

Capítulo 6 Caracterización fitoquímica y espectroscópica de extractos de las hojas de la *Coccoloba uvifera*

Chapter 6 Phytochemical and spectroscopic characterization of extracts from *Coccoloba uvifera* leaves

HUCHIN-CHAN, Nancy del Carmen†, FIGUEROA-RAMÍREZ, Sandra Jazmín*, PORCAYO-CALDERÓN, Jesús y SIERRA-GRAJEDA, Juan Manuel Tadeo

Universidad Autónoma del Carmen, Campus III. Facultad de Ingeniería, Avenida Central S/N. Esq. con Fracc. Mundo Maya, C.P. 24115, Ciudad del Carmen, Campeche, México.

Universidad de Sonora, División de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Edificio 5B, Del Conocimiento Centro, C.P. 83000, Hermosillo Sonora, México.

ID 1^{er} Autor: *Nancy del Carmen, Huchin-Chan* / **ORC ID:** 0000-0003-1405-4563, **CVU CONACYT ID:** 785518

ID 1^{er} Coautor: *Sandra Jazmín, Figueroa-Ramírez* / **ORC ID:** 0000-0003-1368-1741, **CVU CONACYT ID:** 164797

ID 2^{do} Coautor: *Jesús, Porcayo-Calderón* / **ORC ID:** 0000-0002-6943-3926, **CVU CONACYT ID:** 6173

ID 3^{er} Coautor: *Juan Manuel Tadeo, Sierra-Grajeda* / **ORC ID:** 0000-0002-0565-6450, **CVU CONACYT ID:** 219284

DOI: 10.35429/H.2022.10.49.58

N. Huchin, S. Figueroa, J. Porcayo y J. Sierra

*sfigueroa@pampano.unacar.mx

O. Benavides & A. Flores (VV. AA.). Ingeniería y Materiales Aplicados al Medio Ambiente. Handbooks- TII- ©ECORFAN-Mexico, 2022.

Resumen

En la presente investigación se obtienen extractos de las hojas de la planta *Coccoloba uvifera* y se caracterizan mediante pruebas fitoquímica y espectroscópica. Los extractos se obtuvieron mediante el proceso de maceración empleando como solventes el acetato de etilo, acetona, etanol, metanol y hexano. Asimismo, se caracterizaron con pruebas fitoquímicas (reacción con cloruro férrico 10%, reacción con grenetina, reacción hidróxido de sodio 10%, reacción Shinoda, prueba de estabilidad) y espectroscopia UV-Vis y Espectroscopía Infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR). Las pruebas fitoquímicas indicaron la presencia de diferentes compuestos orgánicos como antocianinas, chalconas, flavonas, flavonoles, xantonas, saponina y taninos. Los extractos obtenidos con acetato de etilo y acetona no mostraron la presencia de flavonas, flavonoles o ácido cafeico. Con espectroscópica UV-VIS se mostró la presencia de compuestos fenólicos y con la técnica de FTIR se observaron bandas de absorción características de compuestos fenólicos, alcoholes, aminas, ácidos carboxílicos, flavonoides y antocianinas.

Coccoloba Uvifera, Inhibidor, Extractos, Maceración, Fenólicos

Abstract

In the present investigation, extracts are obtained from the leaves of the *Coccoloba uvifera* plant and are characterized by phytochemical and spectroscopic tests. The extracts were obtained through the maceration process using ethyl acetate, acetone, ethanol, methanol, and hexane as solvents. Likewise, they were characterized with phytochemical tests (reaction with ferric chloride 10%, gelatin, sodium hydroxide reaction 10%, Shinoda reaction, stability test) and UV-Vis spectroscopy and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Phytochemical tests indicated the presence of different organic compounds such as anthocyanins, chalcones, flavones, flavonols, xanthonas, saponins, and tannins. The extracts obtained with ethyl acetate and acetone did not show the presence of flavones, flavonols, or caffeic acid. UV-VIS spectroscopy observed the presence of phenolic compounds and FTIR technique characteristic absorption bands of phenolic compounds, alcohols, amines, carboxylic acids, flavonoids and anthocyanins.

Coccoloba Uvifera, Inhibitor, Extracts, Maceration, Phenolics

1 Introducción

Desde la antigüedad el uso de las propiedades terapéuticas de las plantas medicinales se ha implementado para tratamiento de curación de diversas enfermedades, dolencias y para la fabricación de productos sintéticos (Ginarte, 2016). El uso de especies medicinales en los últimos años en diversos países es reconocido como la medicina natural (Mtairag, 2022); debido a que presenta eficiencia, aceptación y mantiene un bajo costo. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), existen 21,000 especies de plantas que poseen potencial para ser empleadas como medicinales (Ettiyappan., 2022).

Las plantas están conformadas por diversos compuestos químicos bioactivos, que son denominados fitoquímicos: flavonoide, alcaloides, terpenos, esteroides vegetales, saponinas, curcuminas, fenólicos, glucósidos y taninoso (Chen., 2014). Este tipo de moléculas son las encargadas de producir la materia prima para la base de medicamentos y alimentos funcionales (Kuca, 2022); la capacidad de identificar y extraer los compuestos orgánicos activos es fundamental para evaluar y entender el valor potencial. Los componentes fitoquímicos incorporan y poseen propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias, antioxidantes, compuestos fenólicos y flavonoides (Ettiyappan., 2022).

Es importante resaltar que las plantas contienen una gran variedad de compuestos orgánicos que han permitido utilizarlas ampliamente en el área medicinal. Por tal motivo, los científicos están explorando sus propiedades para utilizarlas como inhibidores verdes de corrosión (Adebayo, 2021). La función principal de estos inhibidores es retardar la velocidad de corrosión sobre los metales que son expuestos en medios corrosivos. En la región sureste de México se cuenta con una gran diversidad de flora, particularmente, la planta *Coccoloba uvifera* conocida como uva de mar se ha utilizado como planta ornamental y el tronco se ha usado como combustible, además está disponible todo el año y es de fácil acceso.

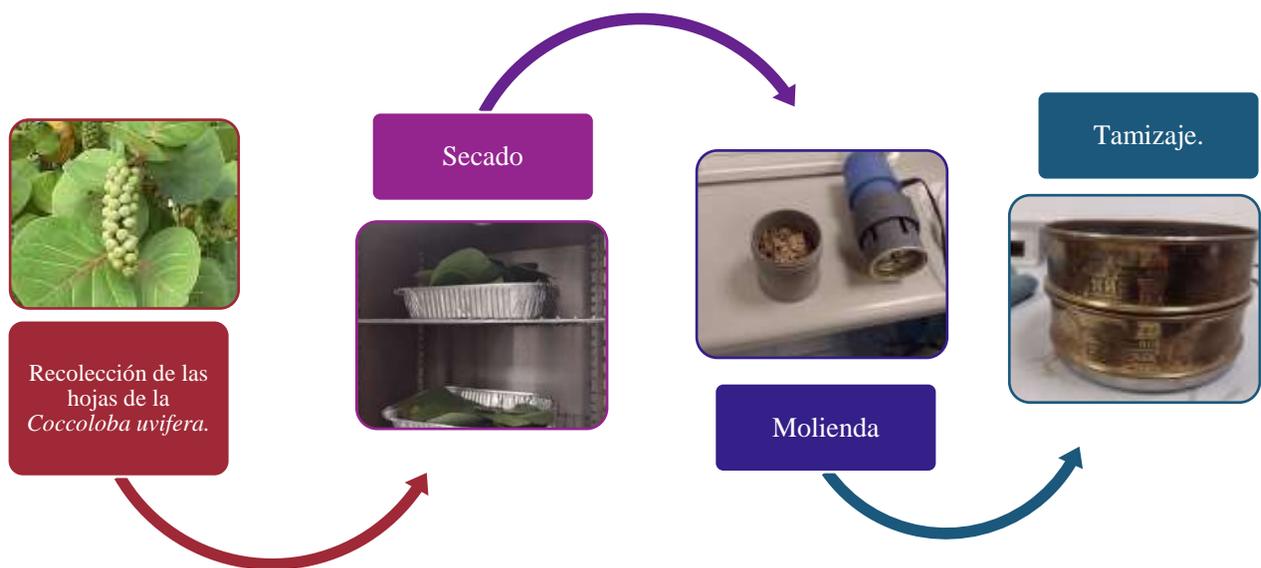
Por esta razón, en el presente trabajo se estudia las hojas de la planta de *Coccoloba uvifera* para la obtención de sus compuestos orgánicos utilizando diferentes solventes para su extracción. Asimismo, los diversos extractos obtenidos de las hojas *Coccoloba uvifera* se caracterizan mediante técnicas fitoquímica y espectroscópicas UV-VIS y FTIR.

2 Metodología a desarrollar

2.1 Recolección y obtención de los extractos

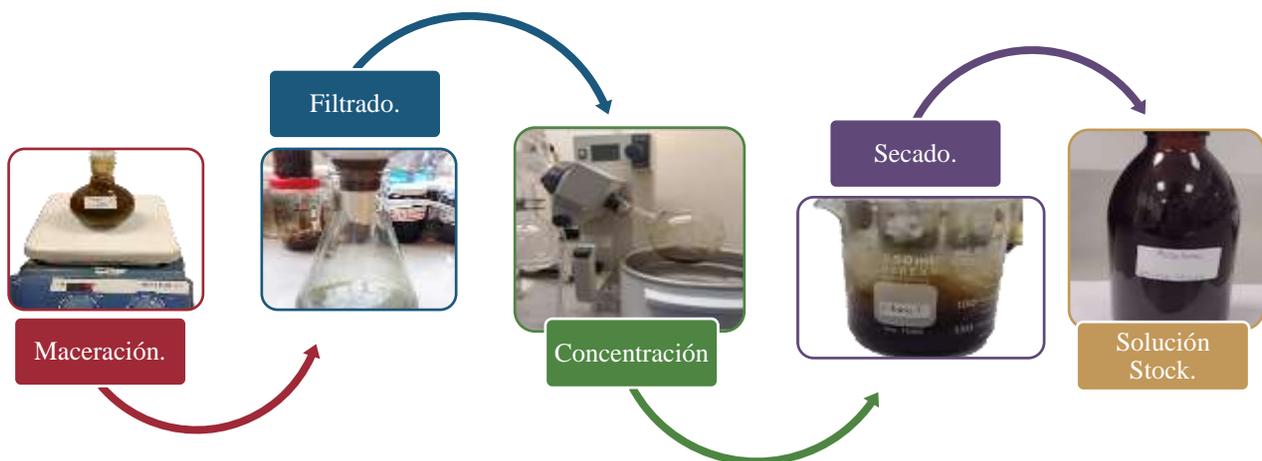
Las hojas de planta *Coccoloba Uvifera* se recolectaron en Playa Norte, Ciudad del Carmen, Campeche, las cuales se lavan con agua potable, agua destilada y se dejan escurrir por una hora. Enseguida, se cortan en pedazos pequeños y se secan en el horno a 70 °C durante 4 días; posteriormente se trituran en un molino y tamizan con la malla No. 60 (250 µm). Los extractos se obtuvieron por el método de maceración, se utiliza 25 g de polvo de la hoja en 250 mL de cada uno de los solventes, se deja en agitación por 72 horas. Los solventes empleados fueron: acetato de etilo, hexano, metanol y etanol. Los extractos se concentran en el rotavapor a 40 rpm y 60 °C, durante 25 minutos. La muestra concentrada se seca en el horno a °C por 3 días. Finalmente, se pesa el extracto seco y se prepara la solución stock con 10 mL del solvente en 250 mL de agua destilada. En la figura 1.1 se describe el proceso para la obtención del polvo de las hojas y en la figura 1.2 se muestra el esquema general del proceso de obtención de los extractos de las hojas.

Figura 1.1. Proceso para la obtención del polvo de las hojas de la *Coccoloba Uvifera*



Fuente de Consulta: Elaboración Propia

Figura 1.2. Proceso de obtención del extracto de las hojas de la *Coccoloba Uvifera*



Fuente de Consulta: Elaboración Propia

2.2 Caracterización fitoquímica de los extractos

Para la caracterización fitoquímica permite conocer de forma cualitativa la presencia de los compuestos orgánicos presentes en los extractos, a continuación, se describen las diferentes pruebas utilizadas:

- **Reacción de Shibita's** (Auwal MS, 2014): A 1 ml de la solución acuosa, se adicionan 0.5 mL HCl concentrado al primer tubo de ensaye, luego se coloca una tira de magnesio de 3 mm, por 5 minutos a 25 C° al agregar la tira de magnesio la muestra comenzará a espumar y para demostrar la presencia de flavonas se agrega HCl a la muestra. La solución de color rojo indica la presencia de flavonoles y naranja de flavonas.
- **Reacción de hidróxido de sodio al 10%:** Se adiciona 0.5 mL gotas de hidróxido de sodio a 1 mL de la solución, se observan cambios en la coloración donde se establece un testigo respecto al de muestra inicial. Las condiciones de reacción fueron las mismas que en la reacción anterior.
- **Identificación de Saponinas** (Auwal MS, 2014): A 3 mL de la solución acuosa del extracto se mezclaron con 10 mL de agua destilada en un tubo de ensayo. El tubo de ensayo se tapó y se agitó vigorosamente durante 5 min, se dejó reposar durante 30 min y se observó la presencia de espuma de panal, que era indicativa de la presencia de saponinas.
- **Identificación de Taninos**
- (Reacción de cloruro férrico) (Auwal MS, 2014): A 2 mL de la solución acuosa del extracto se agregaron a unas gotas de solución de cloruro férrico al 10% (ligero amarillo). La aparición de color azul negruzco mostró la presencia de taninos gálicos y un color verde-negruzco presencia indicada de taninos catecol.
- Reacción con grenetina (Auwal MS, 2014): A 1 mL de extracto etanólico, se adicionaron 0.5 mL de reactivo de gelatina (0.5 g de grenetina pura aforado a 50 mL de agua destilada). Se observan cambios de coloración, si no se observan cambios, no hay presencia de Taninos.
- **Reacción de acetato de plomo** (Roopalatha Uc, 2013): Con la finalidad de identificar la presencia de fenoles en el extracto, se realiza esta prueba. unas pocas gotas de acetato de plomo al 10 % añadidas a 1 mL de la solución de prueba resultó en la formación de un precipitado amarillo confirmó la presencia de flavonoides.

2.3 Espectroscopia UV-Vis y FTIR

Los extractos obtenidos se analizaron en un espectrofotómetro UV-Vis marca Agilent, modelo CARY 60, las muestras se analizaron en el intervalo de 200 a 800 nm con una velocidad de escaneo de 300 nm/min. Asimismo, se obtuvieron los espectros de infrarrojo utilizando un espectrómetro de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR), Tensor II marca Bruker a una resolución de 4 cm⁻¹ de resolución, 32 escaneos realizados en un rango de entre 4000 a 500 cm⁻¹ utilizando un ATR punta de diamante (Peter J. Larkin, 2018) .

3 Resultados

3.1 Caracterización Fitoquímica de los extractos de la *Cocoloba uvifera*

En la tabla 1.1 se muestran los resultados obtenidos de los extractos de las hojas de la *Cocoloba uvifera* analizados mediante las diferentes pruebas fitoquímicas. Los extractos obtenidos con hexanos, metanol y etanol mostraron cambio de coloración con la reacción con cloruro férrico, grenetina, hidróxido de sodio al 10%, reacción de acetato de plomo al 10%, Shibitda y saponinas mostraron indicando la presencia de diferentes compuestos orgánicos indicados en la tabla. Los extractos obtenidos con acetato de etilo y acetona no mostraron la presencia de flavonas, flavonoles o ácido cafeico. Por lo tanto, los extractos contienen polifenoles con estructura tipo flavonoide (Auwal MS, 2014), (Roopalatha Uc, 2013).

Tabla 1.1. Resultados de las pruebas fitoquímicas realizadas con los diferentes extractos

No.	Pruebas Fitoquímicas	Compuestos Orgánicos	Coloración	Resultados				
				Solventes				
				Acetato de etilo	Hexano	Metanol	Etanol	Acetona
1	Cloruro férrico al %10	Taninos catecol	Verde oscuro	+	+	+	+	+
2	Grenetina	Taninos	Amarillo claro	+	+	+	+	+
3	Hidróxido de sodio al 10%	Antocianinas, chalconas, flavonas, flavonoles, xantonas	Rojiza	+	+	+	+	+
4	Reacción de acetato de plomo al 10%	Flavonas, flavonoles o ácido cafeico	Verde oscuro	-	+	+	+	-
5	Reacción de Shibita's	Flavonas	Verde claro	-	+	+	+	-
6	Prueba de Saponina	Saponina	N/A	+	+	+	+	+

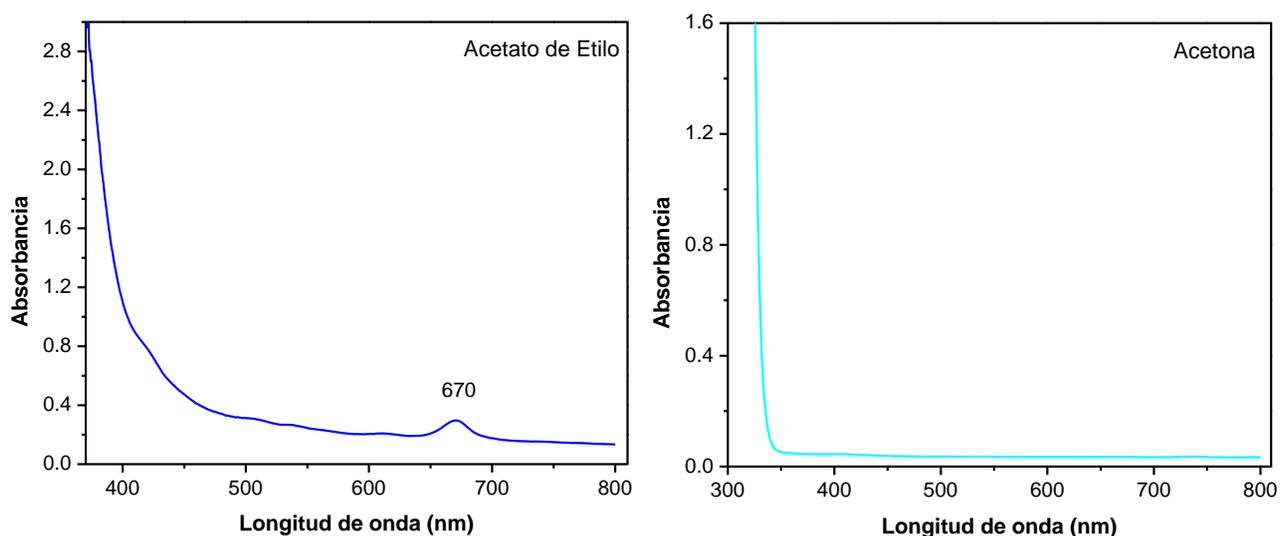
Fuente de Consulta: Elaboración Propia

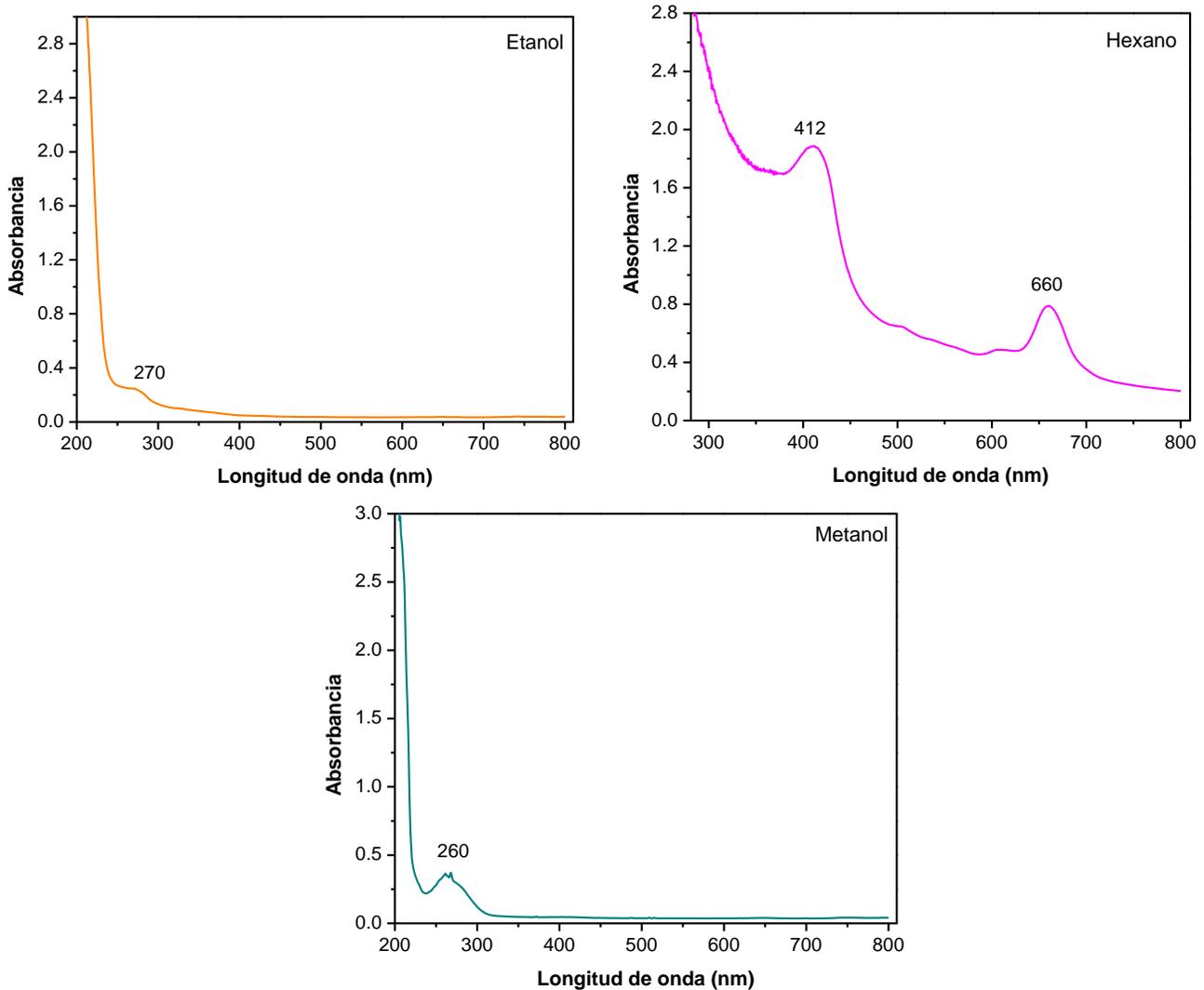
3.2 Caracterización espectroscópica de los extractos de la *Cocoloba uvifera*

3.2.1 Espectroscopia UV-VIS

En la figura 1.1 se muestran los espectros UV-VIS de los diferentes extractos obtenidos con las hojas de la *Cocoloba uvifera* en el intervalo de 190 a 800 nm. En el espectro UV-Vis del extracto de acetato de etilo se describe un pico máximo en 670, que corresponde a un catión radical ABTS; el cual permite la determinación de la capacidad antioxidante (Shivali Singla et al, 2022). En el espectro del extracto de acetona, no se observó la presencia de algún pico máximo, esto indica que no contiene compuestos fenólicos (Roland Tolulope Loto, 2022). Por tanto, en el espectro UV-Vis del extracto etanólico se describe un pico máximo en 270 nm, el cual corresponde a un grupo fenol (Kumari Jyoti, 2016). En el espectro correspondiente al extracto hexánico se identifican dos picos máximos en 412 nm y 660 nm asociados a antocianinas y ABTS (Shivali Singla et al, 2022), por lo tanto, este extracto contiene polifenoles. Finalmente, en el espectro UV-Vis del extracto metanólico se presenta un pico máximo en 260 nm que está asociado al grupo fenol (Dasari Ayodhya, 2022).

Gráfico 1.1 Espectro UV-Vis de los diferentes extractos obtenidos de las hojas de la *Coccoloba Uvifera*



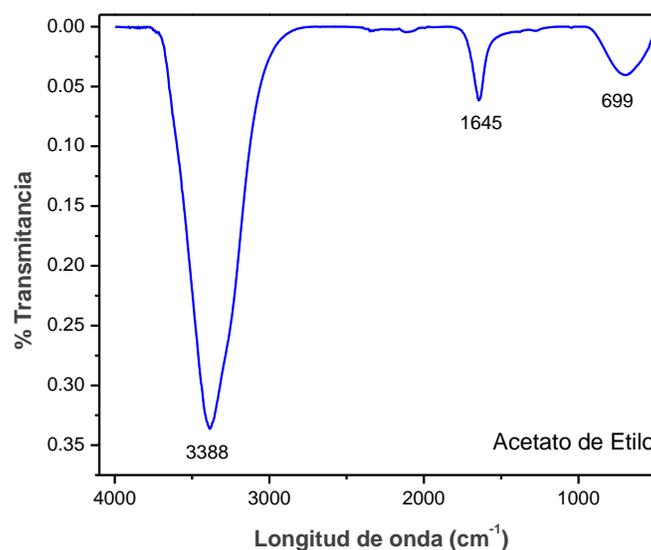


Fuente de Consulta: Elaboración Propia

3.2.2 Espectroscopia de Infrarrojo por Transmisión de Fourier (FTIR)

Con la finalidad de conocer los grupos presentes en los extractos obtenidos con diferentes solventes se analiza utilizando la técnica de FTIR. En el gráfico 1.2 se muestra el espectro obtenido del extracto de acetato de etilo, se describen tres bandas intensas en 699 cm^{-1} , 1645 cm^{-1} y 3388 cm^{-1} , las cuales se relacionan con grupos aromáticos (C-H “oop”), aminas primarias (N-H) y alcoholes fenoles (O-H) (Peter J. Larkin, 2018).

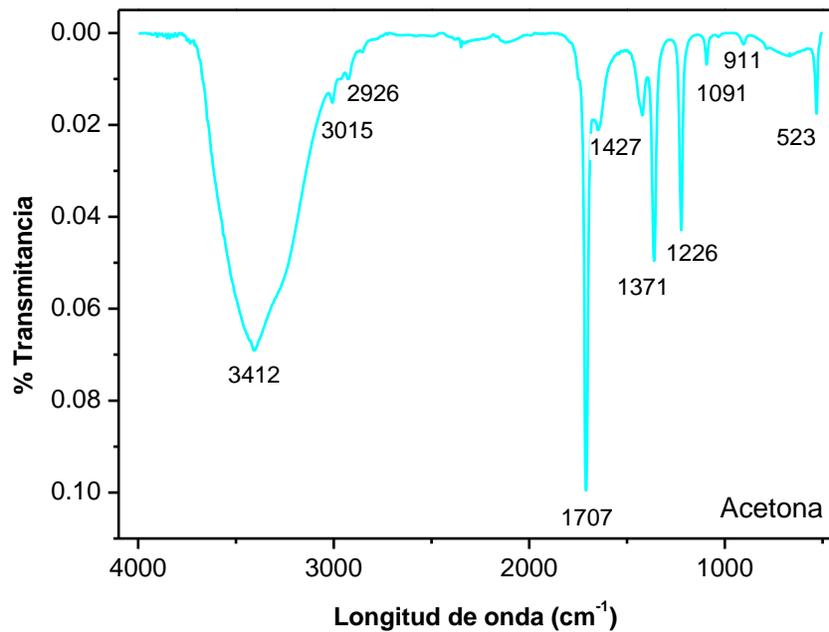
Gráfico 1.2. Espectro FTIR del extracto de la *Coccoloba Uvifera* obtenido en el solvente de acetato de etilo



Fuente de Consulta: Elaboración Propia

En el gráfico 1.3 se muestra el FTIR del extracto de acetona, se observan máximos en 523 cm^{-1} , 911 cm^{-1} , 1091 cm^{-1} , 1226 cm^{-1} , 1427 cm^{-1} , 1371 cm^{-1} , 2926 cm^{-1} , 3015 cm^{-1} y 3412 cm^{-1} , los cuales están asociados a los grupos funcionales de antocianinas, fenólicos aminas alifáticas (C-N), aromáticos (C-C), alcanos (C-H), ácidos carboxílicos (O-H, C-H), alcoholes y fenoles (O-H enlace H) (Nakayama, 2002) (Roland Tolulope Loto, 2022).

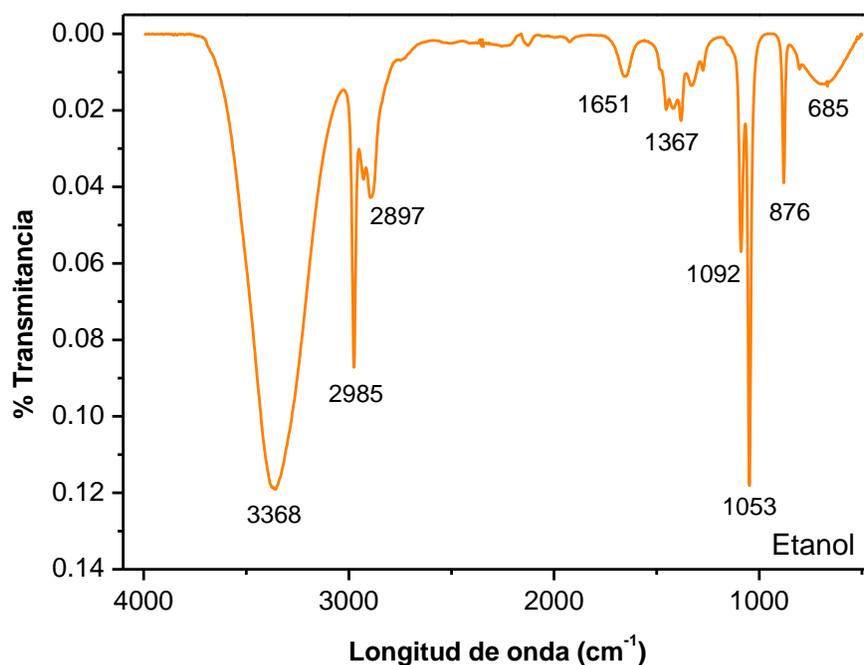
Gráfico 1.3 Espectro FTIR del extracto de la *Coccoloba Uvifera* obtenido en el solvente de acetone



Fuente de Consulta: Elaboración Propia

Por otro lado, en el gráfico 1.4 se muestra el FTIR correspondiente al extracto de etanólico, se describen diferentes máximos en 685 cm^{-1} , 876 cm^{-1} , 1053 cm^{-1} , 1092 cm^{-1} , 1367 cm^{-1} , 1651 cm^{-1} , 2897 cm^{-1} , 2985 cm^{-1} y 3368 cm^{-1} , los cuales se asocian a los grupos de haluros de alquilo (C-Cl), aromáticos (C-C), aminas alifáticas (C-N), alcanos (C-H), alquenos (-C=C-), ácidos carboxílicos (O-H, C-H), alcoholes y fenoles (O-H enlace H) (Seyyed Arash Haddadi, 2019) (Roland Tolulope Loto, 2022).

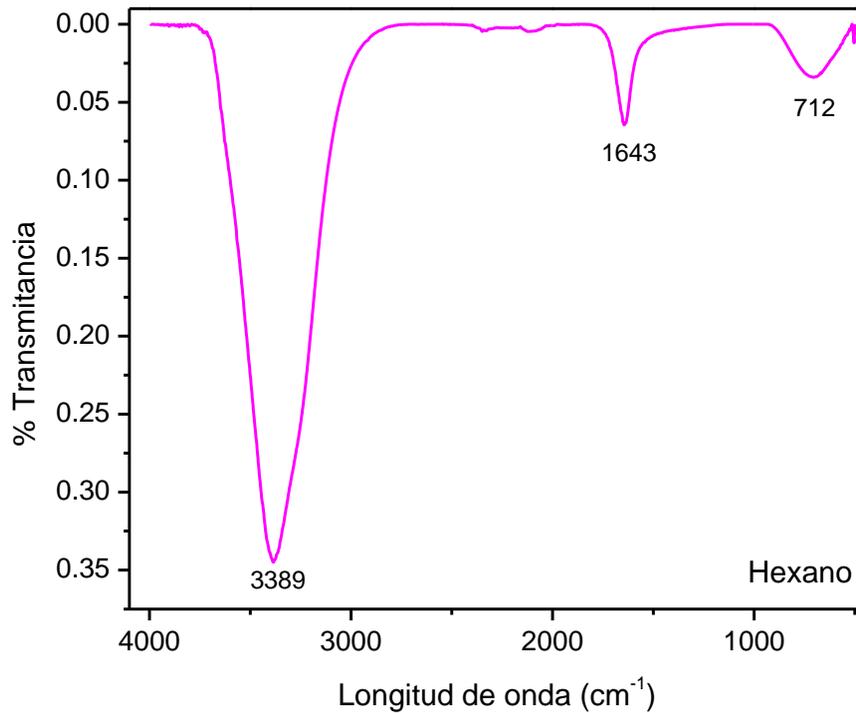
Gráfico 1.4 Espectro FTIR del extracto de la *Coccoloba Uvifera* obtenido en el solvente de etanol



Fuente de Consulta: Elaboración Propia

Para el extracto hexánico (gráfico 1.5) se describen tres máximos en 712 cm^{-1} , 1643 cm^{-1} , 3389 cm^{-1} . Los grupos funcionales establecidos son aromáticos (C-H “oop”), aminas primarias (C-N), alcoholes y fenoles (O-H enlace H) (German Chávez Díaz, 2022).

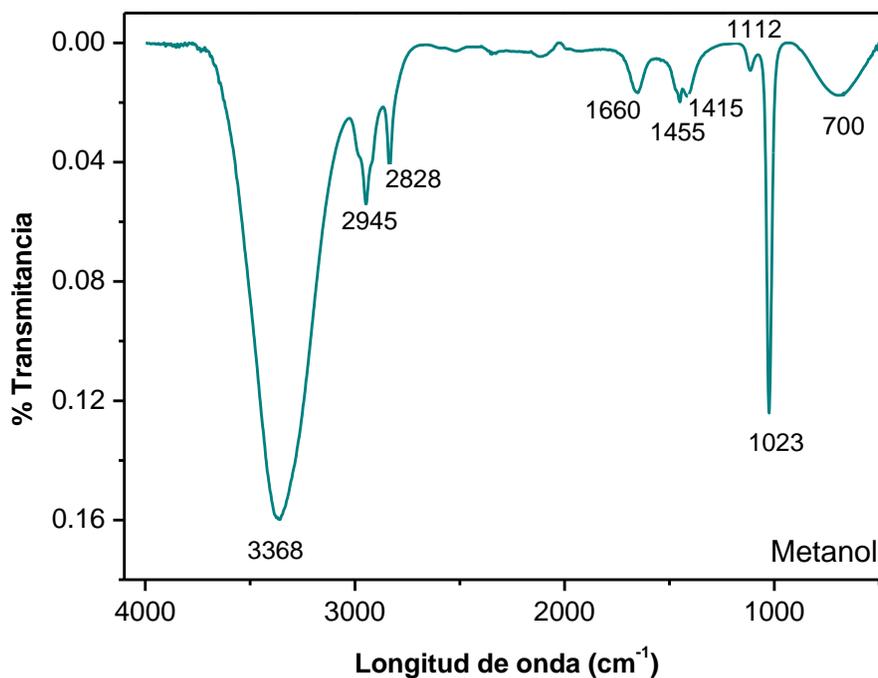
Gráfico 1.5 Espectro FTIR del extracto de la *Coccoloba Uvifera* obtenido en el solvente hexane



Fuente de Consulta: Elaboración Propia

Finalmente, en el gráfico 1.6 se observa el espectro FTIR del extracto de metanol, en el cual se muestran varios máximos en 700 cm^{-1} , 1023 cm^{-1} , 1112 cm^{-1} , 1415 cm^{-1} , 1455 cm^{-1} , 1660 cm^{-1} . Los grupos funcionales asociados son aromáticos (C-H “oop”), aminas alifáticas (C-N), alcoholes, ácidos carboxílicos, aromáticos (C-C) y fenoles (-C=C-) (Peter J. Larkin, 2018)

Gráfico 1.6 Espectro FTIR del extracto de la *Coccoloba Uvifera* obtenido en el solvente metanol



Fuente de Consulta: Elaboración Propia

Los resultados indican que los extractos evaluados, está compuesto principalmente de aminas alifáticas, aromáticas, alcanos, alcoholes, ácidos carboxílicos, alquenos y compuestos fenólicos, lo cual se encuentra acorde con la literatura.

Agradecimientos

HUCHIN-CHAN, Nancy del Carmen. PhD. con número de CVU 785518, agradece a CONACYT por la beca otorgada para realizar sus estudios de maestría. Los autores agradecen a CIMA-MUKUL, César Antonio. BsC, del Centro de Excelencia de Investigación en Servicios Petroleros y protección Ambiental (CEISPPA)-Facultad de Ingeniería de la UNACAR por brindar los medios para realización de la síntesis del extracto. A BASS-LÍPEZ, José Martín y ESCOBAR-MORALES, Beatriz. PhD del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) por su apoyo con las técnicas espectroscópicas.

Conclusiones

Los extractos de las hojas de la *Coccoloba Uvifera* obtenidos con los diferentes solventes mostraron que dependiendo el tipo de solvente es posible obtener ciertos grupos orgánicos. Las pruebas fitoquímicas permitieron conocer cualitativamente la presencia diferentes compuestos orgánicos como antocianinas, chalconas, flavonas, flavonoles, xantonas, saponina y taninos. La técnica de UV-Vis confirmó la presencia de grupos antocianina, ácidos y compuestos fenólicos; a excepción del extracto de acetona que no manifiesta ningún pico de adsorción. Así mismo la técnica de FTIR ratificó la presencia de aminas, alcanos, ácidos carboxílicos, alquenos, fenoles, fundamentales para la caracterización. Considerando que los flavonoides constituyen un amplio grupo de compuestos orgánicos y que tienen una acción antioxidante, los extractos obtenidos se pueden evaluar como inhibidores verdes de corrosión.

Referencias

- Adebayo, J. A. (23 de Octubre de 2021). Green inhibitor from *Thaumatococcus daniellii* Benn for corrosion mitigation of mild steel in 1M HCl. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100201>
- Auwal MS, S. S. (2014). Preliminary phytochemical and elemental analysis of aqueous and fractionated pod extracts of *Acacia nilotica* (Thorn mimosa). *Veterinary Research Forum*, 5, 95. doi:25568701
- Chen., P.-H. P.-Y.-Y.-J. (August de 2014). Protective effects of rutin on liver injury induced by biliary obstruction in rats. *Free Radical Biology and Medicine*, 73, 106-116. doi:<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2014.05.001>
- Dasari Ayodhya, A. A. (2022, January). Green synthesis of CeO₂ NPs using *Manilkara zapota* fruit peel extract for photocatalytic treatment of pollutants, antimicrobial, and antidiabetic activities. *Results in Chemistry*, 4, 16. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rechem.2022.100441>
- Ettiyanpan., D. S. (July de 2022). Comprehensive information on extract optimization, phytochemical profile and biological evaluation of the medicinal plant *Nothapodytes foetida*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 42, 31. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102365>
- German Chávez Díaz, M. G. (30 de 03 de 2022). Inhibición de la corrosión del acero 1018 en medio salino por *Curcuma longa* 1018 steel corrosion inhibition in chloride media by *Curcuma longa*. *South Florida Journal of*, 3, 15. doi:<https://doi.org/10.46932/sfjdv3n2-063>
- Ginarte, R. P. (Marzo de 2016). *Medigraphic*, ON-LINE: ISSN 1028-4818. Recuperado el 30 de 10 de 2022, de Medigraphic: <https://www.medigraphic.com/pdfs/multimed/mul-2016/mul162a.pdf>
- Kuca, D. R. (16 de Octubre de 2022). Assessment of phytochemicals, antioxidants and in-silico molecular dynamic simulation of plant derived potential inhibitory activity of *Thalictrum foliolosum* DC. and *Cordia dichotoma* G. Forst. against jaundice. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 20. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113898>

Kumari Jyoti, M. B. (July de 2016). Characterization of silver nanoparticles synthesized using *Urtica dioica* Linn. leaves and their synergistic effects with antibiotics. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 9(3), 217-228. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jrras.2015.10.002>

Mtairag, O. E. (12 de Octubre de 2022). Phytochemical characterization and immunomodulatory effects of aqueous, ethanolic and essential oil extracts of *Syzygium aromaticum* L. on human neutrophils. (D. B. Gyampoh, Ed.) *Scientific African*, Volumen 18, 9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01395>

Peter J. Larkin. (2018). *Infrared and Raman Spectroscopy (Second Edition)*. (Peter J. Larkin, Ed.) Elsevier, 263. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804162-8.00001-X>

Roland Tolulope Loto, T. I. (January- February de 2022). Electrochemical action of *Citrus reticulata* and *Pelargonium* oil concentrates on 1018 carbon steel corrosion in anionic solution. *Journal of Materials Research and Technology*, 16, 1305-1323. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.12.067>

Roopalatha Uc, V. M. (25 de July de 2013). Phytochemical analysis of successive reextracts of the leaves of *Moringa oleifera* Lam. *International Journal Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5, 6. Recuperado el 26 de 10 de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/282174443_Phytochemical_analysis_of_successive_reextracts_of_the_leaves_of_Moringa_oleifera_Lam

Seyyed Arash Haddadi, E. A. (15 de June de 2019). A detailed atomic level computational and electrochemical exploration of the *Juglans regia* green fruit shell extract as a sustainable and highly efficient green corrosion inhibitor for mild steel in 3.5 wt% NaCl solution. *Journal of Molecular Liquids*, 284, 682-699. doi:<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.04.045>

Shivali Singla et al, A. J. (Julio-Agosto de 2022). Green synthesis of silver nanoparticles using *Oxalis griffithii* extract and assessing their antimicrobial activity. *Open Nano*, 7. doi:<https://doi.org/10.1016/j.onano.2022.100047>