

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

CAROL BIBIANA ROJAS FLÓREZ

LUIS ROBERTO SÁNCHEZ MONTAÑO

Km 1 Vía Bucaramanga. Universidad de Pamplona. Herbario Regional Catatumbo Sarare (HECASA), Pamplona, Norte de Santander, Colombia. carolrojas.biologa@gmail.com, lrsanchezm@gmail.com

RESUMEN

Las epífitas vasculares son un componente importante de los bosques altoandinos. Para determinar su composición en la región nororiental y si la incidencia de luz afecta su distribución, se estudiaron por un año dos localidades, Monteadentro y Escorial, ubicadas sobre la cordillera oriental de los Andes Colombianos entre 2950-3000m. En cada una se hicieron 10 parcelas de 10x10m, censándose los forófitos y diferenciando: Estrato1, desde la base- 5m; Estrato2, de 5- 10 m, y Estrato3, 10 m- en adelante. En cada estrato se registró la especie y su abundancia. En cada forófito se midió el DAP, altura y copa. Además se utilizó el densímetro modelo A para calcular el porcentaje de cobertura del dosel. Se encontraron diferencias en diversidad de forófitos, cobertura, y fase sucesional. Los resultados muestran que Monteadentro posee una riqueza de epífitas vasculares alta, aportando 25 familias con 60 especies; de los 163 forófitos estudiados (20 especies), *Cyathea caracasana* es la que predomina; está en fase sucesional tardía, teniendo un dosel moderadamente cerrado (36%- 49%), en donde la incidencia de luz no afecta la distribución de las epífitas vasculares ($p=0.97$). En cambio, El Escorial, tuvo 10 familias, que se comparten con la localidad de Monteadentro, con 73 especies. De los 326 forófitos observados, (34 especies), *Weinmannia tomentosa* es la dominante. La incidencia de luz esta localidad afecta significativamente la distribución de las epífitas vasculares ($p=0.03$), atribuido en parte a que presenta un dosel Abierto y Moderadamente cerrado (19%-51%), su estructura es muy heterogénea indicando una fase sucesional media. Las características propias de cada localidad están influyendo sobre las epífitas vasculares.

Palabras clave. Bosque altoandino, Distribución, Diversidad, Epífitas vasculares, Norte de Santander, Colombia.

ABSTRACT

Vascular epiphytes are an important component of High-Andean forests. To determine the composition of epiphytes in northeastern Colombia and analyze how the incidence of light affects their distribution, we studied two communities for one year, Monteadentro and Escorial, located at 2950 and 2900 m, respectively. In each community we set up 10 plots of 10 x 10 m each (0.1 ha total), we counted the trees and recognized the following strata: Stratum one, from the base to 5m; Stratum two, from 5 m to 10 m, and Stratum three, 10 m upwards. For each phorophyte we

measured the diameter at breast height (DBH), we estimated the height and canopy. Also, we used the densitometer model A to calculate the percentage of canopy cover in the two communities. The results show that Monteadentro has a higher diversity, supporting 25 families with 60 species, of which 7 families are unique and only one species represented by just one individual. Of the 163 phorophytes observed (20 species), *Cyathea caracasana* predominates. This community has made a late successional stage, with high homogeneity in structure with a moderately closed canopy (36% - 49%), where the incidence of light does not affect the distribution of vascular epiphytes ($p = 0.97$). In contrast, in the community of El Escorial, there were 10 families of vascular epiphytes, which are shared with Monteadentro, with 73 species. Of the 326 phorophytes observed, belonging to 34 species, *Weinmannia tomentosa* is dominant. The incidence of light in this community affected significantly the distribution of vascular epiphytes ($p = 0.03$), perhaps due to having an open canopy and moderately closed (19% - 51%), as well as its heterogeneous structure indicating an early successional stage. The characteristics of each community are influencing the vascular epiphytes.

Key words. High-Andean forest, Distribution, Diversity, vascular epiphytes, Norte of Santander, Colombia.

INTRODUCCIÓN

En Colombia se encuentran los Bosques Altoandinos que se desarrollan a partir de los 2.800 y 3.200 m, con vegetación formada por árboles relativamente bajos y con hojas usualmente pequeñas. Este ecosistema cumple funciones ecológicas específicas, como la regulación del flujo hídrico que desciende de los páramos y la acumulación y administración de sus nutrientes. Las ramas y los troncos de los árboles suelen estar cubiertos por una gran cantidad de plantas epifitas, como musgos, bromelias y orquídeas, debido al ambiente altamente húmedo (García & Van Der Hammen 2007).

El término epífita deriva del griego *epi* que significa “sobre”, y *phyte*, “planta” indicando que las epifitas son plantas que crecen encima de otras, las cuales son llamadas forófitos u hospederos y son utilizados sólo como soporte, sin recibir más daño que el que pueda provocar su abundancia dentro de su ramaje; por tanto, una epífita difiere de una planta parásita (Granados *et al.* 2003, Romero *et al.* 2008).

Para los bosques altoandinos, ubicados en el departamento de Norte de Santander, no se poseen registros de las epifitas vasculares, es por ello que la realización de esta investigación permitió, inicialmente, conocer la riqueza y abundancia de epifitas vasculares de la región, sus forófitos y la distribución horizontal y vertical que poseen; con esta valiosa información lograda se pueden desarrollar nuevos proyectos que conlleven a la conservación de los Bosques Altoandinos Colombianos desde el conocimiento de las epifitas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó en dos parches de selva altoandina ubicados en el municipio de Pamplona, Norte de Santander, Colombia, en los meses de febrero a enero del 2013. Cada localidad posee cincuenta hectáreas aproximadamente, y distanciadas linealmente dos km. La primera localidad se ubica sobre el filo de Cerro Oriente en la vereda de Monteadentro, entre 2.950 - 3.000 m, con coordenadas 7°19' Norte, 72°40' Oeste, es un bosque maduro con especies ya establecidas, con alta humedad y poca entrada

de luz. La segunda localidad se halla en el alto de El Escorial con coordenadas 7° 20' Norte, 72°38' Oeste, ubicada a 2900 y 2980 m, es un bosque secundario con variedad de especies, alta humedad y presencia de un sotobosque denso.

Registro de datos. En cada localidad se realizaron 10 parcelas de 10 x 10m (100 m²) (Rangel & Velásquez 1997). Los forófitos encontrados en cada parcela se estratificaron del siguiente modo: Estrato uno: Desde la base hasta 5m; Estrato dos: Entre 5 y 10m; y Estrato tres: Por encima de 10m (Alzate & Cardona 2000). En cada estrato se estudiaron las epífitas vasculares, con apoyo de binoculares, registrando especie y número de individuos. Para cada forófito se tomaron datos de especie, diámetro a la altura del pecho (DAP), estimación de altura y copa.

Identificación de ejemplares. Las muestras, tanto de epífitas como de forófitos, colectadas bajo el permiso de colección N° 0378 de 26 de junio de 2008 otorgada por la Corporación Autónoma Regional del Nororiente Colombiano (CORPONOR); fueron montadas debidamente para estar a disposición de las colecciones del Herbario Regional Catatumbo Sarare (HECASA) de la Universidad de Pamplona. Se tomaron dos muestras para cada epífita y una muestra para cada forófito estudiados. La determinación taxonómica, requirió uso de la colección de HECASA, y literatura de claves taxonómicas.

Medición de la cobertura. Se utilizó el Densímetro Modelo A con espejo convexo. Para la toma de datos se tuvo en cuenta las instrucciones establecidas en el equipo.

Procesos estadísticos. Los datos obtenidos de las observaciones registradas para el estudio de epífitas vasculares, así como medidas y variable de luz, se organizaron en Microsoft Excel 2008 ®. Los índices de diversidad de Shannon (H'), riqueza de Margalef (R),

equidad de Pielou (E) y dominancia de Simpson (Do) se obtuvieron mediante el programa EstimateS 8.20. Y para conocer si la penetración de luz en cada sitio de muestreo influye en la distribución de las epífitas vasculares, se empleó el índice no paramétrico de Spearman utilizando el programa SPSS 14.0.

RESULTADOS

Riqueza de especies. Se compararon los valores de abundancias observados con respecto a los esperados a través de una curva de acumulación de especies entre las dos localidades, hallándose diferencias apreciables entre ellas (Figura 1). Para Monteadentro en 0.1 ha, se encontraron 60 especies de epífitas vasculares de las 94 esperadas, alcanzándose un 64%; Singletons nos indica especies con una abundancia muy pequeña o raras, como es el caso de *Miconia orescia* L. Uribe, *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm., *Pentacalia theifolia* (Benth.) Cuatrec., *Passiflora bicuspidata* (H. Karst.) Mast., *Bomarea crassifolia* Baker, *Oxalis kalbreyery* Lourteig, *Smilax tomentosa* Kunth, *Pteris muricata* Hook., *Solanum* sp.2, y *Viburnum tryphyllum* Benth., contando con solo un individuo. El comportamiento de la curva se ve influenciado por la baja presencia de especies ocasionales y especies raras, en donde su presencia es escasa, y representadas en un 0.18%; además por la gran abundancia de unas pocas especies epífitas, entre ellas *Hymenophyllum lindenni* Hook. y *Tillandsia complanata* Benth. que representan cerca del 60%.

En cambio para el Escorial en 0.1 ha, se observaron cerca de 74 especies de las 78 esperadas en las 10 parcelas; Singletons, desde la parcela 6 tiende a incrementarse ya que se encontraron nuevas especies con pocos individuos, estando *Baccharis linearifolia* (Lam.) Pers., *Cryptocentrum* sp., *Disterigma alaternoides* (Kunth) Nied., *Disterigma ovatum* (Rusby)

S. F. Blake, *Munnozia senecionidis* Benth., *Elaphoglossum erinaceum* (Feé) T. Moore, *Melpomene moniliformis* (Lag. ex Sw.) A.R. Sm. & R.C. Moran y *Maxillaria aggregata* (Kunth) Lindl. representadas por uno o dos individuos.

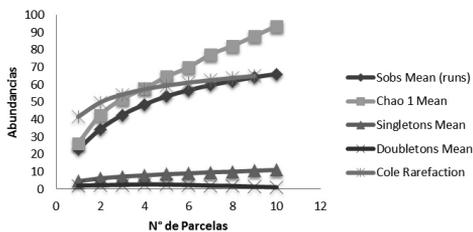
Diversidad de forófitos. Los resultados obtenidos para conocer la composición de forófitos en cada localidad se evidencia en la figura 2; encontrándose para Monteadentro 20 especies de forófitos. Es notoria la dominancia de *Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domi, abarcando el 29% de los forófitos muestreados. En cambio, para El Escorial hubo 34 especies de forófitos, con dominancia de *Weinmannia tomentosa* L. f. Entre las localidades, Monteadentro y Escorial, se comparten los siguientes forófitos: *Weinmannia pinnata* L., *Clusia multiflora* Kunth, *Cyathea caracasana*, *Hedyosmum crenatum* Occhioni., *Weinmannia fagaroides* Kunth, *Schefflera cuatrecasiana* Steyerl., y *Oreopanax incisus* (Willd. ex Schult.) Decne. & Planch. En total se muestrearon 489 forófitos (Monteadentro: 165; El Escorial: 324) para epifitas vasculares en la franja de Bosque Altoandino, de la región Nororiental.

Estructura de las localidades. En la Figura 3, se obtuvo que en Monteadentro hay mayor presencia de árboles con DAP de 11 a 22 cm, alturas de 5 y 8m, principalmente por la abundancia de *Cyathea caracasana*, y con copas que no sobrepasan los 12m. En cambio,

para el Escorial se destacaron los arboles con DAP de 1.3 a 16.43 cm y con alturas de 7 a 11 m, cuyas copas que no sobrepasan los 6m; debido a la presencia de *Weinmannia tomentosa*, *W. pinnata* y *W. fagaroides*, forófitos de porte alto, con copa poco densa. La localidad de Monteadentro expresa una homogeneidad más estable que el Escorial, establecida por especies con un desarrollo mayor y con sus especies ya definidas.

Diversidad de epifitas vasculares. Se encontró un total de 25 familias de epifitas vasculares en las dos localidades (Figura 4). Para el Escorial se registraron 10 familias, con 4 familias de Polypodiidae y 6 familias de Magnoliidae; siendo Orchidaceae la que obtuvo mayor riqueza con 21 especies, según su Índice de Valor de Importancia, se destacaron: *Trichosalpinx multicuspidata* (Rchb. f.) Luer (I.V.I 7.8), *Fernandezia lanceolata* (L.O.Williams) Garay & Dunst. (I.V.I 4.5), y *Epidendrum deltogastropodium* Hágsater & E. Santiago (I.V.I 4.80); y las especies con mayor abundancia, pertenecen a Bromeliaceae y fueron: *Tillandsia complanata* (I.V.I 18.77), *T. tetrantha* Ruiz & Pav. (I.V.I 16.34) y *T. turneri* Baker (I.V.I 15.39). Mientras que, en Monteadentro se censaron 25 familias; con 7 familias de Polypodiidae y 18 de Magnoliidae; en donde las de mayor riqueza fueron para Lomariopsidaceae y Polypodiaceae, representadas por 11 especies cada una; destacándose *Elaphoglossum andicola* (Fée) T. Moore (I.V.I 8.29) y

Curva de acumulación de especies en Monteadentro



Curva de acumulación de especies en El Escorial

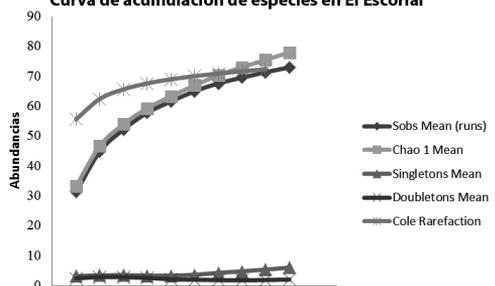


Figura 1. Curva de acumulación de especies epifitas vasculares en Monteadentro (Bosque altoandino maduro) y Escorial (Bosque altoandino secundario).

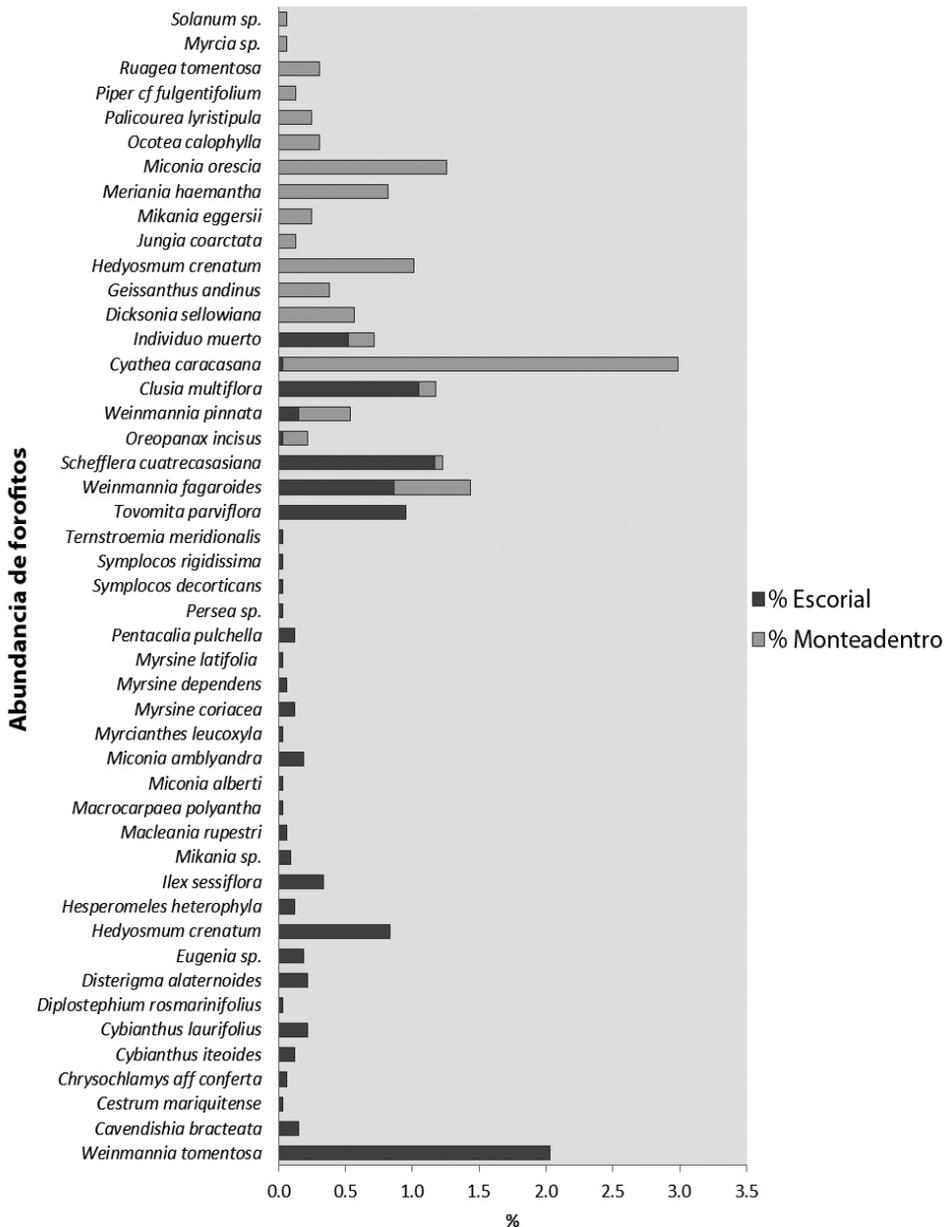


Figura 2. Abundancia porcentual de los forófitos estudiados en Monteadero (Bosque altoandino maduro) y Escorial (Bosque altoandino secundario).

Serpocaulon loriceum (L.) A.R. Sm. (I.V.I 6.53), respectivamente. De igual modo, la familia más abundante fue Bromeliaceae, con especies como *Tillandsia complanata* (I.V.I 48.40), *T. biflora* (I.V.I 11.77) y *T.*

tetrantha (I.V.I 11.24). Cabe resaltar que en Monteadero *Hymenophyllum lindenii* logró un I.V.I de 48.40 debido a su alta dominancia. También se encontraron familias exclusivas con representantes hemiepífitos con solo

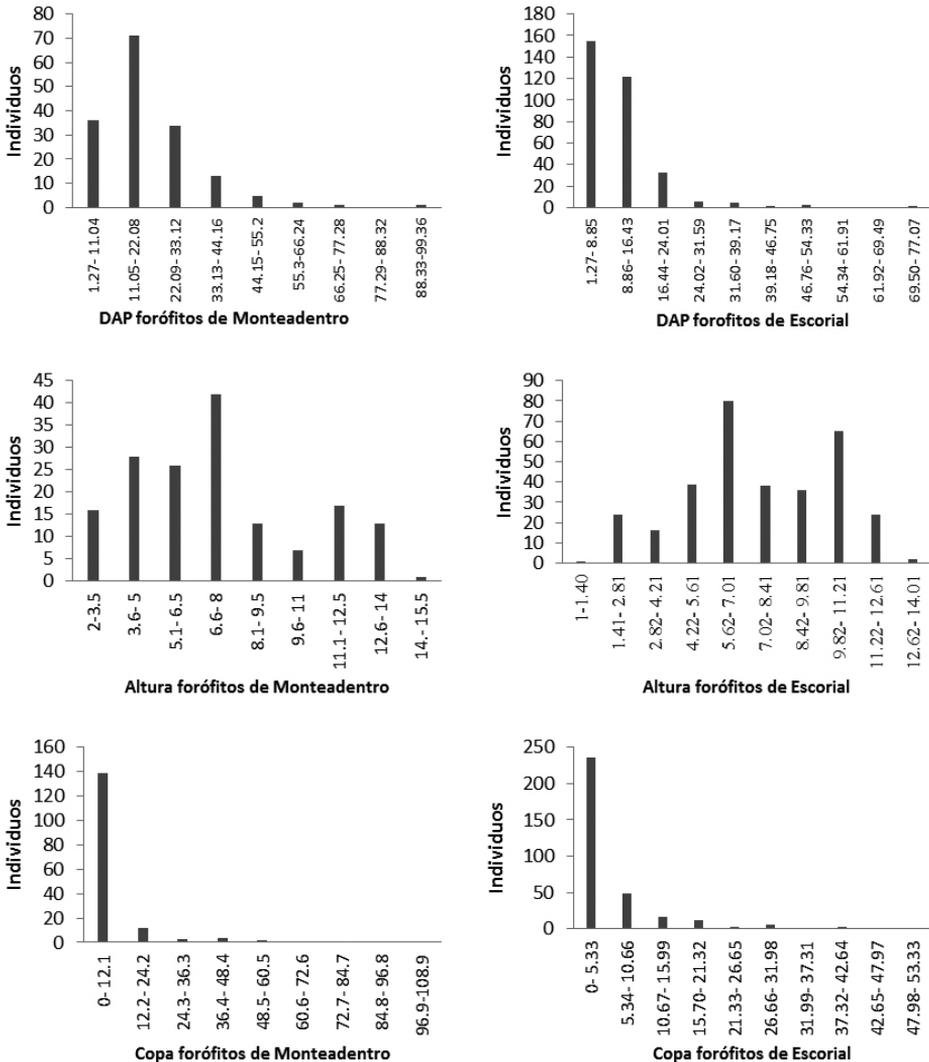


Figura 3. Comparación de la estructura vegetal en Monteandentro (Bosque altoandino maduro) y Escorial (Bosque altoandino secundario).

una especie y un individuo. En el anexo 1 se presenta el listado de especies epifitas vasculares registradas.

Distribución vertical. Los resultados obtenidos por cada estrato definido para los forófitos de las dos localidades, evidenció la dominancia de la familia Bromeliaceae en los tres estratos (Figura 5). Para Monteandentro, en el estrato uno se hallaron las 60 especies

registradas en esta localidad, pertenecientes a los géneros *Hymenophyllum*, *Melpomene*, *Elaphoglossom*, *Campyloneuron*, *Grammitis*, *Pteris*, *Terpsichore*, *Epidendrum*, *Lepanthes*, *Nertera*, *Anthurium*, *Bomarea*, *Munnozia*, *Dioscorea*, *Disterigma*, *Macleania*, *Miconia*, *Mikania*, *Oxalis*, *Passiflora*, *Pentacalia*, *Peperomia*, *Pilea*, *Rubus*, *Smilax*, *Solanum*, *Valeriana*, *Vallea* y *Viburnum*. Al comparar las epifitas vasculares del estrato dos con las

del estrato uno se encontró que solo *Tillandsia turneri* es única del estrato dos, con 19 especies compartidas, ubicadas en los géneros *Asplenium*, *Blechnum*, *Elaphoglossum*, *Pechuma*, *Pleopeltis*, *Serpocaulon*, *Stelis*, *Cyrtochlyllum*, *Jungia*, *Tillandsia* y *Vriesea*. La mayoría de epífitas prefieren los estratos inferiores ya que solo Aspleniaceae y Bromeliaceae prevalecen a más de 10 m de altura en el estrato tres, con la presencia de *Asplenium serratum*, *Tillandsia tetrantha* y *T. biflora*; mostrando una marcada diferencia en la distribución de las epífitas a medida que se eleva hacia el dosel. El número de individuos en cada estrato fue el siguiente, para el uno: 3441 individuos (83%), en el dos: 679 individuos (16,4%), y en el tres únicamente 22 individuos (0,6%); para un total de 4142 individuos, 60 especies de 25 familias.

Para la localidad de El Escorial se dio una disminución considerable de familias epífitas pero un mayor aumento de especies e individuos, a comparación de Monteadentro, ya que en el estrato uno se encontraron

70 especies epífitas, pertenecientes a los géneros *Campyloneuron*, *Elaphoglossum*, *Hymenophyllum*, *Lellingeria*, *Melpomene*, *Niphidium*, *Pleopeltis*, *Polypodium*, *Serpocaulon*, *Terpsichore*, *Trichomanes*, *Anathallis*, *Cyrtochilum*, *Cryptocentrum*, *Elleanthus*, *Epidendrum*, *Fernandezia*, *Lepanthes*, *Maxillaria*, *Odontoglossum*, *Pachyphyllum*, *Pleurothallis*, *Stelis*, *Sphyrospermum*, *Trichosalpinx*, *Baccharis*, *Bomarea*, *Disterigma*, *Macleania*, *Mikania*, *Munnozia*, *Peperomia*, *Tillandsia* y *Vriesea*, siendo el estrato con más especies de epífitas vasculares. Al comparar los estratos dos y uno, se hallaron 23 especies compartidas y pertenecientes a los géneros: *Elaphoglossum*, *Lellingeria*, *Melpomene*, *Pleopeltis*, *Polypodium*, *Serpocaulon*, *Epidendrum*, *Lepanthes*, *Fernandezia*, *Stelis*, *Macleania*, *Tillandsia* y *Vriesea*. En cambio para el estrato tres solo se registraron tres géneros, también presentes en los anteriores estratos, los cuales fueron *Polypodium*, *Serpocaulon* y *Tillandsia*. La cantidad de individuos para cada estrato se dio de la siguiente manera: en el uno: 5406

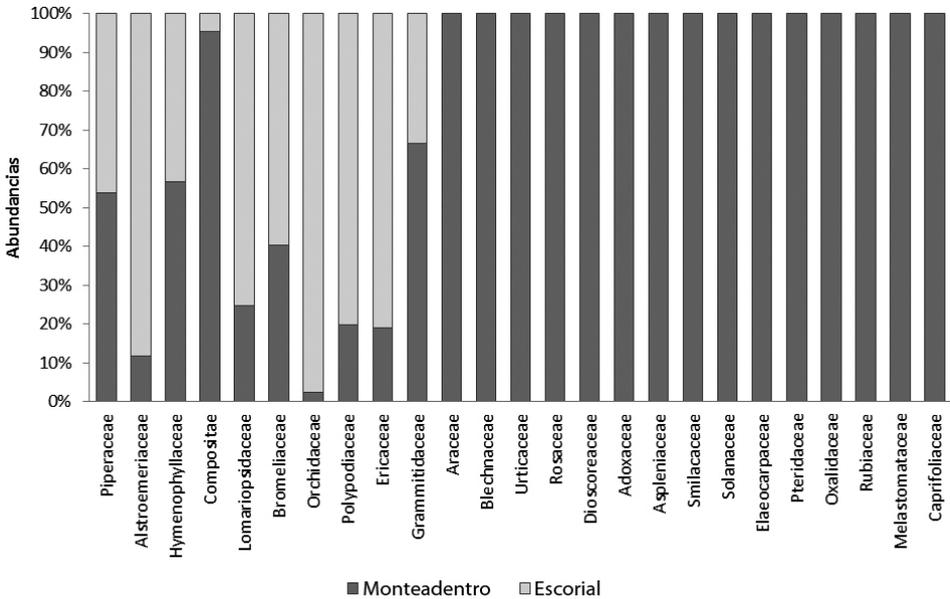


Figura 4. Abundancia porcentual de familias con representantes epífitas vasculares en Monteadentro (Bosque altoandino maduro) y Escorial (Bosque altoandino secundario).

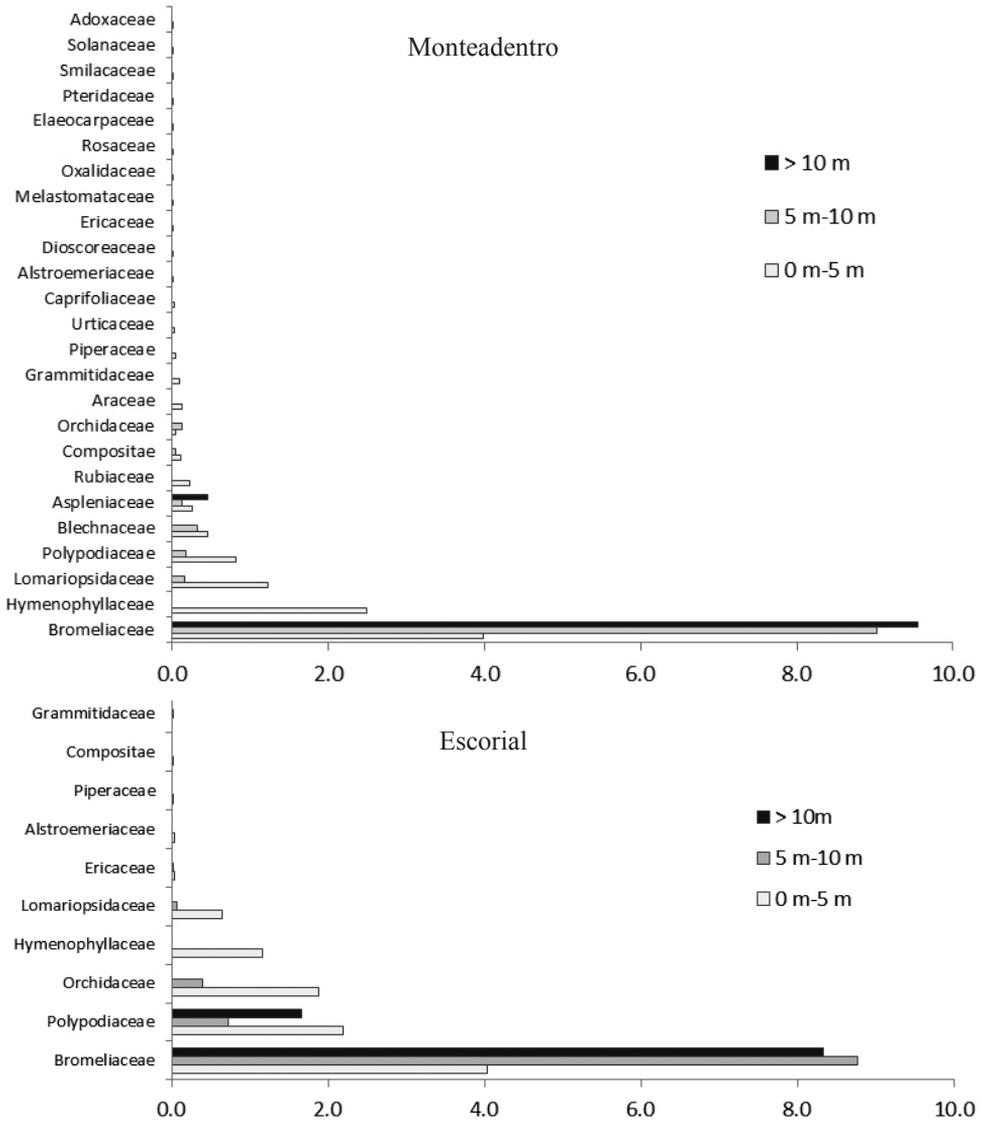


Figura 5. Comparación en la distribución vertical de las epifitas vasculares sobre el forófito, en Monteandentro (Bosque altoandino maduro) y Escorial (Bosque altoandino secundario).

individuos (86%), estrato dos: 801 individuos (12,7%), y para el tres: 72 individuos (1,3%) para un total de 6279 individuos, 74 especies y 10 familias.

Distribución horizontal. Los Índices de Diversidad de las epifitas, entre los distintos estratos definidos según la altura

de los forófitos en cada localidad (Tabla 1) mostraron la preferencia por los inferiores y una alta dominancia de unas pocas especies. El índice de Shannon (H') arrojó bajos valores, determinados en parte por la alta dominancia; es así, que para Monteandentro el estrato uno manifestó una riqueza de especies mayor que los otros estratos con 59

especies, donde predominaron principalmente los Polypodiidae con Hymenophyllaceae (853 individuos) y Lomariopsidaceae (419 individuos) y para Magnoliidae se destacó Bromeliaceae (1364 individuos); en tanto familias como Urticaceae, Rosaceae, Dioscoreaceae, Adoxaceae, Alstroemeriaceae, Smilacaceae, Piperaceae, Solanaceae, Elaeocarpaceae, Pteridaceae y Oxalidaceae estuvieron representadas por solo una especie y con una cantidad de uno a máximo tres individuos. Esta resaltada desigualdad de abundancias se reflejó en la equitabilidad para este estrato que fue de 0.12, siendo muy baja. En lo que respecta a la dominancia, estimada mediante el índice de Simpson, dio valores bastante altos (0.96) por pocas especies; por esto el índice de diversidad fue muy bajo ($H' = 0.08$). El estrato dos con 20 especies, tuvo una disminución notable tanto de especies como de individuos, en comparación con el primero. La familia Bromeliaceae (613 individuos) fue la más abundante, por lo tanto, H' y Equitabilidad tuvieron un valor muy bajo, indicando una baja diversidad y una alta dominancia ($D = 0.94$). En el estrato tres hubo solo tres especies: *Asplenium serratum*, *Tillandsia biflora* y *Tillandsia tetrantha*, las que en conjunto dispusieron de 22 individuos. Debido a las pocas especies halladas en este estrato el Índice de H' tuvo un mayor valor ($H' = 0.36$) y se manifestó una mayor homogeneidad en las abundancias de estas tres especies ($E = 0.5$) y por lo tanto la dominancia disminuyó notoriamente ($D = 0.3$). El índice de Riqueza de Margalef también se vio afectado por la alta abundancia de unas cuantas especies.

En el estrato uno de la localidad de El Escorial se encontraron 73 especies con una alta dominancia de Orchidaceae (19%), Polypodiaceae (22%) y Bromeliaceae (40%); para este estrato H' fue de 0.07 debido a esa alta dominancia expresada por pocas especies, principalmente por las del género *Tillandsia* ($D = 0.97$) y con una distribución desigual muy notoria por parte del total de las especies ($E = 0.1$). El estrato dos presentó 23 especies correspondientes a 6 familias, de las cuales solo Polypodiaceae (58 individuos) y Bromeliaceae (703 individuos) fueron las dominantes, es por ello que H' indicó una riqueza muy baja ($H' = 0.12$), por la distribución desigual en la cantidad de individuos entre sus especies ($E = 18$) y una dominancia alta ($D = 0.94$). Para el estrato tres, solo se encontraron 7 especies pertenecientes a 2 familias donde Bromeliaceae dominó (60 individuos), así que el H' fue levemente mayor que en los otros estratos pero la dominancia ($D = 0.83$) de esta familia generó valores bajos para la equitabilidad ($E = 0.4$) y para la riqueza expresada por el índice de Margalef en todos los estratos fue bajo, tanto por la dominancia como por las pocas especies.

Diversidad en forófitos compartidos.

En este análisis se observó la riqueza de especies epífitas encontradas solo en los forófitos comunes para las dos localidades, correspondientes a siete especies y unos pocos individuos muertos no identificados (Figura 6). Para Monte dentro la especie que más epífitas soportó fue *Cyathea caracasana*, donde solo en un individuo de este forófito crecían hasta 44 individuos epífitos. En cambio, para El Escorial se destacó *Schefflera*

Tabla 1. Número de especies e individuos epífitos en cada estrato con sus índices Ecológicos.

Escorial	Estrato	# Spp.	# Indv.	Diversidad (H')	Dominancia (D)	Equitabilidad (E)	Riqueza (M)
	1	73	5406	0.07	0.97	0.1	0.11
2	23	801	0.12	0.94	0.18	0.14	
3	7	72	0.29	0.83	0.4	0.22	

H' : Índice de Shannon

D : Índice de Simpson

E : Equitabilidad de Pielou

M : Índice de Margalef

cuatrecasiana como la especie de forófito que podía albergar hasta 40 individuos por árbol.

La diferencia en riqueza y abundancia de las especies epífitas se pudo dar por las diferencias notorias de abundancia presentadas por cada especie de forófito.

Tipo de epífitas. De acuerdo a los patrones morfológicos o funcionales que se aplican para catalogar a las epífitas vasculares según el forófito; se puede detallar en la figura 7, que las epífitas verdaderas predominan en las dos localidades con porcentajes mayores, siendo de un 34% en Monteadentro y de 57% en Escorial. Las Hemiepífitas son más representativas en la localidad de Monteadentro con un 17%, mientras que en la localidad de El Escorial disminuye, siendo únicamente de 6%; la presencia de las Facultativas es similar en las dos localidades, llegando a un 10% en Monteadentro y un 9% en El Escorial. Las Ocasionales como corresponde a este estatus solo lograron porcentajes muy bajos, debido a los esporádicos registros obtenidos en cada localidad.

Cobertura del dosel. El porcentaje de penetración de luz en Monteadentro osciló entre 36% y 49% (Moderadamente cerrado), mientras que en El Escorial estuvo entre 19% y 51% (Zonas con dosel Abierto y Moderadamente cerrado) (Figura 8). Para conocer si la penetración de luz a través del dosel de cada uno de los boques influyó en la abundancia de las epífitas vasculares se realizó una correlación No Paramétrica usando el índice de Spearman's rho (Tabla 2), donde se determinó que para Monteadentro (a) no existe una correlación significativa ($p=0.96$), correlacionándose solo el 1.8%, por lo que se atribuyó que el comportamiento de la abundancia de las epífitas vasculares obedece a factores distintos como: la madurez que expresa esta localidad con una alta homogeneidad.

En la sección b, se aprecia que para El Escorial, a diferencia de Monteadentro, la correlaciones del 66% existiendo una influencia significativa ($p=0.03$) de la incidencia de la luz en la abundancia de las especies epífitas estudiadas, se da una correlación negativa en donde, al existir más penetración de luz se encontrará menos abundancia de epífitas vasculares,

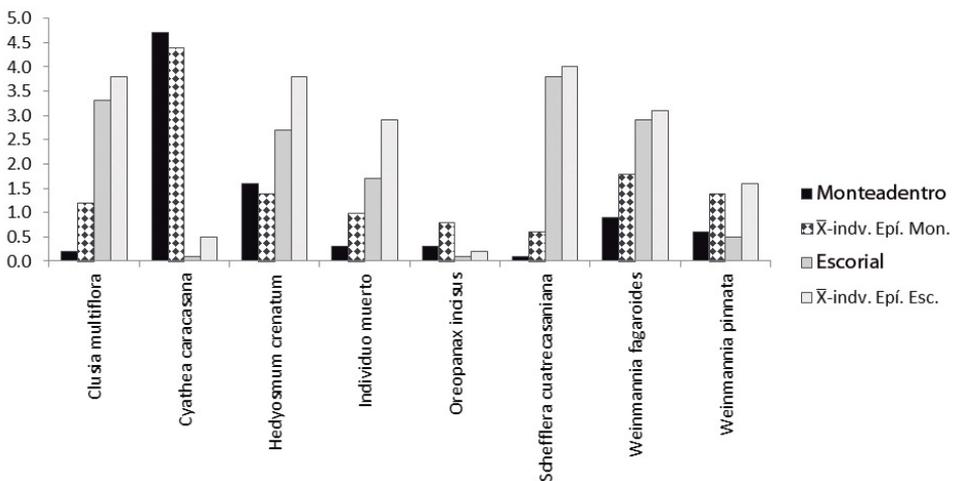


Figura 6. Diversidad epífita sobre los forófitos compartidos en Monteadentro (Bosque altoandino maduro) y Escorial (Bosque altoandino secundario).

Tabla 2. Correlación No Paramétrica entre la penetración de luz y la abundancia de epífitas vasculares.

a) Monteadentro			Penetración Luz	Individuos
Spearman's rho	Penetración Luz	Correlation Coefficient	1.000	.018
		Sig. (2-tailed)	.	.960
		N	10	10
	Individuos	Correlation Coefficient	.018	1.000
		Sig. (2-tailed)	.960	.
		N	10	10
b). Escorial			Penetración Luz	Individuos
Spearman's rho	Penetración Luz	Correlation Coefficient	1.000	-.667(*)
		Sig. (2-tailed)	.	.035
		N	10	10
	Individuos	Correlation Coefficient	-.667(*)	1.000
		Sig. (2-tailed)	.035	.
		N	10	10

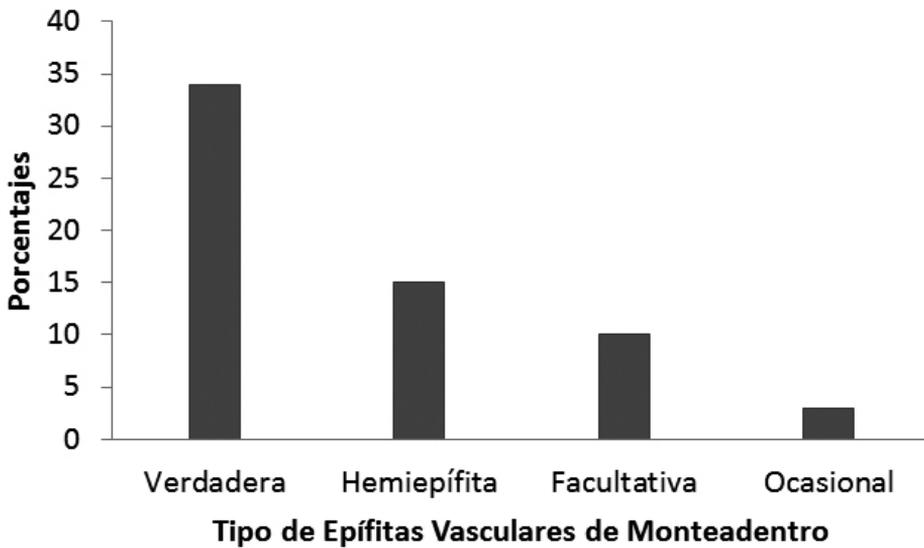


Figura 7. Porcentajes de los tipos de epífitas vasculares presentes en Monteadentro (Bosque altoandino maduro) y Escorial (Bosque altoandino secundario).

ya que una correlación negativa lleva a que una variable aumente a medida que la otra disminuye o viceversa (Martínez *et al.* 2009).

Los estudios realizados en bosques maduros han mostrado que determinadas características del ciclo de vida, condiciones ambientales, diferencias en el sustrato, posiciones topográficas, cierre del dosel, y grado de perturbación, influyen de forma relevante en los patrones de distribución espacial de las epífitas en cada

bosque (Manabe *et al.* 2000, Chokkalingam & White 2001); donde la competencia para establecerse juega un rol importante.

En El Escorial, las epífitas vasculares poseen la oportunidad de establecerse en esta localidad y aprovechan todos los factores posibles para utilizarlos, entre ellos la incidencia de luz, existiendo una alta competencia entre ellas y viéndose afectada la distribución por el comportamiento de esta variable; en

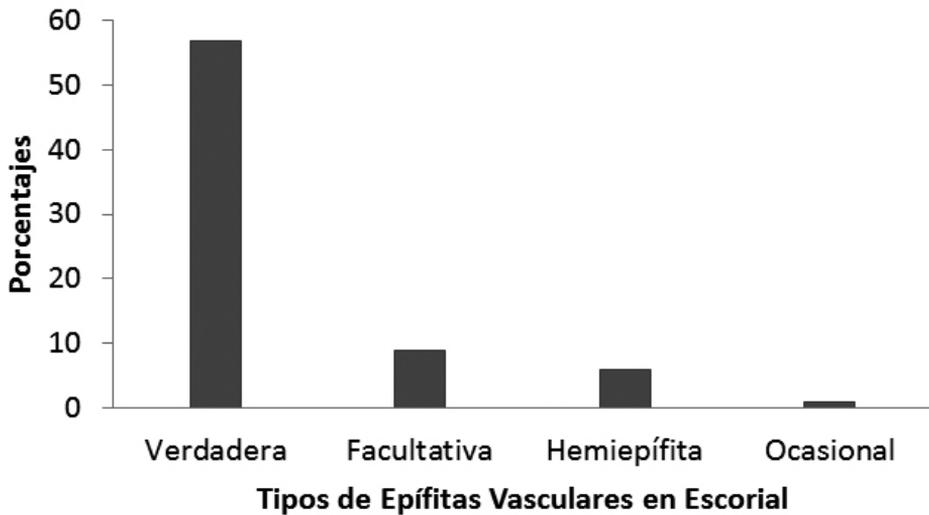


Figura 8. Influencia de la penetración de luz sobre la distribución de las epífitas vasculares en Monteandentro (Bosque altoandino maduro) y Escorial (Bosque altoandino secundario).

Tabla 3. Comparación de diversidad epífita vascular registrada en algunos países suramericanos

Sitio de estudio	Altitud (m)	Tamaño (Ha)	N° spp/ N° familias	Pteridófitos (%)	Orchidaceae (%)	Otras (%)
Rio Guajalito, Ecuador (Rauer 1995)*	2000	----	166/18	21	42	37
Reserva Cachalú, Santander, Colombia. (datos sin publ.)	2000	---	25/2	0	79	21
Schuencas, Bolivia (Ibisch 1996)*	2100	0.08	204/17	21	57	22
La Carbonera, Venezuela (Barthlott <i>et al.</i> 2001)*	2450	± 0.7	191/20	30	50	20
La Montaña, Venezuela (Kelly 1994)*	2600	----	116/12	26	44	30
Cajanuma, Ecuador (Bogh 1992)*	2900	0.017	138/33	31	46	23
El Escorial, Colombia (Rojas & Sánchez, 2012)	2900	0.1	73/10	45.2	28.7	26.1
Monteandentro, Colombia (Rojas & Sánchez, 2012)	2950	0.1	60/25	50	6.5	43.5
Belmira, Antioquia, Colombia. (Alzate & Cardona, 2000)	2500-2900	0.03	41/8	0	46	54

cambio, en Monteandentro, la homogeneidad estructural de la vegetación del lugar hace que la competencia entre epífitas sea menor, formando una estabilidad en la localidad y, en donde la incidencia de luz no afecta la distribución de las epífitas vasculares, por la variación muy baja que presenta.

DISCUSIÓN

Disimilitud en localidades. Las diferencias notables en riqueza y abundancia de las epífitas vasculares observadas entre las localidades estudiadas pueden ser el resultado de diferencias estructurales entre

ellas y su estrecha relación con variables microclimáticas propias de cada una, como la humedad, la intensidad lumínica, proceso sucesional, continuidad del dosel y la posición con respecto a vientos. Hietz & Briones (1998) encontraron que la riqueza de epífitas está relacionada con la riqueza y abundancia de forófitos, proveyendo mayor heterogeneidad de microhábitats a los bosques.

Es importante destacar que la localidad de Monte dentro se ubica en la ladera que desciende a un pequeño valle, más cerca al cauce donde nace una quebrada, mientras que la localidad de El Escorial se encuentra a lo largo del filo de la ladera. Estas diferencias se han registrado en otros estudios y son consideradas como variables que afectan la distribución de las epífitas (Todzia 1986, Ter Steege 1989, Wolf 1995).

Distribución. La distribución de epífitas tanto a nivel vertical como horizontal, está determinada por diferentes factores del medio, lo cual hace que sean un objeto de estudio complejo, sin embargo, se pueden apreciar determinados patrones de comportamiento de los diferentes grupos (Alzate & Cardona, 2000).

La distribución vertical de las epífitas encontradas en las dos localidades, parece revelar un patrón característico en el que se observó la preferencia de familias y géneros por un estrato en especial; por ejemplo la familia Bromeliaceae a pesar de estar presente en todos los estratos se encontró dominando en el estrato tres, aportando un alto número de individuos para este estrato y esta misma dominancia incidió en la baja diversidad. Según Pittendrigh (1948) Bromeliaceae tiene un comportamiento interesante, ya que esta tiene diferentes adaptaciones que le confieren la capacidad de soportar cambios en el ambiente.

Las especies de *Tillandsia*, fueron las más dominantes en los dos sectores y

probablemente se deba a la adaptabilidad y competitividad que tiene este género dentro de las Bromelias (Galeano, datos no publ.). En Colombia hay cerca de 70 especies registradas de *Tillandsia* y están distribuidas por todo el país, pero la mayor riqueza se concentra en la región Andina, especialmente en los bosques situados entre 2000 y 3000m de altitud (Betancur & Jaramillo 1998).

Caso contrario se observó para los helechos, que predominaron en el estrato uno, donde la humedad y la sombra es mayor (Granados *et al.* 2003), las familias Hymenophyllaceae y Polypodiaceae fueron las más abundantes en este estrato. También, se pudo ver que géneros como *Asplenium* y *Serpocaulon* estuvieron presentes en los tres estratos, teniendo características para crecer en lugares poco húmedos y con mucha luz, como puede ser la presencia de un fotorreceptor conocido como fotocromo 3 (PHY3) que les permite captar la luz roja y azul, propias de ecosistemas sombríos (Schneider *et al.* 2004).

La familia Orchidaceae, se registró en los estratos uno y dos, en ambas localidades; su ausencia en el estrato tres pudo estar influenciada por la metodología de observación, requiriendo un más detallada como lo es la Técnica Jumar-Rapel, donde se utiliza un equipo de descenso que permite tener una visualización cercana a la copa de los forófitos; puesto que la mayoría de especies de orquídeas observadas fueron muy pequeñas, particularmente las de los géneros *Lepanthes* y *Pachyphyllum*. La riqueza y abundancia de familias como Polypodiaceae, Orchidaceae, y Bromeliaceae concuerda con la representación que estos grupos tienen en la composición total de epífitas vasculares (Arévalo & Betancur 2004) resultados similares fueron registrados por Serna (1994) en Cundinamarca, Sudgen & Robins (1979) en la Sierra Nevada de Santa Marta y Linares (1999) en San Francisco, Cundinamarca.

La diversidad en epífitas vasculares disminuye con el aumento en la altura sobre el forófito, estando más relacionados entre sí, los valores de los estratos uno y dos.

La distribución horizontal observada en las dos localidades dejó de manifiesto una alta riqueza de epífitas en el estrato uno, registrándose todas las especies epífitas halladas en su respectiva localidad; en donde para la mayoría de helechos es un ambiente propicio para su desarrollo, debido a la humedad y sombra que allí se puede encontrar (Woda *et al.* 2006), ya que se ubican preferentemente en áreas umbrófilas. Las hemiepífitas le otorgan a este estrato una mayor riqueza, ya que se registraron a alturas que no sobrepasan los 5m; en Monteadentro, las especies exclusivas con uno o dos individuos para la familia, son principalmente hemiepífitas; (Galeano, datos no publ.) afirma que las especies raras o exclusivas se caracterizan por presentar las abundancias más bajas en el registro de especies y son estas las que permiten inferir un poco acerca de la ecología de la localidad epífita en cada uno de los sectores. Hietz & Briones (1998) proponen que las especies “raras” deben recibir una atención especial, porque sus poblaciones cuentan con pocos individuos.

Este patrón de riqueza en el estrato uno también fue observado por Alzate & Cardona, (2000) en bosque Altoandino de Belmira, Antioquia, donde se estudió el epífitismo de las fanerógamas, registrando 34 especies de familias principalmente de Orchidaceae, Bromeliaceae y Ericaceae para este estrato. Esta investigación registra un máximo de 74 especies para este estrato, diferencia generada a que se tuvieron en cuenta también a los Polypodiidae.

La disminución de especies en el estrato dos pudo darse por el cambio microclimático sobre el forófito, donde la humedad disminuye y aumenta la radiación solar. La mayoría de

especies de helechos no llegan a esta altura, principalmente de Hymenophyllaceae, por su leve grosor de las hojas; otras especies que no pasaron de los 5 m sobre el forófito, fueron igualmente helechos, principalmente de las familias Lomariopsidaceae, Aspleniaceae, Blechnaceae y Polypodiaceae, aspecto que puede estar asociado al PHY 3 y al sustrato que usan estos helechos para estar en lugares no tan húmedos, como es la asociación con briofitos, donde los musgos les ofrecen una humedad estable por su alta capacidad de absorción de agua y también por sus propiedades antifúngicas (Story 2000).

En el estrato tres se evidenció una gran dominancia por parte de Bromeliaceae, especialmente de la subfamilia Tillandsioideae y pudo deberse a la alta competitividad que ejerce con otras subfamilias, asimilando rocío, neblina o agua de lluvia; la exposición al sol es compensada con escamas que reflejan la luz y así logran protegerse de la desecación y quemaduras. Las diferentes condiciones que cada localidad maneja permiten su crecimiento, desarrollando buenas poblaciones (Galeano, datos no publ.).

Se presentó un elevado número de individuos de las especies: *Tillandsia complanata* con 2502 individuos, e *Hymenophyllum lindenii* con 1280 individuos dentro de las dos localidades. Según Wolf & Santiago (datos no publ.) sugieren que la alta dominancia de unas pocas especies, está dada por las especies que llegan primero a un sitio, quienes pueden establecerse y el reemplazo o exclusión, por medio de la competencia, es un proceso lento. Es decir, la especie que llega primero gana una gran ventaja con las que llegarán después.

Otros estudios. Para la región nororiental esta investigación ha sido de importancia ecológica y florística, permitiendo conocer un poco más sobre la dinámica los bosques altoandinos observados desde el punto de las epífitas vasculares, así como sobre la

composición, ya que es el primer estudio sobre composición y estructura de epífitas y forófitos en ecosistemas de bosque alto andino de Norte de Santander. Estudios sobre diversidad y distribución de las epífitas a diferentes altitudes se han realizado en el mundo, en este escrito resaltaremos los desarrollados en el trópico (Tabla 2), principalmente desarrolladas en zonas más ricas de epífitas situadas a altitudes que van de 1.000 a 2.500 msnm (Granados *et al.* 2003), situándose en un bosque subandino.

En general se puede apreciar en la Tabla 2 que, en Colombia el estudio de helechos epífitos es desconocido para bosques altoandinos, y hemos encontrado una riqueza significativa para este grupo, alcanzando el 50% de las especies de epífitas para Monteadentro de este grupo, ya que al comparar este dato con el estudio de Bogh (1992) en Ecuador, a una misma altura, solo registró un 31% de helechos para esta zona; aunque el área de ese estudio fue de 0.017 Ha. Los registros dados por esta investigación con respecto a helechos son para recalcar, y Colombia posee en su bosque altoandino una riqueza en helechos epífitos por investigar, ya que la mayoría de estudios en epífitas, como en Belmira, Antioquia (Alzate & Cardona, 2000) se hacen solo teniendo en cuenta las fanerógamas o, como en la Reserva Cachalú, Santander (Galeano, datos no publ.) para solo familias específicas, principalmente Orchidaceae y Bromeliaceae. Estas limitaciones pueden estar dadas por la complejidad en la identificación taxonómica que confieren a los helechos y otras epífitas, y por la alta abundancia que se encuentran de ellas.

Como conclusión las diferencias notorias en forófitos, edad de forófitos, fase sucesional y estado de cobertura del dosel, hacen que las localidades estudiadas posean una abundancia, riqueza y dominancia de epífitas vasculares diferentes. La localidad de Monteadentro se convierte en un sitio destacable para conser-

var, siendo un relicto de bosque altoandino en un estado sucesional maduro.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Pamplona, especialmente, al Grupo de Investigación de Recursos Naturales. Al Herbario Regional Catatumbo Sarare (HECASA) por permitir la observación de sus colecciones. A la Doctora María Eugenia Morales Puentes por su continua colaboración en el desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- ALZATE, G. & CARDONA, N. 2000. Patrones de distribución de epífitas vasculares en robledales. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín* 53: 969-983.
- BARTHOLOTT, W., J. SCHMIT-NEUERBURG, N. & S. ENGLD. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145–156.
- BETANCUR, J. & M.A. JARAMILLO. 1998. Distribución de las bromeliáceas en dos vertientes andinas al sur Jaramillo. *Selbyana* 19: 52-65.
- BOGH, A. 1992. Composition and distribution of the vascular epiphyte flora of an Ecuadorian montane rain forest. *Selbyana* 13: 25–34.
- CHOKKALINGAM, U. & A. WHITE. 2001. Structure and spatial patterns of trees in old growth northern hardwood and mixed forests of northern Maine. *Plant Ecology* 156: 139-160.
- GRANADOS-SÁNCHEZ, D., G.F. LÓPEZ-RÍOS, M.A. HERNÁNDEZ-GARCÍA & A. SÁNCHEZ-GONZÁLEZ. 2003. Ecología de las plantas epífitas. *Chapingo: Serie ciencias forestales y del ambiente* 9(2): 101-111.
- HIEZ, P. & O. BRIONES. 1998. Correlation between water relations and within-canopy distribution of epiphytic ferns in a Mexican cloud forest. *Oecología* 114: 305-316.

- IBISCH, P. 1996. Neotropische Epiphyt en diversitat das Beispiel Bolivien. Martina Galunder Verlag. Wiehl, 357 pp.
- KELLY, D.L., E.M. J-TANNER, NICLUGHADHA & V. KAPOS. 1994. Floristics and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. *Journal of Biogeography* 21: 223-241.
- LINARES, E. L. 1999. Diversidad y distribución de las epifitas vasculares en un gradiente altitudinal, San Francisco, Cundinamarca. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23: 133-139.
- MANABE, T., N. NISHIMURA, M. MIURA & S. YAMAMOTO. 2000. Population structure and spatial patterns for trees in a temperate old-growth evergreen broad-leaved forest in Japan. *Plant Ecology* 151: 181-197.
- MARTÍNEZ, N., M.A. PÉREZ & A. FLORES-PALACIOS. 2008. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epifitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* 56(4): 2069-2086.
- PITTEDRIGH, C. 1948. The Bromeliad-Anopheles-Malaria complex in Trinidad. The bromeliad flora. *Evolution* 2(1): 58-59.
- RAUER, G. 1995. Epiphytische Orchidaceae eines westandinen Bergregen waldes in Ecuador. *Botanisches Institut. Universität Bonn, Bonn*.
- ROMERO, J.C., A.E. SERNA, A.R. LÓPEZ, J.G. CRUZ, A.R. MENDOZA & B. PÉREZ. 2008. Las plantas epifitas, su diversidad e importancia. *Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México* 91: 35- 41.
- SCHNEIDER, H., K. SCHUETTPELZ, R. PRYER, S. CRANFILL & R. LUPIA. 2004. Ferns diversity in the shadow of angiosperm. *Nature* 428(1): 553- 557.
- SERNA-ISAZA, R.A. 1994. Distribución vertical de epifitas vasculares en un relicto de bosque de *Weinmannia tomentosa* y *Dryimis granadensis* en la región de Monserrate, Cundinamarca-Colombia. Pag. 521-543. En: L.E. Mora-Osejo & H. Sturm. *Estudios Ecológicos del Páramo y del Bosque Altoandino Cordillera Oriental de Colombia. Tomo II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras* 6: 353-405. Bogotá.
- STORY, J.W. 2000. The relationships between *Pleopeltis polypodioides* (Polypodiaceae) and associated mosses. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 80: 99-104.
- SUGDEN, A. & R. ROBINS. 1979. Aspects of the ecology of Vascular Epiphytes in Colombian cloud forest. The Distribution of the epiphytic flora. *Biotropica* 11(3): 174-188.
- TER-STEEGE, H. & J.H.C. CORNELISSEN. 1989. Distribution and ecology vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21(4): 331-339.
- TODZIA, C. 1986. Growth habits, host tree species and density of hemiepiphytes on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 18(1): 22-27.
- VAN DER HAMMEN, T. & J. OTERO-GARCÍA. 2007. Los páramos: archipiélagos terrestres en el norte de los Andes. Cap. 2, págs. 25-31. En: M. Morales, J. Otero, T. Van der Hammen, A. Torres, C. Cadena, C. Pedraza N. Rodríguez, C. Franco, J.C. Betancourth, E. Olaya, E. Posada & L. Cárdenas. *Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá*.
- WODA, C., A. HUBER & A. DOHRENBUSCH. 2006. Vegetación epifita y captación de neblina en bosques siempreverdes en la Cordillera Pelada, sur de Chile. *Bosque* 27(3): 231-240.
- WOLF, J.H.D. 1995. Non-vascular epiphyte diversity patterns in the canopy of an upper montane rain forest (2550-3670 m), central cordillera, Colombia. *Selbyana* 16(2): 185-195.

Recibido: 24/05/2013

Aceptado: 30/04/2015