lado izquierdo; (ALO) Azogue, lado derecho; (ELE) Esparta, lado izquierdo; (ELO) Esparta, lado derecho.

El dendograma de similitud realizado para las especies arbustivas en ambos lados de las quebradas, dio como resultado una relación más estrecha entre sitios (ALE, ELE y ELO) con respecto al costado derecho de la quebrada el Azogue (ALO), resultando una diversidad beta total de 0.67, siendo un valor alto debido al recambio de especies arbustivas entre los costados de las quebradas (Fig. 6). El sitio ALO resulta tener diferencias en su composición en cuanto a la presencia o no de especies arbóreo-arbustivas y de orquídeas (Fig. 5-6), que no permite agruparla con los otros sitios analizados. Por otro lado, el análisis de similitud entre especies arbóreo-arbustivas arrojó un total de 9 morfoespecies compartidas entre ambas quebradas con 6 morfoespecies únicas para Esparta y 12 para el Azogue, de las cuales 9 fueron exclusivas para el costado derecho (ALO).

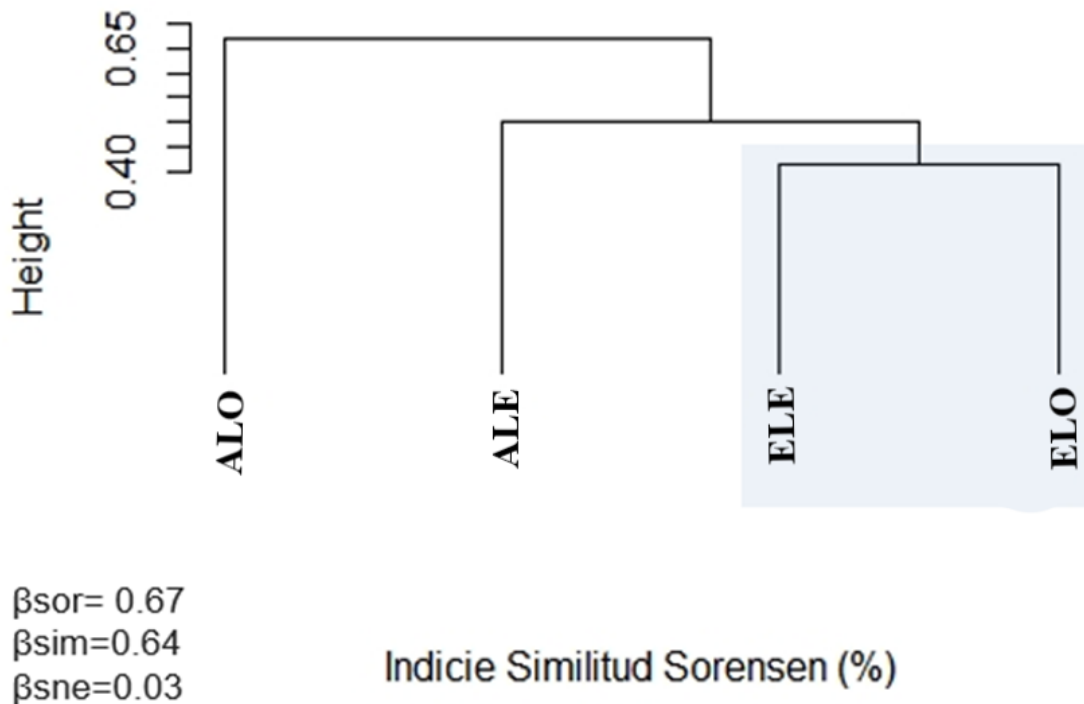


Figura 6. Recambio de especies con similaridad de Sorensen para las especies arbustivas. (ALE) Azogue, lado izquierdo; (ALO) Azogue, lado derecho; (ELE) Esparta, lado izquierdo; (ELO) Esparta, lado derecho.

3.6 Patrones de distribución de orquídeas

3.6.1 Distribución vertical En la quebrada el Azogue, se evidencia que la población de orquídeas epífitas tiene una preferencia de altura de fijación sobre el estrato arbustivo (0 a 5 m), donde se localizaron 342 individuos, equivalentes al 73% de la orquideoflora registrada en esa quebrada. En la altura de 5.1 a 10m correspondiente al estrato subarbóreo se registró 59 individuos, mientras que el estrato arbóreo solo presentó un individuo (Fig. 7).

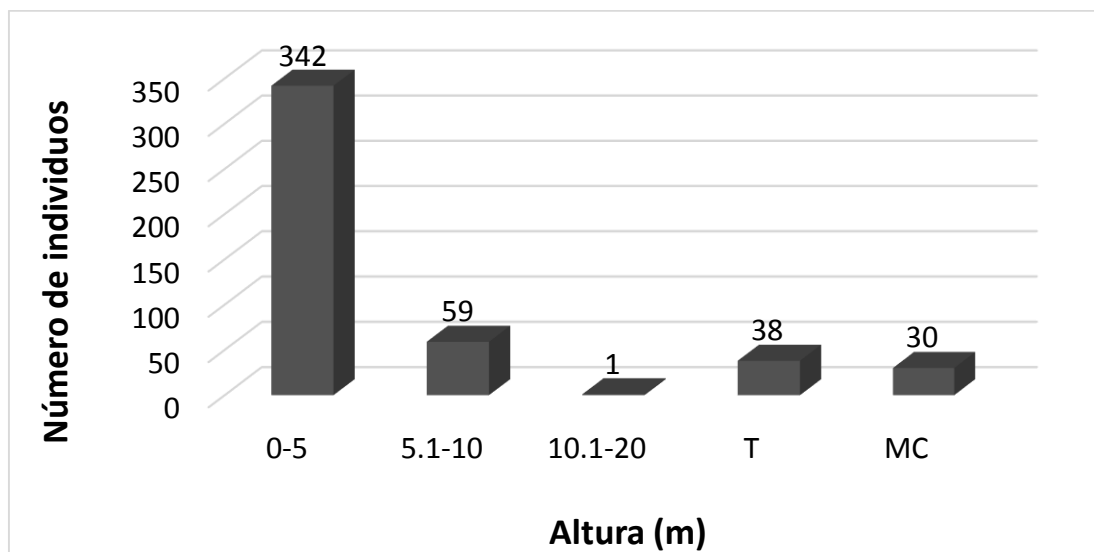


Figura 7. Histograma de frecuencias para altura de fijación de orquídeas sobre clase diamétrica en quebrada el Azogue. (0-5) estrato arbustivo; (5.1-10) estrato subarbóreo; (10.1-20) estrato arbóreo; (T) terrestres; (MC) madera caída.

Para la quebrada Esparta, se observa que la mayor cantidad de epífitas tiene preferencia sobre la clase diamétrica correspondiente al estrato arbustivo en los rangos de 0 a 5m con 171 individuos equivalentes al 62% de la población registrada en esta área. El estrato subarbóreo presentó 33

individuos, en contraste con el estrato arbóreo que no presentó ningún individuo sobre esta clase diamétrica (Fig. 8).

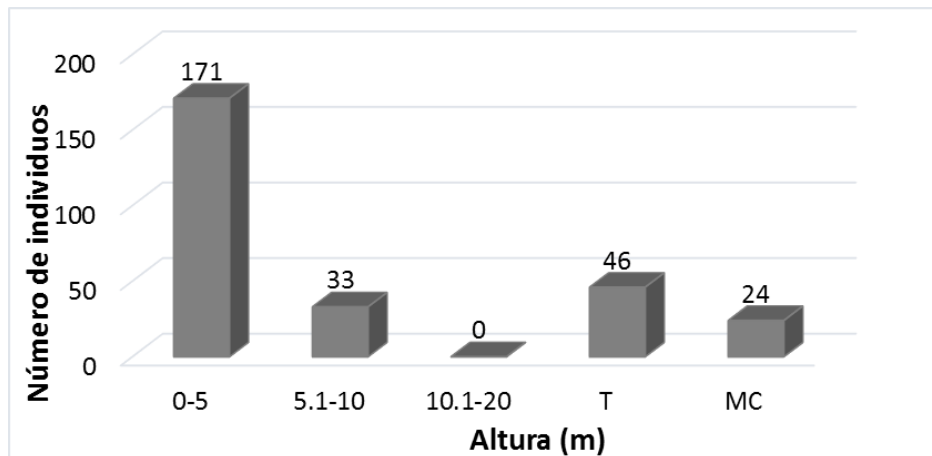


Figura 8. Histograma de frecuencias para altura de fijación de orquídeas sobre clase diamétrica en quebrada Esparta. (0-5) estrato arbustivo; (5.1-10) estrato subarbóreo; (10.1-20) estrato arbóreo; (T) terrestres; (MC) madera caída.

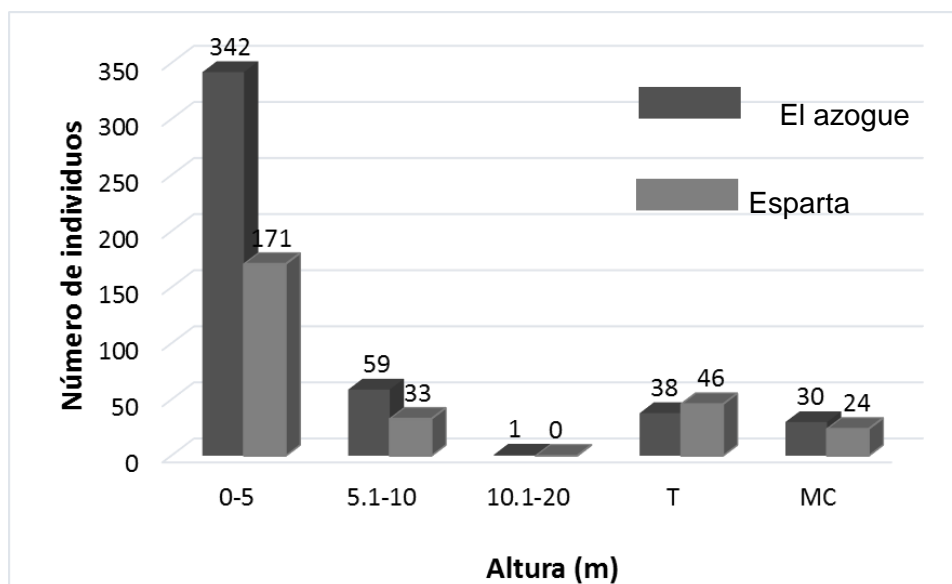


Figura 9. Comparación de abundancias por clase diamétrica en las quebradas el Azogue y Esparta. (0-5) estrato arbustivo; (5.1-10) estrato subarbóreo; (10.1-20) estrato arbóreo; (T) terrestres; (MC) madera caída.

Al evaluar las dos zonas de estudio por separado con respecto a la altura de fijación de las orquídeas epífitas sobre el forófito, mediante la prueba de bondad y ajuste χ^2 , se observa que en las dos zonas de estudio se presenta diferencias significativas en su distribución vertical indicando preferencia hacia el estrato arbustivo. Para los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Azogue se presentó un valor de X^2 de 496.85 con un $p < 0.0001$ (Tabla 5), donde en el estrato arbustivo el valor observado era mayor al esperado, mostrando cierta preferencia por esta zona diamétrica.

En la zona de estudio ubicada en inmediaciones de la quebrada Esparta, se presentó un valor de X^2 de 242.03 con un $p < 0.0001$ (Tabla 5), donde el estrato arbustivo que va de la base a los 5m de altura se sigue manteniendo como zona diamétrica de preferencia para el establecimiento de orquídeas en bosques riparios.

3.7 Especificidad de hospedero

3.7.1 Relación índice valor de importancia vs orquídeas epífitas. Al analizar el número de individuos de orquídeas epífitas en las diferentes especies de forófitos teniendo en cuenta el índice de valor de importancia (IVI), se observa una relación directa entre el forófito con mayor IVI y la frecuencia de orquídeas registradas en él para ambas microcuencas. En ambas zonas de estudio *Piper aduncum* (Piperaceae) muestra los valores más altos con un IVI de 35.75% y una frecuencia de orquídeas de 195 individuos para el Azogue y 17.46% de IVI con 56 individuos en la quebrada Esparta.

En todos los casos no se observa una relación directa entre el (IVI) de las especies arbóreas y la frecuencia de orquídeas sobre ellos. Es el caso de *Weinmannia sp* (Cunoniaceae) en la quebrada

el Esparta, donde presenta un IVI de 11.10% y una frecuencia de huéspedes de 6 individuos; también se observa algo curioso en el área de estudio localizado en la quebrada el Azogue, donde los individuos encontrados para la especie *Myrsine sp* (Primulaceae) y que representan el 7.59% del IVI total, no poseen un solo individuo epífita sobre él (Tabla 5).

Teniendo en cuenta las cuatro morfoespecies de orquídeas más abundantes en ambas quebradas (*E.schlimii*, *E.paniculatum*, *E.hymenodes* y *Stelis sp1*) (anexo 2), se determinó que *Piper aduncum*, *Morella pubescens*, *Cavendishia pubescens* y *Ficus insipida* fueron las especies leñosas que presentaron ocupación de las cuatro morfoespecies con mayor frecuencia de orquídeas, indicando así una posible preferencia hacía estos forófitos.

Tabla 5.

Relación entre valores de frecuencias de orquídeas e índice de valor de importancia (IVI) de las especies hospedadas en la quebrada el Azogue y Esparta.

El Azogue				
Familia	Especie	% IVI total	% de individuos con Orquídeas	Frecuencias orquídeas
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	35.75	1.6	195
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i>	9.18	7	18
<i>Ericaceae</i>	<i>Cavendishia pubescens</i>	8.05	3.4	49
<i>Primulaceae</i>	<i>Myrsine sp</i>	7.59	-	-
Actinidaceae	<i>Saurauia sp.</i>	3.95	1	17
Total		64.52	13	289
Esparta				

Familia	Especie	% IVI total	% de individuos con Orquídeas	Frecuencias orquídeas
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	17.46	13.3	56
Asteraceae	Asteraceae	14.08	3	34
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i>	12.42	1.8	43
Cunoniaceae	<i>Weinmania sp.</i>	11.10	19	8
Chlorantaceae	<i>Hedyosmun sp.</i>	6.63	4.3	19
Total		61.69	41.4	152

3.8 Factores ambientales

3.8.1 Temperatura. La temperatura promedio para la quebrada el Azogue fue 14.3°C y 15.6°C para la quebrada Esparta. La variación microclimática de la temperatura en ambas quebradas presentó una temperatura mínima de 10°C, mientras que la temperatura máxima registrada para la quebrada Esparta fue de 26°C, el Azogue presentó un máximo de 23°C. Al realizar la prueba U de Mann-Whitney, se observó un valor de $P < 0.0035$ indicando que existen diferencias en las medias de la variable temperatura microclimática entre los dos sitios.

3.8.2 Humedad relativa. Los valores promedio máximos y mínimos de humedad relativa se presentan para la zona de estudio ubicada en la microcuenca de la quebrada el Azogue con un 95.22% y un 59.61% respectivamente. Para la quebrada Esparta se presentan valores máximos y mínimos de humedad relativa que oscilan entre el 95.3% y los 51.8%. Al realizar una prueba de t-student, se observó un valor de $t = 1.81$ y un *p-valor* de 0.097; evidenciando que no existen diferencias significativas entre las dos áreas de estudio con respecto a la variable analizada

3.8.3 Precipitación y luminosidad Los valores de precipitación tomados para las dos quebradas y para la vereda Esparta, presentan un sistema de lluvias bimodal con un pico máximo en octubre y mínimo en febrero. Las quebradas presentaron valores de precipitación mayor al registrado en la vereda Esparta para el primer pico máximo de lluvias presente en los meses de marzo a mayo, el resto de los meses sus valores de precipitación fueron inferiores a los obtenidos en la vereda (Tabla 6).

Tabla 6.

Valores de precipitación en mm para las quebradas el Azogue y Esparta vs precipitación tomada para la vereda Esparta.

Meses	Quebradas	Vereda Esparta
Enero	13.49	21
Febrero	3.81	8
Marzo	147.31	73.39
Abril	123.87	29.46
Mayo	146.37	65.01
Junio	40.12	39.86
Julio	42.25	46.2
Agosto	49.75	93
Septiembre	84.62	173
Octubre	168.85	209
Noviembre	49.31	184
Diciembre	37.42	52.5

Los valores promedio de intensidad lumínica (Lux) que se presentan para la zona de estudio ubicada en la microcuenca de la quebrada Esparta, muestran una mayor entrada de radiación en las dos alturas registradas con un máximo de 900 lux (ELD) y un mínimo de 800 lux (ALD) a dos

metros de altura. Mientras que la intensidad lumínica máxima para la quebrada el Azogue no superó los 600 lux (ELI-ALI) a los dos metros de altura. Los valores tomados a un metro para la quebrada Esparta fueron de 500 lux (ELD-ALD), mientras que en el Azogue se registró 400 lux (ELI-ELD) (Tabla 8).

Tabla 7.

Valores promedio de intensidad lumínica (Lux) para los lados de las dos quebradas, tomado a dos y un metro de altura. (ELE) Esparta, lado izquierdo; (ELO) Esparta, lado derecho, (ALE) Azogue, lado izquierdo; (ALO) Azogue, lado derecho.

	Luminosidad (2m)	Luminosidad (1m)
ELE	600	400
ELO	900	500
ALE	600	400
ALO	800	500

4. Discusión

4.1 Composición general de la vegetación

En las áreas de estudio ubicadas en las microcuencas de las quebradas el Azogue y Esparta se logró evidenciar una similitud en su componente florístico donde para ambas zonas se compartieron individuos con alto (IVI) como lo son *Cavendishia pubescens* y *Piper aduncum*. Las dos áreas de estudio comparten 9 especies de 23 y 17 respectivamente

Para la composición de especies dentro del área de estudio (incluidas morfoespecies), los individuos más representativas fueron *Piper aduncum* (Piperaceae), *Cavendishia pubescens* (Ericaceae), *Morella pubescens* (Myricaceae), *Weinmannia sp* (Cunonniaceae) y la morfoespecie de la familia Asteraceae, no solo por el considerable número de individuos como es el caso de *Piper aduncum* sino también por componentes estructurales como DAP o el área basal que representan una importancia desde el punto de vista de área ocupada dentro de un espacio determinado, lo que resulta relevante a la hora de determinar las especies con mayor importancia dentro de un área estudiada (De la Quintana, 2005).

Algunas de las especies ribereñas identificadas ya fueron citadas como especies típicas características de estados sucesionales tempranos (Giraldo, 2001). Esto podría indicar que este tipo de vegetación no depende en su totalidad de las fluctuaciones hidrométricas fluviales (Neiff 2004) y que no están limitadas por su cercanía a las quebradas. De esta manera, podemos encontrar en *Piper aduncum*, una especie de rápido crecimiento con facilidad para adaptarse y crecer rápidamente en diferentes condiciones y bajo múltiples presiones, siendo pionera en los estadios de sucesión secundaria o en sitios perturbados, como los claros de bosques y márgenes de ríos; en ocasiones pueden formar densas poblaciones (Callejas, 1997).

4.2 Composición florística y diversidad de orquídeas

Estudios realizados en Santander, reportan un total de 581 especies de orquídeas y 142 géneros, considerándolo así como el segundo departamento con mayor riqueza de orquídeas (Bonilla, 2015) y siendo solo superado por Antioquia, quien reporta 1355 especies y 170 géneros (UNAL & MADS, 2015). De esta manera, al comparar las quebradas estudiadas a nivel departamental, estas

contienen un 8% de la orquideoflora santandereana y el 1.1% de las cerca de 4.010 especies de orquídeas reportadas para Colombia (Sarmiento, 2007). También se encontró que de las 118 especies endémicas que hay para Santander (UNAL & MADS, 2015), cinco de ellas están presentes en el área de estudio.

De acuerdo con los resultados de riqueza de especies en las microcuencas de las dos quebradas evaluadas, la diversidad de orquídeas mostró diferencias entre estas. La quebrada rica en especies (Azogue) tuvo valores de diversidad más bajos que la quebrada Esparta con menor riqueza, debido principalmente a la pérdida de especies en el Azogue y a la presencia de especies dominantes dentro de la quebrada Azogue (Tabla 4). La estrecha diferencia entre la diversidad de orden 0 (riqueza) y el número de especies efectivas 1D y 2D , sugiere que en ambas quebradas se presentan algunas especies abundantes y un gran número de especies únicas, lo cual se ve reflejado en las abundancias relativas de cada especie, como es el caso de *Epidendrum paniculatum* (168) y *Epidendrum hymenodes* (128) para la quebrada el Azogue. De igual manera podemos ver como las especies terrestres influyen en los cambios de la composición de especies, aportando especies únicas a cada quebrada, siendo el caso de *Epidendrum dendrobii* y *Maxillaria meridensis* para la quebrada Esparta, y *Macroclinium sp* para el Azogue.

Los altos valores de riqueza y diversidad encontrados en ambas quebradas son comparables con el trabajo de Damian (2015), donde el punto ubicado en el bosque ripario explica la mayor diversidad de orquídeas en comparación con otros puntos de muestreo ubicados en bosques de colina y de meseta. Por otro lado, la comunidad de orquídeas muestra una estructura muy diferente dentro de los bosques de ribera, debido a su proximidad con fuentes de agua constante. Estos bosques se caracterizan por presentar suelos húmedos que son estructuralmente más complejos y productivos en biomasa tanto vegetal como animal en comparación con zonas cercanas de tierra

firme (Díaz et al 2012); además, se caracterizan por poseer una flora compuesta por especies pioneras, por lo general herbáceas y leñosas, por lo que sus árboles no alcanzan grandes alturas (Naiman et al. 2005), lo que termina influyendo en la riqueza de orquídeas (Zapfack & Engwald, 2008).

La alta diversidad de orquídeas encontradas en las dos quebradas puede ser resultado de procesos hidrogeomorficos que afectan la vegetación riparia. En consecuencia, la estructura de las quebradas (caudal, ancho y profundidad), los procesos de sedimentación y de inundación, influyen fuertemente en la diversidad y dinámica de las comunidades vegetales asociadas con ecosistemas acuáticos (Gregory et al. 1991, Décamps, 1996).

4.3 Recambio de especies arbóreas y orquídeas

Según los análisis de diversidad beta, las diferencias en la riqueza de orquídeas entre pares de ambientes se deben principalmente a cambios en la composición de las mismas. Por otro lado, Las diferencias en riqueza y abundancia de las orquídeas observadas entre las quebradas estudiadas pueden ser el resultado de diferencias estructurales entre ellas y su composición arbóreo-arbustiva (ter Steege & Cornelissen 1989, Dejean et al. 1995). La diversidad beta es alta entre las dos quebradas ($\beta_{sor}=0.663$), correlacionándose con la composición arbóreo-arbustiva, lo que quiere decir, que en cada quebrada se registran 14 especies únicas, provocando un recambio de especies en cada una de ellas, cambiando en más del 30 % la composición de especies. Esta variación en la composición de especies entre quebradas se debe en gran medida al efecto de la estructura de la vegetación que influye en la riqueza de las orquídeas (Zapfack & Engwald, 2008). Este patrón en la riqueza de especies también se evidenció en las abundancias de las orquídeas, donde la

diversidad beta es mayor si se tiene en cuenta el cambio en las abundancias. Aunque se dio una alta variación en las abundancias de las especies estas variaciones fueron balanceadas ($\beta\text{BC.BAL}=0.70$), por lo que la disimilitud estuvo principalmente relacionada con los cambios en las abundancias de las mismas especies en las dos quebradas. Callaway y colaboradores (2002) afirman que la composición florística, abundancia y riqueza de individuos epífitos en los diferentes forófitos, está íntimamente relacionado con las características estructurales del árbol y su ubicación dentro del bosque.

El análisis de disimilitud en la composición de especies arbóreo-arbustivas indicó que la diversidad beta es ocasionada por el recambio de especies (βSIM), es decir el remplazo de especies de un lugar a otro (Baselga, 2010; Angeler, 2013). Hietz & Briones (1998) encontraron que la variación en la composición de orquídeas epífitas está relacionada con la riqueza y abundancia de forófitos, ya que provee mayor heterogeneidad de microhábitats a los bosques. De esta manera en la quebrada el Azogue a pesar de ser menos densa y más homogénea, se encontró la mayor riqueza de especies arbustivas (27) y la mayor frecuencia de orquídeas con 470 individuos censados en comparación con la quebrada Esparta, siendo esta la más densa en relación con las especies leñosas, pero con menor número de especies (17) y frecuencia de orquídeas (274). Se destaca que los bosques riparios contribuyen de manera sustancial a la composición y estructura de la vegetación en una cuenca hidrográfica al proporcionar un ambiente único (Ferreira & Stohlgren, 1999; Amoros, 2001), característico de estados sucesionales tempranos (Giraldo, 2001), donde se destaca para este trabajo, morfoespecies como *Saurauia sp* (Actinidaceae) y *Hedyosmun sp* (Chloranthaceae).

4.4 Distribución vertical de orquídeas epífitas

Al analizar el comportamiento de la distribución vertical de las orquídeas epífitas en la quebrada el Azogue y Esparta, parece revelar un patrón característico en el que se observó que las mayores abundancias de individuos epífitos se establecen desde la base de los arbustos hasta los 10 metros de altura. Lo mencionado anteriormente correspondería al estrato arbustivo y sub-arbóreo, concordando con los resultados obtenidos por Álzate y Cardona (2000), donde la mayoría de los individuos de la familia Orchidaceae se sitúan con mayor frecuencia en estos dos estratos. Para las dos quebradas, los individuos epífitos al parecer prefieren fijarse hacia zonas bajas y medias de los arbustos donde habría mejores condiciones ambientales para su establecimiento. Esto puede deberse a que la intensidad lumínica y la velocidad del viento aumenta a medida que se asciende del sotobosque al dosel, en tanto que la humedad relativa disminuye, originando así la formación de microclimas en los diferentes estratos del bosque (Chiariello, 1984).

Benzing y Rudolph et al. (1998) se refieren a que cuanto más variada es la arquitectura del forófito, mayor riqueza y abundancia de especies vegetales y animales tendrá. Por lo que en los resultados obtenidos para la estratificación forófitica, se observó que el 69% de las orquídeas epífitas registradas, reportadas en ambas quebradas prefieren habitar desde la base del arbusto hasta los 5m, debido a que *Piper aduncum* L. es el forófito que posee mayor abundancia de especies de orquídeas y posee una variada estructura que puede ramificar desde la base.

De acuerdo con la información registrada en las dos quebradas, el estrato arbóreo (>10m) tuvo solo un individuo. En los estratos uno y dos se registraron la mayor proporción de individuos epífitos para ambas quebradas, esto debido a que la mayoría de las especies hospederas encontradas presentan fustes que se ramifican generalmente desde la base, donde la inclinación o

ángulo de soporte determina la acumulación de materia orgánica en la cual las orquídeas epífitas se establecen (Kernan & Fowler, 1995), por lo que estos aspectos de la arquitectura de los arbustos influye en la riqueza y la abundancia de las especies (Ek et al. 1997; Callaway et al.2002).

Al evaluar las dos zonas de estudio por separado con respecto a la altura de fijación sobre el forófito de las orquídeas epífitas mediante la prueba de bondad y ajuste χ^2 , se corroboró lo anteriormente descrito, donde el estrato arbustivo se mantiene como zona diamétrica de preferencia para el establecimiento de orquídeas, estando relacionado con las diferencias entre la arquitectura de los forófitos y algunas variables críticas para su establecimiento y desarrollo (Benzing, 1990). Rojas y Sánchez (2015), encontraron en dos localidades de Norte de Santander, el mismo patrón que sustenta que la diversidad de epífitas disminuye en los intervalos superiores del forófito. Adicionalmente, Hernández-Rosas (2000) sugiere que las condiciones microclimáticas drásticas en los estratos más altos impiden el establecimiento de las epífitas ya que los cambios de la humedad e intensidad lumínica son más atenuados en los estratos bajos, lo que las hace óptimas para el establecimiento de los individuos.

4.5 Especificidad de hospedero

En las dos quebradas es evidente que el alto número de orquídeas sobre ejemplares de las *especies Piper aduncum, Morella pubescens, Cavendishia pubescens y Ficus insipida* se relaciona con la abundancia de estos en las quebradas. Según Hernández-Rosas (2001), la distribución espacial sobre los forófitos también se relaciona con la especie del forófito, su arquitectura, edad, y posición dentro del bosque. Dentro de la arquitectura se toman en cuenta altura, diámetro, tipo de corteza, inclinación y cantidad de bifurcaciones (Hernández-Rosas, 2000). La morfoespecie *Myrsine sp*

aunque también se encontró frecuentemente en la zona no mostró registros de epífitas, debido a que su corteza es lisa en comparación con especies del género *Ficus* o *Clusia* para las cuales se han registrado cortezas rugosas (Padilla, Cuevas, & Solís, 2005; Riofrio, 2016). Según Johansson (1974) y Benzing (1990), entre las variables mencionadas en cuanto a la arquitectura del forófito, la corteza del árbol es influyente ya que en el caso de cortezas rugosas se da una mayor retención de agua y nutrientes, favoreciendo el establecimiento de las orquídeas epífitas.

4.6 Variables microclimáticas

Las variables ambientales evaluadas en las dos quebradas presentaron resultados diferenciales, a pesar de que sus valores promedios no difieren considerablemente. Estas diferencias podrían deberse a la variación en algunos parámetros, como es el caso de la temperatura. Por otro lado, las dos quebradas presentaron diferentes estructuras vegetales, influyendo en los cambios en el microclima (temperatura, radiación, viento y humedad) (Saunders et al., 1991). Adicionalmente, debido a la estructura del bosque, la temperatura es más alta durante el día y baja durante la noche, ocasionando cambios en la composición de la vegetación (Laurence *et al.*, 2002).

Tanto para Esparta como para el Azogue los datos de humedad relativa presentaron porcentajes elevados que iban del 59.61 al 95.22%, generando así un ambiente favorable para el establecimiento de las orquídeas epífitas dado que la distribución en este tipo de bosques y dentro de los forófitos está determinada en parte por el microclima húmedo presente (Leimbeck & Balslev, 2001).

La humedad en los bosques riparios ha determinado que existe una mayor colonización de epífitas debido a esta característica microclimática (Annaselvam & Parthasarathy 2001, Leimbeck

& Balslev 2001). El bosque ripario, por su cercanía a una fuente de humedad constante dada por la influencia permanente de las quebradas Esparta y el Azogue, podría estar facilitando una mayor colonización y establecimiento de orquídeas (Arévalo & Betancur, 2004). Por otra parte, se ha establecido que las epífitas disminuyen en número de especies y abundancia hacia los hábitats con menor humedad (Gentry & Dodson 1987), algo que se evidenció en la quebrada Esparta, la cual presentó menor riqueza y abundancia de orquídeas, siendo esta la quebrada menos húmeda.

Otro factor determinante en la composición de orquídeas entre las quebradas fue la intensidad lumínica, ya que esta es una de las variables encargadas de la distribución de las epífitas dentro de los bosques (ter Steege & Cornelissen, 1989). Para la quebrada Esparta se presentan bosques riparios con menor densidad de arbustos y mayor amplitud de copa; elementos que podrían facilitar la entrada permanente de luz y reducción de la humedad.

5. Conclusiones

La diversidad de orquídeas dentro de corredores riparios aumenta en relación con la humedad y disminuye con la luminosidad, ya que en la base de los forófitos la luminosidad es más baja y tiene mayor influencia la humedad relativa.

Con los resultados de este estudio se logró determinar que la composición de orquídeas y especies arbóreo-arbustivas se distribuyen diferencialmente entre las quebradas con un recambio de especies mayor al 65 %, además de albergar una gran variedad de especies únicas para cada sitio.

La mayoría de las orquídeas epífitas se distribuyen verticalmente en los estratos arbustivos y sub-arbóreo de los forófitos, con alturas que no superan los cinco metros (arbustivo).

Las orquídeas registradas para el estudio presentan una estrategia generalista en la selección de los forófitos. Su capacidad para establecerse y desarrollarse en distintos microhábitats sobre el gradiente espacial del bosque dependerá de la amplitud ecológica de cada especie.

Las dos quebradas presentaron valores altos de humedad relativa y variaciones en la temperatura, lo cual podría explicar la elevada abundancia y riqueza de especies de orquídeas encontradas en las quebradas.

Referencias Bibliográficas

- Alzate, F., y Cardona, F., 2000. Patrones de distribución de epífitas vasculares en "robleales". Revista Facultad Nacional de Agronomía, 53(1), 969-983.
- Amoros, C., 2001. The concept of habitat diversity between and within ecosystems applied to river side-arm restoration. Environmental Management, 28: 805 – 817.
- Annaselvam, J. y N. Parthasarathy., 2001. Diversity and distribution of herbaceous vascular epiphytes in a tropical evergreen forest at Varagalaiar, Western Ghats, India. Biodiversity and Conservation, 10: 317– 329.
- 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.
- Armenteras D., Cadena-V C. y Moreno R.P., 2007. Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. – Colombia. 72 p.
- Barker, M., 1997. An update on low-tech methods for forest canopy access and on sampling a forest canopy. *Selbyana*, 61-71.
- Barthlott, W., Schmit-Neuerburg, V., Nieder, J., y Engwald, S., 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant ecology*, 152(2): 145 - 156.
- Benzing, D. H., 1990. Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge University Press, New York. 354 p.

- Betancur J., Sarmiento H, Toro-González L, Valencia J., 2015. Plan para el estudio y la conservación de orquídeas en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales y Ministerio de Ambiente. pp. 1 - 336.
- Callaway R., K. Reinhart, G. Moore, D. Moore y S. Pennings., 2002. Epiphytes host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia*. Published online: 29 may 2002.
- Callejas. P., R. 1997. Piperáceas de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada. Tomo XIII. Madrid.
- Calderón Sáenz, E., 2007. Libro rojo de plantas de Colombia. Vol. 6. Orquídeas, primera parte.
- Camargo C., y Delgado A., 2006. Flora Orchidaceae de la mesa de los santos (Piedecuesta–Santander). Trabajo de grado Universidad Industrial de Santander. 306 pp.
- Catling, P. M., Brownell, V. R. y Lefkovitch, L. P., 1986. Epiphytic orchids in a Belizean grapefruit orchard: distribution, colonization, and association. *Lindleyana*, 1: 194 - 202.
- Chao A., y Jost L., 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93: 2533 – 2547
- Chiariello, N. Leaf energy balance in the wet lowland tropics. En: Medina, E, H.A.; Mooney and C. Vázquez-Yanes. *Physiological ecology of plants of the wet tropics*. s.l.: Junk publishers, 1984.
- CITES- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. [Citado en 2018-10-22]. Disponible en <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>
- Crow, T. R., Baker, M. E., y Barnes, B. V., 2000. Diversity in riparian landscapes. p: 43 – 65
- Damian, A., 2015. Distribución Vertical y Horizontal de la familia Orchidaceae en Tres Tipos de Bosques en el sector Paujil, al Interior del Parque Nacional Yanachaga Chemillen (Pasco-Perú). *Revista Q'EUÑA*, 6: 67 – 68.

- Décamps H., 1996. The renewal of floodplain forests along rivers: A landscape perspective. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 26: 35–59.
- De la Quintana, D., 2005. Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en un bosque amazónico preandino del sector del Río Hondo, Área Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz, Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 40(3): 418 - 442.
- Díaz, P. Wilmer, D. F., Sarmiento, W. Composición florística, estructura y diversidad del bosque ribereño del Río Kakada, Cuenca del Río Caura, estado Bolívar, Venezuela. *revista Científica UDO Agrícola*, 12 (2): 275 - 289.
- Díaz-Toribio, V.H., 2009. “Orquídeas terrestres como indicadoras de calidad ambiental en fragmentos de bosque mesófilo de Montaña”. Tesis de maestría, Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Dressler, R., 1981. *The Orchids: Natural History and Classification*. Harvard University Press. Cambridge.
- Dressler, R., 1993. *Phylogeny and classification of the orchid family*. Discoriodes Press. Portland.
- Diaz, S; Cabido, M., 2001. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution* 16(11): 646 - 655.
- Diaz, S; Lavorel, S; de Bello, F; Quétier, F; Grigulis, K; Robson, M., 2007. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 20684 - 20689.
- Ek, C, R. H. ter Steege y K. Biesmeijer., 1997. Vertical distribution and associations of vascular epiphytes in four different forest types in the Guianas. Chapter 3: 65-80. In: Ek, C.R. *Botanical diversity in the tropical rain forest of Guyana. Series 4. Tropenbos Guyana Programme –Georgetown, Guyana and Universite it Utrecht, Holanda.*
- Escobar, R. (Ed.), 1991. *Orquídeas nativas de Colombia, Vol 5*. Ed. Colina. Compañía Litográfica Nacional S.A. Medellín.

- Etter, A., 1998. Mapa General de Ecosistemas de Colombia (1:2 000 000). Chaves, M.E. and N. Arango (Eds.) Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad en Colombia - 1997. Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Etter, A., Van Wyngaarden, W., 2000. Patterns of Landscape Transformation in Colombia with emphasis in the Andean Region. *Ambio*, 29 (7): 432 - 439
- Ferreira, L. V., y T. J. Stohlgren., 1999. Effects of river level fluctuation on plant species richness, diversity, and distribution in a floodplain forest in Central Amazonia. *Oecologia*, 120: 582 - 587.
- Galindo, C.L., 2000. Los retos de la biología de la conservación en Latinoamérica. pp. 66-69. En: Memorias IV Congreso Latinoamericano de Ecología. Universidad de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Galviz, J. A. D., Ortega, F. S., Montañó, L. R. S., y Gamboa, F. O. E., 2004. Riqueza y distribución de las Orquideaceae en la provincia de Pamplona. *Bistua revista de la facultad de ciencias básicas*, 2(1).
- Gentry, A. H. y Dodson, C. H., 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Missouri Bot. Garden*, 74: 205–233.
- Gentry, A. H. (1996). A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru), with supplementary notes on herbaceous taxa (No. C/582.15012 G4).
- Giraldo, C., Diego., 2001. Análisis Florístico y Fitogeográfico de un Bosque Secundario Pluvial Andino, Cordillera Central (Antioquia, Colombia). *Darwiniana*, 39(3-4):187 - 199.
- Gotelli, N. J. y A. Chao., 2013. Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data. In *Encyclopedia of biodiversity*. Second edition, volume 5, S. A. Levin (ed.). Academic Press, Waltham, Massachusetts. p. 195 - 211.
- Gregory, S. V., Swanson, F. J., McKee, W. A., & Cummins, K. W., 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*, 41(8): 540 - 551.

- Grime, JP., 1998. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate filter and founder effects. *Journal of Ecology*, 86: 902 - 910.
- Hernández-Rosas, J. I., 2000. Patrones de distribución de las epífitas vasculares y arquitectura de los forófitos de un bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, Estado de Amazonas, Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica*, 20(3): 43–60.
- Hernández-Rosas, J., 2001. Ocupación de los Portadores por Epífitas Vasculares en un Bosque Húmedo Tropical del Alto Orinoco, Edo. Amazonas, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 52 (4): 292-303.
- Higuera D., Bernal R. y Balcázar M.P., 2004. Diversidad y distribución vertical de epífitas vasculares en árboles de dosel de la isla Mocagua (Amazonas- Colombia). Universidad Nacional de Colombia.
- Hillebrand, H; Matthiessen, B., 2009. Biodiversity in a complex world: consolidation and progress in functional diversity research. *Ecology letters*, 12: 1405 - 1419.
- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., y Schmid, B., 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological monographs*, 75: 3 - 35.
- Hsieh TC, Ma KH, Chao A., 2016. iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution* n/a–n/a
- Johansson, D., 1974. Ecology of vascular epiphytes in west African rain forest. *Acta phytogeographica. Suecica*. 59: 1-136.
- Jost L., 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363–375
- Köster, N., Nieder, J., y Barthlott, W., 2011. Effect of host tree traits on epiphyte diversity in natural and anthropogenic habitats in Ecuador. *Biotropica*, 43(6): 685 - 694.
- Larrea, M. L., y Werner, F. A., 2010. Response of vascular epiphyte diversity to different land-use intensities in a neotropical montane wet forest. *Forest Ecology and Management*, 260 (11): 1950 - 1955.

- Laurance W. F., Camargo J. L. C., Luizão R. C. C., Laurance S. G., Pimm S. L., Bruna E. M., Stouffer P. C., Bruce-Williamson G., Benítez- Malvido J., Lindenmayer D. B., Franklin J., 2002. Conserving forest biodiversity. Island Press, Covelo, California.
- Leopardi, C., y Cumana, I. J., 2009. Clave para géneros y especies de Orchidaceae del estado Sucre, Venezuela. Revista multidisciplinaria del consejo de investigación de la Universidad de Oriente, 21(3): 215 - 228.
- Leimbeck, R. M., & Balslev, H., 2001. Species richness and abundance of epiphytic Araceae on adjacent floodplain and upland forest in Amazonian Ecuador. *Biodiversity & Conservation*, 10(9): 1579-1593.
- López H., 2011. Orquídeas nativas de Santander. Gobernación de Santander. 319 p.
- Lugo, A. E., y Scatena, F. N., 1992. Epiphytes and climate change research in the Caribbean: a proposal. *Selbyana*, 123-130.
- Martínez, S., Bonilla, M. M., y López, H., 2016. Listado de la flora Orchidaceae de Santander y comentarios sobre sus especies endémicas. Revista Facultad de Ciencias Básicas, 11(2): 54 - 111.
- Medina, E., 1990. Eco-fisiología y evolución de las Bromeliaceae. Boletín de la academia Nacional de Ciencias. Cordoba 59: 71-100.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia., 2015. Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia. Textos: Betancur, J., H. Sarmiento-L., L. Toro-González & J. Valencia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia; Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. Pp.336
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 1912 (15 de septiembre 2017). Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2017.
- Morales, B., Macgayver, M., Hernández Castañeda, O. I., y Aguirre Morales, A. C., 2016. Distribución y preferencias climáticas de *Sobralia uribei* (orchidaceae): una especie endémica de Santander, Colombia. *Luna azul*, (43), 128-144.

- Morales, M. M. B., Aguirre-Morales, A. C., y Toscano, H. L., 2016. Diversidad y conservación de *Catasetum* (Orchidaceae: Catasetinae) en el Departamento de Santander, Colombia. *Ciencia en desarrollo*, 7(2): 57 - 66.
- Mulligan M. y Burke S.M., 2005. Global Cloud Forest and Environmental change in a hydrological context. Final Report.
- Naiman, R., Décamps, H. & McClain, M. E. 2005. *Riparia. Ecology, conservation and management of Streamside Communities*. Elsevier Academic Press. London, UK.
- Neiff, J. J., 2004. Bosques fluviales de la cuenca del Paraná. In: M.F. Arturi, J.L. Frangi & J.F. Goya (eds.). *Ecología y manejo de los bosques de Argentina*. La Plata, Argentina.
- Nieder, J., S. Engwald., M. Klawun., y W. Barthlott., 2000. Spatial distribution epiphytes (including hemiephytes) in lowland Amazonia rain forest (Surumoni Crane plot) of southern Venezuela. *Biotropica*, 32 (3): 385 - 396.
- Padilla, E., Cuevas, R., y Solís, A., 2005. *Inga colimana* (Leguminosae) una especie nueva del occidente de México. Scielo.
- Pérez, J., 1982. Estudio de la distribución de epifitas sobre especies arbóreas representativas en bosques de palnia. MS Thesis. University of Puerto Rico, Rio Piedras, Puerto Rico. 89 pp.
- Rangel-Ch., J.O. & A. Velásquez., 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En: J. Rangel-Ch., P.D. Lowy-C., & M. Aguilar-P. (eds.) *Colombia diversidad biótica II, tipos de vegetación en Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 59-87
- Richter, M., 1991. Methoden der Klimaindikation durch pflanzenmorphologische Merkmale in den Kordilleren der Neotropis. *Die Erde*, 122: 267–289
- Ries, L., Fletcher Jr, R. J., Battin, J., y Sisk, T. D., 2004. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35, 491-522.
- Riofrio, M. L., 2016. Estudio de los factores que condicionan, a escala local, la presencia de *Epidendrum rhopalostele* (Orchidaceae). Universidad Politécnica de Madrid.

- Rodríguez-Lombana, A. R., Beltrán-Gutiérrez, H. E., y Moreno, A. C., 2018. Caracterización florística del bosque subandino y algunas áreas disturbadas en San Bernardo (Cundinamarca), Colombia. *Biota Colombiana*, 18(2), 43-72.
- Rodríguez R.E. y Rojas G.R., 2002. El Herbario. Administración y manejo de colecciones botánicas. Editado por R. Vásquez M. Jardín Botánico de Missouri-Perú.
- Rodríguez N, Armentaras D, Morales M y Romero M., 2006. Ecosistemas de los Andes Colombianos. Segunda Edición. Instituto de Investigación von Humboldt. Bogotá, Colombia. 154pp.
- Rudolph, D., Rauer, G., Nieder, J., y Barthlott, W., 1998. Distributional patterns of epiphytes in the canopy and phorophyte characteristics in a western Andean rain forest in Ecuador. *Selbyana*, 27-33.
- Saunders D. A., Hobbs R. J., Margules C. R., 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology* 5: 18-3.
- Schimper, A. F. W., 1888. Die epiphytische Vegetation Amerikas. Bot. Mitt. Trop. 2. Fischer, Jena.
- Stanford, W. W., 1968. Distribution of epiphytic orchids in semideciduous tropical forest in Southern Nigeria. *J.Ecl.* 56: 697-705.
- Team, R., 2015. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA.
- Ter Steege, H. & J. H. C. Cornelissen., 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21 (4): 331-339.
- Tilman, D., 2001. Functional diversity. En: Levin, SA. (Ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press, San Diego, CA. p: 109-120.
- Turner, I., H. Tan, Y. Wee, A. Ibrahim, P. Chew y R. Corlett., 1994. A study of plants species extinction in Singapore: lessons for the conservation of tropical biodiversity. *Conservation Biology* 8: 705-712.

- Valencia D., Janice., 2004. Las orquídeas de San José de Suaita (Santander, Colombia). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. 307 páginas: ilustraciones, fotografías (Biblioteca José Jerónimo Triana; 29).
- Viveros, P. A., J. C. Rodríguez y M. C. Vélez., 2001. Inventario de la familia Orchidaceae en la selva La Montaña del Ocaso, departamento del Quindío, en Agudelo, C.A. & M. C. Vélez (eds.), Monografías de la Flora andina 3: 59-118.
- Warner, J., 2007. Noticias. Varias especies de orquídeas están en peligro de extinción, advierten en Costa Rica. pp. 1-12. En: Congreso sobre la Protección de Orquídeas. Agencia AFP, San José, Costa Rica.
- Went, F. W., 1940. Soziologie der Epiphyten eines tropischen Urwaldes. Ann. Jard. Bot. Buitenz. 50:1-98.
- Wilde, A. J., 1995. Las orquídeas silvestres de Ucumarí. Corporación autónoma regional de Risaralda. Pereira, Colombia.
- Williams-Linera, G., V. Sosa y T. Platas., 1995. The fate of epiphytic orchids after fragmentation of a Mexican cloud forest. Selbyana: 36 - 40.
- Zapfack, L. & E., Stefan. 2008. Biodiversity and spatial distribution of vascular epiphytes in two biotopes of Cameroonian semideciduous rain forest. Plant Ecol. 2008, vol. 195, p. 117-130.

Apéndices

Apéndice A. Composición de especies de orquídeas y número de individuos registrados en cada sitio de muestreo.

Orden/Especies	Quebrada el Azogue	Quebrada a Esparta	Total registro de especies	Densidad relativa
CALYOPSOEAE				
<i>Govenia utriculata</i>	5	9	14	1.88
CRANICHIDAE				
<i>Microchilus sp</i>	3	0	3	0.40
CYMBIDIEAE				
<i>Chondroscaphe embreei</i>	1	0	1	0.13
<i>Cyrtochilum sp.</i>	12	9	21	2.95
<i>Dichaea morrisii</i>	0	1	1	0.13
<i>Dichaea sp</i>	0	1	1	0.13
<i>Lycaste sp</i>	2	0	2	0.26
<i>Macroclinium sp</i>	0	3	3	0.53
<i>Maxillaria meridensis</i>	0	1	1	0.13
<i>Maxillaria sp.</i>	1	0	1	0.13
<i>Rodriguezia granadensis</i>	8	3	11	1.47
<i>Comparettia sp.</i>	2	0	2	0.26
<i>Telipogon alvarezii</i>	0	1	1	0.13
<i>Telipogon williamsii</i>	2	17	19	2.55
EPIDENDRAE				
<i>Epidendrum aura-usecheae</i>	4	21	25	3.36
<i>Epidendrum carchiense</i>	4	5	9	1.34

Orden/Especies	Quebrada el Azogue	Quebrada a Esparta	Total registro de especies	Densidad relativa
<i>Epidendrum dendrobii</i>	0	1	1	4.30
<i>Epidendrum geminiflorum</i>	28	4	32	4.30
<i>Epidendrum hymenodes</i>	127	0	127	17.0
<i>Epidendrum jajense</i>	12	28	38	5.77
<i>Epidendrum paniculatum</i>	168	1	169	22.7
<i>Epidendrum schlimii</i>	7	42	49	6.58
<i>Epidendrum sp1.</i>	7	1	8	1.07
<i>Epidendrum muricatoides</i>	0	4	4	0.53
<i>Epidendrum tigriphyllum</i>	1	0	1	0.13
<i>Lepanthes ferax</i>	0	1	1	0.13
<i>Lepanthes wagneri</i>	0	3	3	0.40
<i>Masdevallia tubulosa</i>	1	0	1	0.13
<i>Myoxanthus reymondii</i>	1	0	1	0.13
<i>Pleurothallis inflata</i>	1	0	1	0.13
<i>Pleurothallis lilijae</i>	3	2	5	0.67
<i>Pleurothallis sp1.</i>	5	2	7	0.94
<i>Pleurothallis sp2.</i>	8	1	9	1.20
<i>Pleurothallis tridentata</i>	4	0	4	0.53
<i>Pleurothallis cordata</i>	8	0	8	1.20
<i>Pleurothallis pedunculata</i>	8	0	8	1.20
<i>Prosthechea brachychila</i>	4	0	4	0.53
<i>Stelis eublepharis</i>	1	0	1	0.13
<i>Stelis superbiens</i>	0	5	5	0.67
<i>Stelis sp1.</i>	27	74	101	13.5
<i>Stelis sp2.</i>	18	2	18	2.68
<i>Stelis sp3.</i>	0	3	3	0.40
<i>Stelis sp4.</i>	0	6	6	0.94

SOBRALIEAE

Orden/Especies	Quebrada el Azogue	Quebrada a Esparta	Total registro de especies	Densidad relativa
<i>Elleanthus sp.</i>	0	1	1	0.13
Total registros/hábitat	470	274	744	100

Apéndice B. Listado de especies de orquídeas con alguna categoría UICN, CITES y endemidad. (NE) no evaluado, (LC) preocupación menor, (NT) casi amenazada, (II) el comercio de estos individuos debe ser controlado.

Orden/Especies	Hábito	Endemismos para Colombia	Categoría UICN	Categoría a CITES
CALYOPSOEAE				
<i>Govenia utriculata</i>	Terrestre	Nativa	NE	II
CYMBIDIEAE				
<i>Chondroscaphe embreei</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Dichaea morrisii</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Maxillaria meridensis</i>	Terrestre	Nativa	NE	II
<i>Rodriguezia granadensis</i>	Epífita	Endémica	LC	II
<i>Telipogon alvarezii</i>	Epífita	Endémica	NE	II
<i>Telipogon williamsii</i>	Epífita	Nativa	NE	II
EPIDENDRAE				
<i>Epidendrum aurausecheae</i>	Terrestre	Endémica	NT	II
<i>Epidendrum carchiense</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Epidendrum dendrobii</i>	Terrestre	Nativa	NE	II
<i>Epidendrum geminiflorum</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Epidendrum hymenodes</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Epidendrum jajense</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Epidendrum paniculatum</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Epidendrum schlimii</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Epidendrum tigriphyllum</i>	Epífita	Endémica	NE	II

Orden/Especies	Hábito	Endemismos para Colombia	Categoría UICN	Categoría a CITES
<i>Lepanthes ferax</i>	Epífita	Endémica	NE	II
<i>Lepanthes wagneri</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Masdevallia tubulosa</i>	Epífita	Nativa	LC	II
<i>Myoxanthus reymondii</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Pleurothallis inflata</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Pleurothallis lilijae</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Pleurothallis tridentata</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Pleurothallis cordata</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Pleurothallis pedunculata</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Prosthechea brachychila</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Stelis eublepharis</i>	Epífita	Nativa	NE	II
<i>Stelis superbiens</i>	Epífita	Nativa	NE	II