



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



<https://doi.org/10.14483/2256201X.21174>

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

ISSN 0120-0739 • e-ISSN 2256-201X

## Estructura y composición florística de un bosque de piedemonte en el municipio de Cubarral, Meta

### Structure and Floristic Composition of a Piedmont Forest in the Municipality of Cubarral, Meta

Andrés Giovanni Hernández-Ortega <sup>a</sup>, David Alejandro Garay-Marín <sup>a</sup>, Luz Stella Suárez-Suárez <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. 

 Autor para correspondencia

**Recibido:** 21 de agosto 2023

**Aceptado:** 18 de mayo de 2024

**Citation:** Hernández-Ortega, A. G., Garay-Marín, D. A., & Suárez-Suárez, L. S. (2024). Estructura y composición florística de un bosque de piedemonte en el municipio de Cubarral, Meta. *Colombia Forestal*, 27(2), e21174. <https://doi.org/10.14483/2256201X.21174>

---

### Highlights

- La novedad geográfica de la zona de estudio, ya que los bosques de piedemonte son áreas menos investigadas y el conocimiento en cuanto a su flora es muy incipiente.
- El registro de especies endémicas como *Aphelandra barkleyi* (Acanthaceae) y *Henriettea goudotiana* (Melastomataceae), especies no evaluadas en su estado de conservación.
- Una composición florística similar a la de otros estudios desarrollados en bosques de piedemonte, principalmente a nivel de familias.
- El reporte de novedades corológicas en este trabajo, que brinda información sobre los cambios en la composición de especies, lo cual demuestra la diversidad de estos ecosistemas.
- El hecho de que la mayoría de los individuos se concentra en los primeros intervalos de altura y diámetro.

---

### Resumen

Los bosques de piedemonte son ecosistemas con gran diversidad florística respecto a otras áreas de la Orinoquía. En este estudio se caracterizaron la estructura y composición florística de un bosque de piedemonte en 0.1 ha, donde se midieron todos los individuos con DAP  $\geq$  2.5 cm. Los 288 individuos registrados estuvieron distribuidos en 71 especies, 59 géneros y 33 familias. Las familias con mayor número de especies

fueron Lauraceae (9 spp.) y Rubiaceae (9). Los géneros más representativos fueron *Aniba* (4 spp.), *Miconia* y *Palicourea* (3 spp. cada una). Las especies de mayor importancia ecológica en la comunidad fueron *Ciliosemina pedunculata* (62.6 %), *Warszewiczia coccinea* (39.4 %) y *Socratea exorrhiza* (23.5 %). Las familias más importantes fueron Rubiaceae (142.8 %), Lauraceae (18.0 %) y Arecaceae (15.1 %). La mayoría de los individuos se encontraron en los rangos más bajos de clases de altura y diámetro. Se concluye que el bosque de piedemonte estudiado se encuentra en un estado de recuperación inicial.

**Palabras clave:** caracterización, diversidad, forestal, Orinoquía.

### Abstract

Piedmont forests are ecosystems with great floristic diversity compared to other areas of the Orinoquía. This study characterized the structure and floristic composition of a piedmont forest in 0.1 ha, wherein all individual trees with a DBH  $\geq 2.5$  cm were measured. The 288 registered individuals were distributed in 71 species, 59 genera, and 33 families. The families with the highest number of species were Lauraceae (9 spp.) and Rubiaceae (9). The most representative genera were *Aniba* (4 spp.), *Miconia*, and *Palicourea* (3 spp. each). The species with the greatest ecological importance in the community were *Ciliosemina pedunculata* (62.6%), *Warszewiczia coccinea* (39.4%), and *Socratea exorrhiza* (23.5%). The most important families were Rubiaceae (142.8%), Lauraceae (18.0%), and Arecaceae (15.1%). Most of the individuals are clustered in the lower ranges of the height and diameter classes. It is concluded that the studied piedmont forest is in a state of initial recovery.

**Keywords:** characterization, diversity, forest, Orinoquía.

## INTRODUCCIÓN

La Orinoquía es reconocida como un área estratégica debido a su variedad de ecosistemas naturales y transformados. Teniendo en cuenta la clasificación de [Bustamante \(2019\)](#), se divide en siete paisajes fisiográficos con características diferentes en cuanto a clima, origen geológico, hidrología, suelos, vegetación natural y uso de la tierra. El piedemonte de esta área está ubicado en un rango altitudinal de 300-1100 m y corresponde a una subunidad de paisaje de elevada importancia biogeográfica, ya que se encuentra en una zona de transición entre la montaña de la Orinoquía y la sabana ([Trujillo & Henao, 2018](#)).

El piedemonte llanero tiene una gran relevancia natural en comparación con el resto de la Orinoquía; es considerado como uno de los paisajes con mayor productividad primaria ([Briceño-Vanegas & Gallego-Herrera, 2023](#)). Sus bosques poseen una multiplicidad de condiciones abióticas, como su geomorfología, riqueza hídrica y complejidad biogeográfica, que propician el establecimiento de una elevada diversidad de especies ([Díaz-Pérez et al., 2018](#)). Por otra parte, la presencia de estos bosques permite proteger las fuentes hídricas de las subcuencas, que son cruciales en la región, además de otros servicios ecosistémicos como el almacenamiento de carbono, el hábitat para la fauna y el sostenimiento del suelo ([Pardo-Rozo, 2022](#)).

La biodiversidad presente en los ecosistemas de bosque de piedemonte está siendo amenazada por diferentes procesos que involucran, entre otros, las actividades humanas y el cambio climático ([Etter et al., 2017](#)). Aunque las características topográficas de estos bosques no son las ideales para la agricultura y la ganadería, han sido explotados de manera continua para estos fines ([Díaz-Pérez et al., 2018](#)). Esto ha ocasionado la

pérdida de una gran parte de la cobertura de los bosques de piedemonte, lo que pone en peligro la prestación de servicios ambientales por parte de las comunidades vegetales allí establecidas (Rodríguez-Ovalle & Paéz-Vásquez, 2022).

Debido a las diferentes amenazas descritas, el objetivo de este estudio fue caracterizar, a nivel florístico y estructural, un bosque de piedemonte ubicado en la vereda Aguas Claras del municipio de Cubarral, Meta, Colombia. Esta información puede ser la línea base para futuros estudios sobre el manejo y la conservación de estas áreas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en el noroccidente del departamento del Meta, en la vereda Aguas Claras del municipio de Cubarral, entre los 702 y 795 m de altitud. Cubarral posee un área total de 1532 km<sup>2</sup>, su temperatura anual varía entre 18 y 30 °C, la precipitación media anual es de 5121 mm (Rodríguez-Ovalle & Paéz-Vásquez, 2022) y, según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1987), corresponde a un bosque tropical muy húmedo (bmh-T). En la actualidad, la fuente de ingresos más representativa del municipio es la ganadería, aunque los ingresos de algunos habitantes provienen de la tala indiscriminada en ecosistemas vulnerables.

### Muestreo de la vegetación

La fase de campo se realizó entre julio y diciembre del año 2019. Se establecieron diez transectos de 50 x 2 m, distribuidos al azar, evitando que se sobrepusieran, y distanciados entre sí por lo menos en 20 m, para un total de 0.1 ha (Mendoza, 2008). En cada transecto se censaron y se recolectaron todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 2.5 cm, teniendo en cuenta los estándares de herborización propuestos por Forero (1997). Se registró la circunferencia a la altura del pecho (CAP) a 1.3 m del suelo (Mendoza, 2008) y la altura total de cada individuo recolectado. Además, se georreferenció cada uno de los transectos, tanto al inicio como al final, y se realizó un registro fotográfico.

### Determinación taxonómica

Para la determinación taxonómica, se revisaron las colecciones del Herbario LLANOS y las colecciones botánicas de los herbarios virtuales COAH, UDBC y COL, además de literatura especializada (Gentry, 1993; Quiñones, 2001; Mendoza *et al.*, 2004). La nomenclatura botánica se basó en el sistema de clasificación APG IV (Chase *et al.*, 2016), y se validaron los nombres científicos aceptados en la base de datos Plants of the World Online (POWO, 2023). Las colecciones botánicas fueron depositadas en el Herbario LLANOS después del proceso de determinación.

## Análisis de la información

### **Composición florística**

Para procesar la información, se tuvieron en cuenta la composición florística y los parámetros estructurales. En cuanto a la composición florística, se elaboró un listado de las especies presentes en el área de estudio, organizado según la literatura específica para cada una de las familias.

### **Estructura vertical y horizontal**

Con respecto a la caracterización estructural, se realizó una distribución de individuos por clases de altura y DAP, por medio del *software* R versión 4.2.1 (R core Team, 2023) y el paquete *fdth* (Faria et al., 2023) considerando la fórmula propuesta por Sturges (1926). Con base en estos cálculos, se estableció la estructura horizontal y vertical de la vegetación, obteniendo las clases diamétricas y altimétricas en las que se distribuyen los diferentes individuos del área muestreada.

### **Valores de importancia ecológica**

Para caracterizar la importancia ecológica de cada especie dentro de la comunidad vegetal se tuvieron en cuenta los valores relativos de la densidad (número de individuos por especie/número total de individuos) x 100, la dominancia (sumatoria de las áreas basales de todos los individuos de una especie/sumatoria de las áreas basales de todas las especies) x 100 y la frecuencia (número de transectos en las que se encuentra una especie/número total de transectos) x 100 (Rangel & Velásquez, 1997; Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Con base en la sumatoria de los anteriores parámetros, se determinó el índice de valor de importancia ecológica (IVI) (Rangel & Velásquez, 1997). Por último, se calculó el índice de valor de importancia para familias (IVF) con la sumatoria de los valores relativos de la densidad, la dominancia y la riqueza de cada familia (Robinson et al., 2003).

## RESULTADOS

### **Composición florística**

Se registró un total de 288 individuos, agrupados en 71 especies, 59 géneros y 33 familias. Las familias con mayor riqueza se observan en la [Tabla 1](#). Dentro de estas, se destacaron Lauraceae (9 spp.) y Rubiaceae (9 spp.). Los géneros que presentaron mayor número de especies fueron *Aniba* (4 spp.), *Miconia* (3 spp.) y *Palicourea* (3 spp.). Por otro lado, 50 de los géneros registrados en este estudio estuvieron representados por una sola especie ([Anexo 1](#)).

**Tabla 1.** Familias y géneros más representativos en la composición florística del bosque de piedemonte de Cubarral, Meta

Familia	Especies	Géneros	Especies
Lauraceae	9	<i>Aniba</i>	4
Rubiaceae	9	<i>Miconia</i>	3
Euphorbiaceae	5	<i>Palicourea</i>	3
Moraceae	5	<i>Alchornea</i>	2
Fabaceae	4	<i>Aphelandra</i>	2
Melastomataceae	4	<i>Virola</i>	2
Otras familias	35	Otros géneros	55
Total	71	Total	71

### Valores de importancia ecológica

Las familias con mayor importancia ecológica (IVF) fueron Rubiaceae (142.8 %), Lauraceae (18.0 %), Euphorbiaceae (15.3 %), Arecaceae (15.1 %) y Moraceae (9.7 %). Las especies con mayores valores de importancia ecológica fueron *Ciliosemina pedunculata* (H. Karst.) Antonelli (62.6 %), *Warszewiczia coccinea* (Vahl) Klotzsch (39.4 %), *Socratea exorrhiza* (Mart.) H.Wendl. (23.5 %), *Duroia hirsuta* (Poepp.) K.Schum. (16.1 %) y *Pouteria guianensis* Aubl. (12.4 %) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Familias y especies botánicas con mayor índice de valor de importancia en un bosque de piedemonte de Cubarral, Meta (DN: densidad; DM: dominancia; DV: diversidad; FR: frecuencia)

Familia	DN %	DM %	DV %	IVF
Rubiaceae	42.01	88.33	12.50	142.85
Lauraceae	4.17	1.32	12.50	17.99
Euphorbiaceae	6.94	1.39	6.94	15.28
Arecaceae	9.03	3.26	2.78	15.06
Moraceae	2.43	0.33	6.94	9.70
Especie	DN %	DM %	FR %	IVI
<i>Ciliosemina pedunculata</i>	17.71	39.93	4.96	62.60
<i>Warszewiczia coccinea</i>	10.42	24.85	4.13	39.39
<i>Socratea exorrhiza</i>	8.68	9.88	4.96	23.52
<i>Duroia hirsuta</i>	6.60	6.22	3.31	16.13
<i>Pouteria guianensis</i>	4.17	4.13	4.13	12.42

### Estructura vertical y horizontal

La vegetación presentó un predominio de clase de altura en los dos primeros intervalos (1.58 a 5.16 m y 5.16 a 8.74 m). Allí se encontró la mayor parte de individuos (180) (Figura 1). Respecto a las clases diamétricas, se observó un comportamiento en forma de 'jota' invertida: el mayor número de individuos (171) se concentró en la categoría más baja (2.58 a 6.36 cm), disminuyendo de manera progresiva conforme los valores del diámetro incrementaban (Figura 2).

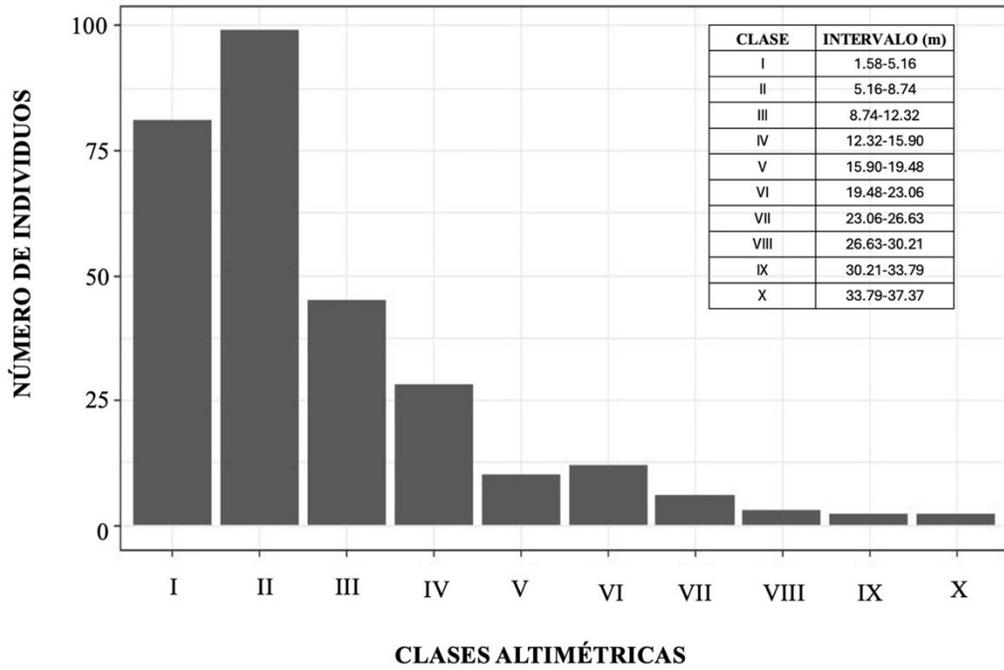


Figura 1. Distribución de árboles y arbustos por clases de altura en un bosque de piedemonte de Cubarral, Meta

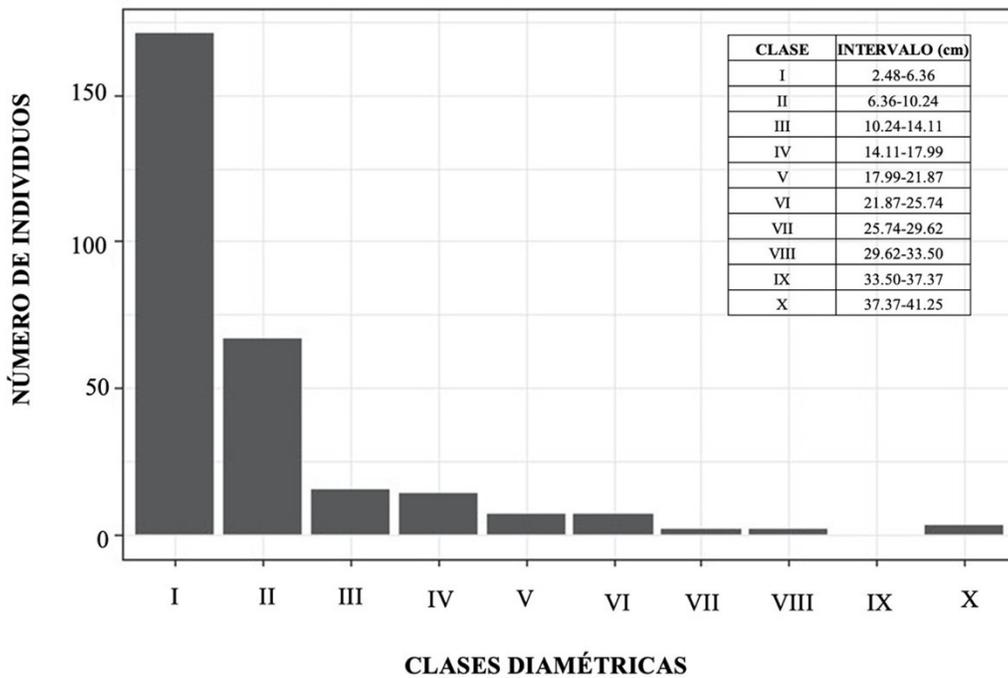


Figura 2. Distribución de árboles y arbustos por clases diamétricas en un bosque de piedemonte de Cubarral, Meta

## DISCUSIÓN

### Composición florística

La riqueza florística en cuanto a especies, géneros y familias fue menor a la de los resultados de otros estudios en los bosques de la Cordillera Oriental de Norte de Santander (Dueñas *et al.*, 2007) y en los bosques del piedemonte llanero en Casanare (Díaz-Pérez *et al.*, 2018) y Meta (Cárdenas-Torres, 2014; Carvajal *et al.*, 2012). Estas diferencias pueden estar relacionadas con los muestreos, pues se establecieron ocho parcelas de 20 x 50 m en los trabajos de Cárdenas-Torres (2014) y Díaz-Pérez *et al.* (2018), y dos parcelas permanentes de 100 x 100 m en Carvajal *et al.* (2012).

El hallazgo de las familias Rubiaceae y Lauraceae como las más representativas en este estudio concuerda con lo reportado para los bosques de piedemonte en la Cordillera Oriental (Dueñas *et al.*, 2007; Carvajal *et al.*, 2007; Carvajal *et al.*, 2012). Estos resultados son similares a los obtenidos por Cárdenas-Torres (2014) y Díaz-Pérez *et al.* (2018), pero difieren en tanto registran a Fabaceae como la de mayor número de especies, taxón considerado como el más diverso en bosques de piedemonte (Trujillo & Henao, 2018). A nivel de géneros, solo se comparte a *Miconia* como el de mayor riqueza con los otros estudios previos (Dueñas *et al.*, 2007; Cárdenas-Torres, 2014; Díaz-Pérez *et al.*, 2018).

### Valores de importancia ecológica

El IVF se ve fuertemente influenciado por la familia Rubiaceae, que presenta elevados valores en cuanto a dominancia y densidad. Esto se debe a que es un taxón típico de los bosques secundarios tropicales (López-Herrera, 2022) y posee tasas altas de germinación como estrategia de vida, lo que propicia procesos ecológicos que intervienen en la regeneración natural de los hábitats perturbados (Sánchez *et al.*, 2019).

Algunas de las familias reportadas con altos valores de importancia ecológica se han registrado en otros bosques de piedemonte de la Cordillera Oriental. Aunque en un orden diferente, en los bosques del Parque Nacional Natural Catatumbo Barí se comparten las familias Rubiaceae, Lauraceae, Arecaceae y Moraceae (Dueñas *et al.*, 2007). Asimismo, en los bosques de Aguazul (Díaz-Pérez *et al.*, 2018), la familia Rubiaceae también se reporta entre las de mayor IVF, pero con un valor notablemente menor (142.8 vs. 30 %).

Los valores de IVI más altos fueron registrados por dos especies de la familia Rubiaceae (*C. pedunculata* y *W. coccinea*), lo que ratifica su importancia en estos ecosistemas. La especie *C. pedunculata* ha sido registrada como un taxón con un alto valor de importancia ecológica en estudios previos de la zona (Carvajal *et al.*, 2007). Además, en los bosques fragmentados de Acacias y Guamal solo se comparten las especies *S. exorrhiza* y *D. hirsuta* (Cárdenas-Torres, 2014). Esto puede estar vinculado con el rápido crecimiento en claros y bordes de bosque que presenta la primera (Richards *et al.*, 2022) y la asociación con hormigas de la segunda, las cuales posiblemente estén destruyendo plántulas de otras especies, como se ha documentado en otras áreas (Frederickson *et al.*, 2005; Fernández *et al.*, 2019).

## Estructura vertical

Las clases altimétricas presentan un comportamiento similar a una distribución normal sesgada hacia las alturas menores, en donde el intervalo II (5.16 a 8.74 m) es el que agrupa la mayor cantidad de individuos (99). Las distribuciones de alturas en otros bosques de piedemonte presentan una forma de 'jota' invertida (Dueñas *et al.*, 2007) y campana de Gauss (Carvajal *et al.*, 2012). Estas diferencias con el bosque estudiado pueden estar asociadas a la etapa de sucesión, siendo esta más avanzada en los bosques que presentan una tendencia unimodal (Cabrera-Amaya & Rivera-Díaz, 2016). Con respecto a las alturas, Carvajal *et al.*, (2012) no registran ningún individuo con una altura > 25 m, contrario al presente estudio, donde se reportan, en el estrato arbóreo superior (>25 m), un total de once individuos correspondientes a nueve especies. Por otra parte, Dueñas *et al.*, (2007), registran que la mayor cantidad de individuos se concentra en alturas de entre 1.3 y 4.9 m, y solo nueve superan los 23.5 m.

## Estructura horizontal

La mayor parte de los individuos (82.6 %) se distribuyen en las clases diamétricas I y II (2.48 a 6.36 cm y 6.36 a 10.24 cm respectivamente) y decrecen drásticamente en los intervalos superiores. Esta disposición es afín con lo reportado en bosques de la misma zona de estudio (Carvajal, 2012), donde las gráficas han mostrado una tendencia en forma de 'jota' invertida. El predominio de una gran cantidad de árboles en las categorías inferiores puede indicar que el bosque se encuentra en un proceso de regeneración temprana (Cuéllar-Cardozo *et al.*, 2022); los individuos registrados pueden ser las primeras especies que se establecen después de una alteración y podrían estar aún en crecimiento o son especies de corto periodo de vida que no alcanzan grandes diámetros y que son abundantes en este componente de regeneración natural (Quinteros-Gómez *et al.*, 2021).

## CONCLUSIONES

La composición florística del bosque de Cubarral coincide con lo reportado en otros bosques de piedemonte, donde tanto las familias más representativas como las especies con mayor importancia ecológica desempeñan un papel importante en la dinámica ecosistémica. La estructura también coincide con la de otros bosques de piedemonte: la mayor parte de los individuos se concentra en los primeros intervalos de altura y diámetro, en respuesta a un proceso de recuperación natural en el área. Se recomienda realizar un muestreo más representativo que permita establecer la verdadera diversidad de este ecosistema, ya que, con el diseño de muestreo implementado, se obtuvieron bajos niveles de riqueza en comparación con otros trabajos en el piedemonte llanero.

## AGRADECIMIENTOS

Al Herbario de la Universidad de los Llanos (Herbario LLANOS) por permitirnos el acceso a sus instalaciones para procesar el material colectado, así como el uso de la colección para la determinación taxonómica. A los integrantes del grupo de investigación Biorinoquía por el apoyo en las determinaciones y sus aportes para la mejora del manuscrito.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## CONTRIBUCIONES POR AUTOR

A.G.H.O., D.A.G.M. y L.S.S.S. se encargaron de la toma de datos en campo, la colecta de material botánico, la sistematización de la información y la determinación taxonómica de los ejemplares. A.G.H.O. y D.A.G.M. estuvieron a cargo del análisis de los datos y la redacción final del manuscrito. L.S.S.S ideó la investigación y gestionó los recursos logísticos y financieros para realizar el trabajo de campo.

## REFERENCIAS

- Briceño-Vanegas, G., & Gallego-Herrera, C. (2023).** Ecological functionality of forest and stream corridors in an area of the plains piedmont in Casanare. *Acta Biológica Colombiana*, 28(3), 472-483.  
<https://doi.org/10.15446/abc.v28n3.99160>
- Bustamante, C., Vásquez, A., Buitrago, A., Baptiste, B., & Echeverri, J. (2019).** *Gran Libro de la Orinoquia Colombiana*. Editorial Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, GIZ Colombia.
- Cabrera-Amaya, D. M., & 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>
- Cárdenas-Torres, M. (2014).** Estudio comparativo de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas del campo de producción 50k CPO-09, llanos del Orinoco colombiano. *Colombia Forestal*, 17(2), 203-229.  
<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a06>
- Carvajal, L., Patarroyo, J., Puentes, D., & Valero, M. (2007).** *Caracterización florística y estructural del piedemonte llanero en el departamento del Meta*. Editorial CORMACARENA.
- Carvajal, L., Rodríguez, G., Murcia, M., Melo, O., Castrillón, A., Hernández, F., & Mogollón, S. (2012).** *Conocimiento e investigación en comino crespo (Aniba perutilis Hemsl), Cacay (Caryodendron orinocense Karts. Karst) y bosques del piedemonte llanero en el Departamento del Meta*. Editorial CORMACARENA.
- Chase-M., W., Christenhusz-M., J. M., Fay-M., F., Byng-J., W., Judd-W., S., Soltis-D., E., Mabberley-D., J., Sennikov-A., N., Soltis-P., S., & Stevens-P., F. (2016).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 181(1), 1-20.  
<https://doi.org/10.1111/boj.12385>

- Cuéllar-Cardozo, J. A., Nossa-Silva, D., & Vallejo, M. I. (2022).** Diversidad y estructura florística en zonas riparias de un remanente de bosque seco tropical. *Colombia Forestal*, 25(2), 70-84.  
<https://doi.org/10.14483/2256201x.19029>
- Díaz-Pérez, C., Morales-Puentes, M., Gil-Leguizamón, P., & Gil-Novoa, J. (2018).** *Flora de Aguazul: muestra de diversidad*. Editorial Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Dueñas-C., A., Betancur, J., & Galindo-T., R. (2007).** Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo Barí, Colombia. *Colombia Forestal*, 10 (20), 26-39.  
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2007.1.a02>
- Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., & Arévalo, P. (2017).** *Estado de los ecosistemas colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Versión 2.0)*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana de Colombia.
- Faria, J., Allaman, I., & Jelihovschi, E. (2023).** *Frequency distribution tables, histograms and polygons. R package version 4.2.3*.  
<https://doi.org/10.32614/cran.package.fdt>
- Fernández, F., Guerrero, R. J., & Delsinne, T. (2019).** *Hormigas de Colombia*. Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Forero, E. (1977).** Instrucciones para coleccionar plantas. *Notas Divulgativas (Instituto de Ciencias Naturales)*, 7, 1-29.
- Frederickson, M. E., Greene, M. J., & Gordon, D. M. (2005).** 'Devil's gardens' bedevilled by ants. *Nature*, 437, 495-496.  
<https://doi.org/10.1038/437495a>
- Gentry, A. H. (1993).** *A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru), with supplementary notes on herbaceous taxa*. University of Chicago Press.
- Holdridge, L. R. (1987).** *Ecología basada en zonas de vida*. Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- López-Herrera, L. G. (2022).** Relaciones entre rasgos funcionales de plantas en bosques secundarios altoandinos de la Cordillera Oriental, Colombia. *Biota Colombiana*, 23(2), e1008.  
<https://doi.org/10.21068/2539200X.1008>
- Mendoza, H. (2008).** *Compilación de los inventarios RAP de vegetación en Colombia*. Editorial Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Mendoza, H., Ramírez, B., & Jiménez, L. C. (2004).** *Rubiaceae de Colombia. Guía ilustrada de géneros*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000).** *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Editorial El País.

**Pardo-Rozo, Y. Y. (2022).** Valoración del servicio ecosistémico regulación hídrica en el Piedemonte Amazónico, Caquetá, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 25(1), 1608.  
<https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n1.2022.1608>

**POWO (2023).** *Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew.*  
<http://www.plantsoftheworldonline.org/>

**Quinteros-Gómez, Y. M., Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Endara-Agramont, Á. R., & Pacheco, X. P. (2021).** Floristic composition, structure and species conservation status of *Mauritia flexuosa* palm swamps in Andean-Amazonian piedmont in the Department of San Martín, Perú. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92(1), 3186.  
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3186>

**Quiñones L. M. (2001).** *Diversidad de la familia Melastomataceae en la Orinoquia Colombiana.* Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

**Rangel-Ch., J. O., & Velásquez, A. (1997).** Métodos de estudio de la vegetación. En: J. O. Rangel-Ch., P. D. Lowy & M. A. Puentes (Eds.), *Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia* (pp. 59-87). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

**R Core Team (2023).** *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing.  
<https://www.R-project.org/>

**Richards, J. H., Gora, E. M., Gutiérrez, C., Burchfield, J. C., Bitzer, P. M., & Yanoviak, S. P. (2022).** Tropical tree species differ in damage and mortality from lightning. *Nature Plants*, 8(9), 1007-1013.  
<https://doi.org/10.5061/dryad.gf1vhhmsp>

**Robinson, G. T., Betancur, J., & Cadena-M., J. J. (2003).** Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del Santuario de Flora y Fauna Guanentá-Alto Río Fonce, Cordillera Oriental Colombiana. *Caldasia*, 25(2), 313-335.

**Rodríguez-Ovalle, G., & M. Páez-Vásquez. (2022).** Avifauna asociada a un mosaico de paisajes rurales en la cuenca alta del río Ariari, Cubarral, Meta Colombia, anotaciones sobre su diversidad y conservación. *Ornitología Colombiana*, 22, 2-15.  
<https://doi.org/10.59517/oc.e540>

**Sánchez, J., Pernús, M., Torres-Arias, Y., Barrios, D. & Dupuig, Y. (2019).** Dormancia y germinación en semillas de árboles y arbustos de Cuba: implicaciones para la restauración ecológica. *Acta Botánica Cubana*, 218(2), 77-108.  
<https://www.revistasgeotech.com/index.php/abc/article/view/290/241>

**Sturges, H. (1926).** The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21(153), 65-66.  
<https://doi.org/10.1080/01621459.1926.10502161>

**Trujillo-C., W., & Henao-Cárdenas, M. (2018).** Riqueza florística y recambio de especies en la vertiente Orinoquense de los andes, Colombia. *Colombia Forestal*, 21(1), 18-33.  
<https://doi.org/10.14483/2256201X.11848>

## ANEXO 1

Composición florística del bosque de piedemonte de Cubarral, Meta (ED: especies endémicas para Colombia; LC: especies categorizadas en preocupación menor en conservación)

Familia	Especie	Observación	Vouchers
ACANTHACEAE	<i>Aphelandra barkleyi</i> Leonard	ED	SS 4942, SS 4973
	<i>Aphelandra pilosa</i> Leonard		SS 5008
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl		SS 4969, SS 5537, SS 5539
ANNONACEAE	<i>Anaxagorea brevipes</i> Benth.		SS 4961, SS 5497
	<i>Duguetia</i> cf. <i>odorata</i> (Diels) J.F. Macbr.		SS 5543
APOCYNACEAE	<i>Lacmellea edulis</i> H.Karst.		SS 4960, SS 4997
ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.		SS 5521
	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.		SS 4978
ARECACEAE	<i>Bactris corossilla</i> H.Karst.	LC	SS 5007
	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	LC	SS 4970
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus</i> cf. <i>ochraceus</i> (Cham.) Mattos		SS 4979
BIXACEAE	<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.		SS 5005
BORAGINACEAE	<i>Cordia nodosa</i> Lam.		SS 5524
COMBRETACEAE	<i>Terminalia tetraphylla</i> (Aubl.) Gere & Boatwr.		SS 4954
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum gracilipes</i> Peyr.		SS 4982
	<i>Acalypha cuneata</i> Poepp.		SS 5526, SS 5527, SS 5531
	<i>Alchornea grandis</i> Benth.		SS 5547
	<i>Alchornea</i> cf. <i>latifolia</i> Sw.		SS 5000
EUPHORBIACEAE	<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.		SS 4952, SS 4956, SS 5501
	<i>Mabea</i> cf. <i>occidentalis</i> Benth.		SS 5528
	<i>Jupunba laeta</i> (Benth.) M.V.B. Soares, M.P.Morim & Iganci		SS 4947
	<i>Inga</i> cf. <i>marginta</i> Willd.		SS 4964
FABACEAE	<i>Inga</i> cf. <i>thibaudiana</i> DC.		SS 5002
	<i>Macrobium colombianum</i> (Britton & Kilip) Kilip		SS 5009
	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	LC	SS 5538
LACISTEMATACEAE	<i>Aegiphila</i> sp.		SS 5525
LAMIACEAE	<i>Aniba</i> sp1.		SS 4939
	<i>Aniba</i> sp2.		SS 5535
	<i>Aniba</i> sp3.		SS 5001
	<i>Aniba</i> sp4.		SS 4943
LAURACEAE	<i>Endlicheria</i> sp.		SS 5006
	<i>Licaria</i> sp.		SS 4981
	<i>Nectandra</i> sp.		SS 5544
	<i>Ocotea</i> sp.		SS 5507
MALPIGHIACEAE	<i>Rhodostemonodaphne</i> sp.		SS 4941
	<i>Byrsonima</i> sp.		SS 4949
MALVACEAE	<i>Apeiba</i> sp.		SS 5505, SS 5508, SS 5511
	<i>Theobroma</i> sp.		SS 5536

Familia	Especie	Observación	Vouchers
	<i>Henriettea goudotiana</i> (Naudin) Penneys, Michelang., Judd & Almeda	ED	SS5548
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i> cf. <i>smaragdina</i> Naudin		SS 5520
	<i>Miconia dolichorrhyncha</i> Naudin		SS 4948, SS 5503
	<i>Miconia</i> sp.		SS4754
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia tomentosa</i> (Benth.) Tul.		SS 5545
	<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg		SS 5542
	<i>Ficus krukovii</i> Standl.		SS 4966
MORACEAE	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby		SS 5522
	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul		SS 5513
	<i>Sorocea muriculata</i> Miq.		SS 5523
MYRISTICACEAE	<i>Virola</i> cf. <i>elongata</i> (Benth.) Warb.		SS 4945, SS 5512
	<i>Virola</i> cf. <i>sebifera</i> Aubl.		SS 5502, SS 5516
	<i>Eugenia</i> cf. <i>florida</i> DC.		SS 4957
MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> cf. <i>paivae</i> O.Berg		SS 4946
	<i>Myrcia</i> cf. <i>splendes</i> (Sw.) DC.		SS 4971
NYCTAGINACEAE	<i>Neea constrictoides</i> Heimerl.		SS 4972, SS 5003
PIPERACEAE	<i>Piper obliquum</i> Ruiz & Pav.	LC	SS 4999, SS 5541
PRIMULACEAE	<i>Stylogyne</i> sp.		SS 4953
			SS 4965, SS 4975, SS 4976, SS 4980, SS 4995, SS 4998, SS 5498, SS 5504, SS 5506, SS 5509, SS 5510
	<i>Ciliosemina pedunculata</i> (H.Karst.) Antonelli		SS 4940, SS 4944, SS 4950, SS 4977, SS 4994
RUBIACEAE	<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp.) K.Schum.		SS 4974, SS 5514, SS 5532
	<i>Joosia umbellifera</i> H.Karst.		SS 5004, SS 5517
	<i>Ladenbergia</i> cf. <i>lambertiana</i> (A. Br. ex Mart.) Klotzsch		SS 5530, SS 5533
	<i>Palicourea brachiata</i> (Sw.) Borhidi	LC	SS 5540
	<i>Palicourea</i> cf. <i>racemosa</i> (Aubl.) G. Nicholson		SS 4968
	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	LC	SS 5529
	<i>Psychotria trichotoma</i> M.Martens & Galeotti		SS 4744
	<i>Warszewiczia coccinea</i> (Vahl) Klotzsch	LC	SS 4996
SALICACEAE	<i>Piparea multiflora</i> C.F. Gaertn.	LC	SS 4951, SS 4955, SS 4967
SAPINDACEAE	<i>Billia rosea</i> (Planch. & Linden) C.Ulloa & P.Jørg		SS 4959, SS 4963, SS 5499, SS 5518, SS 5546
SAPOTACEAE	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.		SS 4958
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.		SS 5534
URTICACEAE	<i>Pourouma minor</i> Benoist		SS 5549
VIOLACEAE	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.		

