

Composición y diversidad de la flora vascular en tres coberturas vegetales de la reserva Mirador-Recreo, zona occidental de la cordillera Central, Andes de Colombia

César Román-Valencia¹, Dr.Sc., María del P. Sepúlveda Nieto², M.Sc. & German D. Gómez Marín³, M.Sc.

Resumen

Se determinó la composición y la diversidad florística de tres coberturas vegetales en una zona de los Andes de Colombia: bosque ripario, cafetal tradicional y vegetación secundaria. De esta manera, se establecieron en cada cobertura tres parcelas Whittaker, así: un área de 50 x 20 m y en cada una de estas se ubicaron dos subparcelas de 5 x 2 m, cuatro de 2 x 0,5 m y una de 20 x 5 m. En total se encontraron 92 especies vegetales distribuidas en 44 familias botánicas que comprenden hierbas, árboles y arbustos. La familia con mayor riqueza fue *Asteraceae* e incluye a 13 especies, las *Euphorbiaceae* con cinco, *Melastomataceae* y *Rubiaceae* comprenden seis y *Araliaceae* cuatro especies, respectivamente. Además, el 61,9% predominante de las especies fueron hierbas, mientras el 23,8% fueron árboles y 14,3% arbustos. En cafetal tradicional predominaron las especies herbáceas, en bosque ripario prevalecieron los árboles y hierbas y en vegetación secundaria fueron las hierbas. Los hábitos herbáceos y arbóreos son diferentes en las coberturas de bosques riparios y vegetación secundaria, sin embargo, las especies arbustivas son iguales de abundantes para las tres coberturas. De acuerdo a los índices, para las tres coberturas se obtuvo: diversidad alta en bosque ripario y cafetal, y baja en vegetación secundaria. La flora en las tres coberturas es homogénea en abundancia y con pocas especies, lo que se asocia con la sobreexplotación del lugar, la fragmentación, las perturbaciones antropogénicas; consecuencia de cambios en los usos del suelo. Así, la fragmentación de estos sitios afecta la dinámica poblacional, cuyo flujo se reduce, se exponen a algún grado de amenaza al disminuir su presencia y no ser tan eficientes al momento de colonizar otros ecosistemas.

Palabras clave: especies vegetales, inventario, rehabilitación, neotrópico.

*FR: 7 VII 2023. FA: 4 III 2024.

¹ Autor para correspondencia: Universidad del Quindío. Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías. Profesor Titular, Programa académico de Biología. Armenia, Quindío, Colombia. ceroman@uniquindio.edu.co

 orcid.org/0000-0003-0260-9568 **Google Scholar**

² Universidad del Quindío. Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías. Profesor asistente, Programa de Posgrado en Biología Vegetal y Herbario, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. msepulveda@uniquindio.edu.co

 orcid.org/0000-0002-9317-1399 **Google Scholar**

³ Profesor asistente, germandario@uniquindio.edu.co,

 orcid.org/0000-0002-7855-800X **Google Scholar**

CÓMO CITAR:

Román-Valencia, C., Sepúlveda-Nieto, M.P., Gómez-Marín G. D., (2024). Composición y diversidad de la flora vascular en tres coberturas vegetales de la reserva Mirador-Recreo, zona occidental de la cordillera Central, Andes de Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 28(1), 13-30. <https://doi.org/10.17151/bccm.2024.28.1.1>



Composition and diversity of the vascular flora in three vegetation covers in The Mirador-Recreo reserve, western zone of the cordillera Central, Andes of Colombia

Abstract

The composition and floristic diversity of three plant covers in an area of the Andes of Colombia were determined: riparian forest, traditional coffee plantation and secondary vegetation. Three Whittaker plots with an area of 50 x 20 m were established in each cover type and in each of these two subplots of 5 x 2 m, four of 2 x 0.5 m and one of 20 x 5 m were located. In total, 92 species were found, distributed in 44 botanical families, which included herbs, trees and shrubs; the richest family was Asteraceae which included 13 species, the *Euphorbiaceae* five, *Melastomataceae* and *Rubiaceae* comprised six and *Araliaceae* four species respectively. Furthermore, herbs predominated comprising 61.9% of the species, while 23.8% were trees and 14.3% shrubs. In the coffee plantation coverage, the habitat with the greatest diversity and species richness was the herbaceous. In riparian forest trees and bushes predominated and in the secondary forest bushes were the most abundant. In this way, the herbaceous and arboreal formations were different from the riparian forests and secondary forest formations; however, the shrub species were the same for all three covers. According to indices for the three coverages, low diversity was obtained. High diversity was recorded in riparian and coffee forests, and low in secondary vegetation. Furthermore, the flora in the three formations was homogeneous in abundance with few species; associated with the overexploitation of the land, fragmentation, and anthropogenic disturbances resulting of changes in land use. Thus, fragmentation of these sites affected population dynamics causing reduced flow. Exposure to some degree of negative impacts, reducing their abundance and their ability to recolonize other ecosystems.

Keywords: plants species, inventory, restoration, Neotropical

Introducción

Se reconoce que el área andina de Colombia se caracteriza por ecosistemas que van desde las selvas subandinas (970 m.s.n.m.) hasta zonas de páramo (4200 m s.n.m.) y que cuentan con una riqueza biológica, particularmente en lo que a flora se refiere. Han sido varias las investigaciones dedicadas a esclarecer cuáles, cómo y cuántas son las especies vegetales que existen en este territorio de importancia biológica para la humanidad (Agudelo-Henao, 1993; Agudelo Henao *et al.*, 2006; Santos y Tellería, 2006; Cabrera y Rivera, 2016; Roa García y Torres-González, 2021; Duque Castrillón y Sierra Giraldo, 2022; Diaz-C, *et al.*, 2023). Por lo tanto, las diversas exploraciones han dado cuenta de cerca de 3000 especies agrupadas en 206 familias de flora vascular en el área centro andina (Diaz-Piedrahita y Vélez-Nauer, 1993; Vargas, 2002; Agudelo Henao *et al.*, 2006).

Aunque los muestreos se han realizado en localidades que integran los 12 municipios del departamento del Quindío en Colombia, aún faltan relictos por explorar, como el que reportamos en este artículo, y son necesarios para promover estrategias de conservación biológica de la flora andina neotropical; lo que coincide con Pérez-Escobar *et al.*, (2022), quienes anotan, entre otros factores: “la poca comprensión de la riqueza de especies y patrones de distribución de plantas en los Andes, debido en gran parte a insuficientes estudios florísticos” (p. 365-366).

La reserva privada Mirador-Recreo se encuentra en proceso de rehabilitación ecológica dada su importancia biológica en conservación de la vida silvestre y el agua para consumo humano, razón por la cual se vienen adelantando estudios enfocados hacia el reconocimiento en sus hábitats (Román-Valencia *et al.*, 2023). En atención a lo anterior, es importante hacer hincapié en que las coberturas vegetales de los ecosistemas andinos han sido modificadas profundamente desde el siglo XIX, e incluye el presente, lo que afecta también a la diversidad faunística, florística, el clima y ecosistemas acuáticos (García *et al.*, 2007; Román-Valencia *et al.*, 2018; Román-Valencia *et al.*, 2023).

Por lo cual, en este trabajo se estima, de manera comparada, evaluar el estado de restauración, la composición y diversidad florística en tres coberturas vegetales de un área representativa y por conservar de los ecosistemas neotropicales andinos.

Material y métodos

Los muestreos correspondientes fueron hechos en 2021 (septiembre, octubre y diciembre) y 2022 (febrero y noviembre), a fin de evaluar la diversidad y composición florística en una localidad del flanco occidental de la cordillera Central (04°25'58,3"N; 075°38'55,7"O), departamento del Quindío, Colombia, en la reserva privada Mirador-Recreo, con 3,4 hectáreas, que comprende gradientes altitudinales entre 1900 y 2000 m; lo que corresponde a una zona muy húmeda subtropical (Holdridge *et al.*, 1978; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], s.f.; Román-Valencia, *et al.*, 2023). Además, se tomaron puntos de GPS (Sistema de Posición Geoestacionario –GPS por sus siglas en inglés–) marca Garmin, modelo 62S, posteriormente analizados mediante *softwares* como Garmin Basecamp, Google earth pro y ArcGis 10,5 con los cuales se calculó el área del predio y sus coberturas para cada una de las parcelas entre las tres coberturas y recorrido de delimitación del predio, con el fin de establecer las áreas pertenecientes al sitio por medio de herramientas SIG (Sistema de información Geográfica). De acuerdo a la metodología aplicada para Colombia, CORINE Land Cover (IDEAM, s.f.), se determinó mediante características observadas *in situ* y el tipo de cobertura presente en el área del estudio.

El área total se cuantificó e incluye tres coberturas principales: 1) Asociación a quebrada (1,57 hectáreas), 2) Asociación a cafetal (1,18 hectáreas) y 3) vegetación

secundaria (0,65 hectáreas). Sin embargo, para efectos de diseño experimental, en la localidad donde se hicieron los muestreos se determinaron tres tipos de coberturas vegetales abajo analizadas; en atención a esta característica se delimitaron tres parcelas, una por cada cobertura. La importancia de estas radica en que allí se pueden registrar los cambios que presenta la vegetación a causa de las actividades antropogénicas. Las tres coberturas son como siguen:

Primera cobertura: Corresponde a un cultivo tradicional de café *Coffea arabica* Linneo 1753, con sombrío. Las variedades de café incluyen Arábigo, Borbón y Caturra, con un lapso de 50 a 100 años de establecido, con árboles dispersos y arbustos que se controlan periódicamente, con pendiente entre 28-36%. En este lugar no hay uso de agroquímicos, lo que favorece la presencia de dispersores del bosque e incluye nidos de abejas nativas y polinizadoras.

Segunda cobertura: Pertenece a vegetación secundaria, se encuentra conformada por tres lotes; e incluye un fragmento resultado de un proceso de regeneración natural boscosa con presencia de *Guadua angustifolia* Kunth 1822 que, hasta hace diez años –2014– cuando se adquirió el predio, estaban utilizadas como zonas de pastoreo para el ganado vacuno y cultivo de mora *Rubus glaucus* Bentham 1846.

Tercera cobertura: Citada como bosque ripario, conformados por vegetación arbustiva (1-2 m de altura) y arbórea (5-10 m de altura); con predominancia arbórea, como se leerá abajo en los resultados.

Muestreos.

Se hicieron en las tres coberturas vegetales (bosque ripario, cafetal tradicional y vegetación secundaria), para lo cual se establecieron en cada cobertura tres parcelas Whittaker con un área de 50 x 20 m. (Stohlgren *et al.*, 1995), las cuales fueron medidas con un flexómetro de tal manera que cada parcela es autónoma y no se superpuso con los límites de las restantes—. En cada una de estas parcelas Whittaker se ubicaron dos subparcelas de 5 x 2 m, cuatro de 2 x 0.5 m y una de 20 x 5 m; en cada una de las partes se llevaron a cabo las observaciones correspondientes y se incluyó la identificación *in situ* de las especies botánicas, en algunos casos se recolectaron muestras con flores o frutos para reconfirmar la determinación en el herbario de la Universidad del Quindío (HUQ). Para esto se realizaron cuatro muestreos en fechas diferentes: septiembre (18-19), en octubre (16-17), diciembre (5) de 2021, y noviembre (5) de 2022; así se sondearon todas las parcelas en cada expedición de muestreos. Para la asignación *in situ* de los hábitos de crecimiento, se siguieron las categorías establecidas por Benzing (1986), Moreno (2001) y Díaz *et al.*, (2002).

Además, se tuvo en cuenta que para el hábito de crecimiento se consideró el porte o aspecto exterior de una planta, así como el diámetro a altura del pecho (130 cm),

-DAP: árbol (DAP > 7.8 cm), arbusto (DAP > 2.5 y < 7.7 cm) y hierbas, se define cuando la planta que alcanza hasta 1 m de altura, con tejidos blandos no lignificados y cuyos ejes aéreos son predominantemente fotosintéticos (Font Quer, 1985). Para cada individuo se registraron los datos de altura (cm), el estado fitosanitario; estimado por el estado de resistencia del organismo vegetal, y el fenológico; que comprende las etapas de desarrollo de una planta, consecuencia de las variaciones del clima, la temperatura y la intensidad lumínica, entre otros factores, lo que perturba los procesos de división de los meristemas, los ciclos de floración o fructificación.

La determinación taxonómica se realizó *in situ* a partir de los atributos ecológicos y morfológicos de los individuos y, posteriormente, se corroboró a través de las claves (Vargas, 2002). Se complementó con la consulta del Herbario Universidad del Quindío-HUQ, las disponibles en línea y los herbarios virtuales (biovirtual UN: nombres comunes). La asignación taxonómica de los individuos observados se dio a partir de los actos nomenclaturales vigentes (base de datos Trópicos <https://www.tropicos.org/>), el sistema de nomenclatura APG IV (Grupo de Filogenia de Angiospermas), y también de Bernal *et al.*, (2016); y para helechos a Schuettpelz *et al.*, (2016).

Composición: La información recopilada *in situ* se procesó en una base de datos de Microsoft Excel, donde los ejemplares se organizaron jerárquicamente en familias, géneros y especies identificadas en las tres coberturas. También, de cada una de las tres coberturas estudiadas en este trabajo, se hicieron en Microsoft Excel con los datos correspondientes a la abundancia, frecuencia y dominancia. A partir de esto, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) para riqueza estimada de especies, se obtuvieron a partir de la información recolectada *in situ* y del procesamiento de los datos en el programa PAST V. 4,03. Diversidad: En este caso se utilizó el programa Past V.4,03 para los índices de diversidad alfa (Dominancia, Simpson, Shannon-Wiener, Menhinick, Margalef, Equitabilidad, Chao) y beta (Whittaker, Routledge y Wilson-Shmida). De tal manera, al usar estos modelos se reducen los problemas conceptuales y estadísticos de los índices de diversidad, como se discute en Barrantes y Sandoval (2009). Se aplicó un Anova factorial, en el programa Statgraphics Plus versión 5,0 para evaluar el nivel de variación entre el tipo de cobertura vegetal, riqueza y diversidad de la flora vascular hallada. Además, se reportaron, para las tres coberturas vegetales, curvas de acumulación de especies y mediante gráficos.

Resultados y discusión

Composición: Se hallaron 92 especies vegetales (Figura 1,2, Tabla 1) distribuidas en 83 géneros pertenecientes a 44 familias; lo cual representa el 27.3 % del total de especies registradas para la zona del estudio (Díaz-Piedrahita y Vélez-Nauer, 1993; Vargas, 2002; Agudelo Henao *et al.*, 2006). La familia con mayor riqueza fue *Asteraceae* e incluye a 13 especies, las *Euphorbiaceae* con cinco, *Melastomataceae* y *Rubiaceae* comprenden seis y *Araliaceae* cuatro especies.

Además, el 61.9% predominante de las especies fueron hierbas (65 especies), mientras que árboles el 23.8% (25 especies) y arbustos con el 14.3% (15 especies). Al comparar con reportes previos en áreas cercanas a la zona del estudio, se encontró que Agudelo Henao (1993) identificó 337 especies botánicas y registra valores distintos; por lo cual nuestros resultados no coincidieron con la composición correspondiente a la distribución de la vegetación. Según Agudelo Henao (1993), se distinguieron porque árboles (en este trabajo 22,5% vs 12,7%) y arbustos (en este artículo 20% vs. 30,8%) es distinto de lo anotado por Agudelo Henao (1993) (=vs).

De acuerdo con las tres coberturas vegetales estudiadas se encontró:

I) En vegetación secundaria (Figura 3) se determinaron 34 especies, agrupadas en 24 géneros y 15 familias. La familia botánica que presentó mayor riqueza fue *Asteraceae* (nueve especies), seguido de *Poaceae* (tres especies). Los géneros *Bidens* y *Acinodendron* presentaron igual riqueza (con tres especies). El hábito que predominó en esta cobertura vegetal fue herbáceo.

II) En cafetal tradicional (Figura 3 a, b y c; Tabla 1) se hallaron 38 taxones en 37 géneros. La familia con más especies fue *Asteraceae* (10 especies), sigue *Solanaceae*, *Rosaceae* (con tres especies), *Euphorbiaceae*, *Malvaceae*, *Fabaceae*, *Rubiaceae*, *Caricaceae* (con dos especies cada una). Las herbáceas predominaron en esta cobertura.

III) En el bosque ripario (Figura 3; Tabla 1) se registraron 35 taxones agrupados en 34 géneros. La familia botánica con más especies fue *Euphorbiaceae* (cuatro especies), mientras que las de más especies fueron *Croton* y *Piper* (dos). El hábito arbóreo y herbáceo predominó en esta cobertura.

En nuestro trabajo, la familia *Asteraceae* exhibió alta riqueza en las coberturas cafetal tradicional y vegetación secundaria. Lo cual coincide con diversos estudios (Giraldo Cañas, 2001; Schneider *et al.*, 2003). Así mismo, varias especies de *Asteráceas* para el Quindío, según Gómez (2006), son frecuentes en bordes de caminos y zonas de regeneración, su presencia coincidió con las riquezas observadas y con las coberturas evaluadas (Tabla 1 y 2), su presencia en sucesiones tempranas y perturbadas fue notada en los resultados del presente trabajo, particularmente en vegetación

secundaria y cafetal tradicional. En las tres coberturas estudiadas (Tabla 1 y 2) se registraron 48 especies herbáceas, 20 especies de arbustos y 19 especies de árboles. De acuerdo con lo observado, se tiene que los ecosistemas restaurados evidencian procesos de sucesión natural con el tiempo (Roa García y Torres-González, 2021); se asociaron con hierbas muy variadas que ocupan menos espacio y cuya incidencia de luz favorece su crecimiento (García-Velásquez *et al.*, 2010. Esto se observó en nuestro trabajo, dado que los taxones encontrados fueron principalmente especies pioneras propias de un proceso de regeneración primaria.

Finalmente, se evidencia que la composición es típica de ecosistemas en proceso de sucesión con algún grado de intervención, teniendo en cuenta la presencia de especies de *Miconia* y *Ochroma*, de rápido crecimiento. Encontramos a su vez varios ejemplares de *Cordia alliodora*, especie típica de cafetales con función de dar sombra a los cultivos, al igual *Erythrina* e *Inga* que hacen parte de la familia Fabaceae; la más abundante en los bosques neotropicales (Gentry, 1995).

Además de lo expuesto, los taxones con mayor índice de valor de importancia (IVI) (Figura 2) fueron *Croton mutisianus* Kunth, *Croton* sp. y *Phytolacca* sp.. Sin embargo, *Paullinia alata* Ruiz & Pav., *Clavija cauliflora*, Regel y *Chamaedorea tepejilote* Liebm obtuvieron menor IVI. En cuanto a su frecuencia, estas formas alcanzaron el mismo valor (2,63%) debido a que no se repitieron en las tres coberturas vegetales. Sobre la dominancia relativa, la especie predominante fue *Solanum ovalifolium* Dunal, seguido de *Croton mutisianus*, *Cedrela odorata* L., *Piper obliquium* Kunth y *Bracharis nitida* Ruiz & Pav. Mientras, la abundancia relativa indicó que *Miconia* sp. y *Bracharis nitida* son las más notables.

Teniendo en cuenta que *Croton* sp. obtuvo un mayor índice de importancia (IVI) (Figura 2), y al considerar que para calcular el IVI se tuvo en cuenta el DAP y la altura; es posible inferir que en el género *Croton* es frecuente hallar árboles de gran porte que representan un mayor peso ecológico dentro de la comunidad vegetal (Alvis gordo, 2009). Por su parte, calcular la abundancia relativa de las especies al interior de una comunidad vegetal no solo permite establecer cuál es el grupo con mayor número de individuos e igualmente estimar aquellas especies con menor cantidad formas, es el caso de *Siparuna aspera* Ruiz & Pav., *Clavija cauliflora*, *Boehmeria caudata* Sw., entre otras; lo cual se puede usar para identificar cuáles son los taxones vulnerables a las alteraciones ambientales (Magurran, 1989).

El índice de valor de importancia encontró a *Juglans neotropica* como la especie con el valor más alto (19,84%), seguida por *Miconia coronata* (12,10%), *Cordia alliodora* (9,82%) y *Miconia notabilis* (8,20%). Se resalta que *J. neotropica* es una especie en peligro crítico (CR), según los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), al ser altamente maderable; por lo tanto, es una especie de

gran importancia en términos de conservación, según Vargas (2002), posiblemente es una especie ripario o de galería teniendo en cuenta la presencia de fuentes hídricas cercanas; se integran *Miconia coronata*, *M. notabilis* y *Ochroma pyramidalis* las cuales, en conjunto, podrían explicar más del 80%. Vargas (2002) sugiere que, aunque el proceso de regeneración presenta individuos pertenecientes a especies de crecimiento rápido, las condiciones y la presencia de ejemplares de las formas anteriormente mencionadas validan que nos encontramos en un terreno en regeneración.

Diversidad: Para identificar la cobertura vegetal y su diversidad en el área del estudio (Tabla 4) se compararon los resultados de diversidad *alpha* en las tres coberturas (bosque ripario, cafetal tradicional y vegetación secundaria), y el tipo de hábito (arbóreo, arbustivo y herbáceo). De acuerdo al Índice Shannon-Weaver (1949) y Simpson (1949), para las tres coberturas se obtuvo baja diversidad (Tabla 3), sin embargo, y de acuerdo al índice de Margalef y de *Menhinick*, se registra alta en bosque ripario y cafetal, y baja en vegetación secundaria (Tabla 4). Estos resultados se comprenden a causa de la sobreexplotación, la fragmentación, las perturbaciones antropogénicas; consecuencia de cambios en los usos del suelo (Moriana, 2019). Para la Equitatividad (J') y CHAO-1, en general los valores obtenidos (Tabla 3 y 4) sugieren que la flora en las tres coberturas es homogénea en abundancia (Tabla 3). La Dominancia de Simpson (1949), en general, registró pocas especies para las tres coberturas estudiadas (Tabla 4), no obstante, en el cafetal tradicional los arbustos presentaron dominancia media.

Los índices de diversidad *beta* fueron comparados entre coberturas con sustento en el hábito de crecimiento. En este caso, los valores obtenidos –entre 1,3898 y 2,00– en el Índice de Whittaker (1956), para los tres tipos de hábitos, indicaron un recambio alto de especies entre las coberturas muestreadas. Además, se observó variación en la similitud debido al distanciamiento entre las mismas o por el efecto de borde abrupto de la cobertura. Para Koleff et al. (2003), un incremento del trecho entre fracciones –sea por distancia o por un borde abrupto–, se obstaculiza, así como renovar, el intercambio de individuos entre poblaciones. En el Índice Routledge de diferenciación (Wilson y Shmida, 1984) se reafirma en el cual los valores obtenidos –entre 1,5 y 1,9286– mostraron que las tres coberturas se encuentran colindantes en un gradiente, lo que favorece un intercambio alto de especies, con lo cual el registro indicó un 150% (más del doble).

En el Índice de diferenciación Routledge con el dato observado –entre 0,24244 y 0,47416–, sugirió un bajo grado de solapamiento de las especies herbáceas entre las coberturas, y está de acuerdo a lo planteado en la literatura (Moreno, 2001; Moriana, 2019). La fragmentación presente en el área del estudio afecta la dinámica poblacional, cuyo flujo se reduce y se exponen a algún grado de amenaza al disminuir su presencia y no ser tan eficientes al momento de colonizar otros ecosistemas.

El Anova arrojó los P-valor (de probabilidad) de cada hábito de crecimiento con una confiabilidad del 95%; (0,08 para arbóreo, 0,9777 para arbustivo y 0,6665 para hierbas). Indicó que aun con un valor relativo, el tipo de cobertura tiene efecto sobre la diversidad, la abundancia y la riqueza de la flora; en particular sobre el tipo arbóreo. En este sentido, no se hallaron, en la parcela correspondiente, especies de árboles en vegetación secundaria –aunque en el contexto de esta cobertura es posible notar especies arbóreas como el Cedro negro *Juglans neotropica*–, distinto con lo obtenido en el bosque ripario. En cuanto a los rangos múltiples (Tabla 5), se incluyeron entre los grupos homogéneos y heterogéneos; en este caso, entre las tres coberturas (bosque ripario, cafetal y vegetación secundaria) y los tres hábitos de crecimiento: herbáceo, arbustivo y arbóreo.

Los hábitos herbáceo y arbóreo, en las coberturas de bosques ripario y vegetación, son diferentes (Tabla 5, Figura 3 a, b y c), es decir, registraron especies no compartidas, indicaron que estas dos coberturas difieren en cuanto su riqueza, su composición y su abundancia para estos hábitos. Sin embargo, las especies arbustivas están presentes de igual manera para las tres coberturas, las diferencias entre el bosque ripario y vegetación secundaria son más evidentes. Lo observado en este trabajo se debe a la fragmentación generada por la alteración antropogénica; lo que coincide con Navarro Rodríguez *et al.*, (2015). De acuerdo a lo anterior, se concluye que el bosque ripario reflejó mayor composición y diversidad florística, sin embargo, la diversidad es baja en este grupo de organismos autótrofos y en el área del estudio; lo cual sugiere continuar los inventarios florísticos con fines de importancia biológica, y así promover estrategias comunitarias de conservación y rehabilitación para –de alguna manera– mitigar el cambio climático y la destrucción del ecosistema natural para fines industriales e intensos como el cultivo del aguacate Hass.

Tabla 1. Compilado de las formas vegetales por especie, familia, nombre común, hábito y cobertura. C: Cafetal; BR: Bosque en rehabilitación; BS: Bosque ripario; X: presencia. Observadas en la reserva Mirador-Recreo, Calarcá, Quindío, Andes de Colombia

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	COBERTURA		
				C	BR	BS
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	Zanca de mula	Arbusto			X
<i>Acinodendron aeruginosum</i> Kuntze	Melastomataceae	Nigüito	Arbusto		X	
<i>Acinodendron lehmannii</i> Kuntze	Melastomataceae	Nigüito	Arbusto		X	
<i>Acinodendron notabile</i> Kuntze	Melastomataceae	Mortiño	Arbusto		X	
<i>Aegiphila quinduensis</i> Kunth	Lamiaceae	---	Arbusto, Arbol			X
<i>Ageratum conyzoides</i> Linneo	Asteraceae	---	Hierba		X	
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schldt.	Malvaceae	Estrella	Hierba	X		
<i>Anthurium</i> sp.	Araceae	---	Hierba			X
<i>Asplenium radicans</i> Bonap	Aspleniaceae	---	Hierba			X

<i>Austroeupeatorium inulifolium</i> Kunth	Asteraceae	Salvia amarga	Arbusto	X		
<i>Axonopus</i> sp.	Poaceae	---	Hierba	X	X	X
<i>Baccharis nitida</i> Ruiz & Pav.	Asteraceae	Chilco	Arbusto	X		
<i>Begonia</i> sp.	Begoniaceae	---	Hierba			X
<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	Cadillo	Hierba	X	X	
<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae	---	Hierba		X	
<i>Bidens triplinervia</i> Bonpl. & Kunth	Asteraceae	Chipaco	Hierba, Arbusto	X	X	
<i>Bocconia frutescens</i>	Papaveraceae		Arbusto			
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	Urticaceae	Parietaria	Arbol, Hierba			X
<i>Borreria laevis</i>	Rubiaceae		Hierba	X		
<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	Urticaceae	Yarumo blanco	Árbol			X
<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	Cedro rosado	Árbol			X
<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	Arecaceae	Molinillo	Palma, Arbusto			X
<i>Citrus aurantiaca</i> L.	Rutaceae	Naranja	Arbol	X		
<i>Clavija cauliflora</i> Regel	Primulaceae	Durazno de monte	Árbusto			X
<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae	Café	Arbusto	X		
<i>Conyza bonariensis</i> L.	Asteraceae	Venadillo	Hierba	X		
<i>Croton</i> sp.	Euphorbiaceae	---	Árbol			X
<i>Croton mutisianus</i> Kunth	Euphorbiaceae	Drago	Árbol			X
<i>Cuphea racemosa</i> Spreng.	Lythraceae	Verbenilla	Hierba		X	
<i>Cyclodium meniscioides</i> Presl	Dryopteridaceae	---	Hierba			X
<i>Cynodon dactylon</i> L.	Poaceae	Pasto argentina	Hierba		X	
<i>Dendropanax macrophyllum</i> Cuatrec.	Araliaceae	Platero	Árbol			X
<i>Drymaria cordata</i> L.	Caryophyllaceae	Golondrina	Hierba	X	X	
<i>Dumortiera</i> sp.	Dumortieraceae	---	Hierba			X
<i>Elaeagia myriantha</i> Standl.	Rubiaceae	Marfil	Árbusto			X
<i>Elephantopus</i> sp.	Asteraceae	---	Hierba		X	
<i>Erythrina edulis</i> Micheli	Fabaceae	Chachafruto	Árbol	X		
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae	Clavo de cristo	Hierba	X		
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae		árbol			X
<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae		hierba	X		
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae	Guasca	Hierba	X		
<i>Hydrocotyle leucocephala</i> Cham. & Schltld.	Araliaceae	Hojita de pantano	Hierba			X
<i>Helecho</i> sp.	Selaginellaceae		Hierba			X
<i>Hydrocotyle tenerrima</i> Mathias	Araliaceae	Hojita de pantano	Hierba		X	
<i>Inga oerstediana</i> Benth.	Fabaceae	Guamo	Árbol			X
<i>Lippia esnitis</i>	Solanaceae		Árbol	X		
<i>Megalastrum subincisum</i> Willd.	Dryopteridaceae	---	Hierba	X		X
<i>Miconia aeruginosa</i>	Melastomataceae		arbusto	X	X	
<i>Miconia notabilis</i>	Melastomataceae		arbusto	X	X	
<i>Miconia lehmannii</i>	Melastomataceae	Nigüito	Arbusto			X
<i>Mikania</i> sp.	Asteraceae	---	Hierba	X		

<i>Monochaetum</i> sp.	Melastomataceae	---	Hierba	X	
<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae	Laurel	Árbol		X
<i>Oreopanax incisus</i> Schult.	Araliaceae	Mano de oso	Árbol		X
<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	Trébol	Hierba	X	X
<i>Palicourea racemosa</i> Nicholson	Rubiaceae	Cafeto de monte	Arbusto		X
<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae	---	Hierba		X
<i>Paullinia alata</i> Ruiz & Pav.	Sapindaceae	---	Hierba trepadora, Arbusto		X
<i>Perilla</i> sp.	Lamiaceae	---	Hierba		X
<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Aguacate	Árbol	X	
<i>Phenax</i> sp.	Urticaceae	---	Hierba	X	
<i>Philodendron</i> sp.	Araceae	---	Hierba		X
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Phyllantaceae	Chancapiedra	Hierba	X	X
<i>Phytolacca</i> sp.	Phytolaccaceae	---	Árbol		X
<i>Piper crassinervium</i> Kunth	Piperaceae	Cordoncillo	Arbusto		X
<i>Piper obliquum</i> Kunth	Piperaceae	Cordoncillo	Hierba, Arbusto		X
<i>Polygonum nepalensis</i> Meisn.	Polygonaceae	Barbasco	Hierba	X	
<i>Polylepis</i> sp.	Rosaceae	---	Hierba	X	
<i>Polypodium</i> sp.	Polygonaceae	---	Hierba	X	
<i>Prestonia portobellensis</i> Beurl.	Apocynaceae	Palma	Palma		X
<i>Pseudelephantopus</i> sp.	Asteraceae	---	Hierba		X
<i>Renalmia</i> sp.	Zingiberaceae	---	Hierba		X
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	Higuerillo	Arbusto	X	
<i>Rubus bogotensis</i>	Rosaceae		Arbusto		X
<i>Rytidosylis gracilis</i> Jacq.	Cucurbitaceae	---	Hierba		X
<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	Lamiaceae	Salvia	Hierba	X	
<i>Sapium stylare</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Lechero	Árbol		X
<i>Saurauia brachybotrys</i> Turcz.	Actinidiaceae	Dulumoco	Árbol	X	X
<i>Selaginella</i> sp.	Selaginellaceae	---	Hierba		X
<i>Senna reticulata</i> Willd.	Fabaceae	Martingalvis	Arbusto	X	
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	Escoba	Hierba		X
<i>Siparuna aspera</i> Ruiz & Pav.	Siparunaceae	Bolas de mono	Arbusto	X	
<i>Smallanthus pyramidalis</i> Triana	Asteraceae	Arboloco	Árbol	X	
<i>Solanum ovalifolium</i> Dunal	Solanaceae	Chucho	Arbusto	X	
<i>Spermacoce</i> sp.	Rubiaceae	Botoncillo	Hierba		X
<i>Spermacoce tenuior</i> L.	Rubiaceae	Botoncillo	Hierba		X
<i>Stromanthoides</i> sp.	Marantaceae		Hierba	X	
<i>Vasconcellea goudotiana</i> Triana & Planch.	Caricaceae	Papayuelo	Árbol	X	
<i>Verbesina arborea</i> Kunth	Asteraceae	Camargo	Arbusto	X	X
<i>Witheringia solanacea</i> L'Hér.	Solanaceae	---	Hierba	X	X
<i>Junglas neotropica</i>	Juglandaceae	Cedro negro	Arbol	X	X

Tabla 2. Riqueza correspondiente a Familias en las tres coberturas muestreadas. Reserva Mirador-Recreo, Calarcá, Quindío, Andes de Colombia.

Familias	Número de especies
<i>Asteraceae</i>	13
<i>Euphorbiaceae</i>	5
<i>Melastomataceae</i>	6
<i>Rubiaceae</i>	6
<i>Araliaceae</i>	4
<i>Fabaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Poaceae, Urticaceae, Solanaceae.</i>	3 cada una
<i>Malvaceae, Dryopteridaceae, Lauraceae, Piperaceae, Polygonaceae.</i>	2 cada una
<i>Asplenidaceae, Meliaceae, Arecaceae, Begoniaceae, Rutaceae, Lythraceae, Caryophyllaceae, Phyllanthaceae, Phytolaccaceae, Sapindaceae, Oxalidaceae, Siparunaceae, Actinidaceae, Selaginellaceae, Cucurbitaceae, Zingiberaceae, Apocynaceae, Caricaceae, Primulaceae, Papaveraceae, Dumortieraceae, Araceae, Actinidaceae, Salagineliaceae, Solanaceae, Juglandaceae, Marantaceae, Moraceae,</i>	1 cada una

Tabla 3. Índices de diversidad por cobertura y hábito de crecimiento. SM: índice de Simpson; SN: índice de Shannon-Weaver; E: Equitabilidad. Reserva Mirador-Recreo, Quebrada Negra, Calarcá, Quindío, Colombia.

Hábito	Vegetación secundaria			Cafetal			Bosque Ripario		
	SM	SN	E	SM	SN	E	SM	SN	E
Herbáceo	0.8905	2.332	0.9383	0.9404	2.931	0.9628	0.9516	3.138	0.9632
Arbustivo	0.8166	1.885	0.9064	0.5926	1.255	0.6448	0.7102	1.466	0.8181
Arbóreo	0	0	0	0.7222	1.33	0.9591	0.9003	2.643	0.8976

Tabla 4. Diversidad alpha en coberturas vegetales muestreadas. Reserva Mirador-Recreo, Calarcá, Quindío, Andes de Colombia.

Diversidad en coberturas			
Índices Alpha	Cafetal	Bosque ripariano	Vegetación secundaria
Taxones_S	21	26	12
Individuos	35	47	26
Dominancia_D	0.05959	0.1095	0.04844
Simpson_1-D	0.9404	0.9516	0.8905
Shannon_H	2.931	3.138	2.332
Menhinick	3.55	3.792	2.353
Margalef	5.625	3.376	6.493
Equitabilidad_J	0.9628	0.9383	0.9632
Chao-1	27.88	14.5	32.6

Tabla 5. Rangos múltiples, entre los hábitos, en las coberturas estudiadas de la reserva Mirador-Recreo, Quebrada Negra, Calarcá, Quindío, Colombia. Grupos heterogéneos corresponden a especies no compartidas entre las coberturas. Grupos homogéneos corresponden a especies compartidas entre coberturas.

Coberturas	Hábitos		
	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo
	Grupos heterogéneos	Grupos homogéneos	Grupos heterogéneos
Bosque ripario	X	X	X
Cafetal tradicional	X X	X	X X
Vegetación secundaria	X	X	X

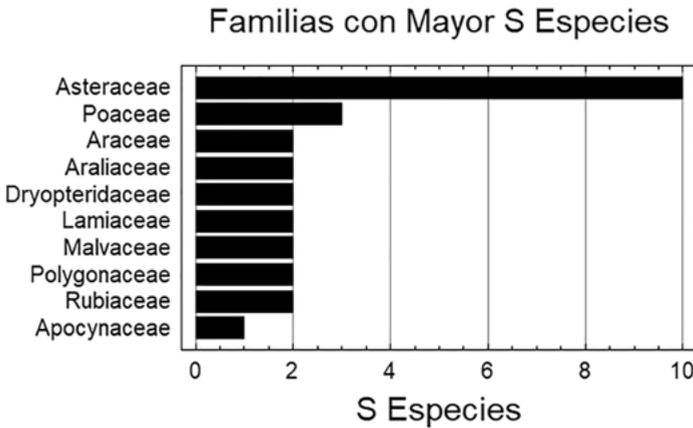


Figura 1. Familias vegetales y número de especies de hierbas en las tres coberturas: bosque ripario, vegetación secundaria y cafetal tradicional. Reserva Mirador-Recreo, Calarcá, Quindío, Andes de Colombia.

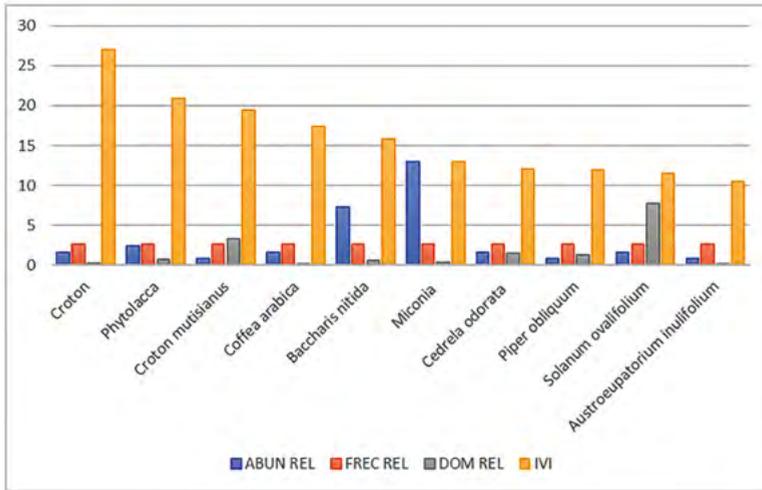


Figura 2. Abundancia, frecuencia, dominancia relativas e Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies determinadas. ABUN REL: Abundancia relativa; FREC REL: Frecuencia relativa; DOM REL: Dominancia relativa; IVI: Índice de valor de importancia. Reserva Mirador-Recreo, Calarcá, Quindío, Andes de Colombia.

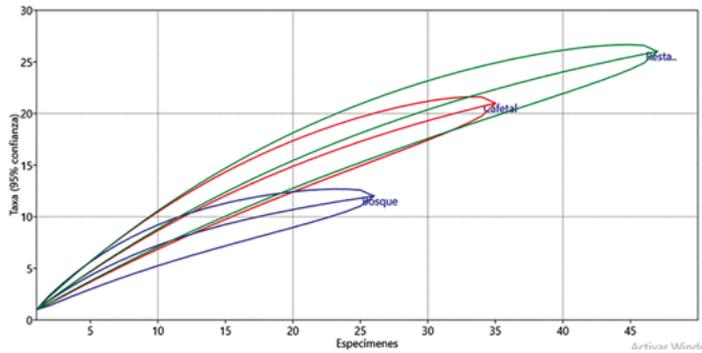


Figura 3. A Curva de acumulación de las especies: de hierbas en las tres coberturas muestreadas: bosque ripario (Bosque), vegetación secundaria (Resta) y cafetal tradicional (Cafetal). Reserva Mirador-Recreo, Calarcá, Quindío, Andes de Colombia

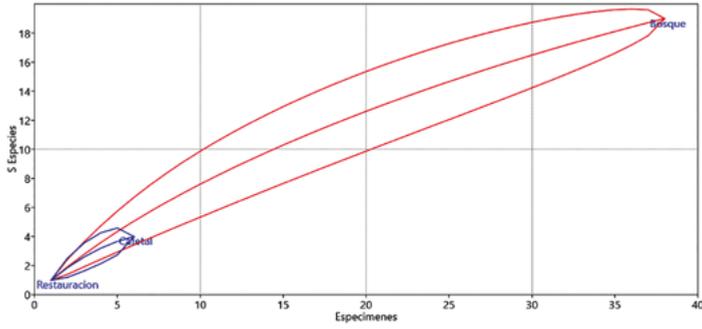


Figura 3. B Por hábito arbóreo observadas en las coberturas vegetales: Bosque ripario (Bosque), vegetación secundaria (Rehabilitación) y cafetal tradicional (Cafetal). Reserva Mirador-Recreo, Calarcá, Quindío, Andes de Colombia.

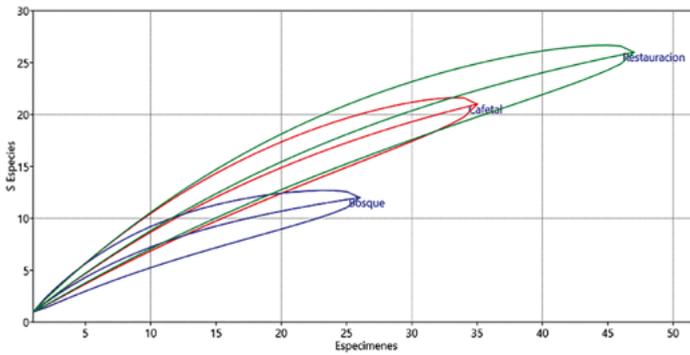


Figura 3. C Por hábito arbustivo, observadas en coberturas vegetales: Bosque ripario (Bosque), vegetación secundaria (Rehabilitación) y cafetal tradicional (Cafetal). Reserva Mirador-Recreo, Calarcá, Quindío, Andes de Colombia.

Agradecimientos

Financiaron esta investigación la Universidad del Quindío: Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, la vicerrectoría de investigaciones (proyectos No. 993 y 1217 a cargo de CR-V. Angélica Ramírez, José Quíñonez, Mara Piedrahita, Linda Téllez, Edison Marín, Andrea Castillo, Sergio Valencia y Carlos Montoya asistieron en la toma de datos y observaciones de campo. Cristian Román-Palacios (Universidad de Arizona, Estados Unidos), Raquel I. Ruiz C. (Universidad del Quindío, Armenia, Colombia) y César A. Duque Castrillón (Universidad de Caldas, Manizales, Colombia) por la lectura crítica, la formulación de correcciones y sugerencias realizadas a este trabajo. Donald C. Taphorn, corrigió los resúmenes.

Referencias

- Agudelo Henao, C. (1993). *Estudio florístico y climático del cañón Quindío*. Universidad del Quindío.
- Agudelo Henao, C., Vélez, N. M. C., Sepúlveda, M. P. y Macías Pinto, D. (2006). La flora del Quindío Magnoliidae: Winteraceae-Papaveraceae, Hamamelidae: Ulmaceae-Betulaceae. En C. A. Agudelo Henao (Org.). *Riqueza Biótica Quindiana, Armenia* (pp. 20-248). Universidad del Quindío, Vicerrectoría de Investigaciones.
- Alvis Gordo, J. F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y agroindustrial*, 7(1), 115-122.
- Barrantes, G. y Sandoval, L. (2009). Conceptual and statistical problems associated with the use of diversity indices in ecology. *Revista de Biología Tropical*, 57(3), 451-460.
- Bernal, R., Gradstein, S. R. y Celis, M. (Eds.). (2016). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- Benzing, D. H. (1986). La base vegetativa del epifitismo vascular. *Selbyana*, 9, 23-43. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/17930>
- Cabrera Amaya, D. M. y Rivera-Díaz, O. (2016). Composición florística y estructura de los bosques ribereños de la cuenca baja del Río Pauto, Casanare, Colombia. *Caldasia*, 38(1), 53-85. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v38n1.57829>
- Díaz-C., S. E., Londoño-Hernández, D. J. y Ariza-Corté, W. (2023). Análisis ecológico de comunidades en la vegetación arbórea del parque Chicaque, Cundinamarca. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 27(2), 49-69. <https://doi.org/10.17151/bccm.2023.27.2.3>
- Díaz-Piedrahita, S. y Vélez-Nauer, C. (1993). *Revisión de las tribus Barnadesieae y Mutisieae (Asteraceae) para la flora de Colombia* [Monografía].
- Díaz S., Gurvich, D. E., Pérez Harguindeguy, N. y Cabido, M. (2002). ¿Quién necesita tipos funcionales de plantas? *Sociedad Argentina de Botánica*, 37(1-2), 135-140.
- Duque Castrillón, C. A. y Sierra Giraldo, J. A. (2022). Estructura y diversidad florística de dos bosques andinos en el Resguardo Indígena Nuestra Señora Candelaria de La Montaña (Riosucio, Caldas, Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 26(2), 13-34. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.2.1>
- Font Quer, P. (1985). *Diccionario de Botánica*. Barcelona, Labor, S. A.
- García, C. A., C. Román-Valencia, A. Vanegas y D. C. Arcila. (2007). Análisis físico, químico y biológico comparado en dos quebradas de Alta Montaña neotropical. *Rev. Invest. Universidad del Quindío*. 17: 57-80. Disponible en: <<https://ojs.uniquindio.edu.co/ojs/index.php/riuq/index>>. Acceso en 10 ene. 2022.
- García-Velásquez, L. M., Ríos-Quintana, A. y Molina-Rico, L. J. (2010). Estructura, composición vegetal y descomposición de hojarasca en el suelo, en dos sitios de un bosque nublado andino (reforestado y en sucesión espontánea), en Peñas Blancas, Calarcá (Quindío), Colombia. *Actualidades Biológicas*, 32(93), 147-164.
- Gentry, A. (1995). Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forest. En S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn (Eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests: Proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium*. The New York Botanical Garden.
- Giraldo Cañas, D. (2001). Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque secundario pluvial, Andino, Cordillera Central (Antioquia, Colombia). *Darwiniana*, 39(3), 187-199. <https://www.jstor.org/stable/23224213>
- Gómez, G. (2006). Estructura florística y desfronde en el interior y borde de dos fragmentos de selva subandina. Tesis no publicada, Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Holdridge, L., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y Jiménez Saa, H. (1978). *Ecología basada en las zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (s.f). *Coberturas de la tierra*. <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>
- Koleff, P., Gaston, K. J. y Lennon, J. J. (2003). Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72(3), 367-382. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00710.x>

- Magurran, A. E. (1989). *Diversidad Ecológica y su Medición*. Veda. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?co>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO, Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Moriana, L. (2019). *Pérdida de la biodiversidad: causas y consecuencias*. Ecología Verde. <<https://www.ecologiaverde.com/perdida-de-la-biodiversidad-causas-y-consecuencias-1094.html>>
- Navarro Rodríguez, M. C., González Guevara, L. F., Flores Vargas, R. y Amparán Salido, R. T. (2015). *Fragmentación y sus implicaciones: Análisis y Reflexión Documental*. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa.
- Pérez-Escobar, O. A., Zizka, A., Bermúdez, M. A., Meseguer, A. S., Condamine, F. L., Hoorn, C., Hooghiemstra, H., Pu, Y., Bogarín, D., Boschman, L. M., Toby Pennington, R., Antonelli, A. y Chomicki, G. (2022). The Andes through time: evolution and distribution of Andean floras. *Trends in Plant Science*, 27(4), 364-378.
- Roa García, C. E. y Torres-González, A. M. (2021). Caracterización florística y estructural como línea de base para la rehabilitación ecológica de bosques en la microcuenca del río Barbas, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(174), 190-207. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1167>
- Román-Valencia, C., Ruiz-C, R. I., Taphorn, D. C. y Duque, O. (2018). *Guía para la identificación de los peces del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia*. Universidad del Quindío. <https://www.eumed.net/libros/1793/index.html> - google_vignette
- Román-Valencia, C., Ruiz-Calderón, R. I. y Vélez, S. (2023). Análisis de variables climatológicas, en dos coberturas vegetales, de los Andes centrales, Colombia. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 35(1), 112-147. <https://doi.org/10.33975/riuq.vol35n1.1006>
- Santos, T. y Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), 3-12. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/180>
- Schneider, J. V., Gaviria, J. y Zizka, G. (2003). Inventario florístico de un bosque altimontano húmedo en el Valle de San Javier, Edo. Mérida, Venezuela. *Plántula*, 3(2) 65-81.
- Schuettpelz, E., Schneider, H., Smith, A. R., Hovenkamp, P., Prado, J., Rouhan, G., Salino, A., Sundue, M., Almeida, T. E., Parris, B., Sessa, E. B., Field, A. R., Gasper, A. L., Rothfels, C. J., Windham, M. D., Lehnert, M., Dauphin, B., Ebihara, A., Lehtonen, S. Zhou, X. M. (2016). A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution*, 54(6). <https://doi.org/10.1111/jse.12229>
- Shannon, C. E. y Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University Illinois Press.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- Stohlgren, T. J., Falkner, M. y Schell, L. D. (1995). A Modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio*, 117:113-121. <https://www.jstor.org/stable/20046575>.
- Vargas, W. G. (2002). Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes centrales. Universidad de Caldas. <<https://www.google.com/search?q=Vargas%2C+W.+2002>>.
- Whittaker, R. H. (1956). Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecological Monographs*, 26(1), 1-80.