

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA



Caracterización fitoquímica de las fibras vegetales utilizadas por (colibrí nuquiblanco) en la construcción de sus nidos en Calarcá, Quindío

Catalina Infante Medina

Director

Geison Modesti Costa

Facultad de Ciencias

Carrera de Biología

Bogotá D. C.

2024

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia: a mis padres, hermanos y mascotas. En especial, quiero dedicarlo a mi abuelito Pepe y mi tía Rosita, quienes me enseñaron a amar lo que hago y valorar su importancia.

Caracterización fitoquímica de las fibras vegetales utilizadas por *Florisuga mellivora* (colibrí nuquiblanco) en la construcción de sus nidos en Calarcá, Quindío

Resumen

Los estudios sobre la familia Trochilidae han prestado poca atención a su biología reproductiva, particularmente en lo relacionado con su anidación y las especies vegetales empleadas en este proceso. Estos aspectos son esenciales para comprender factores clave que influyen en su éxito reproductivo y para enriquecer el conocimiento de la historia natural de estas aves. En este sentido en el presente trabajo se reporta la caracterización fitoquímica de las fibras vegetales extraídas de un nido de *Florisuga mellivora*, monitoreado en el Jardín Botánico del Quindío, Calarcá. Para el análisis de las fibras vegetales se realizó una Cromatografía Líquida Acoplada a Espectrometría de Masas de Triple Cuadrupolo (LC-MS-TQ). Se identificó principalmente que algunos grupos de masas corresponden al grupo flavonoides, esto según la comparación con literatura. Esto puede sugerir la presencia de metabolitos secundarios que se mantienen en el material vegetal mismo después de incorporados en el nido, y que pueden eventualmente, influir en propiedades biológicas benéficas tanto en la hembra que está anidando como posteriormente en los polluelos.

Palabras clave

Fibras vegetales, *Ceiba sp.*, LC-MS-TQ

Introducción

El proceso de anidación y el éxito reproductivo en las aves suelen estar determinado por diferentes factores, uno de estos es la conducta de los parentales al seleccionar los materiales para construir el nido. Esto influye en su capacidad para mantener una temperatura adecuada para los huevos y posteriormente los polluelos (Barba-Bedolla y Mendoza-Cuenca, 2017) y de igual forma, influye en la habilidad para ocultarse de los depredadores, aprovechando la apariencia críptica proporcionada por plantas como musgos y líquenes (Graves & Forno, 2018).

Entre las plantas empleadas en la formación de nidos, están especies del género *Ceiba*, el cual se conforma de 19 especies aceptadas y distribuidas por el neotrópico (POWO 2024). En Colombia se encuentran registradas las especies *Ceiba pentandra*, *Ceiba speciosa*, *Ceiba samauma*, *Ceiba insignis* y *Ceiba crispiflora*, se distribuyen principalmente por el occidente del país: Antioquia, Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca (GBIF, 2023; Pezzini et al. ,2020)(Figura 1). Los árboles de ceiba se caracterizan por tener una altura entre 5-50 m, las hojas son palmaticompuestas, el tronco llega a presentar o no espinas, las flores presentan una corola conformada por cinco pétalos, son diversos en tamaño y color, desde tonos como blanco, amarillo o rosa claro, hasta colores como rosa o rojo. Su fruto, son cápsulas leñosas que contienen un endocarpio modificado en tricomas largos y tubulares que constituyen la fibra denominada comúnmente como “kapok” o “fibra de semilla” (Gómez-Maqueo & Gamboa de Buen, 2022).



Figura 1. Distribución del género *Ceiba* Mill en Colombia, los datos se tomaron según los reportes realizados en El Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF), 2023

Debido a la diversidad de la morfología de las flores, las especies de *Ceiba* son polinizadas por varias especies de murciélagos, mariposas, abejas y colibríes (Gibbs, P. & Semir, J., 2002). En los colibríes, se ha reportado que utilizan las fibras vegetales provenientes del fruto del árbol de la ceiba (Stiles et al., 2020) esto por sus propiedades ligeras y aislantes. Además, la flotabilidad y la resistencia de la fibra puede mejorar la integridad estructural de los nidos, permitiéndoles soportar desafíos ambientales (Wang et al., 2013), su capacidad para absorber la humedad contribuye a un microambiente más favorable dentro del nido, promoviendo la salud y supervivencia de los polluelos (Long et al., 2022). Desde el punto de vista químico, en especies de este género se han identificado variedad de componentes químicos, entre ellos alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas, esteroides y triterpenoides (Aguiar et al., 2023; Dalhatu et al., 2020; Ot et al., 2017). En el tronco de estos árboles se han identificado compuestos como isoflavonoides, triterpenos y quinonas. Por otro lado, en las hojas

se han detectado flavonoides, esteroides, ácidos fenólicos, ésteres y triterpenos, mientras que en los frutos se han encontrado principalmente flavonoides y esteroides (Orabi et al., 2024).

En el caso del colibrí Nuquiblanco ó *Florisuga mellivora*, (Figura 2), se ha estudiado su distribución y morfología principalmente, no obstante, se desconoce cómo las fibras vegetales (*Ceiba* sp.) usadas como material principal en la construcción de sus nidos (Stiles et al., 2020) influyen en el éxito de los huevos y posterior desarrollo de los polluelos. Aunque los beneficios de la fibra de ceiba o también denominada kapok están bien documentados, se necesita más investigación para comprender completamente sus implicaciones ecológicas y el alcance de su uso entre las diferentes especies de colibríes, como lo es en el caso de *Florisuga mellivora* (Thenmozhi & Thilagavathi, 2023).



Figura 2. Hembra de Colibrí Nuquiblanco (*Florisuga mellivora*), observada en proceso de nidificación.

En general, la fibra de kapok juega un papel significativo en la nidificación de los colibríes, destacando la compleja relación entre las especies aviarias y sus recursos naturales, siendo que en este contexto se plantea la pregunta de investigación: ¿qué compuestos químicos están presentes en las fibras vegetales empleadas en los nidos de *Florisuga mellivora*, y cómo contribuyen estos a las características funcionales del nido?

Objetivos

Objetivo general

Explorar la composición química de las fibras vegetales de *Ceiba* sp. presentes en el nido de *Florisuga mellivora*, obtenido en el Jardín Botánico del Quindío.

Objetivos específicos

- 1.Explorar la complejidad de metabolitos secundarios en las fibras vegetales de *Ceiba* sp. de un nido de *F. mellivora*
- 2.Identificar posibles metabolitos secundarios que se encuentran en las fibras vegetales de *Ceiba* sp. de un nido de *F. mellivora*

Materiales y métodos

Selección y colecta del material vegetal:

El nido de *F. mellivora* fue encontrado en las zonas comunes del Jardín Botánico del Quindío (4°30'43.0 " N, 75°39' 07.6" W), sobre una hoja de un individuo juvenil de *Wettinia radiata*. La recolección de las fibras vegetales de *Ceiba* se realizó el 7 de febrero de 2024, una vez que el último polluelo había abandonado el nido. Se obtuvo una muestra de la parte interior del nido (ya que es la parte que se encuentra en constante contacto con los huevos y polluelos), esta tenía una masa de 300 mg, la cual fue limpiada inicialmente con pinzas (esto para quitar residuos que no pertenecen a la fibra) luego lavada con hipoclorito, enjuagada con agua destilada y luego secada a 38 °C en un horno con aire circulante durante una hora.

Preparación de muestras y patrones:

En 10 ml de metanol de grado LC-MS se introdujo la muestra de fibra vegetal. Se realizó una agitación inicial mediante vortex por 5 minutos, seguida de ultrasonido a una temperatura de 30°C por 40 minutos y posteriormente se sometió a centrifugación (4000*10 min). El sobrenadante se extrajo y se añadió nuevamente 10 mL de metanol LC-MS, repitiendo el proceso dos veces más.

Del primer tubo de extracto se filtraron 5 mL para el análisis cromatográfico. Los estándares comerciales utilizados para el análisis fueron quercetina, rutina, catequina, cafeína, ácido clorogénico, ácido cafeico y ácido gálico, todos disueltos en metanol de grado LC-MS a una concentración de 50 ppm.

Cromatografía Líquida acoplado a espectrometría de Masas de Triple Cuadrupolo (LC-MS-TQ) y detección por matriz de fotodiodos (LC-PDA)

El análisis se realizó en el equipo Shimadzu Nexera X2 serie 30 acoplado a un LCMS-8040, con ionización por electrospray (ESI), en modo negativo y positivo, en el rango de 80–1700 m/z. Las condiciones del capilar fueron; voltaje 3000 V, temperatura de secado 250°C. Se utilizó una columna C18 (Kinetex 100x2.1mm, 2,6µm) a 30°C. La fase móvil empleada consistió en 0,1% de ácido fórmico con agua (v/v) (Solvente A) y el acetonitrilo (Solvente B), ambos solventes grado LC-MS. La fase móvil tenía un flujo constante de 400 µL/min y se utilizó un volumen de inyección de 10µL. El gradiente de elución fue establecido de la siguiente manera: 3% por 1 min, 3 a 20% por 4 min, 20% a 30% por 2min, 30% a 97% por 8 min, 97% por 7 min (B) y posteriormente la columna se re-equilibró por 2 min a condiciones iniciales. La detección por UV-Vis (PDA) fue obtenido entre 200 nm-400 nm.

Resultados

Cromatografía LC-PDA

Se llevó a cabo una cromatografía de la muestra de fibra del nido utilizando LC-PDA. Los picos obtenidos fueron analizados y comparados con los picos y espectros UV de estándares comerciales disponibles en el laboratorio, correspondientes a diversos grupos de metabolitos.

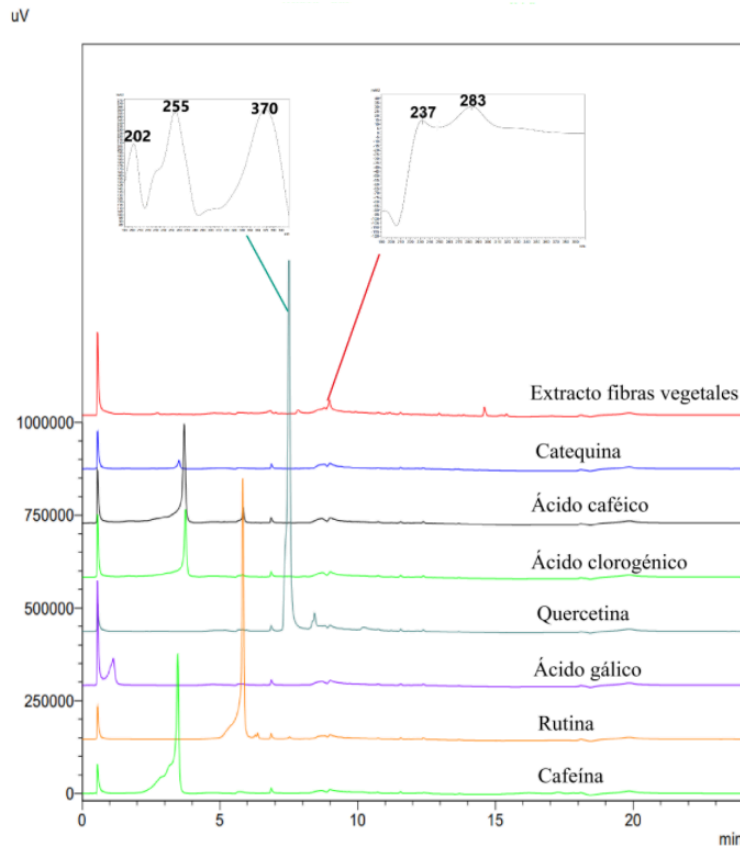


Figura 3. Cromatogramas LC-PDA a 254 nm de estándares comerciales y extracto metanólico fibras vegetales de *Ceiba* sp.

Se realizó el análisis de manera comparativa de los tiempos de retención y espectro UV-Vis de la muestra de fibra del nido con los patrones comerciales de quercetina, rutina, ácido clorogénico, catequina, ácido gálico, ácido cafeico y cafeína mostrados en la Figura 3. Se puede observar que la quercetina es detectada en tiempos similares a los picos que se ven en la muestra del nido. Se puede relacionar los picos cercanos del extracto de fibra del nido al pico de los flavonoides de tipo aglicona, los cuales presentan un espectro característico donde poseen dos bandas distintivas en un amplio rango de 240-400 nm. La banda I, que abarca el intervalo de 300 a 380 nm, se atribuye al anillo B, mientras que la banda II, que cubre el intervalo de 240-280 nm (Bancirova, 2015).

En el cromatograma LC-PDA (Figura 4), se identificaron tres áreas con la mayor cantidad de picos. El primer grupo de picos, ubicado entre los 7 y 10 minutos, coincidió aproximadamente con el tiempo de

retención de la quercetina. Sin embargo, los dos grupos siguientes, entre los minutos 11 y 15, no mostraron coincidencias con ninguno de los estándares utilizados.

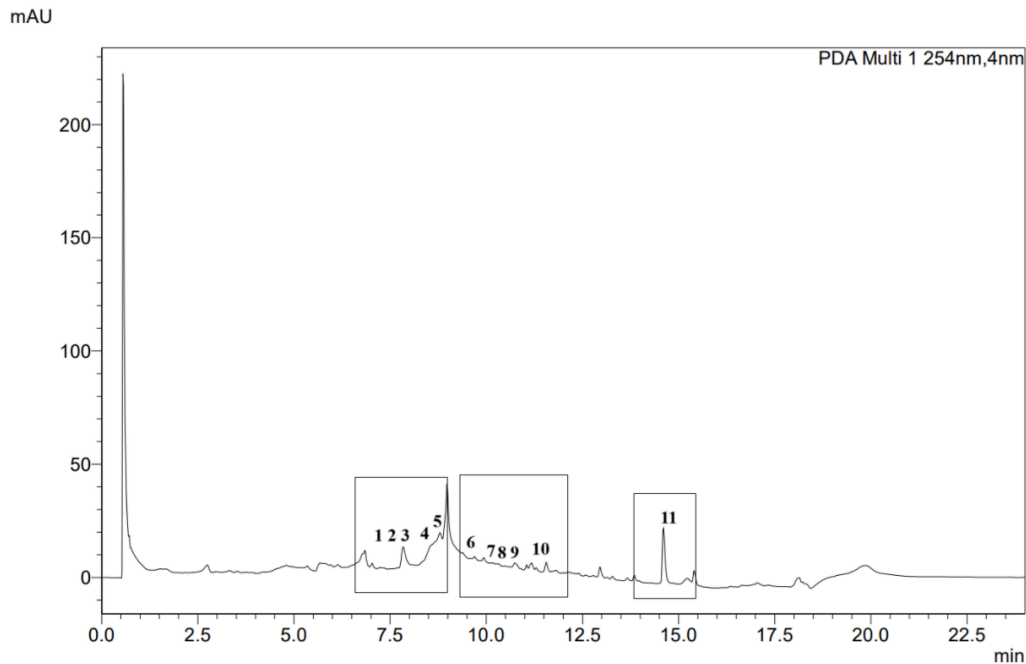


Figura 4. Cromatograma LC - PDA y del extracto de las fibras vegetales nido de *Ceiba* sp.

Los picos detectados en la muestra de fibra del nido se analizaron en polaridad negativa, lo cual es consistente con los reportes realizados en diversas especies del género *Ceiba* Mill. (Orabi et al., 2024; Alrabie et al., 2022).

Cromatografía LC-MS-TQ

Los análisis se realizaron mediante la técnica LC-MS-TQ por una cuestión de disponibilidad de equipo, lo que conlleva a obtener valores de masas de baja resolución, que dificulta la posterior búsqueda en bases de datos y correlación con valores reportados en literatura. En las tres zonas designadas se pudieron registrar 11 picos con sus respectivas masas moleculares y los respectivos fragmentos (Tabla 3).

Tabla 1. Compuestos identificados tentativamente en el extracto de fibras vegetales de *Ceiba sp.* por LC – TQ

Grupo	Pico No.	Tr (min)	[M-H] ⁻	MS ²
1	1	7,556	833	220,299,371,431,540,643,673
	2	7.799	1106	126,236,250,373,434,515,643,666,748,827,1055
	3	8.144	934	220,297,402,423,548,574,703,745,880
	4	8.617	834	219,257,371,422,516,621,684
	5	8.888	984	154,235,251,380,476,643,699,767,849
	6	9.799	806	220,250,371,476,524,578,734
	7	10.367	883	141,220,244,371,426,530,576,698,744,
2	8	10.582	830	154,221,316,331,488,526,584,727,748
	9	10.768	832	98,219,297,371,472,576,717
	10	11.563	593	155,220,297,479
3	11	14.904	834	220,297

Discusión

Los flavonoides son un grupo diverso de metabolitos secundarios derivados de las plantas, reconocidos por sus importantes beneficios para la salud, como propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antivirales. Su compleja estructura y su variable biodisponibilidad influyen en sus actividades biológicas, convirtiéndolos en componentes esenciales (Sergiel, I., 2024). Estos compuestos se clasifican en varios subgrupos, entre los que se encuentran los flavonoles como la quercetina, que coincidió con algunos picos detectados en las fibras vegetales de los nidos. Sin embargo, al comparar las masas que se observan en los grupos de picos (tabla 3), estos presentan un valor mayor al que normalmente presentaría un flavonoide (Kim, H. et al., 2006).

De los 11 picos cromatográficos observados, solo uno permitió un acercamiento al posible compuesto. Los picos que se presentan con mayor polaridad y que corresponden al grupo 3 (tabla 3) fue reportado

previamente por Orabi et al. (2024), con un valor exacto de 593.1870, correspondiente a la linarina, la cual se encuentra en *Ceiba pentandra*, mismo género al que pertenecen las fibras vegetales utilizadas en el nido de *Florisuga mellivora*. Esto sugiere la presencia de linarina, aunque la falta de cifras significativas adicionales impide confirmarlo con certeza. Así mismo, el pico reflejado en la gráfica 3 de la posible linarina se presenta con mayor polaridad que otros como rutina y quercetina (flavonoide glicosilado) o rutina (flavonoide aglicosilado) los cuales deberían registrarse con menor diferencia temporal en el espectro UV.

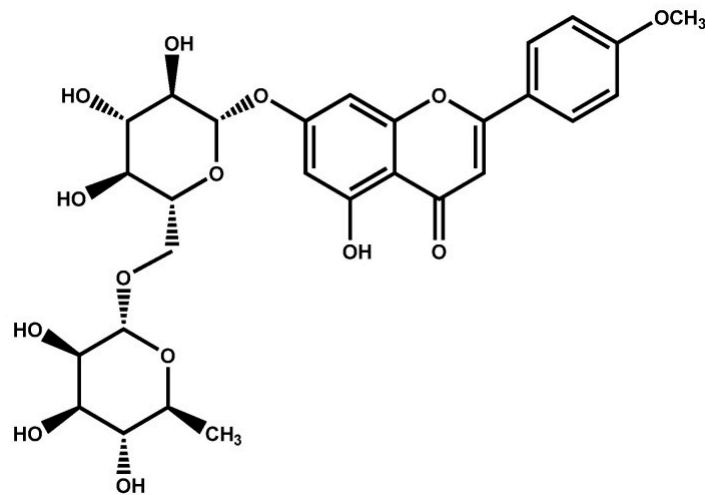


Figura 5. Estructura química de la linarina

La linarina es un flavonoide glucósido, específicamente identificado como acacetina-7-rutinósido, derivado de la acacetina (Kim et al., 2016). En especies del género *Ceiba*, se ha reportado previamente su presencia, particularmente en las hojas de *Ceiba pentandra* (Abouelela et al., 2019). Este compuesto ha sido descrito por su capacidad de modular la microbiota intestinal, lo cual puede influir indirectamente en las poblaciones de hongos, como las especies de *Candida*, al favorecer bacterias beneficiosas que inhiben el crecimiento fúngico (Jin et al., 2022).

En aves, las infecciones por *Candida* suelen aparecer cuando el sistema inmunológico está comprometido, lo que conduce al crecimiento excesivo de este hongo en el tracto gastrointestinal y en la piel (Kadhim et al., 2024). En este contexto, es posible que la presencia de linarina en los nidos de *Florisuga mellivora* haya contribuido a prevenir infecciones en los polluelos, aunque esta relación no

puede confirmarse con certeza debido a la falta de datos sobre la concentración específica de linarina y de otros metabolitos presentes en las fibras del nido que podrían haber influido en el éxito del desarrollo de los polluelos (Chandi & Samal, 2021) .

De acuerdo con las limitaciones de esta metodología, se sugiere implementar muestreos a mayor escala que incluyan muestras provenientes de varios nidos. Esto permitiría obtener datos más representativos y robustos, en especial porque es material vegetal degradado. Además, se recomienda realizar análisis empleando cromatografía UHPLC-MS-QTOF, una técnica que proporciona mayor resolución y exactitud en la identificación y caracterización de los compuestos presentes en las fibras vegetales utilizadas en los nidos, así como concentrar los extractos previamente al análisis cromatográfico.

Conclusión

Si bien los datos obtenidos permiten plantear la hipótesis plausible de la presencia de linarina en las fibras del nido, factores como, concentración relativamente baja en muestra (cantidad limitada de muestra) y limitaciones metodológicas, que no permitieron obtener valores en alta resolución (cifras significativas necesarias) para las masas molecular, dificultan el afirmar su existencia en la muestra. Lo anterior es importante, puesto que la presencia de la linarina tiene propiedades antifúngicas que tienen capacidad de influir positivamente en el desarrollo aviar de *Florisuga mellivora*. Este trabajo resalta la importancia de seguir investigando la relación entre metabolitos secundarios y el éxito reproductivo en especies animales y la necesidad de realizar un mayor muestreo en nidos de la misma especie para poder identificar y analizar a profundidad los compuestos que pueden estar influenciando el éxito reproductivo de *Florisuga mellivora*.

Agradecimientos

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que brindaron su apoyo y contribuyeron de manera invaluable al desarrollo de este trabajo de tesis. Agradezco especialmente al profesor Geison Modesti Costa por su orientación, conocimiento y paciencia durante cada etapa del proceso, y a Julian Esteban Contreras, Luis Chivita , Ana Lucía Rangel y Leonardo por su colaboración y aportaciones que enriquecieron significativamente esta investigación. A mi familia por ser un apoyo incondicional en toda mi carrera, a Simon Gutierrez por siempre apoyarme en cada paso de este trabajo. Sin su apoyo y compromiso, este trabajo de grado no habría sido posible.

Bibliografía

- Abouelela, M. E., Abdelhamid, R. A., Orabi, M. A., & Darwish, F. M. (2019). Taxonomy, phytochemistry, and therapeutic potentials of the genus *Ceiba* (bombacaceae): a review. *Saudi. J. Med. Pharm. Sci*, 5(7), 666-682.
- Alrabie, A., Alrabie, N. A., AlSaeedy, M., Al-Adhreai, A., Al-Qadsy, I., Al-Horaibi, S. A., Alaizeri, Z. M., Alhadlaq, H. A., Ahamed, M., & Farooqui, M. (2022). An integrative GC–MS and LC–MS metabolomics platform determination of the metabolite profile of *Bombax ceiba* L. root, and in silico & in vitro evaluation of its antibacterial & antidiabetic activities. *Natural Product Research*, 37(13), 2263-2268. <https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2149519>
- Aguiar, A. C. N., Gonçalves, J. S., & Melo, J. D. G. (2023). Uso medicinal da Samaúma (*Ceiba pentandra*): Revisão de literatura. *Research Society And Development*, 12(6), e4812641912. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i6.41912>
- Barba-Bedolla, Selene Asiul, & Mendoza-Cuenca, Luis. (2017). Cuidado materno y estabilidad térmica durante la anidación en *Phaethornis longirostris* (ermitaño cola larga). *Huitzil*, 18(1), 123-130. Recuperado en 14 de agosto de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-74592017000100123&lng=es&tlng=es.
- Bancirova, M. (2015). Changes of the quercetin absorption spectra in dependence on solvent. *Chemistry Journal*, 1(2), 31-34. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/105860988/70410005-libre.pdf?1695312443=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DChanges_of_the_Quercetin_Absorption_Spec.pdf&Expires=1730584546&Signature=M35~EmGkqdshX8HC5v4eXWMA6JEHS2OY7UAF-ebrn5VisVZh6CwZrKaxEeym899G2GFeMLUZOVeZ6xzJVmCN7uYHfPd0Ys1zF6~gl6Mf1L20bD2Heq5X~ffngHdg5GdaN2iLXbAwlpaXWLGpeOL7PhWqZVhuXHhCuw-FTwaK69CciubadgNQlv-T1aLyh63S~yaaaxTCniFRgVjewHgZf-ulcySFZ6sEcvNNj15ZC9Vxlcbad~xIG0pgxJNfzcnlwo7jNvGaeDeRNh8muTL3mtFgx4Te8UiSl81uD4G6UytMu9BeUE-7mymNjvSL4kDBmo6FeXkjH9amiLID8mz1Gw_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- *Ceiba Mill.* in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2024-09-09.

- Chandi, C. R., & Samal, A. (2021). In vitro characterization of antifungal activity of selected essential oils. *Indian Drugs*, 57(12), 61-64. <https://doi.org/10.53879/id.57.12.12466>
- Dalhatu, A. S., Imman, S. T., Namadina, M. M., Sani, N. Z. M., & Muhammad, Y. (2020). Metabolic Profile Assessment of Phytochemicals in Ceiba Pentandra (L.) Gaertn, From Zaria City, Nigeria. *FUDMA Journal Of Sciences*, 4(3), 426-436. <https://doi.org/10.33003/fjs-2020-0403-410>
- Falk, J. J., Rubenstein, D. R., Rico-Guevara, A., & Webster, M. S. (2022). Intersexual social dominance mimicry drives female hummingbird polymorphism. *Proceedings Of The Royal Society B Biological Sciences*, 289(1982). <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.0332>
- Gibbs, P., & Semir, J. (2002). A taxonomic revision of the genus Ceiba Mill.(Bombacaceae). *Anales del jardin Botánico de Madrid*, 60(2), 259-300.
- Gómez-Maqueo, X., & Gamboa-deBuen, A. (2022). The Biology of the Genus Ceiba, a Potential Source for Sustainable Production of Natural Fiber. *Plants*, 11(4), 521. <https://doi.org/10.3390/plants11040521>
- Graves, G. R., & Forno, M. D. (2018). Persistence of Transported Lichen at a Hummingbird Nest Site. *Northeastern Naturalist*, 25(4), 656-661. <https://doi.org/10.1656/045.025.0410>
- Jin, C., Liu, J., Jin, R., Yao, Y., He, S., Lei, M., & Peng, X. (2022). Linarin ameliorates dextran sulfate sodium-induced colitis in C57BL/6J mice via the improvement of intestinal barrier, suppression of inflammatory responses and modulation of gut microbiota. *Food & Function*, 13(20), 10574-10586. <https://doi.org/10.1039/d2fo02128e>
- Kadhim, M. A., Abdulameer, S. J., Al-Dulaimi, O. G. J., & Al-Azzawi, A. K. (2024). Isolation and Molecular Identification of Candida albicans from the Oral cavity of Domestic Chickens using 28S rDNA in Diyala Governorate, Iraq. *Journal Of World S Poultry Research*. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2024.12>
- Kim, B., Lee, J. H., Seo, M., Eom, S. H., & Kim, W. (2016). Linarin down-regulates phagocytosis, pro-inflammatory cytokine production, and activation marker expression in RAW264.7 macrophages. *Food Science And Biotechnology*, 25(5), 1437-1442. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0223-3>

- Kim, H., Jeong, K., & Jung, S. (2006). Molecular Dynamics Simulations on the Coplanarity of Quercetin Backbone for the Antioxidant Activity of Quercetin-3-monoglycoside. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, 27(2), 325–328. <https://doi.org/10.5012/BKCS.2006.27.2.325>
- Long, A., Zhao, P., Liao, L., Wang, R., Tao, J., Liao, J., Liao, X., & Zhao, Y. (2022). Sustainable Kapok Fiber-Derived Carbon Microtube as Broadband Microwave Absorbing Material. *Materials*, 15(14), 4845. <https://doi.org/10.3390/ma15144845>
- Orabi, M. A. A., Abouelela, M. E., Darwish, F. M. M., Abdelkader, M. S. A., Elsadek, B. E. M., Awadh, A. A. A., Alshahrani, M. M., Alhasaniah, A. H., Aldabaan, N., & Abdelhamid, R. A. (2024). Ceiba pentandra ethyl acetate extract improves doxorubicin antitumor outcomes against chemically induced liver cancer in rat model: a study supported by UHPLC-Q-TOF-MS/MS identification of the bioactive phytomolecules. *Frontiers In Pharmacology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1337910>
- Ot, O., AjayiAyodele, O., Mi, A., & Ae, O. (2017). Assessment of antimicrobial and phytochemical properties of crude leaf and bark extracts of Ceiba pentandra on selected clinical isolates found in Nigerian teaching hospital. *Journal of Bacteriology & Mycology: Open Access*, 4, 1-7.
- Pezzini, F. F., Dexter, K. G., De Carvalho-Sobrinho, J. G., Kidner, C. A., Nicholls, J. A., De Queiroz, L. P., & Pennington, R. T. (2020). Phylogeny and biogeography of Ceiba Mill. (Malvaceae, Bombacoideae). *bioRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory)*. <https://doi.org/10.1101/2020.07.10.196238>
- POWO (2023) Ceiba Mill. | Plants of the World Online | Kew Science. Plants of the World Online. Available from: <http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30003311-2> (Consultado 8 Septiembre de 2024)
- Rahman, N. S. A., Azahari, B., Yhaya, M. F., & Ismail, W. R. (2016). Crosslinking of Kapok Cellulose Fiber via Azide Alkyne Click Chemistry as a New Material for Filtering System: A Preliminary Study. *International Journal On Advanced Science Engineering And Information Technology*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.6.1.616>
- Sergiel, I. (2024). Flawonoidy – naturalne związki o potencjale przeciwwirusowym i przeciwnowotworowym. *Postępy Biochemii*. https://doi.org/10.18388/pb.2021_563
- Stiles, F. G., Kirwan, G. M., & Boesman, P. F. D. (2020). White-necked Jacobin (*Florisuga mellivora*). *Birds Of The World*. <https://doi.org/10.2173/bow.whnjac1.01>

- Thenmozhi, R., & Thilagavathi, G. (2023). Effect of kapok/polypropylene needle punched nonwoven and chicken feather fiber wadding on thermal insulation applications. *Journal Of The Textile Institute*, 1-7. <https://doi.org/10.1080/00405000.2023.2279172>
- Wang, J., Zheng, Y., & Wang, A. (2013). Investigation of acetylated kapok fibers on the sorption of oil in water. *Journal Of Environmental Sciences*, 25(2), 246-253. [https://doi.org/10.1016/s1001-0742\(12\)6003](https://doi.org/10.1016/s1001-0742(12)6003)