

PATRONES DE DIVERSIDAD Y FORMAS DE VIDA DE LAS ARACEAS EN LA CORDILLERA OCCIDENTAL, COLOMBIA

Juan Diego Gámez Cárdenas

Universidad del Valle, Apartado aéreo 25360, Cali, Colombia,

Correo electrónico: gamez.juan@correounivalle.edu.co

Alejandro Zuluaga Trochez

Universidad del Valle, Apartado aéreo 25360, Cali, Colombia.

Correo electrónico: zuluaga.alejandro@correounivalle.edu.co

RESUMEN: Las aráceas representan un grupo importante de plantas vasculares en Colombia con un centro de diversidad en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental del país. Se caracterizan por su variedad de formas de vida, abundancia y alto endemismo en los bosques húmedos tropicales. El objetivo de este estudio fue describir y cuantificar los patrones de riqueza, abundancia y formas de vida de la familia Araceae en un bosque húmedo montano bajo de la Cordillera Occidental, Colombia. Se establecieron ocho parcelas (400 m²), acompañadas de la estratificación de ocho árboles maduros (DAP>10 cm). Se muestrearon todos los individuos de Araceae creciendo sobre el suelo, arbustos y árboles con alturas inferiores a 10 m. Se registraron 8711 individuos, 37 especies y 5 géneros, siendo *Anthurium*, *Philodendron* y *Chlorospatha* los de mayor diversidad. Las trepadoras nómadas fueron la forma con mayor riqueza, sin embargo, la terrestre registró la mayor abundancia debido en parte a las fases ontogénicas terrestres de las especies trepadoras nómadas. Algunas especies de *Anthurium* y *Chlorospatha* presentaron más de una forma de vida según las condiciones del terreno. Finalmente, los estratos basales registraron la mayor diversidad, encontrando una asociación entre las trepadoras de *Philodendron* y *Monstera* con los estratos Z2 y Z3. En conclusión, las aráceas son un componente importante en riqueza, variedad de formas de vida, pero especialmente en abundancia de los ecosistemas montañosos de los Andes, y la serranía de los Paraguas representa un centro con gran diversidad de aráceas, lo que refuerza su condición de objeto de conservación.

Palabras clave: *Anthurium*, *Chlorospatha*, Estratos, Género, Terrestres, Trepadoras nómadas.

ABSTRACT: The family Araceae represents an important group of vascular plants in Colombia with a diversity hotspot on the western slope of the Western Cordillera. They are characterized by their variety of life forms, abundance and high endemism in the tropical humid forests. The aim of this study was to quantify and describe the patterns of richness, abundance, and life forms of the family Araceae in a forest of the Western Cordillera, Colombia. This was carried out in eight plots (400 m²), accompanied by the stratification of eight mature trees (DBH >10 cm). In addition, all Araceae individuals growing on the ground, shrubs and trees at heights less than 10 m were sampled. We recorded 8711 individuals, 37 species and 5 genera, *Anthurium*, *Philodendron* and *Chlorospatha* were the most diverse. Nomadic climbers were the richest form; however, the terrestrial life form registered the greatest abundance due in part to the terrestrial ontogenetic phase of the climbers. Some species of *Anthurium* and *Chlorospatha* presented more than one life form according to the conditions of the soil and terrain. Finally, the basal strata of the trees recorded the greatest diversity, finding an association between *Philodendron* and *Monstera* climbers with strata Z2 and Z3. In conclusion, Araceae are an important component in richness, variety of form of life, but specially in abundance of the Andean Mountain ecosystems, and The Serranía de los Paraguas is a diversity hotspot for Araceae, which makes it a conservation target.

Key words: *Anthurium*, *Chlorospatha*, Genera, Nomadic climbers, Strata, Terrestrial.

INTRODUCCIÓN:

Las epífitas son un grupo de plantas dependientes estructuralmente que germinan y enraízan sobre otras sin parasitarlas (Zotz, 2013), y estas son un componente importante de los ecosistemas representando alrededor del 9% de las plantas vasculares (Zotz, 2016). Según Zotz (2013) estas pueden ser holoepífitas (epífitas verdaderas) o hemiepífitas (hemiepífitas

primarias); en un sentido más amplio varios autores han incluido las trepadoras nómadas en los estudios de epífitas (Sperotto *et al*, 2020). En el caso de la familia Araceae el epifitismo ha sido controversial, debido a la ausencia de información detallada sobre el desarrollo de las especies al ascender en los hospederos y sus conexiones con el suelo, lo que ha llevado a excluir varias especies del grupo de las epífitas (holoepífitas y hemiepífitas), siendo más actualmente catalogadas como “trepadoras nómadas”, las cuales no son tenidas en cuenta según la clasificación de Zotz (2016).

Las aráceas presentan una distribución cosmopolita con centros de diversidad en los trópicos de América y Asia, con un aproximado de 144 géneros y 3676 especies (Boyce y Croat, 2020), sin embargo, son una de las familias menos conocidas taxonómicamente en el neotrópico (Croat, 1992). Se caracterizan por su variedad de formas de vida incluyendo formas terrestres, acuáticas, holoepífitas, hemiepífitas y trepadoras nómadas (Mayo *et al.*, 1997; Sperotto *et al*, 2020). De acuerdo con Jácome *et al.* (2004) y Benavides (2002), la variedad de formas de vida, la plasticidad morfológica y los factores ambientales influyen en la riqueza y abundancia de las aráceas determinando su distribución espacial en los gradientes verticales del dosel (Johansson, 1974; Nieder *et al.*, 2000).

Se ha encontrado que las aráceas pueden presentar hasta el 11% de la diversidad de epífitas, siendo *Anthurium* y *Philodendron* los géneros más diversos y abundantes, y que las trepadoras nómadas pueden representar hasta el 50% de las aráceas (Leimbeck y Balslev, 2001; Acebey y Krömer, 2008; Acebey *et al.*, 2010). En Colombia, las aráceas componen un grupo importante de plantas vasculares con un aproximado de 31 géneros y 835 especies con un alto endemismo y diversidad (Catálogo de plantas y líquenes de Colombia, 2020). Diversos autores han descrito la región del Chocó biogeográfico colombiano como un punto de alta riqueza de aráceas con formas de vida epífitas (sentido amplio) y terrestres, las cuales muestran contribuir fuertemente a la diversidad de plantas de la región (Gentry, 1986; Galeano *et al.*, 1998). La reserva natural

comunitaria Cerro el Inglés ubicada en el departamento Valle del Cauca (Colombia), presenta una topografía montañosa conectando en la transición entre los Andes Tropicales y el Chocó Biogeográfico, lo que resulta en una alta biodiversidad y ratifica su papel como un hotspots y refugio único de muchas especies (Serraniagua, 2019).

A pesar de su importancia ecológica y taxonómica, los estudios en Colombia sobre los patrones de diversidad y formas de vida de la aráceas han sido escasos (Jácome *et al.*, 2004; Carrascal y Percy, 2018). Debido a la falta de información sobre los patrones de diversidad de las aráceas y dado que constituyen uno de los grupos más diversos de plantas de la flora colombiana, el objetivo de este trabajo fue describir los patrones de riqueza, abundancia y formas de vida de la familia Araceae en un bosque muy húmedo montano bajo de la Cordillera Occidental, Colombia.

MÉTODOS:

Área de Estudio: El estudio se llevó a cabo en la reserva natural comunitaria Cerro el Inglés, una reserva de la sociedad civil ubicada en la Serranía de los Paraguas (corredor Tatamá-Paraguas), una formación montañosa asociada a la Cordillera Occidental de los Andes de Colombia. La reserva está localizada en la vereda El Brillante, corregimiento de Boquerón, municipio de El Cairo, Valle del Cauca, en los límites con el departamento del Chocó (4°45' N, 76°17' O). La temperatura media anual es de 17.8°C y la precipitación es de 2.479 mm. La reserva tiene un área aproximada de 756 hectáreas (ha), un rango de alturas que va desde los 1800 hasta los 2550 msnm, y la zona de vida según la clasificación de Holdridge (Holdridge, 1967) corresponde a bosque muy húmedo montano bajo.

Métodos de muestreo: Para el muestreo, se establecieron ocho parcelas de 400 m² siguiendo la metodología propuesta por Gradstein *et al.* (2003), con modificaciones. Estas consistieron en realizar cuatro parcelas cuadradas de 20 x 20 m y cuatro circulares con radios de 11,3 m con una distancia entre parcelas que va desde los 63 m hasta 150 m. En la estratificación vertical,

se eligieron ocho árboles maduros del dosel (DAP > 10 cm) y se determinó la presencia-ausencia de las especies dentro de las cinco zonas verticales (Johansson, 1974). Se adoptó la metodología empleada por Ortiz *et al.* (2019) y sugerida por Johansson (1974), la cual consistió en realizar el muestreo vertical desde el suelo con binoculares y cortarramas. Dentro de cada una de las parcelas se muestrearon todos los individuos de la familia Araceae creciendo sobre el suelo, arbustos y árboles con alturas menores a 10 m (Gradstein *et al.*, 2003).

La determinación de las formas de vida se realizó siguiendo la definición de Croat (1988) para la forma terrestre y las propuestas de Zotz (2013) en el caso de las epífitas y trepadoras nómadas. La clasificación se llevó a cabo de dos maneras: la primera consistió en establecer qué especies se pueden encontrar en dos formas de vida distintas en su estado adulto (e.g. terrestre y epífita), y la segunda en determinar qué especies presentan fases ontogénicas con formas de vida diferentes (juvenil terrestre y adulto trepadora nómada).

Para determinar las abundancias se usó el concepto de individuo planteado por Sanford (1968) y modificado por Ortiz *et al.* (2019). Por otro lado, los criterios para clasificar los individuos de las zonas verticales fueron el sitio de florecimiento o la zona más alta en la que se encontraba el organismo en caso de estar infértil. Los especímenes recolectados se depositaron, procesaron e identificaron en el herbario CUVC utilizando su colección, claves taxonómicas y las bases de datos de los herbarios MO y COL.

Análisis de Datos: Con el fin de evaluar la integridad y eficiencia del inventario se realizaron las curvas de rarefacción basadas en individuos y muestras. Además, se calcularon los estimadores no paramétricos Chao 2, Jackknife 1 y Jackknife 2 (Villarreal *et al.*, 2004). Se determinó para cada una de las parcelas su respectiva abundancia, riqueza y formas de vida a nivel de especie y género.

Se calcularon los índices de Margalef, Menhinick, recíproco de Simpson y Shannon (Villareal *et al.*, 2004). Los valores obtenidos del índice de entropía de Shannon se convirtieron a la

diversidad de Shannon (Número efectivo de especies) (Ortiz *et al.*, 2019). Los índices se calcularon para cada una de las parcelas y a nivel de la comunidad. Para determinar diferencias estadísticas de los índices entre los tipos de parcelas (Cuadrada-Circular) se realizó una prueba T-student no pareada ($\alpha = 0.05$). Finalmente, se efectuó una curva de rango-abundancia; en este análisis se tomó en cuenta la forma de vida de las especies con el fin de establecer cuál es la forma predominante (Villareal *et al.*, 2004).

En la estratificación vertical, se identificaron las especies, número de individuos y formas de vida epífitas (sentido amplio) según el género en cada uno de los estratos verticales. Además, se calculó la riqueza, abundancia y la diversidad de Shannon (Número efectivo de especies). Con el fin de identificar si existen diferencias de los índices entre estratos se corrió la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis seguida de la prueba de Wilcoxon con corrección de Holm. Finalmente, se llevó a cabo un análisis de correspondencias múltiple (ACM) con el fin de determinar si existe asociación entre los géneros, las formas de vida y los estratos verticales. Los análisis de diversidad se realizaron con los paquetes Vegan, BiodiversityR y FactoMineR (ACM) del programa R-Studio.

Comparación de Diversidad: La diversidad de Aráceas obtenidas en este trabajo se comparó con datos provenientes de investigaciones realizadas en Colombia y Cordillera Occidental de los Andes. Este proceso se llevó a cabo a través de la comparación de los datos de riqueza, abundancia y formas de vida, en caso de tener esta información.

RESULTADOS

Índices de diversidad y Parcelas: Las curvas de rarefacción, la curva de acumulación y los estimadores de diversidad Jack2, Jack 1 y Chao2 siguieron patrones similares. Se observó que a medida que aumentó el esfuerzo de muestreo, las curvas se estabilizaron alcanzando el máximo de especies colectadas. Además, los indicadores no paramétricos Jackknife (1 y 2)

estimaron dos especies más por coleccionar y Chao2 predijo una especie, lo que indica que la comunidad de aráceas puede considerarse bien representada y muestreada (Fig. 1). Los índices de diversidad a nivel de la comunidad presentaron valores de 39,6 (Jackknife 1), 39,3 (Jackknife 2), 38 (Chao 2), 10,7 (Índice recíproco de Simpson), 15,7 (Índice de diversidad de Shannon), 0,39 (Índice de Menhinick) y 3,96 (Índice de Margalef) (Tabla 1).

En el análisis de las parcelas, se encontró que las parcelas circulares (26 sp, y 1452 ind.) registraron en promedio mayor riqueza y abundancia de aráceas en comparación con las parcelas cuadradas (23 especies, 725 individuos) (Tabla 1). Sin embargo, en la prueba t-student solo se hallaron diferencias significativas en la abundancia (T test, $t(6) = 6,67$, $p = 0,00055$) y el índice de Menhinick (T test, $t(6) = -2,99$, $p = 0,024$) entre los tipos de parcelas (Fig. 2 b-e).

Patrones de diversidad, distribución y formas de vida de las aráceas: Las aráceas censadas correspondieron a 8711 individuos y 37 especies de las cuales ocho son endémicas de Colombia, y están distribuidas en los géneros *Anthurium*, *Philodendron*, *Chlorospatha*, *Stenospermation*, *Monstera* y *Rhodospatha*. Los géneros más diversos fueron *Anthurium* (24 sp, 5894 ind.), *Philodendron* (5 sp, 1380 ind.) y *Chlorospatha* (3 sp, 1077 ind.)

Entre las trepadoras nómadas, los individuos presentaron fases ontogénicas con diferentes formas de vida, y fueron registrados en fase terrestre (juveniles) y fase trepadora (juveniles y adultos). Se registraron 4 especies holoepífitas, 17 trepadoras nómadas y 11 terrestres, además, cinco especies se encontraron como terrestres y trepadoras nómadas en su estado adulto (ej. *A. panduriforme*) (Tabla 1).

La abundancia de los individuos terrestres predominó sobre las otras formas a lo largo de las parcelas, representando el 66% de los individuos colectados (Fig. 3b). En particular, se registraron 2855 individuos de trepadoras nómadas, de las cuales el 38% se encontraban en la fase terrestre y el 62% en fase de trepadora. Por otro lado, a nivel de riqueza las trepadoras nómadas tienden a estar más representadas a lo largo del área de estudio (Fig. 3a). En el análisis

de rango-abundancia (Fig. 3c), solo diez especies registraron valores superiores a 350 conteos. Las especies más abundantes fueron aquellas con hábito terrestre, entre estas se encuentran *A. amoenum*, *A. licium*, *C. nicolsonii*, *A. stipitatum*, *A. terracolum* y *C. bogneri*. Por otro lado, solo tres trepadoras nómadas estuvieron entre las especies más abundantes (*Philodendron* sp. 7, *Anthurium nigrescens* y *Philodendron hebetatum*).

Anthurium registró dos especies epífitas, siete terrestres, diez trepadoras nómadas, y cinco especies se encontraron como terrestres y trepadoras en su estado adulto. En términos de abundancia, la forma terrestre fue la más abundante (79,9%) para *Anthurium*, seguido de las trepadoras (19,7%) y epífitas (0,4%) (Fig. 4a, 4b). El género *Philodendron* presentó 5 trepadoras nómadas y 1380 individuos, de los cuales el 68,5% se encontraron en fase de trepadora y el 31,5% en fase terrestre (Fig. 4b). Similar a esto, las trepadoras de los géneros *Monstera* y *Rhodospatha* tuvieron el 21,3% y el 23,3% de sus individuos en fase terrestre, respectivamente (Fig. 4).

Se contaron 1077 individuos de las especies terrestre *C. silverstonei*, *C. nicolsonii* y *C. bogneri*, sin embargo, estas dos últimas presentaron individuos como trepadoras accidentales (3,5%) (Fig. 4b). Finalmente, en *Stenospermation* se determinaron dos especies epífitas (*S. flavum* y *S. wallisii*) y una especie terrestre (*S. longifolium*) (Fig. 4).

Estratificación vertical: Se registraron 83 individuos y 19 especies pertenecientes a cinco géneros de la familia Araceae. *Anthurium* fue el género con mayor número de especies (57,89%), seguido por *Philodendron* (26,32%), mientras que *Monstera*, *Chlorospatha* y *Stenospermation*, presentaron solo una especie. De manera similar, *Anthurium* y *Philodendron* tuvieron el 45,78% y 37,35% del total de individuos (Tabla 2). Las especies *P. hebetatum*, *Philodendron* sp. 7, *A. licium*, *A. stipitatum* y *M. planadensis* comprendieron el 50,6% de todos los individuos colectados.

La riqueza y abundancia difirieron entre las zonas de estratificación vertical con menos especies e individuos en los estratos superiores, siendo mayor la abundancia y riqueza en los estratos Z1, Z2 y Z3, mientras que en Z4 la diversidad fue muy baja y en Z5 no hubo presencia de aráceas (Tabla 2). Las diferencias significativas según la prueba de Kruskal - Wallis encontradas entre Z2 y Z3 con respecto al Z4 para cada uno de los índices de diversidad soportan esta tendencia (Valor $p < 0,05$) (Fig. 5).

Se obtuvieron las formas de vida holopífita y trepadoras nómadas, siendo estas últimas las más comunes y abundantes (84,21% del total de especies observadas) (Tabla 2). Las trepadoras se presentaron en cada uno de los estratos verticales y en los géneros *Anthurium*, *Philodendron*, *Monstera* y *Chlorospatha* (Fig. 6). Por otro lado, las epífitas se registraron en los géneros *Anthurium* y *Stenospermation* (Fig. 6b).

Anthurium presentó mayor número de especies en los estratos Z1, Z2 y Z3 respecto a los otros géneros y no se registró en el estrato Z4 (Fig. 6a). A nivel de abundancia, *Anthurium* fue el más abundante en Z1, sin embargo, en los estratos superiores (Z2, Z3 y Z4) *Philodendron* fue el más abundante y tuvo una riqueza similar a *Anthurium* (Fig. 6b). Finalmente, se evidenciaron las especies *Stenospermation flavum* y *Philodendron hebetatum* en el estrato Z4 con abundancias bajas (Fig. 6). En el ACM se distinguieron los siguientes grupos: La primera asociación englobó los géneros *Philodendron* y *Monstera*, los estratos Z2 y Z3 y la forma de vida de trepadoras nómadas. El género *Anthurium* y el estrato Z1 formaron la segunda asociación y se ubicaron en los valores positivos de ambas dimensiones. Finalmente, *Stenospermation* y el estrato Z4 formaron la última agrupación (Fig. 7).

DISCUSIÓN

La diversidad de aráceas en el Cerro el Inglés

En este estudio se registraron 37 especies y 8711 individuos en 0,32 hectáreas de bosque homogéneo. A pesar de esto, según los índices calculados, la diversidad de aráceas en esta área de la reserva es baja. Esto posiblemente se deba a la dominancia de algunas especies, tal como lo reportó Ortiz *et al.* (2019) en el Cerro Pirre. En el Cerro el Inglés, solo 10 especies (7 terrestres y 3 Trepadoras nomádas) registraron el 82% del total de individuos, lo cual concuerda con el patrón general de los bosques diversos en donde pocas especies son comunes y muchas son raras (Poulsen y Balslev, 1991). Según McDonald *et al.* (2016), aumentos desproporcionados en la abundancia de especies comunes resulta en la disminución de la uniformidad del ecosistema, lo cual esta acorde con los resultados obtenidos en los índices (Mulder *et al.*, 2004; Gosselin, 2006; McDonald *et al.*, 2016).

La modificación de la metodología de Gradstein *et al.* (2003) (Parcelas cuadradas y circulares) resultó en la ocurrencia de diferencias significativas en la abundancia y el índice de Menhinick. Cabe mencionar que son escasos los estudios que usan parcelas circulares para evaluar la diversidad vegetal de plantas herbáceas. Sin embargo, el uso de parcelas circulares es recomendada ya que simplifican el desarrollo de trabajo de campo en aspectos como: único punto de control (centro de la parcela), agilidad en la corrección de las pendientes, eficiencia en la medición de los radios en terrenos ondulados o montañosos, y que pueden ser establecidas por dos investigadores con mayor facilidad (McRoberts *et al.*, 1992). Las diferencias en la abundancia entre los dos tipos de parcelas, pueden deberse a las condiciones del terreno, pues las parcelas cuadradas estuvieron ubicadas en lugares con una pendiente mayor. Estas zonas presentaban menos arboles con DAP > 10 cm y suelos irregulares con empalizada y presencia de rocas. Según Spicer *et al.* (2021) la variabilidad del hábitat actúa como un filtro y puede llegar a explicar hasta el doble de la variación de la diversidad de especies herbáceas, aspecto el cual puede estar afectando el establecimiento de las aráceas terrestres y trepadoras nómadas incluso dentro del mismo bosque (Small y McCarthy, 2003).

El número de especies registrado fue similar a lo encontrado en otros estudios en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental de los Andes. Por ejemplo, en las localidades de Cerro Tokio y Cerro el Inglés en Colombia (2000 msnm) se registraron 40 y 32 especies respectivamente en 0,05 ha (5 parcelas de 50 x 2 m) con parcelas en diferentes tipos de bosque (Guevara, 2019). De manera similar, en el bosque de Sarapullo en el norte de Ecuador (2100 msnm) se censaron 34 especies en 0,1 ha (Núñez *et al.*, 2019), y en el Cerro de Pirre, Panamá (1300 msnm) se censaron 25 especies en 0,32 ha (Ortiz *et al.*, 2019).

A excepción de Ortiz *et al.* (2019), los métodos e intensidad de muestreos varió entre los sitios de estudio, lo cual se debe tener en cuenta a la hora de comparar el número total de especies por zona. A pesar de esto, la similitud entre las zonas ubicadas a lo largo de la vertiente occidental (Sarapullo, Inglés, Tokio) puede deberse a que comparten características topográficas y ambientales tales como la altura (1700-2550 msnm), precipitación (2000-3000 mm) y temperatura (18-26°C), aspectos los cuales influyen en el modo y ritmo en el que las aráceas se establecen y estructuran en los ecosistemas (Leimbeck *et al.*, 2004). En el caso el cerro el Pirre, esta semejanza con estos datos puede deberse a la afinidad de la flora del Chocó colombiano con la del sur de Centro América, lo cual ha sido descrito múltiples veces (Mora *et al.*, 2006).

Contrario a la riqueza, son escasos los estudios que miden la abundancia de las aráceas en los ecosistemas (Carrascal y Percy, 2018; Núñez *et al.*, 2019; Ortiz *et al.*, 2019). Al extrapolar los datos de abundancia a una hectárea (con el propósito de comparación con otros estudios) se tiene un número de 27.222 individuos por ha. Al comparar la abundancia por área (1ha) de los diferentes estudios, se encontró que a medida que aumentaba la diferencia en las características topográficas, ambientales y la distancia con la cordillera de los Andes la abundancia por hectárea disminuía. De esta manera, el bosque de Sarapullo (Andes de Ecuador) con características de bosque siempreverde montano bajo registro 14.930 individuos por ha,

mientras que el Cerro Pirre (Panamá) con características de bosque de lluvia premontano registró 4456 individuos por ha y el bosque seco tropical en la Reserva Forestal Protectora Serranía Coraza se estimaron 3227 individuos por ha.

En estudios de abundancia de plantas herbáceas en general se han tenido registros de hierbas de 352 individuos por 0,01 ha (Costa Rica), 1337 individuos por 0,1 ha (Bosque húmedo Ecuador), 3749 individuos por 0,1 ha (Bosque seco ecuador) y 1100 individuos por ha (Bosque húmedo tropical Ecuador) (Whitmore *et al.*, 1985; Gentry y Dodson, 1987; Poulsen y Balslev, 1991). En este estudio, las aráceas registraron abundancias de 2722 individuos en 0,1 ha, superando lo registrado en las otras comunidades de herbáceas en general, aun cuando solo se muestrearon 0,32 de bosque. Este resultado demuestra la importancia de la familia Araceae en la vegetación herbácea del bosque. Cabe aclarar que la forma terrestre y trepadora nómada fueron las más abundantes en el área de estudio, similar a lo encontrado por Poulsen y Balslev (1991), los cuales plantean que este grupo ecológico son los más dominantes en los ecosistemas y juegan papeles importantes en la diversidad de los suelos.

La mayor riqueza de los géneros *Anthurium* y *Philodendron* en este estudio, es congruente con los resultados obtenidos en varias investigaciones realizadas en Colombia y en el neotrópico (Mora *et al.*, 2006; Sierra-Giraldo *et al.*, 2013; Sierra y Sanín, 2014; Ortiz *et al.*, 2019; Núñez *et al.*, 2019). De igual manera, ambos géneros fueron los más abundantes registrando el 83,5% de los individuos, parecido a los resultados encontrados por Carrascal y Percy (2018), Núñez *et al.* (2019) y Ortiz *et al.* (2019) en donde ambos géneros representaron el 57%, 87,4% y 90,9% de los individuos respectivamente. Un caso particular fue el género *Chlorospatha* el cual registró la tercera mayor riqueza y abundancia para la zona. Se ha registrado que la riqueza y endemismo de *Chlorospatha* aumenta en alturas entre los 1000 y 2000 msnm (Croat y Hannon, 2015; Guevara, 2019), pero no existían datos sobre la abundancia de este género.

Actualmente en Colombia no existen estudios que se enfoquen en trabajar los patrones de abundancia de árceas y entenderlos desde un enfoque multifactorial con el fin de establecer que variables podrían estar determinándolos. Sin embargo, aspectos como el mantenimiento de la heterogeneidad espacial, el rango altitudinal, la variabilidad espacial y temporal de condiciones ambientales, la variación topográfica y edáfica del suelo e interacciones bióticas pueden estar interviniendo en el mantenimiento de la diversidad en la comunidad de árceas del Cerro (Crozier y Boerner, 1984; Warren y Bradford, 2011; Cicuzza *et al.*, 2013; Spicer *et al.*, 2020; Rahman *et al.*, 2021)

Patrón de riqueza, abundancia y formas de vida de las árceas

Una de las características destacadas de las árceas es su amplia variedad de formas de vida, las cuales le han permitido colonizar diversos hábitats o nichos ecológicos. Las árceas de la zona de estudio se clasificaron en su mayoría como trepadoras nómadas, seguido de las terrestres y en menor representación como holoepífitas, otras formas de vida no están representadas en este estudio debido a las características ambientales del fragmento de bosque estudiado. Diversos estudios han encontrado resultados similares en donde las trepadoras nómadas son la forma de vida más representativa en la familia en bosques tropicales (Kelly *et al.*, 2004; Acebey y Krömer, 2008; Rogalski *et al.*, 2016, Ortiz *et al.*, 2019). Esto concuerda con lo planteado por Zotz (2016) y Zotz *et al.* (2020) quienes reportan que las especies de Araceae son en su mayoría trepadoras nómadas.

La mayoría de árceas terrestres neotropicales son plantas del sotobosque y se encuentran bien representadas en los bosques húmedos (Croat, 1988). En este estudio, el hábito terrestre fue el más abundante producto de la alta representatividad de especies terrestres y de las fases ontogénicas iniciales de las trepadoras nómadas, contrario a lo encontrado en otros estudios donde las trepadoras nómadas son las más abundantes (Ortiz *et al.*, 2019) o su abundancia es

similar al de las terrestres (Carrascal y Percy, 2018). Esta diferencia, se debe a la distinción de las fases ontogénicas de las trepadoras (Juvenil terrestre y adulto trepador) realizadas en nuestro estudio, lo cual no fue llevado a cabo por los otros autores y podría ocasionar una subestimación de la abundancia de esta forma en los ecosistemas. Esto podría ocasionar la pérdida de información asociada a la estructura de edades (Etapas – fases) de las poblaciones en los ecosistemas, lo cual es relevante en las investigaciones de dinámicas poblacionales y tiene aplicaciones en los temas de manejo y conservación de áreas protegidas (Chu y Adler, 2014). Sin embargo, es necesario llevar a cabo estudios que abarquen un mayor rango altitudinal y ecosistémico, con el fin de establecer si este patrón está restringido a ecosistemas húmedos altoandinos.

Algunas especies, como en el caso de la familia Araceae (Zotz, 2004; Trujillo-Trujillo *et al.*, 2014; Ortiz *et al.*, 2018) y Bromeliaceae (Griffiths y Smith, 1983), pueden exhibir más de una forma de vida. Por ejemplo, en este estudio se encontró que la especie *Anthurium panduriforme* puede ser terrestre o trepadora nómada, sin embargo, en otras áreas de Panamá y Colombia ha sido reportada como epífita (Ortiz *et al.*, 2019) o hemiepífita (Benavides *et al.*, 2005). Esta variabilidad puede ser atribuida a características del hábitat donde crecen, como es el caso de los bosques montanos en donde la distinción entre epífita y terrestre es difícil debido a similitud de las condiciones del suelo y el dosel (Croat, 1988). Sin embargo, esta inconsistencia en la categorización también está asociada a sesgos en la clasificación cualitativa de las formas de vida, lo que ha ocasionado un desacuerdo entre los colectores en la clasificación de las formas de vida epífita, tal como lo han demostrado Zotz *et al.* (2020) y Bautista-Bello *et al.* (2021). Por ello se hace pertinente ejecutar estudios cuantitativos del desarrollo ontogénico de las especies con el fin de esclarecer sus formas de vida y de esta manera llegar a un consenso en la clasificación de las especies.

Las trepadoras nómadas se caracterizan por germinar en el suelo y convertirse en trepadoras en estadios tardíos de su ontogenia, lo que es común en los géneros *Anthurium*, *Philodendron*, *Monstera* y *Rhodospatha*. Bautista-Bello *et al.* (2021) observaron que un gran número de plántulas de *A. flexile* y *M. acuminata* crecen sobre suelo y bases de los árboles mientras que las plantas más grandes predominaban en los troncos. Esta estrategia de tener un crecimiento terrestre permite encontrar árboles sobre los cuales trepar, ya que la supervivencia de las plántulas depende de la rapidez en la que encuentran un hospedero (Balcázar-Vargas *et al.*, 2015; Croat y Ortiz, 2020). Sin embargo, la plasticidad intraespecífica en los sitios de germinación, como en el caso de *Philodendron*, puede llevar a categorizar erróneamente las formas de vida (Zotz *et al.*, 2020; Bautista-Bello *et al.*, 2021).

Las trepadoras accidentales como las encontradas en *Chlorospatha* son un caso poco común, ya que la forma habitual de estas especies es la terrestre (Croat y Hannon, 2015). Este fenómeno puede deberse al tallo decumbente de las especies *C. bogneri* y *C. nicolsonii*, ya que este aspecto es asociado con la formación ocasional de ejemplares trepadoras nómadas debido a las condiciones del terreno (Croat y Hannon, 2004; Croat y Hannon, 2015; Ortiz *et al.*, 2018). De acuerdo con la revisión de herbario, bibliográfica y las bases de datos consultadas, *C. bogneri* y *C. nicolsonii*, son novedades corológicas para el municipio del Cairo, además, en este trabajo se extendió su rango altitudinal hasta los 2350 msnm. Estas novedades hacen pertinente la ejecución de muestreos a lo largo y alto de la vertiente occidental de la Cordillera occidental, ya que géneros como *Chlorospatha* han demostrado tener un aumento de diversidad y endemismo relacionado con el aumento en la altura (Muñoz *et al.*, 2019, Guevara, 2019).

Estratificación y distribución vertical de las aráceas

El patrón de diversidad de aráceas encontrado está de acuerdo con el patrón general en el neotrópico, siendo un grupo con alta representatividad en los bosques montanos abarcando

hasta el 15% de todas las epífitas (Zotz, 2016; Gómez *et al.*, 2017). De igual manera, estos resultados soportan la idea de que las aráceas son epífitas del tronco (Leimbeck y Balsev, 2001; Krömer *et al.*, 2007; Krömer *et al.*, 2008), ya que 18 de las 19 especies registradas se distribuyeron principalmente en los estratos Z1 y Z2. No obstante, la diversidad similar del estrato Z3 difiere de lo encontrado en otras comunidades de epífitas, puesto que la tendencia es a disminuir en los estratos superiores (Krömer *et al.*, 2007).

La gran abundancia de aráceas sobre los estratos medios bajos en este estudio puede estar relacionada con aspectos morfológicos asociados a las trepadoras nómadas, debido a que la distribución a lo largo del gradiente vertical está relacionada con caracteres de la forma de crecimiento, las adaptaciones morfológicas y factores intrínsecos de las especies (Nieder *et al.*, 1999; Quaresma *et al.*, 2018). Algunos rasgos como el desarrollo de tipos de raíces (Alimentadoras-Fijación), la estructura de la raíz (mayor diámetro de los haces vasculares), la esclerófila, la conductancia epidérmica, la succulencia y la plasticidad anatómica de la hoja, facilitan la capacidad de supervivencia de estas especies en el sotobosque más oscuro/húmedo del bosque (Mantovani, 1999; Agudelo *et al.*, 2019; Tenorio *et al.*, 2014).

Las diferencias encontradas de los índices de diversidad entre los estratos basales y superiores del dosel también es producto de las condiciones micro climáticas y estructurales, como el nivel de luz, humedad y la estructura del dosel, que influyen el arreglo espacial de las aráceas (Rogalski *et al.*, 2016). Se ha encontrado que la estructura arquitectónica simple y vertical de los troncos son un hábitat adecuado para el establecimiento de especies trepadoras (Krömer *et al.*, 2007). Lo cual estaría acorde con las agrupaciones encontradas en el ACM entre los géneros *Philodendron* y *Monstera* y los estratos Z2 y Z3M, ya que estos géneros son principalmente trepadoras nómadas del tronco (Croat y Ortiz, 2020). Finalmente, La diversidad encontrada en el estrato Z3 es producto de la alta humedad de los bosques montanos que permiten una mayor prosperidad y abundancia de trepadoras nómadas del dosel (Gómez *et al.*, 2017).

En conclusión, las aráceas son un componente importante en términos de variedad de formas de vida, riqueza, pero especialmente en abundancia en este fragmento del Cerro el Inglés y en general de los bosques húmedos de los Andes. Esto se debe a la alta representatividad de especies trepadoras nomádas y terrestres las cuales mostraron contribuir sustancialmente en términos de riqueza y abundancia en el ecosistema. Además, las trepadoras nomádas son un componente esencial de la estructura vertical del bosque, puesto que, fueron el grupo más diverso distribuyéndose en todas las zonas verticales del dosel, principalmente en los estratos medios. Finalmente, este estudio registró la mayor abundancia de aráceas por área evaluada en la Cordillera Occidental de los Andes, siendo uno de los pocos estudios que han incluido este parámetro en sus análisis. Toda esta evidencia sugiere que la serranía de los Paraguas representa un centro de diversidad de aráceas las cuales muestran contribuir a la diversidad de la región, y refuerza su condición de objetivo de conservación.

AGRADECIMIENTOS:

A la vicerrectoría de investigaciones de la Universidad del Valle por los fondos para la realización de esta investigación, al Herbario Luis Sigifredo Espinal Tascón por facilitar el espacio y las herramientas necesarias para el desarrollo del trabajo; A la reserva natural comunitaria Cerro el Inglés y a la organización Serraniagua por permitirme llevar a cabo este estudio y a su personal por hacerme sentir en casa. A Arcángel, Adriana e hijos guardabosques de la reserva por todo el apoyo y cariño brindado durante la estadía en sus instalaciones. A Andrea Pinto por la ayuda logística de las salidas. Al profesor Alejandro Zuluaga por su comprensión, paciencia y asesoría en el desarrollo de este trabajo. A Allison Muñoz, Juan Camilo González, Katherin Arango, Melissa Alegría, Leidy Laura Arias y Ricardo Cardona por su ayuda en la fase de campo de este trabajo. A mis amigos, compañeros y colegas con los que compartí a lo largo de mi formación académica por toda su energía, consejos y compañía. A mi

familia por su amor, dedicación, comprensión, apoyo y compañía a lo largo de mi formación académica y en la ejecución de mi trabajo de grado. A Michell Forero por su apoyo y compañía en desarrollo y redacción de este escrito.

LITERATURA CITADA

Acebey, A. y Krömer, T., (2008) “Diversidad y distribución de Araceae de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz, México”, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79 (2), pp. 465-471. DOI: 10.22201/ib.20078706e.2008.002.553.

Acebey, A., Krömer, T., Maass, B. y Kessler, M. (2010) “Ecoregional distribution of potentially useful species of Araceae and Bromeliaceae as non-timber forest products in Bolivia”, *Biodivers Conserv*, 19, pp. 2553-2564. DOI: 10.1007/s10531-010-9859-0.

Agudelo, C.M. *et al.* (2019) “Functional composition of epiphyte communities in the Colombian Andes”, *Ecology*, 100(12), pp. 1–11. DOI:10.1002/ecy.2858.

Bautista-bello, A.P. *et al.* (2021) “Variación biológica en las aráceas trepadoras”, *Acta Botánica Mexicana*, 128 (e1819). DOI:<https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1819>

Benavides, A. (2002) “Distribución vertical del área foliar de tres especies de *Philodendron* (Araceae): una visión integrada a la comunidad de aráceas en un bosque de tierra firme en la Amazonia Brasileira”. En: *Ecología da Floresta Amazônica-Curso de Campo - 2002*. 2a ed. Projeto Dinâmica Biológica de Fragmento Florestais- PDBFF, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia - INPA.

Benavides D, A.M. *et al.* (2005) “A first quantitative census of vascular epiphytes in rain forests of Colombian Amazonia”, *Biodiversity and Conservation*, 14(3), pp. 739–758. DOI:10.1007/s10531-004-3920-9.

Boyce, P. C. y Croat, T. B. (2011 onwards). The Überlist of Araceae: Totals for Published and Estimated Number of Species in Aroid Genera. Disponible En: <http://www.aroid.org/genera/20201008Uberlist.pdf>.

Carrascal, D.E. y Percy, J. J. (2018) “Araceae de la reserva forestal protectora serranía de coraza en el municipio de Colosó (Sucre, Colombia)”, Trabajo de grado, Universidad de Sucre.

Chalmers, N. (1996) “Monitoring and inventorying biodiversity. Collection’s data and training”, *Biology international*, 27, pp. 171-179.

Chu, C. y Adler, P. B. (2014) “When should plant population models include age structure?”, *Journal of Ecology*, 102(2), 531–543. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12212>

Cicuzza, D. *et al.* (2013) “A transcontinental comparison of the diversity and composition of tropical forest understory herb assemblages”, *Biodivers Conserv*, 22, pp. 755–772. <https://doi.org/10.1007/s10531-013-0447-y>

Croat, B. (1988) "Ecology and life forms of Araceae", *Aroideana*, 11 (3), pp. 4-52. Disponible En: <https://www.aroid.org/gallery/croat/0113401.pdf>.

Croat, B., (1992) "Species diversity of Araceae in Colombia: a preliminary survey", *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 79(1), pp. 17-28. DOI: 10.2307/2399806.

Croat, T.B. y Hannon, L.P. (2004) "*Chlorospatha* of Antioquia (Colombia)", *Aroideana*, 27, pp. 2-35.

Croat, T.B. y Hannon, L.P. (2015) "A Revision of the Genus *Chlorospatha* (Araceae)", *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 101(1), pp. 1–259. DOI:10.3417/2005079.

Croat, T.B. y Ortiz, O.O. (2020) "Distribution of Araceae and the diversity of life forms", *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 89(3), pp. 1–23. DOI:10.5586/ASBP.8939.

Crozier, C.R. y Boerner, R.E.J. (1984) "Correlations of understory herb distribution patterns with microhabitats under different tree species in a mixed mesophytic forest", *Oecologia*, 62, pp. 337-343. <https://doi.org/10.1007/BF00384265>.

Galeano, G., Suárez, S., y Balslev, H. (1998) "Vascular plant species count in a wet forest in the Chocó area on the Pacific coast of Colombia", *Biodiversity & Conservation*, 7 (12), pp. 1563-1575. DOI:10.1023/A:1008802624275.

Galeano, M.P., Mora, M.M., Zuluaga, A., Jácome, J., Croat, T.B., Cardona, F., Castaño-R, N., Landolt, E. y Schmidt-Mumm, U. 2022-5-30. En Bernal, R., S.R. Gradstein y M. Celis (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasyliquenes.unal.edu.co>

Gastón, K. (1996) "Species Richness: measure and measurement", *Biodiversity, a biology of numbers and difference*. K. J. Gastón (Ed.). Cambridge:Blackwell Science, 27, pp. 77-113.

Gentry, A. H. (1986) "Species richness and floristic composition of Chocó region plant communities", *Caldasia*, 15, pp. 71-91.

Gentry, A. H. y Dodson, C. (1987) "Contribution of nontrees to the species richness of a tropical rain forest", *Biotropica*, 19, pp. 149-156.

Gómez, D.C. *et al.* (2017) "Species richness and biomass of epiphytic vegetation in a tropical montane forest in western Panama", *Tropical Conservation Science*, 10, pp. 9–11. DOI:10.1177/1940082917698468.

Gosselin, F. (2006) "An assessment of the dependence of evenness indices on species richness", *J Theor Biol*, 242(3), pp. 591–597. doi:10.1016/j.jtbi.2006.04.017.

Gradstein, S.R. *et al.* (2003) "A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rainforests", *Selbyana*, 24 (1), pp. 105-111. DOI: 10.2307/41750962.

Griffiths, H. y Smith, J.A.C. (1983) "Photosynthetic pathways in the Bromeliaceae of Trinidad: relations between life-forms, habitat preference and the occurrence of CAM", *Oecologia*, 60(2), pp. 176–184. DOI:10.1007/BF00379519.

Guevara, L. (2019) "Patrones de riqueza y exclusividad de la familia Araceae a nivel local en la vertiente pacífica de los Andes de Colombia". Trabajo de Maestría. Universidad del Valle.

Holdridge, L.R. (1967) Life zone ecology. 1a ed. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.

Jácome, J., Galeano, G., Amaya, M. y Mora, M. (2004) "Vertical Distribution of Epiphytic and Hemiepiphytic Araceae in a Tropical Rain Forest in Chocó, Colombia", *Selbyana*, 25 (1), pp. 118-125. DOI: 10.2307/41760150.

Johansson, D., (1974) "Ecology of vascular epiphytes in West African rainforest". *Acta phytogeogr. Suec*, 59, pp. 1-136.

Kelly, D.L. *et al.* (2004) "The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: Patterns in the distribution of the flora", *Journal of Tropical Ecology*, 20(6), pp. 643–666. DOI:10.1017/S0266467404001671.

Krömer, T., Gradstein, S. y Kessler, M., (2007) "Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory", *Plant Ecol*, 189 (2), pp. 261-278. DOI: 10.1007/s11258-006-9182-8.

Krömer, T., Jimenez, I. y Kessler, M. (2008) "Patrones de diversidad y distribución vertical en epífitas vasculares en la Cordillera Mosetenes, Cochabamba, Bolivia", *Bolivia*, *Plant Ecology*, pp. 27–38. doi:10.5167/uzh-11771.

Leimbeck, R. y Balslev, H. (2001) "Species richness and abundance of epiphytic Araceae on adjacent floodplain and upland forest in Amazonian Ecuador", *Biodiversity and Conservation*, 10, pp. 1579-1593. DOI: 10.1023/A:1011865611683.

Leimbeck, R., Valencia, R. y Balslev, H. (2004) "Landscape diversity patterns and endemism of Araceae in Ecuador", *Biodiversity and Conservation*, 13 pp. 1755-1779. DOI: 10.1023/B:BIOC.0000029332.91351.7a.

Mantovani, A. (1999) "Leaf Morpho-Physiology and Distribution of Epiphytic Aroids along a Vertical Gradient in a Brazilian Rain Forest", *Selbayana*, 20 (2), pp. 241-249.

Mayo, S.J., Bogner, J. y Boyce, P. C. (1997) The genera of Araceae. 1a ed. Belgica: Royal Botanic Gardens, Kew.

McDonald, Z.G., Nielsen, S.E. y Bellota, J.H. (2016) "Las relaciones negativas entre la riqueza de especies y la uniformidad hacen que los índices comunes de diversidad sean inadecuados para evaluar las tendencias a largo plazo en la diversidad de mariposas", *Biodiversidad y Conservación*, 26, pp. 617-629. Doi: 10.1007/s10531-016-1261-0.

McRoberts, R. E., Tomppo, E. O. y Czaplewski, R. L. (1992) “Diseños de muestreo de las evaluaciones forestales nacionales”, en Magnussedn, S. y Reed, D. (eds) *Antología de conocimiento para la evaluación de los recursos forestales nacionales*. Roma:FAO, pp. 1-21.

Mora, M., Bernal, R., Croat, T. y Jácome, J. (2006) "A phytogeographic analysis of Araceae of cabo corrientes (Chocó, Colombia) and comparable lowland tropical American floras", *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 93 (2), pp. 359-366. DOI:[http://dx.doi.org/10.3417/0026-6493\(2006\)93\[359:APAOAO\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.3417/0026-6493(2006)93[359:APAOAO]2.0.CO;2).

Mulder, C. et al. (2004) “Species evenness and productivity in experimental plant communities”, *Oikos*, 107(1), pp. 50–63. doi:10.1111/j.0030-1299.2004.13110

Muñoz-Castillo, A., Guevara-Ibarra, L., Clavijo, L., y Zuluaga, A. (2019) “Two new species of *Chlorospatha* section Orientales (Araceae) from western Andes in Colombia”, *PhytoKeys*, 135, pp. 21–34. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.135.38050>.

Nieder, J., Engwald, S. y Barthlott, W. (1999) ‘Patterns of Neotropical Epiphyte Diversity’, *Selbyana*, 20(1), pp. 66–75. Available at: <http://www.jstor.org/stable/41760009>.

Nieder, J., Engwald, S., Klawun, M. y Barthlott, W. (2000) “Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in Lowland Amazonian rain forest (Surumoni Crane Plot) in southern Venezuela”, *Biotropica*, 32 (3), pp. 385-396. DOI: .

Núñez, M. et al. (2019) “Diversidad de Araceae en el paisaje forestal del noroccidente del Ecuador”, *Ciencia y Tecnología*, 13(1), pp. 81–91. DOI:10.18779/cyt.v13i1.351.

Ortiz, O. et al. (2018) “Floristic and Phytogeographic aspects of Araceae in Cerro Pirre (Darién, Panama)”, *Scentia*, 28 (2), pp. 61-81.

Ortiz, O., de Stapf, M. y Croat, B. (2019) “Diversity and distributional patterns of aroids (Alismatales: Araceae) along an elevational gradient in Darién Panama”, *Journal of Plants Taxonomy and Geography*, 74 (2), pp. 339-352. DOI: <https://DOI.org/10.1080/00837792.2019.1646465>.

Poulsen, A.D. y Balslev, H. (1991) “Abundance and cover of ground herbs in an Amazonian rain forest”, *Journal of Vegetation Science*, 2, pp. 315-322. doi:10.2307/3235922.

Quaresma, A.C. et al. (2018) “Species richness, composition, and spatial distribution of vascular epiphytes in Amazonian black-water floodplain forests”, *Biodiversity and Conservation*, 27(8), pp. 1981–2002. DOI:10.1007/s10531-018-1520-3.

Rahman, A.U. et al. (2021) “Impact of multiple environmental factors on species abundance in various forest layers using an integrative modeling approach”, *Global ecology and Conservation*, 29, pp. 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01712>

Rogalski, J.M. et al. (2016) “Spatial distribution of Araceae on phorophytes in different areas of submontane rainforest, Santa Catarina Island (SC), Southern Brazil”, *Revista Brasileira de Botanica*, 39(4), pp. 1077–1086. DOI:10.1007/s40415-016-0307-6.

Sanford, W.W. (1968) "Distribution of epiphytic orchids in semideciduous tropical forest in southern Nigeria", *J Ecol*, 56 (3), pp. 697–705. DOI: 10.2307/2258101.

Serraniagua (2019) Serranía de los Paraguas: Entre los Andes Tropicales y El Chocó Biogeográfico. Disponible en: <https://www.serraniagua.org/serrania-paraguas> [Consultado 10-11-2019].

Sierra-Giraldo, J.A. *et al.* (2013) "Araceae in a High Andean Forest of the Colombian Occidental Cordillera (Natural National Park Tatama)", *Aroideana*, 36(1), pp. 76-91.

Sierra, S. y Sanín, D. (2014) "Aráceas de un bosque premontano en la cordillera central de Colombia", *Boletín científico del Centro de museos*, 18(2), pp. 17-27.

Small, C.J. y McCarthy, B.C. (2003) "Spatial and temporal variability of herbaceous vegetation in an eastern deciduous forest" *Plant Ecol*, 164, pp. 37–48. <https://doi.org/10.1023/A:1021209528643>

Sperotto, P., Acevedo-Rodríguez, P., Vasconcelos, T. N. C. y Roque, N. (2020). Towards a Standardization of Terminology of the Climbing Habit in Plants. *Botanical Review*, 86(3–4), 180–210. <https://doi.org/10.1007/s12229-020-09218-y>.

Spicer, M.E., Mellor, H. y Carson, W.P. (2020) "Seeing beyond the trees: A comparison of tropical and temperate plant growth forms and their vertical distribution", *Ecology*, 101, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1002/ecy.2974>

Spicer, M. E. *et al.* (2021) "Herbaceous plant diversity in forest ecosystems: patterns, mechanisms, and threats", *Plant Ecol*, 223(2), pp. 117-129. [https://doi.org/10.1007/s11258-021-01202-9\(0123456789\(\).,-volV\)\(%2001234567](https://doi.org/10.1007/s11258-021-01202-9(0123456789().,-volV)(%2001234567)

Tenorio, V., Sakuragui, C. Mô. y Vieira, R. C. (2014). Structures and functions of adventitious roots in species of the genus *Philodendron* Schott (Araceae). *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 209(10), 547–555. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.08.001>

Trujillo-Trujillo, E., Castro-Rojas, F. y Morales-Barreto, A. (2014) "Inventario de la familia Araceae en la Granja Experimental Agroecológica Balcanes de la Universidad de la Amazonia", *Momentos de Ciencia*, 11(1), pp. 17–22.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, CM. (2004) "Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt". Bogotá, Colombia. pp. 236.

Warren, R.J. y Bradford, M.A. (2011) "The shape of things to come: Woodland herb niche contraction begins during recruitment in mesic forest microhabitat", *Proc R Soc B Biol Sci*, 278, pp. 1390–1398. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1886>

Whitmore, T. C., Peralta, R. y Brown, K. (1985) "Total species count in a Costa Rican rain forest", *J. Trop. Ecol*, 1, pp. 375-378.

Zotz, G. (2004) “How prevalent is crassulacean acid metabolism among vascular epiphytes?”, *Oecologia*, 138(2), pp. 184–192. DOI:10.1007/s00442-003-1418-x.

Zotz, G. (2013) “ ‘Hemiepiphyte’: a confusing term and its history”, *Ann Bot*, 111 (6), pp. 1015–1020. DOI: 10.1093/aob/mct085.

Zotz, G. (2016). “Epiphyte Taxonomy and Evolutionary Trends”. *Plants on Plants-The Biology of Vascular Epiphytes*. 1 ed. Suiza: Springer International Publishing Switzerland.

Zotz, G. et al. (2020) “Life forms in aroids-natural variability vs. terminological confusion” *Aroideana*, 43, pp. 315-333.

Tabla 1. Tipo de parcelas, parámetros de abundancia e índices diversidad de aráceas para los sitios de estudio. Todas = Todas las formas de vida, E = Epífita, TN = Trepadora nómada, T = Terrestre.

		Parcelas								Total
Parámetros		1	2	3	4	5	6	7	8	
Riqueza	Todas	24	21	24	29	25	28	24	25	37
	E	2	1	1	3	1	1	1	2	4
	TN	10	8	12	13	11	17	12	11	17
	T	8	10	9	8	10	7	8	8	11
	TN-T	4	2	2	5	3	3	3	4	5
Abundancia	Todas	589	614	946	1478	1403	1293	1636	752	8711
	E	14	1	3	20	4	4	1	19	66
	TN	194	107	337	267	571	506	646	227	2855
	T	381	506	606	1191	828	783	989	506	5790
Tipo parcela		Cuadrada	Cuadrada	Cuadrada	Circular	Circular	Circular	Circular	Cuadrada	-
Jack1		-	-	-	-	-	-	-	-	39,6
Jack2		-	-	-	-	-	-	-	-	39,3
Chao2		-	-	-	-	-	-	-	-	38
Índice recíproco de Simpson		8,84	9,21	9,54	6,91	7,18	10,36	9,04	10,82	10,7
Diversidad de Shannon		12,9	11,9	13,9	10,4	11	13,5	12,5	13,9	15,7
Índice de Menhinick		0,99	0,85	0,78	0,75	0,66	0,78	0,59	0,91	0,39
Índice de Margalef		3,61	3,12	3,36	3,84	3,31	3,77	3,11	3,62	3,96

Tabla 2. Parámetros de abundancia y riqueza de aráceas en los estratos verticales. Todas = Todas las formas de vida, E = Epífita, TN = Trepadora nómada.

		Estratos verticales				
Parámetros		Z1	Z2	Z3	Z4	Total
Riqueza	Todas	11	14	9	2	19
	E	2	2	1	1	3
	TN	9	12	8	1	16
	<i>Anthurium</i>	7	7	4	0	11
	<i>Philodendron</i>	2	5	3	1	5
	<i>Monstera</i>	1	1	1	0	1
	<i>Stenospermation</i>	0	1	1	1	1
	<i>Chlorospatha</i>	1	0	0	0	1
Abundancia	Todas	29	30	20	4	83
	E	5	3	1	3	12
	TN	24	27	19	1	71
	<i>Anthurium</i>	20	12	6	0	38
	<i>Philodendron</i>	6	14	10	1	31
	<i>Monstera</i>	2	2	3	0	7
	<i>Stenospermation</i>	0	2	1	3	6
	<i>Chlorospatha</i>	1	0	0	0	1

Figura 1. Curvas de rarefacción basadas en individuos y en muestras de las parcelas de muestreo. Parámetros de riqueza Jack1, Jack 2 y Chao2 en la hectárea de bosque del Cerro el Inglés.

Figura 2. Prueba t-student para los Índices de diversidad entre los tipos de parcelas de muestreo. A) Riqueza de especies. B) Abundancia. C) Índice recíproco de Simpson (1/D). D) Diversidad de Shannon. E) Índice de Menhinick. F) Índice de Margalef. Los boxplots se presentan con intervalos de confianza del 95%. Los asteriscos encima indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Figura 3. Riqueza y abundancia en las parcelas de muestreo. A) Riqueza de las formas de vida por especie. B) Abundancia de las formas de vida según la forma del individuo colectado. C) Distribución de las abundancias de especies según la forma de vida. E = Epífita, TN: Trepadora nómada, T: Terrestre. En la figura C, cada punto representa una especie.

Figura 4. Riqueza y abundancia de los géneros según la forma de vida. A) Riqueza por forma de vida. B) Abundancia por la forma de vida.

Figura 5. Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis y Test de Wilcoxon por índice de diversidad. A) Riqueza. B) Abundancia. C) Diversidad de Shannon.

Figura 6. Riqueza y abundancia de los géneros según la forma de vida en los estratos verticales del dosel. A) Riqueza por forma de vida. B) Abundancia por la forma de vida.

Figura 7. Análisis de correspondencia múltiple (ACM) de las características forma de vida, género y estrato respecto a los individuos colectados. La proyección de las variables en el plano dimensión 1 - dimensión 2: La forma de vida (E = Epífita, TN = Trepadora nómada), El género (*Anthurium*, *Philodendron*, *Stenospermation*, *Monstera*, *Chlorospatha*), los estratos (Z1, Z2, Z3, Z4).













