



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

“RASTREO DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE
PLANTAS USADAS EN LA MEDICINA TRADICIONAL
MEXICANA PARA EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES
CARDIOVASCULARES.”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

PRESENTA

EMMA JUÁREZ MONTOYA

DIRIGIDA POR

Dra. DORA MARINA GUTIÉRREZ AVELLA

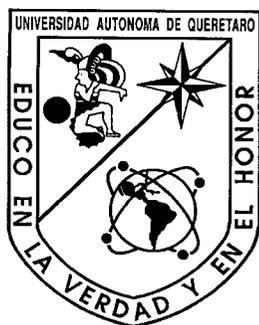
SANTIAGO DE QUERÉTARO, QUERÉTARO, 2006.

BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

No. ADD H71257

CLAS IS
615.320972
J91r

UNIVERSITY MICROFILMS
SERIALS ACQUISITION
300 N ZEEB RD
ANN ARBOR MI 48106



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“RASTREO DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE
PLANTAS USADAS EN LA MEDICINA TRADICIONAL
MEXICANA PARA EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES
CARDIOVASCULARES.”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

PRESENTA

EMMA JUÁREZ MONTOYA

DIRIGIDA POR

Dra. DORA MARINA GUTIÉRREZ AVELLA

SINODALES:

Dra. DORA MARINA GUTIÉRREZ AVELLA
DIRECTOR

Dra. SANDRA OLIMPIA MENDOZA DÍAZ
SINODAL

Dr. MOUSTAPHA MAMADOU BAH
SINODAL

M. en C. ISIDRO RESENDIZ LÓPEZ
SINODAL

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a DIOS por permitirme cumplir con este sueño de terminar una carrera profesional.

Doy gracias a mi mamá que siempre estuvo en mi corazón y desde el cielo siempre me guió.

Doy gracias a mi suegro que siempre se preocupó y me apoyó para que entrara a estudiar y le dedico con cariño este logro que se que desde el cielo está orgulloso de mí.

Doy gracias a mi familia (Papá, hermanos y cuñados) que en su momento y forma personal me alentaron.

Doy gracias a la Dra. Dora por la paciencia y ayuda para la realización de este trabajo así como también a los sinodales por sus correcciones.

Doy gracias especialmente a la persona que siempre ha estado a mi lado apoyándome y alentándome en los momentos difíciles desde el principio de este sueño hasta la realización a mi esposo MOISÉS MIL GRACIAS.

Dedico con cariño este logro a mi hijo JUAN DIEGO esperando que algún día este orgulloso de su mamá.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
II.1 Generalidades del metabolismo primario y secundario	2
II.2 Generalidades de los metabolito secundarios	2
a) Alcaloides	2
b) Azucares reductores	3
c) Esteroides	4
d) Flavonoides	6
e) Glucósidos cianogénicos	8
f) Saponinas	10
g) Taninos	11
II.3 Generalidades de las plantas a investigar	12
a) <i>Agastache mexicana</i> (HBK.) Lint et Epling	12
b) <i>Bocconia frutescens</i> L.	14
c) <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Larreategui	17
d) <i>Dracocephalum moldavica</i> L.	20
e) <i>Magnolia grandiflora</i> Linneo	23
f) <i>Prunus serotina</i> Ehrh. var. Capuli	27
g) <i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC.) G. Don	30
h) <i>Sechium edule</i> Swartz	31
i) <i>Talauma mexicana</i> (DC.) Don	33
j) <i>Taxodium muscronatum</i> Tenore	36
	38

III. HIPOTESIS	39
IV. OBJETIVOS	39
IV.1 General	39
IV.2 Específicos	40
V. METODOLOGIA	40
V.1 Materiales	40
V.1.1 Material vegetal	40
V.1.2 Para la preparación y tratamiento de los extractos	40
V.1.3 Equipos e instrumentos para la preparación y tratamiento de los extractos	41
V.1.4 Equipos e instrumentos para la obtención de extractos liofilizados	41
V.1.5 Equipos e instrumentos para los análisis cromatográficos	41
V.1.6 Reactivos y disolventes para la realización de las pruebas cualitativas	42
V.1.7 Preparación de reactivos	43
V.2 Métodos	45
V.2.1 Preparación de los extractos	45
V.2.2 Identificación de metabolitos secundarios	46
V.2.2.1 Prueba para detectar alcaloides	46
V.2.2.2 Prueba para detectar polifenoles	46
V.2.2.3 Prueba para detectar flavonoides	47
V.2.2.4 Prueba para detectar taninos	48
V.2.2.5 Prueba para detectar antranoides	48
V.2.2.6 Prueba para detectar saponinas	48
V.2.2.7 Prueba para detectar azúcares reductores	48
V.2.2.8 Prueba para determinar glucósidos cianogénicos	49

V.2.3	Análisis cualitativo por cromatografía en capa fina	49
V.2.3.1	Preparación de las fracciones para cromatografía en capa fina	49
V.2.3.2	Preparación de las fracciones para la extracción de alcaloides	50
V.2.3.3	Desarrollo de los cromatofolios	51
VI.	RESULTADOS	53
VII.	DISCUSIÓN	61
VIII.	CONCLUSIÓN	63
IX.	BIBLIOGRAFÍA	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Lugar de recolección de las plantas estudiadas	40
2	Distribución de varios grupos de sustancias en las diferentes fracciones	50
3	Sistemas de solventes usados para CCF	51
4	Reactivos reveladores	52
5	Cantidad de extracto total en relación con el material vegetal utilizado	53
6	Resultados de la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios en <i>Agastache mexicana</i> , <i>Bocconia frutescens</i> , <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> , <i>Dracocephalum moldavica</i> y <i>Magnolia grandiflora</i>	55
7	Resultados de la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios en <i>Prunus serotina</i> , <i>Psittacanthus calyculatus</i> , <i>Sechium edule</i> , <i>Talauma mexicana</i> y <i>Taxodium mucronatum</i>	56
8	Resultados de la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios por CCF en <i>Agastache mexicana</i> , <i>Bocconia frutescens</i> , <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> , <i>Dracocephalum moldavica</i> y <i>Magnolia grandiflora</i>	58
9	Resultados de la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios por CCF en <i>Prunus serotina</i> , <i>Psittacanthus calyculatus</i> , <i>Sechium edule</i> , <i>Talauma mexicana</i> y <i>Taxodium mucronatum</i>	59
10	Metabolitos secundarios presentes en las plantas estudiadas	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Algunos alcaloides conocidos	3
2	Estructura de un azúcar reductor y un no reductor	4
3	Esqueleto básico de los esteroides y algunos esteroides	5
4	Flavonoides: Estructura básica y tipos	7
5	Algunos ejemplos de los flavonoides más comunes (Me = CH ₃)	8
6	Ejemplos de cianohidrininas	9
7	Zierinxilósido un glucósido cianogénico	9
8	Reacción de liberación de los grupos CN ⁻	10
9	Estructura básica de una Saponina (Az = azúcar)	11
10	<i>Agastache palmeri</i> (A. Mexicana) (HBK.) Lint et Epling	12
11	<i>Bocconia frutescens</i> L.	14
12	Alcaloides de <i>Bocconia frutescens</i>	16
13	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Larreategui	17
14	Cianidina	19
15	<i>Dracocephalum moldavica</i> L.	20
16	Constituyentes de <i>Dracocephalum moldavica</i>	21
17	Compuestos antioxidantes de <i>Dracocephalum moldavica</i>	22
18	<i>Magnolia grandiflora</i> Linneo	23
19	Sesquiterpenos de <i>Magnolia grandiflora</i>	25
20	Alcaloides de <i>Magnolia grandiflora</i>	25
21	Sesamina	26
22	<i>Prunus serotina</i> Ehrh. var. Capuli	27
23	Antocianinas de <i>Prunus serotina</i>	29
24	<i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC.) G. Don	30
25	<i>Sechium edule</i> Swartz	31
26	<i>Talauma mexicana</i> (DC.) Don	33
27	Alcaloide Liriodenina	35
28	<i>Taxodium muscronatum</i> Tenore	36
29	Diterpeno de <i>Taxodium muscronatum</i>	37

RESUMEN

Agastache mexicana, *Bocconia frutescens*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Dracocephalum moldavica*, *Magnolia grandiflora*, *Prunus serotina*, *Psittacanthus calyculatus*, *Sechium edule*, *Talauma mexicana* y *Taxodium mucronatum* son plantas usadas en la medicina tradicional de diferentes regiones del territorio mexicano para el tratamiento de diversos padecimientos entre los que destacan los cardiovasculares. Estas afecciones son uno de los principales problemas de salud pública en México, debido a su magnitud y al uso cada vez mayor de remedios tradicionales de origen vegetal, sería de vital interés poder validar el uso de tales plantas mediante un estudio químico y farmacológico que permita obtener los principios activos responsables de dicho efecto, o por el contrario detener su utilización en caso de presentar componentes dañinos para la salud.

El presente trabajo se orientó a explorar el perfil de metabolitos secundarios presentes en estas 10 plantas, para lo cual se prepararon los extractos acuosos de cada una de ellas a partir de este extracto perfectamente secado mediante liofilización. Se llevaron a cabo las pruebas cualitativas para determinar la presencia de alcaloides, polifenoles, flavonoides, taninos, antranoides, saponinas, azúcares reductores, glucósidos cianogénicos. El procedimiento consistió en probar cada extracto con un reactivo específico para cada tipo de metabolito, de tal manera que la formación de un precipitado o el cambio de coloración esperado se considera como una reacción positiva para la presencia del metabolito secundario analizado. Un segundo procedimiento utilizado fue el de cromatografía en capa fina; mediante ésta técnica, el cromatofolio obtenido se observó bajo la luz ultravioleta y posteriormente fue rociado con un reactivo revelador el cual hace visible los metabolitos secundarios mediante la aparición de una coloración. Esta determinación cualitativa permitió observar que los flavonoides, esteroides, saponinas fueron metabolitos que se encontraron en todas las plantas; en ninguna de ellas se detectaron glucósidos cianogénicos, ni azúcares reductores y en plantas como *Bocconia frutescens*, *Dracocephalum moldavica*, *Taxodium mucronatum*, *Sechium edule* se detectó la presencia de alcaloides.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos prehistóricos las plantas han sido la base de casi todas las terapias medicinales, las drogas sintéticas han sido desarrolladas a partir de éstas y además han sido la base fundamental de la alimentación humana y animal.

En la actualidad, hay un interés cada vez mayor por los productos obtenidos de las plantas, sobre todo, porque se cree que todo lo que se deriva de ellas, por ser natural, es benéfico para la salud y en realidad se ha demostrado el poder curativo de un gran número de ellas; aunque también son conocidos sus efectos tóxicos. Por lo cual es necesaria la validación científica del uso de muchas plantas para diversos padecimientos. México se distingue por su larga tradición herbolaria. Se estima que las plantas medicinales usadas en el país ascienden a más de tres mil, sin embargo, la proporción de especies vegetales estudiadas desde el punto de vista científico se encuentra por debajo del 5 %. Por esta razón, varios grupos de investigación se han interesado por el estudio de plantas que son utilizadas en la medicina tradicional para diversos padecimientos. Para facilitar los estudios, es importante tener un método simple y universal disponible para su investigación química preliminar. La presente tesis tiene como objetivo determinar los metabolitos secundarios en el extracto acuoso de plantas utilizadas en la medicina tradicional para padecimientos cardiovasculares mediante métodos cualitativos que permitan al investigador tener un rápido perfil metabólico de la planta y así rastrear los compuestos de interés, con lo cual se obtendrá un ahorro de recursos económicos y de tiempo.

II. ANTECEDENTES

II.1 Generalidades del metabolismo primario y secundario

El término general de metabolismo, se refiere a un conjunto de reacciones químicas que tienen lugar dentro de las células de los organismos vivos, las cuales transforman energía, conservan su identidad y se reproducen.

Normalmente se distingue entre metabolismo primario y secundario. El primario se refiere a los procesos fotosintéticos que dan lugar a metabolitos primarios que se caracterizan por tener una función metabólica directa, ser compuestos intermedios esenciales en las vías catabólica y anabólica, encontrarse en todas las plantas a diferencia del metabolismo secundario donde se producen metabolitos secundarios los cuales presentan diferente distribución en el reino vegetal, no tienen funciones metabólicas directas, pero son importantes para la supervivencia e interacción con el entorno que les rodea (Dewick, 2003).

II.2 Generalidades de los metabolitos secundarios

a) Alcaloides

El término alcaloide, designa a un grupo de compuestos débilmente alcalinos que contienen nitrógeno, y son en su mayoría de origen vegetal; poseen una complejidad molecular moderada que produce varios efectos fisiológicos en el cuerpo.

Se han registrado unos 3.000 alcaloides. El primero se preparó sintéticamente en 1886, siendo uno de los más simples, laconiina, o 2-propil piperidina, $C_5H_{10}NC_3H_7$; es muy venenoso. Una dosis menor de 0,2 g es letal. La coniina, obtenida de las semillas de la cicuta, fue el veneno utilizado en la ejecución de Sócrates. Aproximadamente, 30 de los alcaloides conocidos se usan en medicina.

Por ejemplo, la atropina, que se obtiene de la belladona, dilata las pupilas; la morfina es un calmante; la quinina es un remedio específico para la malaria; la nicotina es un insecticida potente y la reserpina un tranquilizador. La Figura 1 muestra algunos alcaloides conocidos (Dewick, 2003).

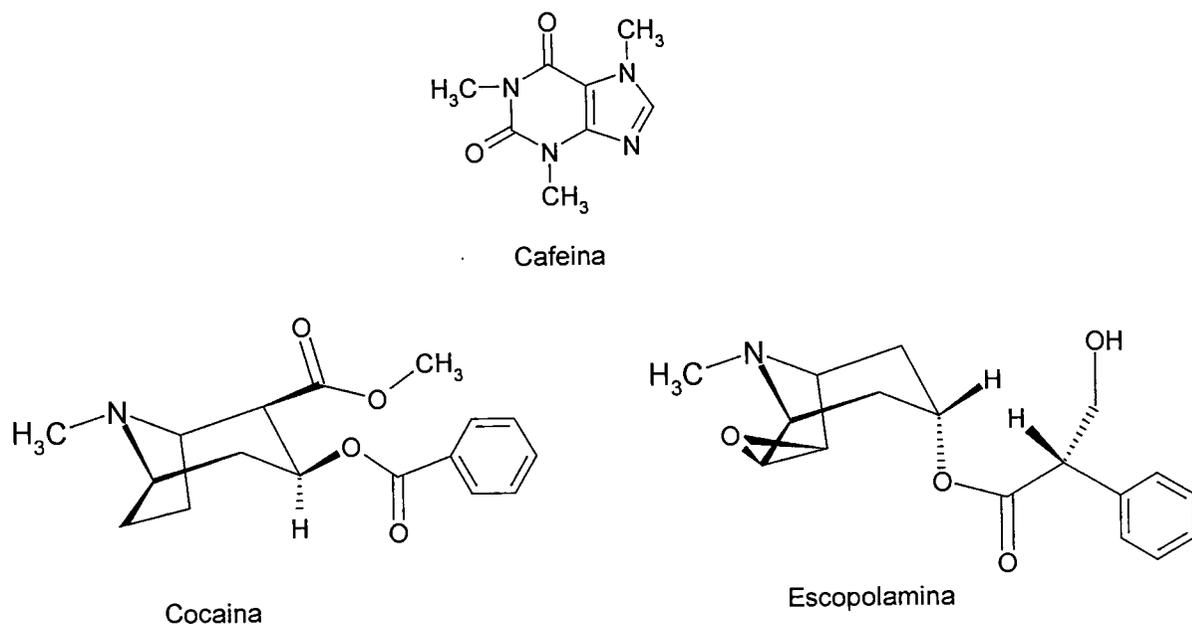


Figura 1. Algunos alcaloides conocidos.

b) Azúcares reductores

Los azúcares o carbohidratos pueden ser monosacáridos, disacáridos, trisacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Los monosacáridos reaccionan de acuerdo a los grupos hidroxilo y carbonilo que poseen.

Los disacáridos y los polisacáridos se pueden hidrolizar para producir monosacáridos.

Los azúcares que dan resultados positivos con las soluciones de Tollens, Benedict o Fehling se conocen como azúcares reductores, y todos los carbohidratos que contienen un grupo hemiacetal dan pruebas positivas. Los carbohidratos que solo contienen grupos acetal no dan pruebas positivas con estas soluciones y se llaman azúcares no reductores. En la Figura 2, se muestra la diferencia estructural de cada uno (Nahrstedt, 1987).

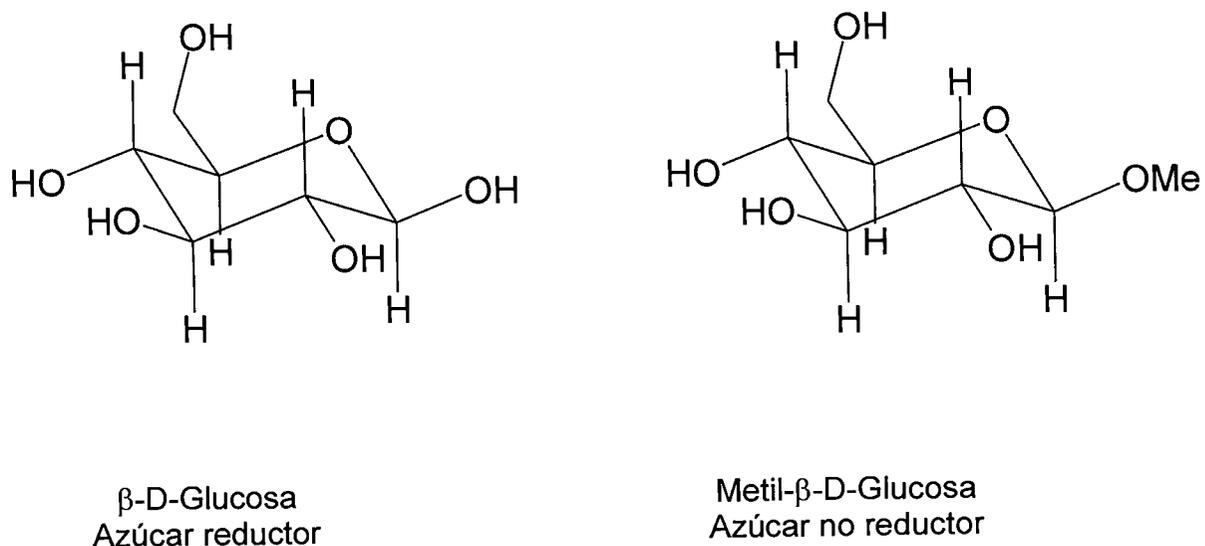


Figura 2. Estructura de un azúcar reductor y uno no reductor.

c) Esteroides

Los esteroides son un grupo de productos naturales ampliamente distribuidos en la naturaleza, con un amplio rango de aplicaciones terapéuticas tales como cardiotónicas (digitoxina), precursores de vitamina D (ergosterol), agentes contraceptivos (estrógenos semisintéticos y progestinas), agentes antiinflamatorios (corticosteroides), y agentes anabólicos (andrógenos) (Robbers y col., 1996).

Son lípidos que derivan del ciclopentano perhidrofenantreno (Figura 3), denominado gonano (antiguamente esterano). Su estructura la forman cuatro anillos de carbono (A, B, C y D). Los esteroides se diferencian entre sí por el número y localización de sus sustituyentes. Los esteroides de mayor interés biológico es el colesterol un ejemplo de ello es que forma parte de las membranas biológicas a las que confiere resistencia. Por otra parte, es el precursor de casi todos los demás esteroides.

Otros esteroides constituyen el grupo de la vitamina D o calciferol, imprescindible en la absorción intestinal del calcio y su metabolismo.

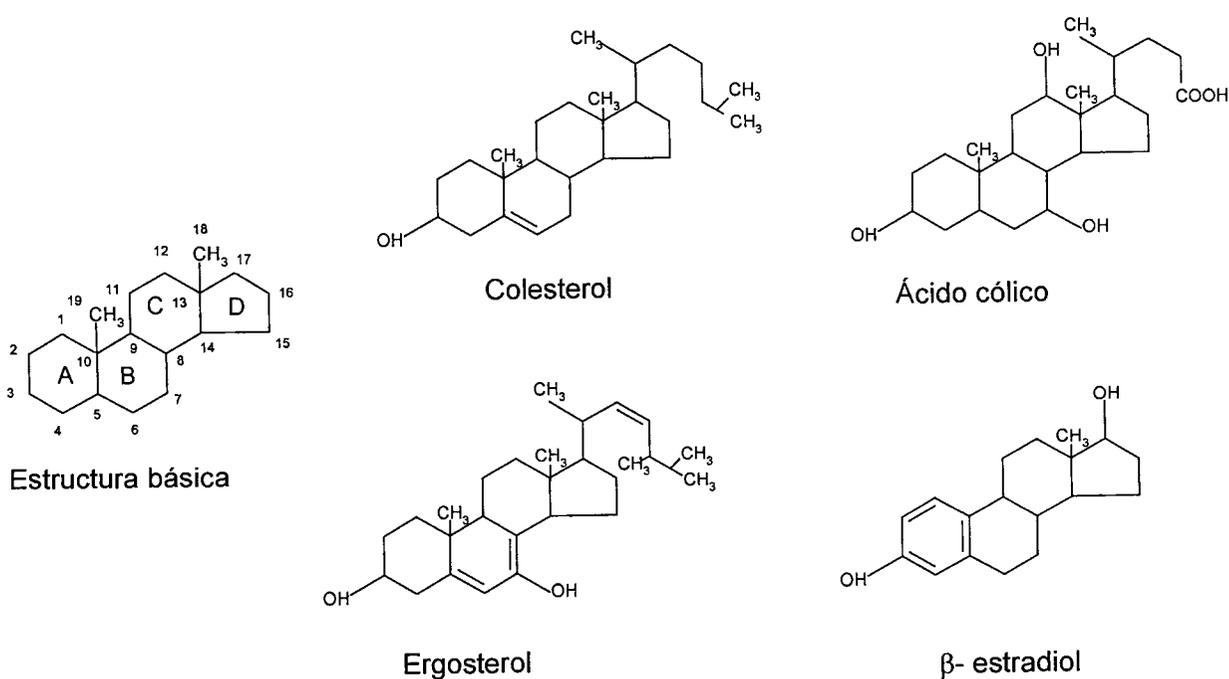


Figura 3. Esqueleto básico de los esteroides y algunos esteroides

Tal vez, los esteroides con un empleo más extendido en medicina sean la cortisona y varios derivados sintéticos de esta sustancia. Dichos esteroides son fármacos que se prescriben en una variedad de afecciones cutáneas, artritis reumatoide, asma, alergias y en varias enfermedades oculares, así como en casos de insuficiencia suprarrenal o de funcionamiento inadecuado de la corteza suprarrenal (Torssell, 1997).

Los esteroides anabolizantes inducen el aumento de peso y de masa muscular. En su origen, se desarrollaron para ayudar a los pacientes con cáncer y a las víctimas del hambre y procedía de la hormona sexual masculina testosterona.

En las últimas décadas, se ha producido un abuso del empleo de esteroides por parte de muchos atletas con la esperanza de mejorar su rendimiento físico. Además de la deslealtad que supone su uso en las competencias deportivas, los esteroides pueden tener graves efectos secundarios, psicológicos y fisiológicos, incluyendo una conducta cada vez más agresiva y el cáncer hepático (Leder, 2000).

d) Flavonoides

Los flavonoides se encuentran ampliamente distribuidos en los vegetales y son biosintetizados a partir del ácido siquímico y a partir de la acetilcoenzima A, vía malonilCoA (biosíntesis mixta). Contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante. Por ello, desempeñan un papel esencial en la protección frente a los fenómenos de daño oxidativo, y tienen efectos terapéuticos en un elevado número de patologías, incluyendo la cardiopatía isquémica, la aterosclerosis o el cáncer (Martínez y col., 2002).

Los flavonoides son compuestos de bajo peso molecular que comparten un esqueleto común de difenilpiranos (C6-C3-C6), compuesto por dos anillos de fenilos (A y B) ligados a través de un anillo C de pirano (heterocíclico). Los átomos

de carbono en los anillos C y A se numeran del 2 al 8, y los del anillo B desde el 2' al 6' (Figura 4).

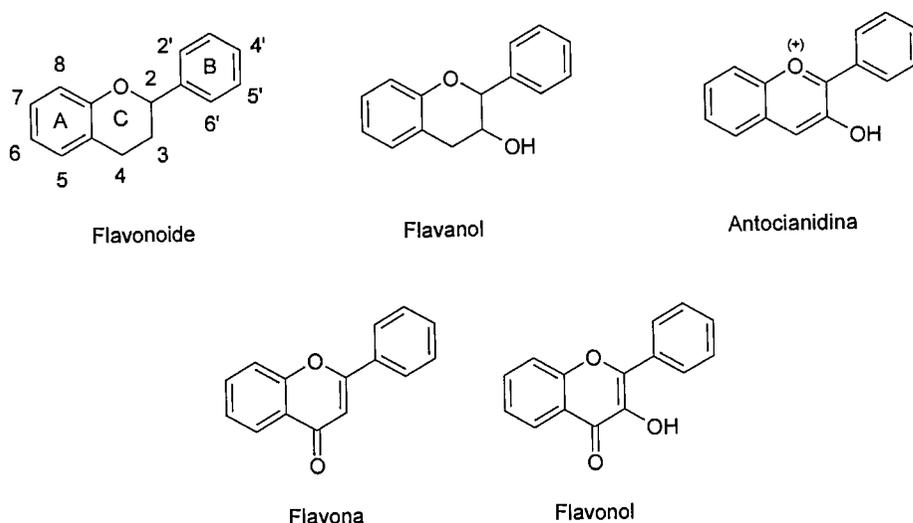
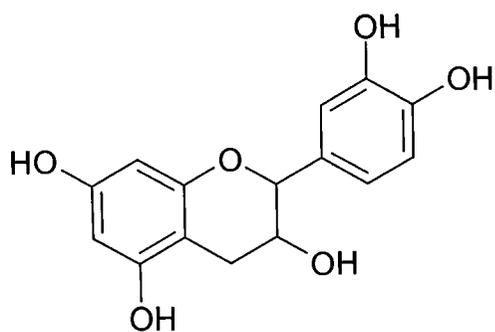


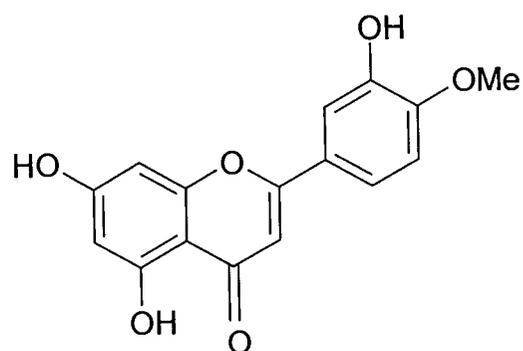
Figura 4 Flavonoides: Estructura básica y tipos.

Esta estructura básica permite una multitud de patrones de sustitución y variaciones en el anillo C. En función de sus características estructurales se pueden clasificar en:

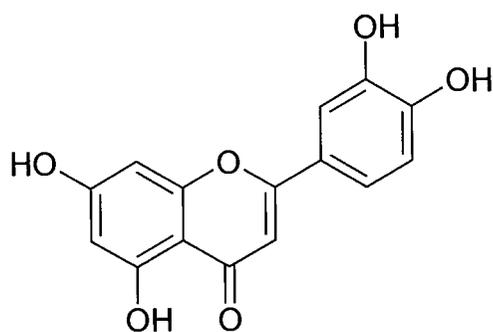
1. Flavanos, como la catequina, con un grupo -OH en posición 3 del anillo C.
2. Flavonoles, representados por la quercetina (Figura 5), que posee un grupo carbonilo en posición 4 y un grupo -OH en posición 3 del anillo C.
3. Flavonas, como la diosmetina (Figura 5), que poseen un grupo carbonilo en posición 4 del anillo C y carece del grupo hidroxilo en posición C3.
4. Antocianidinas (Figura 5), que tienen unido el grupo -OH en posición 3 pero además poseen un doble enlace entre los carbonos 3 y 4 del anillo C (Figura 5) (Torssell, 1997).



Catequina



Diosmetina



Quercetina

Figura 5. Algunos ejemplos de los flavonoides más comunes (Me = CH₃).

e) Glucósidos cianogénicos

Son un pequeño grupo de compuestos de origen natural de especial interés debido a su efecto tóxico sobre mamíferos. Los glucósidos cianogénicos incluyen cerca de 30 diferentes estructuras que están ampliamente distribuidas en helechos, gimnospermas, angiospermas y algunos insectos.

Existen diferentes grupos de glucósidos cianogénicos. En la Figura 6, se muestran algunos de ellos.

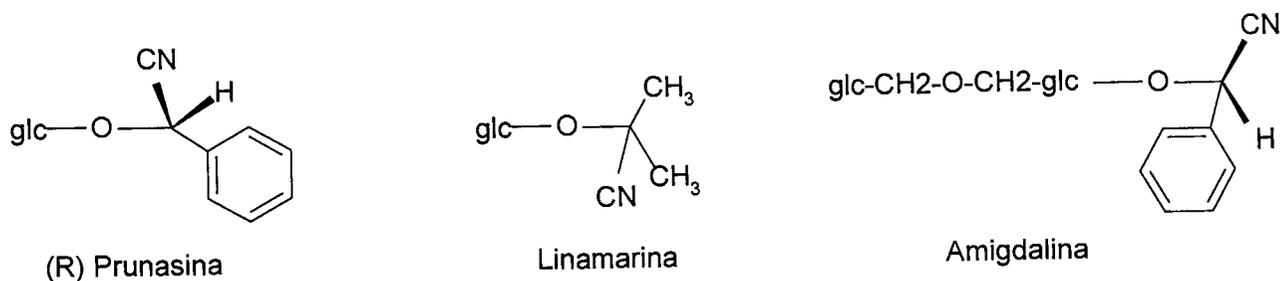


Figura 6. Ejemplos de cianohidrinas.

Todos ellos tienen en común que son cianohidrinas, las cuales son inestables y solo se estabilizan por glicosilación dando lugar al glucósido cianogénico (Figura 7). A menudo, el C-2 de la aglicona es asimétricamente sustituido. El azúcar que se une directamente a la cianohidrina es sin excepción la glucosa.

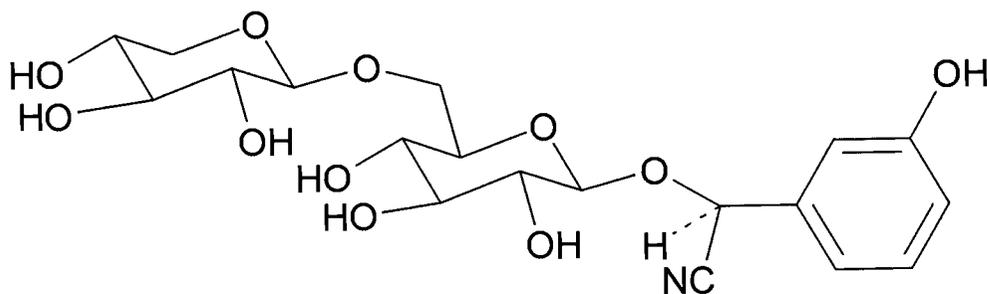


Figura 7. Zierinxilósido, un glucósido cianogénico.

Los glucósidos cianogénicos son hidrolizados por β -glucosidasas originando una cianohidrina la cual se descompone, dependiendo del pH o catalizada por nitrilasa, a un compuesto carbonílico y a un ácido cianhídrico. Este proceso se llama cianogénesis (Figura 8).

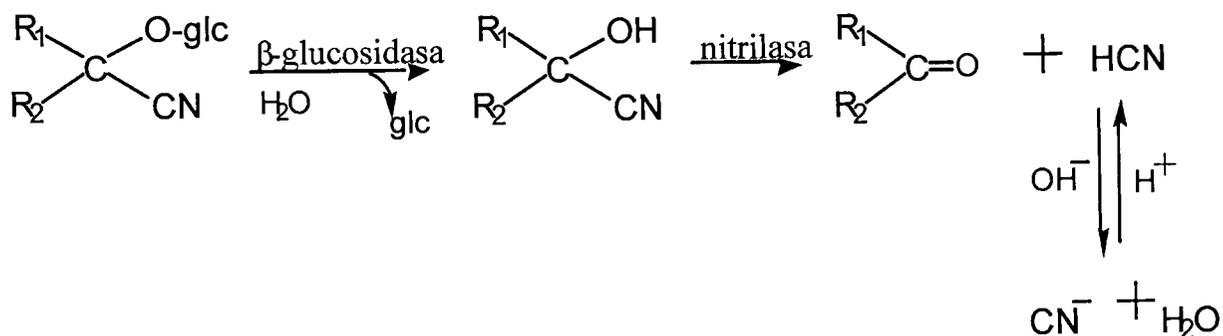


Figura 8. Reacción de liberación de los grupos CN^- .

Los glucósidos cianogénicos por sí solos no son tóxicos en mamíferos, ya que después de su ingestión son excretados rápidamente por la orina. La situación cambia totalmente cuando los glucósidos cianogénicos son administrados junto con las enzimas degradativas las cuales conducen a la producción de HCN. Un hecho muy importante a ser considerado es que el glucósido y la enzima se encuentran en el mismo tejido de la planta pero en diferente compartimiento y por lo tanto para iniciar la hidrólisis, la estructura celular de la planta debe ser destruida. Es generalmente aceptado que los glucósidos cianogénicos actúan como agentes de protección de la planta contra sus depredadores (Nahrstedt, 1987).

f) Saponinas

Compuestos naturales caracterizados desde el punto de vista estructural por presentar enlaces glucosídicos y/o éster entre una genina poco polar y restos glucídicos (Figura 10). Pertenecen al grupo de glucósidos oleosos naturales que forman espuma cuando se agitan con agua. Las contienen plantas muy diversas, entre ellas la acacia, la saponaria o jabonera, el castaño de Indias y muchas otras.

Las saponinas se han utilizado mucho, y aún se utilizan en ocasiones, como agentes limpiadores y, sobre todo, como espumantes, en especial en líquidos de extinción de incendios. Son amargas y están casi exentas de toxicidad por ingestión para los animales de sangre caliente. Sin embargo, inyectadas directamente en sangre son muy dañinas, pues disuelven con rapidez los eritrocitos. La hidrólisis de las saponinas, inducida por ácidos o enzimas, rinde un azúcar (con frecuencia, glucosa) y una sapogenina, que puede ser un triterpeno o un esteroide. Ciertos azúcares y saponinas son materias primas utilizadas en la síntesis de hormonas esteroidales (Dewick, 2003).

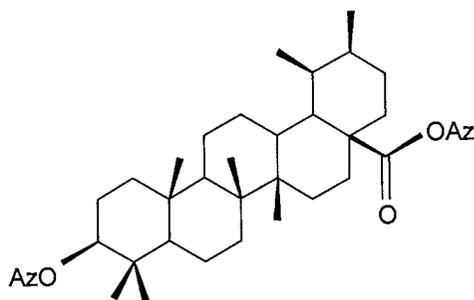


Figura 9. Estructura básica de una Saponina (Az = azúcar).

g) Taninos

El término tanino es aplicado a varios productos vegetales, tanto amorfos como cristalinos, obtenidos de diversas plantas. Los distintos taninos tienen composiciones diferentes. Algunos, también llamados taninos condensados, son fenoles con una estructura moderadamente compleja, mientras que otros se componen de ésteres de glucosa, o de algún otro azúcar y ácidos trihidroxibenzoicos. La fórmula $C_{14}H_{14}O_{11}$, considerada por lo general como la del tanino común, es tan sólo una aproximación. Los taninos se encuentran en muchos árboles y las mejores materias primas para su obtención las constituyen las agallas de roble y la corteza del zumaque.

Los taninos tienen un ligero olor característico y un color que va desde el amarillo al castaño oscuro. La exposición a la luz oscurece su color. Todos los taninos tienen un sabor amargo y son astringentes. Se disuelven con facilidad en agua, acetona y alcohol pero son insolubles en benceno, éter y cloroformo. Cuando se calientan a 210 °C, se descomponen y producen pirogalol y dióxido de carbono. La propiedad química que determina la mayoría de sus aplicaciones es la rápida precipitación que se produce al mezclarlos con albúmina, con gelatina y con un buen número de sales alcaloides y metálicas. Resultan muy útiles en medicina, porque pueden usarse como astringentes (Torssell, 1997).

II.3 Generalidades de las plantas a investigar

a) *Agastache palmeri* (*A. mexicana*) (HBK.) Lint et Epling (Figura 10)



Figura 10. *Agastache palmeri* (Lohmüller, 2005).

Familia: Lamiaceae

Nombres comunes: Abejera, Cidronela, Melisa, Noriten, Polvo del cerro, Tama, Tlalamatl (nahuatl), Tlalhaueuetl (nahuatl), Toronjil, Toronjil blanco, Toronjil de casa, Toronjil de monte, Toronjil morado, Toronjil rojo, Toronjillo, Xukurhi sipieti (purépecha).

Descripción: Planta herbácea, perenne, muy aromática al estrujarse; tallo erecto, de 0.6 a 1 m de alto, hojas con pecíolo de 1 a 2.5 cm de largo.

Usos: La parte aérea se utiliza como estomáquico y antiespasmódico, en infusión. Contra el insomnio se toman 12 gotas de tintura de toronjil en una cucharada de agua cada 8 horas. El té se usa para quitar el insomnio y para la presión, ayuda a la digestión, alivia flatulencias y cólicos intestinales. Para calmar los nervios se toma un té de un puño de toronjil más 2 cm de raíz de valeriana en una taza de agua o combinado con toronjil blanco y azul, flor de manita, tila y azahar. Para el vómito se toman cada 4 horas 9 gotas de tintura de toronjil en una cucharada de agua. Para la mala digestión se toma un té hecho con un puño de toronjil en 1/4 de litro de agua, se toma después de la comida. Se toma el té para los sustos, para aliviar palpitaciones, dolores del corazón y destapa las venas. La infusión de las flores se usa contra la tos y para calmar los nervios.

Las hojas se utilizan contra piquete de alacrán; se ponen machacadas con ajo. Junto con toronjil extranjero, hierba del burro y mastranzo se usa contra los nervios y el espanto (Torres y col., 1999).

Estudios químicos: Solo existen reportes sobre el aceite esencial extraído mediante destilación por arrastre de vapor de las flores, hojas y partes terminales de las ramas; en el aceite fueron identificadas las siguientes sustancias: nonano, trans-*p*-metione, canfeno, β -pineno, limoneno, *p*-cimeno, cineolo, furfural, citronelal, mentona, pulegona, 3-octanol, linalol, undecilaldehído, borneol, β -ionona (Moreno y Mendoza, 1966).

Estudios farmacológicos: El efecto ansiolítico del extracto acuoso fue estudiado en ratas. Varias dosis del extracto de la planta fueron administradas intraperitonealmente mostrando un efecto ansiogénico a una concentración de 12

mg/kg de peso no se observó un cambio en la acción de inmovilidad sino más bien un aumento en la acción de antiinmovilidad, indicando que *A. Palmeri* no tiene el efecto sedante que se le atribuye, sino que es más un efecto ansiogénico que ansiolítico (Molina y col., 2000).

b) *Bocconia frutescens* L (Figura 11)



Figura 11. *Bocconia frutescens* (Espinosa y col., 1998).

Familia: Papaveráceae

Nombres comunes: Gordolobo, cuatlataya, llorasangre, chicalote de árbol o chicalote grande, cocoxihuitl, palo de judas, palo del diablo, palo amarillo y tlacoxihuitl (Martínez, 1992).

Descripción: Árbol pequeño o arbusto de 1 a 7 metros de alto, perennifolio, simple o ramificado, las ramas jóvenes algo lanoso-tomentosas; hojas cortamente pecioladas, usualmente truncas o redondeadas en la base, sépalos abruptamente acuminados, pálidos, de aproximadamente 1 cm de largo o frecuentemente más cortos; estambres cerca de 16; fruto elipsoide de 6 a 8 mm de largo, usualmente

agudo, estípites largos; semillas de 6 mm de largo. Florece de Octubre a Diciembre (Martínez, 1992).

Usos: Si se inyecta por vía intramuscular la bocconina produce anestesia local, aunque tiene el inconveniente de ser muy dolorosa. El jugo lechoso amarillo que mana del tronco posee propiedades purgantes y vermífugas y se usa en medicina casera para curar las úlceras y erupciones de la piel, así como para quitar las verrugas. Las semillas son cáusticas y el aceite que contienen se emplea para destruir los piojos y quitar la sarna, aliviar tumores, apostemas e hinchazones y para sanar las llagas y heridas. La infusión que se obtiene del cocimiento de la raíz se utiliza en medicina casera contra la hidropesía y la ictericia (Torres y col., 1999).

Estudios químicos: Esta planta ha mostrado ser muy rica en alcaloides, tanto en la corteza que además contiene una resina roja, como en hojas y semillas. De las hojas fueron aislados varios alcaloides identificados como: α -Homoquelidonina, protopina (Miller, 1929).

Otros alcaloides aislados de esta planta son: Alocriptopina, sanguinarina, celirubina o boconina, berbericina, coptisina, esculerina, columbamina, α -canadina y trazas de roedina y papaverrubina (Taborska y col., 1980) (Figura 12).

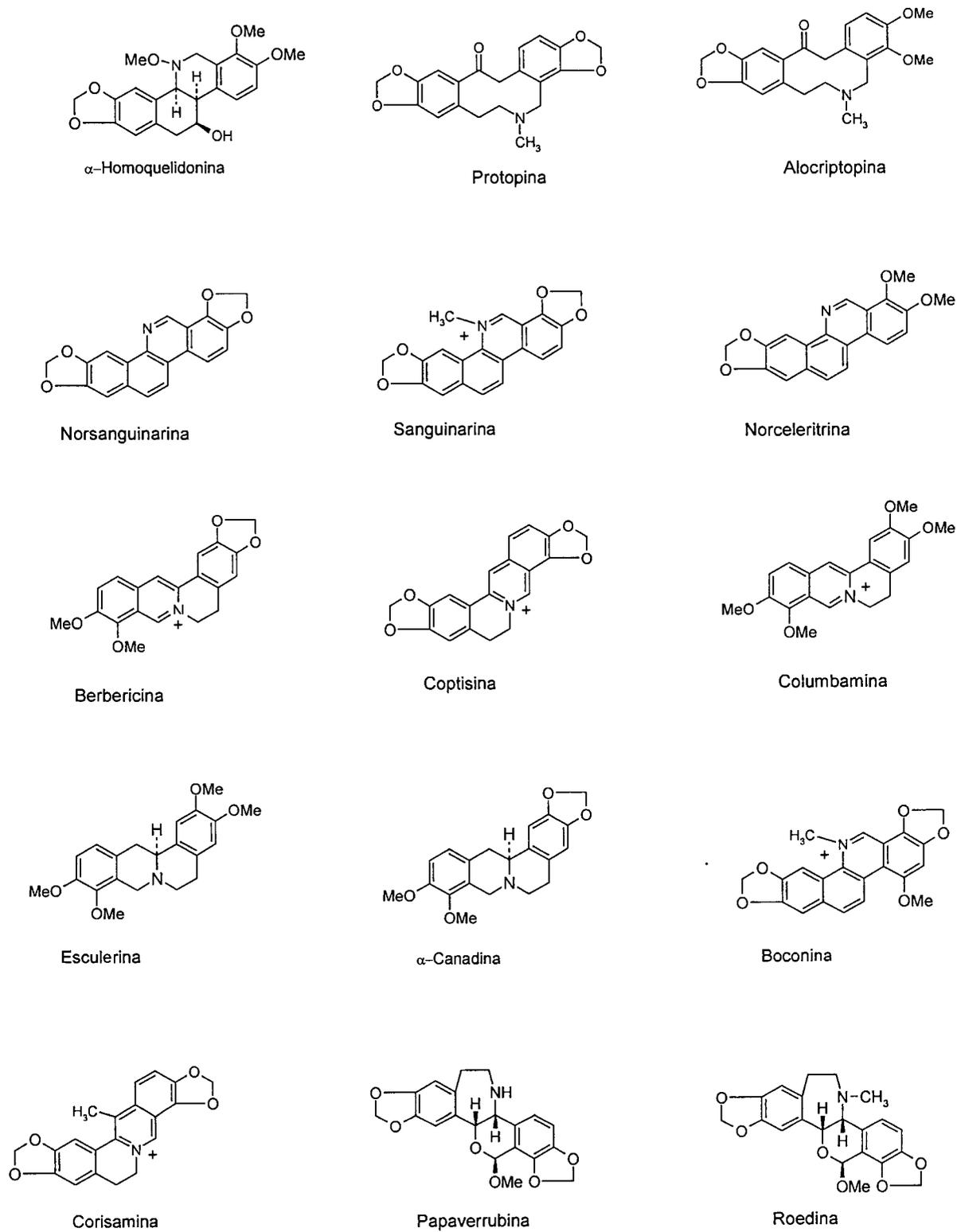


Figura 12. Alcaloides de *Bocconia frutescens*

marcas más claras en las puntas que asemejan uñas. Los largos estambres que asoman de ella completan la apariencia de una garra.

Usos: La infusión que se obtiene del cocimiento de las flores la empleaban los aztecas como remedio para la inflamación de los ojos y de las hemorroides. Las hojas se utilizan como emolientes. Las flores en cocimiento se usan para el corazón y contra la epilepsia. Las hojas hervidas se usan para cataplasmas. Se toma en combinación con *Ternstroemia* sp., *Haematoxylon* sp., *Valeriana* sp. y *Turnera difusa*. De este preparado, se pone una cucharada sopera en un litro de agua y se deja hervir. Se toma como agua de uso. Se utiliza para controlar las altas o bajas de presión. Entre los usos señalados en las encuestas a mercados se señalan los siguientes: Para la presión, el corazón e insomnio se toma un cocimiento de media flor en un litro de agua; se toma una taza en la mañana y otra antes de dormir; Como tranquilizante del sistema nervioso central: se toma durante tres meses un cocimiento de flor de manita, tila, damiana, toronjiles, salvia real, hoja de zapote blanco, poleo y valeriana. De este compuesto se pone a hervir una cucharada en medio litro de agua y se toma una taza por la mañana y otra por la noche (Espejo, 1999).

Estudios químicos: El extracto de éter de petróleo de la flor de manita demostró contener octacoseno, 1-docosanol y sitosterol (Domínguez y Gutiérrez, 1972). En otro estudio químico se aisló la cianidina (Figura 14), y además se detectaron los compuestos leucocianidina, 7- β -glucosilluteolina, Luteolina 7-glucurónido, Gossipetin 3-glucurónido (Harborne y Smith, 1972).

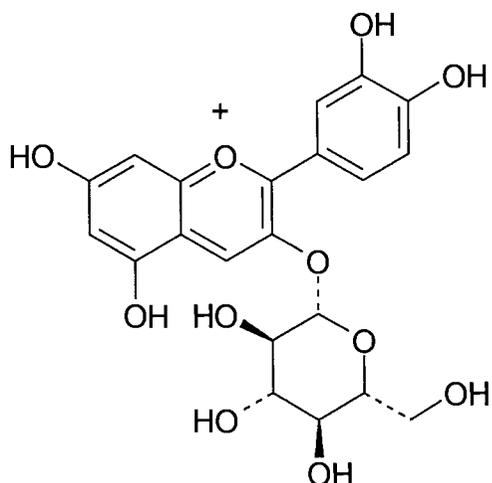


Figura 14. Cianidina

Estudios farmacológicos: Una investigación farmacológica describe los efectos de extractos acuosos de varias plantas, entre ellos el extracto de las flores de *C. pentadactylon*, sobre la aorta torácica aislada de rata y precontractada por noradrenalina (NA). En todos los casos, los extractos acuosos (0.5-12 mg/ml) inhibieron perceptiblemente, y de una manera dependiente de la concentración, la respuesta contráctil máxima inducida por NA. El extracto más activo fue el de las flores de *Galphimia glauca*. Estos resultados indican que los principios activos presentes en los extractos crudos pueden ejercer un efecto vaso relajante en afecciones coronarias (Perusquia y col., 1995).

d) *Dracocephalum moldavica* L (Figura 15)



Figura 15. *Dracocephalum moldavica* (Baganuur, 2003)

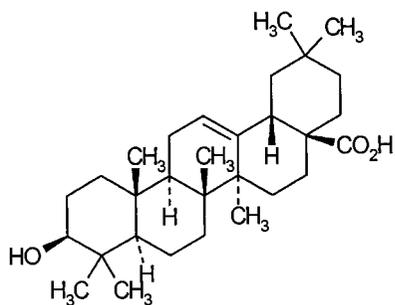
Familia: Lamiaceae

Nombre común: Cabeza de dragón

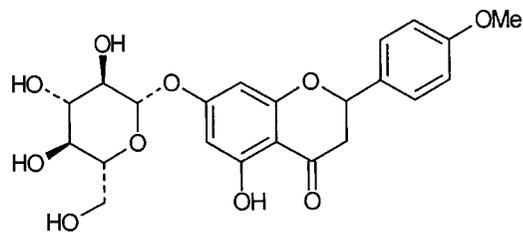
Descripción: Planta anual y aromática, de tallo herbáceo, erguido, tetragono y pubescente; hojas opuestas, oval-lanceoladas, acorazonadas en la base, acuminadas, dentadas; las flores se encuentran en grupos dispuestos en espigas. Florece en verano. Las partes utilizadas son las hojas y los ramos de flores.

Usos: Se conoce su uso como astringente, tónico y carminativo. La planta contiene un aceite esencial que es posible fuente de citral (Martínez, 1992).

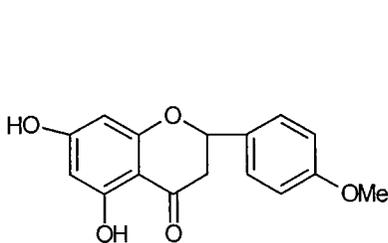
Estudios químicos: Se llevaron a cabo estudios químicos de los extractos etanólico y de acetato de etilo de la planta completa que permitieron aislar 4 compuestos (Figura 16). Los cuales fueron identificados como: ácido oleonólico, tilianina, acacetina, agastachósido (Li y Ding, 2001) (Figura 16).



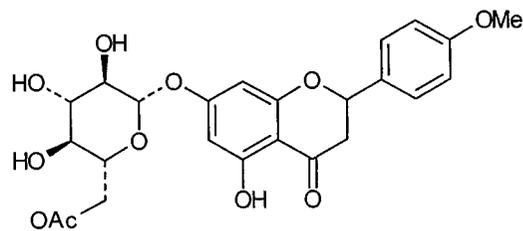
Ácido oleonólico



Tilianina



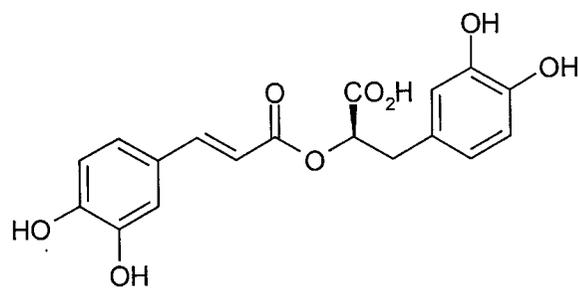
Acacetina



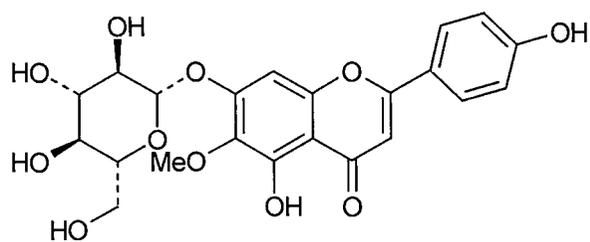
Agastachosido

Figura 16. Constituyentes de *D. moldavica*

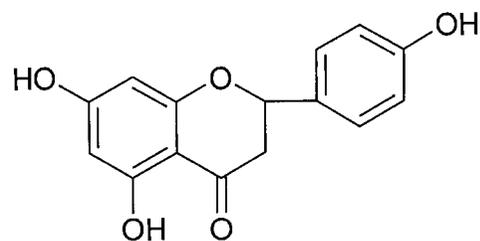
La capacidad antioxidante de los extractos acetónico y metanólico fue determinada mediante el método de DPPH lo cual demostró que el extracto metanólico tiene una considerable actividad, la cual fue atribuida al ácido rosmarínico y a los flavonoides homoplantaginina, apigenina que fueron identificados en este extracto (Figura 17) (Povilaityte y col., 2001).



Ácido rosmarínico



Homoplantaginina



Apigenina

Figura 17. Compuestos antioxidantes de *D. moldavica*

e) *Magnolia grandiflora* Linneo (Figura 18)



Figura 18. *Magnolia grandiflora* (Humphrey y Randolph, 2004)

Familia: Magnoliaceae

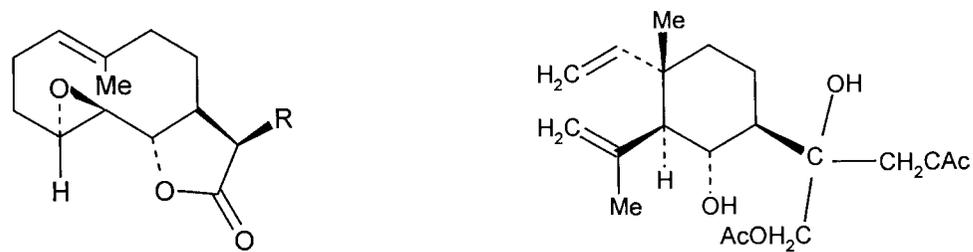
Nombre común: Magnolia.

Descripción: Árbol siempre verde de 15 a 20 m de altura, aunque algunas variedades tienen partes más pequeñas, con la copa amplia, densa, oscura, recordando a la del *Ficus macrophylla*. Tronco corto, con la corteza fisurada de color gris oscuro. Hojas alternas, dispuestas en manojos terminales, de 10 a 20 cm de longitud y unos 7 a 10 cm de anchura. Tienen forma elípticas u oblongo-ovadas, con la punta aguda y la base cuneada, coriáceas, de color verde brillante en el haz y ferrugíneo-pubescentes en el envés. El borde suele estar algo ondulado. El nervio central es prominente. Flores situadas sobre pedicelos tomentosos, erguidas, solitarias, de gran tamaño, de hasta 20 cm de diámetro. Poseen 6 a 12 pétalos estrechados en la base, de color blanco, y 3 sépalos de aspecto petaloide. Son perfumadas. Aparecen sobre el árbol desde mediados de Mayo hasta Julio. El fruto

tiene forma de piña ovalada de unos 10 cm de longitud, cubierta de una fina pubescencia de color marrón. Las semillas son aplanadas, de color rojo, de aproximadamente 1 a 1.3 cm de longitud, sujetas al folículo por un funículo filiforme. El fruto realmente es un conjunto de folículos agrupados en una estructura leñosa.

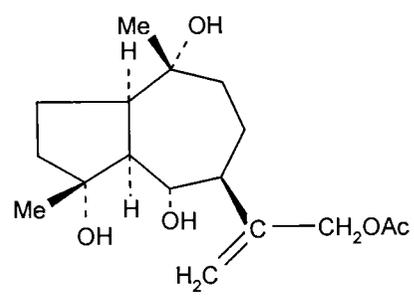
Usos: La infusión que se obtiene del cocimiento de las flores se usa en ciertas regiones como remedio en casos de picaduras de alacrán. Es una especie cuyo uso medicinal es amplio y antiguo, se emplea principalmente para tratar padecimientos del corazón. El tratamiento recomendado es hervir la corteza con las flores e ingerir el cocimiento resultante como té, tres veces al día. En cambio en otras regiones, la utilizan como un eficaz diurético; para ello hierven la corteza con las flores para que la infusión sea tomada como agua de uso. Es de empleo muy antiguo; en el siglo XVI era usada para fortalecer el corazón y aliviar malestares estomacales. Más tarde, las hojas se utilizaban como astringente y en cocimiento para curar la gota. Desde el presente siglo, la infusión de las flores se usa como antiespasmódico (Herrero y Gómez, 2003).

Estudios químicos: Esta es una especie ampliamente estudiada. Se han aislado terpenoideos, alcaloides, glucósidos, cumarinas (Yang y col., 1994). De las hojas de *M. grandiflora* se aislaron los sesquiterpenos I y II, los cuales fueron: 4,5-epoxi-13-acetoxi-1(10)-germacren-12,6-ólido (I, R = CH₂OMe) y 4,5-epoxi-13-metoxi-1(10)-germacren-12,6-ólido (II, R = CH₂OAc) (Wu y col., 2001). Por otra parte, un estudio también sobre las hojas de esta planta permitió el aislamiento de otros 3 compuestos sesquiterpénicos conocidos como 6 α ,11-dihidroxi-12,13-diacetoxielem-1,3-dieno (III), 4 α ,6 α ,10 α -trihidroxi-13-acetoxiguaia-11-eno (IV), y 12,13-diacetoxiguaia-4 α ,6 α ,10 α ,11-tetraol (V) (Luo y col., 2001). La estructura de estos 5 sesquiterpenos se ilustra en la figura 19.

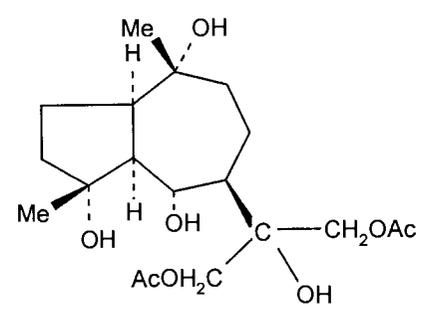


I, R = CH₂OMe
 II, R = CH₂OAc

III



IV



V

Figura 19. Sesquiterpenos de *M. grandiflora*.

Algunos alcaloides que se extrajeron de la corteza del árbol son: anoboína, N-nornuciferina, aunque de las hojas también se extrajo anonaina y liriodenina (Tomita y Kozuka, 1967) (Figura 20).

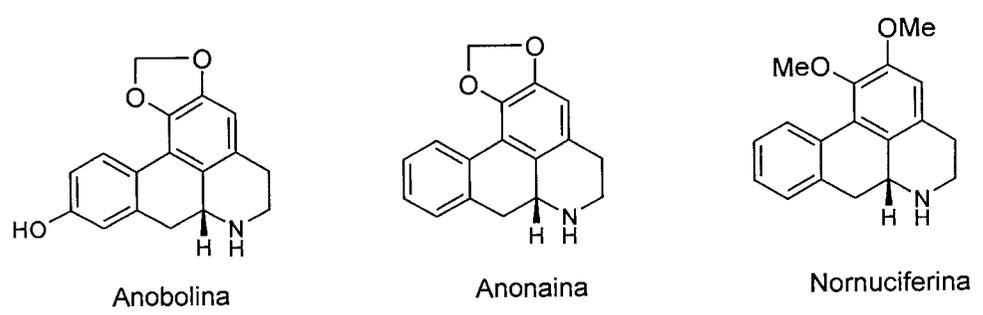


Figura 20. Alcaloides de *M. grandiflora*.

Del extracto hexánico se aisló una estructura cristalina conocida como tetrahidrofuranolignano o sesamina (Baures y col., 1992) (Figura 21).

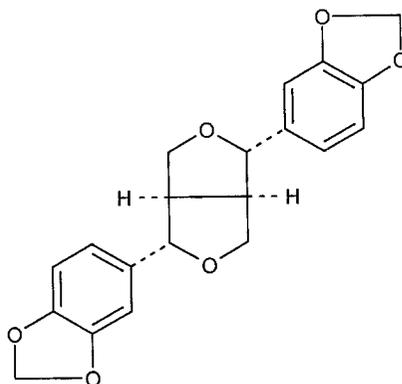


Figura 21. Sesamina.

Estudios farmacológicos: Se evaluó el efecto cardiotónico y vasodilatador de extractos etanólico/acuosos de las hojas y pétalos de *Magnolia grandiflora*, sobre corazón aislado de cobayo. Los extractos muestran una acción inotrópica positiva (dosis-efecto), al incrementarse la presión intraventricular izquierda en el corazón del cobayo, siendo más evidente el efecto con el extracto crudo de pétalos. Los extractos de hojas y pétalos redujeron la presión de perfusión coronaria considerablemente, lo que concluye que esta planta tiene un efecto inotrópico positivo en el corazón, así como también un efecto vasodilatador (Del Valle Mondragón y col., 2004).

f) *Prunus serotina* Ehrh. var. Capuli (Figura 22)



Figura 22. *Prunus serotina*. (Humphrey y Randolph, 2004)

Familia: rosaceae

Nombres comunes: Capoli, Capolín (México y Puebla), Capulín, Capulín blanco, Ceraso (Baja California Sur), Cereso (Michoacán), Cerezo (Chihuahua), Chencua y chengua (purépecha), Cusabi (tarahumara), Detsé y gphoto (otomí), Jeco y guasiqui (guarigio), Pa ksmuk (mixe), Pate y chimal-ma-u (chontal), Sacatón (Jalisco), T-mundaya (mixteco), Tunday (zapoteco), Tzu'uri (cora), Usabi (tarahumara).

Descripción: Árbol de 5 a 15 m de alto y hasta de 1 m de diámetro, de copa ancha, corteza café-rojiza o grisácea, casi lisa, glabra o a veces pubescente en los pecíolos o ramas tiernas, hojas lanceoladas a ovadas, de 5 a 18 cm de largo por 1.5 a 5 cm de ancho delgadas, brillantes, con el nervio prominente en el envés; racimos generalmente laxos, alargados, de 10 a 15 cm de largo, con 1 o más hojas cerca de la base; flores numerosas, sobre pedicelos delgados, de 5 a 10 mm de largo, pétalos blancos, de 3 a 3.5 mm de largo y de ancho; fruto globoso, rojo a

negro, de 1 a 2.5 cm de diámetro. Fructifica de Mayo a Agosto en diferentes partes del país.

Usos: En bebidas y licores, fermentando los frutos, se puede obtener una bebida alcohólica, los frutos se comen crudos y en conservas, se pueden usar en la elaboración de tamales. En algunos lugares también se consume la almendra asada después de quitar la testa.

La corteza se usa contra diarreas y disentería, además es febrífugo y el polvo de la misma se usa contra la nube de los ojos por lo que aclara la vista y cura las inflamaciones, así mismo se utiliza como antiperiódica. También se utiliza el cocimiento de la corteza seca para curar las cámaras de la sangre. En el caso del asma, se toma el cocimiento de la corteza de capulín, gordolobo y raíz de tabardillo. También se deja serenar la corteza sola en medio litro de agua y se toma en ayunas, endulzado con miel para el mismo padecimiento.

Tanto la flor como el fruto en té, se utilizan para la tos junto con la camelina, rosaté y violeta de campo. Al jarabe del fruto se le atribuyen propiedades curativas en algunas afecciones de las vías respiratorias.

A las hojas se les atribuyen propiedades antiespasmódicas y el agua destilada de las mismas se usa como calmante y su cocimiento se toma para calmar el dolor de cabeza. El cocimiento de hojas y frutos se usa contra el dolor abdominal. Los extractos, infusiones y jarabes de corteza, raíz y ramas se usan como tónicos y sedantes contra la tisis pulmonar y la debilidad nerviosa (Torres y col., 1999)

Estudios químicos: fueron aislados 7 glucósidos de flavonoles de las hojas de *P. serotina* los cuales fueron identificados como tres monósidos de quercetina: hiperósido, avicularina y reinoutrina, tres biósidos de quercetina: 3-O-(6"-O- α -L-rhamnopiranosil)- β -D-glucopiranosido, 3-O-(2"-O- α -L-rhamnopiranosil)- β -D-glucopiranosido y 3-O-(2"-O- α -L-rhamnopiranosil)- β -D-galactopiranosido así como el isoramnetin 3-O-(6"-O- α -L-rhamnopiranosil)- β -D-glucopiranosido (Olszewska, 2005). Un estudio sobre el contenido de antocianinas de la epidermis del fruto fue realizado y en el cual identificaron dos pigmentos mayoritarios identificados como

cianidina-3-glucósido (34%) y cianidina-3-rutinósido (63%) (Figura 23), encontraron un tercer pigmento amarillo que no fue identificado (Ordaz-Galindo y col., 1999).

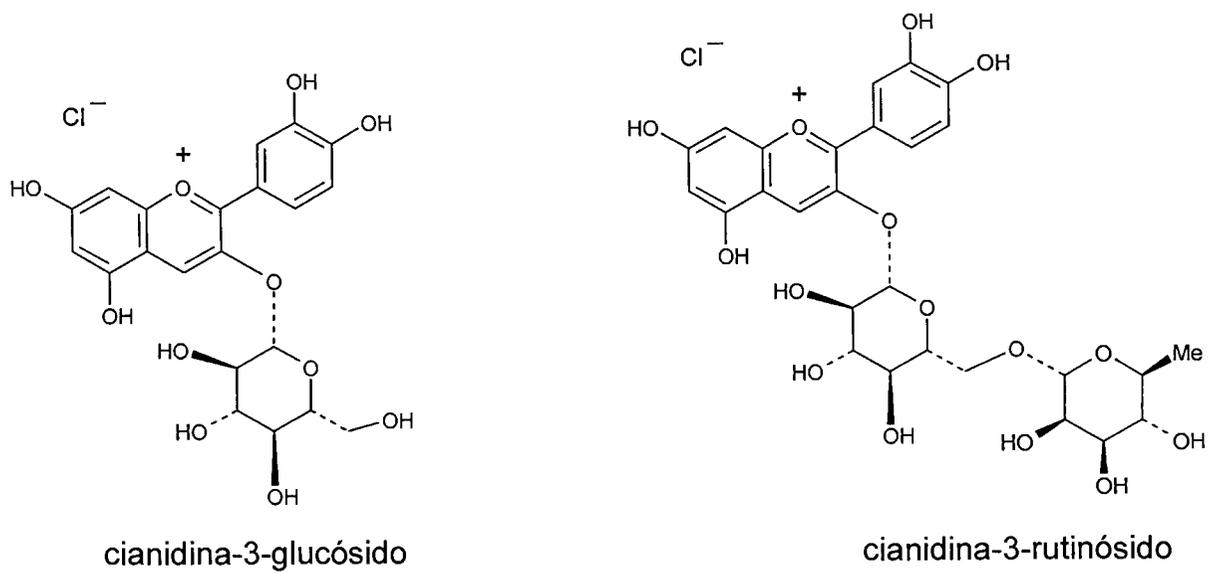


Figura 23. Antocianinas de *P. serotina*.

g) *Psittacanthus calyculatus* (DC.) G. Don (Figura 24)

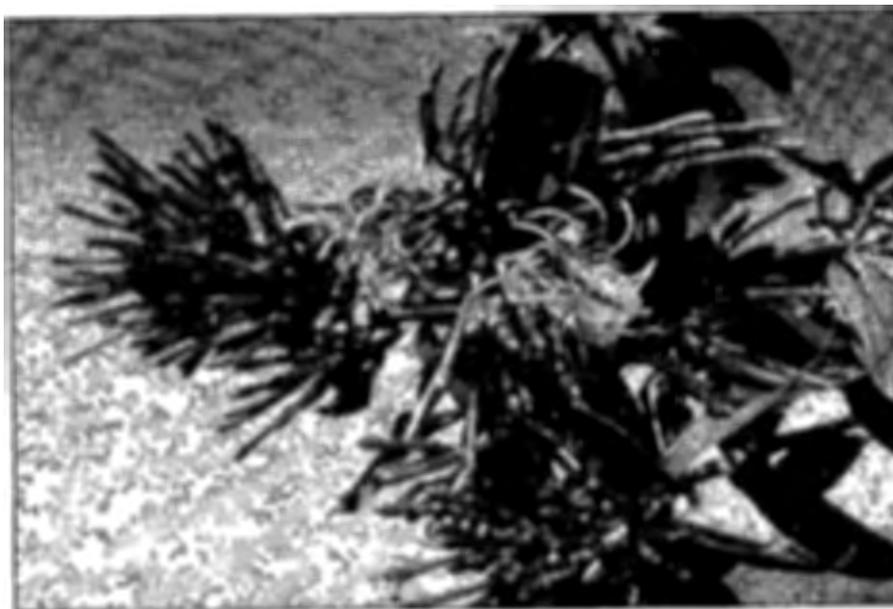


Figura 24. *Psittacanthus calyculatus* (William, 2004).

Familia: Loranthaceae

Nombres comunes: Injerto, corigüela, cuachide, (huave, oax.), Injerto de Pájaro, Injerto de encino, Malojo, Muérdago

Descripción: Arbusto pequeño o mediano, parásito; usualmente erecto extendido o muy ramificado, las ramas muy robustas, cuadrangulares o compresas, las más viejas subrollizas; hojas cortamente pecioladas, coriáceas, lanceoladas y algo falcada a oblongo o elípticas, de 6 a 15 cm de largo, atenuadas con el ápice agudo o frecuentemente redondeado a obtuso; flores muy llamativas, rojas o naranja rojizo, numerosas, en corimbos, largamente pediceladas, los botones conspicuamente curvados hacia afuera, un poco más gruesos cerca del ápice, agudos; frutos negros a negro purpúreos, muy jugosos de 1 a 1.5 cm de largo (Martínez, 1992).

Usos: Para sanar heridas. Con las ramas se prepara un té que es usado para la diabetes. El jugo del fruto se usa para la resolución y tratamiento de verrugas. Las hojas hervidas sirven como antiséptico. Se utiliza para tratar los problemas de hipertensión (Torres y col., 1999).

Estudios farmacológicos: Un estudio de la actividad vasomotora del extracto etanólico sobre anillos, con o sin endotelio, de aorta aislada de rata demuestran que a bajas concentraciones no hay un efecto sobre el tono basal de los anillos, arriba de 300 µg/ml induce una pequeña tensión, demostrando que este aumento fue ligeramente mayor en anillos que tenían el endotelio intacto. A más altas concentraciones el extracto relaja las contracciones de los anillos con el endotelio intacto. Este resultado indica que el extracto induce predominantemente una relajación dependiente del endotelio posiblemente mediada por la síntesis o liberación de oxido nítrico (Rodríguez y col., 2003).

h) *Sechium edule* Swartz (Figura 25)



Figura 25. *Sechium edule* (Isao 2004)

Familia: cucurbitaceae

Nombres comunes: Chayote, Chumaté, Tzoyol, Cueza.

Descripción: Planta herbácea, perenne de renovación anual; con numerosos tallos trepadores, ramificados, pubescentes, de gran longitud; Las hojas son alternas, pecioladas, membranosas, lobuladas, con bordes aserrados, miden de 10 a 30 cm de largo por 5 a 20 cm de ancho, provistas de pelos viscosos. Planta Monoica de flores unisexuales pequeñas, las masculinas agrupadas en racimos con 5 estambres y las femeninas solitarias. El fruto es una baya periforme, ovoide, alargada o redonda, con una hendidura en el extremo opuesto a la inserción del pedúnculo, por la cual asoma a la semilla en frutos maduros; algunos tipos desarrollan espinas de diferente consistencia, número y longitud, y en otros estas son ausentes, el peso varía de unos cuantos a más de 1000 g, posee una sola semilla grande y comprimida que no puede separarse del resto del fruto hasta que el sistema radical esta bien desarrollado; presenta el fenómeno de viviparidad. Tiene raíces fibrosas y algunas de ellas sé tuberizan en los extremos; a estas se les conoce como "Chayotextle", "Chinchayote", "Coeza", "Camochoyote" o "Chayotectli", siendo muy apreciadas como alimento (Jones, 1987).

Usos: El fruto es comestible y muy demandado en la comida mexicana.

Importancia en la apicultura: Es productora de néctar y polen. La miel proveniente de esta planta es de color ambarino, de buena densidad y sabor agradable. Esta planta necesita de la polinización entomófila para poder fructificar. Para ello las flores (masculinas y femeninas) poseen diez glándulas que secretan abundante néctar, accesible a las abejas. Algunos apicultores consideran que el chayote es una de las principales plantas productoras de miel en el mundo (Jones, 1987).

Estudios químicos: se detectaron 8 flavonoides por cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas (LC-MS) de raíces, tallos, hojas y frutos. De ellos, tres C- y cinco O- glucocidos de flavonas, las unidades de aglicona fueron apigenina y luteolina mientras que las unidades de azúcar fueron glucosa, apiosa y ramnosa este estudio demostró que la mayor parte de los flavonoides estaban presentes en las hojas (Siciliano y col., 2004).

Estudios farmacológicos: No existen estudios farmacológicos llevados a cabo sobre hojas, tallo o raíces de esta planta en cambio existe un estudio sobre la actividad antihipertensiva del extracto acuoso del fruto, se prepararon aparte extracto de pulpa y cáscara, los cuales fueron inyectados en ratas anestesiadas, los parámetros cardiovasculares que se midieron fueron el ritmo cardíaco, la presión arterial y varios intervalos de Electrocardiograma (ECG). Todos los extractos probados produjeron una caída en la presión arterial con pequeño cambio en intervalos de ECG y cambios mínimos en el ritmo cardíaco. (Gordon y col; 2000).

i) *Talauma mexicana* (DC.) Don (Figura 26)



Figura 26. *Talauma mexicana* (Gentry, 2006)

Familia: Magnoliaceae

Nombres comunes: Yoloxóchitl, Flor del corazón, Magnolia, Hualhua (Veracruz, Morelos); Guielachi (Oaxaca); Tzocoijoyó (Chiapas) (Martínez, 1992).

Descripción: Es un árbol perennifolio, de tronco recto, copa redondeada y compacta, que suele alcanzar hasta 30 metros de altura. Florece de Marzo a Julio.

Tiene grandes hojas oblongas, coriáceas y brillantes, de color verde oscuro por el haz y claro por el envés.

Las flores son blancas muy perfumadas, de pétalos gruesos y carnosos. El fruto es leñoso, con anillos rojos de forma semejante a una chirimoya. Es predominantemente silvestre, forma parte de las selvas altas perennifolias es muy parecida a *M. grandiflora*.

Usos: Las flores se emplean para aromatizar el chocolate, como antiespasmódicas y se usan tradicionalmente para curar afecciones cardíacas (Micheli, 2000). Los pétalos son astringentes, el cocimiento es útil en el tratamiento de la gota.

Las semillas se consideran como antiepilépticas, contra la parálisis.

El vino preparado con las anteras se emplea contra la epilepsia y la alferesía y los pétalos en infusión teiforme como antiespasmódicos; su alcoholatura como tónica y su corteza como aniperiódica. Pese a su amplio uso en la actualidad como planta medicinal y a su aplicación incluso desde tiempos prehispánicos por sus propiedades curativas, no existe nada concluyente, desde el punto de vista médico. (Espejo, 1999))

Estudios químicos: A finales del siglo XIX (1892 a 1896), se registraron los primeros estudios de identificación química de los constituyentes de las semillas, la flor, la hoja y la corteza del árbol de *yolloxochitl*. En este estudio, se reportó un aceite esencial, una resina, el flavonoide quercetina y taninos en sus flores. En la semilla y en la corteza encontraron un glucósido y un alcaloide, a los que denominaron talaumina, el cual no pudieron aislar en forma cristalina pues siempre se presentó acompañado de una sustancia glucósida líquida y espesa de color amarillo (Waizel, 2002).

Más tarde, en el siglo XX, Pallares y Garza (1948) reportaron la obtención de un alcaloide de fórmula molecular $C_{36}H_{40}O_7N_2$ al que se le llamó aztequina, pero la composición química propuesta fue motivo de controversia y hasta su existencia sigue en la actualidad en duda. Además, en la fracción no alcaloidea del extracto dicloroetilénico de flores y hojas se encontraron los compuestos *p*-hidroxibenzofenona, ácido trimésico y quercitol.

La corteza fue estudiada años después (Collera y col., 1963) sin encontrar alcaloides, en cambio se obtuvo un aceite aromático además de β -sitosterol y costunólida.

Posteriormente, en los intentos de aislar la aztequina un grupo de investigadores (Kametani y col., 1975) aislaron el alcaloide Liriodenina (Figura 27) que se había encontrado en otros miembros de la familia Magnoliaceae.

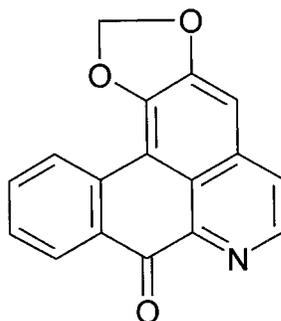


Figura 27. Alcaloide Liriodenina.

Estudios farmacológicos: Los estudio modernos de esta planta comienzan en 1927 en el pabellón de cardiología del hospital general de la ciudad de México. Estos estudios en humanos prueban la acción, principalmente estimulante sobre las funciones cardiacas y presión arterial. Pérez Cireira atribuye a los extractos de esta planta una acción similar a la de la adrenalina (Waizel, 2002).

J) *Taxodium mucronatum* Tenore (Figura 28)



Figura 28. *Taxodium mucronatum* (Espejo, 1999)

Familia: Taxodiaceae

Nombres comunes: Ahuehuate, Sabino, Sabino (Gro.), ahuehuate (del náhuatl), ciprés, pénhamu (tarasco), chuche (huasteco). Yaga guichiciña (zapoteco, Oax.).

Descripción: Árbol hasta de 35 m de alto; tronco grueso, generalmente lobulado, ocasionalmente dividido cerca de la base en 2 o 3 troncos, corteza de color café claro que se desgarran en tiras longitudinales entrelazadas, ramillas colgantes; hojas dísticas, sésiles, lineares, rectas o algo falcadas de 8 a 20 mm de largo por 1 mm o menos de ancho, semillas angulosas de 5 a 9 mm de largo por 3 a 4 mm de ancho, de color café a amarillento; florece de Agosto a Marzo y mantiene los frutos durante todo el año.

Usos: La infusión de la corteza se usa como emenagogo y diurético. La resina se usa para curar heridas, úlceras, enfermedades cutáneas, dolor de muelas y gota. La infusión de las hojas se usa como resolutivo. Con el tronco se combaten casos de bronquitis y afecciones del pecho (Espejo, 1999).

Estudios químicos: se han aislados varios metabolitos de esta planta como por ejemplo las biflavonas, amentoflavona, podocarpusflavona, 4',7-dimetilamentoflavona que fueron aisladas de hojas y ramas (Zhang y col., 2005). En otro estudio químico se aisló un diterpenoide (Figura 29) identificado como el ácido 8β-Hidroxipimar-15-en-19-oico (Ramos y col., 1985). También fueron aislados de las hojas los glucósidos de flavonoides quercetina 3-O-β-D-glucósido y quercetina 3-O-β-D-galactósido (Khabir y col., 1986).

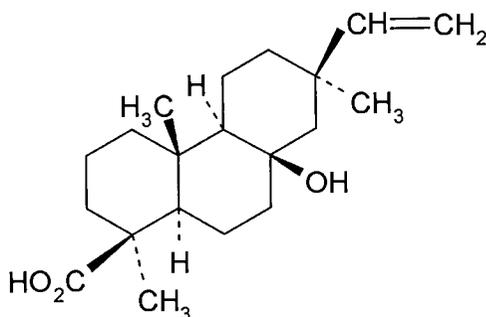


Figura 29. Diterpeno de *T. mucronatum*

Estudios farmacológicos: El mismo estudio descrito anteriormente para *C. pentadactylon* sobre el efecto vasoactivo en aorta aislada de rata fue realizado para esta planta indicando de la misma manera que *T. mucronatum* puede ejercer un efecto vasorrelajante en afecciones coronarias (Perusquia y col., 1995).

III. HIPÓTESIS

Los metabolitos secundarios bioactivos más comunes presentes en los extractos acuosos de las plantas seleccionadas se encuentran en cantidades que hacen posible el empleo de ensayos sencillos y rápidos para su detección segura.

IV. OBJETIVOS

IV.1 General

Identificar cualitativamente los metabolitos secundarios más comunes presentes en: *Agastache mexicana* (HBK.) Lint et Epling, *Bocconia frutescens* L, *Chiranthodendron pentadactylon* Larreategui, *Dracocephalum moldavica* L, *Magnolia grandiflora* Linneo, *Prunus serotina* Ehrh. Var. *capuli*, *Psittacanthus calyculatus* (DC.) G Don, , *Talauma mexicana* (DC.) Don, *Sechium edule* Swartz y *Taxodium mucronatum* Tenore.

IV.2 Específicos

- Identificar los metabolitos secundarios por medio de técnicas de precipitación y reacciones que dan color
- Identificar cada clase de metabolito secundario por medio de la técnica de cromatografía en capa fina

V. METODOLOGÍA

V.1 Materiales

V.1.1. Material vegetal

Las plantas completas fueron recolectadas en diferentes localidades representadas en el Cuadro 1, lo anterior fue realizado por la Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas y la M. en C. Valentina Serrano, investigadores de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, México.

Cuadro 1. Muestra el lugar de recolección de las plantas estudiadas.

PLANTA	LUGAR DE RECOLECCIÓN
<i>Agastache mexicana</i>	Mercado de Sonora, DF
<i>Bocconia frutescens</i>	Uruapan, Michoacán
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	Mercado de Sonora, DF
<i>Dracocephalum moldavica</i>	Mercado de Sonora, DF
<i>Magnolia grandiflora</i>	Mercado de Sonora, DF
<i>Prunus serotina</i>	Amealco Qro.
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	Querétaro, Qro
<i>Sechium edule</i>	Querétaro Qro.
<i>Talauma mexicana</i>	Mercado de Sonora, DF
<i>Taxodium mucronatum</i>	Tequisquiapan, Querétaro

V.1.2. Para la preparación y tratamiento de los extractos

- Cristalería: Matraces Enlermeyer, matraces bola, probetas, vasos de precipitado, pipetas, tubos de ensaye y embudo.
- Papel filtro Wattman 40.
- Algodón.

V.1.3. Equipos e instrumentos para la preparación y tratamiento de los extractos

- Balanza analítica marca Ohaus (0.00001-250.0 g).
- Rotaevaporador de alto vacío, con baño, soporte y elevador marcha Büchi.
- Bomba de alto vacío para rotaevaporador 0.1 mm Hg, motor ¼ HP.
- Bomba recirculadora de agua.
- Termómetro.
- Parrilla eléctrica marca Corning.

V.1.4. Equipos e instrumentos para la obtención de extractos liofilizados

- Liofilizadora marca Labconco
- Ultracongelador -86 °C ULT Freezer marca ThermoForma

V.1.5. Equipos e instrumentos para los análisis cromatográficos

- Parrilla eléctrica
- Lámpara ultravioleta Spectroline modelo CL-50 con gabinete, (con longitudes de onda de 244 y 366 nm).
- Cromatofolios recubiertos de gel de sílice (sílica gel 60F₂₅₄ Merck)
- Cámaras de elusión
- Aspersores

V.1.6. Reactivos y disolventes diversos para la realización de las pruebas cualitativas

- Reactivos y disolventes grado reactivo marca J. T. Baker: Acetato de etilo 99.9%, Acetona 99.6%, Ácido acético 99.8%, Ácido clorhídrico 36.5%, Ácido fórmico 90%, Ácido sulfúrico 98.4%, Anhídrido acético 99.4%, n-butanol 99.8%, 2-butanona 99.8%, Ciclohexano 100%, Cloroformo 99.9%, Cloruro mercúrico 98%, Cloruro de sodio 99.2%, Etanol 99.9%, Hidróxido de potasio 87.86%, Hidróxido de sodio 99.1%, Metanol 99.9%, Yoduro de potasio 99.8%.
- Reactivos marca Productos Químicos Monterrey: Acetato de magnesio 99.8%, Ácido pícrico 89%.
- Reactivos y disolventes marca KEM: t-butanol 99.5%, Cloruro férrico 98%, Nitrato de bismuto básico 99.9%, Hexacianoferrato (III) de potasio.
- Reactivos marca MERCK: Carbonato de sodio 99%, Dietilamina 98%.
- Reactivos y disolventes grado reactivo marca Sigma de México: Agua de bromo (Solución 3% de Bromo), Rutin hydrate minimum 95% HPLC, Quercetin dihydrate, (+)-Catechin, Ácido cafeico, Vainillina (4-hydroxy-3-methoxy-benzaldehyde)
- Reactivos marca Fermont: Cloruro de antimonio 99.4%.
- Disolvente grado reactivo marca MEYER: Peróxido de hidrógeno 30%, Hexano 100%
- Reactivos marca Mallinckrodt: Magnesio metálico 100%

- Reactivos marca Fluka: Ácido Elágico
- Reactivos marca Aldrich: Ácido galico
- Agua destilada

V.1.7 Preparación de reactivos.

La preparación de los reactivos se basa en la metodología descrita por Espinosa y Méndez (1995).

- a) Acetato de magnesio. Se prepara una solución metanólica al 0.5% de acetato de magnesio. Se vaporiza sobre la placa y se seca sobre plato caliente a 90°C aparecerán manchas naranja-violeta
- b) Ácido clorhídrico al 10 v/v. Diluir 10 ml de ácido clorhídrico concentrado en 50 ml de agua destilada en un matraz volumétrico de 100 ml, agitar suavemente y llevar el volumen hasta la marca de aforo, también con agua destilada.
- c) Agua de bromo. Saturar la cantidad necesaria de agua con vapores de bromo.
- d) Anhídrido acético / ácido sulfúrico (Reactivo Liebermann-Borchard) 5ml de anhídrido acético son cuidadosamente mezclados, sobre baño de hielo, con 5 ml de ácido sulfúrico; esta mezcla es adicionada cuidadosamente a 50 ml de etanol absoluto enfriado sobre hielo. Se prepara justo antes de usarse: se vaporiza la placa cromatográfica y se calienta 100° C sobre un plato caliente hasta la aparición de manchas oscuras o se puede observar bajo luz ultravioleta.
- e) Cloruro de antimonio (III) Se prepara una solución al 10% de cloruro de antimonio en cloroformo; Los flavonoides dan manchas que se observan

bajo la influencia de la luz ultravioleta. Los glucósidos flavonoides dan manchas amarillas.

- f) Cloruro férrico al 1%. Disolver 1 g de la sal de cloruro férrico en un matraz volumétrico de 100 ml y diluir con agua destilada hasta la marca de aforo y agitar.
- g) Cloruro de sodio al 10%. Disolver 10 g de la sal de cloruro de sodio en un matraz volumétrico de 100 ml y diluir con agua destilada hasta la marca de aforo y agitar.
- h) Hexacianoferrato (III) de potasio / cloruro de hierro (III) Esta compuesto por dos soluciones la solución A: Solución al 1% de hexacianoferrato (III) de potasio y solución B: Solución al 1% de cloruro de hierro (III). Iguales cantidades de A y B son mezcladas justo antes de usarse. Los colores se intensifican por subsecuente vaporización con una solución de ácido clorhídrico 2N.
- i) Hidróxido de potasio en metanol. Se prepara una solución metanólica al 5% de hidróxido de potasio se vaporiza sobre la placa y se deja secar. Se observa la placa a la luz ordinaria y a la luz ultravioleta.
- j) Hidróxido de sodio 2N. Disolver 2.4 g de lentejas de hidróxido de sodio en 50 ml de agua destilada en un matraz volumétrico de 100 ml, esperar a que la solución se enfríe a temperatura ambiente y llevar hasta la marca de aforo también con agua destilada y agitar.
- k) Hidróxido de sodio al 10%. Disolver 10 g de lentejas de hidróxido de sodio en 50 ml de agua destilada, esperar a que la solución se enfríe a temperatura ambiente y entonces diluir con agua destilada hasta la marca de aforo y agitar.
- l) Reactivo de Benedict. Disolver 10 g de carbonato de sodio anhidro y 17.3 g de citrato de sodio en 80 ml de agua destilada, calentar hasta que se disuelvan las sales y agregar más agua hasta completar un volumen de 85 ml. Disolver 1.73 g de sulfato de cobre hidratado en diez ml de agua destilada, adicionar lentamente y con agitación, ésta solución a la de citrato-

carbonato. Adicionar más agua destilada hasta obtener un volumen final de 100 ml

- m) Reactivo de Dragendorff. Está compuesto por dos soluciones la solución A: 0.85 g de nitrato de bismuto básico son disueltos en una mezcla de 10 ml de ácido acético y 40 ml de agua. Solución B: 8 g de yoduro de potasio se disuelven en 20 ml de agua. Solución Stock: se prepara una mezcla de 1:1 de solución A y B. Esta puede ser guardada varios meses en el refrigerador. 1 ml de solución Stock se mezcla con 2 ml de ácido acético y 10 ml de agua antes de usarse. Se vaporiza la placa cromatográfica y se calienta sobre un plato hasta la aparición de manchas de color naranja-rojo.
- n) Reactivo de Guinard. Disolver 1 g de carbonato de sodio y 100 mg de ácido pícrico en 100 ml de agua destilada y agitar. (Domínguez, 1974).
- o) Reactivo de Hager. Consiste en una solución saturada de ácido pícrico en agua y mezclar.
- p) Reactivo de Mayer. Disolver 13.55 g de cloruro mercuríco y 50 g de yoduro de potasio en un matraz volumétrico de 1 L con agua destilada y agitar. (Domínguez, 1974).

V.2 Métodos

V.2.1 Preparación de los extractos

El material vegetal se secó de manera artificial en una estufa. Enseguida se pulverizó en un molino manual y se extrajo con agua mediante un proceso de digestión a una temperatura de 60°C por un tiempo de 12 horas. Después se filtró cada extracto y se realizaron otras dos digestiones. El extracto que se obtuvo en las tres digestiones se concentró al vacío en un rotaevaporador. Al finalizar este procedimiento se sustrajo el agua que todavía quedaba en el concentrado mediante una liofilización, para así, obtener el extracto totalmente seco de cada planta (Matta, 1987).

V.2.2 Identificación cualitativa de metabolitos secundarios

La identificación cualitativa de los metabolitos secundarios se basó en la metodología reportada por Marini y col., 1981 utilizando las siguientes pruebas.

V.2.2.1 Pruebas para detectar alcaloides

40 mg de extracto se disolvieron con 6 ml de HCl al 10% mediante calentamiento en baño maría, posteriormente se filtró la solución. El filtrado se dividió en tres porciones y se ensayó con los siguientes reactivos, utilizando como control positivo cafeína y cinchonina.

- Ensayo con el reactivo de Mayer (Ver punto V.3): A la primera porción se le adicionaron 3 gotas del reactivo de Mayer, una coloración amarilla verdosa indicó la presencia de alcaloides.
- Ensayo con el reactivo de Dragendorff (Ver punto V.3): A la segunda porción del filtrado se le adicionaron 3 gotas del reactivo de Dragendorff, se mezcló perfectamente observando si la solución cambiaba de color. La aparición de una coloración naranja indicó positivo para alcaloides.
- Ensayo con el Reactivo de Hager (Ver punto V.3): Se adicionaron 3 gotas del reactivo de Hager a la tercera porción del filtrado, se dejó en reposo por 2 minutos la aparición de una coloración amarilla indicó la presencia de alcaloides.

V.2.2.2 Pruebas para detectar polifenoles

Una mezcla (1:1) de FeCl_3 al 1 % y de $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ al 1% recién preparados se adicionaron a 0.2 g de extracto acuoso. La formación de una coloración de gris a azul indicó la presencia de polifenoles. Se utilizó como control positivo ácido cafeíco.

V.2.2.3 Pruebas para detectar flavonoides

Se utilizaron como controles positivos rutina y catequina para la detección general de flavonoides, se utilizaron 40 mg de extracto diluidos en 5 ml de etanol. Otra prueba para detectar flavonoides específicos se llevó a cabo de la siguiente manera: 40 mg de extracto se diluyeron con 5 ml de etanol hasta formar una solución amarillo verdosa que posteriormente se dividió en tres porciones iguales:

A la primera porción se le adicionaron de 1 a 2 gotas de HCl concentrado observando cualquier cambio en la coloración de la solución. Una coloración roja indicó la presencia de auronas. Cuando no aparecía coloración roja, se adicionó un trozo de magnesio metálico, cuando estaban presentes en la muestra compuestos flavonoides aparecieron las siguientes coloraciones:

- Flavonas: naranja a rojo
- Flavonoles: rojo a rojo intenso
- Flavanonas: carmesí a magenta
- Chalconas: no hay cambio de color.

La segunda porción se depositó en una cápsula de porcelana, se concentró la muestra por evaporación en baño maría y se adicionó 1 gota de H_2SO_4 concentrado, observando algún cambio en la coloración. La presencia de compuestos flavonoides originó las siguientes coloraciones a la solución:

- Flavonas: amarilla
- Flavonoles: rojo oscuro a guinda
- Flavanonas: naranja

A la tercera porción se le adicionó de 2 a 3 gotas de NaOH al 10%; se mezcló perfectamente observado cambio en la coloración. La aparición de las siguientes coloraciones indicó la presencia de compuestos flavonoides:

- Flavonas: amarillo a rojo intenso
- Flavonoles: café naranja
- Chalconas: púrpura
- Xantonas: amarillo

V.2.2.4 Pruebas para detectar taninos

Se adicionaron 2 ml de agua destilada a 10 mg de extracto y 2 o 3 gotas de NaCl al 10% para precipitar las proteínas, posteriormente se filtró. El filtrado se trabajó de la siguiente manera:

Se tomaron 0.5 ml del filtrado y se adicionan 2 gotas de agua de bromo. La aparición de un precipitado indica la presencia de taninos. Se usó como control positivo el ácido gálico.

V.2.2.5 Pruebas para detectar antranoides

0.2 g del extracto se calientan por 2 minutos con 5 ml de una solución de KOH 0.5N y 0.5 ml de H₂O₂ al 5%. Después de enfriamiento la suspensión se filtra. El filtrado es tratado con 6 gotas de ácido acético y la solución resultante se mezcla con 5 ml de tolueno. La fase superior se separa con una pipeta, se transfiere a otro tubo de ensayo y se le adicionan 2 ml de una solución de KOH 0.5N. Si aparece un color rojo en la fase acuosa los antranoides están presentes.

V.2.2.6 Pruebas para detectar saponinas

Una prueba para identificar saponinas es mediante la reacción de Lieberman-Bouchard (Galindo y col., 1989) para lo cual 2 mg de extracto se colocaron en una cápsula de porcelana, se adicionan 3 gotas de anhídrido acético concentrado, mezclando perfectamente y enseguida se adiciona 1 gota de H₂SO₄ concentrado. Se observan cambios de coloración en un lapso de 2, 5, 10, 15 minutos.

Los esteroides presentan inmediatamente una coloración roja, magenta, azul o verde. Los terpenoides se manifiestan después de un tiempo por una coloración roja muy estable durante y después de 15 minutos.

V.2.2.7 Pruebas para detectar azúcares reductores

Debido a que estos compuestos se detectan en medio alcalino, 20 mg de extracto se disuelven en 2 ml de agua destilada y se alcaliniza la solución hasta un pH entre 10 y 11 con NaOH al 10% posteriormente se filtra.

A 0.5 ml de filtrado se le adicionan 0.5 ml de reactivo de Benedict y 1 ml de agua destilada, se calienta la mezcla en baño María durante 5 min. Al mismo tiempo se prepara un estándar positivo utilizando la glucosa y agua destilada como blanco. La aparición de un precipitado rojo ladrillo confirma la presencia de azúcares reductores.

V.2.2.8 Determinación de glucósidos cianogénicos

Se impregna una tira de papel filtro con reactivo de Grignard, se deja secar a temperatura ambiente, enseguida 40 mg del extracto se depositan en un tubo de ensaye y se adiciona 1 ml de cloroformo, posteriormente se coloca a lo largo del tubo la tira de papel impregnado sin que llegue a tocar el extracto y se asegura con la tapa, una vez bien tapado, se calienta a baño María a 30 °C, La aparición de una coloración roja a rosa en el papel indica la presencia de glucósidos por la reacción que se lleva a cabo entre el grupo ciano y el reactivo de Grignard (Brimer, 1983).

V.2.3 Análisis cualitativo por cromatografía en capa fina.

V.2.3.1 Preparación de las fracciones para cromatografía en capa fina

0.5 g del extracto acuoso se trató con 5 ml de una mezcla cloroformo-ácido acético (99:1) a 50°C sobre baño de agua por un período de 5 min. Esto es para que puedan ser extraídas las sustancias lipofílicas. Enseguida se filtró el extracto para obtener la solución **A** que va a ser sometida a CCF. El material sólido que queda en el papel filtro se trató de la misma forma que se mencionó anteriormente pero ahora con una mezcla de metanol-cloroformo-ácido acético (49.5:49.5:1) para poder obtener las sustancias lipofílicas y ligeramente hidrofílicas. Al filtrar, se obtuvo la solución **B** para CCF y nuevamente el residuo se extrajo con una mezcla de metanol-agua (1:1) para obtener las sustancias hidrofílicas; el extracto se filtró para dar la solución **C** para CCF.

Los controles utilizados en la CCF son los siguientes: Fenoles (ácido caféico), Alcaloides (cafeína y Cinchonina), Taninos (ácido gálico) y Flavonoides (quercetina y rutina).

V.2.3.2 Preparación de las fracciones para la extracción de alcaloides

0.5 g del extracto acuoso se trató con 5 ml de una solución de HCl al 1% durante 30 minutos a 40°C sobre baño María. La solución se filtró y la presencia de alcaloides se comprobó por la adición de 1 gota de reactivo de Dragendorff a 1 gota de la solución en una cápsula de porcelana: una coloración roja indicó una reacción positiva. Cuando este previo ensayo fue negativo no se obtuvieron las fracciones **D** y **E**, pero cuando fue positivo se ajustó el pH de la solución entre 8 y 9 con carbonato de sodio 1M y se extrajo con 5 ml de cloroformo. La fase inferior clorofórmica se separó y se extrajo con 2.5 ml de HCl al 1%. La solución acuosa así obtenida (fase superior) se llamó solución **D** para que ser sometida a CCF. La fase acuosa resultante del ajuste del pH se neutralizó con ácido acético y se etiquetó como solución **E** para CCF (Marini y col., 1981).

Los diferentes grupos funcionales de los metabolitos secundarios quedan distribuidos en cada uno de los extractos según lo muestra el Cuadro 2.

Cuadro 2. Distribución de varios grupos de sustancias en las diferentes fracciones.

Solución	Sustancias
A	Antraquinonas, fenoles, flavonoides, esteroides, cumarinas
B	Flavonoides, glucósidos cardenólidos, antraquinonas, glucósidos, taninos, saponinas
C	Flavonoides, glucósidos, glucósidos antraquinónicos, cardenólidos, saponinas
D	Alcaloides terciarios
E	Alcaloides cuaternarios

V.2.3.1 Desarrollo de los cromatofolios

Esta cromatografía fue llevada a cabo con las soluciones A y B (0.1 ml), C, D y E (0.05 ml) usando diferentes adsorbentes y sistemas de eluyentes detallados en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Sistemas de eluyentes usados para CCF.

Solución probada	Sistema de solventes	Adsorbente
A	Tolueno/acetona/cloroformo (40:25:35) Tolueno/cloroformo (9:11)	Gel de sílice
B	Acetato de etilo/2-butanona/ácido fórmico/agua (5:3:1:1)	Gel de sílice
C	n-butanol/ácido acético/agua (4:1:5)	Gel de sílice
D	Ciclohexano/dietilamina (9:1) <i>t</i> -butanol/cloroformo/dietilamina (2:7:1)	Gel de sílice
E	Acetato de etilo/piridina/agua (50:10:40) <i>n</i> -butanol/acido acético/agua (4:1:5)	Celulosa

Después de desarrolladas y secadas las placas se clasificaron según el metabolito secundario presente en dicho extracto como lo indica el Cuadro 2. Cada placa se atomizó con los reactivos reveladores que hacen visible el metabolito buscado, como se ilustra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Reactivos reveladores.

Reactivos	Productos	Reacciones
Cloruro de antimonio III	Flavonoides, esteroides	Fluorescencia al UV
Hexacionoferrato (III) de potasio/ cloruro de hierro (III)	Fenoles, taninos, flavonoides	Color azul
Anhídrido acético/ácido sulfúrico	Esteroides, saponinas	Manchas oscuras o fluorescencia
Ácido trifluoroacético	Esteroides, saponinas	Manchas oscuras
Reactivo de Dragendorff	Alcaloides	Color café rojizo
Hidróxido de potasio en metanol	Cumarinas, antranoides, fenoles	Fluorescencia
Acetato de magnesio	Antraquinoides	Color naranja-violeta

VI. RESULTADOS

VI.1. Preparación de los extractos

La cantidad de material vegetal recolectado varió dependiendo de la disponibilidad de la planta utilizada. Se prepararon los extractos acuosos los cuales se llevaron a sequedad mediante liofilización con lo que se obtuvo el extracto crudo de cada planta, cada extracto se guardó y selló en un frasco ámbar con la finalidad de evitar la posible degradación de los compuestos presentes por acción de la luz y la humedad. El Cuadro 5 muestra las cantidades que se obtuvieron de extracto total liofilizado y su rendimiento en relación con la cantidad de material vegetal utilizado.

Cuadro 5. Cantidad obtenida de extracto liofilizado con relación a la cantidad de material vegetal trabajado.

PLANTA	MATERIAL VEGETAL Gramos (g)	EXTRACTO TOTAL LIOFILIZADO Gramos (g)	RENDIMIEN TO (%)
<i>T. mexicana</i>	200	41.26	20.63
<i>P. calyculatus</i>	49.13	11.11	22.61
<i>B. frutescens</i>	66.76	14.26	21.36
<i>D. moldavica</i>	114	25.71	22.55
<i>T. mucronatum</i>	29.95	0.66	2.20
<i>A. palmeri</i>	101.6	25.6	25.20
<i>C. pentadactylon</i>	100.0	11.74	11.74
<i>P. serotina</i>	13.16	2.51	19.07
<i>S. edule</i>	20.0	2.5	12.50
<i>M. grandiflora</i>	130	26	20

VI.2. Resultado de las pruebas cualitativas basadas en cambios de color o formación de precipitados.

El extracto de cada una de las plantas fue analizado con cada reactivo para determinar la clase de metabolito secundario presente en dicha planta. Los resultados se muestran en los Cuadros 6 y 7.

VI.3. Resultado de las pruebas cualitativas basadas en cromatografía de capa fina.

Mediante el análisis por cromatografía en capa fina podemos localizar los metabolitos secundarios en los extractos A, B, C, D y E preparados a partir de la misma planta. De cada fracción se realizaron las placas necesarias para detectar el metabolito correspondiente y se revelaron con los reactivos apropiados.

Los resultados obtenidos en las diferentes fracciones se muestran en los Cuadros 8 y 9.

Los datos obtenidos de los dos ensayos permitieron detectar la presencia de metabolitos secundarios en las plantas estudiadas. Los resultados se muestran en al Cuadro 10.

Cuadro 6. Resultados de la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios de las plantas en *Agastache mexicana*, *Bocconia frutescens*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Dracocephalum moldavica* y *Magnolia grandiflora*.

Metabolito y control	<i>Agastache mexicana</i>	<i>Bocconia frutescens</i>	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	<i>Dracocephalum moldavica</i>	<i>Magnolia grandiflora</i>
ALCALOIDES: Cafeína y Cinchonina					
a) Mayer	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
b) Dragendorff	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)
c) Hager	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
POLIFENOLES Ácido cafeíco	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
FLAVONOIDES: Rutina y Catequina					
a) HCl conc.	Chalconas	Chalconas	Chalconas	Flavonas	Chalconas
b) H ₂ SO ₄ conc.	Flavonas	Flavonas	Flavononas	Flavonas	Flavonas
c) NaOH 1%	Xantonas	Flavonas	Flavonoles	Flavonas	Xantonas
TANINOS: Ácido gálico Agua de Bromo	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
ANTRANOIDES	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
SAPONINAS	Esteroides	Esteroides	Esteroides	Esteroides	Negativo
AZÚCARES REDUCTORES Glucosa	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
GLICÓSIDOS CIANOGENICOS	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Cuadro 7. Resultados de la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios en *Prunus serotina*, *Psittacanthus calyculatus*, *Sechium edule*, *Talauma mexicana* y *Taxodium mucronatum*.

Metabolito y control	<i>Prunus serotina</i>	<i>Psittacanthus calyculatus</i>	<i>Sechium edule</i>	<i>Talauma mexicana</i>	<i>Taxodium mucronatum</i>
ALCALOIDES: Cafeína y Cinchonina					
a) Mayer	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)
b) Dragendorff	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
c) Hager	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
POLIFENOLES Ácido cafeico.	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
FLAVONOIDES: Rutina y Catequina					
a) HCl conc.	Chalconas	Chalconas	Chalconas	Chalconas	Chalconas
b) H ₂ SO ₄ conc.	Flavonas	Negativo	Flavononas	Negativo	Negativo
c) NaOH 1%	Xantonas	Flavonas	Negativo	Flavonoles	Xantonas
TANINOS: Ácido gálico Agua de Bromo	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
ANTRANOIDES	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
SAPONINAS	Negativo	Esteroides	Negativo	Esteroides	Esteroides
AZÚCARES REDUCTORES Glucosa	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
GLICÓSIDOS CIANOGENICOS	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Cuadro 8. Resultado de la identificación de los metabolitos secundarios por CCF en *Agastache mexicana*, *Bocconia frutescens*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Dracocephalum moldavica* y *Magnolia grandiflora*.

FRACCIÓN	<i>Agastache mexicana</i>	<i>Bocconia frutescens</i>	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	<i>Dracocephalum moldavica</i>	<i>Magnolia grandiflora</i>
A	Antraquinonas Fenoles Flavonoides Esteroides Cumarinas	Flavonoides Esteroides Antraquinonas	Flavonoides Fenoles Esteroides	Esteroides Antraquinonas	Flavonoides Fenoles Esteroides
B	Antraquinonas Taninos Saponinas	Glucósidos Flavonoides Antraquinonas Taninos Saponinas	Fenoles Taninos Saponinas	Antraquinonas Taninos Saponinas	Taninos Saponinas
C	Flavonoides Saponinas	Flavonoides Saponinas	Saponinas	Flavonoides Saponinas	Flavonoides Saponinas
D	No se obtuvo esta fracción	Alcaloides	No se encontró la presencia de alcaloides	No se obtuvo esta fracción	No se encontró la presencia de alcaloides
E	No se obtuvo esta fracción	Alcaloides	No se encontró la presencia de alcaloides	No se obtuvo esta fracción	No se encontró la presencia de alcaloides

Cuadro 9. Resultado de la identificación de los metabolitos secundarios por CCF en *Prunus serotina*, *Psittacanthus calyculatus*, *Sechium edule*, *Talauma mexicana* y *Taxodium mucronatum*.

FRACCIÓN	<i>Prunus serotina</i>	<i>Psittacanthus calyculatus</i>	<i>Sechium edule</i>	<i>Talauma mexicana</i>	<i>Taxodium mucronatum</i>
A	Flavonoides Fenoles	Antraquinonas	Flavonoides Esteroides	Flavonoides Cumarinas Antraquinonas Fenoles Esteroides	Flavonoides Esteroides
B	Taninos Saponinas	Taninos Saponinas	Saponinas	Antraquinonas Taninos Saponinas	Taninos Saponinas
C	Flavonoides Saponinas	Flavonoides Saponinas	Flavonoides Saponinas	Taninos Saponinas	Taninos Saponinas
D	No se obtuvo esta fracción	No se obtuvo esta fracción	No se obtuvo esta fracción	No se obtuvo esta fracción	No se obtuvo esta fracción
E	No se obtuvo esta fracción	No se obtuvo esta fracción	No se obtuvo esta fracción	No se obtuvo esta fracción	No se obtuvo esta fracción

Cuadro 10. Metabolitos secundarios presentes en las plantas.

Plantas	Metabolitos detectados	
<i>Agastache mexicana</i>	Antraquinonas Fenoles Esteroides Cumarinas Taninos	Saponinas Flavonoides Chalconas Flavonas Xantonas
<i>Bocconia frutescens</i>	Esteroides Antraquinonas Glucósidos Saponinas	Taninos Alcaloides Flavonoides Chalconas Flavonas
<i>Chirantodendron pentadactylon</i>	Taninos Saponinas Fenoles Esteroides	Flavonoides Chalconas Flavononas Flavonoles
<i>Dracocephalum moldavica</i>	Esteroides Antraquinonas Taninos	Saponinas Flavonoides Flavonas
<i>Magnolia grandiflora</i>	Fenoles Esteroides Taninos Saponinas	Flavonoides Flavonas Xantonas
<i>Prunus serotina</i>	Taninos Saponinas Fenoles	Flavonoides Chalconas Flavonas Xantonas
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	Antraquinonas Taninos Saponinas	Flavonoides Chalconas Flavonas
<i>Sechium edule</i>	Saponinas Esteroides	Flavonoides Chalconas Flavononas
<i>Talauma mexicana</i>	Esteroides Cumarinas Antraquinonas fenoles	Taninos Saponinas Flavonoides Chalconas Flavonoles
<i>Taxodium mucronatum</i>	Taninos Saponinas Esteroides	Flavonoides Chalconas Xantonas

VII. DISCUSIÓN

De acuerdo a la cantidad de material vegetal utilizado se obtuvieron diferentes cantidades de extracto liofilizado el cual se utilizó para la realización de todas las pruebas, se necesitaron en total 2 g de extracto acuoso liofilizado.

El contenido de metabolitos secundarios en cada planta fue variable y no existe ninguna relación entre ellas en tal contenido, tampoco mediante este estudio, podemos afirmar que una planta sea más rica en metabolitos que otra.

Mediante el procedimiento del tubo de ensayo se probó la presencia de alcaloides con 3 reactivos: el de Mayer, el de Hager y el de Dragendorff. La única planta que dio positiva las tres pruebas fue *Bocconia frutescens*. *Dracocephalum moldavica*, *Sechium edule* y *Taxodium mucronatum* dieron dos pruebas positivas, las demás plantas dieron solo una, lo cual, se tomó como reacción negativa hacia los alcaloides. Estos resultados concuerdan con los obtenidos mediante la técnica de cromatografía en capa fina donde la presencia de alcaloides también fue muy evidente en *Bocconia frutescens* y en las mismas plantas citadas anteriormente la presencia de alcaloides se detectó por lo menos en un extracto.

También por el procedimiento del tubo de ensayo, se puede detectar el tipo de flavonoide, ya que existen reacciones específicas para chalconas, flavonas y xantonas, pero estos compuestos no pueden ser identificados mediante cromatografía en capa fina ya que ésta solo permite ver flavonoides en general.

Los flavonoides, esteroides, saponinas y fenoles fueron comunes a las 10 plantas analizadas y se observaron mediante los dos procedimientos realizados. Ninguna presentó azúcares reductores ni glucósidos cianogénicos.

La presencia de taninos mediante el reactivo de agua de bromo no dio positiva para ninguna de las plantas pero mediante la CCF se detectaron casi en todas las plantas lo cual nos hace pensar en la poca sensibilidad de la prueba.

No se observó una diferencia notable en cuanto al contenido de metabolitos secundarios de ninguna planta, al contrario todas mostraron gran similitud en la clase de metabolitos que contienen.

En la mayoría de los casos los resultados concordaron con lo reportado en la bibliografía: Para *P. calyculatus* y *A. mexicana* no existen reportes de metabolitos aislados o identificados, por lo cual los resultados obtenidos proporcionan mayor información sobre la clase de compuestos presentes en estas especies. En el caso de *B. frutescens* fue muy evidente la presencia de alcaloides debido que contiene gran numero de ellos, los cuales han sido aislados e identificados. Los flavonoides detectados en *C. pentadactylon* concuerdan con lo reportado en la literatura. Entre los metabolitos reportados para *D. moldavica* están los esteroides y flavonoides los cuales también fueron detectados por la metodología utilizada en este proyecto. En el caso de *M. grandiflora* y *T. mexicana* nuestros resultados no revelaron contundentemente la presencia de alcaloides, contrario a lo reportado, mientras que para *P. serotina* los flavonoides detectados concuerdan con los flavonoides reportados en la literatura. En *S. edule* lo publicado en la bibliografía fue corroborado con los resultados obtenidos para flavonoides y finalmente en el caso de *T. muscronatum* se confirmo la presencia de flavonoides los cuales ya están reportados en la literatura.

VIII. CONCLUSIÓN

Este estudio proporciona información acerca del contenido de los diferentes metabolitos secundarios en las plantas medicinales, por lo cual este trabajo sirve como base para posteriores estudios mediante los cuales se cuantifiquen o aíslen los metabolitos secundarios detectados.

Mediante el método de CCF es posible detectar los metabolitos secundarios en las diferentes fracciones de cada extracto.

El uso de las dos metodologías para la detección de los metabolitos secundarios permite complementar el estudio preliminar de una planta, ya que un metabolito puede no ser detectado mediante una técnica pero sí observado mediante la otra, en este sentido también permite detectar de una manera contundente la presencia de determinado metabolito secundario.

Los alcaloides resultaron ser los metabolitos menos frecuentes en estas plantas mientras que los flavonoides, esteroides, saponinas y fenoles fueron comunes a todas.

La metodología desarrollada en este trabajo permite simplificar, agilizar y hacer más eficiente la separación de los metabolitos secundarios buscados en una planta.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Baganuur, 2003** En: http://www.suiri.tsukuba.ac.jp/~raise/new/plant_album/p1.htm
- Baures, P. W.; Miski, M.; Eggleston, D. S. 1992.** Structure of sesamin. Acta Crystallographica: Vol. 48: 574-576.
- Brimer, L.; Christesen, S. B.; Dalgaard, L.; Nartcy, P. 1983.** Determination of cyanogenic compounds by thin-layer chromatography . A densitometric method for quantification of cyanogenic glycosides, employing enzyme preparations (β -glucuronidase) from *Helix pomatia* and picrate-impregnated ion-exchange sheets. Journal of Agricultural and Food Chemistry: Vol. 31: 789-793.
- Collera, O.; Walls, F.; García, F.; Flores, S.; Herrán, J. 1963.** Estudio de las cortezas de *Talauma mexicana* Don. y de *Magnolia shediana* (Magnoliaceae). Boletín Instituto de Química de la UNAM. XV: 38.
- Del Valle Mondragón, L.; López, F. T.; Torres J. C.; Zarco, G.; Hernández, G. 2004.** Study of *Magnolia grandiflora* extracts in guinea pigs cardiac. Archivos de Cardiología: Vol. 74: 108-17.
- Dewick, P.M. 2003.** Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach. 2da. Ed., John Wiley and Sons, USA: 7-34, 455-458.
- Domínguez, X. A.; Gutiérrez, A. 1972.** Mexican medicinal plants. XXIII. Extractives from the flowers of *Chiranthodendron pentadactylon*. Phytochemistry: Vol. 11: 2895.
- Domínguez, X. A. 1974.** Two penthomethoxylated flavones from *Gimnosperma glutinosum*. Phytochemistry: Vol. 13: 1626-1628
- Espejo, A. 1999.** En <http://www.semarnat.gob.mx/pfnm2/indices/creditos.htm>
- Espinosa, M.; Méndez, P. 1995.** Evaluación de la actividad antimicrobiana y determinación de la toxicidad para *Artemia salina* de especies vegetales usadas en la medicina tradicional mexicana. Querétaro. Qro. Universidad Autónoma de Querétaro. Tesis para obtener el título de químico farmacéutico biólogo. 91-93.
- Espinosa, R.; Guadamuz, A.; Pérez, D.; Chavarría, F. y Masís, A. 1998.** En (www.acguanacaste.ac.cr)

- Galindo, W. F.; Rosales, M.; Murgueito, E.; Larrahondo, J. E. 1989.** Sustancias antinutricionales en hojas de guamo, macedero y matarratón. *Livestock Research for Rural Development*: Vol. 1: 1-9.
- Gentry, A. 2006.** En: http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast?w3till=MOA-03050_001.jpg
- Gordon, E. A.; Guppy, L. J.; Nelson, M. 2000.** The antihypertensive effects of the Jamaican Cho-Cho (*Sechium edule*). *West Indian Medical Journal*: Vol. 49: 27-31.
- Harborne, J. B.; Smith, D. M. 1972.** Flavonoid pigments and plant phylogeny. Case of the handflower tree *Chiranthodendron pentadactylon*. *Anorganische Chemie, Organische Chemie, Biochemie, Biophysik, Biologie*: Vol. 27: 210.
- Herrero, D.; Gómez, A. 2003.** En: <http://www.tajamar.net/tajamar/bac/sendabotanica/MAGNOLIO/magnolio2>.
- Humphrey, L.; Randolph, T., 2004.** En: <http://faculty.etsu.edu/mcdowelt/App%20Flora%20Web%20Plantlist%202004.htm>
- Isao, S., 2004.** En: <http://isao.web.infoseek.co.jp/zukanall/fnnj01-1.html>
- Jones, S. B. Jr. 1987.** *Sistemática Vegetal*. McGRAW-HILL. México D. F.
- Khabir, M.; Khaton, F.; Ansari, W. H. 1986.** Flavonoid glycosides from the leaves of *Taxodium mucronatum*. *Journal of the Indian Chemical Society*: Vol. 63: 781-782.
- Kametani, T.; Terasawa, H.; Ihara, M.; Iriarte, J. 1975.** Liriodenine from *Talauma mexicana*. *Phytochemistry*: Vol. 14: 1884-1885.
- Li, J., Ding, Y. 2001.** Studies on chemical constituents from *Dracocephalum moldavica* L. *Chinese Academy of Medical Sciences*: Vol. 26: 697-698.
- Leder, B. Z. 2000.** Oral androstenedione administration and serum testosterone concentrations in young men. *Journal of the American Medical Association*: Vol. 283: 779-782.
- Lohmüller, F. 2005.** En www.flohmueeller.de/botanic/Lamiales/Lamiaceae/Agastache
- Luo, X. y col. 2001.** Sesquiterpenoids from *Magnolia grandiflora*. *Planta Medica*: Vol. 67: 354-357.

- Marini, B.G.B.; Nicoletti, M.; Patamia, M. 1981.** Plant screening by chemical and chromatographic procedures under field conditions. *Journal of Chromatography*: Vol. 213: 113-127.
- Martínez, F. S.; González, G. J.; Culebras, J. M.; Tuñón, J. 2002.** Los Flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*: XVII: Vol.6 271-278.
- Martínez, M. 1992.** Las Plantas Medicinales de México. 6ª ed., Ed. Botas V, México: 197-204, 329-330, 439-440 y 506-507.
- Matta, R. 1987.** Curso teórico de farmacognosia. UNAM, México D. F.: 29-51
- Micheli, S. A. 2000.** Digitalic therapy. Historical outline. *Gaceta medica de México*: Vol. 136: 511-518.
- Miller, E. 1929.** The alkaloids of *Bocconia frutescens* L. *Journal of the American Pharmaceutical Association*: Vol. 18: 12-4.
- Moreno, A.; Mendoza, V. 1966.** Volatile Oil of *Agastache mexicana* and *Cunila lythrifolia*. *Perfumery and Essential oil record*: Vol.57: 561-562.
- Molina, H. M.; Téllez, A. P.; Martínez, E. 2000.** *Agastache mexicana* may produce anxiogenic-like actions in the male rat. *Phytomedicine*: Vol. 7: 199-203.
- Nahrstedt, A. 1987.** Recent developments in chemistry, distribution and biology of the cyanogenic glycosides. En: *Biologically Active natural Products*. Ed. Claredon Press Oxford: 213-234.
- Olszewska, M. 2005.** Flavonoids from *Prunus serotina* Ehrh. *Acta Poloniae Pharmaceutica*: Vol. 62: 127-133.
- Ordaz, G. A.; Wesche, E. P.; Wrolstad, R. E.; Rodríguez, S. L.; Argáiz, J. A. 1999.** Purification and identification of capulin (*Prunus serotina* Ehrh) anthocyanins. *Food Chemistry*: Vol. 65: 201-206.
- Pallares, E. S; Garza, H. 1948.** Structure of the alkaloid of yoloxochitl. *Natl. Inst. Cardiol., Mexico City, Mex. Archives of Biochemistry*: Vol. 16: 275-282.
- Perusquia, M.; Mendoza, S.; Bye, R.; Linares, E.; Mata, R. 1995.** Vasoactive effects of aqueous extracts from five Mexican medicinal plants on isolated rat aorta. *Journal of Ethnopharmacology*: Vol. 46: 63-69.

- Povilaityte, V.; Cuvelier, M. E.; Berset, C. 2001.** Antioxidant properties of Moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L). *Journal of Food Lipids*: Vol. 8: 45-64.
- Ramos, A. R.; Escamilla, E. M.; Calderón, J.; Rodríguez, B. 1984.** 8 β -Hydroxypimar-15-en-19-oic acid from *Taxodium mucronatum*. *Phytochemistry*: Vol. 23: 1329-30.
- Robbers, J. E.; Speedie, M. K.; Tyler, V. E. 1996.** *Pharmacognosy and Pharmacobiotechnology*. Williams and Wilkins, USA: 108-120.
- Rodríguez, C. M. E.; Pérez, O. L.; Serrato, B. B. E.; Juárez, O. M. A. 2003.** Endothelium-dependent effects of the ethanolic extract of the mistletoe *Psittacanthus calyculatus* on the vasomotor responses of rat aortic rings. *Journal of Ethnopharmacology*: Vol. 86: 213-218.
- Sergienko, T. O.; Litvinenko, V. 1968.** Moldavoside a new flavonoid glycoside of *Dracocephalum moldavicum*. *Farmatsevtichnii Zhurnal (Kiev)*: Vol. 23: 75-78.
- Siciliano, T.; De Tommasi, N.; Morelli, I.; Braca, A. 2004.** Study of Flavonoids of *Sechium edule* (Jacq) Swartz (Cucurbitaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*: Vol. 52: 6510-6515.
- Taborska, E. y col. 1980.** Alkaloids of the Papaveraceae. LXXI. Alkaloids from *Bocconia frutescens* L. *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*: Vol. 45: 1301-4.
- Tomita, M.; Kozuka, M. 1967.** Alkaloids of magnoliaceous plants. XXXVIII. Alkaloids of *Magnolia grandiflora*. *Yakugaku Z*: Vol. 87: 1134-7.
- Torres, J. M. y col. 1999.** En: <http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/creditos.html>
- Torsell, K. B. G. 1997.** *Natural Product Chemistry A mechanistic, biosynthetic and ecological approach*. 2da Ed., Apotekarsocieteten, USA: 218-227, 292-300.
- Waizel, B. J. 2002.** Uso tradicional e investigación científica de *Talauma mexicana* (D.C.) Don., o flor del corazón. *Revista Mexicana de Cardiología*: Vol. 13: 31-38
- William, M. 2004.** En: <http://www.forestryimages.org/images/768x512/>

Wu, S. H.; Luo, X. D.; Ma, Y. B.; Hao, X. J.; Zhou, J.; Wu, D. G. **2001.** Two new germacranolides from *Magnolia grandiflora*. *Journal of Asian Natural Products*: Vol. 3: 95-102.

Yang, M.; Blunden. G.; Patel, A.; O'Neill, M.; Lewis, J. **1994.** Coumarins and sesquiterpene lactones from *Magnolia grandiflora* leaves. *Sch. Pharm. Biomed*: Vol. 60: 390.

Zhang, Y.; Tan, N.; Huang, H.; Jia, R.; Zeng, G.; Ji, C. **2005.** Three Bioactive Biflavones Isolated from *Taxodium mucronatum*. *Yunnan Zhiwu Yanjiu*: Vol. 27: 107-110.