



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
“VICTORIA HERNÁNDEZ BRITO”

TÍTULO

**Productos naturales de algunos árboles y arbustos, y su importancia
en el desarrollo sostenible.**

TESIS PROFESIONAL

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTA:

URIEL REYES GARCÍA

DIRECTOR DE TESIS:

MC. EDSON BRODELI FIGUEROA PACHECO

IGUALA DE LA INDEPENDENCIA, GUERRERO, MÉXICO, DICIEMBRE DE 2024.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	II
INDICE	III
INDICE DE CUADROS	IV
INDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	VI
I. Introducción	1
II. Bioactividades de productos naturales	4
2.1. Bioactividad de extractos de hojas y aceites esenciales.	4
2.2. Bioactividad de aceites esenciales y extractos de corteza.....	7
2.3. Bioactividad de extractos de madera y aceites esenciales.	9
2.4. Papel de los aceites y extractos esenciales como bioconservantes de la madera.	11
2.5. Extractos naturales como síntesis verde mediada de nanopartículas.....	16
III. Conclusión	19
IV. Referencias	20

INDICE DE CUADROS

Tabla 1. Principales grupos de compuestos vegetales con actividad antimicrobiana (Cowan 1999).....	2
--	---

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructuras químicas de compuestos antimicrobianos (Cowan 1999).	1
Figura 2. Estructuras de compuestos fenólicos detectadas en extractos etanólicos de <i>L. camara</i> y <i>L. montevidensis</i> de hojas y raíces (Sousa et al. 2015).	6
Figura 3. Extractos y compuestos de aceites esenciales de corteza de <i>Cinnamomum</i>	8
Figura 4. Estructuras químicas de liquiritigenina (1), isoliquiritigenina (2) y marsupsina (3).	10
Figura 5. Cromatograma GC/MS del aceite esencial de madera de <i>D. regia</i> (Salem et al. 2014d).	11
Figura 6. Bioactividad de la madera tratada con extractos acuosos de flores de <i>A. saligna</i> contra tres hongos: (a) <i>R. solani</i> ; (b) <i>P. chrysogenum</i> ; y (c) <i>F. culmorum</i> (Al-Huqail et al. 2019).	12
Figura 7. Madera tratada con extracto metanólico de cáscaras de <i>M. paradisiaca</i> . (A) <i>F. culmorum</i> , (B) <i>R. solani</i>	12
Figura 8. Actividades antifúngicas de la madera tratada con aceites contra <i>F. culmorum</i> . (C1) madera tratada con DMSO al 10%; (C2) madera tratada con clotrimazol 1000 ppm; (C3) madera tratada con tiofanato de metilo 1500 ppm; (I) madera tratada con aceite de <i>E</i>	13
Figura 9. Actividades antifúngicas de la madera tratada con aceites contra el crecimiento de <i>P. chrysogenum</i> . Para ver la leyenda, consulte la figura 8.	14
Figura 10. Actividad antifúngica de la madera tratada con aceites frente al crecimiento de <i>R. solani</i> . Para ver la leyenda, consulte la figura 8.	15
Figura 11. TEM de AuNP biosintetizadas con extractos acuosos de flores de <i>M. oleifera</i> (B) Distribución de tamaño de AuNP (Anand et al. 2015).	16
Figura 12. Análisis espectroscópicos de AuNP sintetizadas con extracto de flor de <i>M. oleifera</i>	17
Figura 13. Actividad catalítica de AgNP entre el extracto de <i>L. camara</i> y el azul de metileno (efecto de retransmisión electrónica), mostrando aquí la reducción del azul de metileno mediada por el extracto acuoso verde natural de <i>L. camara</i> . (Ajitha et al. 2015).	17
Figura 14. Imágenes TEM de nanopartículas de plata preparadas. (Ajitha et al. 2015).	18

RESUMEN

Los árboles y arbustos cuentan con un recurso sostenible para la extracción de productos naturales. Estos productos naturales o metabolitos secundarios se pueden extraer con diferentes disolventes polares o no polares. Las composiciones químicas de estos extractos y aceites esenciales se caracterizan e identifican mediante diferentes análisis cromatográficos como GC/MS, HPLC y NMR, entre otros. Los extractos, aceites esenciales y compuestos bioactivos tienen muchos usos, como antimicrobianos, anticancerígenos y antioxidantes. Además, estos compuestos naturales han sido reportados en muchos trabajos como un buen biofungicida contra el moho que causa la decoloración de la madera y los productos de madera y fueron reconocidos como bioagentes ecológicos. Además, los extractos naturales se pueden utilizar como mediadores para sintetizar materiales de nanopartículas.

Palabras clave; árboles, arbustos, productos naturales; compuestos bioactivos, actividad antimicrobiana, nanopartículas, biofungicida para madera

I. Introducción

Los metabolitos secundarios no son esenciales para la supervivencia de la planta. Son compuestos defensivos contra competidores, insectos y patógenos (Efferth *et al.* 2011). Se sabe que los aceites esenciales/fijados, los extractos de plantas y sus compuestos derivados, como alcaloides, saponinas, compuestos fenólicos, compuestos flavonoides, glucósidos, lignanos y otros compuestos (Figura 1), son activos contra una amplia variedad de microorganismos (Hammer *et al.* 1999; Salem *et al.* 2016 a,b; 2020; Hassan *et al.* 2020).

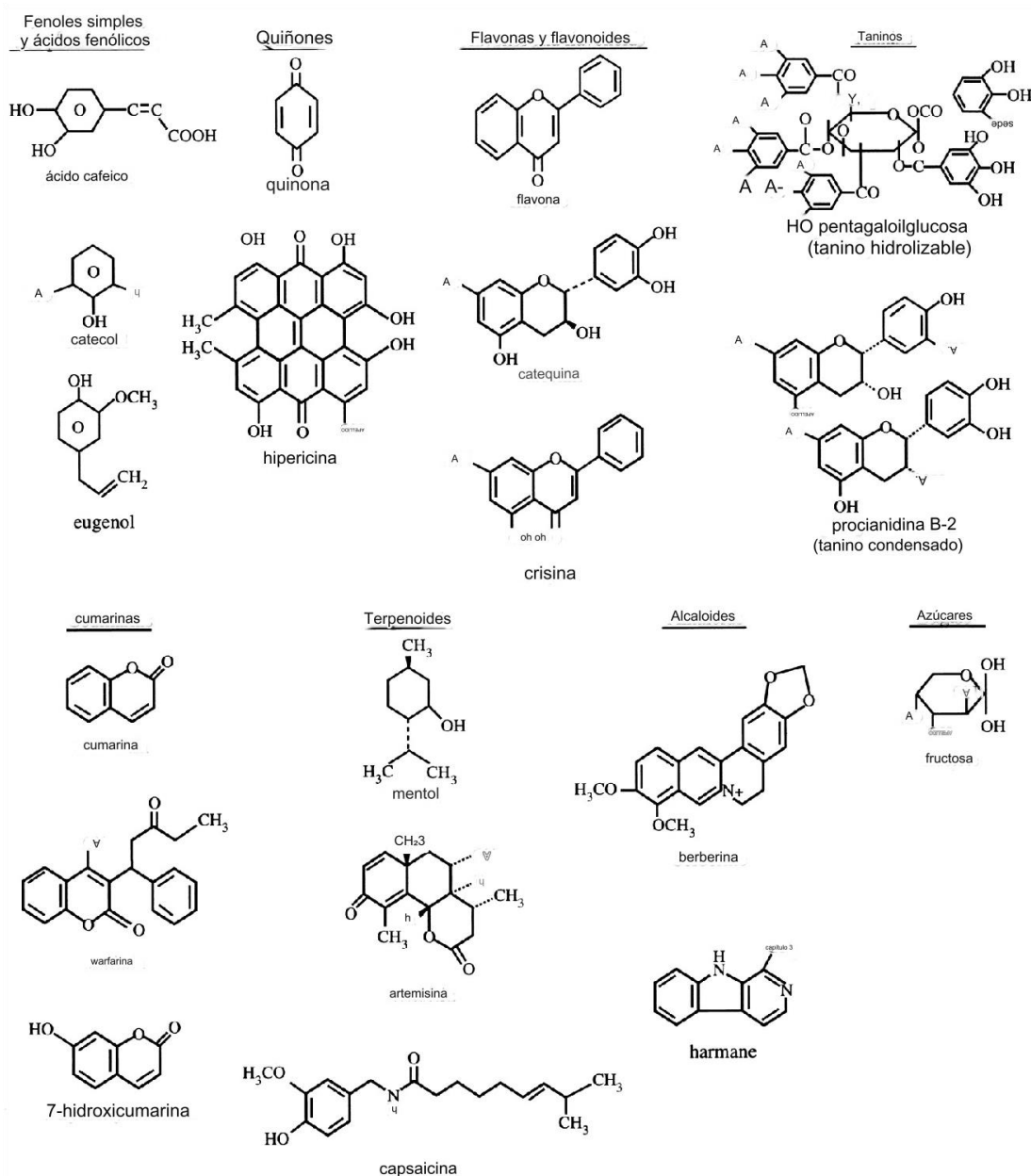


Figura 1. Estructuras químicas de compuestos antimicrobianos (Cowan 1999).

En la tabla 1 se incluyen los principales mecanismos de acción de los antimicrobianos vegetales según los grupos ya mencionados.

Tabla 1. Principales grupos de compuestos vegetales con actividad antimicrobiana (Cowan 1999).

Clase	Subclase	Ejemplos	Mecanismo
Fenólicos	Fenoles simples	Catecol	Privación de sustrato
		Epicatequina	Alteración de la membrana
	Ácido fenólico	Ácido cinámico	?
	Quiñones	Hipericina	Unión de adhesina, complejo con la pared celular, inactivación enzimática
	Flavonoides	Crisina	Unión de adhesina
	Flavonas	-	Complejo con pared celular Inactivación enzimática
		Abisinonona	Inhibición de la transcriptasa inversa del VIH
	Flavonoles	Totarol	?
	Taninos	Elagitanino	Unión a proteínas
			Unión de adhesina
Inhibición enzimática			
Privación de sustrato			
Complejo con pared celular			
Alteración de la membrana			
Cumarinas	Warfarina	Interacción con el ADN eucariota (actividad antiviral)	
Terpenoides, Aceites esenciales	-	Capsaicina	Alteración de la membrana
Alcaloides	-	Berberina	Intercalación en la pared celular y/o ADN
		piperina	
Lectinas y polipéptidos	-	Aglutinina específica de manosa	Bloqueo de fusión o adsorción viral
		Falxatina	Formación de puentes disulfuro
Poliacetilenos	-	8s-heptadeca-2(Z),9(Z)-dieno-4,6-diino-1,8-diol	?

El aumento en el desarrollo de nuevos agentes antimicrobianos, infecciones por microorganismos (bacterianos y fúngicos) para humanos, plantas y animales se han

convertido en un desafío importante en los últimos años (Mansour *et al.*, 2015a; Ashmawy *et al.* 2018a,b; El-Sabroun *et al.* 2019; Okla *et al.* 2019^a).

Diferentes partes botánicas de arbustos y árboles medicinales y aromáticos, como hojas, frutos, madera, ramas, semillas, raíces y cortezas, son una gran fuente de productos naturales con potenciales propiedades antibacterianas, antifúngicas, anticancerígenas, antioxidantes y biopesticidas (Wu *et al.* 2013; Dai *et al.* 2010; EL-Hefny *et al.* 2017).

Se han realizado decenas de trabajos para documentar la bioactividad y composición química de productos naturales procedentes de árboles y arbustos; por ejemplo, se han estudiado extractos de cortezas, frutos, hojas, raíces, látex y semillas de especies de *Ficus* (familia Moraceae) por sus bioactividades y bioquímicas (Salem *et al.* 2013a).

II. Bioactividades de productos naturales.

2.1. Bioactividad de extractos de hojas y aceites esenciales.

Las hojas de árboles y arbustos contienen una mayor cantidad de metabolitos secundarios; es decir, se identificaron hojas de extractos, a saber, esteroides, taninos, antocianinas, flavonoides, diterpenos, fisterol y flobataninos, en el extracto de hojas de teca (Godghate y Sawant 2014). Los extractos de teca mostraron una gran bioactividad contra hongos patógenos y plagas de insectos (Guerrero-Vásquez *et al.* 2013; Alabi y Oyeku 2017; Hamad *et al.* 2019). Hamdin *et al.* (2019) observaron que el extracto de hoja de teca no causó ninguna toxicidad aparente in vivo en un modelo animal.

Se encontró que el aceite esencial de las hojas de ciruela de Java (*Syzygium cumini*) tiene α -pineno, α -terpineol, aloocimeno, acetato de α -bornilo, 2- β -pineno y cariofileno como compuestos principales (Elansary *et al.* 2012), mientras que otros comandos como α - También se identificaron pineno, cis-ocimina, trans-ocimina y 2- β -pineno (Craveiro *et al.* 1983).

Ciprés mediterráneo (*Cupressus sempervirens*) el aceite mostró cedrol, fenantreno, Δ^3 -careno, α -terpineoleno, canfeno, α -pineno, 2- β -pineno, limoneno y α -terpineol como compuestos principales (Elansary *et al.* 2012). Algunos de estos componentes se encontraron en plantas de la misma especie en Cameron (Taponjoui *et al.* 2005) con menor porcentaje de cedrol, mientras que sabineno y α -pineno fueron mayores. Mientras que en los cultivares turcos el canfeno tiene un valor quimiotaxonómico (Uçar *et al.* 2007).

Guaje (*Leucaena leucocephala*) el extracto de hoja identificó compuestos de éster 14-metil-metílico del ácido pentadecanoico, 2 (H) -benzofuranona-5,6,7,7a-tetrahidro-4,4,7a-trimetilo y 6,10,14-trimetil-2. -pentadecanona (Salem *et al.* 2011). El extracto de hojas de *L. leucocephala* demostró tener quercetina (Adekunle y Aderogba 2008). Se ha aislado mimosina, un iminoácido de las semillas de *L. leucocephala* que se sabe que es tóxico para los rumiantes. De plantas enteras de *L. leucocephala* se aislaron escualeno, ficaprenol-11 (poliprenol), ácido cumárico, lupeol, ácido transcis-cumárico y β -sitostenona (Chen y Wang 2010).

La salicina, un compuesto de salicilato o glucósidos fenólicos, se aisló de extractos de sauce llorón (*Salix babylonica*) (Ruuholta y Julkunen-Tiitto 2000). De las hojas se han aislado compuestos naturales de salicina, éster bencílico del ácido

gentísico, luteolina-4'-Oglucósido, tricocarpina, apigenina/kaempferol -7-O-galactósido y éster del ácido tereftálico (Khatoon *et al.* 1988). Además, se identificaron ésteres de ácidos grasos de éster 1,2,3-propanotriilo del ácido octadecenoico, tritetracotano y hexadecanoico a partir del extracto de hoja (Salem *et al.* 2011).

Los extractos de hojas mostraron actividad antibacteriana potencial (Salem *et al.* 2013b). A partir de extractos de Campanas amarillas (*T. stans*) se han aislado diferentes grupos de compuestos químicos como aceite volátil, saponinas, resinas, alcaloides, esteroides, flavonoides, fenoles y antraquinonas (Raju *et al.* 2011; Binuti y Lajubutu 1994; Hamad *et al.* 2019). con actividades antioxidantes, antifúngicas y antimicrobianas (Karou *et al.* 2006; Raju *et al.* 2011; Govindappa *et al.* 2011). Se han encontrado compuestos bioactivos de glucósido iridoide, 5-desoxistansiósido (Bianco *et al.* 1981), mientras que hiperósido, crisoeriol y luteolina (Ramesh *et al.* 1986) en extractos de hojas.

Compuestos de α -pineno, cis-ocimeno, α -felandreno, sabineno, adamantano, calareno, cis-cariofileno, β -selineno, α -muuroleno, (+)-cicloisosativeno, valenceno, β -cubebeno, α -selineno, Δ -cadineno y γ -selineno se han identificado en el aceite esencial de hoja de pirul (*Schinus molle*) de la planta cultivada en Egipto, con actividad antioxidante moderada (Salem *et al.*, 2013c).

α -felandreno, β -felandreno, limoneno, β -mirceno y elemol fueron los principales compuestos de la planta cultivada en el sudeste de Portugal (Martins *et al.* 2013). α - y β -felandreno y limoneno en aceite de hojas de pirul (*S. molle*) cultivadas en Italia (Maffei y Chialva 1990). α -pineno y β -pineno en aceite volátil de *S. molle* cultivado en Costa Rica (Díaz *et al.* 2008). Se informó que el p-cimeno tiene alta eficacia contra dos insectos de productos almacenados, *Tribolium castaneum* y *Trogoderma granarium*) (Abdel-Sattar *et al.* 2010). En la planta tunecina, se informó que el α -felandreno seguido del β -felandreno (Ennigrou *et al.* 2011) eran los constituyentes principales.

Limpiatubos Llorón (*Callistemon viminalis*) el aceite de hoja mostró que el 1,8-cineol (64,53%) y α -pineno (9,69%) como compuestos principales tenían altas actividades antioxidantes y antibacterianas (Salem *et al.* 2013d). Además, las bioactividades de los aceites esenciales de limpiatubos lloron (*C. viminalis*) se resumen en trabajos anteriores (Salem *et al.* 2017).

El extracto no saponificado rico en terpenos de las hojas de cinco negritos (*Lantana cámara*) mostró una actividad antioxidante considerable (Pramod *et al.*

2017). Sabineno, (Z)-citral, α -pineno, 1,8-cineol, γ -terpineno, E)-citral, trans-cariofileno, biciclogermacreno, α -humuleno, β -cariofileno, α -curcumeno y germacreno D fueron los la mayoría de los compuestos de aceites esenciales en las hojas (Elansary *et al.* 2012; Seth *et al.* 2012) con buena actividad antibacteriana contra algunos patógenos bacterianos humanos y vegetales.

Lantadeno A, lantadeno B, lantadeno C, β,β -dimetilacrililoil éster del ácido lantanílico, lantadeno D, icterogenina, ácido camarínico, lancamarolida, ácido camárico, 3-metoxi quercetina, ácido β -resorcílico, ácido salicílico, ácido gentísico, cumarina, ácido ferúlico, ácido p-hidroxibenzoico y 6-metilcumarina (Sharma y Sharma 1989; Johns *et al.* 1983; Sharma *et al.* 1990; Siddiqui *et al.* 1995; Begum *et al.* 1995; Barua *et al.* 1985; Barua *et al.* 1969; Barua *et al.* 1976; Yadav y Tripathi 2003; Begum *et al.* 2015; Siddiqui *et al.* 1995; Mahato *et al.* 1994).

La Figura 2 presentó las estructuras químicas de los compuestos fenólicos detectados en extractos etanólicos de hojas y raíces de *L. montevidensis* y *L. camara* con buena actividad antioxidante (Sousa *et al.* 2015).

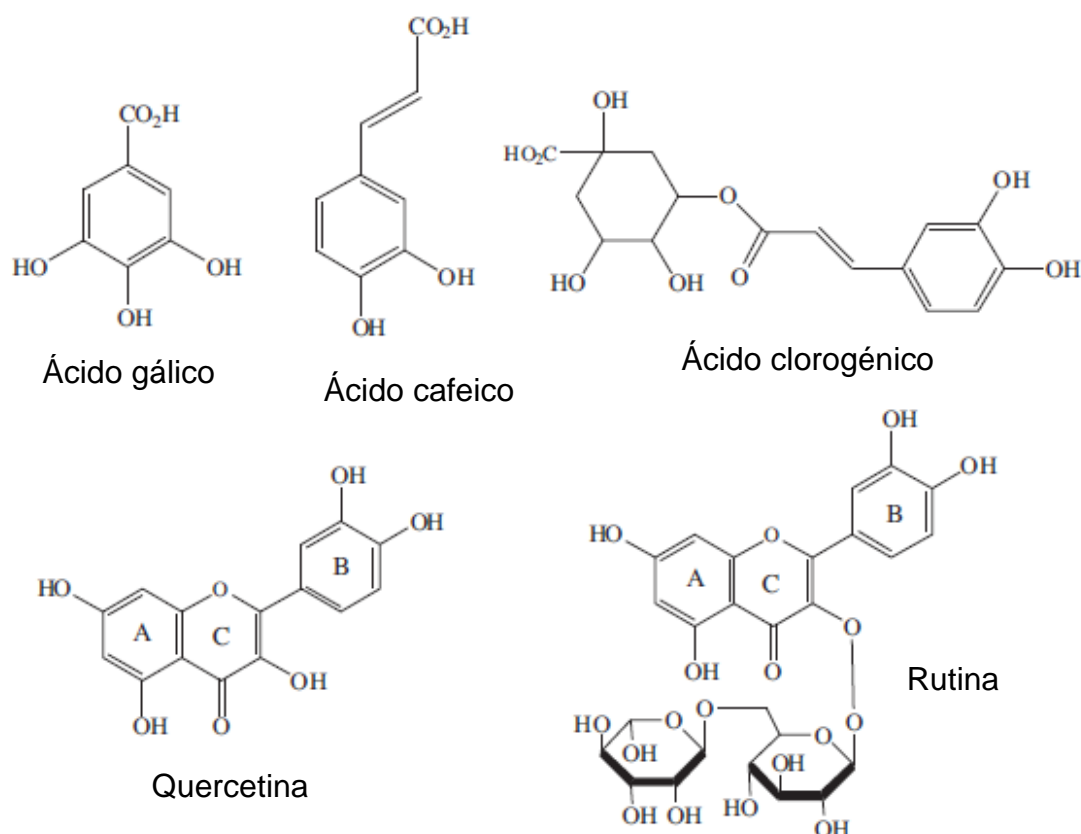


Figura 2. Estructuras de compuestos fenólicos detectadas en extractos etanólicos de *L. camara* y *L. montevidensis* de hojas y raíces (Sousa *et al.* 2015).

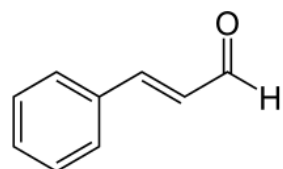
Los extractos acuosos de manzana de madera (*Feronia limonia*), pata de baca (*Bauhinia racemosa*), tamil (*Pongamia pinnata*), sisu (*Dalbeagia sissoo*), arjuna (*Terminalia arjuna*), ailanto (*Ailanthus excelsa*), noni (*Morinda tinctoria*), moringa (*Moringa oleifera*) y guma (*Cordia dichotoma*) mostraron cierta actividad contra *S. typhimurium*, *B. megaterium*, *P. aeruginosa*, *Staph. aureus*, *Proteus vulgaris* y *A. niger* (Pramila *et al.* 2014).

Toronjil (*Melissa officinalis*), Los extractos de romero (*Rosmarinus officinalis*) y salvia (*Salvia officinalis*) con presencia de ácidos hidroxicinámico, cafeico, cumárico, ferúlico y rosmarínico, tuvieron una buena actividad antibacteriana (Cocan *et al.* 2018).

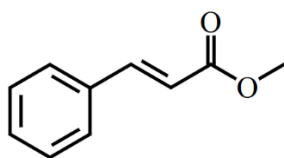
Los extractos hidrometanólicos de jaguarzo (*Cistus monspeliensis*), agracejo (*Berberis vulgaris*), granada (*Punica granatum*), sen (*Cassia angustifolia*), bufera (*Withania frutescens*), canela casia (*Cinnamomum cassia*), comino negro (*Nigella sativa*), rhus (*Rhus tripartata*) y jengibre (*Zingiber officinale*) mostraron buena actividad contra *S. aureus*, *E. faecalis*, *E. coli*, *E. cloacae*, *Klebsiella pneumonia* y *P. aeruginosa* (Bereksi *et al.* 2018).

2.2. Bioactividad de aceites esenciales y extractos de corteza.

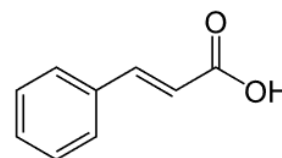
Los extractos y aceites esenciales de la corteza del género *Cinnamomum* se usan comúnmente para actuar como antibacterianos, antioxidantes, antifúngicos, antidiabéticos, antiinflamatorios, nematocidas, insectocidas y anticancerígenos (Mathew *et al.* 2006; Kong *et al.* 2007; Tung *et al.* al., 2008; Cheng *et al.* 2009). Estos compuestos incluyen cinamaldehído, cinamato y ácido cinámico (Senanayake *et al.* 1978; Vangalapati *et al.* 2012). Se han identificado transcinamaldehído, eugenol, alcanfor, β -cariofileno, L-borneol, acetato de cinamilo y otros compuestos (Tung *et al.* 2008 y 2010). La estructura química de los compuestos más identificados en extractos y aceites esenciales de la corteza de *Cinnamomum* se muestra en la Figura 3.



cinamaldehído



Cinamato



ácido cinámico

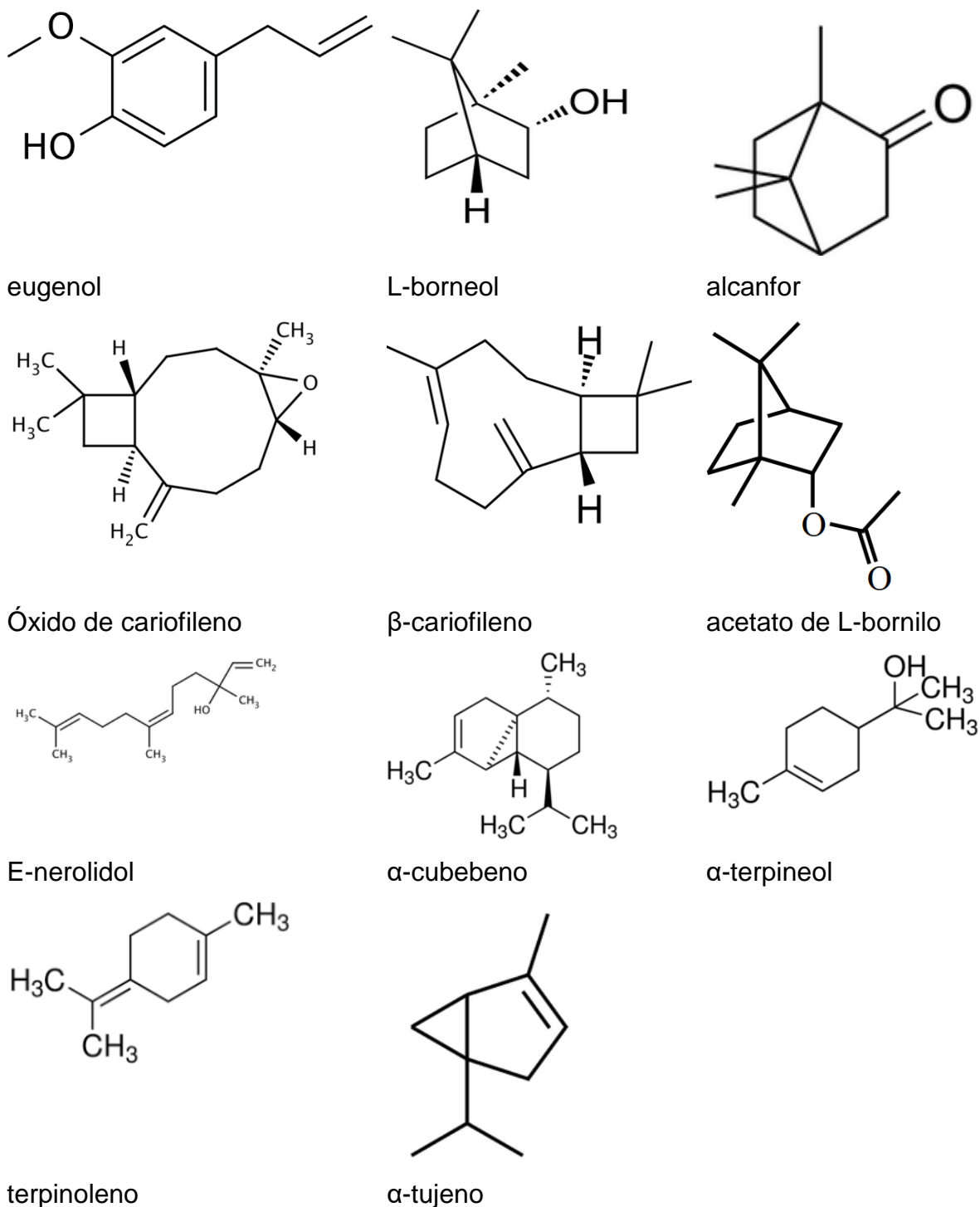


Figura 3. Extractos y compuestos de aceites esenciales de corteza de *Cinnamomum*.

El extracto metanólico de corteza de tallo de pimienta rosada (*Schinus terebinthifolius*) mostró una actividad antibacteriana moderada (Salem *et al.* 2014a), que se informó como rica en taninos, fenoles, antraquinonas y triterpenos (Jorge y Markmann, 1996; Lima *et al.*, 2006).

Terminalia (*Brownie de terminalia*) los extractos de corteza de tallo y madera mostraron la presencia de quercetina-7-O-diglucósido aislado, que poseía una actividad significativa contra las cepas de *Aspergillus* y *Fusarium* (Salih *et al.* 2017).

Se observó una actividad moderada a débil del extracto metanólico de corteza de tallo de *Delonix regia* y *Erythrina humeana* contra *D. dianthicola*, *P. carotovorum* subsp. *wasabiae*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *P. carotovorum* subsp. *atrosepticum* y *D. chrysanthemi* (Salem 2013). Los compuestos de p-metoxibenzaldehído, β -sitosterol, lupeol, epilupeol, estigmasterol y se aislaron del extracto de corteza del tallo de *D. regia* (Jahan *et al.* 2010). La corteza de *D. regia* contiene caroteno, β -sitosterol y alcaloides, además de otros compuestos (Parekh y Chanda 2007; Fatmawaty *et al.* 2013).

El aceite esencial de corteza de *Pinus roxburghii* mostró α -pineno, 3-careno, cembreno, longifoleno, tunbergol, β -pineno, silvestreno, terpineol y terpinoleno como compuestos humanos (Salem *et al.* 2014b) con buena actividad contra *E. coli* y *R. solanacearum*.

Se detectaron ácido ferúlico y catequina en el extracto de corteza de *Catalpa speciosa*; mientras que los ácidos hidroxicafeico y protocatequiico en *Taxus cuspidato* y catequina en *Magnolia acuminada*. Las tres especies ejercieron una clara actividad anticancerígena, especialmente a partir de los compuestos fenólicos de *M. acuminata* (Elansary *et al.* 2019a). Además, se identificó que la corteza de *Quercus robur* (ácido elágico), *Q. macrocarpa* (ácido cafeico) y *Q. acutissima* (ácido elágico) tiene potencial actividad antibacteriana (Elansary *et al.* 2019b).

2.3. Bioactividad de extractos de madera y aceites esenciales.

Los extractos disueltos en metanol, acetato de etilo y cloroformo de ramas de madera de árbol de botella (*Brachychiton diversifolius*) tuvieron actividad antibacteriana contra ciertos patógenos humanos o vegetales (Abdel-Megeed *et al.* 2013; Salem *et al.* 2014c).

Se identificaron compuestos químicos de 5-nirto-2,4(1H,3H)-pirimidindiona, éster dibutílico del ácido 1,2-bencenodicarboxílico, 3-hidroxicarbonil-2,5-dietilpirrolidina y éster 1-metiletílico del ácido fórmico en la madera de sisu (*Dalbergia sissoo*) extracto (Aly *et al.* 2013).

Los compuestos bioactivos marsupsina, liquiritigenina e isoliquiritigenina (Figura 4) se aislaron del duramen de *Pterocarpus marsupium* y se han utilizado para tratar la “prameha” (Deguchi *et al.* 2019).

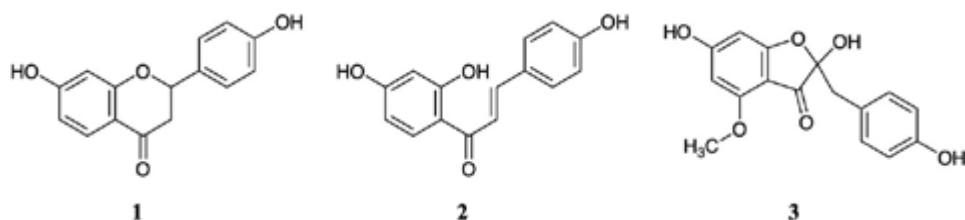


Figura 4. Estructuras químicas de liquiritigenina (1), isoliquiritigenina (2) y marsupsina (3).

Se aislaron eschinol y 4'-etil-4-metil-2,2',6,6'-tetrahidroxi[1,1'-bifenil]-4,4'-dicarboxilato de bifenilo del tallo de pimiento rosado (*Schinus terebinthifolius*) con buena actividad antifúngica (Juan *et al.* 2010). El aceite esencial de frutas mostró la presencia de compuestos bioactivos como cariofileno, tunbergol, α -cariofileno, verticol, 3-careno, cembreno, α -tujeno, terpinoleno y α -pineno (Salem *et al.* 2018a). Mientras que en el tallo se encontraban 3-careno, α -pineno y cariofileno (Hassan y Amjid 2009) con buena actividad antibacteriana.

Se aislaron morina, 1,3,6,7-tetrahidroxixantona y oxiresveratrol del extracto de madera de *Maclura pomifera* con notables agentes fungicidas y termiticidas (Wolfrom y Bhat 1965; Barnes y Gerber 1955). Además, se ha informado que el duramen tiene un antibiótico no tóxico útil como conservante de alimentos y agente antifúngico (Barnes y Gerber 1955; Jacobs 1951). Además, se informó que la 5,7,4',20-tetrahidroxi-6-[30-metil-but-30-enil]-flavona, 5,4'-dihidroxi-20-(1-hidroxi-1-Metiletil)-30-metoxifurano(40,50(6,7)isoflavona y 5,4'-dihidroxi-20-(1-hidroxi-1-metiletil)-30-metoxifurano(40,50(6,7)flavona aislada de extractos de tallo y hojas tenían actividad antibacteriana (Lee *et al.* 1998).

Regia (*D. regia*) el aceite esencial de madera (GC/MS en la Figura 5) mostró actividad efectiva contra *B. subtilis*, *S. lutea* y *S. aureus* (Salem *et al.* 2014d) con la presencia de 1,6,7-trimetil-naftaleno, 1, 7-dimetilnaftaleno, heptadecano, heneicosano, hexadecano, octadecano, pentadecano y eicosano con algunos compuestos volátiles.

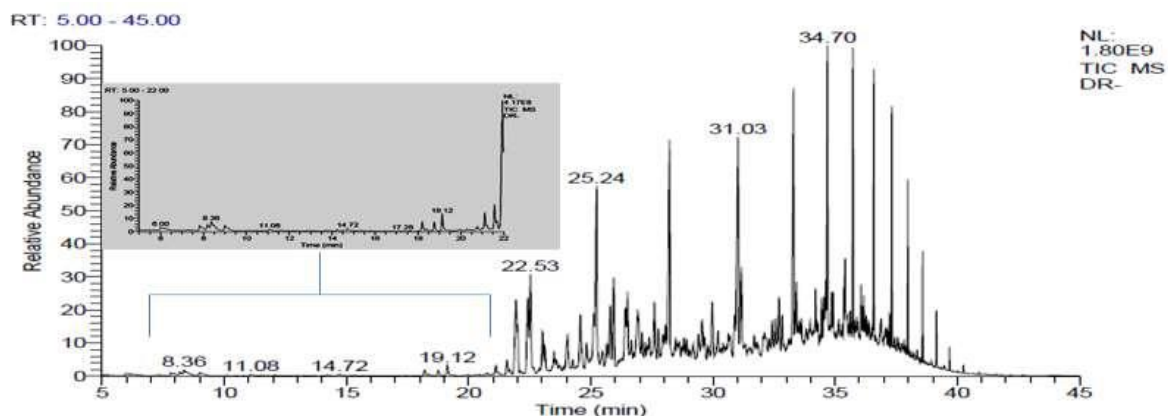


Figura 5. Cromatograma GC/MS del aceite esencial de madera de *D. regia* (Salem *et al.* 2014d).

2.4. Papel de los aceites y extractos esenciales como bioconservantes de la madera.

Algunos hongos son capaces de producir enzimas hidrolizantes como la xilanasas y b-xilosidasas, y colonizar la madera provocando esporas coloreadas y la decoloración de diferentes maderas y productos a base de madera en condiciones húmedas (Andersen *et al.* 2011; Xu *et al.* 2013; Lee *et al.* 2014; Salem 2016). Se pueden utilizar productos naturales para la madera en servicio contra la infestación de moho en dicha aplicación superficial (Mansour y Salem 2015; Mansour *et al.* 2015a,b).

En los últimos años, los extractos naturales se han utilizado como conservantes de la madera no sólo por la utilidad potencial de las fuentes de madera resistentes a la descomposición, sino también por la necesidad de protección contra la descomposición, especialmente para productos antifúngicos comerciales (Qi y Jellison 2004; Mansour *et al.* 2015b; Mansour y Salem 2015; Salem *et al.* 2016a,b; EL-HEFNY *et al.* 2020).

Muestras de madera de *Melia azedarach* tratadas con extracto acuoso de flor de *Acacia saligna* (se encontraron compuestos fenólicos de ácido benzoico, cafeína, ácido o-cumárico, naringenina, quercetina y kaempferol) mostraron una buena actividad antifúngica contra algunos mohos, como se muestra en la Figura F 6 (Al-Huqail *et al.* 2019).

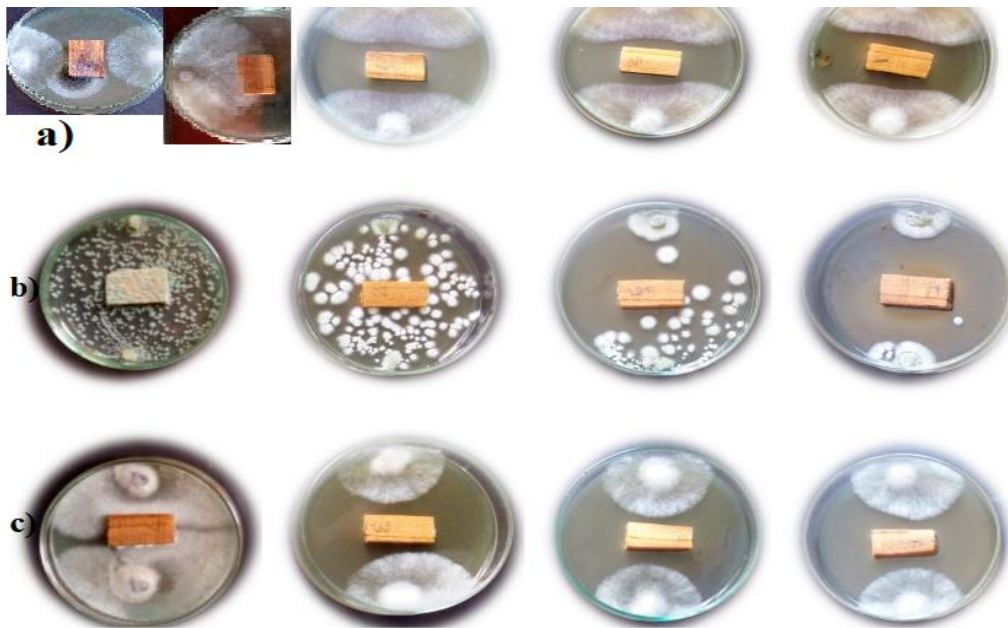


Figura 6. Bioactividad de la madera tratada con extractos acuosos de flores de *A. saligna* contra tres hongos: (a) *R. solani*; (b) *P. chrysogenum*; y (c) *F. culmorum* (Al-Huqail *et al.* 2019).

La Figura 7 muestra que el crecimiento lineal de hongos disminuyó al aumentar la concentración del extracto de madera tratada con cáscaras de *Musa paradisiaca* (Behiry *et al.* 2019).

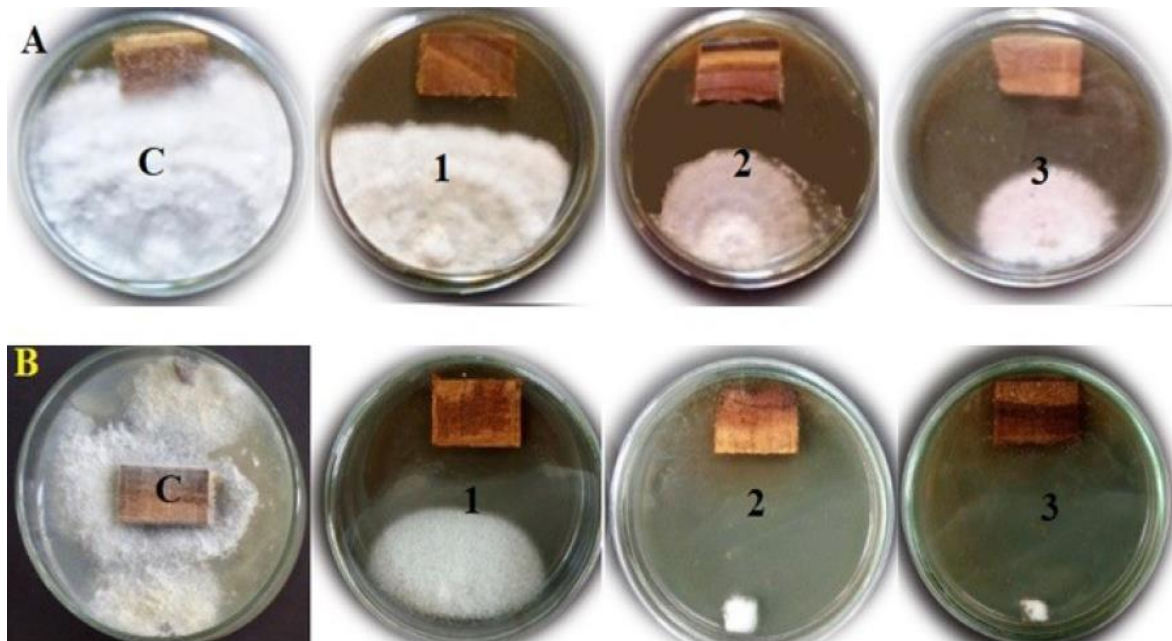


Figura 7. Madera tratada con extracto metanólico de cáscaras de *M. paradisiaca*. (A) *F. culmorum*, (B) *R. solani*.

Los aceites extraídos con n-hexano de *Eucalyptus camaldulensis* y *Vitex agenus-castus* y la madera tratada de árbol del paraíso (*Melia azedarach*) (Figuras 8, 9 y 10) mostraron actividades antifúngicas prometedoras, mientras que el aceite extraído de *Matricaria chamomilla* observó la actividad más baja (Salem *et al.* 2019c).

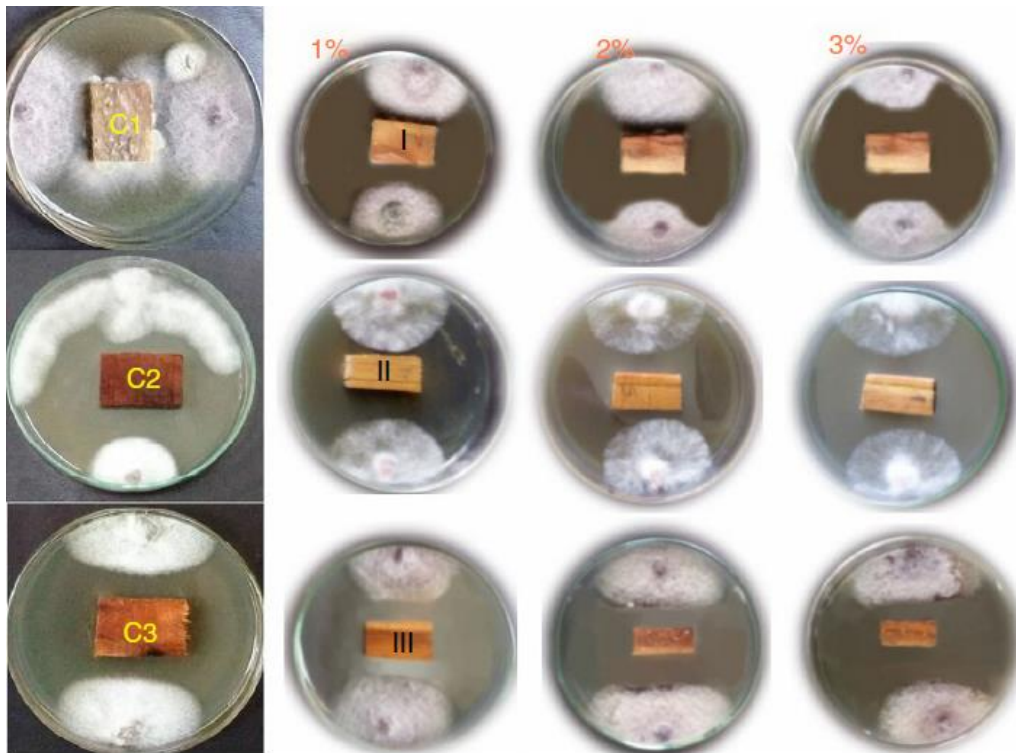


Figura 8. Actividades antifúngicas de la madera tratada con aceites contra *F. culmorum*. (C1) madera tratada con DMSO al 10%; (C2) madera tratada con clotrimazol 1000 ppm; (C3) madera tratada con tiofanato de metilo 1500 ppm; (I) madera tratada con aceite de *E. camaldulensis*; (II) madera tratada con aceite de *M. chamomilla*; (III) madera tratada con aceite de *V. agenus-castus* I (Salem *et al.* 2019c).

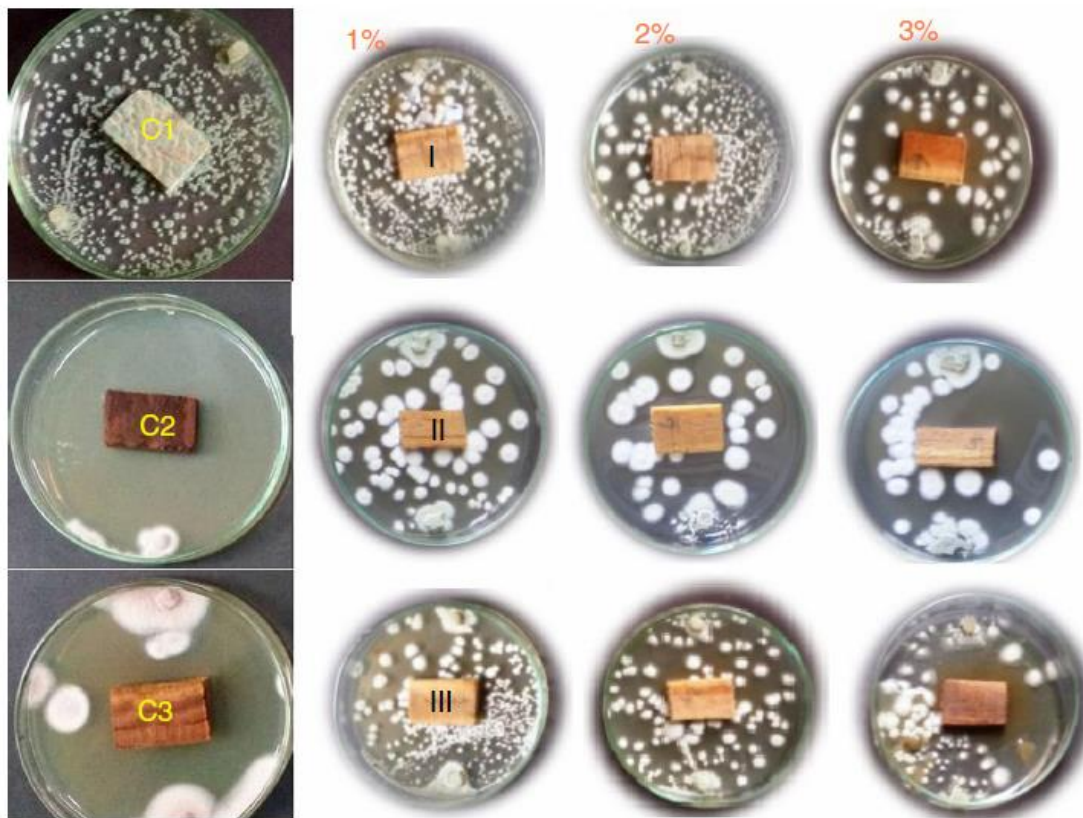


Figura 9. Actividades antifúngicas de la madera tratada con aceites contra el crecimiento de *P. chrysogenum*. Para ver la leyenda, consulte la figura 8.

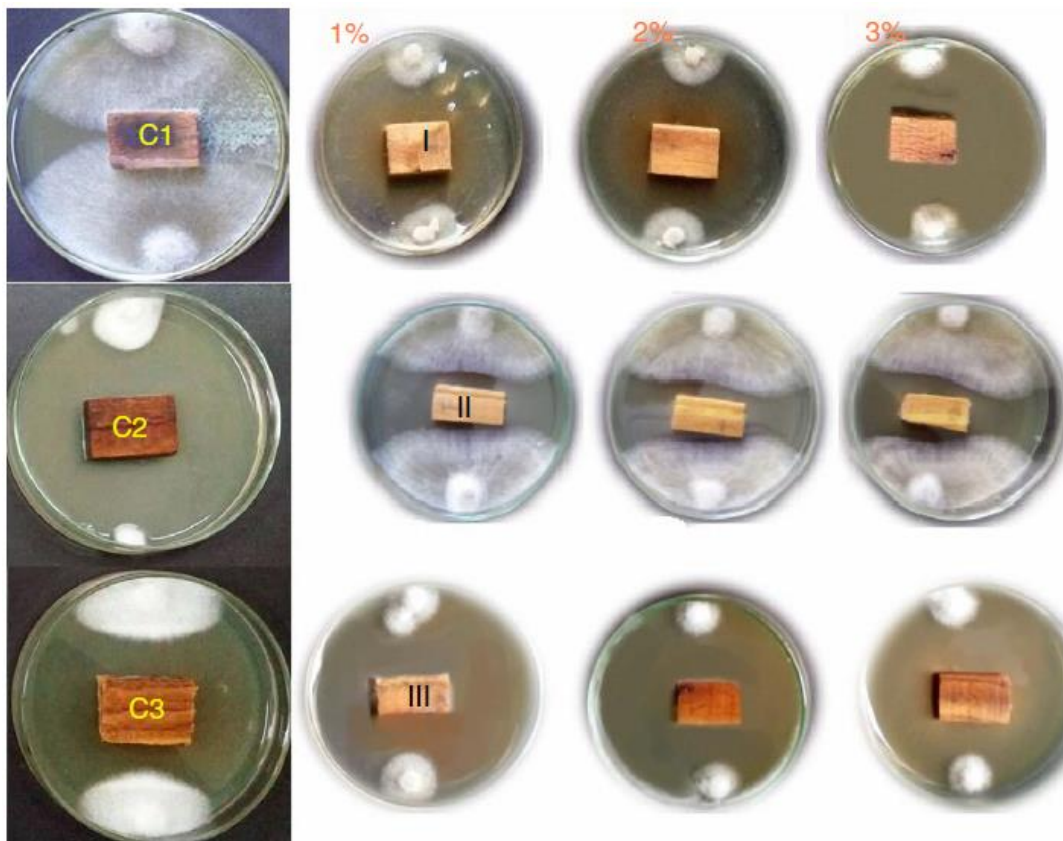


Figura 10. Actividad antifúngica de la madera tratada con aceites frente al crecimiento de *R. solani*. Para ver la leyenda, consulte la figura 8.

Guaje (*L. leucocephala*) Madera tratada con la combinación de extractos de *Acer saccharum* var. corteza interna de *saccharum* (IB) 0,25% ± corteza externa (OB) 0,25% ± ácido cítrico (CA) 0,25% y produjo los mayores efectos antifúngicos contra el crecimiento de *T. viride* (Salem *et al.* 2019a).

Se encontró la misma tendencia en la madera tratada con extracto de fruta de bufera (*Withania somnifera*) sin crecimiento de *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia amylovora* y *Pseudomonas cichorii* y con potente actividad antifúngica contra *F. culmorum* y *R. solani* (EL-Hefny *et al.* 2020). La madera de *Acacia saligna* tratada con Paraloid B-72 y extracto metanólico de madera de *Cupressus sempervirens* como tratamiento combinado mostró una potente actividad biocida contra *T. harzianum* (Mansour y Salem 2015).

Mirto (*myrtus comunis*) el extracto hidroalcohólico y el extracto acuoso del árbol de canela (*Cinnamomun zeylanicum*) mostraron buena actividad contra *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* y *S. enterica* (Masoumian y Zandi 2017). Los extractos de *Capparis decidua*, *Ficus carica*, *Syzygium cumini* y *Ziziphus jujuba* mostraron actividad antibacteriana potencial contra *E. coli*, *P. aeruginosa* y *S. typhimurium* y los hongos *Trichophyton longifusus* y *Candida albicans* (Shad *et al.* 2014).

2.5. Extractos naturales como síntesis verde mediada de nanopartículas.

Moringa (Moringa oleifera) el extracto acuoso de flores se ha utilizado como síntesis verde mediada de nanopartículas (NP) de oro (Au) (Figura 11). Las partículas exhibieron una distribución de tamaños en el rango de 3 a 5 nm con imágenes muy grandes de NP de oro (Anand *et al.* 2015). Las AuNP y la naturaleza cristalina de tamaño nano se confirmaron mediante SEM y el patrón EDX (Figura 12).

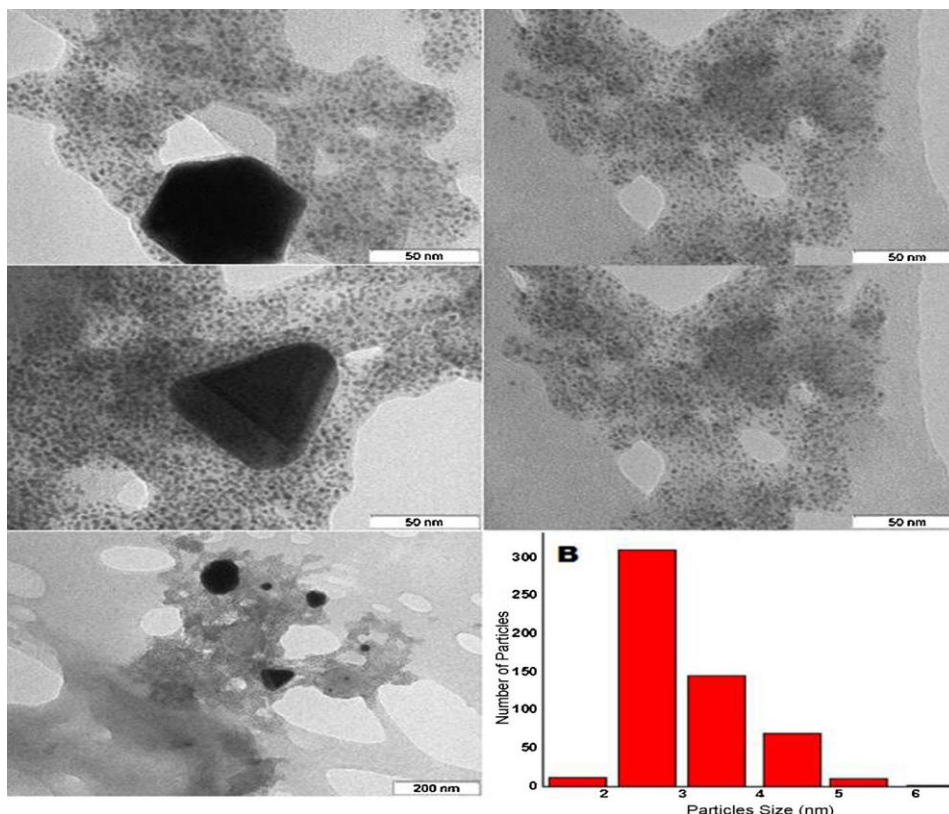


Figura 11. TEM de AuNP biosintetizadas con extractos acuosos de flores de *M. oleifera* (B) Distribución de tamaño de AuNP (Anand *et al.* 2015).

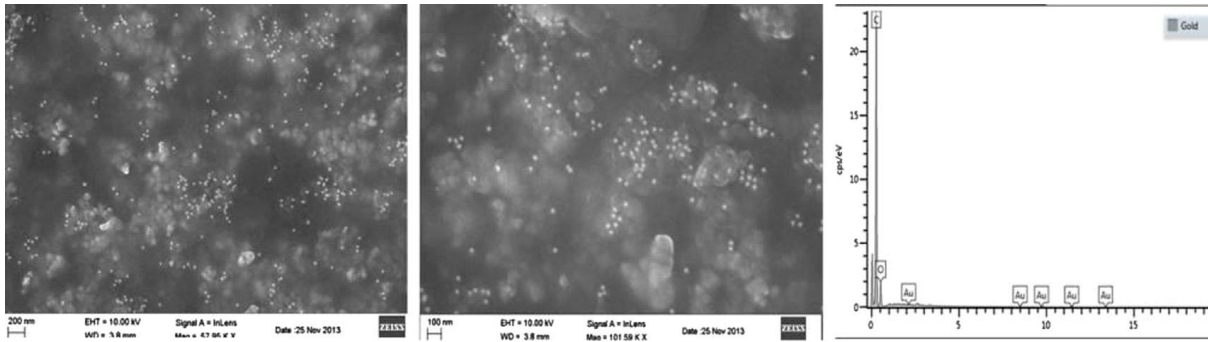


Figura 12. Análisis espectroscópicos de AuNP sintetizadas con extracto de flor de *M. oleifera*.

Moringa (M. oleífera) Los extractos de hojas, flores, frutos y cortezas con sus compuestos fitoquímicos como aminoácidos, carotenoides, minerales, vitaminas, esteroides, glucósidos, flavonoides y alcaloides, fenólicos (Nesamani 1999; Abbassy *et al.* 2018) son capaces de biosintetizar nanopartículas. Se han sintetizado nanopartículas de plata (AgNP) a partir del extracto de hoja de *L. camara* con buena actividad antibacteriana contra *E. coli*, *Pseudomonas spp.*, *Bacillus spp.* y *Staphylococcus spp.* (Figura 13, 14) (Ajitha *et al.* 2015).

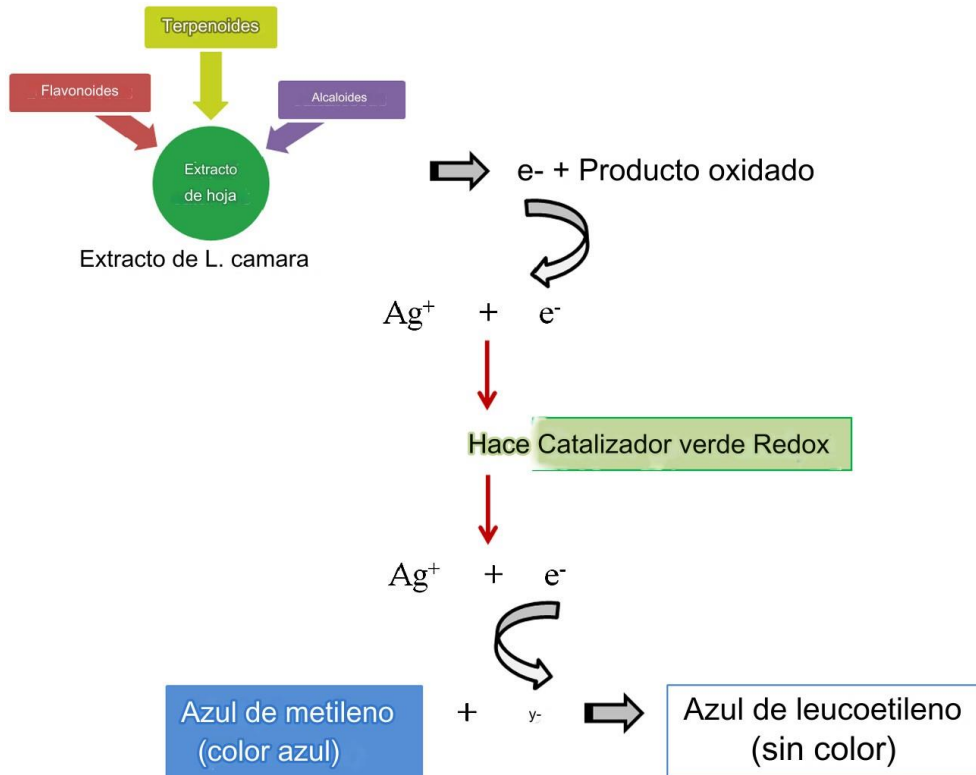


Figura 13. Actividad catalítica de AgNP entre el extracto de *L. camara* y el azul de metileno (efecto de retransmisión electrónica), mostrando aquí la reducción del azul

de metileno mediada por el extracto acuoso verde natural de *L. camara*. (Ajitha *et al.*2015).

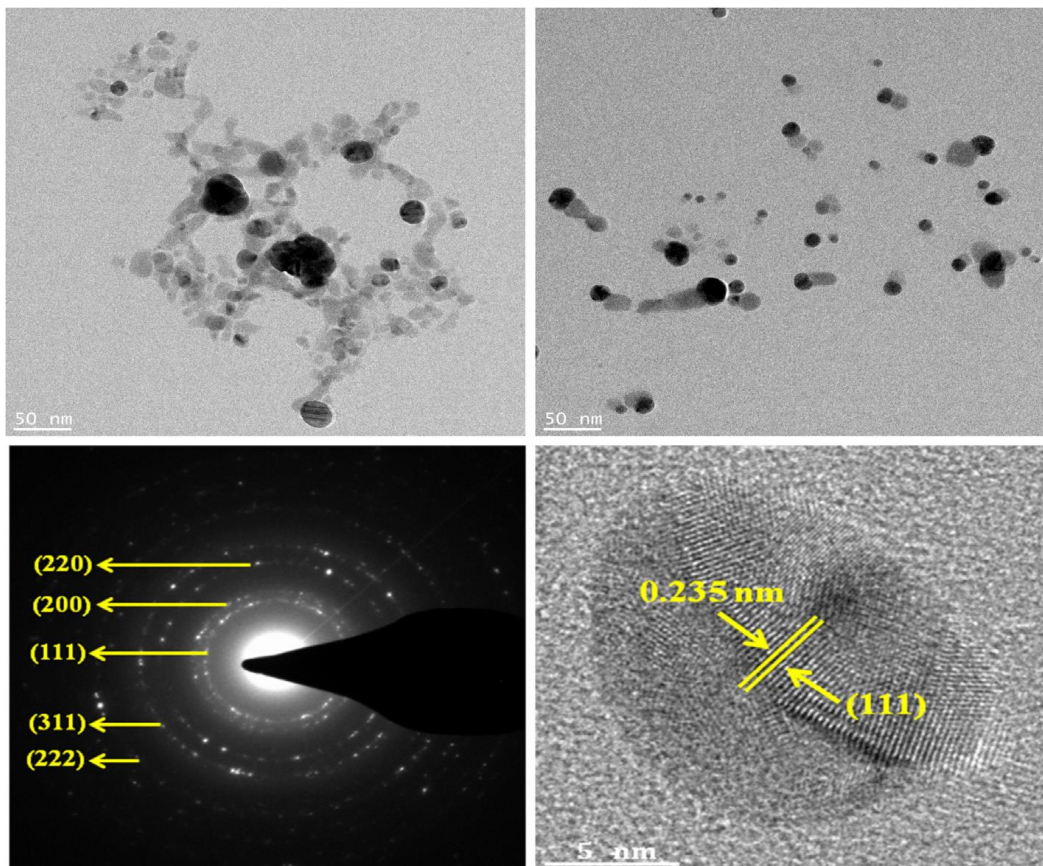


Figura 14. Imágenes TEM de nanopartículas de plata preparadas. (Ajitha *et al.*2015).

III. Conclusión

En este capítulo se resumieron los usos potenciales de los compuestos químicos naturales identificados en diferentes partes botánicas de algunos árboles y arbustos. A estos compuestos bioactivos se les ha demostrado varias actividades como antimicrobiana, anticancerígena, antioxidante, así como biofungicida de la madera y mediación en la producción de nanopartículas.

IV. Referencias

- Abbassy MMS, Salem MZM, Rashad NM, Afify SM, Salem AZM (2018) Propiedades nutritivas y biocidas de los árboles agroforestales de *Moringa oleifera* Lam., *Cassia fistula* L. y *Ceratonia siliqua* L. como aceites vegetales comestibles no convencionales. *Sistema Agroforestal*. DOI: 10.1007/s10457-018-0325-4
- Abdel-Sattar E, Zaitoun AA, Farag MA, El Gayed SH, Harraz FM (2010) Composición química, actividad insecticida y repelente de insectos de los aceites esenciales de hojas y frutos de *Schinus molle* L. contra *Trogoderma granarium* y *Tribolium castaneum*. *Nat Prod Res* 3:226–235
- Abdel-Megeed A, Salem MZM, Ali HM, Gohar YM (2013) *Brachychiton diversifolius* como fuente de productos naturales: evaluación antibacteriana y antioxidante de los extractos de ramas de madera. *J Pure Appl Microbiol* 7(3):1843–1850
- Al-Huqail AA, Behiry SI, Salem MZM, Ali HM, Siddiqui MH, Salem AZM (2019) Actividades antifúngicas, antibacterianas y antioxidantes de *Acacia saligna* (Labill.) HL Wendl. extracto de flor: análisis por HPLC de compuestos fenólicos y flavonoides. *Moléculas* 24(4):700; doi: 10.3390/moléculas24040700
- Alabi K, Oyeku T (2017) Los componentes químicos extraíbles del árbol de teca (*Tectona grandis* Linn) obtenidos de la Universidad Fountain, Osogbo. Negro. *Revista de Ciencias Básicas y Aplicadas* 25(1):73–80
- Aly HIM, EL-Sayed AB, Gohar YM, Salem MZM (2013) Los usos de valor agregado de *Ficus retusa* y *Dalbergia sissoo* cultivados en Egipto: análisis de extractos por GC/MS. *JForest Prod Indu* 2(3):34–41
- Anand K, Gengan RM, Phulukdaree A, Chuturgoon A (2015) Los residuos agroforestales Los pétalos de *Moringa oleifera* mediaron la síntesis verde de nanopartículas de oro y su actividad catalítica y anticancerígena. *J Indu Engin Química* 21, 1105–1111
- Andersen B, Frisvad JC, Søndergaard I, Rasmussen IS, Larsen S (2011) Asociaciones entre especies de hongos y materiales de construcción dañados por el agua. *Appl Environ Microb* 77:4180–4188
- Ashmawy NA, Al Farraj DA, Salem MZM, Elshikh MS, Al-Kufaidy R, Alshammari Mk Salem AZM (2018a) Impactos potenciales de los árboles de *Pinus halepensis* Miller como fuente de compuestos fitoquímicos: actividad antibacteriana del

- aceite esencial de los conos y el n-butanol extracto. Sistema Agroforestal. DOI: 10.1007/s10457-018-0324-5
- Ashmawy NA, Salem MZM, EL-Hefny M, Abd El-Kareem MSM, El-Shanhorey NA, Mohamed AA, Salem AZM (2018b) Actividad antibacteriana de los compuestos bioactivos identificados en tres plantas leñosas contra algunas bacterias patógenas. *Microbio. Patógeno.* 121:331–340
- Ajitha B, Ashok Kumar Reddy Y, Shameer S, Rajesh KM, Suneetha Y, Sreedhara Reddy P (2015) Nanopartículas de plata mediadas por extracto de hoja de *Lantana camara*: catalizador verde antibacteriano. *Revista de fotoquímica y fotobiología B: Biología* 149:84–92
- Adekunle OK, Aderogba MA (2007) Efectos nematocidas de los extractos de *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* sobre *Meloidogyne incognita* que infecta la okra. *J Agr Ciencia* 52:53–63
- Barnes RA, Gerber NN (1955) El agente antifúngico de la madera de naranjo Osage. *J Am Chem Soc.* 77:3259-3262
- Behiry SI, Okla MK, Alamri SA, EL-Hefny M, Salem MZM, Alaraidh IA, Ali HM, Al-Ghtani SM, Monroy JC, Salem AZM (2019a) Actividades antifúngicas y antibacterianas del extracto de cáscara de *Musa paradisiaca* L.: análisis por HPLC de contenidos fenólicos y flavonoides. *Procesos* 2019, 7(4):215; <https://doi.org/10.3390/pr7040215>
- Behiry SI, EL-Hefny M, Salem MZM (2019b) Efectos de toxicidad del aceite esencial de hoja de *Eriocephalus africanus* L. contra algunas cepas bacterianas fitopatógenas identificadas molecularmente. *Res. Prod. Nacional* DOI: 10.1080/14786419.2019.1566824
- Barua AK, Roy S (1985) La estructura y estereoquímica del ácido triterpénico de *Lantana camara*. *Fitoquímica* 2(7):1607-8
- Barua AK, Chakrabarti P, Sanyal AK, Das BC (1969) Triterpenoides XXXII. Estructura del ácido lántico: un nuevo triterpeno de *Lantana camara*. *J Indian Chem Soc.* 46(1):100-1
- Barua AK, Chakrabarti P, Sanyal PK, Basu K, Nag, K. Tritrpenoids XL (1972) Estructura del ácido lántico: un nuevo triterpeno de *Lantana camara*. *J Sociedad Química India* 49:1063-4

- Barua AK, Chakrabarti P, Chowdhury MK, Basak A, Basu BK (1976) La estructura y estereoquímica del ácido lantanílico, el éster β , β -dimetilacrililo del ácido lantaninílico, aislado de *Lantana camara*. *Fitoquímica* 15(6):987-9
- Begum S, Raza SM, Siddiqui BS, Siddiqui S. (1995) Triterpenoides de las partes aéreas de *Lantana camara*. *J Nat Prod.* 58(10):1570
- Begum S, Ayub A, Siddiqui SB, Fayyaz S, Kazi F (2015) Triterpenoides nematicidas de *Lantana camara*. *Chemi Bio Diver* 12(9):1435-42
- Bereksi MS, Hassaïne H, Bekhechi C, Abdelouahid DE (2018) Evaluación de la actividad antibacteriana de algunos extractos de plantas medicinales comúnmente utilizados en la medicina tradicional argelina contra algunas bacterias patógenas. *Pharmacogn J* 10(3):507-512
- Binuti OA, Lajubutu BA (1994) Potenciales antimicrobianos de algunas especies de plantas de la familia Bignoniaceae. *Afr J Med Med Sci* 23:269-273
- Bianco A, Massa M, Oguakwa JU (1981) 5-desoxistansiósido y glucósido iridoide de *Tecoma stans*. *Fitoquímica* 20:1871-1872
- Cheng SS, Liu JY, Huang CG, Hsui YR, Chen WJ, Chang ST (2009) Actividades insecticidas de los aceites esenciales de hojas de *Cinnamomum osmophloeum* contra tres especies de mosquitos. *Tecnología de recursos biológicos* 100(1):457–464
- Cowan MM (1999) Productos vegetales como agentes antimicrobianos. *Clínico. Microbiol. Apocalipsis* 12:564-82
- Cocan I, Alexa E, Danciu C, Radulov I, Galuscan A, Obistioiu D, Morvay AA, Sumalan RM, Poiana MA, Pop G, Dehelean CA (2018) Detección fitoquímica y actividad biológica de extractos de plantas de la familia Lamiaceae. *Exp. Ther Med* 15(2):1863-1870
- Chen C – Y, Wang Y – D (2010) Poliprenol de plantas enteras de *Leucaena leucocephala*. *J Protección del Medio Ambiente* 1:70–72
- Craveiro AA, Matos FJA, Machado MIL (1983) Aceite esencial de *Eugenia jambolana*. *J Nat Pro* 46:591-592
- Uçar G, Uçar MB, Fakir H (2007) Composición de aislados de follaje volátil de variedades de *Cupressus sempervirens* (Var. Horizontal Mill. y *Pyramidalis Nyman*) que crecen en Turquía. *J. Essen. Res. petrolera* 19(6):562-565
- Dai J, Mumper RJ (2010) Fenólicos vegetales: extracción, análisis y sus propiedades antioxidantes y anticancerígenas. *Moléculas* 15:7313–7352

- Deguchi T, Hata Y, Tamai A, Yamamoto M, Fujita T., Yoshioka Y, Iwaki M., Murata K. (2019) Actividad inhibidora de Asana, duramen de *Pterocarpus marsupium*, contra la xantina oxidasa. *Nat Prod Commun* 14(12):1–5
- Díaz C, Quesada S, Brenes O, Aguilar G, Cicció JF (2008) Composición química del aceite esencial de *Schinus molle* y su actividad citotóxica en líneas celulares tumorales. *Nat Prod Res* 22(17):1521-34
- Elansary HO, Salem MZM, Ashmawy NA, Yacout MM (2012) Composición química, actividad antibacteriana y antioxidante de los aceites esenciales de hojas de *Syzygium cumini*, *Cupressus sempervirens* y *Lantana camara* cultivadas en Egipto. *J Agr Sc* 4(10):144–152
- Elansary HO, Szopa A, Kubica P, Al-Mana AF, Mahmoud EA, Zin El-Abedin TKA, Mattar MA, Ekiert H. Los compuestos fenólicos de *Catalpa speciosa*, *Taxus cuspidata* y *Magnolia acuminata* tienen actividad antioxidante y anticancerígena. *Moléculas* 2019, 24:412
- Elansary O, H, Szopa A, Kubica P, Ekiert H, Mattar A, M, Al-Yafrasi MA, El-Ansary DO, Zin El-Abedin TK, Yessoufou K (2019) Perfil de polifenoles y potencial farmacéutico de *Quercus* spp. Extractos de corteza. *Plantas* 2019, 8:486
- EL-Hefny M, Salem MZM, Behiry SI, Ali HM (2020) Las posibles actividades antibacterianas y antifúngicas de la madera tratada con extracto de fruta de *Withania somnifera* y la composición fenólica, cafeína y flavonoides del extracto según HPLC. *Procesos* 8:113; <https://doi.org/10.3390/pr8010113>.
- El-Sabroun AM, Salem MZM, Bin-Jumah M, Allam AA (2019) Actividad toxicológica de algunos aceites esenciales de plantas contra las larvas de *Tribolium castaneum* y *Culex pipiens*. *Procesos* 7:933; doi:10.3390/pr7120933
- EL-Hefny M, Ashmawy NA, Salem MZM, Salem AZM (2017) La actividad antibacteriana de los fitoquímicos caracterizó extractos de *Callistemon viminalis*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Conyza dioscoridis* contra el crecimiento de algunas bacterias fitopatógenas. *Patógeno microbiano* 113:348–356
- Efferth T, Koch E. (2011) Interacciones complejas entre fitoquímicos. El concepto terapéutico multiobjetivo de la fitoterapia. *actual. Objetivos de drogas* 12:122–132
- Ennigrou A, Hosni K, Casabianca H, Vulliet E, Smiti S (2011) Componentes del aceite volátil de las hojas de *Schinus Terebinthifolius* y *Schinus Molle* de Túnez. *Balt alimentario* 2011 90-92

- Fatmawaty, Fadilah, Astuti H (2013) Actividad antipalúdica de *Delonix regia* en ratones con *Plasmodium berghei*. *J Nat Pro* 6:61-66
- Godghate AG, Sawant RS (2014) Análisis fitoquímico de hojas de *Tectona grandis* Linn. *Revista internacional de ciencias farmacéuticas y biológicas* 5(1):355–359
- Guerrero-Vásquez GA, Carlos Kleber ZA, Jose MG, Francisco AM (2013) La primera síntesis práctica total es de la potente fitotóxica (+)-naftotectona, aislada de *Tectona grandis*. *Eur J Org Chem* 27:6175–6180
- Govindappa M, Sadananda TS, Channabasava R, Jeevitha MK, Pooja KS, Vinay RB (2011) Actividad antimicrobiana, antioxidante y detección fitoquímica de *Tecoma stans* L. Juss. Ex Kunth. *J Fitol* 3:68-76
- Hammer KA, Carson CF, Riley TV (1999) Actividad antimicrobiana de aceites esenciales y otros extractos de plantas. *J. Aplica. Microbiol.* 86:985–990
- Hassan A, Amjid I (2009) Estudios de cromatografía de gases y espectrometría de masas del aceite esencial de tallos de *Pinus roxburghii* y sus actividades antibacterianas y antifúngicas. *J Med Plantas Res* 3(9):670-673
- Hassan A, Salem AZM, Yacout M, Elghandour MMY, Ravi Kanth Reddy P, Anele UY, Pandu Ranga Reddy P, Salem MZM (2020) Influencia del extracto de hoja de *Corymbia citriodora* en el rendimiento del crecimiento, la fermentación ruminal, la digestibilidad de los nutrientes, la actividad antioxidante del plasma y Bacterias fecales en terneros jóvenes. *Ciencia de la alimentación animal. Tecnología.* 261:114394, <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114394>
- Hamad YK, Abobakr Y, Salem MZM, Ali HM, Al-Sarar AS, Al-Zabib AA (2019) Actividad de extractos de plantas/aceites esenciales contra algunos hongos patógenos de plantas y mosquitos: análisis GC/MS de compuestos bioactivos. *BioRes* 14(2):4489-4511
- Hamdin CD, Prasedya ES, Utami SW, Galanova D, Saputro DC, Nurrochmad A, Murwanti R, Jupri A, Sunarpi H (2019) Toxicidad aguda del colorante alimentario natural de Indonesia, extracto de hoja de *Tectona grandis* en ratas Wistar. *J Med Ciencias* 19(2): 69–74
- Jacobs MB (1951) Antibiótico del naranjo Osage como conservante de alimentos. *Abdominales químicos* 45(17):7724
- Johann S, Sá NP, Lima LARS, Cisalpino PS, Cota BB, Alves TMA, Siqueira EP, Zani CL (2010) Actividad antifúngica del eschinol y un nuevo compuesto de bifenilo

- aislado de *Schinus terebinthifolius* contra el hongo patógeno *Paracoccidioides brasiliensis*. *Ann Clin Microbiol Antimicrob* 2010, 9:30
- Johns SR, Lamberton JA, Morton TC, Soares H, Willing RI (1983) Ácido 22 β -[(S)-2-metilbutanoiloxi]-3-oxoolean-12-en-28-oico, un nuevo constituyente de *Lantana camara*. *Aust J Chem* 36(9):1895-902
- Jahan I, Rahman MS, Rahman MZ, Kaiser MA, Islam MS, Wahab A, Rashid MA (2010) Investigaciones químicas y biológicas de *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. *Acta Farmacéutica* 60(2):207-15
- Karou D, Savadogo A, Canini A, Yameogo S, Montesano C, Simpore J, Colizzi V, Traore AS (2006) Actividad antibacteriana de los alcaloides de *Sida acuta*. *Afr J Biotecnología* 5:195-200
- Khatoon F, Khabiruddin M, Ansari WH (1988) Glucósidos fenólicos de *Salix babylonica*. *Fitoquímica* 27:3010–3011
- Kong JO, Lee SM, Moon YS, Lee SG, Ahn YJ (2007) Actividad nematocida de compuestos de aceite de casia y canela y compuestos relacionados hacia *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Parasitaphelenchidae). *J Nematol* 2007, 39(1), 31–36.
- Koppikar SJ, Choudhari AS, Suryavanshi SA, Kumari S, Chattopadhyay S, Kaul-Ghanekar R (2010) El extracto acuoso de canela (ACE-c) de la corteza de *Cinnamomum cassia* causa apoptosis en la línea celular de cáncer cervical humano (SiHa) a través de la pérdida de Potencial de membrana mitocondrial. *BMC Cáncer* 10(1):210
- Lee SJ, Wood AR, Maier C.-A, Dixon RA, Mabry TJ (1998) Flavonoides prenilados de *Maclura pomifera*. *Fitoquímica* 49(8):2573-2577
- Lee YM, Lee H, Jang Y, Cho Y, Kim GH, Kim JJ (2014) Análisis filogenético de los principales mohos que habitan en las maderas. Parte 4. Género *Alternaria*. *Holzforsch* 68:247–251
- Mahato SB, Sahu NP (1994) Roy SK, Sharma OP. Potenciales agentes antitumorales de *Lantana camara*: estructuras de glucósidos flavonoides y fenilpropanoides. *Tetraedro* 50(31):9439-46
- Mansour MMA, EL-Hefny M, Salem MZM, Ali HM (2020) La actividad biofungicida de algunos aceites esenciales vegetales para la producción más limpia de fibras de

- lino modelo similares a las utilizadas en la momificación del antiguo Egipto. *Procesos* 8:79; <https://doi.org/10.3390/pr8010079>
- Mansour MMA, Salem MZM, Khamis MH, Ali HM (2015a) Durabilidad natural de las maderas de *Citharexylum spinosum* y *Morus alba* contra tres hongos del moho. *BioRes*, 10:5330–5344
- Mansour MMA, Abdel-Megeed A, Nasser RA Salem MZM (2015b) Evaluación comparativa de algunos extractos metanólicos de árboles leñosos y Paraloid B-72 contra hongos fitopatógenos *Alternaria tenuissima* y *Fusarium culmorum*. *BioRes* 10(2):2570-2584
- Mansour MMA, Salem MZM (2015) Evaluación de madera tratada con algunos extractos naturales y Paraloid B-72 contra el hongo *Trichoderma harzianum*: composición elemental de la madera, evidencia in vitro y de aplicación. *Biodeterioro y biodegradación internacional* 100C:62-69
- Mathew S, Abraham TE (2006) Estudios sobre las actividades antioxidantes de los extractos de corteza de canela (*Cinnamomum verum*), a través de varios modelos in vitro. *Química de alimentos* 94(4):520–528
- Martins MdR, Arantes S, Candeias F, Tinoco MT, Cruz-Morais J (2013) Propiedades antioxidantes, antimicrobianas y toxicológicas de los aceites esenciales de *Schinus molle* L.. *J Etnofarmacol* 151(1):485-92
- Maffei M, Chialva F (1990) Aceites esenciales de bayas y hojas de *Schinus molle* L.. *Sabor Fragancia J* 5:49-52
- Melo, AD, Amaral AF, Schaefer G, Luciano FB, de Andrade C, Costa LB, Rostagno MH (2015) Efecto antimicrobiano contra diferentes cepas bacterianas y adaptación bacteriana a los aceites esenciales utilizados como aditivos alimentarios. *Can J Vet Res* 79(4):285–289
- Mohamed AA, Behiry SI, Younes HA, Ashmawy NA, Salem MZM, Márquez-Molina O, Barbabosa-Pilego A (2019) Actividad antibacteriana de tres aceites esenciales y algunos monoterpenos contra *Ralstonia solanacearum* filotipo II aislado de papa. *Microbio. Patógeno*. 135:103604; <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103604>
- Masoumian M, Zandi M. (2017) Actividad antimicrobiana de algunos extractos de plantas medicinales contra bacterias resistentes a múltiples fármacos, Zahedan *J Res Med Sci* 19(11):e10080. doi: 10.5812/zjrms.10080.
- Nazzaro F, Fratianni F, De Martino L, Coppola R, De Feo V (2013) Efecto de los aceites esenciales sobre bacterias patógenas. *Farmacéutico* 6:1451-1474

- Nesamani S. (Ed.), Plantas medicinales, vol. Yo, Instituto Estatal de Idiomas. Thiruvananthapuram, Kerala, India 1999, pág. 425.
- Okla MK, Alamri SA, Salem MZM, Ali HM, Behiry SI, Nasser RA, Alaraidh IA, Al-Ghtani SM, Soufan W (2019a) Rendimiento, constituyentes fitoquímicos y actividad antibacteriana de los aceites esenciales de las hojas/ramitas, ramas, madera de rama y corteza de rama de naranja agria (*Citrus aurantium* L.). *Procesos* 7:363;<https://doi.org/10.3390/pr7060363>
- Okla MK, Alamri SA, Alatar AA, Hegazy AK, Al-Ghamdi AA, Ajarem JS, Faisal M, Abdel-Salam EM, Ali HM, Salem MZM, Abdel-Maksoud MA (2109b) Efectos antioxidantes, hipoglucemiantes y neuroconductuales de un Extracto de hoja de *Avicennia marina* en ratones diabéticos autoinmunes. *Medicina alternativa y complementaria basada en evidencia*, volumen 2019, artículo ID 1263260, 8 páginas,<https://doi.org/10.1155/2019/1263260>
- Pramila G, Jirekar DB, Farooqui M, Naikwade SD (2014) Actividad biológica del extracto acuoso de algunas plantas medicinales. *Der Chemica Sínica* 5(4):65-70
- Pramod PS, Trimbakrao KS, Vanita A (2017) Evaluación del extracto de éter de petróleo no saponificado de hojas de *Lantana camara* L. para determinar su actividad antioxidante y estabilidad oxidativa. *Ind J Pharma Edu Res* 51(4):692-699
- Parekh J, Chanda SV (2007) Actividad in vitro y análisis fitoquímico de algunas plantas medicinales indias. *Turco J Biol* 31:53-58
- Qi W, Jellison J (2004) Caracterización de un sistema redox de membrana transplasmática del hongo de pudrición parda *Gloeophyllum trabeum*. *Inter Biodeterior Biodegradado* 53(1):37-42
- Ramesh P, Nair AGR, Subramanian SS (1986) Flavonoides de *Tecoma stan*. *Fitoterapia* 57:281-282
- Ruuhola TM, Julkunen-Tiitto MRK (2000) Los salicilatos de plántulas intactas de *Salix myrsinifolia* no experimentan un recambio metabólico rápido. *Fisiol vegetal* 122:895–905
- Raju S, Kavimani S, Uma MRV, Sreeramulu RK (2011) *Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth (Bignoniaceae): Etnobotánica, Fitoquímica y Farmacología. *J Pharm Biomed Ciencia* 8:1-5
- Salih EYA, Fyhrquist P, Abdalla AMA, Abdelgadir AY, Kanninen M, Sipi M, Luukkanen O, Fahmi MKM, Elamin MH, Ali HA (2017) Espectrometría de masas en tándem

- LC-MS/MS para el análisis de compuestos fenólicos y triterpenos pentacíclicos en antifúngicos extractos de *Terminalia brownii* (Fresen). *Antibióticos* 2017, 6:37
- Salem MZM (2016) Mediciones EDX y examen SEM de la superficie de algunas maderas importadas inoculadas por tres hongos de moho. *Medición* 86:301–309
- Salem MZM, Zidan Y., Mansour MMA, El Hadidi NMN, Abo Elgat WAA (2016a) Evaluación del uso de tres extractos naturales aplicados a tres especies de madera comerciales contra cinco mohos comunes. *Inter Biodeterior Biodegradado* 110C:206–226
- Salem MZM, Zidan Y., Mansour MMA, El Hadidi NMN, Abo Elgat WAA (2016b) Actividades antifúngicas de dos aceites esenciales utilizados en el tratamiento de tres maderas comerciales deterioradas por cinco hongos de moho comunes. *Biodegradación interbiodeterior* 106(C):88–96
- Salem MZM, El-Hefny M, Ali HM, Elansary HO, Nasser RA, El-Settawy AAA, El Shanhorey N, Ashmawy NA, Salem AZM (2018a) Actividad antibacteriana de moléculas bioactivas extraídas de frutos madurados de *Schinus terebinthifolius* contra algunas bacterias patógenas. *Patógeno microbiano* 120:119–127
- Salem MZM, Elansary HO, Ali HM, El-Settawy AA, Elshikh MS, Abdel-Salam EM, Skalicka-Woźniak K (2018b) Bioactividad de aceites esenciales extraídos de ramitas de *Cupressus macrocarpa* y hojas de *Corymbia citriodora* cultivadas en Egipto. *BMC Complem Altern Med* 18:23–29
- Salem MZM, Behiry SI, Salem AZM (2018c) Efectividad del extracto de corteza de raíz de *Salvadora persica* contra el crecimiento de ciertas bacterias patógenas identificadas molecularmente. *Patógeno microbiano* 117:320-326
- Salem MZM, Mansour MMA, Elansary HO (2019a) Evaluación del efecto de los extractos internos y externos de corteza de arce azucarero (*Acer saccharum* var. *saccharum*) en combinación con ácido cítrico contra el crecimiento de tres mohos comunes. *J Wood Chem Technol* 39:136–147
- Salem MZM, Hamed SAM, Mansour MMA (2019b) Evaluación de la eficacia y efectividad de algunos bioquímicos extraídos como biofungicidas en madera. *Drvna industrija* 70:337-350
- Salem MZM, Behiry SI, EL-Hefny M (2019c) La inhibición de *Fusarium culmorum*, *Penicillium chrysogenum* y *Rhizoctonia solani* por n-hexano caracterizó extractos de tres especies de plantas como modelo de fungicida con aceite tratado con madera. *J Appl Microbial* 126:1683-1699

- Salem MZM, El-Shikh MS, Ali HM (2014a) Actividad antibacteriana del extracto de la corteza del tallo de *Schinus terebinthifolius*. *J Pure Appl Microbiol* 8(5):3865-3870
- Salem MZM, Ali HM, Basalah MO (2014b) Aceites esenciales de madera, corteza y agujas de *Pinus roxburghii* Sarg. de Alejandría, Egipto: Actividades antibacterianas y antioxidantes. *BioRes* 9(4):7454-7466
- Salem MZM, Ali HM, Mansour MM (2014c) Ésteres metílicos de ácidos grasos de madera, corteza y hojas secadas al aire de *Brachychiton diversifolius* R. Br: actividades antibacterianas, antifúngicas y antioxidantes. *BioRes* 9(3):3835-3845
- Salem MZM, Abdel-Megeed A, Ali HM (2014d) Extractos de corteza y madera de tallo de *Delonix regia* (Boj. Ex. Hook): análisis químico, propiedades antibacterianas, antifúngicas y antioxidantes. *BioRes* 9(2):2382-2395
- Salem MZM, Salem AZM, Camacho LM, Ali HM (2013a) Actividades antimicrobianas y composición fitoquímica de extractos de especies de *Ficus*: una visión general. *Afri J Microbiol Res* 7:4207–4219
- Salem MZM, Gohar YM, Camacho LM, El-Shanhorey NA, Salem AZM (2013b) Actividades antioxidantes y antibacterianas de extractos de hojas y ramas de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth contra nueve especies de bacterias patógenas. *Afri J Microbiol Res* 7(5):418–426
- Salem MZM, El-Shikh MS, Ali HM (2013c). Caracterización química del aceite volátil aislado de hojas de *Schinus molle* L. y su actividad antioxidante. *J Pure Appl Microbiol* 7 (Ed. Spl.): 355-360
- Salem MZM, Ali HM, El-Shanhorey NA, Abdel-Megeed A (2013d) Evaluación de extractos y aceites esenciales de hojas de *Callistemon viminalis*: actividades antibacterianas y antioxidantes, contenidos fenólicos y flavonoides totales. *Asiático Pac J TropMed* 6(10):785–791
- Salem MZM, EL-Hefny M, Nasser RA, Ali HM, El-Shanhorey NA, Elansary HO (2017) Valores medicinales y biológicos de los extractos de *Callistemon viminalis*: historia, situación actual y perspectivas. *Asiático Pac J Trop Med* 10(3):229-237
- Salem MZM (2013) Evaluación de las actividades antibacterianas y antioxidantes de los extractos de corteza de tallo de *Delonix regia* y *Erythrina humeana* cultivados en Egipto. *J. Forest Prod Indu* 2 (2): 48–52
- Salem AMZ, Salem MZM, González-Ronquillo M, Camacho LM, Cipriano M (2011) Principales componentes químicos de los extractos de hojas de *Leucaena leucocephala* y *Salix babylonica*. *J Trop Agr* 49(1–2):95–98

- Sousa EO, Miranda CMBA, Nobre CB, Boligon AA, Athayde ML, Costa JGM (2015) Análisis fitoquímico y actividades antioxidantes de extractos de *Lantana camara* y *Lantana montevidensis*. *Producción de cultivos indu* 70:7–15
- Seth R, Mohan M, Singh P, Syed ZH, Gupta S, Bajpai I, et al. (2012) Composición química y propiedades antibacterianas del aceite esencial y extractos de *Lantana camara* Linn. Procedente de Uttarakhand (India). *Asiático Pac J Trop Biomed* S1: 407-11.
- Senanayake UM, Lee TH, Wills RBH (1978) Componentes volátiles de los aceites de canela (*Cinnamomum zeylanicum*). *J Química de alimentos agrícolas* 26 (4): 822–824
- Shad AA, Ahmad S, Ullah R, AbdEl-Salam NM, Fouad H., Ur Rehman N, Hussain H, Saeed W (2014) Actividades fitoquímicas y biológicas de cuatro plantas medicinales silvestres. *The Scientific World Journal*, volumen 2014, artículo ID 857363, 7 páginas, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/857363>
- Sharma OP, Sharma PD (1989) Productos naturales de la planta *Lantana*: presente y perspectivas. *J Sci Ind. Res.* 48(10):471-8
- Sharma OP, Dawra RK, Dandala R (1990) Un ácido triterpenoide, Lantadene D de *Lantana camara* var. *aculeato*. *Fitoquímica* 29(12):3961-2
- Siddiqui BS, Raza SM, Begum S, Siddiqui S, Firdous S (1995) Triterpenoides pentacíclicos de *Lantana camara*. *Fitoquímica* 38(3):681-85
- Tapondjou AL, Adler C, Fontem DA, Bouda H, Reichmuth C (2005) Bioactividades de cymol y aceites esenciales de *Cupressus sempervirens* y *Eucalyptus saligna* contra *Sitophilus zeamais* Motschulsky y *Tribolium confusum* du Val. *J Stor Prod Res* 41:91-102
- Tung YT, Chua MT, Wang SY, Chang ST (2008) Actividades antiinflamatorias del aceite esencial y sus componentes de ramitas de canela autóctona (*Cinnamomum osmophloeum*). *Tecnología Biores* 99(9):3908–3913
- Tung YT, Yen PL, Lin CY, Chang ST (2010) Actividades antiinflamatorias de los aceites esenciales y sus constituyentes de diferentes procedencias de hojas de canela indígena (*Cinnamomum osmophloeum*). *Farma Bio* 148(10):1130–1136
- Vangalapati M, Satya NS, Prakash DS, Avanigadda S (2012) Una revisión sobre las actividades farmacológicas y los efectos clínicos de las especies de canela. *Res J Pharm Biol Chem Sci* 3(1):653–663

- Wolfrom ML, Bhat HB (1965) Pigmentos de naranja Osage—VII. 1,3,6,7-Tetrahidroxixantona del duramen. *Fitoquímica* 4:765–768
- Wu CY, Chen R, Wang XS, Shen B, Yue W, Wu Q (2013) Actividades antioxidantes y antifatiga del extracto fenólico de la cubierta de la semilla de *Euryale ferox* Salisb. e identificación de tres compuestos fenólicos mediante LC-ESI-MS/MS. *Moléculas* 18:11003–11021
- Xu X, Lee S, Wu Y, Wu Q (2013) Tableros de fibra tratados con borato de especies de madera del sur: resistencia contra la descomposición y los hongos del moho. *BioRes* 8:104–114
- Yadav SB, Tripathi V (2003) Un nuevo triterpenoide de *Lantana camara*. *Fitother* 74(3):320-1