

NOTA CORTA

Descripción anatómica de juveniles de *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) en áreas afectadas por incendios en el Parque Nacional Natural El Tuparro (Vichada), Colombia

Anatomical description of juveniles of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) in fire-affected zones in El Tuparro National Natural Park (Vichada), Colombia

Carolina Pachón-Venegas ¹, Laura Isabel Mesa-Castellanos ², Fagua Álvarez-Flórez ^{1*}

- Recibido: 13/Mar/2023
- Aceptado: 05/Nov/2023
- publicación en línea: 11/Dic/2023

Citación: Pachón-Venegas C, Mesa-C LI, Álvarez Flórez F. 2024. Descripción anatómica de juveniles de *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) en áreas afectadas por incendios en el Parque Nacional Natural El Tuparro (Vichada), Colombia. *Caldasia* 46(2):481-486. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v46n2.106375>

RESUMEN

Mauritia flexuosa es una palma de la familia Arecaceae que se distribuye en el norte de Sudamérica, específicamente en las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas. Es una planta altamente utilizada por las comunidades de la región ya que aporta servicios ecológicos y ecosistémicos. Sin embargo, se encuentra sometida a eventos de fuegos que han aumentado su frecuencia en sus zonas de distribución afectando las poblaciones. En este trabajo se detalla la anatomía del meristemo, lámina de cogollo, hoja, pecíolo, vaina y raíz de la especie. Para esto, se analizaron individuos de *M. flexuosa* en estados juveniles presentes en zonas con fuegos recientes (<1 año) y fuegos no recientes (>3-5 años) en el Parque Nacional Natural El Tuparro (Vichada, Colombia). Se describen las principales características anatómicas y se plantea su relación con estos ambientes cambiantes.

Palabras clave: meristemo, histología, Orinoquía, palma, taninos.

ABSTRACT

Mauritia flexuosa is a palm of the Arecaceae family distributed in the north of South America, specifically in the Orinoco and Amazon basin. This plant is highly used by the region's communities thanks to its contribution to ecological and ecosystem services. However, it is affected by fire events that have increased in frequency in their distribution zones. For this, we analyzed individuals of *M. flexuosa* in juvenile stages of populations subjected to recent fires (< 1 year) and no recent fires (> 3-5 years) in the National Natural Park El Tuparro (Vichada, Colombia). This work details the anatomy of the species' meristem, shoot, leaf, leaf sheath, and root and their relation to these changing environments.

Keywords: meristem, histology, Orinoco, palm, tannins.

¹ Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Grupo de Investigación Fisiología del estrés y biodiversidad en plantas y microorganismos. Cr. 45 #26-85, Bogotá, Colombia; cpachonv@unal.edu.co, falvarez@unal.edu.co

² Departamento de Biología y Química, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos. Kilómetro 12 Vía a Puerto López, Vda. Barcelona, Villavicencio, Colombia; lmesa@unillanos.edu.co

* Autor para correspondencia.



El moriche (*Mauritia flexuosa* L.f) es una palma de la familia Arecaceae y subfamilia Calamoideae, que se distribuye al norte de Sur América, principalmente en las tierras bajas del Amazonas y la cuenca del Orinoco (<1000 msnm); crece en gran abundancia en ambientes inundables como depresiones interfluviales y riberas de cuerpos de agua (Kahn *et al.* 1993, Rull y Montoya 2014, Galeano *et al.* 2015). Es una palma ampliamente utilizada por comunidades, en especial sus hojas y frutos, para la elaboración de artesanías, construcción, alimento, producción cosmética y medicinas (Luz *et al.* 2011, Koolen *et al.* 2013, Mesa y Galeano 2013).

Los morichales se ven afectados por la deforestación, el cambio de uso de suelo y el cambio climático, el cual genera regímenes de fuego alterados en sus zonas de distribución (Kauffman 1991, San José *et al.* 2001, Armenteras-Pascual *et al.* 2011, Silva *et al.* 2018). Sin embargo, Rull y Montoya (2014) realizaron una asociación entre los fuegos de las sabanas con un incremento en la dispersión de esta especie durante el Holoceno, ya sea por fuegos o por ser un elemento pirófilo, y González y Rial (2011) plantean que la estructura anatómica de la especie puede proporcionar cierta resistencia a los disturbios de las zonas en las que se distribuye.

Aunque en la literatura se ha descrito la anatomía de algunas partes de la planta (Seubert, 1996; Silva *et al.*, 2014), principalmente de la lámina foliar (Horn *et al.*, 2009; Guevara *et al.*, 2011; Tomlinson *et al.* 2011), aún no se ha descrito el pecíolo, meristemo, cogollo y vaina en estadios de desarrollo temprano, tampoco si hay una relación de estas descripciones en un entorno propenso al fuego. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es describir la anatomía de diferentes órganos en plántulas de Moriche y observar si hay cambios en aquellas que han sido sometidas a fuego.

Para ello se recolectaron doce individuos en el Parque Nacional Natural El Tuparro, departamento del Vichada – Colombia (05° 16' 22.1" Norte, 67° 57' 36.6" Oeste, altitud 80 msnm), durante el mes de agosto del 2019 y se preservaron en etanol al 70 % hasta el momento de su análisis. Se separaron las secciones del meristemo, cogollo, vaina, pecíolo, hojas y raíz de plántulas (individuos acaulescentes con hojas de menos de catorce segmentos) sobrevivientes con señales de fuegos recientes (eventos menores a un año) y sin señales de fuego (eventos ocurridos entre tres y cinco años). Estas estimaciones de los eventos se realiza-

ron de acuerdo con las conversaciones con los técnicos del área protegida y verificado con análisis de focos de calor entre el 2015 y el 2020 a través del sensor MODIS.

Se realizaron montajes de observación permanentes siguiendo el protocolo de Johansen (1940) con modificaciones de Robles-Sánchez *et al.* (2015). Los cortes se realizaron con micrótopo de rotación (820 Spencer, American Optical Company, NY), y se realizó la tinción astra blue acidificado con fucsina básica etanólica. Las observaciones y fotografías se tomaron en un microscopio Olympus BX50 con cámara Moticam Pro 282B (Olympus Optical Co., Ltd, Tokyo, Japan). Para montajes de observación inmediata se realizó el protocolo descrito en Robles-Sánchez (2019) y se modificó para un mejor rendimiento en *M. flexuosa* y se aplicaron las tinciones: astra blue-fucsina y floroglucinol (Reig-Armiñana y García-Breijo, 2006). Las observaciones y fotografías se realizaron en un Estereomicroscopio (LEICA M205A) con cámara LEICA MC170 HD (Leica Microsystems, Wetzlar, Alemania). Las fotografías fueron editadas con Adobe Photoshop C2020 y analizadas con el programa ImageJ ®.

La anatomía de hoja, pecíolo y raíz de *Mauritia flexuosa* descrita (Fig. 1) concuerda con la estructura típica de la familia. En el corte de meristemo se observó la zona promeristemática rodeada de vainas de hojas en formación, además de la acumulación de taninos cerca la zona de desarrollo (Fig. 1a y 1b). Esto también es reportado en el estudio de Silva *et al.* (2014) donde describen la formación de la lígula y la hoja de la vaina protegiendo el promeristemo e indican la proliferación de espacios y acumulación de idioblastos fenólicos o taninos (Neves *et al.* 2013, Oliveira *et al.* 2013).

Se reporta por primera vez la descripción anatómica del cogollo (Fig. 1c) y la vaina de la hoja (Fig. 1d). En comparación a las hojas desarrolladas (Fig. 1e-1f), el cogollo sí presenta una hipodermis (Fig. 1c). Frecuentemente este tejido se especializa como tejido almacenador de agua (Lindorf *et al.* 1985) y se ha sugerido como mecanismo de fotoprotección en la familia Proteaceae (Jordan *et al.* 2005); se encuentra bien desarrollado en especies de palmas que habitan ambientes áridos o en alta exposición solar y podría estar relacionado con la economía hídrica de la hoja (Tomlinson 1990) que las puede favorecer en caso de incendios. En la hipodermis de la vaina y en los haces vasculares, se puede observar una alta cantidad de fibras vasculares y no vasculares lignificadas (Fig. 1d). Autores

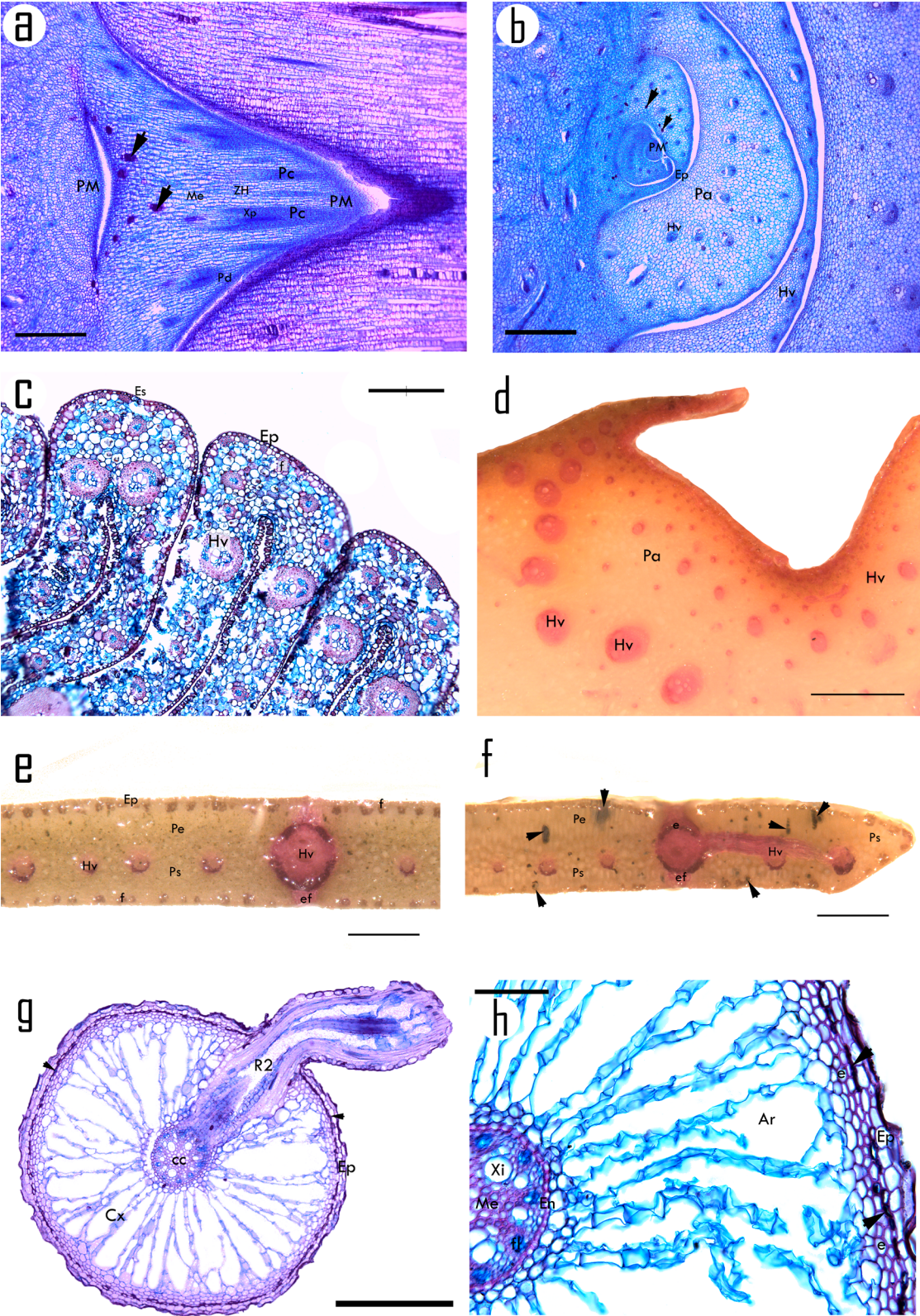


Figura 1. Cortes anatómicos de *Mauritia flexuosa*. Corte del meristemo (bar: 500 µm) (a) longitudinal y (b) transversal. (c) Corte transversal de cogollo (bar: 200 µm). (d) Corte transversal de peciolo y vaina (bar: 1000 µm). (e) Lámina foliar sin fuego reciente (bar: 200 µm) y (f) bajo efecto de fuego reciente (bar: 200 µm) donde se observa una mayor cantidad de taninos acumulados. (g) Corte transversal de raíz con raíz secundaria (bar: 500 µm) y (h) detalle del cilindro exterior (bar: 100 µm). PM: Promeristemo, ZH: zona de histogénesis, Pc: procambium, Xp: xilema primario, Me: médula, Pd: protodermis, Pa: parénquima, Ep: epidermis, Hv: haz vascular, Cu: cutícula, fl: floema, Xi: xilema, e: esclerénquima, ef: células esclerenquimáticas fibrosas, f: fibras, Es: estoma, hd: hipodermis. Ar: aerénquima, Cx: cilindro exterior, R2: raíz secundaria, cc: cilindro central, En: endodermis, p: periciclo, Ep: epidermis, Me: médula, Xi: xilema, fl: floema, taninos (flechas). Tinciones astrá blue fucsina 1a-c y 1g-h, floroglucinol 1d-f.

como Grootemaat *et al.* (2017), Lamont *et al.* (2019) y Babl *et al.* (2020) reportan que la alta cantidad de lignina presente en las estructuras del follaje hace que los tejidos sean inflamables, sin embargo, los hace más resistentes a la desecación y la alta radiación de ecosistemas con regímenes de lluvia unimodales y altas temperaturas como la sabana, matorral y pastizal del Parque Nacional Natural el Tuparro (IDEAM, 2000).

El peciolo consta de un aerénquima con voluminosos espacios intercelulares y numerosos haces vasculares rodeados de fibras de esclerénquima (Fig. 1d), de acuerdo con Silveira *et al.* (2020) estos elementos del vaso tienen paredes pécticas y fibras, y los tubos cribosos están rodeados de esclerénquima. El aerénquima también se observa en la raíz (Fig. 1g-1h) y en el tallo de palmas adultas, que junto con la formación de raíces neumatóforas se relaciona con sus hábitos de crecimiento en zonas inundadas (Videmšek *et al.* 2006, Galeano *et al.* 2015).

Para la hoja desarrollada (Fig. 1e-1f) se observa una lámina con un mesófilo bifacial con la presencia del parénquima de empalizada y esponjoso claramente diferenciados sin presencia de fibras asociadas (Guevara *et al.* 2011, Tomlinson *et al.* 2011). Adicionalmente, las observaciones concuerdan con lo descrito en Silveira *et al.* (2020) donde no se menciona la presencia de una hipodermis en hojas desarrolladas y se ubica las fibras no vasculares adyacentes a la epidermis, sin embargo, no coincide con la composición de las fibras no vasculares, ya que estas dieron negativo para lignina según la tinción con floroglucinol (Fig. 1e-1f).

Al comparar los diferentes órganos de la planta, no se encontraron diferencias visuales entre las sometidas a fuegos recientes y las que no, a excepción de las hojas desarrolladas (Fig. 1e y 1f), donde se observa mayor presencia de taninos (flechas) en las plantas sometidas a fuegos recientes. La acumulación de estos compuestos en diferentes órganos funciona como una estrategia frente a eventos de fuego, al evitar la formación de puntos calientes internos (Gill 1995, Colangelo *et al.* 2002, Tributsch y Fiechter 2008, Grootemaat *et al.* 2017, Miller *et al.* 2019).

En conclusión, se describen por primera vez los tejidos del meristemo, cogollo y vaina, y se complementa la información de hoja, peciolo y raíz reportada en la literatura. También se destacan características anatómicas y morfológicas que pueden estar relacionadas a estrategias de la especie para permanecer en un tipo de ambiente anegado, altas

temperaturas y propensos al fuego, como, por ejemplo: taninos en diferentes estructuras como hojas, meristemo y raíces, y haces vasculares dispersos en el tallo. Este trabajo es la base para continuar con otras investigaciones que relacionan aspectos ecológicos y componentes anatómicos enfocados en un contexto de cambio climático.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

CPV: concepción, diseño, toma de datos, análisis y escritura del documento. LIMC: concepción, diseño, toma de muestras, edición y revisión del documento. FA: concepción, diseño, análisis, escritura, edición y revisión del documento.

AGRADECIMIENTOS

Al parque Nacional Natural El Tuparro. Al proyecto “Adaptación de la vegetación al cambio climático y al fuego en tierras bajas de la Orinoquia” financiado por Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (No 110180863738 CT 247-2019). A la Universidad Nacional de Colombia y al Departamento de Biología por permitir el uso de sus instalaciones, especialmente al Laboratorio de Equipos ópticos. A los laboratoristas Gustavo Torres y Oliva Díaz por su ayuda y disposición. A los grupos de investigación Fisiología del estrés y biodiversidad en plantas y microorganismos y Ecología de Paisaje y Modelación de Ecosistemas (ECOLMOD) del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Armenteras-Pascual D, Retana-Alumbreros J, Molowny-Horas R, Roman-Cuesta RM, Gonzalez-Alonso F, Morales-Rivas M. 2011. Characterizing fire spatial pattern interactions with climate and vegetation in Colombia. *Agric For Meteorol.* 151(3):279-289. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.11.002>
- Babl E, Alexander HD, Siegert CM, Willis JL. 2020. Could canopy, bark, and leaf litter traits of encroaching non-oak species influence future flammability of upland oak forests? *For. Ecol. Manag.* 458:117731. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117731>

- Colangelo WI, Lamont BB, Jones AS, Ward DJ, Bombardieri S. 2002. The anatomy and chemistry of the color bands of grass tree stems (*Xanthorrhoea preissii*) used for plant age and fire history determination. *Ann. Bot.* 89(5):605–612. doi: <https://doi.org/10.1093/aob/mcf073>
- Galeano A, Urrego LE, Sánchez M, Peñuela MC. 2015. Environmental drivers for regeneration of *Mauritia flexuosa* L.f. in Colombian Amazonian swamp forest. *Aquat. Bot.* 123:47–53. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2015.02.001>
- Gill AM. 1995. Stems and Fires. In: Gartner BL. Editora. *Plant Stems: physiology and functional morphology* (pp. 323–342). First Edition. San Diego, EE. UU.: Academic Press.
- González V, Rial A. 2011. Las comunidades de morichal en los Llanos Orientales de Colombia, Venezuela y el Delta del Orinoco: Impactos de la actividad humana sobre su integridad y funcionamiento. En: Lasso CA, Rial A, Matallana-Tobón CL, Ramírez W, Señaris JC, Diaz-Pulido A, Corzo G, Pedraza C, editores. *Biodiversidad de La Cuenca Del Orinoco. II. Áreas Prioritarias Para La Conservación y Uso Sostenible* Primera Edición. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 125–146.
- Grootemaat S, Wright IJ, van Bodegom PM, Cornelissen JHC. 2017. Scaling up flammability from individual leaves to fuel beds. *Oikos.* 126(10):1428–1438. doi: <https://doi.org/10.1111/oik.03886>
- Guevara LI, Stauffer FW, Jáuregui DJ. 2011. Anatomía comparativa de la lámina foliar y sistemática en la subtribu neotropical Mauritiinae (Arecaceae, Calamoideae). *Brittonia.* 63(3):379–395. doi: <https://doi.org/10.1007/s12228-010-9176-7>
- Horn JW, Fisher JB, Tomlinson PB, Lewis CE, Laubengayer K. 2009. Evolution of lamina anatomy in the palm family (Arecaceae). *Am. J. Bot.* 96(8):1462–1486. doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.0800396>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 2000. Cartas climatológicas, medidas mensuales (Puerto Carreño). [Revisada en: 12 dic 2022] <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/carreno/temperatura.htm>
- Johansen D. 1940. *Plant microtechnique*. Primera Edición. EEUU, New York: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Jordan GJ, Dillon RA, Weston PH. 2005. Solar radiation as a factor in the evolution of scleromorphic leaf anatomy in Proteaceae. *Am. J. Bot.* 92(5):789–796. doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.92.5.789>
- Kahn F, Mejía K, Moussa F, Gómez D. 1993. *Mauritia flexuosa* (Palmae): La más acuática de las palmeras amazónicas. En: Kahn F, León B, Young K. 1993. *Las plantas vasculares en las aguas continentales del Perú*. Tomo 75, Capítulo VIII: 287–308.
- Kauffman JB. 1991. Survival by sprouting following fire in tropical forests of the eastern Amazon. *Biotropica.* 23(3):219–224. doi: <https://doi.org/10.2307/2388198>
- Koolen HH, da Silva FM, Gozzo FC, de Souza AQL, de Souza ADL. 2013. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC–ESI-MS/MS. *Food Res. Int.* 51(2):467–473. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.039>
- Lamont BB, He T, Yan Z. 2019. Fire as a pre-emptive evolutionary trigger among seed plants. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 36:13–23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2018.12.001>
- Lindorf, H, De Parisca L, Rodriguez P. 1985. *Botánica Clasificación, estructura y reproducción*. Primera Edición. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Luz Jr GE, Santos AGD, Melo ACR, Oliveira RM, Araujo AS, Fernandes Jr VJ. 2011. Thermal catalytic cracking of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) over LaSBA-15 mesoporous materials. *FPT.* 92(10):2099–2104. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2011.06.018>
- Mesa L, Galeano G. 2013. Usos de las palmas en la amazonia colombiana: Palms uses in the Colombian Amazon. *Caldasia.* 35(2):351–369.
- Miller RG, Tangney R, Enright NJ, Fontaine JB, Merritt DJ, Ooi MKJ, Ruthrof KX, Miller BP. 2019. Mechanisms of Fire Seasonality Effects on Plant Populations. *Trends Ecol. Evol.* 34(12):1104–1117. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.07.009>
- Neves SC, Ribeiro LM, da Cunha IRG, Pimenta MAS, Mercadante-Simões MO, Lopes PSN. 2013. Diaspore structure and germination ecophysiology of the babassu palm (*Attalea vitrivir*). *Flora: Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants.* 208(1):68–78. doi: <https://doi.org/10.1016/J.FLORA.2012.12.007>
- Oliveira NCC, Lopes PSN, Ribeiro LM, Mercadante-Simões MO, Oliveira LAA, Silvério FO. 2013. Seed structure, germination, and reserve mobilization in *Butia capitata* (Arecaceae). *Trees* 27(6):1633–1645. doi: <https://doi.org/10.1007/S00468-013-0910-0>
- Reig-Armiñana J, García-Breijo F. 2006. *Técnicas de histología vegetal*. Primera Edición. España, Valencia: Jardín Botánico de Valencia.
- Robles-Sánchez A. 2019. Respuestas morfoanatómicas de *Rhizophora mangle* a diferentes regímenes de salinidad en la isla de San Andrés – Colombia - Caribe Colombiano. [Tesis]. [Bogotá]: Universidad Nacional de Colombia.
- Robles-Sánchez A, Raz L, Marquín X. 2015. Floral Anatomy of *Peristethium leptostachyum* (Loranthaceae). *Rev. Biol. Trop.* 64(1):357–368. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v64i1.18416>
- Rull V, Montoya E. 2014. *Mauritia flexuosa* palm swamp communities: Natural or human-made? A palynological study of the Gran Sabana region (northern South America) within a neotropical context. *Quat. Sci. Rev.* 99:17–33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.06.007>

- San José JJ, Meirelles ML, Bracho R, Nikonova N. 2001. A comparative analysis of the flooding and fire effects on the energy exchange in a wetland community (Morichal) of the Orinoco Llanos. *J. Hydrol.* 242(3-4):228-254. doi: [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00392-9](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00392-9)
- Seubert E. 1996. Root anatomy of palms II. Calamoideae. *Feddes Repert.* 107(1-2):43-59. doi: <https://doi.org/10.1002/fedr.19961070108>
- Silva SS, Fearnside PM, Graça PML, Brown IF, Alencar A, Melo A WF. 2018. Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. *For. Ecol. Manag.* 424, 312–322. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.041>
- Silva RS, Ribeiro LM, Mercadante-Simões MO, Nunes YRF, Lopes PSN. 2014. Seed structure and germination in buriti (*Mauritia flexuosa*), the Swamp palm. *Flora: Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants*, 209(11):674–685. doi: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.08.012>
- Silveira AF, Mercadante-Simões, MO, Ribeiro LM, Nunes YRF, Duarte LP, Lula IS, De Aguiar MG, y De Sousa GF. 2020. Mucilaginous Secretions in the Xylem and Leaf Apoplast of the Swamp Palm *Mauritia flexuosa* L.f. (Arecaceae). *Microsc. Microanal.* 26(3), 609–621. doi: <https://doi.org/10.1017/S1431927620001543>
- Tomlinson PB. 1990. The structural biology of palms. Primera Edición. UK, Oxford: Clarendon Press. doi: <https://doi.org/10.1093/oso/9780198545729.001.0001>
- Tomlinson PB, Horn JW, Fisher JB. 2011. The anatomy of palms (Arecaceae–Palmae). Primera Edición. UK, Oxford: Oxford University Press. doi: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/bl/9780199558926.001.0001>
- Tributsch H, Fiechter S. 2008. The material strategy of fire-resistant tree barks. *WIT Trans. Built Environ.* 97:43–52. doi: <https://doi.org/10.2495/HPSM080051>
- Videmšek U, Turk B, Vodnik D. 2006. Root aerenchyma formation and function. *Acta Agric. Slov.* 87(2):445–453. <https://doi.org/10.14720/aas.2006.87.2.15124>