



Plantas de Santa Marta con posible actividad biológica antimicrobiana

Plants of Santa Marta with possible antimicrobial biological activity

Víctor Macías-Villamizar¹ , Roxana González-Ascanio² 

Tipología: artículo de revisión

Para citar este artículo: Macías-Villamizar V, González-Ascanio R. Plantas de Santa Marta con posible actividad biológica antimicrobiana. Duazary. 2019 mayo; 16(2 número especial): 413-438. Doi: <https://doi.org/10.21676/2389783X.3161>

Recibido en junio 13 de 2019

Aceptado en junio 27 de 2019

Publicado en línea en agosto 29 de 2019

RESUMEN

El uso que el hombre ha dado a los productos naturales es diverso, entre ellos erradicar múltiples enfermedades infecciosas; como las ocasionadas, por ejemplo, por *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Neisseria gonorrhoeae* y *Staphylococcus aureus* (resistentes a los antibióticos); que producen enfermedades agresivas; especialmente en septicemia; por ello la Organización Mundial de la Salud plantea la fitoquímica como alternativa en la búsqueda de antimicrobianos (antibacterianos, antifúngicos y antivirales); y es en ese sentido que planteamos la importancia del artículo en el área de la salud por las múltiples aplicaciones en el campo antimicrobiano, soportado en los resultados de diversos bioensayos; convirtiéndose en una alternativa para la indagación de nuevos compuestos fitofarmacológicos.

Palabras clave: metabolitos secundarios; extractos; etnobotánica; antimicrobiano.

1. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. Correo: victormacias@unimagdalena.edu.co - <https://orcid.org/0000-0001-5347-5489>

2. Universidad Libre. Barranquilla, Colombia. Correo: roxana-gonzaleza@unilibre.edu.co - <https://orcid.org/0000-0003-4310-8161>

ABSTRACT

The use that man has given to natural products is diverse, among them eradicating multiple infectious diseases; such as those caused, for example, by *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Neisseria gonorrhoeae* and *Staphylococcus aureus* (resistant to antibiotics); that produce aggressive aggressiveness; especially in septicemia; for this reason, the World Health Organization proposes phytochemistry as an alternative in the search for antimicrobials (antibacterial, antifungal and antiviral); and it is in this sense that we raise the importance of the article in the area of health by the multiple applications in the antimicrobial field, supported by the results of various bioassays; becoming an alternative for the investigation of new phytopharmacological compounds.

Keywords: Secondary metabolites; Extracts; Ethnobotany; Antimicrobial.

INTRODUCCIÓN

Diversas especies reportadas en el libro "Catálogo Ilustrado de Flora del Distrito de Santa Marta"¹, poseen importancia relevante para futuras investigaciones, en especial el estudio experimental que permitan la indagación de la diversidad de metabolitos secundarios y su posible actividad biológica. A nivel nacional algunos grupos han desarrollado y escrito (artículos o libros) resultados de investigación, donde aparecen, procedimientos de aislamiento y/o elucidación estructural de metabolitos secundarios; actividad biológica (ensayos biológicos) y muchos casos la combinación de los mismos (aislamiento, elucidación y actividad biológica); es así como en publicaciones como en el libro de título "*Metabolitos Presentes en Algunas Plantas de Colombia*"²; muestra los aciertos investigativos a nivel de Colombia por parte de grupos selectos; sin embargo a nivel regional es poco los aportes compilados en especial cuando se refiere a plantas de Santa Marta (Magdalena); muy a pesar de la gran diversidad de especies asociadas a la presencia de diferentes pisos térmicos de la Sierra Nevada de Santa Marta y diversos entornos ecológicos.

La acción de microorganismos que afecta varios frentes (humanos, animales y plantas), es un problema que amerita la búsqueda de posible soluciones en la que los productos naturales representan una opción; es así que en el área de Salud se han desarrollado diversos estudios para evaluar la actividad biológica, por ejemplo en el área de la salud a nivel de uso etnobotánico³;

efecto bactericida de la especie *Acmella repens* sobre el microorganismo *Porphyromona gingivalis*⁴, efecto bacteriostático de la especie *Theobroma cacao* L. contra el *Streptococcus mutans*⁵, estudio de los efectos a nivel medicina natural y tradicional; también se han reportado; por ejemplo, contra afecciones de la mucosa oral⁶, aspectos estomatológicos⁷, uso en lesiones inflamatorias bucales⁸ e incluso actividad contra la candidiasis oral⁹; entre otros.

Con base en la importancia que representa el conocimiento de la química de los productos naturales; se pretende con este "Review", presentar el uso etnobotánico y/o de actividad biológica antimicrobiana a nivel de extractos, fracciones y/o de metabolitos secundarios aislados; tratando de motivar y orientar el interés por el estudio de las plantas de Santa Marta en especial con actividad biológica.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó una búsqueda en recursos electrónicos de literatura (bases de datos): MEDLINE (PubMed) y Scopus (ScienceDirect) en especial las revista *Phytochemistry*, *Journal of Ethnopharmacology*, *Fitoterapia*, *Studies in Natural Products Chemistry*; y Springer Link.

Se utilizaron como palabras clave los siguientes descriptores antimicrobial, antimicrobial plants, antiviral plants, antifungal plants, secondary metabolites with biological activity, antimicrobial plant extracts y antimicrobial biological activity (sin utilización de "and" y

"or"); se refino la búsqueda con la combinación de algunos de estos descriptores combinado con los nombres de las especies de interés (de Santa Marta); escogiendo los textos en PDF y completos desde 1995.

Se tomaron artículos que escogieron preferencialmente los artículos con reportes de metabolitos con actividad antimicrobiana combinado con bioensayos de sus extractos y/o fracción y el uso etnobotánico (en muchos casos) relacionado; excluyéndose cartas de editor, periódicos, noticias y editoriales.

Finalmente se seleccionaron 115 artículos la mayoría en idioma inglés y se esbozaron en orden alfabético por familia seguido por las especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en el análisis de los diversos resultados fruto de bioensayos antimicrobianos; se resaltan las siguientes especies (organizados por familia) de Santa Marta con potencial fitofarmacológico; se mencionan en orden la actividad de los

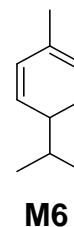
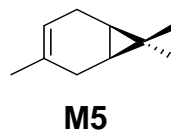
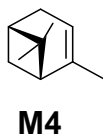
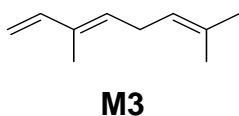
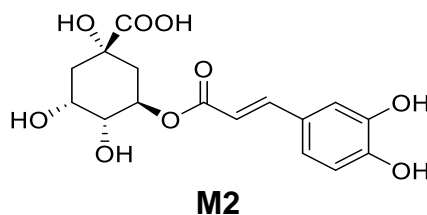
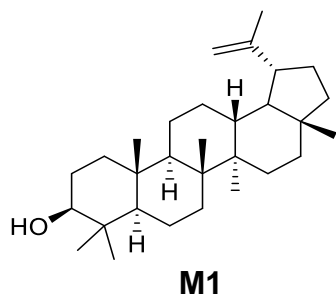
metabolitos secundarios; de extractos (o fracciones) y su uso etnobotánico.

Anacardiaceae

Astronium graveolens

De la especie se han aislado lupeol (**M1**) y ácido 3-O-cafeoilquínico (**M2**)¹⁰; con actividad contra *Plasmodium falciparum* con IC₅₀ de 14,8 µM, *Plasmodium berghei* a 10 µg/µL y *Pseudomonas aeruginosa* y *klebsiella pneumoniae* a 30 µg/100 µL, para el (**M1**)¹¹, mientras que de (**M2**) se plantea actividad contra *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, y *Micrococcus luteus*, a concentraciones entre 80-660 µg/mL¹².

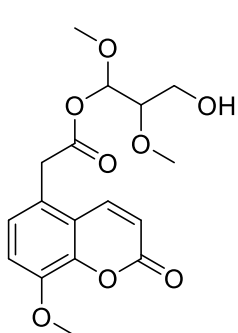
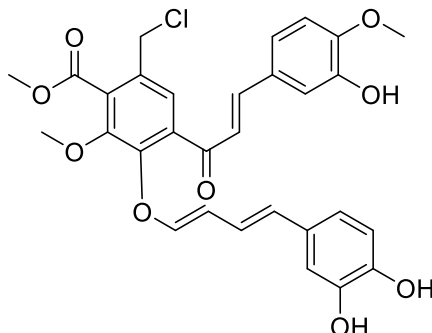
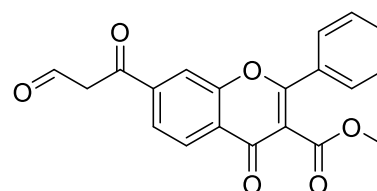
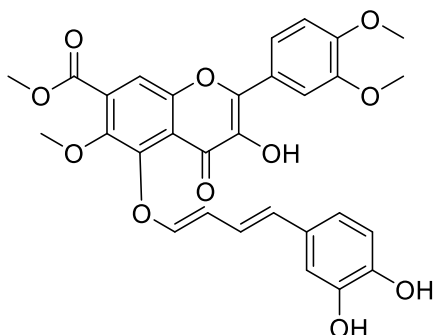
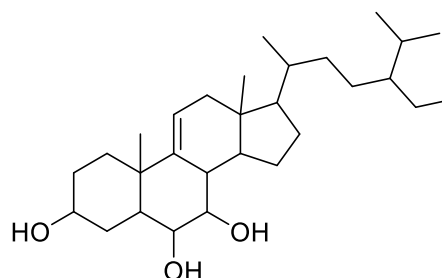
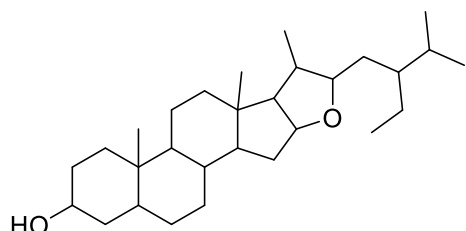
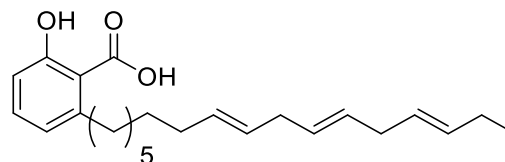
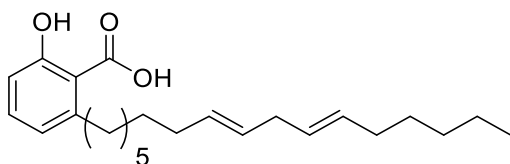
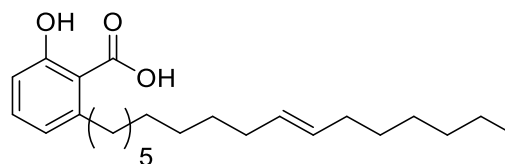
Del aceite esencial se evidenció actividad contra *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Heidelberg*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*; el cual contenía los compuestos mayoritarios; *trans*-β-ocimeno (23,9%) (**M3**), α-pineno (19,8%) (**M4**), δ-3-careno (15,5%) (**M5**) y α-felandreno (12,7%) (**M6**)¹³.

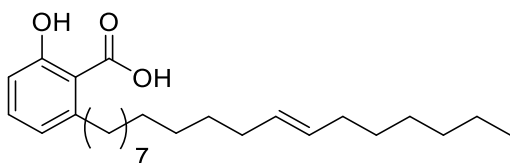


Spondias mombinen

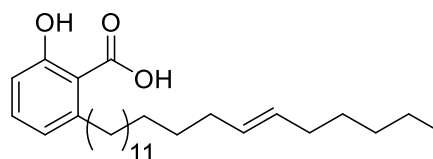
Contiene los compuestos mombinrina (**M7**), mombincona (**M8**), mombinoato (**M9**) y mombinol (**M10**) de los que se reportan actividad contra *Mycobacterium tuberculosis*¹⁴, de igual manera, los compuestos mombintanoI (**M11**) y mombintano II (**M12**)¹⁵ presentan actividad contra *Mycobacterium tuberculosis*; mientras que de los compuestos ácido 6-(8'Z,11'Z,14'Z-

heptadecatrienil)-salicílico (**M13**), ácido 6-(8'Z,11'Z-heptadecadienil)-salicílico (**M14**), ácido 6-(10'Z-heptadecenil)-salicílico (**M15**), ácido 6-(12'Z-nonadecenil)-salicílico (**M16**) y ácido 6-(15'Z-heneicosenil)-salicílico (**M17**), actividad contra *Biomphalaria glabrata*¹⁶.

**M7****M8****M7****M10****M11****M12****M13****M14****M15**



M16



M17

El extracto presentó actividad antibacteriana, contra *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*¹⁷ e incluso actividad antidiabética¹⁸; adicionalmente el extracto hidroalcohólico de hojas presentó efectos de inhibición contra la replicación del virus de *herpes simplex* y de *coxsakie B*¹⁹.

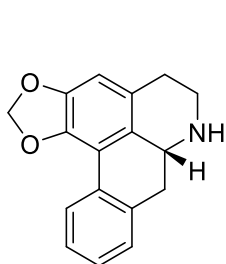
Desde el punto de vista etnobotánico se ha reportado uso relacionada con el tratamiento de problemas intestinales y gonorrea¹⁸; antiséptico, prevención de la caries, como antiviral y

antimalárico (utilizada en caso de fiebre producto del paludismo)¹⁷.

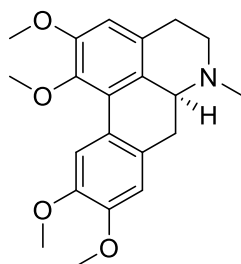
Annonaceae

Annona squamosa

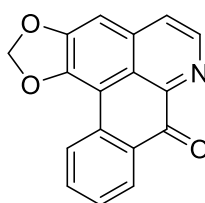
De la especie se han aislado con la propiedades antimicrobianas los compuestos anonaina (**M18**), glaucina (**M19**), liriidenina (**M20**), reticulina (**M21**)²⁹, pronuciferina (**M22**)²⁰ y ácido 16β,17-dihidroxi-*ent*-kauran-19-oico (**M23**)²¹ entre otros.



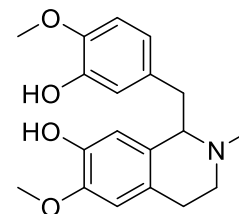
M18



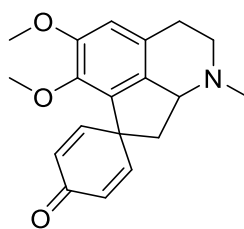
M19



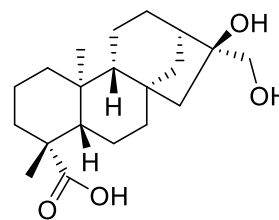
M20



M21



M22



M23

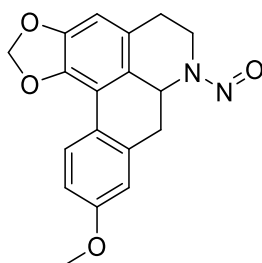
Del metabolito (**M18**) se han reportado actividad contra *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* a concentración de 1 mg/mL²²; actividad contra *Plasmodium falciparum* (IC₅₀ de 25,9±0,2 μM y IC₅₀ de 19,6 ± 1,1 μM)²³; del **M19**, actividad contra Echovirus 13 (IC₅₀ de 60 μM) y contra el rinovirus humano tipo 14 en células HeLa Ohio-1 humanas (CC₅₀

de 182 μM)²⁴; mientras que del (**M20**) se reporta actividad contra *Leishmania guyanensis* (IC₅₀ de 21,5 μM)²⁵.

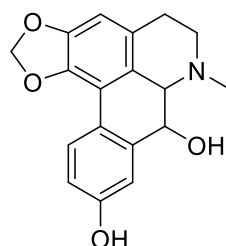
Del (**M21**) y (**M22**), se reportó actividad contra el virus de la hepatitis B a concentraciones IC₅₀ de 2143 y 2994 μM para (**M21**) y mientras que para (**M22**) un IC₅₀ de 42 μM²⁶; de (**M23**) arrojó una actividad contra VIH con un valor de EC₅₀

de 0,8 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (índice terapéutico >5)²¹; por su parte (M24), (M25) y (M26) mostraron actividad

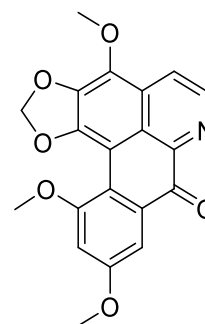
contra el *Plasmodium falciparum* con un valor de IC_{50} entre 7,8 y 34,2 $\mu\text{M}/\text{mL}$ ²⁷.



M24



M25

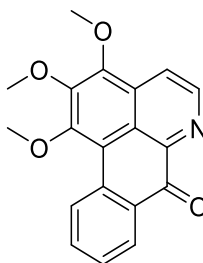


M26

El extracto se evaluó contra *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella aerogenes*, *Bacillus sphaericus* y *Chromobacterium violaceum*²⁸, es así que contra la inhibición de *Pseudomonas aeruginosa* el extracto metanólico mostró una concentración mínima inhibitoria (CMI) de 130 $\mu\text{g}/\text{mL}$ y el de éter de petróleo una CMI de 165 $\mu\text{g}/\text{mL}$, adicionalmente extracto metanólico contra *Escherichia coli* arrojó un valor de CMI de 180 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ²⁹.

Cananga odorata

De la especie se reporta *O*-metilmoscatolina (M27) y liriodenina (M20)³⁰; donde (M20); reporta actividad en dosis de 200 $\mu\text{g}/\text{disc}$ en especial contra *Klebsiella sp.* y *Candida albicans*³¹; mientras que (M27) actividad contra *Leishmania guyanensis* (IC_{50} de 103,7 μM) y *Leishmania braziliensis* (IC_{50} de 320,8 μM)²⁵.



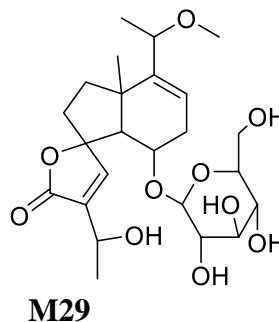
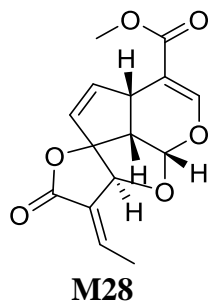
M27

El extracto presentó actividad antibacteriana y antifúngica³⁰; en dosis de 200 $\mu\text{g}/\text{disc}$ contra *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea*, *Streptococcus β -haemolyticus* (*Streptococcus pyogenes*), *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella flexneri*, *Shigella boydii*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella sonnei*, *Salmonella typhi*, y *Klebsiella sp.*; y con valor de 400 $\mu\text{g}/\text{disc}$ contra *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor* y *Candida albicans*³⁰.

Apocynaceae

Allamanda cathartica

El metabolito plumericina (M28) aislado de la especie³² presenta actividad contra *Leishmania amazonensis* a una concentración de 5 μM y contra *Saccharomyces cerevisiae* a una concentración IC_{12} de 241,2 μM ³³; de igual forma plumierida (M29) contra *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, y *Klebsiella pneumoniae*³⁴.

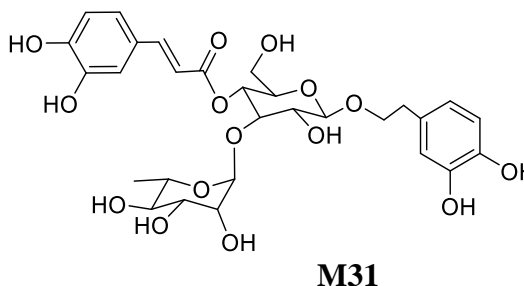
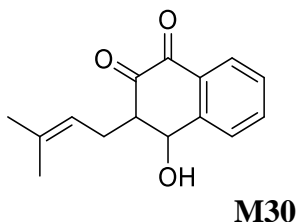


El extracto de éter de petróleo presentó cierto grado de actividad contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter sp* y *Proteus sp*³⁵; a nivel etnobotánico la especie se ha usado como antimicrobiano³⁶ y tratamiento contra malaria³⁷.

Bignoniaceae

Macfadyena unguis-cati

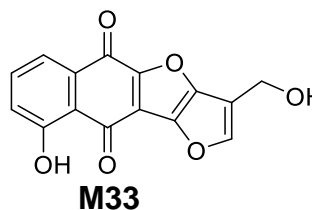
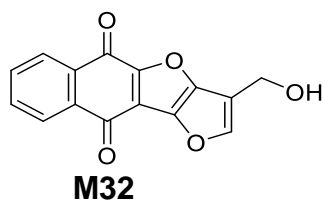
De la especie se ha identificación lapachol (**M30**)³⁸ y acteósido (**M31**)³⁹. El (**M30**) presentó actividad contra *Mycobacterium tuberculosis*, con un valor CMI de 206,6 μM ⁴⁰ y contra el *Trypanosoma cruzi* con un valor IC_{50} de 206,6 μM ⁴¹; mientras que del (**M31**) se ha reportado actividad contra VIH-1 con un valor IC_{50} de 7,8 μM ⁴².



A nivel de extracto se reporta actividad antitripanosómica³⁸ y ha sido utilizado en medicina folclórica en el tratamiento de la disentería, enfermedades venéreas, malaria³⁸; paludismo y como antiprotozoario⁴³.

Crescentia cujete

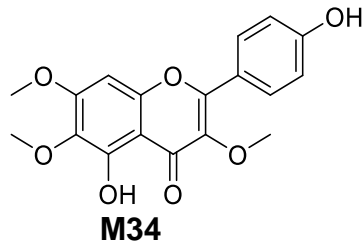
De esta se han reportado los compuestos 3-hidroximetilfuro[3,2-*b*]nafto[2,3-*d*]furan-5,10-diona (**M32**) y 9-hidroxi-3-hidroximetilfuro[3,2-*b*]nafto[2,3-*d*]furan-5,10-diona (**M33**) que muestran actividad contra levaduras⁴⁴.



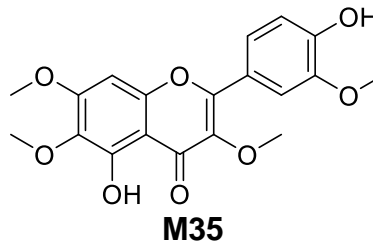
El extracto metanólico presentó propiedad antibacteriana⁴⁵ y ha sido utilizado en el tratamiento de la neumonía⁴⁴ y amibiasis⁴⁶.

Bromeliaceae

Bromelia pinguin



De la planta se han aislado penduletina (**M34**) y casticina (**M35**)⁴⁷; ambos metabolitos (**M34** y **M35**) presentaron actividad contra *Mycobacterium tuberculosis*, el primero con CMI de 157 μ M y el segundo 213,9 μ M⁴⁸.

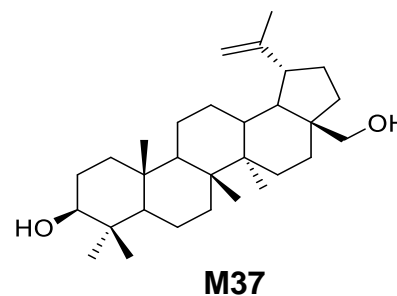
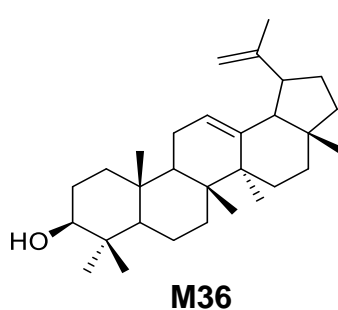
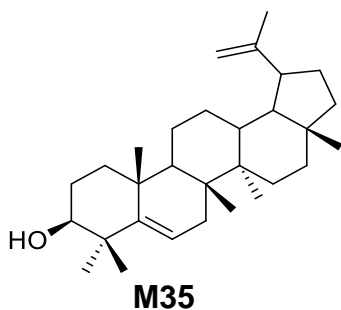


El extracto presenta actividad contra *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus* grupo A-4, *Salmonella* grupo D, *Salmonella typhi*, *Shigella flexnery*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Shigella dysenteriae*⁴⁹; y contra las cepas de *Trichophyton* spp. y *Paecillomyces Ariotii* ATCC 22319⁵⁰. A nivel etnobotánico ha sido utilizado como antimicótico⁴⁹.

Burseraceae

Bursera simaruba

Los metabolitos (3 β ,18 β)-lupa-5,20(29)-dien-3-ol (**M35**), (3 β ,18 β)-lupa-12,20(29)-dien-3-ol (**M36**) y lup-20(29)-ene-3 β ,28-diol (betulina) (**M37**) encontrados en la especie presentaron efecto antiherpes⁵¹.

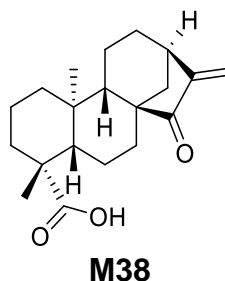


La especie es utilizada en el tratamientos de infección del tracto urinario y contra hongos de la piel⁵².

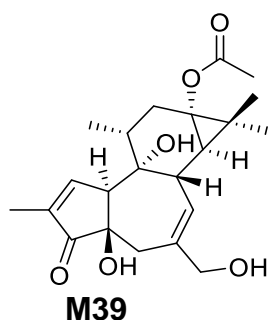
Chrysobalanaceae

Chrysobalanus icaco

El metabolito ácido *ent*-15-oxo-kaur-16-en-19-óico (**M38**) fue moderadamente activo como anti-VIH a concentraciones de 6 μ g/mL⁵³.

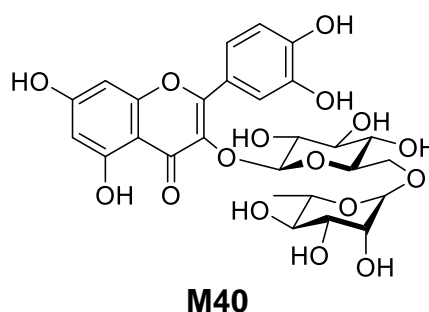


A nivel de extracto se evaluó contra *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*, y *Escherichia coli*, y la levadura *Candida albican*⁵⁴; contra *Candida albicans* y *Candida parapsilosis* con valores de concentración mínima inhibitoria (CMI) de 3,12 mg/mL (para *Candida albicans*) y 6,25 mg/mL (para *Candida parapsilosis*); y contra el hongo *Candida albicans* Americano un valor de CMI menor a 1,56 mg/mL⁵⁵; el uso es contra infecciones fúngicas⁵⁵ y disentería e infecciones por VIH-1⁵⁴.



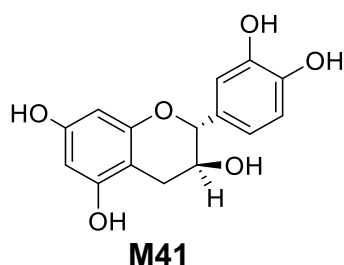
- ***Homalanthus acuminatus***
(*Homalanthus nutans*)

De la especie se han aislado prostratina o 12-deoxiforbol-13-acetato (**M39**)⁵⁶ y rutina (**M40**)⁵⁷; de (**M39**) se ha reportado actividad anti-VIH-1 (EC₅₀ de 0,00006 μM)⁵⁸ y (EC₅₀ de 1,9 μM)⁵⁹; y contra el virus del Chikungunya (EC₅₀ de 2,6 μM)⁶⁰; incluso a concentraciones entre 20,1 y >25 μM mostró un protección contra los efectos destructivos del VIH-1 (de la células tipo CEM-SS y C-8166)⁵⁶ e inhibición de la expresión del gen KSHV⁶¹.



Del metabolito (**M40**) se ha reportado actividad contra el virus del Dengue (EC₅₀ de 1,7 μM)⁶², inhibición de *Clostridium perfringens* (EC₅₀ de 30,9 μM)⁶³ y actividad contra el virus de la influenza (EC₅₀ de 52,2 μM)⁶⁴.

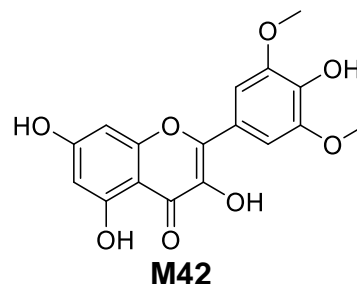
A nivel de extracto mostró actividad contra el VIH⁵³ y efecto contra *Plasmodium falciparum* 3D7 (>90% a 78 μg/mL)⁶⁵. La planta se usa en el tratamiento de la diarrea, la gonorrea⁵⁶; y la hepatitis⁶¹.



Combrataceae

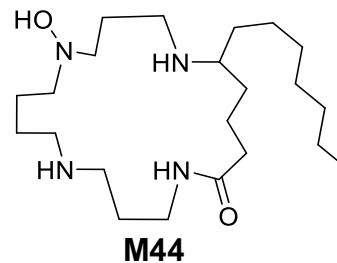
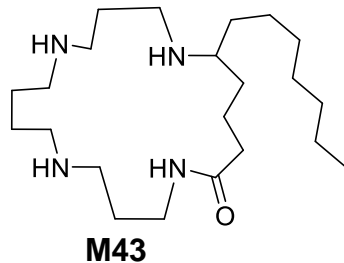
- ***Conocarpus erectus***

Los compuesto catequina (**M41**), siringetina (**M42**)⁶⁶ se aislaron de la especie; de estos (**M41**) mostró actividad antimalárica (IC₅₀ de 5,9; 6 y 6,7 μM)⁶⁷, antiplasmodial (IC₅₀ de 144 μM)⁶⁸ y anti-VIH-1 (IC₅₀ de 345 μM)⁶⁹; mientras que el (**M42**) contra el virus de la hepatitis C (IC₅₀ de 15,5 μM)⁷⁰.



El extracto se ha evaluado contra *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Mycobacterium phlei*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*⁷¹; y contra los microorganismos *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger* y *Penicillium chrysogenum*; se usa en el tratamiento de catarro, conjuntivitis, diarrea⁷¹; otitis y sífilis⁷².

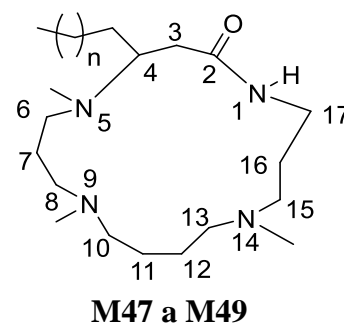
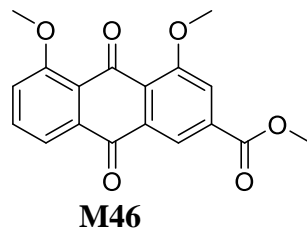
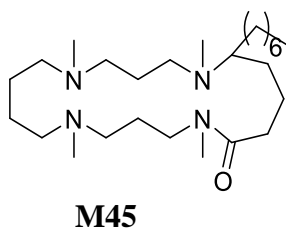
Fabaceae



Del extracto se ha reportado ensayo contra bacterias y levaduras a CMI de 1,9-125 $\mu\text{g/mL}$ ⁷⁴. Otro reporte es contra *Pseudomonas aeruginosa* y *Bacillus subtilis* a 200 $\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$ ⁷⁵; con cierto orden de grado acción antibacteriana, así: extracto de etanol > diclorometano > acetato de etilo > hexano⁷⁶; mientras que para *Streptococcus faecalis* se reporta una CMI de 156 g/mL; para *Staphylococcus aureus* de 626 g/mL y *Proteus vulgaris* de 5006 g/mL⁷⁷; se usa como remedio para el resfriado⁷⁷.

Albizia amara y *Albizia saman*

De la especie *Albizia amara*; fue aislado budmunchiamina A (**M47**) y de *Albizia saman* pithecolobina (**M45**)⁷⁸. De esta última también se evidenció la presencia de 1,8-dimetoxi oantraquinona-2-metil carboxilato (**M46**)⁷⁹. Sin embargo Otros compuestos se reportan de *Albizia amara* como son budmunchiamina (A-C) (**M47-M49**; para $n=9, 7$ y 11 ; respectivamente)^{80,81}.



Los compuestos (**M47**) y (**M45**) mostraron actividad contra *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria brassicicola* y *Penicillium expansum* a CMI de 0,015–0,5 mg/mL⁷⁸; de igual forma (**M47**) mostró actividad contra *Aspergillus flavus* e inhibición de su aflatoxina B₁ (1 mg/mL)⁷⁸.

Los compuestos (**M47 a M49**) presentaron propiedades de inhibiendo en algunos casos de la actividad catalítica de la transcriptasa-inversa de VIH⁸⁰.

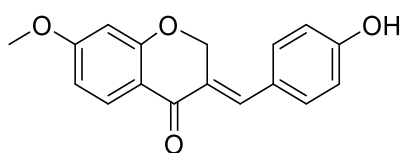
El compuesto (**M46**) presentó actividad contra *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*,

Klebsiella pneumonia, *Escherichia coli*, *Candida albicans* y *Alternaria* sp a CMI de 40 mg/mL⁷⁹.

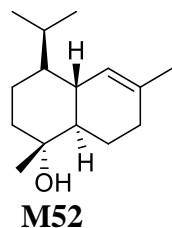
Del extracto se ha reportado actividad anti-VIH (por inhibición enzimática) y contra *Salmonella typhmurium* TM317⁸¹; se usa para el tratamiento de resfriado común, diarrea⁷⁴, gonorrea y disentería⁸².

Caesalpinia pulcherrima

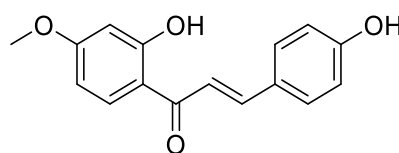
De la especie se han reportado bonducelina (**M50**), 4'-metilisoliquiritigenina (**M51**)⁸³; α -



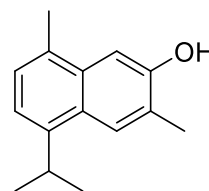
M50



M52



M51



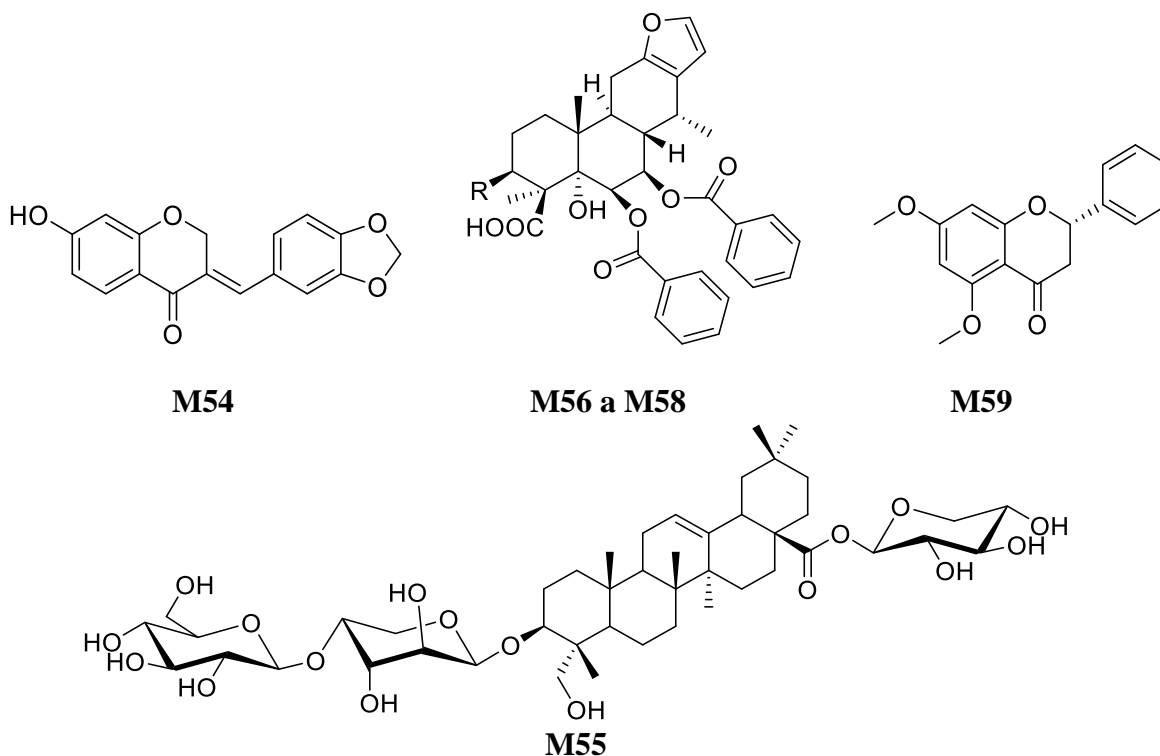
M53

El compuesto (3*E*)-3-(1,3-benzodioxol-5-il-metileno)-2,3-dihidro-7-hidroxi-4*H*-1-benzopirán-4-ona (**M54**) también aislado, mostró actividad contra *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella aerogenes*, y *Chromobacterium violaceum* a una concentración de 100 $\mu\text{g/mL}$ y poca a 30 $\mu\text{g/mL}$ ⁹¹; otro compuesto de la especie que presentó también actividad antibacteriana lo constituye saponínico 3-*O*- β -D-glucopiranosil-(1 \rightarrow 4)- β -D-xilopiranosil-(1 \rightarrow 3)- α -L-rhamnopiranosil-(1 \rightarrow 2)- α -L-arabinopiranosil hederagenin 28-*O*- β -D-glucopiranosil-(1 \rightarrow 6)- β -D-glucopiranosil éster (**M55**) contra *Bacillus subtilis* a una concentración de 100 $\mu\text{g/mL}$ con

cadinol (**M52**) y 7-hidroxicadalenol (**M53**)⁸⁴, de estos el compuesto (**M50**) con actividad contra *Plasmodium falciparum* (IC_{50} de 26 μM)⁸⁵; el (**M51**) con actividad contra el rotavirus bovino (CMI de 17,2 y 41,8 μM)⁸⁶, Inhibición del virus de Influenza A (H1N1 neuraminidasa) (IC_{50} de 24,3 μM)⁸⁷ y contra *Helicobacter pylori* ATCC 43504 (CMI de 118,5 μM)⁸⁸; mientras que (**M52**) contra el coronavirus SARS (EC_{50} de 4,44 μM)⁸⁹ y el (**M53**) contra el Coxsackievirus B3 (IC_{50} de 5,3 μM)⁹⁰.

CMI de 1,56 $\mu\text{g/mL}$; mientras que con *Escherichia coli* mostró un valor de CMI de 6,25 $\mu\text{g/mL}$ ⁹².

Los compuestos, de la especie, pulcherrimina A (**M56**; $\text{R}=\text{OH}$), pulcherrimina C (**M57**; $\text{R}=\text{H}$), y pulcherrimina E (**M59**) fueron activos contra las líneas celulares de cáncer con valores de IC_{50} comprendidos entre $7,02 \pm 0,31$ a $6,49 \pm 1,39 \mu\text{M}$; mientras que (**M57**) y pulcherrimina D (**M58**; $\text{R}=\text{CH}_3\text{CO}_2$) mostraron actividad contra *Leishmania major* con un valor de $\text{IC}_{50} = 65,30 \pm 3,20$; $58,70 \pm 2,80$ y $55,90 \pm 2,40 \mu\text{M}$ ⁹³.

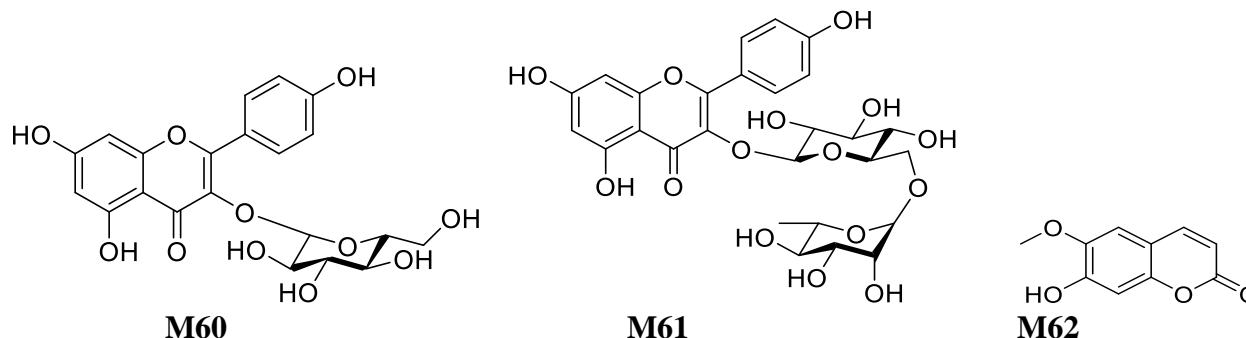


El extracto presentó actividad contra ADV-8 con un $EC_{50}=41,2$ mg/L e índice de selectividad= 83,2; $EC_{50}=61,8$ mg/L e índice de selectividad = 52,1 y $EC_{50}=177,9$ mg/L e índice de selectividad=15,5⁹⁴; también se evaluó la actividad contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Bacillus cereus* (CMI entre 250 y 1000 $\mu\text{g/mL}$)⁹⁵. Se usa como tratamiento de infecciones de la piel⁹⁶, bronquitis e infección palúdica, disentería⁹⁷, asma y conjuntivitis⁹⁶.

Delonix regia

Se reportan los compuestos kaempferol 3-*O*-glucósido o astragalina (**M60**), kaempferol 3-*O*-rutinósido (**M61**)⁹⁸ y escopoletina (**M62**)⁹⁹, de

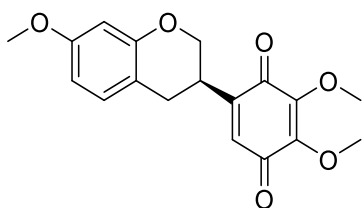
estos, el compuesto (**M60**) mostró actividad contra *Trypanosoma cruzi* (IC_{50} de 15,7 μM)¹⁰⁰ y contra el virus de la influenza A (H1N1) (EC_{50} de 40,1 y 31,7 μM) y el virus de la influenza A (H9N2) (EC_{50} de 72,9 μM)⁶³; el (**M61**) inhibición del *Streptococcus mutans* (IC_{50} de 60,7 μM)¹⁰¹ y contra el virus de la influenza A (H9N2) (EC_{50} de 79,2 μM)⁶³; mientras que (**M62**) (a 200 μL), exhibió actividad contra *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*⁹⁹.



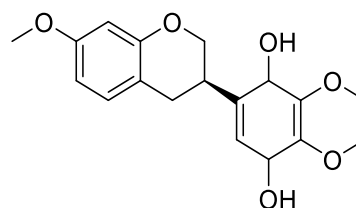
Del extracto se ha reportado actividad contra *Pseudomonas stutzeri*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*; *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger*, y *Fusarium solani*¹⁰². Se usa como antibacteriano y antimicótico¹⁰³.

• ***Colutea arborescens***

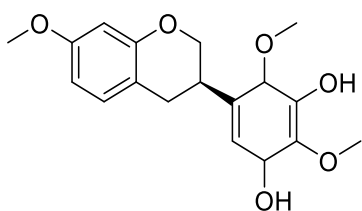
Los compuestos 7,3',4'-trimetoxiisoflavan-2',5'-quinona [(3*R*)-colutequinona] (**M63**) y (2',5'-dihidroxí-7,3',4'-tri-metoxiisoflavan) [(3*R*)-colutehidroquinona] (**M64**) presentaron actividad contra *Saccharomyces cerevisiae*¹⁰⁴; de igual forma los compuestos coluteol (**M65**) y colutequinona B (**M66**) a una CMI de <100 y <50 µg/mL¹⁰⁵.



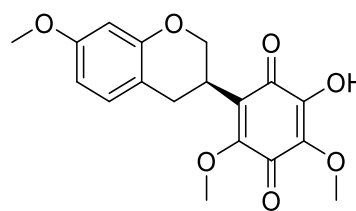
M63



M64



M65



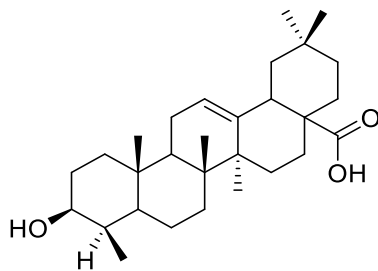
M66

La especie presenta reportes de actividad antibacterial¹⁰⁶ y antifúngica¹⁰⁵.

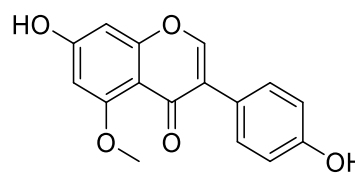
Adenocarpus mannii

El ácido oleanólico (**M67**)¹⁰⁷, isoprunitina (**M68**), crisin 7-O-β-D-glucopiranosido (**M69**) e isovitexina (**M70**)¹⁰⁷; fueron reportados con actividad antimicrobiana; es así como el (**M67**) quien mostró actividad contra *Trypanosoma brucei* (IC₅₀ de 6,4 µM)¹⁰⁸ y el virus de la

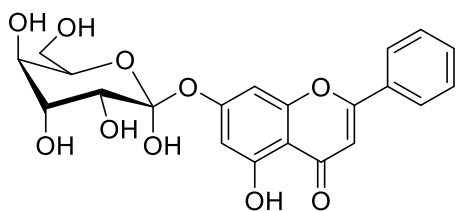
hepatitis C (IC₅₀ de 10 µM)¹⁰⁹, actividad contra *Plasmodium falciparum* (IC₅₀ de 23,81 µM y 26,24 µM), VIH (IC₅₀ de 47,8 µM)¹¹⁰ y el virus de la influenza A (IC₅₀ de 50 µM)¹¹¹; mientras que de (**M68**) se evidenció moderada actividad contra *Enterococcus faecalis* (CMI de 16 µg/mL)¹⁰⁷; adicionalmente, mediante estudios *in silico* (Docking) se evidenció que (**M70**) y (**M69**) muestran propiedades biológicas¹¹².



M67

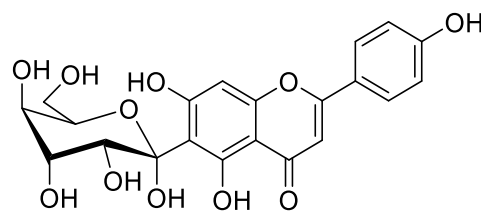


M68



M69

El ensayo del extracto presentó propiedad antibacteriana¹⁰⁷. Se usa en tratamiento de malaria y enfermedades infecciosas¹⁰⁷.

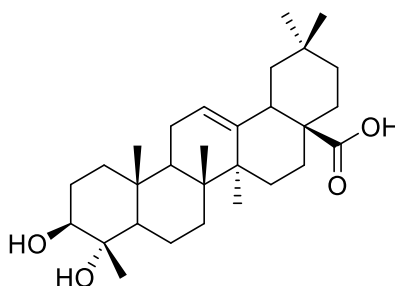


M70

Passifloraceae

Barteria fistulosa

El compuesto hederagenina (**M71**)¹⁰⁷ aislado de la especie mostró actividad contra *Leishmania infantum* con un valor IC₅₀ de 61,6 μM¹¹³.



M71

El extracto mostró actividad contra *Candida neoformans* y *Pseudomonas aureginosa*¹⁰⁷. Se usa en el tratamiento afecciones bucodentaria¹¹⁴, viruela, varicela y sarampión¹¹⁵.

CONCLUSIÓN

Las plantas de Santa Marta; presentan diversidad de metabolitos secundarios; muchos con actividad antimicrobiana; y que en esta sección mostramos 71 de estos compuestos soportados en diversos estudios experimentales mostrando en muchos casos dosis efectivas contra los microorganismos; asociados en muchos casos a la gama de usos etnobotánicos contra enfermedades provocada por los distintos microorganismos (bacterias, hongos y/o virus).

Los tipos de metabolitos identificados o determinados en las diferentes plantas de Santa Marta; son del tipo alcaloide, terpenos, flavonoides; entre otros, incluyendo diferentes subtipos; y su acción deriva en el efecto letal o de inhibición de los distintos tipos de

microorganismos como son bacteria (Gram positivas y/o negativas), hongos (que afectan la salud y en algunos casos el sector agroindustrial) y virus; que evidencian los múltiples mecanismos de acción de los metabolitos secundarios.

La actividad biológica referida para los extractos de origen vegetal de las distintas especies de plantas de Santa Marta; permiten presumir la presencia de metabolitos en el mismo; que en muchas ocasiones no han sido aislados, pero que permiten perfilar objetos de estudios para la obtención, identificación y desarrollo de la actividad biológica, tanto antimicrobiana como de otro tipo.

DECLARACIÓN SOBRE CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Carbone de la Hoz E. Catálogo ilustrado de flora del distrito de Santa Marta, Colombia. Universidad del Magdalena ed2013. <https://www.libriadelau.com/catalogo-ilustrado-de-flora-del-distrito-de-santa-marta-colombia-illustrated-catalogue-of-flora-of-santa-marta-district-colombia-u-del-magdalena-9789589743782-agropecuario/p>
2. Cuca-Suárez L, Macías-Villamizar V. Metabolitos secundarios presentes en algunas plantas de Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2016. 104 p. <https://www.uneditorial.com/metabolitos-secundarios-presentes-en-algunas-plantas-de-colombia-quimica.html>
3. Valdez Grefa LK. Prácticas etnobotánicas odontológicas de la Comunidad Kichwa Playas de Oro, parroquia Santa Cecilia, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos: Quito: Universidad Central del Ecuador; 2017. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9598>
4. Benalcázar ALC, Árias MAC, Ibarra MCB. Efecto antibacteriano del extracto etanólico del botoncillo (ACMELLA REPENS) sobre Porphyromona gingivalis: Estudio in Vitro. Odontología. 2016;18(1):20-5. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5597619>
5. Mariani MJ, Jaimes V, Fernandez D. Efecto bacteriostático del extracto de semillas de cacao (Theobroma cacao L) sobre el crecimiento de Streptococcus mutans in vitro. Odous Científica. 2010;11(1):15-22. <https://biblat.unam.mx/es/revista/odous-cientifica/articulo/efecto-bacteriostatico-del-extracto-de-semillas-de-cacao-theobroma-cacao-l-sobre-el-crecimiento-de-streptococcus-mutans-in-vitro>
6. Barrera Miclín R, Kindelán Barrera R. Utilización de la Medicina Natural y Tradicional en pacientes tratados por Ortodoncia con afecciones de la mucosa oral. Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2014;13(3):466-74. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2014000300012
7. Puig Capote E, Rodríguez Gutiérrez GM, Tan Suárez N, Espeso Nápoles N, Barciela Calderón J. La terapia homeopática y su aplicación en la Estomatología. Revista Archivo Médico de Camagüey. 2009;13(1):0-. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552009000100019
8. Rodríguez Y, Vera L, Moreno K, Montilla J, Guevara C, González R. Conocimiento sobre el uso del Plantago-major como terapia alternativa en lesiones inflamatorias bucales. Revista Venezolana de Investigación Odontológica. 2014;2(2):106-15. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/rvio/artic/e/view/5306>
9. Abílio F, Maria V, da Silva Mesquita B, Darly da Silva E, Vilar de Queiroz Carvalho F, de Macêdo A, et al. Actividad antifúngica de productos naturales indicados por vendedores de hierbas (raizeiros) para el tratamiento de la candidiasis oral. Revista Cubana de Estomatología. 2014;51(3):259-69. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-75072014000300003

10. Hernández V, Malafrente N, Mora F, Pesca MS, Aquino RP, Mencherini T. Antioxidant and antiangiogenic activity of *Astronium graveolens* Jacq. leaves. *Natural product research*. 2014;28(12):917-22. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786419.2014.889134>
11. Gallo MB, Sarachine MJ. Biological activities of lupeol. *Int J Biomed Pharm Sci*. 2009;3(1):46-66. https://www.researchgate.net/publication/227878150_Biological_Activities_of_Lupeol
12. Scholz E, Heinrich M, Hunkler D. Caffeoylquinic acids and some biological activities of *Pluchea symphytifolia*. *Planta medica*. 1994;60(04):360-4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7938272>
13. Hernández V, Mora F, Araque M, De Montijo S, Rojas L, Meléndez P, et al. Chemical composition and antibacterial activity of *Astronium graveolens* JACQ essential oil. *Revista latinoamericana de química*. 2013;41(2):89-94. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0370-59432013000200002&lng=es&nrm=iso
14. Olugbuyiro JA. Anti-tubercular compounds from *Spondias mombin*. *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*. 2013;19(2):76-87. http://www.ijopaasat.in/yahoo_site_admin/assets/docs/IJPAST-670-V19N2.54230810.pdf
15. Olugbuyiro J, Moody J, Hamann M. Phytosterols from *Spondias mombin* Linn with antimycobacterial activities. *African Journal of Biomedical Research*. 2013;16(1):19-24. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27818608>
16. Corthout J, Pieters L, Claeys M, Geerts S, Vanden Berghe D, Vlietinck A. Antibacterial and molluscicidal phenolic acids from *Spondias mombin*. *Planta medica*. 1994;60(5):460-3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7997478>
17. Pérez-Portero Y, Suárez F, Camacho-Pozo M, Guzmán BH, García M, Ross A. Actividad de *Spondias mombin* frente a microorganismos de importancia clínica. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 2013;12(4). <https://www.blacpma.usach.cl/revista-numero/actividad-de-spondias-mombin-frente-microorganismos-de-importancia-clinica>
18. Adediwura F-J, Kio A. Antidiabetic activity of *Spondias mombin* extract in NIDDM rats. *Pharmaceutical Biology*. 2009;47(3):215-8. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13880200802462493>
19. Silva A, Morais S, Marques M, Lima D, Santos S, Almeida R, et al. Antiviral activities of extracts and phenolic components of two *Spondias* species against dengue virus. *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*. 2011;17(4):406-13. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-91992011000400007
20. Rabêlo SV, Costa EV, Barison A, Dutra LM, Nunes XP, Tomaz JC, et al. Alkaloids isolated from the leaves of atemoya (*Annona cherimola* × *Annona squamosa*). *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2015;25(4):419-21. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2015000400419
21. Wu Y-C, Hung Y-C, Chang F-R, Cosentino M, Wang H-K, Lee K-H. Identification of ent-16 β , 17-dihydroxykauran-19-oic acid as an anti-HIV principle and isolation

- of the new diterpenoids annosquamosins A and B from *Annona squamosa*. *Journal of natural products*. 1996;59(6):635-7. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/np960416j>
22. Paulo MdQ, Barbosa-Filho J, Lima EO, Maia RF, de Cassia R, Barbosa B, et al. Antimicrobial activity of benzylisoquinoline alkaloids from *Annona salzmanii* DC. *Journal of ethnopharmacology*. 1992;36(1):39-41. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1501491>
23. Li H-T, Wu H-M, Chen H-L, Liu C-M, Chen C-Y. The pharmacological activities of (-)-anonaine. *Molecules*. 2013;18(7):8257-63. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6270643/>
24. Spasova M, Philipov S, Nikolaeva-Glomb L, Galabov A, Milkova T. Cinnamoyl- and hydroxycinnamoyl amides of glaucine and their antioxidative and antiviral activities. *Bioorganic & medicinal chemistry*. 2008;16(15):7457-61. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18590964>
25. Costa EV, Pinheiro MLB, Xavier CM, Silva JR, Amaral ACF, Souza AD, et al. A Pyrimidine- β -carboline and Other Alkaloids from *Annona foetida* with Antileishmanial Activity. *Journal of natural products*. 2006;69(2):292-4. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/np050422s>
26. Cheng P, Ma Y-b, Yao S-y, Zhang Q, Wang E-j, Yan M-h, et al. Two new alkaloids and active anti-hepatitis B virus constituents from *Hypserpa nitida*. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*. 2007;17(19):5316-20. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960894X07009766>
27. Johns T, Windust A, Jurgens T, Mansor SM. Antimalarial alkaloids isolated from *Annona squamosa*. *Phytopharmacology*. 2011;1(3):49-53. <http://inforesights.com/phytopharmacology/files/7.pdf>
28. Shanker KS, Kanjilal S, Rao B, Kishore KH, Misra S, Prasad R. Isolation and antimicrobial evaluation of isomeric hydroxy ketones in leaf cuticular waxes of *Annona squamosa*. *Phytochemical analysis*. 2007;18(1):7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17260693>
29. Pandey N, Barve D. Phytochemical and pharmacological review on *Annona squamosa* Linn. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*. 2011;2(4):1404-12. https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Fruitiers/FICHES_ARBRES/attier_pomme-cannelle-Annona-squamosa/Phytochemical%20and%20Pharmacological%20Review%20on%20Annona%20squamosa.pdf
30. Rahman MM, Lopa SS, Sadik G, Islam R, Khondkar P, Alam AK, et al. Antibacterial and cytotoxic compounds from the bark of *Cananga odorata*. *Fitoterapia*. 2005;76(7):758-61. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16242266>
31. Tan LTH, Lee LH, Yin WF, Chan CK, Abdul Kadir H, Chan KG, et al. Traditional uses, phytochemistry, and bioactivities of *Cananga odorata* (Ylang-Ylang). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2015;2015. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26294929>
32. Abdel-Kader MS, Wisse J, Evans R, van der Werff H, Kingston DG. Bioactive Iridoids

and a New Lignan from *Allamanda cathartica* and *Himatanthus flax* from the Suriname Rainforest. *Journal of natural products*. 1997;60(12):1294-7.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9428163>

33. Aponte JC, Vaisberg AJ, Rojas R, Sauvain M, Lewis WH, Lamas G, et al. A multipronged approach to the study of Peruvian ethnomedicinal plants: a legacy of the ICBG-Peru Project. *Journal of natural products*. 2009;72(3):524-6.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5495650/>

34. Karunakaran G, Jagathambal M, Gusev A, Kolesnikov E, Mandal AR, Kuznetsov D. *Allamanda cathartica* flower's aqueous extract-mediated green synthesis of silver nanoparticles with excellent antioxidant and antibacterial potential for biomedical application. *MRS Communications*. 2016;6(01):41-6.

<https://www.cambridge.org/core/journals/mrs-communications/article/allamanda-cathartica-flowers-aqueous-extract-mediated-green-synthesis-of-silver-nanoparticles-with-excellent-antioxidant-and-antibacterial-potential-for-biomedical-application/7B177FF624078842BE5970B8FEE7D302>

35. Rajamanickam K, Sudha SS. In-vitro antimicrobial activity and in vivo toxicity of *Moringa oleifera* and *Allamanda cathartica* against multiple drug resistant clinical pathogens. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 2013;4(1):768-75.

https://www.researchgate.net/publication/287447544_In-vitro_antimicrobial_activity_and_in-vivo_toxicity_of_Moringa_oleifera_and_Allamanda_cathartica_against_multiple_drug_resistant_clinical_pathogens

36. Hameed A, Nawaz G, Gulzar T. Chemical composition, antioxidant activities and protein profiling of different parts of *Allamanda cathartica*. *Natural product research*. 2014;28(22):2066-71.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24931146>

37. Wong SK, Lim YY, Chan EW. Botany, uses, phytochemistry and pharmacology of selected Apocynaceae species: A review. *Pharmacognosy Communications*. 2013;3(3):2. <http://phcogfirst.com/sites/default/files/Botany,%20uses,%20phytochemistry%20and%20pharmacology%20of.pdf>

38. Duarte D, Dolabela M, Salas C, Raslan D, Oliveiras A, Nenninger A, et al. Chemical Characterization and Biological Activity of *Macfadyena unguis-cati* (Bignoniaceae). *Journal of pharmacy and pharmacology*. 2000;52(3):347-52.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10757425>

39. Liu S, Zheng Z, Zheng G, Chen L, Zhong T, Ming Y. A New Flavonoside from the Invasive Plant *Macfadyena unguis-cati*. *Chemistry of Natural Compounds*. 2015;51(5):844-6.

<https://www.semanticscholar.org/paper/A-New-Flavonoside-from-the-Invasive-Plant-Liu-Zheng/0cae9b2c29a81c680f163b63d6754e990bd7df4>

40. Carneiro PF, Maria do Carmo F, Coelho TS, Cavalcanti BC, Pessoa C, de Simone CA, et al. Quinonoid and phenazine compounds: Synthesis and evaluation against H37Rv, rifampicin and isoniazid-resistance strains of *Mycobacterium tuberculosis*. *European journal of medicinal chemistry*. 2011;46(9):4521-9.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0223523411005393>

41. da Silva Júnior EN, de Souza MCB, Fernandes MC, Menna-Barreto RF, Maria do Carmo F, de Assis Lopes F, et al. Synthesis and anti-Trypanosoma cruzi activity of derivatives from nor-lapachones and lapachones. *Bioorganic & medicinal chemistry*. 2008;16(9):5030-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18378461>
42. da Silva Júnior EN, Guimarães TT, Menna-Barreto RF, Maria do Carmo F, de Simone CA, Pessoa C, et al. The evaluation of quinonoid compounds against Trypanosoma cruzi: Synthesis of imidazolic anthraquinones, nor- β -lapachone derivatives and β -lapachone-based 1, 2, 3-triazoles. *Bioorganic & medicinal chemistry*. 2010;18(9):3224-30. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20378360>
43. Aboutabl E, Hashem FA, Sleem A, Maamoon A. Flavonoids, anti-inflammatory activity and cytotoxicity of Macfadyena unguis-cati L. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. 2008;5(1):18-26. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2816596/>
44. Rahmatullah M, Samarrai W, Jahan R, Rahman S, Sharmin N, Miajee E, et al. An ethnomedicinal, pharmacological and phytochemical review of some Bignoniaceae family plants and a description of Bignoniaceae plants in folk medicinal uses in Bangladesh. *Advances in natural and applied sciences*. 2010;4(3):236-53. <https://scinapse.io/papers/2182480055>
45. Meléndez P, Capriles V. Antibacterial properties of tropical plants from Puerto Rico. *Phytomedicine*. 2006;13(4):272-6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16492531>
46. Bermúdez A, Velázquez D. Etnobotánica médica de una comunidad campesina del estado Trujillo, Venezuela: un estudio preliminar usando técnicas cuantitativas. *Revista de la Facultad de Farmacia* 2002;44:2-6. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/23797/?jsessionid=59B32181E610619B8EE3E61A3373304?sequence=1>
47. Raffauf RF, Menachery MD, Le Quesne PW, Arnold EV, Clardy J. Antitumor plants. 11. Diterpenoid and flavonoid constituents of Bromelia pinguin L. *The Journal of Organic Chemistry*. 1981;46(6):1094-8. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jo00319a011>
48. Chen J-J, Wu H-M, Peng C-F, Chen I-S, Chu S-D. seco-Abietane diterpenoids, a phenylethanoid derivative, and antitubercular constituents from Callicarpa pilosissima. *Journal of natural products*. 2009;72(2):223-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19193025>
49. Pío-León JF, López-Angulo G, Paredes-López O, de Jesús Uribe-Beltrán M, Díaz-Camacho SP, Delgado-Vargas F. Physicochemical, nutritional and antibacterial characteristics of the fruit of Bromelia pinguin L. *Plant foods for human nutrition*. 2009;64(3):181-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19536651>
50. Camacho-Hernández I, Chávez-Velázquez J, Uribe-Beltrán M, Ríos-Morgan A, Delgado-Vargas F. Antifungal activity of fruit pulp extract from Bromelia pinguin. *Fitoterapia*. 2002;73(5):411-3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12165338>

51. Álvarez ÁL, Habtemariam S, Parra F. Inhibitory effects of lupene-derived pentacyclic triterpenoids from *Bursera simaruba* on HSV-1 and HSV-2 in vitro replication. *Natural product research*. 2015;29(24):2322-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2567493>
52. Noguera B, Díaz E, García M, San Feliciano A, López-Perez J, Israel A. Anti-inflammatory activity of leaf extract and fractions of *Bursera simaruba* (L.) Sarg (Burseraceae). *Journal of ethnopharmacology*. 2004;92(1):129-33. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1509985>
53. Gustafson KR, Munro MH, Blunt JW, Cardellina JH, McMahon JB, Gulakowski RJ, et al. HIV inhibitory natural products. 3. Diterpenes from *homalantusacuminatus* and *chrysobalanusicaco*. *Tetrahedron*. 1991;47(26):4547-54. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040402001864619>
54. Castilho R, Kaplan MA. Phytochemical study and antimicrobial activity of *Chrysobalanus icaco*. *Chemistry of Natural Compounds*. 2011;47(3):436-7. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10600-011-9953-x>
55. Silva JPB, Peres ARMN, Paixão TP, Silva ASB, Baetas AC, Barbosa WLR, et al. Antifungal activity of hydroalcoholic extract of *Chrysobalanus icaco* against oral clinical isolates of *Candida* Species. *Pharmacognosy research*. 2017;9(1):96. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2825066>
56. Gustafson KR, Cardellina JH, McMahon JB, Gulakowski RJ, Ishitoya J, Szallasi Z, et al. A nonpromoting phorbol from the samoan medicinal plant *Homalanthus nutans* inhibits cell killing by HIV-1. *Journal of Medicinal Chemistry*. 1992;35(11):1978-86. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1597853>
57. Neto FC, Pilon AC, da Silva Bolzani V, Castro-Gamboa I. *Chrysobalanaceae*: secondary metabolites, ethnopharmacology and pharmacological potential. *Phytochemistry reviews*. 2013;12(1):121-46. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11101-012-9259-z>
58. Pan L-L, Fang P-L, Zhang X-J, Ni W, Li L, Yang L-M, et al. Tigliane-type diterpenoid glycosides from *Euphorbia fischeriana*. *Journal of natural products*. 2011;74(6):1508-12. https://www.researchgate.net/publication/51090670_Tigliane-Type_Diterpenoid_Glycosides_from_Euphorbia_fischeriana
59. Nothias-Scaglia L-F, Pannecouque C, Renucci F, Delang L, Neyts J, Roussi F, et al. Antiviral activity of diterpene esters on chikungunya virus and HIV replication. *Journal of natural products*. 2015;78(6):1277-83. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2597056>
60. Bourjot MI, Delang L, Nguyen VH, Neyts J, Guéritte Fo, Leyssen P, et al. Prostratin and 12-O-tetradecanoylphorbol 13-acetate are potent and selective inhibitors of chikungunya virus replication. *Journal of natural products*. 2012;75(12):2183-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2321546>
61. Brown HJ, McBride WH, Zack JA, Sun R. Prostratin and bortezomib are novel inducers of latent Kaposi's sarcoma-associated herpesvirus. *Antiviral therapy*. 2005;10(6):745.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16218174>

62. Bhakat S, Karubiu W, Jayaprakash V, Soliman ME. A perspective on targeting non-structural proteins to combat neglected tropical diseases: Dengue, West Nile and Chikungunya viruses. *European journal of medicinal chemistry*. 2014;87:677-702.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25305334>

63. Jeong HJ, Ryu YB, Park S-J, Kim JH, Kwon H-J, Kim JH, et al. Neuraminidase inhibitory activities of flavonols isolated from *Rhodiola rosea* roots and their in vitro anti-influenza viral activities. *Bioorganic & medicinal chemistry*. 2009;17(19):6816-23.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19729316>

64. Liu A-L, Wang H-D, Lee SM, Wang Y-T, Du G-H. Structure-activity relationship of flavonoids as influenza virus neuraminidase inhibitors and their in vitro anti-viral activities. *Bioorganic & medicinal chemistry*. 2008;16(15):7141-7.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18640042>

65. Fernandez LS, Jobling MF, Andrews KT, Avery VM. Antimalarial activity of natural product extracts from Papua New Guinean and Australian plants against *Plasmodium falciparum*. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*. 2008;22(10):1409-12.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18693292>

66. Ayoub NA. A trimethoxyellagic acid glucuronide from *Conocarpus erectus* leaves:

Isolation, characterization and assay of antioxidant capacity. *Pharmaceutical Biology*. 2010;48(3):328-32.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20645821>

67. Helgren TR, Sciotti RJ, Lee P, Duffy S, Avery VM, Igbino O, et al. The synthesis, antimalarial activity and CoMFA analysis of novel aminoalkylated quercetin analogs. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*. 2015;25(2):327-32.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25488841>

68. Tasdemir D, Lack G, Brun R, Rüedi P, Scapozza L, Perozzo R. Inhibition of *Plasmodium falciparum* Fatty Acid Biosynthesis: Evaluation of FabG, FabZ, and FabI as Drug Targets for Flavonoids. *Journal of Medicinal Chemistry*. 2006;49(11):3345-53.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16722653>

69. Hu C-Q, Chen K, Shi Q, Kilkuskie RE, Cheng Y-C, Lee K-H. Anti-AIDS agents, 10. Acacetin-7-o- β -D-galactopyranoside, an anti-HIV principle from *Chrysanthemum morifolium* and a structure-activity correlation with some related flavonoids. *Journal of natural products*. 1994;57(1):42-51.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8158164>

70. Liu M-M, Zhou L, He P-L, Zhang Y-N, Zhou J-Y, Shen Q, et al. Discovery of flavonoid derivatives as anti-HCV agents via pharmacophore search combining molecular docking strategy. *European journal of medicinal chemistry*. 2012;52:33-43.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22445328>

71. Abdel-Hameed E-SS, Bazaid SA, Shohayeb MM, El-Sayed MM. Phytochemical

- Studies and Evaluation of Antioxidant, Anticancer and Antimicrobial Properties of *Conocarpus erectus* L. Growing in Taif, Saudi Arabia. 2012. <https://pdfs.semanticscholar.org/34dd/f8ae0a7d24b7a7682240d2201782a4995bfc.pdf>
72. Shohayeb M, Hameed E, Bazaid S. Antimicrobial activity of tannins and extracts of different parts of *Conocarpus erectus* L. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 2013;3:544-53. http://ijpbs.com/ijpbsadmin/upload/ijpbs_51dbb691221f1.pdf
73. Ajam SMS, Salleh B, Al-Khalil S, Sulaiman SF, editors. Antimicrobial activity of spermine alkaloids from *Samanea saman* against microbes associated with sick buildings. *International Conference on Environment, Chemistry and Biology*; 2012. <http://www.ipcbee.com/vol49/030-ICECB2012-E1010.pdf>
74. Thippeswamy S, Mohana DC, Abhishek RU, Manjunath K. Evaluation of Antimicrobial and Antioxidant Properties of Pithecolobine Isolated from *Albizia saman*. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*. 2015;21(4):438-46. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10496475.2014.996695>
75. Azhar I, Hasan MM, Mazhar F, Ali M. Some biological evaluations on *Samanea saman*. *Pakistan Journal of Pharmacology*. 2009;26:47-53. https://www.researchgate.net/publication/299416272_Some_Biological_evaluation_on_Samanea_saman
76. Jagessar RC, Mars A, Gomathinayagam S. Selective Antimicrobial properties of Leaf extract of *Samanea saman* against *Candida albicans* *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* using several microbial methods. *Journal of American Science*. 2011;7(3):108-19. <https://www.semanticscholar.org/paper/Selective-Antimicrobial-properties-of-Leaf-extract-Jagessar-Gomathinayagam/ae1eeb92d69520f3daddcc39c1fc6d98d017aef8>
77. Vinodhini S, Rajeswari V D. Review on Ethnomedical Uses, Pharmacological Activity and Phytochemical Constituents of *Samanea saman* (jacq.) Merr. Rain Tree. *Pharmacognosy Journal* 2018;10(2):202-9. <https://pdfs.semanticscholar.org/9fe2/75ce7e5281872abf98896a7322893045f5d5.pdf>
78. Thippeswamy S, Mohana DC, Abhishek RU, Manjunath K. Efficacy of bioactive compounds isolated from *Albizia amara* and *Albizia saman* as source of antifungal and antiaflatoxic agents. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*. 2013;8(4):297-305. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00003-013-0839-7>
79. Kokila K, Elavarasan N, Sujatha V. Isolation, Identification and Biological Applications of Anthraquinone (Methylated Rhein) from *Albizia saman* Seed Extracts. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017;41(1). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.12761>
80. Mar W, Tan GT, Cordell GA, Pezzuto JM, Jurcic K, Offermann F, et al. Biological activity of novel macrocyclic alkaloids (budmunchiamines) from *Albizia amara* detected on the basis of interaction with DNA. *Journal of natural products*. 1991;54(6):1531-42. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1725878>

81. Pezzuto JM, Mar W, Lin L-Z, Cordell GA, Neszmélyi A, Wagner H. Budmunchiamines D-I from *Albizia amara*. *Phytochemistry*. 1992;31(5):1795-800. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003194229283150W>
82. Indravathi G, Reddy RS, Babu PS. *Albizia amara*-A Potential Medicinal Plant: A. *International Journal of Science and Research* 2016;5(3):621-7. <https://www.ijsr.net/archive/v5i3/NOV161939.pdf>
83. McPherson DD, Cordell GA, Soejarto DD, Pezzuto JM, Fong HHS. Peltogynoids and homoisoflavonoids from *Caesalpinia pulcherrima*. *Phytochemistry*. 1983;22(12):2835-8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942200977082>
84. Pranithanchai W, Karalai C, Ponglamanont C, Subhadhirasakul S, Chantrapromma K. Cassane diterpenoids from the stem of *Caesalpinia pulcherrima*. *Phytochemistry*. 2009;70(2):300-4. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942208005955>
85. Liu Y, Harinantenaina L, Brodie PJ, Bowman JD, Cassera MB, Slobodnick C, et al. Bioactive compounds from *Stuhlmannia moavi* from the Madagascar dry forest. *Bioorganic & medicinal chemistry*. 2013;21(24):7591-4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24239390>
86. Kwon H-J, Kim H-H, Ryu YB, Kim JH, Jeong HJ, Lee S-W, et al. In vitro anti-rotavirus activity of polyphenol compounds isolated from the roots of *Glycyrrhiza uralensis*. *Bioorganic & medicinal chemistry*. 2010;18(21):7668-74. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968089610007376>
87. Xie Y, Huang B, Yu K, Shi F, Liu T, Xu W. Caffeic acid derivatives: a new type of influenza neuraminidase inhibitors. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*. 2013;23(12):3556-60. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23664211>
88. Zhu Y, Zhang P, Yu H, Li J, Wang M-W, Zhao W. Anti-*Helicobacter pylori* and thrombin inhibitory components from Chinese dragon's blood, *Dracaena cochinchinensis*. *Journal of natural products*. 2007;70(10):1570-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17883259>
89. Wen C-C, Kuo Y-H, Jan J-T, Liang P-H, Wang S-Y, Liu H-G, et al. Specific plant terpenoids and lignoids possess potent antiviral activities against severe acute respiratory syndrome coronavirus. *Journal of Medicinal Chemistry*. 2007;50(17):4087-95. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17663539>
90. Zhang Y, Liu Y-B, Li Y, Ma S-G, Li L, Qu J, et al. Sesquiterpenes and alkaloids from the roots of *Alangium chinense*. *Journal of natural products*. 2013;76(6):1058-63. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23734721>
91. Zanin JLB, De Carvalho BA, Salles Martineli P, Dos Santos MH, Lago JHG, Sartorelli P, et al. The genus *Caesalpinia* L.(Caesalpinaceae): phytochemical and pharmacological characteristics. *Molecules*. 2012;17(7):7887-902. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22751225>

92. Asati N, Yadava R. Antibacterial activity of a triterpenoid saponin from the stems of *Caesalpinia pulcherrima* Linn. Natural product research. 2018;32(5):499-507. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2842392>
6
93. Erharuyi O, Adhikari A, Falodun A, Jabeen A, Imad R, Ammad M, et al. Cytotoxic, anti-inflammatory, and leishmanicidal activities of diterpenes isolated from the roots of *Caesalpinia pulcherrima*. *Planta medica*. 2017;83(01/02):104-10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2734079>
3
94. Chiang L, Chiang W, Liu M, Lin C. In vitro antiviral activities of *Caesalpinia pulcherrima* and its related flavonoids. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2003;52(2):194-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1283774>
6
95. Chanda S, Baravalia Y. Brine shrimp cytotoxicity of *Caesalpinia pulcherrima* aerial parts, antimicrobial activity and characterisation of isolated active fractions. *Natural product research*. 2011;25(20):1955-64. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2176203>
1
96. Sudhakar M, Rao CV, Rao P, Raju D, Venkateswarlu Y. Antimicrobial activity of *Caesalpinia pulcherrima*, *Euphorbia hirta* and *Asystasia gangeticum*. *Fitoterapia*. 2006;77(5):378-80. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1673092>
1
97. Rao YK, Fang S-H, Tzeng Y-M. Anti-inflammatory activities of flavonoids isolated from *Caesalpinia pulcherrima*. *Journal of ethnopharmacology*. 2005;100(3):249-53. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1589389>
6
98. Azab SS, Abdel-Daim M, Eldahshan OA. Phytochemical, cytotoxic, hepatoprotective and antioxidant properties of *Delonix regia* leaves extract. *Medicinal Chemistry Research*. 2013;22(9):4269-77. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00044-012-0420-4>
99. Ragasa CY, Hofilena JG. Antimicrobial coumarin derivative from *Delonix regia*. *Manila Journal of Science*. 2011;7(1):7-11. <https://www.manilajournalofscience.com.ph/download/2-MJS01142011-Ragasa.Hofilena-copyedited.pdf>
100. Marín C, Ramírez-Macías I, López-Céspedes A, Olmo F, Villegas N, Díaz JG, et al. In vitro and in vivo trypanocidal activity of flavonoids from *Delphinium staphisagria* against Chagas disease. *Journal of natural products*. 2011;74(4):744-50. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2146615>
7
101. Yang W-Y, Won TH, Ahn C-H, Lee S-H, Yang H-C, Shin J, et al. Streptococcus mutans sortase A inhibitory metabolites from the flowers of *Sophora japonica*. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*. 2015;25(7):1394-7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2574681>
2
102. Shabir G, Anwar F, Sultana B, Khalid ZM, Afzal M, Khan QM, et al. Antioxidant and antimicrobial attributes and phenolics of different solvent extracts from leaves, flowers and bark of Gold Mohar [*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.]. *Molecules*. 2011;16(9):7302-19. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2214354>
0

103. Singh S, Kumar SN. A review: introduction to genus *Delonix*. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2014;3(6):2042-55.
file:///C:/Users/7/Downloads/article_wjpps_1402570256.pdf
104. Grosvenor PW, Gray DO. Colutequinone and colutehydroquinone, antifungal isoflavonoids from *Colutea arborescens*. *Phytochemistry*. 1996;43(2):377-80.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942296002609> 77-80.
105. Grosvenor PW, Gray DO. Coluteol and colutequinone B, more antifungal isoflavonoids from *Colutea arborescens*. *Journal of Natural Products*. 1998;61(1):99-101.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9548836>
106. Jantová S, Nagy M, Ružeková Ľ, Grancai D. Antibacterial activity of plant extracts from the families Fabaceae, Oleaceae, Philadelphaceae, Rosaceae and Staphyleaceae. *Phytotherapy Research*. 2000;14(8):601-3.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11113995>
107. Ndjateu FS, Tsafack RB, Nganou BK, Awouafack MD, Wabo HK, Tene M, et al. Antimicrobial and antioxidant activities of extracts and ten compounds from three Cameroonian medicinal plants: *Dioscorea perkinsiae* (Melastomaceae), *Adenocarpus mannii* (Fabaceae) and *Barteria fistulosa* (Passifloraceae). *South African Journal of Botany*. 2014;91:37-42.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629913004626>
108. Hoet S, Pieters L, Muccioli GG, Habib-Jiwan J-L, Opperdoes FR, Quetin-Leclercq J. Antitrypanosomal activity of triterpenoids and sterols from the leaves of *Strychnos spinosa* and related compounds. *Journal of Natural Products*. 2007;70(8):1360-3.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17637068>
109. Yu F, Wang Q, Zhang Z, Peng Y, Qiu Y, Shi Y, et al. Development of oleanane-type triterpenes as a new class of HCV entry inhibitors. *Journal of Medicinal Chemistry*. 2013;56(11):4300-19.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23662817>
110. Kashiwada Y, Nagao T, Hashimoto A, Ikeshiro Y, Okabe H, Cosentino LM, et al. Anti-AIDS agents 38. Anti-HIV activity of 3-O-acetyl ursolic acid derivatives. *Journal of Natural Products*. 2000;63(12):1619-22.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11141100>
111. Song G, Shen X, Li S, Li Y, Si H, Fan J, et al. Structure-activity relationships of 3-O- β -chacotriosyl oleanane-type triterpenoids as potential H5N1 entry inhibitors. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2016;119:109-21.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27153348>
112. Nganou BK, Tane P, Nchiozem A, Selvaraj J, Selvaraj A, Nanjan C. Identification of Human NMPrtase Inhibitors *Adenocarpus Mannii*; An In-Silico Approach. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017;9(2):95.
<https://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol9Issue02/jpsr09021704.pdf>
113. Rodríguez-Hernández D, Barbosa LC, Demuner AJ, de Almeida RM, Fujiwara RT, Ferreira SR. Highly potent anti-leishmanial derivatives of hederagenin, a triterpenoid from *Sapindus saponaria* L. *European Journal of*

medicinal chemistry. 2016;124:153-9.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27569196>

114. Felix M, Firmin B, Molloumba P, Ewaméla G. La pharmacopée des peuples Pygmées du nord-ouest du Congo Brazzaville pour les affections bucco-dentaires. Actes Société française d'histoire de l'art dentaire. 2011;16:97-101.

https://www.biusante.parisdescartes.fr/sfhad/vol16/2011_22.pdf

115. Erhenhi A, Obadoni B. Known medicinal and aphrodisiac plants of Urhonigbe forest reserve, Edo State, Nigeria. Journal of Medicinal Plants Research. 2015;3(4):101-06.
<http://www.plantsjournal.com/archives/?year=2015&vol=3&issue=4&part=B&ArticleId=220>