

Aspectos de composición florística e íctica en los bosques inundables de la Orinoquia colombiana*

Aspects of floristic and ichthyic composition in the flooded forests of the Colombian Orinoquia

Laura Milena Galindo-Basabe¹, Ginna Nathalie Hernández-Méndez² y Diego Alberto Chacón-Pinilla³.

Resumen

Con la intención de recopilar información sobre la composición florística e íctica de la Orinoquia colombiana, se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos, se seleccionaron los artículos relacionados con la riqueza de especies de flora e ictiofauna en ríos, cauces y bosques inundables. A nivel florístico se documentaron 140 familias, 786 géneros y 2215 especies. La familia Rubiaceae (417) representa el mayor número de especies, seguida por Poaceae (190), Fabaceae (126) y Melastomataceae (105), Arecaceae, Moraceae y Annonaceae. En lo que respecta a la riqueza íctica, documentada para la cuenca del Orinoco, se encontraron 53 familias, 363 géneros y 1002 especies. Sobresalen las familias Characidae y Loricariidae como las más representativas. El conocimiento de la riqueza en la Orinoquia colombiana es determinante para la evaluación del aprovechamiento y las conexiones entre los sistemas biológicos que allí se desarrollan, con el fin de examinar las amenazas actuales y futuras que dependen de estos ambientes acuáticos.

Palabras clave: flora, ictiología, bosques, llanura, Orinoquia.

Abstract

With the intention of gathering information about the floristic and ichthyic composition of the Colombian Orinoquia, a

* Esta contribución hace parte del trabajo de grado para optar al título de biólogos de las autoras Laura Milena Galindo-Basabe y Ginna Nathalie Hernández-Méndez.

Créditos

Autores

- ¹ Estudiante del pregrado en Biología, Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Universidad Central, Semillero de Investigación Botánica (SIBUC).
Correo electrónico: lgalindob1@ucentral.edu.co
- ² Estudiante del pregrado en Biología, Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Universidad Central, Semillero de Investigación Botánica (SIBUC).
Correo electrónico: gbernandezm2@ucentral.edu.co
- ³ Docente del pregrado en Biología, Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Universidad Central.
Correo electrónico: dchaconp@ucentral.edu.co

Cómo citar:

Galindo-Basabe, L. M., Hernández-Méndez, G.N., y Chacón-Pinilla, D. A. (2022). Aspectos de composición florística e íctica en los bosques inundables de la Orinoquia colombiana. *Ingeciencia*, 7, 102-115.

bibliographic review was conducted in databases, selecting articles related to the species richness of flora and ichthyofauna in rivers, channels, and floodplain forests. At the floristic level, 140 families, 786 genera, and 2215 species were documented. The Rubiaceae family (417) represents the highest number of species, followed by Poaceae (190), Fabaceae (126), and Melastomataceae (105), Arecaceae, Moraceae, and Annonaceae. Regarding ichthyic richness, documented for the Orinoco basin, 53 families, 363 genera, and 1002 species were found. The families Characidae and Loricariidae stand out as the most representative. Knowledge of richness in the Colombian Orinoquia is crucial for assessing utilization and connections among biological systems developed there, in order to examine current and future threats that depend on these aquatic environments.

Keywords: flora, ichthyology, forest, plains, Orinoquia, flooded forest, floristic, richness, freshwater fish.

Introducción

La Orinoquia colombiana ha sido definida como una región natural y una cuenca hidrográfica, pues los ríos que conducen sus aguas hasta el Orinoco (Bustamante *et al.*, 2019) de norte a sur las establecen el río Arauca, el río Inírida y el Guaviare; de occidente a oriente, el río Orinoco y la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, extendida en dirección este, entre la cordillera Oriental y el macizo Guayanés, que conecta hacia el sur con los bosques húmedos de la Amazonia (Schargel, 2007; Lasso *et al.*, 2010; Minorta-Cely, 2020). Así mismo, el territorio está conformado por sendas extensiones de pastizales, matorrales y bosques, unidades características de las sabanas neotropicales del Oriente extrandino (Rangel *et al.*, 1995).

Los biomas, paisajes, unidades fisiográficas y ecosistemas de la Orinoquia colombiana se han diferenciado a partir de condiciones altitudinales, climáticas, geográficas y biológicas. La región se divide en las siguientes unidades de paisaje: piedemonte, planicies aluviales y altillanura. Actualmente se reconocen cinco subregiones 1. Andino-orinoquense (páramo, selva andina y subandina, piedemonte); 2. Llanos Orientales (llanuras inundables ríos Arauca, Capanaparo, Meta, Guayabero y Guaviare); 3. Andén orinoquense (altillanura residual y afloramientos rocosos entre Puerto Inírida y Puerto Carreño); 4. Transicional Amazonia-Orinoquia (altillanuras al sur del río Vichada); 5. Sierra de La Macarena (núcleo montañoso relacionado con el Escudo Guayanés); estas incluyen zonas de transición entre Amazonia-Orinoquia, Andes-Orinoquia y formaciones del Escudo Guayanés (Molano, 1998; Rippstein *et al.*, 2001; Correa *et al.*, 2006; Bustamante *et al.*, 2019). A partir de un enfoque fisiográfico, la cuenca de la Orinoquia se divide en tres grandes provincias: 1. Megacuenca de sedimentación; 2. Cordillera Oriental; 3. Cratón Guayanés (IGAC, 1999; Correa *et al.*, 2006).

Dado el origen y la composición de sus suelos, aquellos más cercanos a la cordillera se caracterizan por ser de origen coluvial y estar compuestos por gravas y gravillas. Hacia el Oriente son muy finos de origen coluvio-aluvial y son producto de los sedimentos depositados que provienen de la cordillera Oriental. Hacia el Nororiente, están compuestos por materiales transportados por el viento de arenas finas y limos que forman médanos. Por último, hacia el Norte son de naturaleza aluvial y eólica, compuestos principalmente por arenas y arcillas, que los convierten en suelos mal drenados (Cortés, 1986; Rangel *et al.*, 1995; Vera, 2017). Estas particularidades en su condición hidrogeológica la han categorizado en: Orinoquia mal drenada, cuya distribución geográfica está determinada por la cercanía a la cordillera Oriental y al río Meta, compuesta de tres unidades fisiográficas, el piedemonte andino, la llanura aluvial y llanura eólica. En paralelo, la Orinoquia bien drenada conformada por cuatro zonas (piedemonte o sabanas planas, sabanas disectadas u onduladas y andén Orinoquense) (Goosen, 1963, 1971; FAO, 1965; Cortés, 1986; Rangel-Ch *et al.*, 1995; Rippstein, 2001; Minorta-Cely & Rangel-Ch., 2014).

La llanura aluvial se ubica por donde pasa el río Meta en la margen izquierda de la falla generada por un hundimiento durante el Pleistoceno, con valles encajonados en montañas y colinas con llanuras de desborde amplias que, por lo general, presentan desde relieve plano hasta ligeramente ondulado, constituido por sedimentos de origen aluvial y, en menor porcentaje, coluvio-aluvial de diferentes tamaños y composiciones (Correa, Ruíz & Arévalo, 2006). A lo largo de estas, se extienden franjas de palmares mixtos y bosques que pueden ser inundables, semiinundables y, en algunos casos, no inundables (Oppenheim, 1942; Hubach, 1954; Blydenstein, 1967; Schargel, 2007 y 2015; Jaramillo & Rangel-Ch., 2014; Minorta-Cely *et al.*, 2019; Rátiva & Rangel-Ch, 2019).

Durante los periodos de mayor precipitación, toda la llanura está cubierta debido a su cercanía con los ríos y arroyos. A medida que el agua descende, la zona de inundación es un complejo mosaico de hábitats terrestres y acuáticos, con zonas pantanosas de transición (Scarano, 1998; Veneklaas *et al.*, 2005; Suárez *et al.*, 2014). Es necesario entender el desarrollo de los bosques inundables, como zonas de transición acuático-terrestres del litoral movable, condicionados por los periodos de precipitación, en donde desbordan cauces de ríos y otros cuerpos de agua como madre viejas, cañadas y lagunas de inundación que, a su vez, pueden conectar con bajos, esteros o bijaguales (Lasso *et al.*, 2014).

La vegetación en la región se caracteriza por la dominancia de formaciones abiertas. Con una matriz herbácea, se extiende sin un dosel arbóreo uniforme, con pastizales, herbazales y plantas leñosas de bajo porte o en ocasiones de palmas (Sarmiento, 1994; Fernández *et al.*, 2011). A su vez, los bosques asociados a áreas con estacionalidad hídrica tienen una menor extensión y presentan una gran variedad de comunidades vegetales, relacionadas con diferentes patrones del paisaje, que son producto de la interacción entre eventos geológicos, procesos climáticos y características geomorfológicas y edáficas que han modelado el paisaje en los Llanos Orientales de Colombia (Rangel-Ch, *et al.*, 1998; FAO, 1965).

El territorio es heterogéneo. Hay terrazas de al menos tres niveles, que se formaron sobre taludes de influencia fluvio-lacustre, en los que aparecen cuerpos de agua lénticos y cauces menores de 50 cm hasta los dos metros de altura en los ríos y caños (Villarreal-Leal & Maldonado-Ocampo, 2007). La fisionomía y la estructura de los bosques de las llanuras aluviales están definidas por hasta cuatro estratos bien diferenciados, con individuos dispersos de hasta 30 m altura. El estrato arbolitos (5-12 m) y arbóreo inferior (12-25 m) concentran el mayor número de individuos y de especies (Rangel *et al.*, 1995; Minorta-Cely, 2013; Minorta-Cely & Rangel-Ch., 2014; Minorta-Cely *et al.*, 2017; Minorta-Cely, Rangel-Ch & Aymard, 2018; Minorta-Cely, 2020), los cuales aparecen de manera alternada, escalonada y disgregada (según sea el caso), en medio de una matriz compuesta por pastizales arbolados, matorrales y herbazales de ambientes acuáticos. Por su parte, la riqueza en los bosques de las llanuras de inundación a lo largo de los ríos del neotrópico proporciona alimento y hábitat para la fauna y flora, que incluye una gran diversidad de peces de agua dulce. La sincronía entre la alta producción de frutos y los altos niveles de agua brinda un potencial alimento para las especies presentes en las zonas de transición (Townsend, 1989; Pringle *et al.*, 1988; Poole, 2002; Schöngart *et al.*, 2002; Ferreira *et al.*, 2010).

Respecto a publicaciones e inventarios de la ictiofauna de los afluentes del río Orinoco, en Colombia los trabajos de Mojica (1999), Lasso *et al.*, (2004), Maldonado-Ocampo (2006) sentaron precedentes. Los autores mencionan alrededor de 627 especies para Colombia y 939 para Venezuela (en total 990) representativas para la cuenca. Entre tanto, para la zona del Casanare y sus afluentes, los trabajos de Urbano-Bonilla (2009) y Maldonado-Ocampo *et al.* (2013) documentaron un aproximado de 168 especies para el área del piedemonte. Sin embargo, hasta el momento no se han realizado estudios específicos para los bosques inundables. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo identificar las especies de plantas y peces asociadas a los bosques inundables en la llanura aluvial orinoquense. Dicho estudio se desarrolló a partir la pregunta ¿cuál es la composición florística e íctica asociada a bosques inundables en la llanura aluvial orinoquense?

Metodología

Se realizó una revisión en la literatura con base en las metodologías de Snyder (2019) y Watson (2020): un proceso de identificación, selección y valoración a partir del uso de operadores booleanos (AND, NOT, OR). Se emplearon las siguientes combinaciones de palabras clave en español e inglés relacionadas con la pregunta de investigación: [Orinoquia O Bosque inundable O Bosque ripario O Bosque ribereño] y [Peces O Flora O Vegetación O Riqueza O Abundancia O Caracterización]. Con esta información, se filtraron los artículos a partir del título, el resumen y la versión completa. Así mismo, el rango temporal de los estudios usados fue entre los años 2010 y 2020, en especial lo relacionado con antecedentes y estudios sobre la composición, riqueza florística e íctica asociadas al área de estudio. Finalmente, se seleccionaron los estudios que informaron acerca de la riqueza de especies de flora e ictiofauna en bosques y cauces activos de la región.

Resultados y discusión

Los estudios realizados hasta el momento respecto a la caracterización florística de los bosques asociados a la llanura aluvial en la Orinoquia indican que la riqueza está representada en 140 familias, 786 géneros y 2215 especies. La familia Rubiaceae (417) presenta el mayor número de especies, seguida por Poaceae (190), Fabaceae (126) y Melastomataceae (105), seguida por Arecaceae, Moraceae y Annonaceae. Las quince (15) familias más ricas concentran 52 % del total de la riqueza a nivel de género y el 59 % a nivel de especie (tabla 1) (Minorta-Cely, 2020).

Tabla 1. Familias con mayor número de géneros y especies en los bosques de la Orinoquia colombiana

Familias	Géneros	Especies
Rubiaceae	109	683
Fabaceae	105	405
Poaceae	78	271
Melastomataceae	37	207
Asteraceae	81	144
Cyperaceae	21	131
Malvaceae	38	123
Orchidaceae	48	92
Euphorbiaceae	33	83
Apocynaceae	32	77
Piperaceae	2	70
Bignoniaceae	23	68
Solanaceae	12	66
Araceae	15	65
Sapindaceae	15	64
Suma de las 15 familias más ricas	649 (52 %)	2549 (59 %)
Resto de familias	611 (48 %)	1797 (41 %)
Total	1260	4346

Fuente: Minorta-Cely *et al.*, 2019

A nivel florístico y estructural, sobresalen en el estrato arbóreo individuos de *Attalea butyracea* Mutis ex L.f., *Ficus insipida* Willd., *Mabea trianae* Pax., *Hyospathe elegans* Mart., *Syagrus sancona* H. Karst., entre otras. En el estrato arbolitos o arbustivo, generalmente se encuentran *Bactris major* Jacq., *Trophis racemosa* L. y familias como Myrtaceae, Rubiaceae. Por último, el estrato herbáceo presenta alta abundancia de familias de ambientes húmedos como Marantaceae, Heliconiaceae, Piperaceae, entre otras (Mora *et al.*, 2011; Minorta-Cely, 2020). Estos componen un 12,43 % de los hábitats presentes en el departamento, representados en 555 587 hectáreas (Veneklaas *et al.*, 2005; Pinzón *et al.*, 2011; Usma & Trujillo, 2011).

En los bosques de vega que conectan con los ríos Arauca y Guaviare, las especies dominantes pertenecen a los géneros *Ocotea*, *Nectandra*, *Brosimum*, *Eugenia*, *Protium* y *Pouteria*. En los morichales, *Mauritia flexuosa* L. tiene una dominancia marcada. Sus individuos pueden alcanzar 18 m de altura y, en consecuencia, la formación de un dosel casi homogéneo en el estrato superior y medio. En el inferior figuran especies como *Trichanthera gigantea* Bonpl., *Caraipa llanorum* Cuatrec., *Alchornea triplinervia* Spreng. y especies de *Protium*, *Vochysia* y *Cecropia*. De acuerdo con estudios anteriores, los bosques de terrazas bajas cercanos al río Guaviare se configuran en los estratos superiores ante la notoriedad de *Guarea* sp., *Protium rhoifolium* Benth., *Pera glabrata* Schott., *Virola sebifera* Aubl. y *Aspidosperma* sp. En el estrato medio, están *Guarea* sp., *V. sebifera* y *Attalea insignis* Mart., y en el inferior son frecuentes individuos de *Oenocarpus minor* Mart., *Scleria gaertneri* Raddi. y *Spathiphyllum cannifolium* Schott. (Rangel-Ch, *et al.*, 1998).

Los patrones de riqueza y composición florística en la Orinoquia están representados a partir de los reportes en los diferentes departamentos que componen la región. El número de especies y registros difiere y sesga la información debido a la cantidad de estudios realizados por zonas de estudio (Veneklaas, *et al.*, 2005; Romero-Duque, *et al.*, 2018; Cabrera-Amaya *et al.*, 2020). Sin embargo, se puede concluir que la riqueza se concentra en los bosques ribereños y sabanas (Minorta-Cely & Rangel-Ch., 2014b, Cárdenas, *et al.*, 2016; Rangel-Ch. *et al.*, 2019). En el piedemonte se destacan familias como Rubiaceae, Melastomataceae y Moraceae, así como Fabaceae, reconocidas entre las más importantes en el Neotrópico (Gentry, 1982, 1988; Castro-Lima, 2010; Pinzón-Pérez *et al.*, 2011; Pérez *et al.*, 2020; Cabrera-Amaya *et al.*, 2020).

En una escala regional, ha sido documentado que la Orinoquia comparte valores de riqueza similares con la región Amazónica para los bosques, las familias mejor representadas son Fabaceae (241 especies / 69 géneros), Rubiaceae (215/54), Melastomataceae (176/30), Orchidaceae (88/44) y Apocynaceae (82/28); a su vez, los géneros más ricos son *Miconia* (52 especies), *Psychotria* (43), *Inga* (28), *Clusia* (32), *Piper* (31) y *Philodendron* (29) (Mendoza & Córdoba, 2018; Rangel-Ch *et al.*, 2019). En un contexto hidrográfico esto es posible dado que hay conexiones de los bosques húmedos a partir de los corredores ribereños, lo cual permite el flujo de especies entre diferentes ecosistemas a partir de los cursos de agua asociados a las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas (Rosales *et al.*, 1999; Pennington *et al.*, 2000; Cabrera-Amaya *et al.*, 2020).

Desde una perspectiva global, la riqueza y composición a nivel de géneros y especies en bancos, bajos y esteros es similar a la encontrada para dichos ambientes en otras sabanas inundables en la Orinoquia venezolana (Sarmiento *et al.*, 1971; Torres *et al.*, 2003; Romero-Duque *et al.*, 2018; Mijares *et al.*, 2019). La flora de los Llanos venezolanos está conformada, en su mayoría, por elementos de distribución neotropical al incluir las regiones Caribe (60%), Amazónica/Guayanesa (8%), Andina (12%), un grupo particular de especies únicas en los Llanos de Colombia y Venezuela (14%) que, al estar relacionadas con el régimen de precipitación, variaciones edáficas, relaciones hídricas, entre otros, permite que los llanos constituyan una zona de

convergencia de elementos florísticos provenientes de diferentes regiones (Minorta-Cely & Rangel-Ch., 2014; Aymard, 2017).

En lo que respecta a la ictiofauna de la Orinoquia colombiana, esta ha sido estudiada principalmente a través de estudios de carácter local para las familias con mayor representatividad en el país (Ortega-Lara *et al.*, 2006; Urbano-Bonilla *et al.*, 2014; Lasso *et al.*, 2010; DoNascimento *et al.*, 2017).

Por otra parte, se ha documentado, para la cuenca del Orinoco, 53 familias, 363 géneros y 1002 especies (tabla 2), distribuidas a lo largo de los diferentes hábitats, entre ellos, ríos de aguas blancas, claras y negras, caños, madre viejas, lagos y lagunas de rebalse, sabanas (esteros) y bosques inundados, morichales (Lasso *et al.*, 2010; Lasso *et al.*, 2014; Cala-Cala, 2019).

Tabla 2. Órdenes con mayor número de familias y géneros de la Orinoquia colombiana

Orden	Familias	Géneros	Especies
Characiformes	19	114	260
Siluriformes	11	125	225
Cichliformes	1	23	52
Gymnotiformes	5	17	39
Clupeiformes	2	5	7
Cyprinodontiformes	2	5	6
Total	42	293	594

Fuente: DoNascimento *et al.*, 2017

La diversidad de especies reportadas actualmente está dominada por los órdenes Characiformes (263 especies), Siluriformes (202) y Perciformes (41). En cuanto a familias con mayor riqueza, se registra Characidae (167), seguida por Loricariidae (64) y Cichlidae (38) (Lowe-McConnell 1987; Montaña, Layman & Taphorn, 2010; Usma & Trujillo, 2011).

En cuanto a los géneros y especies presentes en la cuenca, alrededor de 3,8% y 15%, respectivamente, son endémicos, tal como los peces asesinos del género (Rivulidae), así como los tetras *Schultzites axelrodi* (Géry, 1964) y *Gymnotichthys hildei* (Characidae) (Fernández-Yépez, 1950). Por esta razón, es importante vincular estudios a nivel local y regional que amplíen la escala de observación, debido a la alta heterogeneidad de paisajes y ecosistemas que conforman la región (Falcón *et al.*, 2003).

Al comparar estudios realizados en diferentes cuencas del país, como lo son el río Cauca y el río Cusiana, se identifica que los órdenes con mayor representación son Characiformes y los Siluriformes. Esta tendencia se explica al analizar la diversidad a nivel de familias, puesto que Characidae y Loricariidae cuentan con el mayor número de especies en estas cuencas. A partir de ahí, se encuentran diferencias entre los órdenes y familias que las componen (Ortega-Lara *et al.*, 2006; Maldonado *et al.*, 2008; Usma & Trujillo, 2011; Bustamante *et al.*, 2019).

Por otro lado, la cuenca del Amazonas guarda similitudes con el Orinoco, dadas las influencias de la plataforma Sudamericana, el escudo Guayanés y Brasileño y el centro y norte de los Andes. Además, las características ecológicas (altitud, la temperatura, la estacionalidad y la química del agua) también afectan el establecimiento de los peces de agua dulce neotropicales (Cala-Cala, 2019).

Conclusiones

La riqueza de las especies debe ser interpretada bajo el contexto de las narrativas geológicas y geográficas de las cuencas hidrográficas.

La flora e ictiofauna de la Orinoquia colombiana ha sido estudiada principalmente a través de estudios de carácter local para las familias con mayor representatividad en el país (Lasso *et al.*, 2010). Por tanto, es importante vincular estudios a nivel local y regional debido a que, al aumentar la escala de observación, se puede evidenciar la alta heterogeneidad de paisajes y ecosistemas que conforman la región, así como diferencias en estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Falcón *et al.*, 2003). Adicionalmente, facilita la evaluación del aprovechamiento y las conexiones entre los sistemas biológicos que allí se desarrollan, con el fin de examinar las amenazas actuales y futuras que dependen de estos ecosistemas acuáticos.

Agradecimientos

A la Universidad Central, al Semillero de Investigación Botánica (SIBUC) por sus aportes, a nuestros directores Vladimir Minorta-Cely y Diego Alberto Chacón por su guía y acompañamiento en todo este proceso.

Referencias

- Aymard, G. (2017). Adiciones a la flora vascular de los Llanos de Venezuela: nuevos registros y estados taxonómicos. *Revista Biollania*, 1, 1-25. <https://bityl.co/OHDI>
- Blydenstein, J. (1967). Tropical savanna vegetation of the Llanos of Colombia. *Ecology*, 48(1), 1-15.
- Bustamante, C. (ed.). (2019). *Gran libro de la Orinoquia colombiana*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <https://bityl.co/OHE9>
- Cabrera-Amaya, D., Giraldo-Kalil, L., Rivera-Díaz, O. & Castro-Lima, F. (2020). Riqueza, composición y distribución de las plantas vasculares en sabanas y bosques ribereños de la cuenca baja del río Pauto (Casanare-Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(173), 1018-1032. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1188>
- Cala-Cala, P. (2019). *Medio ambiente y diversidad de los peces de agua dulce de Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

- Cárdenas-López, D., Mendoza, H., González, M. F. & S. Sua, S. (2016). Flora de la cuenca del río Orinoco en Colombia: grado de conocimiento, uso y conservación. *Revista Colombia Amazónica*, 9, 93–146. <https://sinchi.org.co/files/publicaciones/revista/pdf/9/7%20flora%20de%20la%20cuenca%20del%20ro%20orinoco%20en%20colombia%20grado%20de%20conocimiento%20uso%20y%20conservacin.pdf>
- Castro-Lima, F. (2010). Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, Colombia. *Orinoquia*, 14(supl. 1), 58–67. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-370920100003000006&script=sci_abstract&tlng=es
- Correa, H. D., Ruiz, S. L. & Arévalo, L. M. (eds.) (2006). *Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia. 2005-2015. Propuesta Técnica*. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF – Colombia, GTZ – Colombia.
- Cortés, A. (1986). *Las tierras de la Orinoquia, capacidad de uso actual y futuro*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- DoNascimento, C., Herrera-Collazos, E. E., Herrera-R., G. A., Ortega-Lara A., Villa-Navarro, F. A., Usma-Oviedo, J. S. & Maldonado-Ocampo, J. A. (2017). Checklist of the freshwater fishes of Colombia: a Darwin Core alternative to the updating problem. *ZooKeys*, 708, 25–138. <https://doi.org/mhff>
- Falcón, R., Hétier, J., Hernández, D., Schargel, R. & Zinck, A. (2003). Bosques de los llanos de Venezuela: consideraciones generales sobre su estructura y composición florística. En J. M. Aymard & R. López (comps.), *Tierras llaneras de Venezuela* (pp. 19–36). <https://bit.ly.co/OHFX>
- Fernández, C., Castellanos-Castro, C., Cardona, A., Pinzón-Pérez, L. & Vargas Ríos, O. (2011). Geología, geomorfología, clima y vegetación (Llanos de Casanare). En T. León, *Mamíferos, reptiles y ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare)* (pp. 49–73).
- Fernández-Yépez, A. (1950). Algunos peces del río Autana. *Novedades Científicas, Contribuciones Ocasionales del Museo de Historia Natural La Salle, Serie Zoológica*, 2(1-18), 1–3.
- Ferreira, L.V., Almeida, S. S. & Parolin, P. (2010). Amazonian white and black water floodplain forests in Brazil: large differences on a small scale. *Ecotropica*, 16(1), 31–41.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (1965). *Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales. Colombia*. Tomo III: *la vegetación natural y la ganadería*.
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. En M. K. Hecht, B. Wallace & G. T. Prance (eds.), *Evolutionary biology* (pp. 1–84). Springer.
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(1), 1–34.

- Géry, J. (1964). Preliminary description of seven new species and two new genera of characoid fishes from the Upper Rio Meta in Colombia. *Tropical Fish Hobbyist*, 13(4), 25-32.
- Goosen, D. (1963). División fisiográfica de los Llanos Orientales. *Revista Nacional de Agricultura*, 55, 39-41.
- Goosen, D. (1971). *Physiography and soils of the Llanos Orientales, Colombia*. International Institute for Aerial Survey and Earth Science (ITC).
<https://bit.ly.co/OICY>
- Hubach, E. (1954). *Significado geológico de la Llanura Oriental de Colombia*. Informe n°. 1004. Ministerio de Minas y Petróleo. <https://bit.ly.co/OICn>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (1999). *Paisajes fisiográficos de Orinoquia-Amazonia (ORAM) Colombia*. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Investigación y Divulgación Geográfica.
- Jaramillo, A. & Rangel-Ch, J. O. (2014). Los sistemas fluviales de la Orinoquia colombiana (llanura de inundación y altillanura). En J. O. Rangel-Ch. (ed.), *Colombia, diversidad biótica XIV: la región de la Orinoquia de Colombia* (pp. 71-99). Universidad Nacional de Colombia.
- Lasso, C. A., Lew, D., Taphorn, D. C., Do Nascimento, C., Lasso-Alcalá, O. M., Provenzano, F. & Machado Allison, A. (2004). Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I. Lista de especies y distribución por cuencas. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 159-160, 105-195.
- Lasso, C.A., Usma, J. S. Trujillo, F. & Rial, A. (eds.). (2010). *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).
- Lasso, C., Rial, A., Colonnello, G., Machado-Allison, A. & Trujillo, F. (eds.). (2014). XI. *Humedales de la Orinoquia (Colombia- Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Lowe-McConnell, R. H. (1987). Ecological aspects of seasonality in fishes of tropical waters. *Symposia of the Zoological Society of London*, 44, 219-241.
- Mago-Leccia, F. (1970). *Lista de los peces de Venezuela, incluyendo un estudio preliminar sobre la ictiogeografía del país*. Ministerio de Agricultura y Cría, Oficina Nacional de Pesca.
- Maldonado-Ocampo, J. & Usma-Oviedo, J. S. (2006). Estado del conocimiento sobre peces dulceacuícolas en Colombia. Tomo II. En M. Chaves & M. Santamaría (eds.), *Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004* (pp. 174-194). Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Maldonado-Ocampo, J. A., Vari, R. & Usma-Oviedo, J. S. (2008). Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana*, 9(2), 143-237.
- Maldonado-Ocampo, J., Urbano-Bonilla, A., Preciado, J. & Bogotá-Gregory, J. (2013). Peces de la cuenca del río Pauto, Orinoquia colombiana. *Biota Colombiana*, 14(2), 114-137.
- Mendoza, H. & Córdoba, M. (2018). Catálogo de la flora de los parques nacionales naturales de Colombia: Parque Nacional Natural El Tuparro. *Biota Colombiana*, 19(sup. 1), 45-60.
- Mijares-Santana, F., Pérez-Buitrago, N. & Pérez-Cárdenas, N. (2019). Variación estacional de la composición florística en sabanas inundables en Arauca, Colombia. *Caldasia*, 41(2), 404-421. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/70467>
- Minorta-Cely, V. (2013). *Diversidad de espermatófitos en la región orinocense colombiana: consideraciones globales, regionales y locales* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio Institucional.
- Minorta-Cely, V. & Rangel-Ch., J. O. (2014a). El clima de la Orinoquia colombiana. En J.O. Rangel-Ch. (ed.), *Colombia, diversidad biótica XIV: la región de la Orinoquia de Colombia* (pp. 153-206). Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.
- Minorta-Cely, V. & Rangel-Ch., J. O. (2014b). La riqueza y la diversidad de las plantas con flores de la Orinoquia colombiana. En J. O. Rangel-Ch. (ed.), *Colombia, diversidad biótica XIV: la región de la Orinoquia de Colombia* (pp. 237-418). Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.
- Minorta-Cely, V., Rangel-Ch., J. O., Castro-Lima, F. & Aymard, G. (2017). *La vegetación del Alto Manacacías (Meta), Orinoquia colombiana. Informe final. Convenio de Asociación No 007 de 2014. Caracterización socio-económica y biológica del polígono del Alto Manacacías seleccionado por Parques Nacionales Naturales como área potencial para la declaración de un área protegida* (informe interno).
- Minorta-Cely, V., Rangel-Ch., J. O. & Aymard, G. (2018). *Composición florística y estructura de la vegetación de Cumaribo (Vichada) y alrededores, en zonas de transición entre la Orinoquia y la Amazonia de Colombia*. Informe interno.
- Minorta-Cely, V. (2020). *La vegetación de la Orinoquia colombiana: riqueza diversidad y conservación*. Universidad Nacional de Colombia.
- Mojica, J. I. (1999). Lista preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XXIII (suplemento especial), 547-566.
- Molano, J. (1998). Biogeografía de la Orinoquia colombiana. En C. Domínguez (ed.), *Colombia Orinoco* (pp. 69-101). Fondo FEN.
- Montaña, C. G., Layman, C. A. & Taphorn, D. C. (2010). Inventario de la ictiofauna del Caño La Guardia, afluente del río Capanaparo (cuenca del Orinoco), estado Apure, Venezuela. *Biota Colombiana*, 11(1 y 2). <https://bityl.co/OIfT>

- Mora-Fernández, C., Castellanos-Castro, C., Cardona-Cardozo, A., Pinzón-Pérez, L. & Vargas-Ríos, J. O. (2011). Geología, geomorfología, clima y vegetación. En T. León-Sicard, *Mamíferos, reptiles y ecosistemas del bloque Cubiro (Casanare)* (pp. 49-73). Universidad Nacional de Colombia.
- Oppenheim, V. (1942). Rasgos geológicos de los llanos orientales de Colombia. *Notas Museo Plata, Argentina Geología*, 21, 229-245.
- Ortega-Lara, A., Saulo Usma, J., Bonilla, P. A. & Santos, N. L. (2006). Peces de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 7(1), 39-54.
- Pennington, R. T., Prado, D. E. & Pendry, C. A. (2000). Neotropical seasonally dry forest and Quarternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 27, 261-273.
- Pérez-Buitrago, N., Guio-Blanco, P. A. & Mijares-Santana, F. J. (2020). Jóvenes y aisladas pero diversas: estructura y composición florística de matas de monte en Arauca. *Acta Biológica Colombiana*, 25(2), 280-293.
- Pinzón, L., Castellanos, C., Cardona, A., Fernández, C. & Vargas, O. (2011). Caracterización de las comunidades vegetales presentes en el Bloque Cubiro, cuenca baja del Río Pauto, Casanare (Colombia). En T. León-Sicard, *Mamíferos, reptiles y ecosistemas del Bloque Cubiro (Casanare)* (pp. 99-154). Universidad Nacional de Colombia.
- Poole, G. C. (2002). Fluvial landscape ecology: Addressing uniqueness within the river discontinuum. *Freshwater Biology*, 47(4), 641-660.
- Pringle, C. M., Naiman, R. J., Bretschko, G., Karr, J. R., Oswood, M. W., Webster, J. R., Welcomme, R. L. & Winterbourn, M. J. (1988). Patch Dynamics in Lotic Systems: The Stream as a Mosaic. *Journal of the North American Benthological Society*, 7(4), 503-524.
- Rangel-Ch, J. O., Sánchez-C, H., Lowy-C, P., Aguilar-P, M. & Castillo-G, A. (1995). Región de la Orinoquia. En J. O. Rangel-Ch (ed.), *Colombia, diversidad biótica I* (pp. 239-254). Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.
- Rangel-Ch., J. O. (1998). Flora Orinoquense. En C. Domínguez (ed.). *Colombia Orinoco* (pp. 104-130). Fondo FEN.
- Rangel-Ch., J. O., Andrade-C., M. G., Jarro-F, C. & Santos-C., G. (eds.). (2019). *Colombia, diversidad biótica XIX: selvas transicionales de Cumaribo (Vichada-Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia.
- Rátiva Gaona, D. & Rangel-Ch., J. (2019). *Usos y amenazas para la conservación de las plantas con flores del territorio sabanas y humedales de Arauca, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Rippstein, G., Escobar, G. & Motta, F. (eds.) (2001). *Agroecología y biodiversidad de las Sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*. CIAT. CIRAD.
- Romero-Duque, L. P., Castro-Lima, F. & Rentería-Mosquera, Á. (2018). Contribución al conocimiento de la vegetación de las sabanas de Casanare (Colombia). *Actualidad y Divulgación Científica*, 21, 197-205.
- Rosales, J., Petts, G. & Salo, J. (1999). Riparian flooded forests of the Orinoco and Amazon basins: a comparative review. *Biodiversity and Conservation*, 8, 551-586.

- Sarmiento, G., Monasterio, M. & Silva, J. (1971). Reconocimiento ecológico de los Llanos Occidentales I. Las unidades regionales. *Acta Científica Venezolana*, 22, 52-61.
- Sarmiento, G. (1994). Sabanas naturales, génesis y ecología. En *Sabanas naturales de Colombia*. Banco de Occidente. <https://bityl.co/OlhU>
- Scarano, F. R. (1998). A comparison of dispersal, germination and establishment of woody plants subjected to distinct flooding regimes in Brazilian flood-prone forests and estuarine vegetation. En F. R. Scarano & A. C. Franco (eds.), *Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics* (pp. 177-193). Series Oecologia Brasiliensis.
- Schargel, R. (2007). Aspectos Físico-Naturales. En R. Duno de Stefano, G. Aymard & O. Huber, *Flora vascular de los Llanos de Venezuela* (pp. 738). Fudena: Fundación Empresas Polar.
- Schargel, R. (2015). Suelos llaneros: geomorfología, distribución geográfica y caracterización. En R. López Falcón, J-M. Hétier, D. López-Hernández, R. Schargel & A. Zinck (eds.), *Tierras llaneras de Venezuela, monografía regional* (pp. 63-125). Universidad de Los Andes.
- Schöngart, J., Piedade, M. T. F., Ludwigshausen, S., Horna, V. & Worbes, M. (2002). Phenology and stem growth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forests. *J. Trop. Ecol*, 18, 581-597.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339.
- Suárez, P. J., Castellanos-M, C., Cuadros P, K., Porras, S. & Pineda B, A. (2011). *Evaluación de la diversidad íctica en dos cuencas de la jurisdicción de la Corporación C. D. A. y fortalecimiento de puntos piloto de levante de peces en los departamentos de Guainía, Guaviare y Vaupés*. CDA.
- Taphorn, D. C., Royero, R., Machado-Allison, A. & Mago-Leccia, F. (1997). Lista actualizada de los peces de agua dulce de Venezuela. En La Marca, E. (Ed.). *Vertebrados actuales y fósiles de Venezuela* (pp. 55-100). Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida.
- Torres, R., Chacón E., Ovalles, F., Guenni, O., Astudillo, L., Carrasquel, J. & García E. (2003). Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. I. Sucesión del pastizal. *Zootecnia Tropical*, 21(4), 425-448.
- Townsend, C. R. (1989). The patch dynamics concept of stream community ecology. *Journal of the North American Benthological Society*, 8(1), 36-50. <https://doi.org/10.2307/1467400>
- Urbano-Bonilla, A., Zamudio, J., Maldonado-Ocampo, J., Bogotá-Grégory, J., Cortés-Millán, G. & López, Y. (2009). Peces del piedemonte del departamento de Casanare, Colombia. *Biota Colombiana*, 10(1-2), 149-162.
- Urbano-Bonilla, A., Prada-Pedrerros, S., Zapata, A., Barrera-Cataño, J. I. & Moreno-Cárdenas, A. C. (2014). Composición y riqueza íctica en quebradas y ríos del piedemonte de la cuenca del río Cusiana, Orinoquia colombiana. *Biota Colombiana*, 15(1), 52-69.

- Usma, J.S. & Trujillo, F. (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare – WWF Colombia.
- Veneklaas, E., Fajardo, A., Obregón, S. & Lozano, J. (2005). Gallery forest types and their environmental correlates in a Colombian savanna landscape. *Ecography*, 28, 236–252.
- Vera, A. (2017). *Flora y vegetación acuática en áreas de la Orinoquia colombiana* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional.
- Villarreal-Leal, H. & Maldonado-Ocampo, J. A. (2007). Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (sector noreste), Vichada, Colombia.
- Watson, M. (2020). How to undertake a literature search: a step-by-step guide. *British Journal of Nursing*, 29(7), 431–435.