



CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA PRELIMINAR DE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS DE HOJA, FRUTO VERDE Y MADURO DE *TERMINALIA CATAPPA L.* (ALMENDRO) EN PANAMÁ.

PRELIMINARY PHYTOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE ETHANOLIC EXTRACTS OF LEAF, GREEN AND RIPE FRUIT OF *TERMINALIA CATAPPA L.* (ALMENDRO) IN PANAMA.

Karol M. Gutiérrez-Pineda^{*1,2}  y Misay Herrera¹ 

¹Proyecto de Ecología Química de los Primates de Panamá, Fundación Pro-Conservación de los Primates Panameños (FCPP), 0816- 05855 Panamá, República de Panamá.

²Grupo de Interés Temático de los Primates Mesoamericanos, Capítulo Panamá, Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación de la Naturaleza (SMBC).

*Autor para correspondencia: madelinekaro@gmail.com

Manuscrito recibido el 7 de noviembre de 2020. Aceptado, tras revisión, el 09 de septiembre de 2021.

Resumen

El almendro (*Terminalia catappa L.*) en Panamá es de uso maderable, nutricional, medicinal, entre otros. Se sabe poco sobre los compuestos secundarios presentes en las diferentes partes de esta especie vegetal. Este trabajo tuvo como objetivo realizar la caracterización fitoquímica de la hoja verde (HN), fruto verde (FV) y maduro (FM) del almendro. El muestreo se llevó a cabo entre los meses de mayo a junio del 2017. Se colocaron las HN, FV y FM del almendro por separado en tratamiento de extracción directa con etanol al 95% durante un día. El extracto etanólico fue obtenido por filtrado de gravedad y concentrado en un rotavapor al vacío (BUCHI RotavaporTM R-210). Se realizó un tamizaje fitoquímico para determinar los tres principales grupos de compuestos secundarios (compuestos fenólicos, compuestos nitrogenados y terpenos). También se realizó un análisis de Espectroscopía Infrarroja (FTIR) y Espectroscopía Ultravioleta-Visible (UV) para saber cuáles eran los grupos funcionales presentes. Se utilizó Past 4.02 para generar una gráfica de abundancia relativa de los compuestos secundarios presentes, y se aplicó el índice de Whittaker para evaluar el porcentaje de diferencia en la composición fitoquímica de las diferentes partes vegetales. Con estos datos se logró identificar que la caracterización fitoquímica semicuantitativa es variable para cada parte, presentando mayor abundancia de compuestos nitrogenados (alcaloides) y compuestos fenólicos (taninos, flavonoides). No se observó presencia de glicósidos cardiotónicos, ni de gomas y mucilagos. Esta información resalta que *T. catappa L.* es un potencial recurso para la salud, siendo de gran valor etnobotánico, farmacológico y para la industria alimenticia en Panamá.

Palabras clave: Etnobotánica, funciones bioactivas, metabolitos secundarios, planta medicinal, productos naturales, *Terminalia catappa*.

Abstract

The almond tree (*Terminalia catappa* L.) in Panama is for timber, nutritional, and medicinal use, among others. Little is known about the secondary compounds present in the different parts of this plant species. This work aimed to carry out the phytochemical characterization of the green leaf (GL), green fruit (GF) and ripe fruit (RF) of the almond tree. The sampling was carried out between May to June 2017. The GL, GF and RF of the almond tree were placed separately, in direct extraction treatment with 95% ethanol for one day. The ethanolic extract was obtained by gravity filtration and concentrated in a vacuum rotary evaporator (BUCHI RotavaporTM R-210). Phytochemical screening was performed to determine the three main groups of secondary compounds (phenolics, nitrogenous and terpenes). An Infrared Spectroscopy (FTIR) and Ultraviolet-Visible (UV) Spectroscopy analysis were performed to find out which functional groups were present. Past 4.02 program was used to generate a graph of relative abundance of the secondary compounds present, and Whittaker index was applied to evaluate the percentage of difference in the phytochemical composition of the plant's parts. With these data, it was able to identify if the semi-quantitative phytochemical characterization is variable for each part, with nitrogen compounds (alkaloids) and phenolic compounds (tannins, flavonoids) presenting greater abundance. No presence of cardiotonic glycosides was found, or gums and mucilage. This information indicates that *T. catappa* L. is a potential resource for health, being of great ethnobotanical, pharmacological value and for the food industry in Panama.

Keywords: Secondary compounds, ethnobotany, bioactive functions, medicinal plant, natural products, *Terminalia catappa*.

Forma sugerida de citar: Gutiérrez-Pineda, K. y Herrera, M. (2022). Caracterización fitoquímica preliminar de los extractos etanólicos de hoja, fruto verde y maduro de *Terminalia catappa* L. (Almendro) en Panamá. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. [Acceso Temprano] <http://doi.org/10.17163/lgr.n36.2022.01>.

IDs Orcid:

Karol M. Gutiérrez-Pineda: <http://orcid.org/0000-0001-9129-7716>

Misay Herrera: <http://orcid.org/0000-0002-5043-0522>

1 Introducción

Panamá es uno de los países con mayor diversidad biológica a nivel mundial (Olmedo y col., 2018; López y Mainieri, 2019), con 8 de las 200 ecoregiones reconocidas alrededor del mundo y con 21 veces más especies de plantas por km² que Brasil (ANAM, 2010). Alrededor de 10000 especies de plantas vasculares se han descrito en el país (Correa, Mireya y Stapf, 2004), sin embargo, esta lista ha incrementado en los últimos años con reportes de especies descritas y nuevos rangos de distribución para Panamá (Flores, Ibanez y Correa, 2016; Flores, Black e Ibáñez, 2017; Flores y col., 2018; Ortiz y col., 2019).

La flora panameña presenta reservorios de productos naturales, siendo de gran valor para la bioprospección de nuevos tratamientos terapéuticos con alto potencial económico y medicinal (Gupta, 2004; Gupta, 2008; Leija y col., 2014), lo que reafirma la importancia y necesidad de aumentar nuevos estudios químicos, biológicos y toxicológicos de las plantas del país.

Uno de los primeros trabajos sobre etnobotánica en Panamá fue expuesto por Esposito y col. (1985), incluyendo las primeras caracterizaciones fitoquímicas de hojas y tallo en almendra de río (*Terminalia catappa* L.), encontrando la presencia de taninos. Muhammad y Mudi (2011) y Mena, Poli y Almansa (2015) recalcaron la importancia en usos tradicionales y medicinales (e.g. propiedades tónico-astringentes), para países como Costa Rica, Colombia y otros más. En Panamá, los lugareños de la provincia de Los Santos reportan su uso como planta medicinal (Torres y col., 2017). Esta especie es nativa del sureste de Asia e introducida en Panamá (Correa y col., 2010; Farnum y Murillo, 2015; Farnum y Yángüez, 2015; Jiménez y Espino, 2020).

Se han reportado compuestos secundarios (e.g. ácidos triterpénicos, antiinflamatorios) de los extractos etanólicos de la hoja de *T. catappa* (Fan y col., 2004). También se han aislado algunos glucósidos de flavonas [6-C-(2''-O-galloyl)-b-D-glucopyranoside] de los extractos etanólicos de la hoja seca con funciones bioactivas antioxidantes (Lin y col., 2000). Se han reportado funciones afrodisíacas a la semilla, con presencia de alcaloides, aceites, aminoácidos y péptidos (Ratnasooriya

y Dharmasiri, 2000). De igual forma, se ha observado que el extracto de la hoja seca inhibe el crecimiento de *Bacillus subtilis*, una bacteria del suelo que puede actuar como biofungicida (Lahlali y col., 2013), y *Staphylococcus aureus*, una bacteria de nuestro cuerpo que podría causar infecciones si no es controlada (Lowy, 1998).

De los extractos con cloroformo de las hojas también se han determinado funciones bioactivas hepatoprotectoras contra daños hepáticos agudos inducidos por tetracloruro de carbono (CCl₄) y D-galactosamina, lesión de hepatocitos inducida por (D-GalN). Esta función activa se relaciona con la presencia de triterpenos (Gao y col., 2004). Investigadores han llegado a establecer que el estudio de las diferentes partes de *T. catappa* L. es de suma importancia para la bioprospección y creación de posibles fármacos contra enfermedades desentendidas (Muhammad y Mudi, 2011; Chanda y col., 2013; Jiménez y Rebolledo, 2015; Calderón, Torres y Pretel, 2013).

Debido a que existen muy pocos estudios realizados en Panamá con *T. catappa* L. y tras analizar el potencial de esta especie para futuros estudios enfocados en la bioprospección de compuestos secundarios bioactivos, el objetivo de esta investigación es realizar la primera caracterización preliminar de los extractos etanólicos de las hojas nuevas, fruto verde y maduro en *T. catappa* L. de Panamá.

2 Materiales y Métodos

2.1 Área de colecta

Se colectaron las partes vegetales de *T. catappa* en la comunidad de Bella Vista, corregimiento de Limones, Punta Burica, Panamá (8° 2'7.15"N, 82°53'22.38"O) (Figura 1). Este corregimiento se para la costa Pacífica de Panamá con Costa Rica. La población humana que habita en esta área ha fragmentado los bosques para realizar actividades socioeconómicas, como pastizales para ganadería y monocultivo de palma aceitera (Miranda, 2013). El área posee un clima tropical húmedo, con una precipitación anual de 4247,8 mm y una temperatura media anual de 26,4-27°C. La vegetación original dominante en la región según Holdridge es el Bosque Húmedo Tropical (Miranda, 2013).

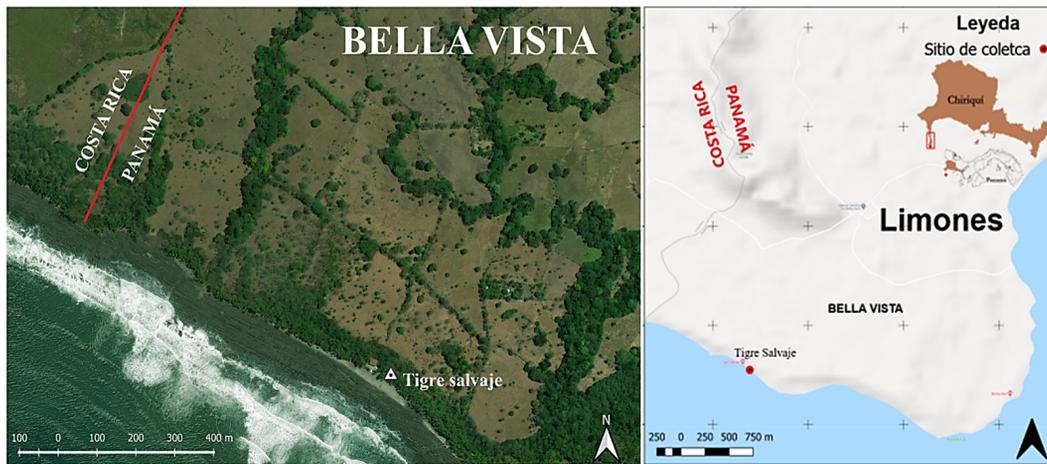


Figura 1. Área de colecta de *T. catappa* L.

2.2 Colecta y Preparación del Material Vegetal

Las muestras fueron recolectadas en época de transición seca a lluviosa (mayo-junio, 2017). Se colectaron hojas nuevas (HN), que estaban más cercana a la base del cogollo y son de color verde, y se diferencian de las secas porque cambian de rojo-naranja a chocolate. También se recolectaron muestras de frutos verdes (FV) y de frutos maduros (FM). El FV es de color verde y el FM es de color amarillo, y se logran diferenciar cualitativamente (Figura 2). Las diferentes partes vegetales fueron debidamente prensadas y llevadas al Herbario de la Universidad

de Autónoma de Chiriquí (UNACHI), donde posteriormente fueron identificadas por especialistas botánicos.

Se realizó un tratamiento directo de las HN, FV y FM del almendro, el cual consistió en poner cada una de las partes por separado en etanol al 95 % durante un día. El extracto etanólico de estas partes se obtuvo mediante un filtrado por gravedad. Se colocó un papel filtro en un embudo para separar la parte sólida de la líquida. Luego este extracto se concentró en un rotavapor al vacío (BUCHI RotavaporTM R-210) para posteriores análisis (Hostettmann y col., 2008).

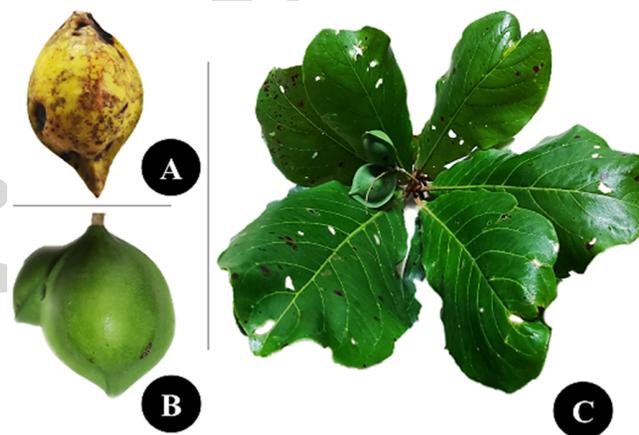


Figura 2, Ilustración fotográfica de las partes vegetales del almendro (*T. catappa* L.) A. Fruto maduro, B. Fruto verde, C. Hoja nueva y fruto verde.

2.3 Caracterización fitoquímica

Se realizaron diferentes pruebas cualitativas y semicuantitativas para determinar los tres grandes grupos de compuestos secundarios (compuestos fenólicos, compuestos nitrogenados y terpenos). Las señales cualitativas se identificaron por la aparición de precipitados, cambio de color y formación de espuma al momento de agregar el reactivo correspondiente al tipo de metabolito que se buscaba caracterizar. Las semicuantitativas fueron evaluadas de la siguiente manera: ausencia (-), presencia leve (+), presencia media (++) , presencia abundante (+++), de acuerdo con la intensidad de las señales cualitativas anteriormente mencionadas. Se realizaron triplicados por cada prueba, con muestras control del reactivo y del extracto, evitando falsos positivos relacionados.

Los compuestos nitrogenados (alcaloides) fueron caracterizados con Dragendorff, Mayer, Wagner y Hager. Cada subgrupo de terpenos fue caracterizado con el reactivo correspondiente, Terpenoides con Rosenthaler, Fitoesteroides con Liebermann-Buchard y Triterpenos con Salkowski. Se utilizó Cloruro Férrico al 5% (FeCl_3) en la identificación de taninos; los flavonoides se caracterizaron con H_2SO_4 concentrado y NaOH al 5%. Para la identificación de saponinas, se preparó una solución acuosa de los extractos y se agitaron, y la formación de espuma es indicativo de su presencia. La identificación de los glicósidos cardiotónicos se realizó con la prueba Legal. Para la identificación de gomas y mucílagos se disolvió un par de mL del extracto en 2,5 mL de agua destilada, por último, se le agregó 5 mL de alcohol al 95% con agitación constante (Albuquerque, 2000; Hostettmann y col., 2008).

Se realizó un análisis de Espectroscopía Infrarroja (FTIR) y Espectroscopía Ultravioleta-Visible (UV) al extracto crudo de cada una de las partes para saber cuáles eran los grupos funcionales presentes y se concuerda con las estructuras base de los

compuestos detectados por tamizaje (Hostettmann y col., 2008).

2.4 Análisis de datos

Se utilizó el programa Past 4.02 para realizar una gráfica de abundancia relativa de los compuestos secundarios presentes en cada uno de los extractos de las partes vegetales estudiadas. Se aplicó el índice de Whittaker para evaluar el porcentaje de diferencia en la composición fitoquímica en las diferentes partes vegetales. Este análisis se valoró con respecto a la presencia (1) y ausencia (0) de los grupos de compuestos secundarios (Whittaker, 1960).

3 Resultados y Discusión

Este estudio expande la información fitoquímica preliminar de *T. catappa* L. en Panamá, a partir de la caracterización fitoquímica cualitativa de las diferentes partes de *T. catappa* L. Se logró identificar los tres grandes grupos de compuestos secundarios de la planta, presentando similitudes en la composición de compuestos secundarios. La caracterización semicuantitativa o abundancia de estos compuestos es variable para cada parte, sobresaliendo con mayor abundancia los compuestos nitrogenados (alcaloides) y compuestos fenólicos (taninos, flavonoides).

Se detectó la presencia sólo de terpenoides, pero en muy baja abundancia, y ausencia de fitoesteroides. Tampoco hubo presencia de glicósidos cardiotónicos, ni de gomas y mucílagos (Tabla 1, Figura 3). Esta caracterización preliminar coincide con otros reportes. La abundante presencia de compuestos fenólicos o ácidos polifenólicos es una característica particular de las hojas de esta planta (Tanaka, Nonaka y Nishioka, 1986), como por ejemplo el ácido gálico, el cual se considera como uno de los mayoritarios (Marrero y Morales, 2016).

Tabla 1. Caracterización cualitativa y semicuantitativa de las diferentes partes de *T. catappa L.*

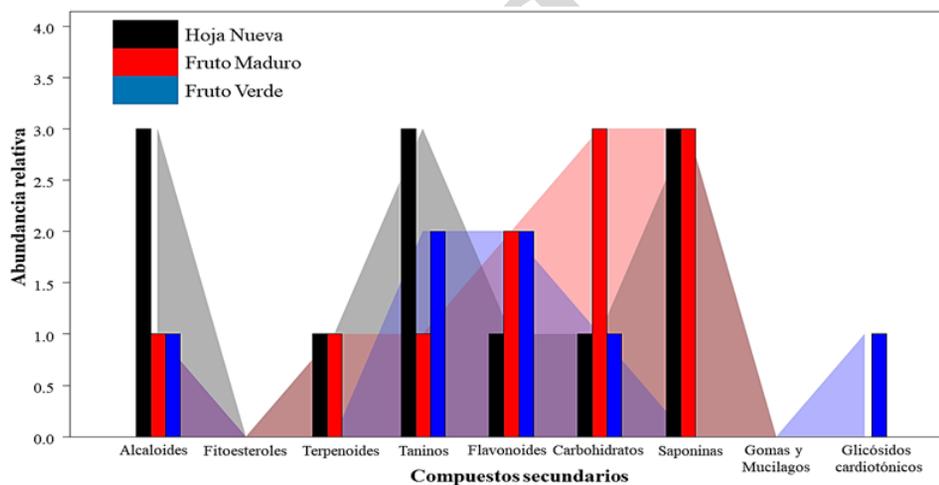
Compuestos secundarios	Hoja nueva	Fruto Maduro	Fruto verde
Alcaloides	+++	+	+
Fitoesteroles	-	-	-
Terpenoides	+	+	-
Taninos	+++	+	++
Flavonoides	+	++	++
Carbohidratos	+	+++	+
Saponinas	+++	+++	-
Gomas y Mucilagos	-	-	-
Glicósidos cardiotónicos	-	-	+

Legenda: ausencia (-), presencia leve (+), presencia media (++), presencia abundante (+++).

Las señales de FTIR para el extracto del FV de almendro (*T. catappa L.*) fueron de compuestos aromáticos ($1770-2010\text{ cm}^{-1}$), OH de compuestos fenólicos (1066 cm^{-1}) y C=O-C de éteres aromáticos (1229 cm^{-1}), lo que indica una posible presencia de los grupos de ácidos polifenólicos, taninos gálicos, saponinas y flavonoides. En el caso de las HN, estas muestran tensiones de C-H (2946 cm^{-1}) y C=H (1662 cm^{-1}), que podrían ser posibles indicadores de cadenas de terpenoides o fitoesteroles. De igual forma, FM y FV presentan señales armónicas, indi-

cativos de compuestos aromáticos ($1770-2010\text{ cm}^{-1}$) en conjunto con señales de OH, indicativo de posibles compuestos fenólicos.

En la espectroscopia UV de los extractos de las HN y FV del almendro (*T. catappa L.*) se obtuvieron picos de 255nm, 294nm, 377nm, los cuales son representativos de compuestos aromáticos, nitrogenados, en este caso podrían ser taninos, alcaloides y flavonoides; a longitudes de onda a 666 y 662 nm, se encuentran las saponinas por sus complejas estructuras esqueléticas.

**Figura 3.** Abundancia relativa con respecto a la caracterización semicuantitativa de los compuestos secundarios.

Las investigaciones confirman que la abundancia de compuestos polifenólicos está relacionada con funciones bioactivas, como por ejemplo antioxidantes de gran interés a nivel farmacognóstico

(Tanaka, Nonaka y Nishioka, 1986; Masuda y col., 1999; Lin y col., 2001; Marques y col., 2012). Uno de los estudios que prueba la posible efectividad de los compuestos fenólicos (Punicalagina) como anti-

oxidantes es el presentado por Chen y col. (2000), donde la Punicalagina suprime la generación de radicales libres intracelulares inducidos por bleomicina, identificados como superóxidos y peróxidos de hidrógeno, evitando la genotoxicidad. También se ha reportado que punicalagina y punicalina tienen actividad antihepatotóxica sobre la toxicidad inducida por el acetaminofén (Paracetamol) en hígado de ratas (Lin y col., 2001).

El índice de Whittaker mostró sólo un 23,53% de diferencia entre las partes de las plantas. La HN con el FM presentó los mismos grupos de compuestos

secundarios. El FV con respecto a la HN y el FM presentó 27,27% de diferencia en la composición fitoquímica. El fruto verde presentó cinco grupos de compuestos secundarios, abarcando compuestos nitrogenados (alcaloides) y compuestos fenólicos (taninos y flavonoides). No se obtuvo presencia de terpenoides. En FM se logró la identificación de seis grupos pertenecientes a los tres grandes grupos principales. El FV presentó glicósidos cardiotónicos con mayor abundancia de taninos; sin embargo, el fruto maduro presentó terpenoides, con alta abundancia de carbohidratos y baja de taninos.

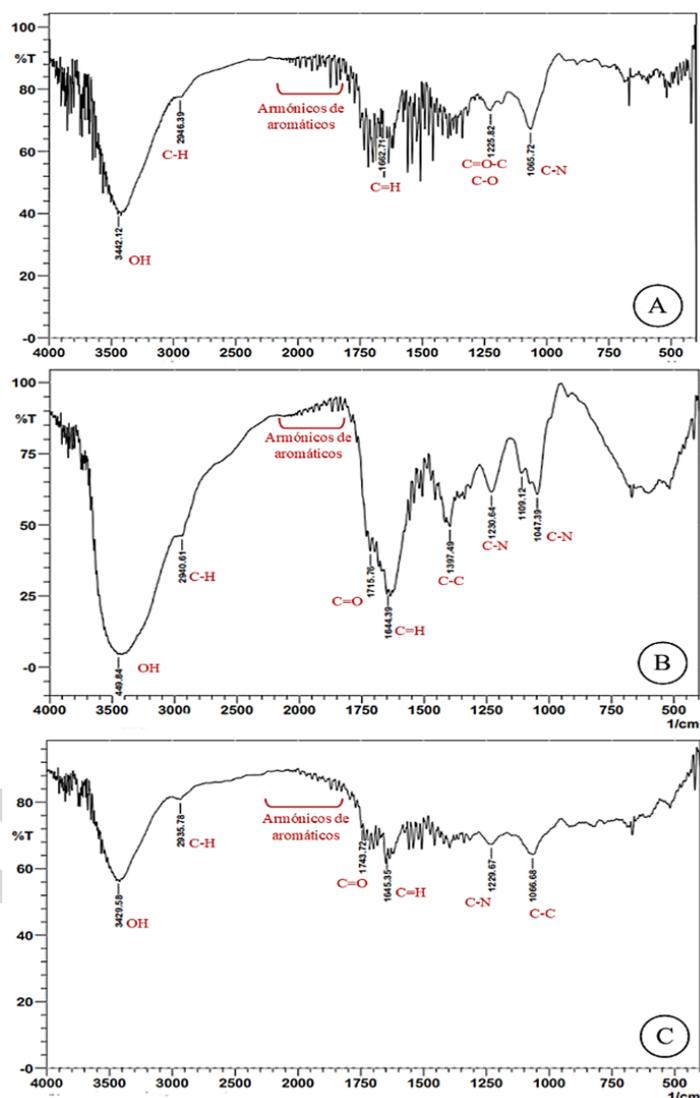


Figura 4. FTIR de las diferentes partes vegetales de *T. catappa* L. A. Hoja nueva; B. Fruto maduro; C. Fruto verde.

Las variaciones en el fruto son comunes en los procesos de maduración, donde se produce mayor contenido de carbohidratos o azúcares; también ocurre el aumento en la producción de compuestos volátiles o aromáticos (terpenoides) y la disminución de otros, en este caso taninos (Arrieta, Baquero y Barrera, 2006). La presencia de flavonoides también es importante pues son los que dan el color a las partes vegetales y son un indicativo de maduración. En el caso del fruto del almendro, este disminuye el color verde (clorofila) y aumenta el color amarillo, asociado a un tipo de flavonoide (antocianina) (Ronald, 2011).

Estas variaciones coinciden con lo reportado anteriormente, donde se observa un aumento considerable de carbohidratos en el estado maduro, siendo uno de los compuestos predominantes, seguido de terpenoides y compuestos fenólicos (Ratnasooriya y Dharmasiri, 2000; Santos, Lorenzo y Lannes, 2016). Estos valores de carbohidratos han demostrado que la fruta del almendro tiene un alto valor energético; de igual forma, se ha reportado que suministran sustancias básicas para el crecimiento y mantenimiento de las funciones corporales (Lima, 2012). En el presente está asociado a la presencia de saponinas. Por eso han sido utilizados en diversos productos como materia prima en el enriquecimiento de formulaciones existentes en la industria alimentaria (Nagappa y col., 2003; Lima, 2012; Chanda y col., 2013).

4 Conclusiones

En este estudio se logró la primera base sobre la composición fitoquímica de los extractos etanólicos de las hojas verdes, frutos verdes y maduros de *T. catappa* L. en Panamá. La caracterización semicuantitativa o abundancia de los compuestos fitoquímicos es variable para cada parte, y se observó con mayor abundancia los compuestos nitrogenados (alcaloides) y compuestos fenólicos (taninos, flavonoides). Se detectó baja abundancia de terpenoides y ausencia de fitoesteroles, glicósidos cardiotónicos, gomas y mucilagos.

Tomando en consideración la composición fitoquímica de *T. catappa* L. reportada en otros estudios y su similitud con lo encontrado en este trabajo, se puede considerar como un potencial recurso para la

salud, siendo de gran valor etnobotánico, farmacológico y para la industria alimenticia en Panamá.

Agradecimientos

A la escuela de Química y Centro de Investigación de Productos Naturales y Biotecnología (CIP-NABIOT) de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI) por facilitarnos las instalaciones, el equipo y reactivos de los laboratorios para realizar los análisis fitoquímicos. A los docentes e investigadores de la Escuela de Química-UNACHI por las enseñanzas, entrenamiento y apoyo brindado en la adquisición de conocimientos para realizar estos trabajos de investigación. A Milagros Centeno-Beitia y Karoline Montezuma por la recolección de las muestras. A Ph.D. Pedro Méndez Carvajal por las recomendaciones en el manuscrito.

Referencias

- ANAM (2010). *Cuarto Informe Nacional De Panamá Ante El Convenio Sobre La Diversidad Biológica*. Inf. téc. Autoridad Nacional del Ambiente. Online: <https://bit.ly/3rc4Ixe>.
- Albuquerque, E. Rocha de (2000). «Fundamentos de Tecnología de Productos Fitoterapéuticos». En: ed. por R. Pinzón. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Cap. Tamizaje farmacológico y tamizaje fitoquímico, págs. 195-204.
- Arrieta, A., U. Baquero y J. Barrera (2006). «Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano 'Papocho' (*Musa ABB Simmonds*)». En: *Agronomía Colombiana* 24.1, 48-53. Online: <https://bit.ly/3Gf4QCs>.
- Calderón, A., P. Torres y O. Pretel (2013). «Efecto del extracto hidroalcohólico de *Terminalia catappa* L. (Combretaceae) sobre radicales libres inducidos en cerebro de rata». En: *The Biologist (Lima)* 11.2, 267-2750. Online: <https://n9.cl/x7l6h>.
- Chanda, S. y col. (2013). «Antimicrobial, antioxidant, and synergistic properties of two nutraceutical plants: *Terminalia catappa* L. and *Colocasia esculenta* L.» En: *Turkish Journal of Biology* 37.1, 81-91. Online: <https://bit.ly/3330j7F>.

- Chen, P. y col. (2000). «Folk medicine *Terminalia catappa* and its major tannin component, punicalagin, are effective against bleomycin-induced genotoxicity in Chinese hamster ovary cells». En: *Cancer letters* 152.2, 115-122. Online: [https://doi.org/10.1016/S0167-5847\(00\)00199-9](https://doi.org/10.1016/S0167-5847(00)00199-9).
- Correa, A., D. Mireya y M. y Sánchez de Stapf (2004). *Catálogo de las plantas vasculares de Panamá*. Quebecor World.
- Correa, M. y col. (2010). *Árboles y arbustos del Parque Natural Metropolitano, Panamá*. Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Esposito, M. y col. (1985). «Pharmacological screening of Panamanian medicinal plants. Part 1». En: *International Journal of Crude Drug Research* 23.1, 17-25. Online: [https://doi.org/10.1016/0368-2745\(85\)90001-9](https://doi.org/10.1016/0368-2745(85)90001-9).
- Fan, Y. y col. (2004). «Phytochemical and antiinflammatory studies on *Terminalia catappa*». En: *Fito-terapia* 75.3-4, 253-260. Online: <https://doi.org/10.1016/j.3HLbPDy>.
- Farnum, F. y V. Murillo (2015). *Guía ilustrada para 80 árboles y arbustos comunes*. Universidad de Panamá.
- Farnum, F. y K. Yángüez (2015). «Estudio Etnobotánico y usos sostenibles de los recursos de la flora en la Comunidad de Narganá, Guna Yala». En: 3.2, 43-56. Online: <https://doi.org/10.1016/j.3HLDHMA>.
- Flores, R., C. Black y A. Ibáñez (2017). «A new species of *Heliconia* (*Heliconiaceae*) with pendent inflorescence, from Chucantí Private Nature Reserve, eastern Panama». En: *PhytoKeys* 77, 21-32. Online: <https://doi.org/10.1016/j.3n9NVty>.
- Flores, R., A. Ibanez y M. Correa (2016). «*Eugenia veraguensis* (*Myrtaceae*), a new species from Golfo de Chiriqui in Veraguas Province, Panama, with notes on *Eugenia rhombea*». En: *Phytotaxa* 270.3, 217-222. Online: <https://doi.org/10.1016/j.33kqHKh>.
- Flores, R. y col. (2018). «A new epiphytic species of *Notopleura* (*Rubiaceae*) from Chucantí Nature Reserve, eastern Panama». En: *Webbia* 73.2, 195-201. Online: <https://doi.org/10.1016/j.3HPAqqG>.
- Gao, J. y col. (2004). «Hepatoprotective activity of *Terminalia Catappa* L. leaves and its two triterpenoids». En: *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 56.11, 1449-1455. Online: <https://doi.org/10.1016/j.3q7d89V>.
- Gupta, M. (2004). *Investigaciones farmacognósticas sobre la flora panameña*. Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia.
- (2008). *Plantas Medicinales iberoamericanas*. Programa Iberoamericana de Ciencia y Tecnología, Convenio Andrés Bello.
- Hostettmann, K. y col. (2008). *Manual de estrategias para el aislamiento de productos naturales bioactivos*. Inf. téc. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología, Convenio Andrés Bello.
- Jiménez, J. y K. Espino (2020). *Guía de árboles y plantas arborescentes de la Universidad Tecnológica de Panamá, Extensión Tocumen*. Inf. téc. Universidad Tecnológica de Panamá.
- Jiménez, M. y G. Rebolledo (2015). «Efecto hepatoprotector de plantas medicinales y compuestos naturales contra el daño provocados por fármacos antituberculosos». En: *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* 46.3, 6-15. Online: <https://doi.org/10.1016/j.3Fh4nyw>.
- Lahlali, R. y col. (2013). «Evidence that the biofungicide *Serenade* (*Bacillus subtilis*) suppresses clubroot on canola via antibiosis and induced host resistance». En: *Phytopathology* 103.3, 245-254. Online: <https://doi.org/10.1016/j.3tbVbJd>.
- Leija, L. y col. (2014). «Cribado de la actividad antimicrobiana de plantas panameñas de la familia *Fabaceae*». En: *Revista Médica de la Universidad de Costa Rica* 8.2, 11-23. Online: <https://doi.org/10.1016/j.33gw11h>.
- Lima, R. (2012). «Fruto da Castanhola (*Terminalia catappa* Linn): compostos bioativos, atividade antioxidante e aplicação tecnológica». Tesis de maestría. Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- Lin, C.C. y col. (2001). «Antioxidant and hepatoprotective effects of punicalagin and punicalin on acetaminophen-induced liver damage in rats». En: *Phytother Res.* 15.3, 206-12. Online: <https://doi.org/10.1016/j.3IXKrCP>.
- Lin, Y. y col. (2000). «Flavonoid glycosides from *Terminalia catappa* L.» En: *Journal of the Chinese Chemical Society* 47.1, 253-256. Online: <https://doi.org/10.1016/j.3q904Rh>.
- López, O. y M. Mainieri (2019). *Importancia Médica de la Flora y la Fauna Panameña*. Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Lowy, F. (1998). «*Staphylococcus aureus* infections». En: *New England journal of medicine* 339.8, 520-532. Online: <https://doi.org/10.1016/j.3G6FMNU>.
- Marques, M. y col. (2012). «An in vitro analysis of the total phenolic content, antioxidant power, physical, physicochemical, and chemical composition of *Terminalia Catappa* Linn fruits». En:

- Food Science and Technology* 32, 209-213. Online: <https://bit.ly/3GaqHL7>.
- Marrero, D. y C. Morales (2016). «Identificación de ácidos polifenólicos en el extracto metanólico de las hojas de *Terminalia catappa* Linn». En: *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 21.2, 223-233. Online: <https://n9.cl/hfwsh>.
- Masuda, T. y col. (1999). «Evaluation of the antioxidant activity of environmental plants: activity of the leaf extracts from seashore plants». En: *Journal of Agricultural and Food chemistry* 47.4, 1749-1754. Online: <https://bit.ly/3JXVCN2>.
- Mena, R., T. Poli y J. Almansa (2015). «Sistemas de transmisión del conocimiento etnobotánico de plantas silvestres comestibles en Turbo, Antioquia, Colombia». En: *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 6.1, 133-1143. Online: <https://bit.ly/3Faghda>.
- Miranda, E. (2013). «Lluvia de semillas en un paisaje tropical fragmentado: Implicaciones para la regeneración natural de los bosques en Chiriquí, Panamá». Tesis de maestría. Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- Muhammad, A. e Y. Mudi (2011). «Phytochemical screening and antimicrobial activities of *Terminalia catappa*, leaf extracts». En: *Biokemistri* 23. Online: <https://bit.ly/3f8h4Ri.1>.
- Nagappa, A. y col. (2003). «Antidiabetic activity of *Terminalia catappa* Linn fruits». En: *Journal of ethnopharmacology* 88.1, 45-50. Online: <https://n9.cl/hrzbx>.
- Olmedo, D. y col. (2018). «Descubrimiento de compuestos bioactivos a través de bioprospección en Panamá». En: *Saberes APUDEP* 1.2, 1-20. Online: <https://bit.ly/3r4RFxs>.
- Ortiz, O. y col. (2019). «Additions to the Flora of Panama, with comments on plant collections and information gaps». En: *Check List* 15, 601. Online: <https://bit.ly/3JXcpjg>.
- Ratnasooriya, W. y M. Dharmasiri (2000). «Effects of *Terminalia catappa* seeds on sexual behaviour and fertility of male rats». En: *Asian Journal of Andrology* 2.3, 213-220. Online: <https://bit.ly/3q7ztEj>.
- Ronald, A. (2011). *Las frutas: el oro de mil colores Frutoterapia*. Ecoe Ediciones.
- Santos, O., N. Lorenzo y S. Lannes (2016). «Chemical, morphological, and thermogravimetric of *Terminalia catappa* Linn». En: *Food Science and Technology* 36, 151-158 Online: <https://bit.ly/3t7QUGN>.
- Tanaka, T., G. Nonaka e I. Nishioka (1986). «Tannins and Related Compounds. XLII.: Isolation and Characterization of Four New Hydrolyzable Tannins, Terflavins A and B, Tergallagin and Tercatain from the Leaves of *Terminalia catappa* L.» En: *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 34.3, 1039-1049. Online: <https://bit.ly/3qavvL4>.
- Torres, N. y col. (2017). «Plantas medicinales de Panamá 2: Etnobotánica de la Reserva forestal la Tronosa, Provincia de los Santos». En: *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 16.4, 361-384. Online: <https://bit.ly/3JV7eAI>.
- Whittaker, R. (1960). «Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California». En: *Ecological monographs* 30.3, 279-338. Online: <https://bit.ly/3GbphQR>.