

00361

5
20.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS MORFOLOGICO Y QUIMICO DE CUATRO ESPECIES
PERTENECIENTES A LA FAMILIA APOCYNACEAE DE LA FLORA
DEL ESTADO DE GUERRERO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
(BIOLOGIA)

P R E S E N T A
BIOL. SANDRA LUZ BARRIOS HERNANDEZ

MEXICO, D. F.

1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

R E S U M E N

Este trabajo se realizó con cuatro especies de la familia Apocynaceae de la flora de Guerrero y se conformó de una parte morfológica y una química. Producto de los trabajos que formaron parte del análisis morfológico, fueron las muestras de 6 estructuras vegetales para el análisis químico y los ejemplares de herbario que se recolectaron en las diferentes localidades visitadas, la determinación y la descripción correspondientes, los mapas de distribución para el estado de Guerrero y los registros de observaciones en campo, que incluyen la fenología, la distribución por rangos altitudinales y por tipos de vegetación así como la ubicación de tres nuevas localidades para las especies estudiadas. Como parte del análisis químico, se obtuvieron los perfiles cromatográficos de los extractos crudos y la composición en grupos de metabolitos secundarios para cada una de las seis estructuras de las cuatro especies ; además, se determinaron perfiles para alcaloides y para terpenos-esteroides y finalmete, se analizaron las semillas de las dos especies del género *Thevetia*.

I N D I C E	pág.
- RESUMEN	3
I. INTRODUCCION	8
II. OBJETIVOS	
1) General	11
2) específicos	11
III. ANTECEDENTES	
1) Origen y distribución	13
2) Historia de la sistemática de la familia	14
3) Descripción de los géneros <i>Rauvoifia</i> y <i>Thevetia</i>	18
4) Usos etnobotánicos	22
5) Estudios fitoquímicos	26
IV. MATERIAL Y METODOS	41
1) Diagramas metodológicos	
- diagrama del análisis morfológico	42
- diagrama del análisis fitoquímico	43
2) Análisis morfológico	
a- revisión de ejemplares de herbario	44
b- observación y colecta en campo	44
c- determinación del material colectado	44
d- elaboración de mapas de distribución en el estado de Guerrero.	45
3) Análisis químico	
a- obtención de los extractos	45
b- determinación de grupos de metabolitos secundarios	45

c- obtención de perfiles cromatográficos de los extractos hexánico y metanólico.	46
d- determinación de perfiles de alcaloides	46
e- determinación de perfiles de terpenos - esteroides	46
f- estudio de las semillas de <i>Thevetia ovata</i> y <i>Thevetia thevetioides</i>	47
- obtención y análisis de los aceites obtención del tevetosido	47
- obtención de digitoxigenina	48

V. RESULTADOS

1) Análisis morfológico	50
a- Descripción de las especies analizadas	
i) <i>Rauvolfia ligustrina</i>	51
ii) <i>Rauvolfia tetraphylla</i>	52
iii) <i>Thevetia ovata</i>	56
iv) <i>Thevetia thevetioides</i>	60
b. Distribución	
Cuadro 1. Especies por municipio	62
Cuadro 2. Especies por localidad	63
Cuadro 3. Distribución por localidad	64
Cuadro 4. Distribución por tipo de vegetación	64
Cuadro 5. Fenología	65
Mapa 1. Distribución en el estado de Guerrero para <i>R. ligustrina</i> y <i>R. tetraphylla</i>	66

Mapa 2. Distribución en el estado de
Guerrero para *T.ovata* y *T.tevetioides* 67

2) Análisis químico

Tabla 1. Rendimiento de los extractos hexánicos	69
Tabla 2. Rendimiento de los extractos metanólicos	69
Tabla 3. Determinación de grupos de metabolitos en extractos hexánicos	70
Tabla 4. Determinación de grupos de metabolitos en extractos metanólicos	71
Tabla 5. Rendimiento de los aceites de semilla de <i>Thevetia</i> .	72
Tabla 6. Rendimiento de la transesterificación de aceites.	72
Tabla 7. Composición en ácidos grasos de semillas de <i>Thevetia</i> .	73
Tabla 8. Rendimiento del tevetosido crudo obtenido por hidrólisis enzimática	73
Tabla 9. Rendimiento de la obtención de digitoxigenina	74
Figura 1. Perfiles de los extractos hexánicos y metanólicos	75
Figura 2. Perfiles determinados para alcaloides.	77

Figura 3. Perfiles determinados para terpenos - esteroides	83
Figura 4. Placa de la tevetina obtenida	85
Figura 5. Placa del monoglucósido obtenido	85

VI. DISCUSION

1. Análisis morfológico	86
2. Análisis químico.	91

VII. CONCLUSIONES 101

VIII. BIBLIOGRAFIA 104

I. INTRODUCCION

La cubierta vegetal que presenta el territorio mexicano, se caracteriza por la gran diversidad de biomas que la integran, estando representados practicamente todos los tipos de vegetación que se conocen (Rzedowsky,1978). Esta riqueza deriva - considerando igualmente la importancia de la variedad climática y la fisiografía tan características de la zona - de la confluencia de las dos regiones biogeográficas que se dan cita en el continente americano y que se traslapan en la región central del país: la región Neártica y la Neotropical; ambas conforman lo que algunos autores denominan "Zona de Transición Mexicana" (Halfter,1964).

Consecuentemente, México resulta muy interesante para el estudio florístico, pues cuenta con una vegetación de gran diversidad y abundancia, que es considerada "más vasta que la de la Unión Soviética y del mismo orden que las de los Estados Unidos y Canadá juntos", ya que tan sólo entre las plantas vasculares que habitan las tierras mexicanas, existen más de 20,000 especies (Rzedowsky,1978), incluyendo tanto elementos neárticos como neotropicales.

Enclavado en la Zona de Transición Mexicana, el estado de Guerrero cuenta con gran variedad florística que ha sido escasamente estudiada, pues no se ha elaborado ningún inventario representativo y se desconocen muchas de las especies de las

diferentes familias vegetales que en él coexisten. Entre ellas puede mencionarse las familias Euphorbiaceae, Annonaceae y Apocynaceae, cuyos géneros se encuentran bien representados por varias especies, contando con una distribución amplia, que en el caso de esta última familia, incluye tanto zonas costeras hasta los bosques mesófilos de montaña, como ejemplo, pueden mencionarse los siguientes géneros: *Plumeria*, *Rauwolfia*, *Vinca*, *Tabernaemontana*, *Stemmadenia*, y *Allamanda* (Diego, comunicación personal).

De manera general, la familia Apocynaceae es un grupo heterogéneo compuesto tanto de árboles como de arbustos y hierbas, incluyendo abundantes géneros (alrededor de 300), que individualmente se componen de pocas especies (aproximadamente 1,300 en total) (Rzedowsky, 1983). A la mayoría de ellas se les asignan muchos y muy variados usos en diferentes partes del mundo (Cronquist, 1981; Rzedowsky, 1983; Hegnauer, 1962; Kingsbury, 1965), que van desde ornato y construcción de viviendas rurales, hasta elaboración de medicamentos y brebajes entre diferentes grupos étnicos (Aguilar y Zolla, 1982).

Aunque es claro que muchas de las especies que conforman la familia son conocidas popularmente desde hace muchos años, la sistemática aún no se encuentra establecida claramente, existiendo gran controversia en torno a su arreglo taxonómico, que deriva de su inclusión - en la época de Dioscórides (siglo I

d C.)- en una sola familia junto con Asclepiadaceae y Euphorbiaceae (Woodson, 1930), debido a que las tres presentan látex blanco y a otras similitudes morfológicas que guarda con Asclepiadaceae. También se les ha relacionado con Saxifragaceae, por el gineceo bicarpelar y semi-inferior y los brotes florales polipétalos (Woodson, 1930). Esta problemática subsiste en la actualidad, llegando hasta nivel genérico inclusive y en consecuencia, no existe un concenso sobre cual de todos los arreglos taxonómicos que han sido propuestos por diferentes autores, es el correcto (Castillo, 1984).

Desde el punto de vista fitoquímico, las apocináceas resultan un interesante material de trabajo; se ha logrado establecer que el grupo de los alcaloides es el mejor representado y el que podría servir como marcador taxonómico (Hegnauer, 1962), que dado el caso, ofrecería un excelente aporte para el esclarecimiento de la sistemática de la familia. Igualmente, se conoce que algunos de los géneros se caracterizan por contener glucósidos cardíacos, sustancias reconocidas por su toxicidad y sus propiedades cardiotónicas.

Aun cuando se han realizado gran variedad de investigaciones fitoquímicas y morfológicas o florísticas de diferentes especies de esta familia, no se conocen estudios que se avoquen a analizar las especies que se desarrollan en una región determinada del territorio mexicano, tomando en cuenta su morfología y su constitución fitoquímica. Por esto mismo, es que se plantea el desarrollo de este "Análisis morfológico y químico de cuatro

especies pertenecientes a la familia Apocynaceae de la Flora del estado de Guerrero", con el que se pretende brindar apoyo fitoquímico al estudio morfológico de la familia.

II. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Realizar una análisis morfológico y químico comparativo, de cuatro especies pertenecientes a dos géneros de la familia Apocynaceae, provenientes del estado de Guerrero.

2. Objetivos específicos.

Describir la fenología y biología generales de las especies de interés.

Elaborar un mapa de distribución de las especies estudiadas para el estado de Guerrero.

Determinar los grupos de metabolitos secundarios presentes en los diferentes órganos de las especies estudiadas y analizar su distribución en las estructuras de las especies.

Determinar perfiles de alcaloides y terpenos-esteroides para todas las estructuras analizadas.

Determinar la composición en ácidos grasos de los aceites de las dos especies trabajadas del género *Thevetia*.

Obtener digitoxigenina a partir de las semillas de las especies de *Thevetia* que se analizan para determinar su rendimiento.

1. Origen y distribución.

La familia Apocynaceae se originó en el Cretácico, en la región central del Amazonas, cuando dicha porción de Sudamérica formaba parte de Gondwana. Por lo tanto, su centro de origen es la región Neotropical, desde donde se dispersó hacia el norte del continente a través del puente centroamericano, cuyas condiciones insulares favorecieron su migración (Gentry, 1981; en Castillo, 1984).

Actualmente, su distribución es pantropical, ya que el grupo se encuentra mejor representado en las regiones tropicales y subtropicales del continente americano, del euroasiático-africano y del australiano, contando mundialmente con más de 200 géneros y alrededor de 2,000 especies (Willis, 1973; Cronquist, 1981); en tanto que pocos son los géneros que se presentan en las regiones templadas (Castillo, 1984).

En el continente americano, se considera que cerca de 50 géneros y 300 especies se localizan en Norteamérica, y unos 64 géneros con 687 especies se distribuyen en América del sur; en suma, un total de 987 especies repartidas en 104 géneros para toda América (Woodson, 1936). En cuanto a México, se registran 35 géneros (70% del total para América del Norte) con 105 especies aproximadamente (Castillo, 1984).

Para el estado de Guerrero, el proyecto "Flora de Guerrero", del Laboratorio de Plantas Vasculares de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M., tiene colectadas y determinadas aproximadamente 20 especies, pero se conoce de la existencia de muchas otras que han sido observadas en dicha zona, que no han sido determinadas e incluso no se han colectado (Diego, en prensa). Como ya se mencionó, los elementos de la familia que se desarrollan en el área de estudio, presentan amplia distribución y están bien representados en la mayoría de los ambientes que se dan cita en el estado.

2. Historia sistemática.

De acuerdo con Woodson (1930)*, Dioscórides agrupó a todas las plantas con látex blanco, incluyendo a los integrantes de la familia Apocynaceae, en un gran conjunto que posteriormente fue denominado Apocynum y que en 1700 fue retomado por Tournefort, quien fue el primero en intentar una división natural, subdividiendo a Apocynum en dos géneros: *Pleiocarpa* y *Asclepias*.

Pasaron más de 50 años antes de que Linneo (1754), clasificara los géneros de Apocynaceae y Asclepiadaceae, colocando a *Rauvolfia*, *Cerbera*, *Vinca*, *Nerium*, *Plumeria*, *Cameraria* y *Tabernaemontana* en "Pentandria monoginia", y a *Cynanchum*, *Pleiocarpa*, *Stapelia* y *Asclepias* en "Pentandria diginia". No obstante, esta clasificación resultó artificial, pues se colocaron géneros de ambas familias en un mismo grupo.

* todo este apartado está referido a la obra citada.

La organización de Apocynaceae y Asclepiadaceae en la clase Apocineae, se debe a Jussieu (1789) quien la subdividió en tres grupos: 1) folículos separados en la maduración, con semillas desnudas, 2) folículos diferentes, con semillas comosas, y 3) folículos unidos en la maduración, formando una baya o drupa. Sin embargo, el primero en reconocer dos grupos naturales de ambas familias fue Brown, colocando los géneros conocidos actualmente de Asclepiadaceae en un grupo llamado "Asclepiadeae" y los de Apocynaceae en "Apocyneae". Este último grupo fué retomado por Lindley (1836), quien le denominó Apocynaceae, siendo el primero en acuñar este término.

Como se observa, aún cuando se ha logrado consolidar la familia, la problemática taxonómica subsiste al interior de la misma, existiendo varios arreglos propuestos por diferentes autores, como el de Lindley (1836), quien propuso tres divisiones: Echiteae, Carisseae y Rauvolfaceae, basándose en la morfología del fruto y en el contenido de albumen de la semilla. Otra propuesta, es la de De Candolle (1844), quien reconoció siete tribus, tomando en cuenta la morfología del óvulo, del ovario y de la semilla, así como la presencia o ausencia de glándulas en el cáliz. Las tribus fueron denominadas: Willughbeae, Carisseae, Plumerieae, Parsonsieae, Wrighteae, Alstonieae y Echiteae.

Mueller y Argent (1860), reorganizaron la familia en siete tribus, contemplando la fertilidad de las anteras, la morfología de la semilla, del ovario y del fruto. Esta clasificación mantiene tres de las tribus propuestas por De Candolle (1844), eliminando

una y modificando las otras tres, a las que denominó Allamandaeae, Ophioxyleae y Melovetieae. Estas denominaciones, se redujeron a tres con la propuesta de Bentham (1876), que basándose en la clasificación de De Candolle, incluyó las dos primeras en una sola tribu que denominó Carisseae, en tanto que la cuarta, quinta y séptima de las tribus fueron incluidas en una sola llamada Plumerieae y las dos restantes conformaron la tribu Echitideae.

Endlicher (1941) propuso una nueva división en tres tribus, con base en la morfología del ovario y del fruto: Carisseae, Ophioxyleae y Euapocyneae, la tercera de las cuales fue subdividida en cuatro subtribus a partir de las características de la semilla, llamadas Plumerieae, Alstonieae, Echiteae y Wrighteae.

Existen otras dos clasificaciones surgidas hacia 1878, la de Miers, que divide a la familia en tres clases (Haplanthereae, Symphiayanteae y Echiteae), y la de Asa Gray, que reorganiza la familia en dos tribus (Plumerieae y Echitideae). La primera se basa principalmente en la morfología de las anteras, la segunda considera además otros caracteres morfológicos.

La clasificación más actual, es la de Cronquist (1981), quien las incluye en el orden Gentiales junto con Asclepiadaceae, Gentianaceae y Loganiaceae. Se basa en el androceo libre del estigma, el polen granular, la unión de algunos o todos los carpelos al estigma y una corona pobremente desarrollada. Sin embargo, no existe consenso en torno a esta clasificación.

Finalmente, la clasificación más aceptada hoy en día es la desarrollada por Schuman (1891; en Willis, 1973), quien formó dos subfamilias, basándose en la unión de los estambres al estilo y en la morfología de polen y semilla:

I. PLUMEROIDEAE

1. Arduineae: *Arduina*, *Allamanda*, *Landolpha*, *Carpodinus*,
Hancornia.
2. Pleiocarpae: *Pleiocarpa*
3. Plumeriaceae: *Plumeria*, *Alstonia*, *Aspidosperma*, *Amsonia*,
Lonchnera, *Vinca*, *Ochrosia*, *Cerbera*,
Rauvolfia y *Tabernaemontana*.

II. APOCYNOIDAE (ECHITOIDEAE).

1. Apocyneae (Echitidae): *Echites*, *Dipladenia*, *Odontadenia*,
Mandevilla, *Apocynum*, *Nerium*, *Strophantus*
2. Parsonsieae: *Wrightia*, *Parsonia*, *Malouetia*, *Forsteronia*,
y *Prestonia*

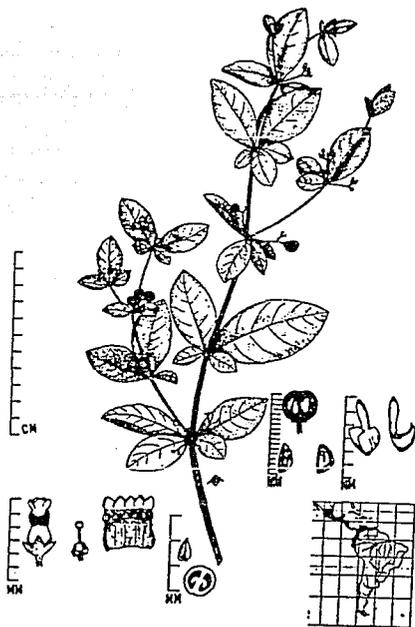
3. Descripción de los géneros de interés.

a) *Rauvolfia* L., Sp. Pl. 208. 1753.

Arbustos o arbolitos; látex blanco. Hojas verticiladas en número de tres a cuatro, en cada nudo, de diferentes tamaños, generalmente dos más pequeñas; estípulas lineares, interpeciolares, deciduas, glándulas persistentes confinadas en las axilas foliares o ascendiendo al peciolo. Inflorescencia terminal o axilar, cimas dicotómicas. Flores pequeñas, no vistosas; cáliz 5-lobulado, lóbulos iguales, imbricados, sin apéndices glandulares; corola urceolada o tubular-hipocrateriforme 5-lobulada; lóbulos lexocontortos, sin apéndices en el interior del tubo; estambres sésiles en el interior del tubo, insertos cerca de la garganta; anteras no conniventes, el conectivo no alargado; ovario bicarpelar, cada carpelo con uno o dos óvulos, rodeado por un anillo nectarífero. Fruto con una drupa de una o dos semillas.

Género representado con 100 especies (Willis, 1973). En América se citan 34 especies (Castillo, 1984), con sólo dos representantes para Guerrero: *R. ligustrina* y *R. tetraphylla*

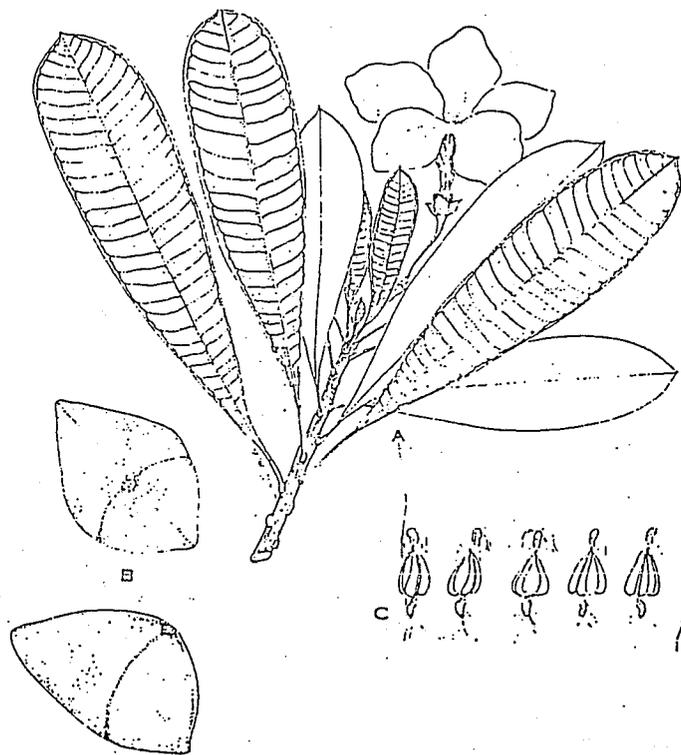
ESQUEMA 1 *Rauvolfia tetraphylla* (Rao, 1956).



b) *Thevetia* Adanson, Fam. 2: 171. 1763.

Arbustos o arbolitos; látex blanco. Hojas alternas, sin estípulas glandulares. Inflorescencia cimosa, axilares o terminales, con pocas flores. Flores vistosas; cáliz 5-lobulado, lóbulos iguales, algunas veces foliáceos, con apéndices en el interior, alternos a los lóbulos; corola hipocrateriforme, tubo mucho más corto que los lóbulos (tubo con cinco apéndices plumosos epistaminados en la boca); lóbulos dextrocontortos, patentes; anteras no conniventes con el estigma, el conectivo no alargado; ovario bicarpelar, los carpelos separados, cada carpelo con dos o cuatro óvulos, rodeado de un nectario anular carnoso. Fruto una drupa o nuez. Semillas dos o cuatro, desnudas.

Según Willis (1973), es un género con nueve especies citadas en el trópico americano, desde Florida hasta Centroamérica y las Antillas. En México existen 6 o 7 especies ((Castillo, 1984). Se refieren para el estado de Guerrero cinco especies y una variedad.



5. Usos etnobotánicos.

El conocimiento y aprovechamiento de las plantas de la familia Apocynaceae, datan desde el siglo XIX (Kingsbury, 1965), y son muy variados, tanto para Africa como para Asia y América, cuyas versátiles aplicaciones van desde plantas y arbustos de ornato (Castillo, 1984), hasta el empleo en la medicina tradicional de abundante número de especies (Aguilar y Zolla, 1982), pasando por una gran diversidad de aprovechamientos locales, tales como en México, donde se usan los troncos de especies de *Aspidosperma* y *Stemmadenia* para la construcción de viviendas rurales (Castillo, 1984), y elaboración colorantes a partir de algunas especies de *Rauvolfia* (Aguilar y Zolla, 1982). Asimismo, se usaban en la fabricación de venenos para flechas entre las tribus africanas en el siglo pasado (Hegnauer, 1962), la elaboración de sueros antiviperinos por diferentes grupos étnicos indúes (Aguilar y Zolla, 1982) y el empleo de infusiones y otros medicamentos en la herbolaria de varios países (Aguilar y Zolla, 1982; Kingsbury, 1965).

Por lo que a la medicina tradicional se refiere, si bien las propiedades de varias especies son conocidas en varios países desde hace aproximadamente 400 años, los estudios sistemáticos sobre el tema son mucho más recientes. Se sabe del empleo en la India, de *Rauvolfia serpentina*, a partir de la cual se elaboraban sueros antiviperinos en el siglo XIX (Aguilar y Zolla, 1982), al igual que los registros que se tienen en México de la preparación de infusiones por sanar heridas leves a

partir de las hojas y raíz de *R.tetraphylla* (Aguilar y Zolla,1982) y el empleo de látex de algunas especies del género *Thevetia* para sanar fracturas óseas (Martínez,1969).

Se sabe igualmente, que varias especies de la familia son altamente tóxicas, como por ejemplo *Nerium oleander*, *N.indicum*, *Apocynum cannabinum* y *Ervatamina coronaria* (Castillo,1984).

En cuanto a sus usos en la República Mexicana, se conocen basicamente tres tipos: ornamental, construcción de viviendas y en la medicina tradicional. Entre las especies ornamentales se refieren: *Nerium oleander*, *Stemmadenia galeottiana*, *Tabernaemontana divaricata* y *Catharantus roseus*, entre otras (Castillo,1984).

Existen muchas especies cuyas propiedades medicinales son popularmente conocidas y se emplean en varios estados de la República (Aguilar y Zolla,1982). A continuación, se hace una relación de las especies y su aplicación en la medicina tradicional mexicana, anotando también algunos datos clínicos y farmacológicos con los que se cuenta, tomados en su mayoría de la obra de Diaz (1976). Se registran así mismo datos provenientes de otras fuentes, en cuyo caso se anota la referencia correspondiente.

Apocynum cannabinum: se emplea como digitalítico. Su aplicación clínica se evalúa entre el 20% y el 50% de efectividad. El órgano empleado es la raíz.

Aspidosperma sp : se emplea como antidisreico. Su actividad es

positiva en menos del 20% de los casos tratados. El órgano empleado es el tallo.

Echites tubiflora: se emplea la raíz contra la gastralgia, resultando positivo el tratamiento en menos del 20% de los casos clínicos.

E.yucatanensis: Castillo (1984), reporta el empleo de la raíz como antigonorreico.

Haplophyton camicidum: la raíz se emplea como insecticida, acaricida, antiescabático y como analgésico. Se usa en varias regiones del país con éxito en menos del 20%.

Macrosiphonia hyleuca: se reporta el uso de la planta entera como antidolmético e insecticida, con éxito clínico entre el 20 y 50%.

Plumeria acutifolia, *P. alba*, *P.megaphylla*, *P. tricolor* y *P.xanthostoma*: se emplea el jugo de estas especies como antiescabático y antiblenorreico, con éxito menor al 50 % de los tratamientos.

P. rubra: se emplea como antiescabático, con aplicación clínica de resultados positivos en porcentaje menor al 50%.

Rauvolfia hirsuta: se emplea el tallo como antiparasítico, con resultados positivos en porcentaje menor al 50%.

R. indecora: el uso de la planta entera como antirrábico. Los resultados positivos son menores al 20%.

R. tetraphylla: Castillo (1984), registra el uso medicinal contra infecciones, como purgante, a través de un cocimiento de la raíz.

Strophantus hispidus: se emplea la semilla contra parásitos. Su uso clínico es exitoso entre el 20 y el 50% de los tratamientos.

Tabernaemontana amygdalifolia: se emplean extractos de la planta, particularmente de la semilla, contra la blefaritis granulosa, con éxito menor al 50%. Castillo (1984), reporta su empleo para lavar heridas.

Thevetia gaumeri: Castillo (1984), menciona la aplicación de la resina para tapar muelas.

T. ovata: se refiere efectiva como antiinflamatorio entre el 20 y 50% de los casos.

T. peruviana: Aguilar y Zolla (1982), mencionan propiedades cardiotónicas y emetocatórticas, mencionando que la semilla es la que contiene mayor cantidad de principios activos.

T. achilospermum stans: su uso como insecticida resulta positivo en el 50% de los casos.

Urechites andrieuxii: Castillo (1984), menciona el uso de esta especie como antiviperino contra mordedura de Nauyaca, en el estado de Tabasco.

Vallesia glabra: usada clinicamenté para enfermedades de los ojos, con resultados positivos en porcentaje menor al 50%. Castillo (1984), refiere el empleo del látex contra inflamaciones de ojos.

En otro renglón, es importante mencionar que existen en México muchas especies altamente tóxicas, de las cuales algunas son cultivadas como plantas de ornato, por ejemplo *Nerium oleander*, cuya ingestión puede causar la muerte (Aguilar y Zolla, 1982), por la amplia distribución de glicósidos cardiotónicos en toda la planta. Igualmente, se registra que las hojas y la corteza de *Rauvolfia tetraphylla* son muy tóxicas, lo mismo que las semillas de *Thevetia peruviana* (Kingsbury, 1965).

6. Estudios fitoquímicos.

Entre las primeras investigaciones que se conocen para la familia Apocynaceae, se encuentran las referentes a los cardenólidos de los géneros *Strophantus* y *Aspidosperma*, estrofantidina y wabaina (Hegnauer, 1962), pero el interés por el grupo comienza en 1945, con el hallazgo de la reserpina, alcaloide indólico aislado de la raíz de *Rauvolfia serpentina*. La importancia económica y medicinal de este alcaloide, radica en sus propiedades emetocatórticas (Hegnauer, 1962; Raffauf, 1960).

La presencia de alcaloides indólicos ampliamente distribuidos en las diferentes especies, ha sido desde entonces motivo de interesantes trabajos, pues además de su importancia económica, tienen aplicación desde el punto de vista quimiotaxonómico (Raffauf, 1960).

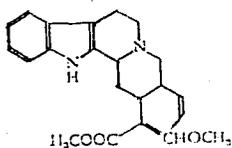
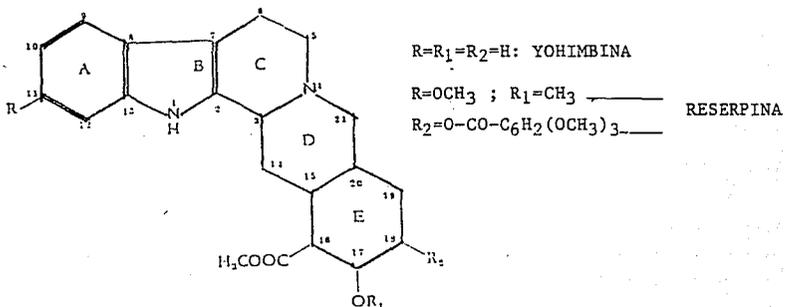
Según Raffauf y Flagler (en Hegnauer, 1962), se reconocen tres grupos de alcaloides indólicos: a) con base carbolínica, b) con base isoquinindólica, y c) con diversas bases. En el primer grupo, se encuentran los alcaloides del tipo de la reserpina, como la yoimbina, ajmalicina y alstonina (figura 1), que se presentan en especies de *Alstonia* y *Stemmadenia*, entre otros. En el segundo grupo, están los alcaloides del tipo de la olivacina y la elipticina (figura 2), presentes en especies de *Tabernaemontana*, *Aspidosperma* y *Ochrosia*, por ejemplo. Finalmente, en el tercer grupo, se encuentran alcaloides con bases indólicas diferentes a las anteriores, como los del tipo de la

aspidospermina , por ejemplo la valesina, palosina y quebrachamina (figura 3); los del tipo de la vincamina (figura 4), presentes en los géneros *Pleiocarpa* y *Rhazia*; los del tipo de la estricnina (figura 5), que se refieren para *Vinca* y *Geissospermum*, y los que incluyen la ibogaina y sus derivados, como ibogamina, coronaridina y voacangina (figura 6), que se reportan aislados de varios géneros, entre ellos *Stemmadenia*, *Tabernaemontana*, *Tabernanthe*, *Voacanga* y *Catharantus*.

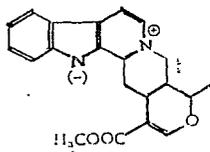
El interés fitoquímico sobre el grupo, se afirma al establecerse las estructuras de los alcaloides de *Holarrhena* - conesina y sus derivados- que generaron intensas investigaciones desde 1950, por parte de los laboratorios especializados, por su aplicación en la medicina occidental. Dichos compuestos se muestran como materia prima para la serie de la 18-hidroxi-progesterona (figura 7) y la androsterona (Goutarel,1960); además de que se descubrieron numerosas apocináceas con bases esteroidales simples, a partir de las cuales se logró establecer toda una relación biogenética desde la molécula del pregnano hasta la estructura más compleja de los derivados de la conamina que, según Goutarel (1961), pueden clasificarse en los siguientes tres grupos:

- a) derivados del (5 α)-pregnano (alcaloides de *Funtinia* y *Malouetia*) (figura 8a)
- b) derivados del 5 y 8 - pregneno (alcaloides de *Holarrhena*) (figura 8b)
- c) derivados de la conamina (alcaloides de *Holarrhena* y *Paravallaris*) (figura 8c).

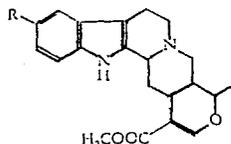
FIGURA 1. ALCALOIDES CON BASE CARBOLINICA (HEGNAUER, 1962).



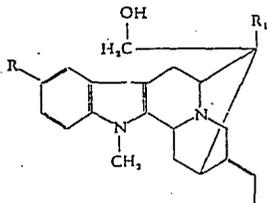
CORINANTEINA



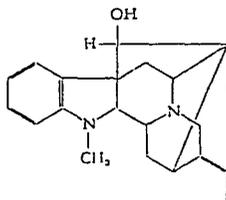
ALSTONINA



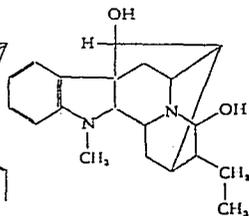
$R=H$: AJMALICINA
 $R=OCH_3$: ARICINA



$R=OH; R_1=H$: SARPAGINA
 $R=OCH_3; R_1=H$: LONCHNERINA



TETRAFILINA



AJMALINA

FIGURA 2. ALCALOIDES CON BASE ISOQUININDOLICA (HEGNAUER, 1962).

R= CH₃ ; R₁= H : ELIPTICINA

R= H ; R₁= CH₃ : OLIVACINA

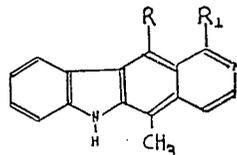
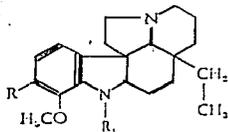
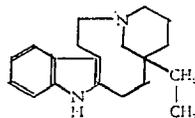


FIGURA 3. ALCALOIDES TIPO ASPIDOSPERMINA (HEGNAUER, 1962).



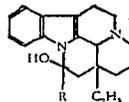
R=H; R₁=CO-H : VALESINA

R=H; R₁=CO-CH₃ : ASPIDOSPERMINA



QUEBRACHAMINA

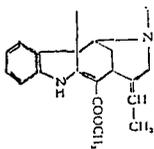
FIGURA 4. ALCALOIDES TIPO VINCAMINA (HEGNAUER, 1962).



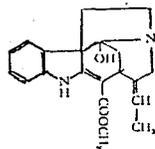
R=H : EBURNAMINA

R=COOCH₃ : VINCAMINA

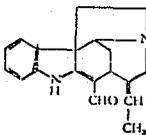
FIGURA 5. ALCALOIDES TIPO ESTRICNINA (HEGNAUER, 1962).



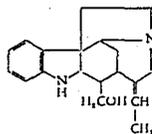
ACUAMICINA



EQUITSMICINA

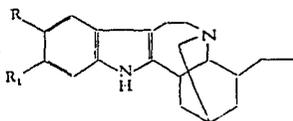


NORFLUOROCURARINA

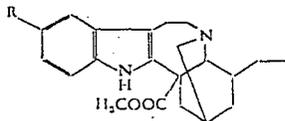


GEISSOSQUIZOLINA

FIGURA 6. IBOGAINA Y SUS DERIVADOS (HEGNAUER, 1962).

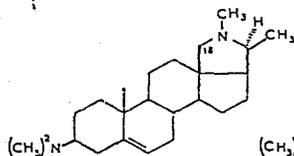


R=OCH₃; R₁=H: IBOGAINA
R=R₁=H: IBOGAMINA

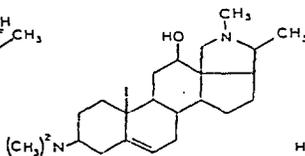


R=H: CORONARIDINA
R=OCH₃: VOACANGINA

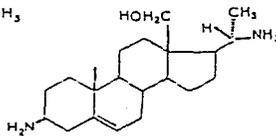
FIGURA 7. CONESINA Y SUS DERIVADOS (GOUTAREL, 1961).



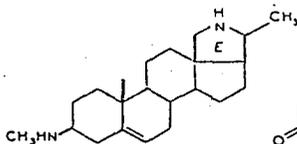
CONESINA



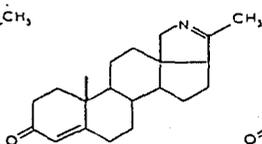
HOLARRHENINA



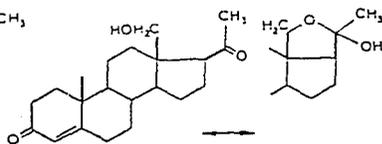
HOLARRHIMINA



CONIMINA



V

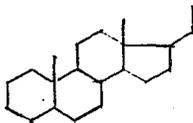


VIa 18-HIDROXIPROGESTERONA VIb

FIGURA 8

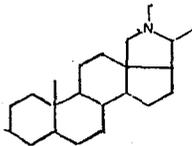
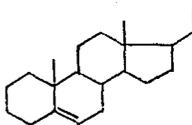
CLASIFICACION DE LOS ALCALOIDES CON BASES ESTEROIDALES SIMPLES.

(según Goutarel, 1961).



a) DERIVADOS DEL (5 α)-PREGNANO

b) DERIVADOS DE 5 Y 8 PREGNENO



c) DERIVADOS DE LA CONANINA.

El conocimiento de las relaciones biogenéticas que guardan entre sí muchos de estos compuestos , ha hecho evidente una relación entre sus estructuras y la taxonomía de las plantas que los poseen. Para los botánicos, estas relaciones pueden sugerir cambios en la clasificación, sobre todo cuando la información morfológica no permite una ubicación clara. No obstante, el análisis quimiotaxonómico debe tomarse con reservas en tanto la dualidad estructura-taxonomía no se encuentre perfectamente bien esclarecida. Entre tanto, se sabe que un tercio de los géneros de la tribu Tabernaemontaneae contienen alcaloides del mismo tipo (Raffauf, 1960), y se han encontrado otras relaciones igualmente interesantes, como la presentada en 1959 por Renner y otros (en Raffauf, 1960), que reporta el hallazgo de los alcaloides en *Cronopharyngia durissima*, que están fuertemente relacionados con la serie de alcaloides derivados de la conesina en especies de *Holarrhena*, género que en una clasificación taxonómica, podría aparecer más cercano a *Funtumia*, que actualmente pertenece a la tribu Alstonieae, en la que predominan alcaloides del tipo de la carbonila (Raffauf, 1960).

Se conoce también que *Bleckeria* se encuentra más cercanamente relacionada a *Rauvolfia*, por el aislamiento de reserpina a partir de ejemplares del primer género; en tanto que *Catharantus* y *Vinca* también se encuentran muy cercanos (Raffauf, 1960), porque ambos presentan alcaloides con la estructura que se muestra en la figura 9.

Existen incluso series completas de alcaloides perfectamente caracterizados, que se relacionan con las especies de un género determinado; por ejemplo la ya mencionada conesina y sus derivados, que han sido aislados de diferentes especies del género *Holarrhena*: de la corteza de *H.mitis* se aislaron conesina, isoconesina, holafebrina y holarrhimina, en tanto que de su semilla se obtuvo conamina solamente (Khuong-Huu y Goutarel,1975). Las hojas de *H.antidisenterica* (el kurchi indio), presentan holadisina F, holadisimina F (Goutarel,1960), holarosinia B y holantosinas E y F (Khuong-Huu y Goutarel,1974), mientras que las hojas de *H.floribunda* contienen holafilina, holafilamina, holamina (Goutarel,1960), holarrhimina (Goutarel,1961) y togolamina (Janot et al,1959).

Otros géneros presentan alcaloides que resultan igualmente interesantes, como son la funtufilamina B, malouetina, funtumarina C, maloufilamina y maloufilina, obtenidos de *Malouetia bequartiana* (Janot y Goutarel, 1962) y la guamacha, obtenida de *M.schomburgkii* (Goutarel,1961). Derivados también de la funtumina, en especies del género *Funtumia* se han encontrado funtuminas B y C, funtumidina y las funtufilaminas A, B y C, en hojas de *F.latifolia* (Goutarel,1960), en tanto que de *F.africana* se obtuvieron funtumina, futumidina y funtumafrina (Goutarel,1961).

Asimismo, el alcaloide típico de las especies de *Skytanthus* se ha denominado esquitantina (Djerassi et al, 1961), separado de hojas de *S.acutus*. La aspidospermina se ha aislado de varias

especies de *Aspidosperma* (Orfeo et al, 1956), en tanto que para las especies de *Tabernante* también se conoce un alcaloide típico para el género, la tabernantina (Taylor,1957), además de la voacangina, que es frecuentemente registrada para las especies de este género, pero que es típico de *Voacanga* y por lo mismo podrían estar muy relacionados ambos grupos (Janont y Goutarel; en Walls et al,1958). Para el caso del género *Geissospermun*, se conoce el aislamiento de geisospermina (Janot, 1961); la paravalarina se ha aislado de *Paravillaris* (Le Men,1960) y también de *Kibatalia* (Kuong-Huu y Goutarel, 1973).

Muy abundantes son los estudios que se han realizado con especies de *Apocynum*, reportándose el aislamiento de apocinina para *A.venetum*, *A.lanciolum* y *A.pictum* (Muzgaliev et al, 1973), como el alcaloide mejor representado para el género.

En cuanto a otros metabolitos secundarios, Hegnauer (1962), menciona 5 grupos que siguen en importancia a los alcaloides - que ocupan el primer lugar por su abundancia y amplia distribución - y que en conjunto, son los metabolitos mejor representados para la familia: glicósidos cardiacos, terpenos, pseudoindicanos, isoprenoides y flavonoides.

Respecto a los glicósidos cardiacos, se sabe que el género *Strophantus* es uno de los que presenta mayor número de glicósidos, como estrobosido, divaricosido y estrofantidina K (Muzgaliev et al,1973) y la sarmentogenina y sus derivados (Hegnauer,1962). La

cimarina y la k- estrofantidina , han sido aisladas de especies diferentes de *Apocynum* (Borikhina,1972); de especies de *Adenium* ha sido aislado honghelosido (Paris; en Swain,1963);para las especies de *Nerium*, se reporta el aislamiento de oleandrina y de escopoletina (Paris, en Swain,1963).

En el caso de los terpenos, el látex de varias apocináceas es rico en triterpenos, por ejemplo ésteres de lupeol, β -amirina α -amirina, que se han aislado de hojas, corteza y látex de especies de *Alamanda*, *Alstonia* y de corteza de *Ervatamia* (Hegnauer,1962). El lupeol, se ha aislado libre de látex de *Funtumia* y de corteza de *Holarrhena*, en tanto que β -amirina se ha aislado de corteza de *Kopsia* (Crow et al,1955; en Hegnauer,1962).

Los tabernantoles A y B, han sido obtenidos de frutos de *Tabernaemontana*, de cuyo látex también se ha separado lupeol, lupeolacetato y β -amirina (Hegnauer,1962). Las hojas de *Thevetia* y el látex coagulado contienen β -amirinacetato (Hegnauer,1962).

El aislamiento de urnol, se reporta para hojas de *Vinca* (Le Men,1956; en Hegnauer, 1962), en tanto que a partir de corteza de *Wrightia*, ha sido obtenido β -amirinacetato (Hegnauer, 1962).

También se reporta la presencia de monoterpenos como geraniol, cotronelol, linalol, farnesol y fenilantilalcohol, en especies de *Catharantus* y *Plumeria* (Menon y Menon,1957, en Hegnauer,1962).

De los sesquiterpenos, se conoce la carisona, aislada por Barton y Tarton en 1954 (Hegnauer, 1962), de especies de *Carissa*.

Los flavonoides registrados para la familia son pocos, se conoce la presencia de quercetina e isoquercetina en especies de *Apocynum* (Hu et al, 1988). Hegnauer (1962) cita el aislamiento de kaempferol-3-rhamnogalactosido-7-ramonosido, a partir de *Vinca major* y de robinina a partir de *V. minor*, en tanto que para *Catharanthus roseus*, registra petunidina, malvidina, kaempferol y quercetina. Para *Nerium oleander*, refiere el aislamiento de rutina y kaempferol a partir de sus hojas. El quercetin-3-mono-glucósido (isoquercitrina) se refiere para las hojas de *Holarrhena floribunda* y el kaempferol y quercetin glicósido para *Plumeria rubra* y *Plumeria acutifolia*.

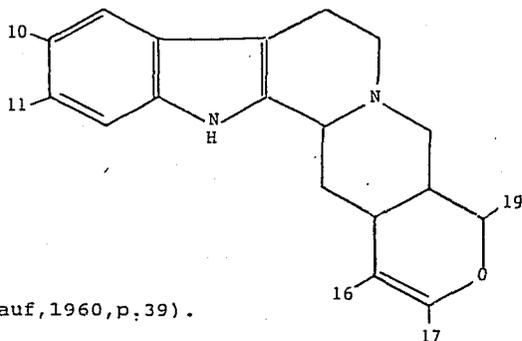
Para fundamentar la metodología seguida en este trabajo, a continuación se mencionan por género, los estudios fitoquímicos de los que se tiene conocimiento, ubicándolos según al grupo de metabolitos secundarios al que se refieran.

Rauvolfia.

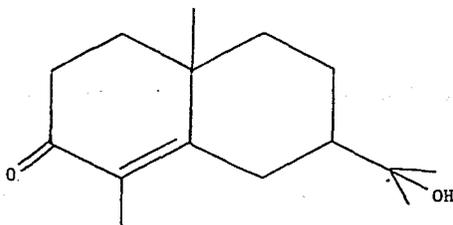
a) Alcaloides.

La serie de alcaloides de la reserpina podrían considerarse como los más importantes, ya que muchas de las especies lo contienen. Originalmente, la reserpina fué aislada de *R. serpentina* (Poisson et al, 1958), pero se le ha encontrado también en *R. tetraphylla* (Djerassi et al, 1957), *R. canescens* (Klohs et al, 1956) y *R. heterophylla* (Djerassi and Fishman, 1955).

ESTRUCTURA BASICA DE LOS ALCALOIDES PRESENTES EN
 LOS GENEROS Rauvolfia, Catharanthus y Vinca



(tomado de Raffauf, 1960, p.39).



C A R I S O N A

(tomado de Hegnauer, 1962)

Otro alcaloide importante en el género es la tetrafilina; se ha encontrado en *R.tetraphylla* (Djerassi et al, 1957), *R.heterophylla* (Djerassi and Fishman,1955), *R.dejeneri*, *R.mauensis* y *R.sandwicensis* (Gorman et al, 1957).

La serpentina y algunos de sus derivados como la tetrahidroserpentina, se han aislado de *R.tetraphylla* (Ishidate,1955; en Arthur,1956), *R.heterophylla* (Djerassi and Fishman,1955), *R.dejeneri*, *R.sandwicensis* (Gorman et al,1957), *R.verticilata* y *R.serpentina* (Weisenborn et al,1954).

La ajmalicina se reporta para *R.verticilata* (Arthur,1956), *R.sellowii* (Djerassi et al, 1956), *R.degeneri*, *R.mauensis* (Gorman et al 1957), y *R.tetraphylla* (Djerassi et al, 1957). Algunas otras especies como *R.vomitoria*, presentan seredina (Poisson et al, 1958); *R.obscura* presenta alstonina (Arthur,1956); *R.canescens*, recanesina (Neys et al,1955) y *R.caffra* contiene rauwolfina (Arthur,1956).

En cuanto a otros grupos de metabolitos secundarios, como terpenos, glicósidos y flavonoides, no se encontraron estudios al respecto.

Thevetia.

a) Terpenos.

El β -amirinacetato, se aisló de látex de *T.peruviana* (van Die,1955; en Hegnauer,1962,p.147).

b) Glicósidos cardiacos.

De las especies que incluye este género, las que se han

estudiado registran la presencia de glicósidos cardiacos del tipo de los cardenólidos como principal metabolito secundario; aunque se conocen algunos terpenos como ya se mencionó en el inciso anterior.

Se ha aislado tevetina a partir de *T.ahouri* (Beauregard et al,1986) y se registra también para *T.peruviana* (Kingsbury,1965). De la primera se han aislado igualmente la nerifolina y la digitoxigenina (Beuregard et al,1986).

No se tienen referencias de investigaciones sobre flavonoides ni de alcaloides.

Como puede observarse, existen estudios sobre los abundantes géneros de la familia Apocynaceae; sin embargo, no se tiene conocimiento, a nivel nacional, de algún trabajo que realice un análisis fitoquímico para la familia en el que se haga un sondeo de los grupos de metabolitos secundarios presentes en las diferentes estructuras vegetales de las especies que de esta familia se presentan en el territorio nacional, que genere información preliminar sobre la composición química de algunas de las especies, colaborando a enriquecer el conocimiento sobre la biología general de la familia, que en un futuro podría ayudar a esclarecer la problemática taxonómica.

IV. MATERIAL Y METODO.

El análisis incluyó cuatro especies de dos géneros de la familia Apocynaceae, provenientes del estado de Guerrero. Los nombres científicos se enlistan a continuación:

1. *Rauvolfia ligustrina* R & S
2. *Rauvolfia tetraphylla* L.
3. *Thevetia ovata* (Cac.) A.
4. *Thevetia thevetioides*.

El material se recolectado en el estado de Guerrero, tanto en la zona costera como en la cuenca del río Balsas. Se recogieron muestras de las siguientes estructuras vegetales para cada especie: hoja, tallo, corteza, raíz, semilla y fruto. Se recolectaron asimismo ejemplares de herbario, que fueron depositados en el herbario de la Facultad de Ciencias (FCME).

Las recolectas se realizaron de enero a noviembre de 1991, con lo que se tiene representado todo el ciclo anual de desarrollo.

DIAGRAMA DEL ANALISIS MORFOLOGICO

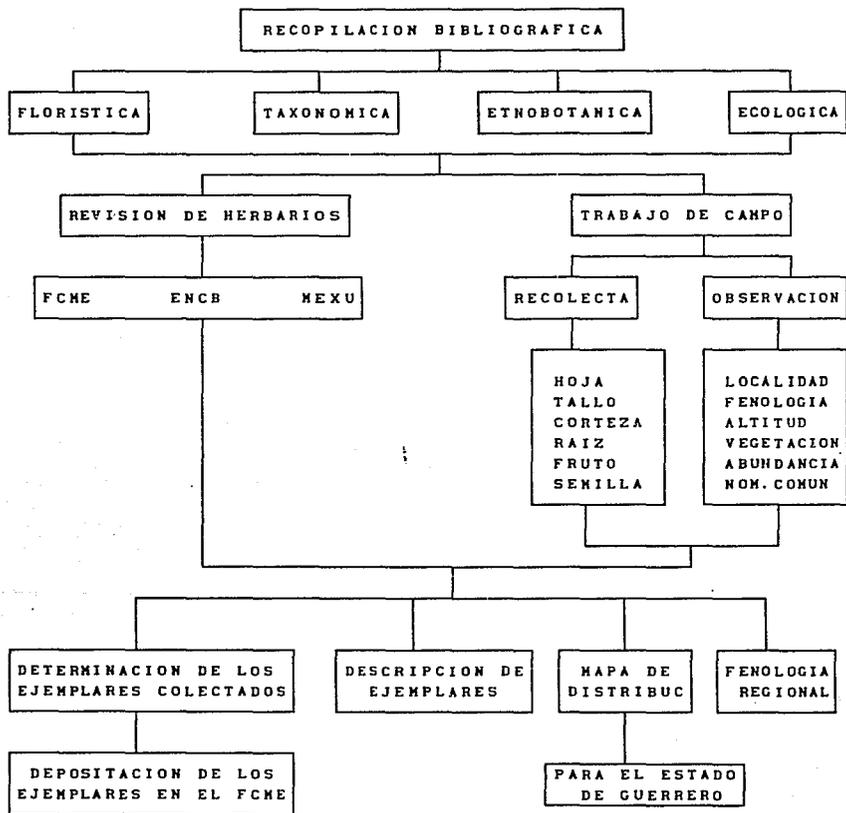
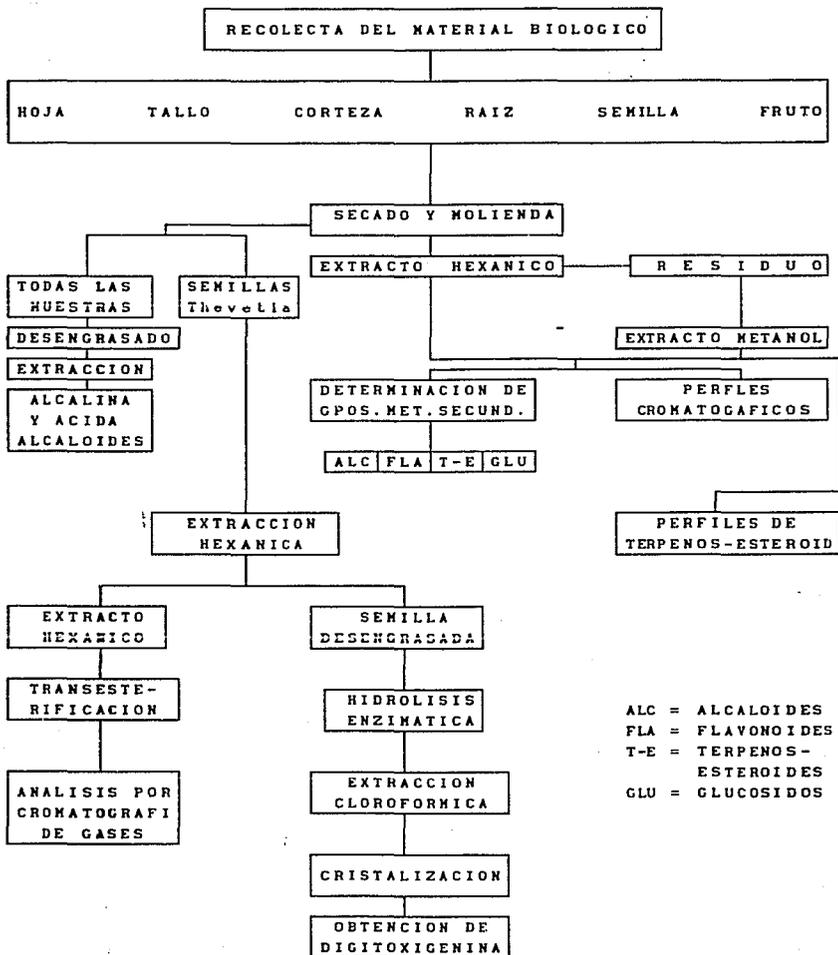


DIAGRAMA DEL ANALISIS QUIMICO



2. Análisis morfológico.

a) Revisión de ejemplares de herbario

Se revisaron los herbarios del Instituto de Biología de la U.N.A.M. (MEXU), del I.P.N. (ENCB) y el de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. (FCME), con lo que se obtuvieron datos sobre la fenología y la distribución, en el estado de Guerrero, de las especies de interés.

b) Observación y recolecta en campo

La mayor parte de las salidas se realizaron salidas a las zonas de colecta marcadas por el proyecto "Flora de Guerrero" del laboratorio de Plantas Vasculares de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M., pero se muestreó también la zona de la cuenca del Balsas, con lo que se logró obtener un patrón de la distribución de las especies estudiadas en los diferentes ambientes representados en el estado. Se registró información fenológica, de vegetación asociada, abundancia, nombre local, etc., realizándose las colectas de la siguiente manera:

enero a julio--- recolecta de estructuras vegetativas (hoja,
tallos, raíz y corteza)

agosto a noviembre--- recolecta de estructuras reproductoras
(fruto y semilla).

c) Determinación del material colectado

Con base en claves, revisión de monografías y ejemplares de herbario, se determinaron los ejemplares colectados, llegando

hasta nivel específico.

d) Elaboración de un mapa de distribución para el estado de Guerrero

En este mapa se ubicaron todos las referencias de localidades de que se tiene conocimiento para las cuatro especies en cuestión. Se separan en dos mapas, uno para las dos especies del género *Rauvolfia* y otro para las especies de *Thevetia*.

3. Análisis químico.

a) Obtención de los extractos

Con 10 g de muestra (seca y molida), y 150 ml de disolvente (3 x 8 h), se obtuvieron extractos hexánicos y metanólicos para cada una de las partes a estudiar en las 4 especies, haciendo un total de 48 extractos, 12 para cada especie y que fueron analizados como se describe a continuación (tablas 1 y 2).

b) Determinación de grupos de metabolitos secundarios

Se aplicaron pruebas para determinación de alcaloides, glicósidos, flavonoides y terpenos-esteroides a los extractos hexánicos y metanólicos. Para terpenos-esteroides se empleó el reactivo de Liebermann-Burchard; para flavonoides la prueba de Shinoda; para glicósidos la de Molisch y para alcaloides se emplearon dos diferentes, la de ácido sílico-túngstico la de Dragendorff (Dominguez, 1979). Los resultados se presentan en las tablas 3 y 4.

c) Obtención de perfiles cromatográficos de los extractos hexánico y metanólico.

Con 5 mg de extracto y 1 ml de disolvente, se determinaron los perfiles cromatográficos de los extractos crudos, para comparar los de las estructuras vegetales de una misma especie, así como también de manera interespecífica (figuras 1 y 2). Se emplearon placas delgadas, una por cada estructura analizada y por cada extracto. Los sistemas de eluyentes se encuentran anotados en las figuras 1 a) - f).

d) Determinación de alcaloides

Para esta determinación, se hicieron extracciones en medio ácido y alcalino, con un gramo de muestra de cada órgano vegetal trabajado de las cuatro especies, con ácido acético al 2% en el primer caso y con hidróxido de amonio al 10% para el segundo. Se obtuvieron un total de 48 extractos, 12 para cada especie. Con los extractos obtenidos, disueltos en 0.5 ml de CHCl_3 se corrieron los perfiles, empleando como eluyente una mezcla de cloroformo-metanol 9.5-0.5 y aplicando 10 μl de extracto. Los perfiles se corrieron contra un control de reserpina, en placas delgadas de 10 cm x 5 cm y se revelaron con reactivo de Dragendorff (Dominguez, 1979) (figura 2).

e) Determinación de perfiles para terpenos-esteroides

De una solución de 5 mg de extracto metanólico en 1 ml de metanol, se aplicaron 10 μl en placas delgadas de 10 x 5 cm, empleando acetato de etilo-metanol 1:1 como eluyente, revelándose con el reactivo de Liebermann-Burchard (Dominguez, 1979), revelador específico para este grupo de metabolitos (figura 3). El control

empleado fue el triglucósido (tevetina), de *T.thevetioides* que fué purificado por cristalización de etanol, a partir del extracto metanólico, cuya placa se muestran en la figura 4.

f) Estudio de las semillas de *T.ovata* y *T.thevetioides*

- Obtención y análisis de los aceites

A partir de las semillas secas y trituradas de *T.ovata* y *T.thevetioides*, se obtuvieron los aceites, mediante extracción en soxhlet, empleando 500 ml de hexano. Los aceites se transesterificaron empleando potasa metanólica (Pérez-Amador et al, 1982) y los ésteres metílicos así obtenidos se analizaron por cromatografía de gases, para conocer su composición en ácidos grasos. Los rendimientos para los aceites se presentan en la tabla 5 y los porcentajes registrados para los esterres metílicos en la tabla 6.

- Obtención del tevetósido

La obtención de el monoglucósido derivado de la tevetina, se realizó mediante hidrólisis enzimática de las semillas previamente desengrasadas con hexano. Las semillas (140g para *T.ovata* y 160 g para *t.thevetioides*), se incubaron a 37° C durante cuatro días, en 450 ml de agua con 20 mg de azida de sodio para evitar su contaminación por microorganismos y se colocaron en un baño de temperatura controlada, agitándose permanentemente. Durante este periodo, la tevetasa (enzima) actuó hidrolizando el triglicósido, cuya placa se muestra en la figura 5. La mezcla se filtró y la fase sólida, conteniendo el monoglicósido se secó en un desecador. El sólido ya seco, se extrajo en soxhlet con 500 ml de cloroformo durante 5 horas; el cloroformo se eliminó mediante evaporación a

presión reducida y el residuo aceitoso se disolvió en hexano y se dejó cristalizar en frío. El rendimiento se presenta en la tabla 8.

- Obtención de digitoxigenina

El producto de la hidrólisis enzimática, el tevetósido, se procesó posteriormente mediante oxidación de Brown (Brown y Craig, 1961; en Cruz et al, 1977) para obtener la aglucona (digitoxigenina). El producto obtenido de la reacción, se cromatografió en una columna de gel de sílice y la digitoxigenina se obtuvo en las fracciones eluidas con hexano-acetato de etilo 3:2. El rendimiento se presenta en la tabla 9.

RESULTADOS DEL ANALISIS MORFOLOGICO

1) Morfológicos.

El análisis morfológico realizado para esta tesis, forma parte del proyecto "Flora de Guerrero", coordinado por la M. en C. Nelly Diego quien hizo las descripciones del material recolectado durante los trabajos de campo que a continuación se presentan, cuyo formato corresponde al establecido por el proyecto mencionado.

a) Descripción de las especies analizadas.

RAUVOLFIA LIGUSTRINA Roem. & Schult., Syst. Veg. 4: 805. 1819.

Arbustos glabros de 1-3 m de alto, muy ramificado desde la base, con ramas dicotómicas. Hojas 3 anisófilas, láminas ovadas a ovado-elípticas, las más grandes de 3-5 cm por 1-3 cm, las más pequeñas de 1-3 cm por 0.5-1.5 cm, ápice agudo-acuminado, margen entero, base aguda-obtusa; peciolo de 1-3 mm de largo. Inflorescencia en cimas; pedúnculo de 1-3 cm de largo; pedicelo de 2-4 mm de largo. Flor con 5 sépalos, lóbulos lanceolados, acuminados, de 1.5-2 mm de largo; corola de color blanquecino o verdoso, urceolada, con los lóbulos ovados a redondeados, de 1-1.5 mm de largo, tubo de 2-3.5 mm de largo, con una ligera constricción; estambres 5, con las anteras no conniventes, ovadas, de 1-1.1 mm de largo, filamento de 0.5-0.6 mm de largo; ovario de 1.5-1.6 mm de largo por 2 mm de diámetro, estilo de 1.5-2 mm de largo, estigma caliptriforme de 1 mm de alto; nectario anular de 0.5 mm de ancho; óvulo 1 en cada lóculo. Fruto drupáceo, esférico, de 5-7 mm de diámetro, glabro. Semillas 2 por fruto, ovoides, con la testa membranosa y el endocarpo rugoso.

Distribución : México (Chiapas, Jalisco, Oaxaca), las Antillas, América Central y en América del Sur en: Bolivia, Brasil, Colombia, Venezuela, en altitudes de 0-1000 m.

Ejemplares examinados

Mun. Acapulco, cañada del Ojo de Agua, laguna de Tres Palos, Diego 4141 (FCME); Barra de Tecoaapa, N. Diego 2238 (FCME).

Mun. Copala, Laguna de Chautengo, S. Torres, M. Ortiz 717 (FCME).

Mun. Coyuca de Benitez, parte E del arroyo El Zapote, laguna de Mitla, L. Lozada 642 (FCME).

Mun. Petatlán, laguna San Valentín, Diego 6015 (FCME).

Altitud Desde el nivel del mar a 50 m.

Vegetación manglar, bosque tropical caducifolio perturbado.

Floración junio y julio.

RAUVOLFIA TETRAPHYLLA L. Sp. Pl. 208. 1753.

Arboles o arbustos de 0.50-1.5 m de alto, muy ramificados desde la base, glabros o puberulentos. Hojas en verticilos de 4 rara vez 3, anisófilas, de forma variable, ovadas, ovado-elípticas a obovado-elípticas. las más grandes de 5-15 cm de largo por 2-4 cm de ancho y las más pequeñas de 1-4 cm de largo por 0.8-3 cm de ancho, el ápice y la base agudo u obtuso, margen entero, la superficie glabra o tomentosa; peciolo de 2-5 mm de largo. Inflorescencia cimosa; pedúnculo de 1-4 cm de largo; pedicelo de 2-5 mm de largo. Flor con 5 sépalos, los lóbulos ovados, de 1 mm de largo, agudos; corola de color blanco, urceolada, con los lóbulos obovados, de 1-1.5 mm de largo, tubo de 2-3 mm de largo, algunas veces con una pequeña constricción en la inserción de los estambres; estambres 5, anteras ovadas, de 1-1.1 mm de largo, filamentos de 0.5-0.6 mm de largo; ovario de 2 carpelos, sincárpico, de 1.5-1.6 mm de largo por 2-2.1 mm de ancho, estilo de 1.5-2 mm de largo, estigma subcapitado de 1-1.1 mm de diámetro; nectario anular de 0.5 mm de ancho; óvulos 1-2 en cada lóculo, con placentación axilar. Fruto drupáceo, de color verde, rojo y negro, esférico, de 5-8 mm de diámetro, glabro, con el endocarpo rugoso. Semillas ovoides, con la testa membranosa.

Distribución : México (Campeche, Chiapas, Colima, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Veracruz, Yucatan,); América Central, las Antillas, América del Sur, India y Australia.

Ejemplares examinados :

Mun. Acapulco,

desembocadura del río la Sabana, orilla de laguna de Tres Palos,

N. Diego 3810 (FCME), 4616 (FCME); La Estación, orilla de la laguna de Tres Palos, Diego 4097 (FCME); cerro de la Hacienda, laguna de Tres Palos, S. Gil 116 (FCME); Playa Encantada, ejido El Podrido, laguna de Tres Palos, S. Gil 231 (FCME); 273 (FCME, MEXU); al W del poblado de Xolapa, M. A. Gómez & L. Márquez 199 CFE (FCME); San Pedro de las Playas, orilla de la laguna de Tres Palos, Diego 4074 (FCME); D. García-Saucedo s/n (ENCB); Viveros el Huayacan, La Poza, W. López-Forment 814 (MEXU); 906 (ENCB, MEXU), 937 (ENCB, MEXU); 971 (MEXU); Puerto Márquez. W. D. Willis & G. E. Grisman 255 (FCME) Acapulco, L. Paray 2322 (ENCB); Parque Nacional El Veladero, parte posterior del cerro El Mirador, N. Noriega 17 (FCME) Acapulco, arroyo seco, 4 km al norte de las Cruces, W. López - Forment 885 (MEXU); Acapulco, Copacabana, L. Wolfgang 388 (MEXU) 818 (MEXU); w of Acapulco, hwy 200, 14 mi. W. of Sanborns restaurant, J. Freeland & L. Spetzman 147 (MEXU). El Revolcadero, cerca de Puerto Márquez, D. Langman 3359 (MEXU); Acapulco, Isla la Roqueta, D. Ramírez-Cantú s/n (MEXU).

Mun. Ahuacuotzingo, cerca de Trapiche Viejo 40 km al NE de Chilapa, S. Acosta & R. López 101 (ENCB); 2 km al noroeste de San Juan las Joyas, J. L. Contreras 1886 (FCME).

Mun. Atoyac de Alvarez, Col. Vicente Guerrero, cerro San Nicolás. laguna de Mitla, L. Lozada 91, 109 (FCME); laguna de Mitla, L. Lozada 176 (FCME); El Porvenir, cerro de San Nicolas, laguna de Mitla, L. Lozada 565 (FCME); camino al Tomal, laguna de Mitla, L. Lozada 1077 (FCME).

Mun. 12 km al NE de Arcelia cerca de la presa Vicente Guerrero, J. C. Soto & R. Torres 3096 (MEXU).

Mun. Buenavista de Cuellar, 8 km al NW de Iguala camino Iguala - Taxco, E. Martínez 1194 & 1983 & J. C. Soto (MEXU).

Mun. Copala, 500 metros antes del embarcadero de Chautengo, L. Lozada & S. Barrios 8 (FCME); a 700 metros del embarcadero de Chautengo, L. Lozada 9 (FCME);

Mun. Copalillo, 1 km al sur de Tlalcozotitlan, G. López & H. Gutiérrez 51 (FCME), 63 (FCME).

Mun. Coyuca de Benitez, Lázaro Cárdenas las Lajas, J. L. Marín 54 (FCME); Rancho la Playa, Laguna de Mitla, L. Lozada 227 (FCME); Las Salinas a 3 km al Este de Coyuca, R. Gutiérrez 124 (FCME); las Lomas, camino al río Coyuca, A. M. Escalante 24 (FCME); 1 km al NW del Carrizal, sobre el canal, laguna de Mitla, L. Lozada 659 (FCME); Microondas el Papayo, laguna de Mitla, L. Lozada 985 (FCME); 1 km al W del Caracol, laguna de Mitla, L. Lozada 33 (FCME); El Aserradero, P. García 38 (FCME); Cerro al pie de la Cuesta aproximadamente 1.5 km G. Coello 20 (FCME).

Mun. Cruz Grande, 6 km adelante de la Caridad, dirección San Marcos, A. Nuñez 161 (FCME).

Mun. Cuauhtepac, San Agustín Cuilotla, N. Herrera 1 (MEXU).

Mun. Chilapa, 24 km al sur de Chilapa, brecha a Juxtlahuaca por Xilaxuchican, I. Piña, R. López 33 (ENCB).

Mun. Chilpancingo de los Bravos, 1 km al sur de Zoyotepec camino al Ocotito, E. Martínez 2612 & R. Torres (MEXU).

Mun. Chilpancingo, 1 km al sur de Soyotepec camino al Ocotito, E. Martínez 2612 & R. Torres (ENCB).

Mun. Cuajinicuilpa, 9 km de la desviación Punta Maldonado - Cuajinicuilapa, G. Campos 141 (FCME). localidad Punta Maldonado, Diego 2202 (FCME).

Mun. San Jerónimo, Boca de Mitla, laguna de Mitla, L. Lozada 34, 519 (FCME); Llano Real, laguna de Mitla, L. Lozada 451 (FCME).

Mun. Huamuxtitlan, 3 km al NW de Huamuxtitlan, I. Trejo, & J. S. López 375 (FCME); 3 km al Sur de Huamuxtitlan, camino Tlapa, E. Martínez 1033 (MEXU).

Mun. Iguala de la Independencia, 9 km al oeste de Iguala sobre la carretera Iguala-Ciudad Altamirano, A. Luis & I. Hernández s/n (FCME); 250 m de la desviación de la carretera a Tomatal en la parte oeste, F. Teran et al 77 (FCME); Iguala, Hwy 95, 4/10 mi So. of la Cabaña Motel, J. Freeland & L. Spetzman 37 (MEXU).

Mun. San Marcos, Cerro Pesquería a orilla de la laguna Tecomate, R. M. Fonseca 1862 (FCME); orilla de la laguna Tecomate, F. Belman s/n (FCME); G. Ocampo 100 (FCME).

Mun. Ometepec, en la desviación a Milpillas de la carretera a Pinotepa Nacional, G. Gaxiola 455 (FCME).

Mun. Petatlán, laguna San Valentín, Diego 5211 (FCME); Cerro Huamilule, margen de la laguna Potosi, Diego 6023 (FCME).

Mun. Petatlán, Laguna San Valentín, F. Belman 11, 60 (FCME); laguna Potosi, F. Belman 46; (FCME); Llanos de la Puerta, G. Campos 1447 (FCME);

Mun. Quechultenango, 7 km despues de Colotlipa, dirección Jocutla, J. Almazan & G. Zamudio s/n (FCME).

Mun. Taxco, 15 km al SE de Taxco, R. Cedillo 1016 & D. Lorence (MEXU).

Mun. Tecpan de Galeana, El Carrizal, R. Gutiérrez 195 (FCME).

Mun. Teloloapan, 2 km al NE de Tonalapa del río, A. Luis & I. Hernández s/n (FCME).

Mun. San Luis Acatlán, 2 km de Jolotichan camino San Luis Iliatenco, V. C. Aguilar 1461 (FCME).

Mun. Zihuatanejo, orilla de la carretera Zihuatanejo-Ixtla, enfrente de la Escuela Agropecuaria, M. T. Germán, L. Scheinvar & M. Benavid 276 (MEXU); A orilla de la carretera Zihuatanejo - Ixtla, enfrente a la Escuela Agropecuaria, M. T. German, L. Scheinvar & M. Benavid 276 (ENCB); carr. Zihuatanejo-Ixtapa,

costado W de la escuela Agropecuaria, S. Barrios 3 (FCME).

Mun. Iguala, hwy 95, 4/10 mi SO de la Cabaña, J. Freeland & L. Spetzman 37 (MEXU);

Mun. Zihuatanejo, laguna Playa Blanca, G. Segura 31 (FCME).

Mun. Zitlala, al E. de Tlapehualapa, E. Velázquez 568 (FCME).

Mun. Zumpango del Rio, 20 km al norte de Chilpancingo, camino a Iguala, E. Martínez 559 (MEXU).

Mun. Leonardo Bravo, Chichihualco, A. Gómez 1967 (FCME).

Mun. La Unión, carretera Ixtapa-Playa Azul en el río Chutla, a 71 km al S - SE de la desviación a la Unión, M. Ladd O. 273, C.H. Ramos & J. C. Soto (ENCB); alrededor de la salida del río Chontalcoatlan, cerca de la gruta de Cacahuamilpa, L. González - Quintero 1742 (ENCB) Cacahuamilpa, F. Miranda 440 (MEXU).

Altitud . nivel del mar 1950 m.

Tipo de vegetación: bosque tropical caducifolio, matorral espinoso, vegetación halófila, potrero, dunas costeras, manglar, cultivo de coco, bosque de galería, bosque tropical subperennifolio, bosque tropical subcaducifolio.

Floración . Todo el año.

Nombre común: 4 negritos. "pabillo"

THEVETIA OVATA (CAV.) A. DC. in DC., Prodr. 8: 344. 1844.

Tipo: México.

Arbusto de 2-3 m de alto, con frecuencia muy ramificado desde su base. Hojas con la lámina obovada, oblanceolada a oblonga, de 6-

18 cm de largo por 2-11 cm de ancho, ápice redondeado, margen entero, base atenuada-cuneada, subcoriáceas, glabras en el haz, puberulentas en el envés y nervios laterales muy prominentes en el envés; peciolo de 5-10 mm de largo. Inflorescencia cimosa; pedúnculo de 4-5 cm de largo. Flor con 5 sépalos, los lóbulos ovados, acuminados, de 8-12 mm de largo, reflexos. puberulentos; corola de color amarillo, infundibuliforme, con los lóbulos obovados, de 2.5-3.5 cm de largo, extendidos, glabros o papilosos, tubo de 1.5-2 cm de largo por 3-3.2 mm de diámetro, garganta campanulada de 12-15 mm de largo y ancho; anteras 5, de 2-2.5 mm de largo. Fruto drupáceo, de color rosa moteado de púrpura, de 4-5 cm de ancho.

Distribución. México (Colima, Durango, Estado de México, Jalisco, Michoacan, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa,).

Ejemplares examinados :

Mun. Acapulco, la Estación, orilla de la laguna de Tres Palos, N. Diego 4406 (FCME); poblado de Agua del Perro, M. A. Gómez & L. Márquez 169 CFE (FCME).

Mun. Apaxtla, 8 km al SSE de Apaxtla, M. Colunga s/n (FCME).

Mun. Apango, 1 km al este de San Francisco Osomatlan, S. Valencia & J. L. Contreras 288 (FCME).

Mun. Azoyu, 2300 m al noroeste del pueblo de Xolotichan, C. Pérez 107 (FCME).

Mun. Buenavista de Cuellar, 1 km al norte de Amates, F. Teran, P. Lora 504 (FCME).

Mun. Coyuca de Benitez, El Pozuelo, laguna de Mitla, L. Lozada 74 (FCME).

Mun. Chichihualco, barranca 1 km al norte de Xochipala, A. García-Mendoza 4097, E. Martínez & C. Ramos (MEXU).

Mun. Chilpancingo, cañada a 7.5 km de Mezcala carretera México-

Acapulco, (Rancho Viejo), ladera oriente, S. Torres 124 & C. Martínez (FCME).

Mun. Huamuxtitlan, 5 km al NE de Huamuxtitlan, R. Trejo, E. S. López 312 (FCME); 2 km al oeste de Huamuxtitlan, camino a Coalac, pasando el puente en la cañada, A. G. Trápaga & A. G. Monzón G-13 (FCME); 4.5 km al norte de Huamuxtitlan, F. Limón 40-II (FCME); 3 km al S. de Huamuxtitlan, camino Tlapa, E. Martínez 1039 (MEXU); 2 km al norte de Huamuxtitlan en el camino Tlapa-Tecomatlan, E. Martínez 2889, O. Tellez & L. Rico.

Mun. Huitzuc de Figueroa, Chaucingo, G. Colina s/n (FCME); Tuliman, A. G. Monzón s/n (FCME); 4 km (15) al NW de Chaucingo entre Quetzalapa y Chaucingo, F. Limón 126-X (FCME); 2 km al W de Huitzuc, L. Lozada & A. Monroy 25-ML(FCME). Diego 4406 (FCME).

Mun. Iguala, 8 km al NW de Iguala camino Iguala - Taxco, E. Martínez & J.C. Soto 1201 (MEXU).

Mun. Iguala, aproximadamente a 1 km del periférico sur rumbo a Ceja Blanca, F. Teran 61 et al. (FCME) Mexicaltepec, 8 km al NE de Iguala, carretera Iguala-Taxco, J. C. Soto 3339 (MEXU).

Mun. Mochitlán, Salto de Valadez, 1/2 km antes de la desviación a Tejocotes, pasando Petaquillas, carretera Chilpancingo-Acapulco, M. T. German 511, F. Guevara & L. Trejo (FCME); 3 km antes de Mochitlán dirección Petaquillas, J. Almazán & G. Zamudio 4 (FCME).

Mun. Pilcaya, Cacahuamilpa, F. Miranda 424 (MEXU).

Mun. Pololcingo, 4 km (30) al NW de Chaucingo entre Quetzalapa y Chaucingo, F. Limón 120-X (FCME).

Mun. San Marcos, 2 km adelante de Huajintepec rumbo a Agua Zarca, R. M. Fonseca 1218 (FCME); cerca del poblado de Agua Zarca de la Peña, M. A. Gómez & L. Márquez 232 CFE (FCME).

Mun. Unión, desviación a la Majagua, carretera Zihuatanejo a Lázaro Cárdenas, G. Campos 2175 (FCME). 6 km al norte de las Juntas de los ríos, J. C. Soto, A. Román de Soto, F. Soto & M. C. Soto-Román 9633 (MEXU).

Mun. Taxco, 9 km de Michiapa rumbo a Taxco, carretera antigua a Acapulco, M. T. German, L. M. Pinzón & H. Flores 479 (MEXU).

Mun. Tlacoachistlahuaca, 2 km al norte de Tlacoachistlahuaca a la vera de la terracería, L. Lozada & S. Barrios 5 (FCME).

Mun. Xochihuetlan, a 3 km (10) NW de Xilotepec, M. Luna 6 (FCME).

Mun. Zicapa, 2 km al W de Huamuxtitlan camino a Coalac, junto al lecho del río, A. G. Monzón & A. R. Trápaga 13 (FCME).

Mun. Zumpango del Río. Xochipala. A. Gómez 1714, 1876 (FCME); Cañón del Zopilote, J. Saldívar & D. Sánchez 28 (FCME); Valerio Trujano, ladera oeste del cañón del Zopilote, E. Sandoval s/n (FCME); ladera SW de una cañada, 5 km al sur de Valerio Trujano en la Formación Mezcala, J. L. Contreras 369 (FCME); a la orilla de la carretera Chilpancingo-Iguala, C. Toledo-M. Blanco s/n (MEXU); Cerro al SO de Zumpango del Río, aproximadamente 1500 km. C. Toledo - M. Blanco s/n (MEXU); 3 km al NW of Zumpango, Bruce & J. Hansen and M. Nee 1518 (MEXU); Sochopala, R. Bruff 1107 (MEXU); Cañón del Zopilote, H. Bravo 6632 (MEXU);

Mun. Leonardo Bravo, Chichihualco, A. Gómez 113 (FCME)
1 km Xochipala a Filo de Caballo, ladera NE, inclinación 40, S. Torres 171 & C. Martínez (FCME); Camino Milpillas-Filo de Caballo, a 10 km al W. de Milpillas, J. C. Soto, E. Martínez & T. A. Ramamoorthy 5154 (MEXU)

Altitud : 70-1300 m.

Vegetación : Bosque tropical caducifolio, matorral espinoso.
bosque de galería.

Floración: junio a diciembre.

Nombre local : yoyote. (Xochipala)

THEVETIA THEVETIOIDES (HBK) K. SCHUMANN, in E. & P. NAT. PFL. 4: 159. 1895.

Arboles o arbustos de 4-10 m de alto. Hojas con la lámina linear a oblanceolada, ápice acuminado, margen entero, base atenuada, de 6-10 cm de largo por 4-12 mm de ancho, membranosas, glabras o puberulentas, con las venas conspicuas tanto en el haz como en el envés; pecíolo de 3-5 mm de largo. Inflorescencia cimosas con pocas flores. Flor con 5 sépalos, lóbulos ovado-lanceolados, ápices agudos, de 6-8 mm de largo, extendidos o ligeramente reflexos, puberulentos, papilosos o glabros; corola de color naranja o amarillo, infundibuliforme, tubo de 20-25 mm de largo por 2-2.1 mm de ancho, ligeramente más angosto hacia la inserción de los estambres, garganta campanulada de 10-15 mm de largo por 10-13 mm de ancho, lóbulos obovados de 50-55 mm de largo, extendidos, glabros externamente; anteras 5, de 2-3 mm de largo; ovario de 3-4 mm de largo. Fruto drupáceo de 6-6.5 cm de ancho.

Distribución. México (Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz,).

Ejemplares examinados

Mun. Alcozauca, Amapilca, Barranca del Limón, J. L. Viveros & A. Casas 312 (MEXU);

Mun. Chilapa, 6 km de Atzacoleya por el camino a Hueycaltenango, J. L. Contreras 788 (FCME);

Mun. Chilpancingo, Oeste de Chilpancingo, J. Chavela - Polito GR-27, 32 (ENCB). Mazatlán, falda Este del cerro Alquitran, H. Kruse 1588 (ENCB). Salto de Valadez, 1/2 km antes de la desviación a Tejocotes pasando Petaquillas sobre la carretera Chilpancingo - Acapulco, M. T. German 533 & F. Guevara (MEXU); 4 miles west of

Chilpancingo, L. H. Hamilton & Ch. M. Rowell 3291 (MEXU); 8 km al W de Chilpancingo camino Chilpancingo-Omiltemi, D. Rodríguez 31 & E. Martínez 1530 (MEXU); 12 km al W de Chilpancingo camino a Omiltemi, E. Martínez & O. Tellez 295 (MEXU).

Mun. Iguala, 2 km al W del entronque a Pachivia, carr. Iguala - Altamirano Km 46.5, S. Barrios 2 (FCME).

Mun. Ixcateopan, 4 km despues de Pachivia hacia Ixcateopan, E. Velazquez 881 (FCME).carretera Iguala-Cd. Altamirano a 1 km al W de la desviación a Ixcateopan, J. C. Soto & S. Zarate 1262 (MEXU).

Mun. Taxco de Alarcón, 1 km al SE de Tlamacazapa, F. Teran et al 471 (FCME); Acamixtla, aproximadamente 1.5 km al Este del poblado, E. Teran, R. Matías 323 (FCME); 0.5 km de Ojo de Agua (Huixtac), C. Catalan, F. Teran, P. Lora 437 (FCME). Taxco, on Pan American highway, T. C. Frye & E.M. Frye 2586 (MEXU); Taxco, E. Lyonnet 1201 (MEXU); 7 km al SE de Taxco camino Iguala - Taxco, E. Martínez 1207 & J. C. Soto (MEXU).

Mun. Teloloapan, J. Rzedowski s/n (ENCB)

Mun. Tetipac, El Moqote, J. Rzedowski 12233 (ENCB).

Mun. Tlapa, 19 km al norte de Tlapa carretera Chilapa-Tlapa, I. Trejo 136 (FCME, MEXU).

Mun. Zicapa, 6 km al NE de Zicapa. Las Trancas, G. Campos 248 (FCME) 2 miles East of Amojileca, D. F. Herald & E. E. Clark 412 (ENCB); Xalatzala, C. Dixon 68 (MEXU); 15 mi. SE of Tonicato Tonicato, 18° 42' N- 99° 35' W, G. L. Webster & G. J. Breckon 16178 (MEXU).

Altitud : 1400-2000 m.

Vegetación: bosque de juniperus, bosque tropical caducifolio, bosque de encino, matorral, secundaria, bosque de pino-encino.

Floración : marzo a diciembre.

nombre común: Yoyote o ayoyote.

CUADRO 1

DISTRIBUCION DE ESPECIES POR MUNICIPIO *

MUNICIPIO	Rl	Rt	To	Tt
Acapulco de Juárez		X	X	
Ahuacotzinco		X		
Alcozauca de Guerra				X
Apango			X	
Apaxtla de Castrejón			X	
Arcelia		X		
Atoyac de Alvarez		X		
Azoyú			X	
Buenavista de Cuéllar		X	X	
Copala	X	X		
Copalillo		X	X	X
Coyuca de Catalán	X	X	X	
Cuajuinicuilapa		X		
Cuauhtepac		X		
Chilapa de Alvarez		X		X
Chilpancingo de los B.		X	X	X
Huamuxtitlán		X	X	
Eduardo Neri			X	
Huitzuc de Figueroa			X	
Iguala de la Independ.		X	X	
Ixcateopan de Cuauht.				X
José Azueta		X		
La Unión		X		
Leonardo Bravo		X	X	
Mochitlán			X	
Ometepec		X		
Petatlán	X	X		
Pilcaya		X	X	
Quechultenengo		X		
Sn. Jerónimo		X		
Sn. Luis Acatlán		X		
Sn. Marcos		X	X	
Taxco de Alarcón		X	X	X
Tecpan de Galeana		X	X	
Teloloapan		X		X
Tetipac				X
Tlacoachistlahuaca				
Tlapa				X
Xochihuihuatlán			X	
Zitlala		X		

* incluye información de herbario y de campo.

Rl=Rauvolfia ligustrina, Rt=R.Tetraphylla, To=Thevetia ovata, Tt=T.thevetioides.

CUADRO 2

REGISTRO DE LOCALIDADES PARA CADA ESPECIE

ESPECIE	LOCALIDAD	FECHA
R. ligustrina	-El Chical, Laguna de San Valentín PETATLAN	15.08.91
R. tetraphylla	-Carretera Zihuatanejo-Ixtapa, costado W Esc. Agropecuaria, J. AZUETA	14.06.91
	-1 km al S de Taxco el Viejo, TAXCO DE ALARCON.	8.11.91
	-500 m antes del embarcadero de - Chautengo, COPALA.	22.06.91
T. ovata	-2 km al N de Tlacoachistlahuaca, TLACOACHISTLAHUACA	21.06.91
	-1 km al S de Taxco el Viejo, carr. Taxco-Iguala, TAXCO DE ALARCON.	8.11.91
	-1 km al E de Piedras Negras, carr. a Cacahuamilpa, PILCAYA.	8.11.91
	-2 km al S de Mexcaltepec, IGUALA.	15.10.91
T. thevetioides	-2 km al W del entronque a - Pachivía, carr. Iguala-Altamirano, km 46.5, IGUALA.	12.06.91
	-Pueblo de San Isidro, TLACOACHISTLAHUACA.	21.06.91
	-1 km al E de San Miguel Tcuixtapa camino a San Francisco Ozomatlán, TEPECOACUILCO.	8.11.91
	-22 km al E de Teloloapan, IGUALA	15.10.91
	-20 km al E de Teloloapan, IGUALA	17.10.91

CUADRO 3
DISTRIBUCION DE ESPECIES POR ALTITUD

ESPECIE	A L T I T U D (msnm)			
	0 - 500	501 - 1000	1001-1500	1500-2000
R. ligustrina	X			
R. tetraphylla	X	X	X	X
T. ovata	X	X	X	
T. thevetioides		X	X	X

CUADRO 4
DISTRIBUCION DE ESPECIES POR TIPO DE VEGETACION

TIPO DE VEGETACION	E S P E C I E			
	Rl	Rt	To	Tt
matorral espinoso		XX	XX	XX
matorral halófito		XX		
bosque tropical caducifolio *	XX	XX	XX	XX
bosque tropical subcaducifolio *		XX		
bosque de <i>Pinus-Quercus</i>		XX		XX
bosque de <i>Juniperus</i>		XX		XX
bosque de <i>Quercus</i>		XX		XX
bosque de galeria		XX	XX	
manglar	XX	XX		
vegetación secundaria		XX	XX	XX

* Perturbado

CUADRO 5

F E N O L O G I A

E V E N T O	M E S E S											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
FLORACION					* Rt To Tt	* Rt To Tt	Rl Rt To To	Rl Rt				
FRUCTIFICACION						* Rt Tot	Rl Rt Tot	Rl Rt Tot	Rt Tot	Rt Tot	Tot	
ESTRUCTURAS VEGETATIVAS	Rl Rt To Tt	Rl Rt To Tt	Rl Rt To Tt	* Rt								

* para *R. ligustrina*, las observaciones en campo sólo se refieren a una localidad.

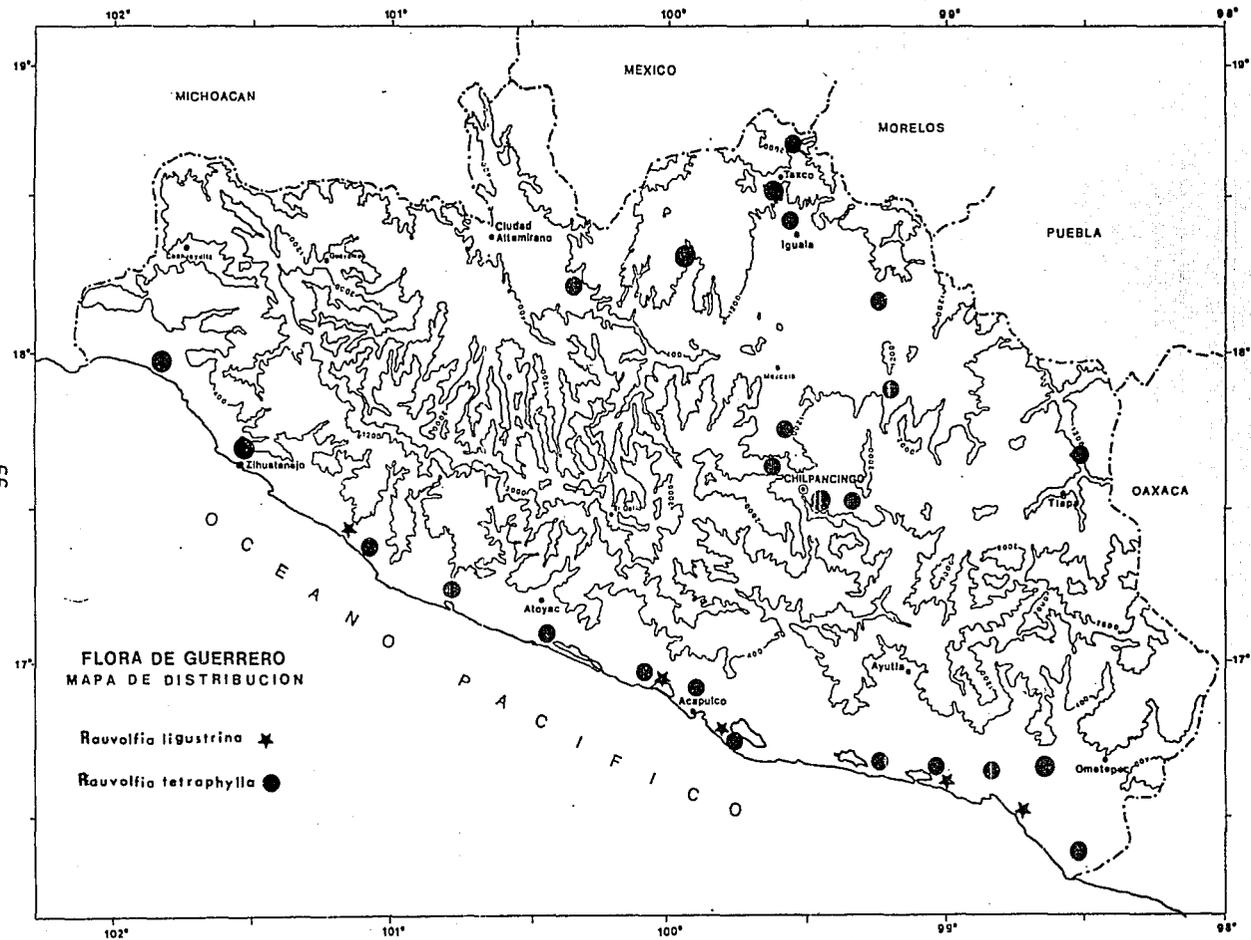
Rl = *Rauvolfia ligustrina*

Rt = *Rauvolfia tetraphylla*

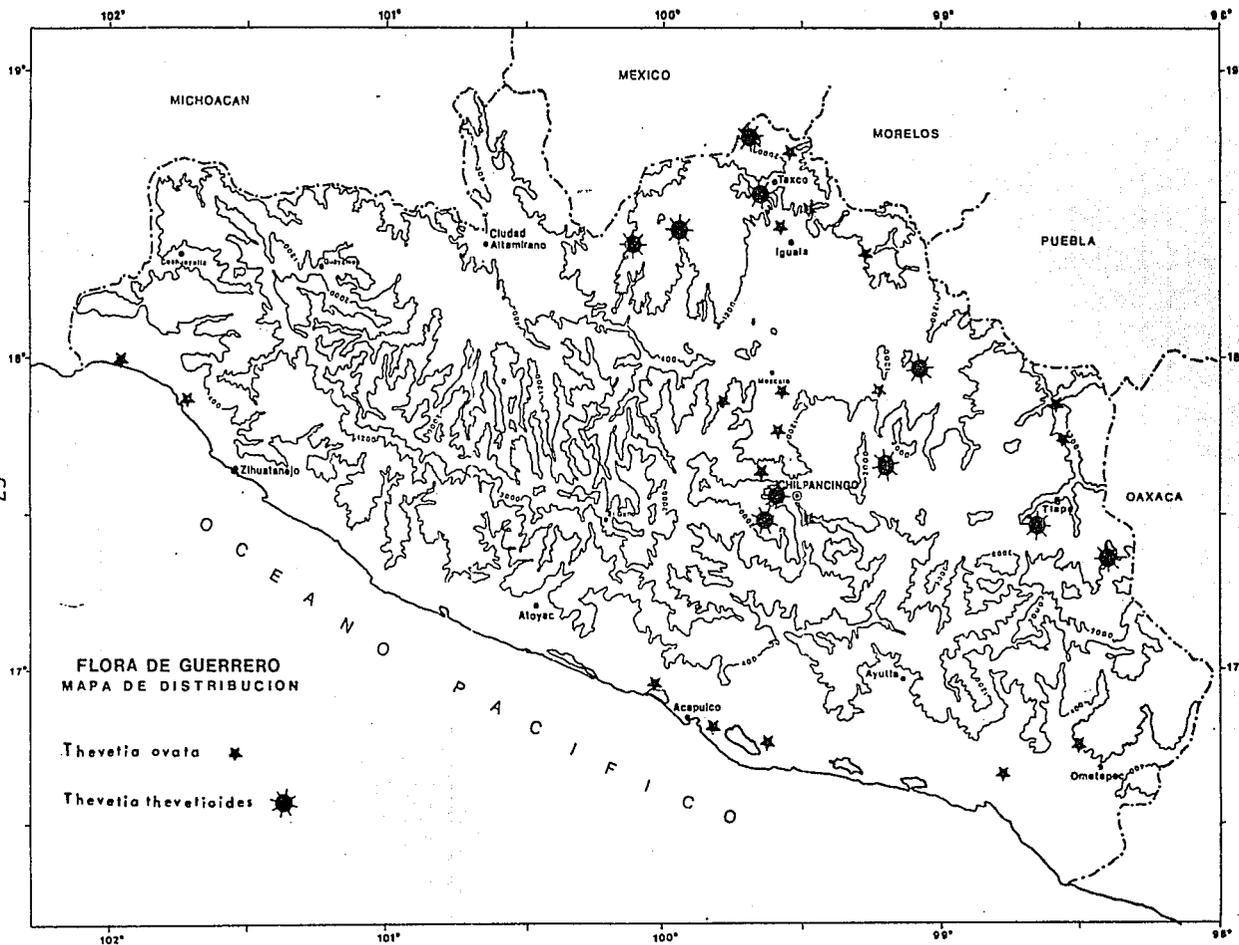
To = *Thevetia ovata*

Tt = *Thevetia thevetioides*

Tot = *Thevetia ovata* y *Thevetia thevetioides*



MAPA 1.- DISTRIBUCION EN GUERRERO DE *R. ligustrina* y *R. tetraphylla*



MAPA 2.- DISTRIBUCION EN GUERRERO DE *T.ovata* y *T.thevetioides*

RESULTADOS DEL ANALISIS QUIMICO

TABLA 1

PESOS Y RENDIMIENTOS DE LOS EXTRACTOS HEXANICOS

E S P E C I E									
ORGANO	R. l		R. t		T. o		T. t		
	(g)	X	(g)	X	(g)	X	(g)	X	
HOJA	0.74	7.4	0.3	3.4	0.62	6.2	1.0	9.5	
TALO	0.03	0.3	0.02	0.2	0.03	0.2	0.05	0.5	
CORTEZA	0.2	2.2	0.9	8.6	0.9	8.6	0.6	6.3	
RAIZ	0.03	0.3	1.4	14.4	0.2	2.4	0.8	8.4	
SEMILLA	N/C	---	0.6	6.2	4.0	39.5	3.7	37.7	
CARPO	N/C	---	1.8	19.9	0.2	2.1	0.4	4.2	

R. l=Rauvolfia ligustrina
R. t=Rauvolfia tetraphylla

T. t=Thevetia ovata
T. t=Thevetia thevetioides

TABLA 2

PESOS Y RENDIMIENTOS DE LOS EXTRACTOS METANOLICOS

E S P E C I E									
ORGANO	R. l		R. t		T. o		T. t		
	(g)	X	(g)	X	(g)	X	(g)	X	
HOJA	1.0	9.0	3.0	29.6	1.6	15.8	0.6	6.0	
TALO	0.7	6.7	0.7	6.8	0.2	2.2	0.4	3.5	
CORTEZA	1.7	16.5	1.4	14.3	2.2	22.5	1.4	14.2	
RAIZ	0.6	6.3	1.4	14.3	1.5	14.5	0.5	5.3	
SEMILLA	N/C	---	0.5	5.3	1.1	10.7	0.7	7.1	
CARPO	N/C	---	1.4	14.2	5.5	54.9	4.2	42.1	

R. l=Rauvolfia ligustrina
R. t=Rauvolfia tetraphylla

T. o=Thevetia ovata
T. t=Thevetia thevetioides

TABLA 3

PRUEBAS PARA DETERMINACION DE GRUPOS DE METABOLITOS SECUNDARIOS

EXTRACTOS HEXANICOS

ESTRUCTURA

PRUEBA	HOJA				TALLO				CORTEZA				RAIZ				SEMILLA				CARPO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ALCALOIDES Dragendorff	-	-	-	-	+	+	L+	+	-	+	-	-	+	+	L+	L+	n/c	L+	+	+	n/c	L+	++	++
ALCALOIDES Sli - Tung	-	-	-	-	+	+	L+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	n/c	+	+	+	n/c	L+	++	++
FLAVONOIDES Shlnoda	-	-	-	-	L+	-	-	-	L+	+	+	+	-	-	-	-	n/c	-	-	-	n/c	-	-	L+
						v	r		v	v	v	v											v	
TERPEN-ESTER Lieb - Busch	-	+++	++++	+++	+	+	+	L+	++	++	++++	+++	++	++	++++	+++	n/c	+	L+	L+	n/c	++	+	+++
		v			r	v			v	v	v			v	v		v	v	v					
GLUCOSIDOS Mollsch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n/c	-	-	++	n/c	-	-	-

1. R. ligustrina
2. R. tetraphylla
3. T. ovata
4. T. thevetoides

v = verde
r = rosa

- = negativo
L+ = ligeramente positivo
+ = positivo
++ = positivo
+++ = positivo
++++ = positivo

↑ intensidad creciente

TABLA 4.

PRUEBAS PARA DETERMINACION DE GRUPOS DE METABOLITOS SECUNDARIOS

EXTRACTOS METANOLICOS

E S T R U C T U R A

PRUEBA	HOJA				TALLO				CORTEZA				RAIZ				SEMILLA				CARPO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ALCALOIDES Dragendorff	L+	++	L+	L+	++	++	-	-	+++	++	-	-	++	+++	-	L+	n/c	-	-	L+	n/c	+	-	L+
ALCALOIDES Sil - Tung	-	L+	L+	L+	++(-)	++(-)	-	-	+++	+++	-	-	++	+++	-	L+	n/c	L+	+	+	n/c	+	-	L+
FLAVONOIDES Shinoda	-	-	L+	-	L+	-	+	+	+	L+	++	+++	+	L+	+	+	n/c	+	++	++	n/c	+	+++	+++
						v	r		r	v	v	v			v	v	r	v	v		r	r	v	
TERPEN-ESTER Lieb - Busch	-	+	+	++	-	-	+	+	L+	+	L+	L+	+	L+	++	+	n/c	+	+	++	n/c	+	++	+++
		v	v	r	v	v			v	v	v	v	r	v	v	v		r	r	r			r	v
GLUCOSIDOS Mollsch	L+	-	L+	L+	++	++++	++	+++	-	++	++++	++++	+++	+++	++++	++++	n/c	+	++++	++++	n/c	+	+++	+++

v = verde
r = rojo

- = negativo
L+ = ligeramente positivo
+ = positivo
++ = positivo
+++ = positivo
++++ = positivo

intensidad
creciente



1. R. ligustrina
2. R. tetraphylla
3. T. ovata
4. T. thevetioides

TABLA 5
RENDIMIENTO DE LOS ACEITES DE SEMILLA
DE *T.ovata* y *T.thevetioides*

E S P E C I E	P E S O MUESTRA (g)	P E S O ACEITES (g)	RENDIMIENTO (%)
<i>T. ovata</i>	343.7	89.2	67.2
<i>T. thevetioides</i>	427.9	209.0	48.8

TABLA 6
RENDIMIENTO DE LA TRANSESTERIFICACION DE ACEITES
DE *T.ovata* y *T.thevetioides*

E S P E C I E	P E S O ACEITES (g)	P E S O ESTERES METILICOS (g)	RENDIMIENTO (%)
<i>T. ovata</i>	4.6	3.22	69.9
<i>T. thevetioides</i>	4.9	2.81	57.3

TABLA 7

**COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS DE LAS SEMILLAS
DE *Thevetia ovata* y *Thevetia thevetioides***

E S P E C I E (%)		
ACIDO GRASO	T. ovata	T. thevetioides
PALMITICO	22.50	21.93
ESTEARICO	6.62	6.27
OLEICO	49.22	49.11
LINOLEICO	21.66	22.68

TABLA 8

**RENDIMIENTO DEL TEVETOSIDO CRUDO OBTENIDO DE
SEMILLAS DE *Thevetia* POR HIDROLISIS ENZIMATICA**

E S P E C I E		
	T. ovata	T. thevetioides
SEMILLA DESENGRASADA (g)	140.0	160.0
TEVETOSIDO (MONOGLUCOSIDO) (g)	9.9	11.7
RENDIMIENTO (%) sobre semilla desgrasada	7.0	7.3

TABLA 9

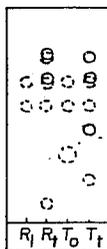
RENDIMIENTO DE DIGITOXIGENINA
POR OXIDACION DE BROWN

	E S P E C I E	
	T.ovata	T.thevetioides
SEMILLA DESENGRASADA (g)	140.0	160.0
EXTRACTO CRUDO (g)	9.9	11.7
CRISTALES (g)	1.48	4.50
DIGITOXIGENINA (g)	0.179	0.553
RENDIMIENOS * (%)	0.13	0.34

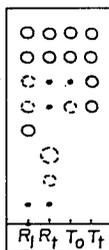
* A partir de semilla desengrasada.

PERFILES DE LOS EXTRACTOS HEXANICO Y METANOLICO

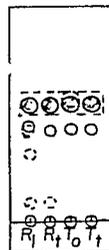
A) HOJA



HEXANICO
Hexano-AcOEt 8:2

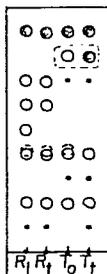


AcOEt-MeOH 2:8

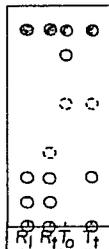


Hexano-AcOEt 1:1

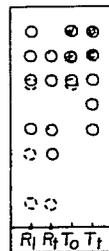
B) TALLO



HEXANICO
Hexano-AcOEt 9:1

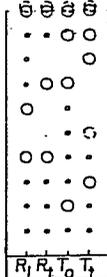


AcOEt-MeOH 6:4

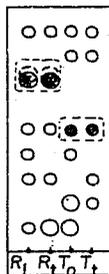


AcOEt-MeOH 1:9

C) CORTEZA



HEXANICO
Hexano-AcOEt 9:1

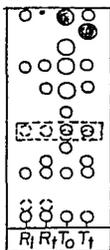


METANOLICO
AcOEt-MeOH 7:3

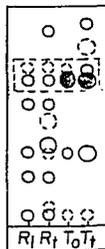
AcOEt = acetato de etilo ; MeOH = metanol

FIGURA 1

PERFILES DE LOS EXTRACTOS HEXANICO Y METANOLICO
D) R A I Z

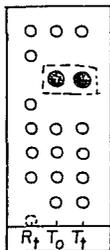


HEXANICO
Hexano- AcOEt 9:1

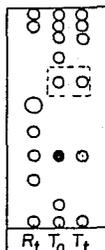


METANOLICO
AcOEt-MeOH 4:6

E) SEMILLA

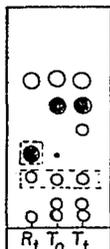


HEXANICO
Hexano-AcOEt 1:1

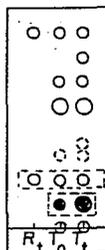


METANOLICO
AcOEt-MeOH 1:1

F) FRUTO



HEXANICO
Hexano-AcOEt 9:1

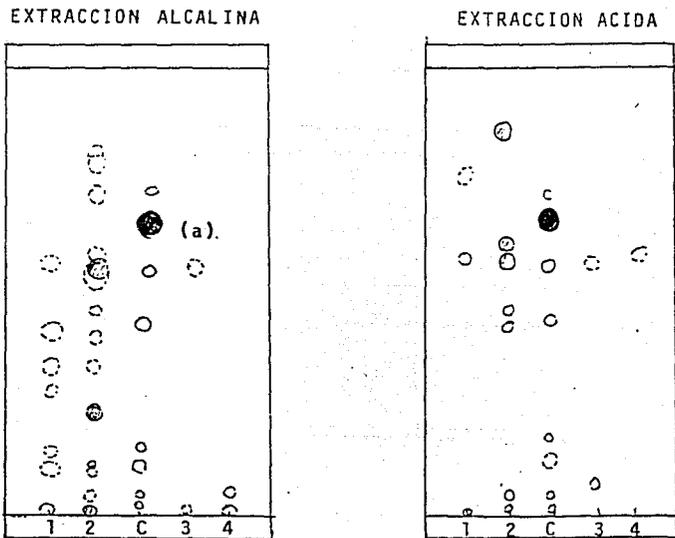


METANOLICO
AcOEt-MeOH 1:1

AcOEt = acetato de etilo ; MeOH = Metanol

FIGURA 2a

PERFILES DE ALCALOIDES DETERMINADOS
PARA HOJA



1=R. ligustrina

2=R. tetraphylla

C= control de reserpina (a)

3=T. ovata

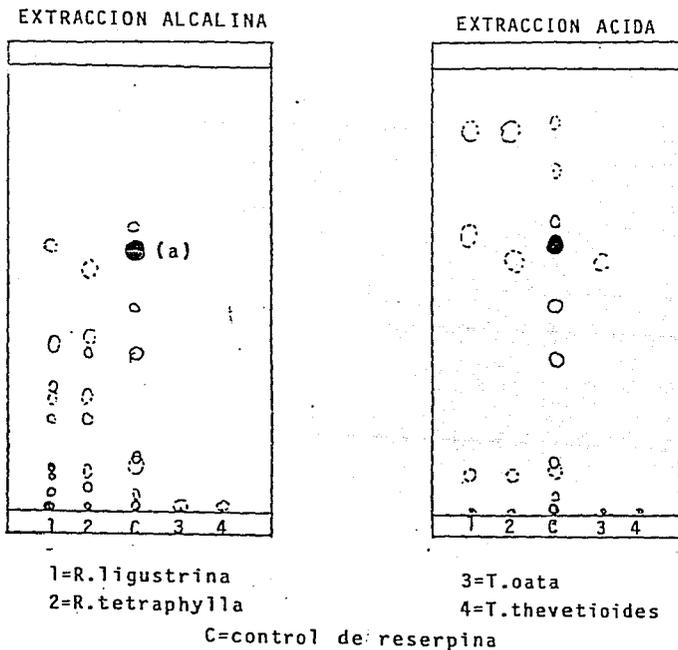
4=T. thevetioides

eluyente: Cloreformo-Metanol 9.5:0.5

revelador: Reactivo de Dragendorff

FIGURA 2 b

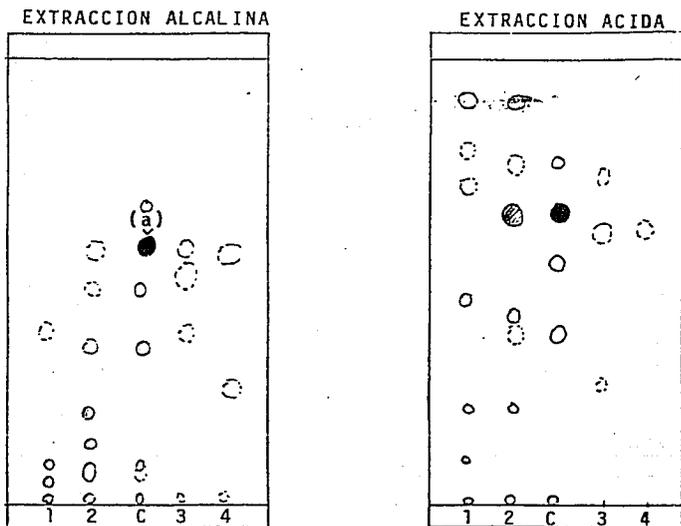
PERFILES DE ALCALOIDES DETERMINADOS
PARA TALLO



eluyente: Cloroformo-Metanol 9.5:0.5
revelador: Reactivo de Dragendorff

FIGURA 2 c

PERFILES DE ALCALOIDES DETERMINADOS
PARA CORTEZA



1=R.ligustrina
2=R.tetraphylla

3=T.ovata
4=T.thevetioides

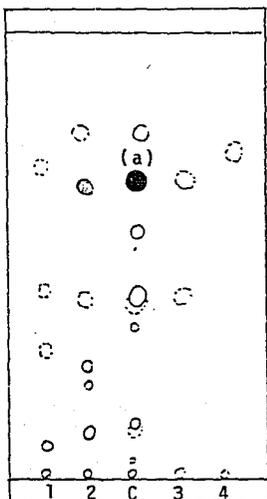
C=control de reserpina

eluyente: Cloroformo-Metanol 9.5-0.5
revelador: Reactivo de Dragendorff

FIGURA 2 d

PERFILES DE ALCALOIDES DETERMINADOS
PARA RAIZ

EXTRACCION ALCALINA

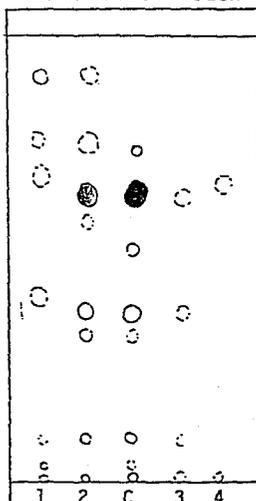


1=R. ligustrina

2=R. tetraphylla

C=control de reserpina

EXTRACCION ACIDA



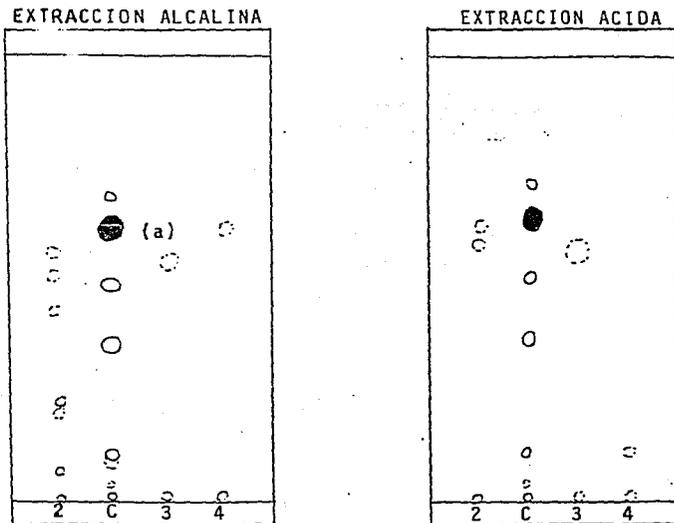
3=T. ovata

4=T. thevetioides

eluyente: Cloroformo-Metanol 9.5:0.5
revelador: Reactivo de Dragendorff

FIGURA 2 e

PERFILES DE ALCALOIDES DETERMINADOS
PARA SEMILLA

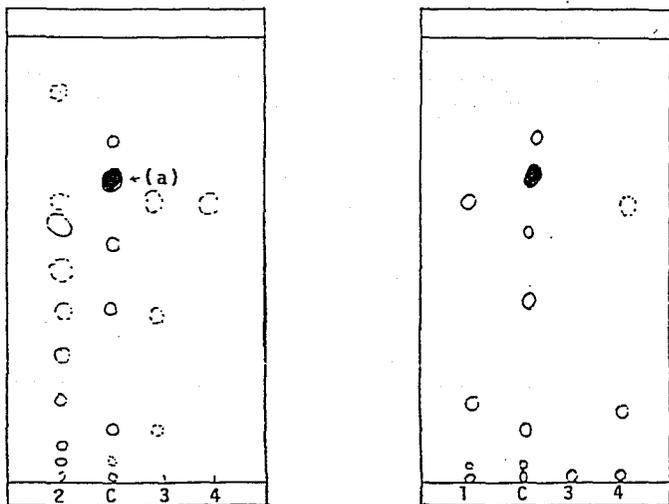


2=R. tetraphylla 3=T. ovata 4=T. thevetioides
C=control de reserpina

eluyente: Cloroformo-Metanol 9.5:0.5
revelador: Reactivo de Dragendorff

FIGURA 2 f

PERFILES DE ALCALOIDES DETERMINADOS
PARA FRUTO

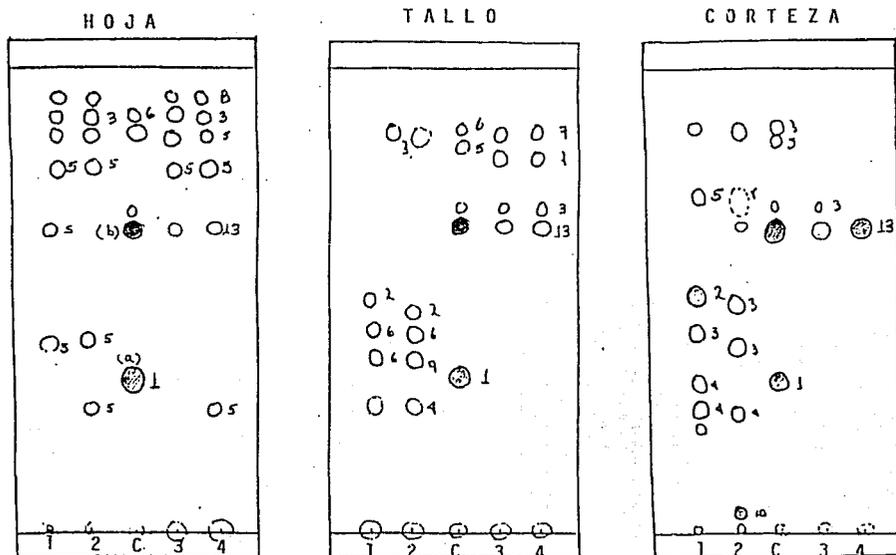


2=R.tetraphylla 3=T.ovata 4=T.thevetioides
C=control de reserpina

eluyente: Cloroformo-Metanol 9.5:0.5
revelador: Reactivo de Dragendorff

FIGURA 3 a.

PERFILES CROMATOGRÁFICOS DETERMINADOS PARA TERPENOS-ESTEROIDES



1=R.ligustrina; 2=R.tetraphylla; C=control de tevetina; 3=T.ovata; 4=T.thevetioides

eluyente: Acetato de Etilo-Metano 1:1 ; revelador: reactivo de Lieberman-Buschard

1-azul intenso, 2-violeta-azul, 3-café-rosa claro, 4-gris intenso, 5-café, 6-rosa claro, 7-café-violeta

8-verde-claro, 9-gris-café, 10-gris intenso, 11-amarillo claro, 12-verde-café, 13-violeta

(a)= acetato de tevetina (b) tevetina

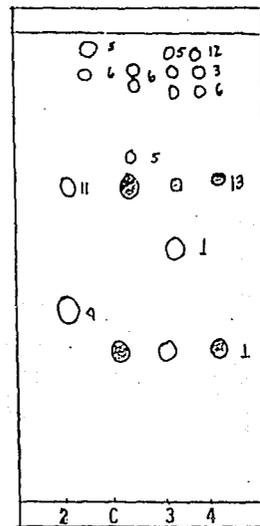
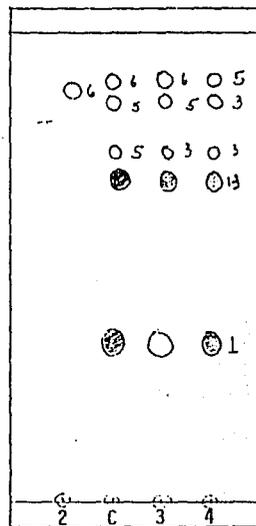
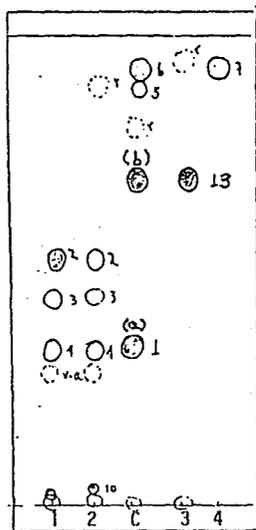
FIGURA 3 b

PERFILES CROMATOGRAFICOS DETERMINADOS PARA TERPENOS-ESTEROIDES

R A I Z

S E M I L L A

F R U T O



1=R.ligustrina; 2=R.tetraphylla; C=control de tevetina; 3=T.ovata; 4=T.thevetioides

eluyente: Acetato de Etilo-Metanol 1:1 ; revelador: reactivo de Lieberman-Buschard

1-azul intenso, 2-violeta-azul, 3-café-rosa claro, 4-gris intenso, 5-café, 6-rosa claro, 7-café-violeta

8-verde-claro, 9-gris-café, 10-gris intenso, 11-amarillo claro, 12-verde-café, 13-violeta

(a) acetato de tevetina (b) tevetina

FIGURA 4

PLACA DE LA TEVETINA OBTENIDA

SEMILLA

eluyente = AcOEt-MeOH 1:1

(a) = acetato de tevetina

(b) = tevetina

To = *T. ovata*

Tt = *T. thevetioides*

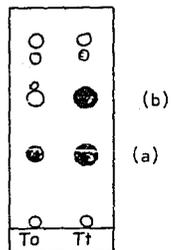
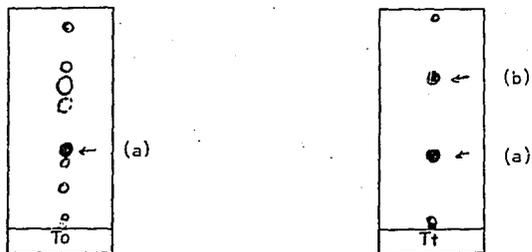


FIGURA 5

PLACA DEL MONOGLUCOSIDO OBTENIDO

SEMILLA



EXTRACTO CLOROFORMICO

eluyente = AcOEt 100%

(a) = acetato del monoglucósido (b) = monoglucósido

AcOEt = acetato de etilo ; MeOH = metanol

VI. DISCUSION

1. Morfológica.

Este estudio permitió reconocer que la familia Apocynaceae se encuentra ampliamente distribuida en el estado de Guerrero (Cuadro 1), en el que se dan cita gran variedad de géneros que se localizan en los diferentes ambientes existentes.

Se observó que en la mayoría de los casos, las 4 especies se encuentran en asociación con comunidades vegetales que tienen cierto grado de perturbación, entre las que pueden mencionarse principalmente los Bosques Tropicales Caducifolios y Subcaducifolios y los matorrales secundarios, típicos de regiones tropicales y subtropicales, en donde existe una gran cantidad de insectos que pueden dificultar el establecimiento de las especies vegetales. Se observó que las especies presentes de la familia no eran atacadas por insectos, lo que podría deberse a algunos compuestos químicos que como los alcaloides y los glicósidos que se presentan en las especies estudiadas, les resultan tóxicos. Al respecto, Swain (1963), menciona que las Apocynaceae y las Asclepiadaceae, son de las familias menos demandadas como alimento por estos grupos de organismos y quizá este factor favorezca su establecimiento en ambientes tropicales, donde el índice de insectos es mayor que en otros climas.

Como se observa en el Cuadro 4, *R. tetraphylla* se encontró en la mayoría de los tipos de vegetación que fueron muestreados, en tanto que *R. ligustrina*, sólo se asocia a dos de ellos, y aunque la revisión de herbario registraba tres localidades en las que fué colectada, durante los trabajos de campo ya no se encontraron

ejemplares en dos de ellas y sólo pudo recolectarse en un relicto selvático en la zona de la costa, en el municipio de Petatlán, donde también se observó la presencia de *R. tetraphylla*. Esto parece indicar una mayor tolerancia de la última especie a factores ambientales como temperatura, humedad e incluso perturbación del ambiente que la rodea. En general, estos resultados indicarían que *R. tetraphylla* se encuentra distribuida en el estado de Guerrero, desde la zona costera hasta la cuenca del río Balsas inclusive. Ambas especies se asocian a corrientes de agua, pero al parecer, este sea un factor limitante más importante para *R. ligustrina*, ya que la otra especie se encontró en zonas desérticas de la costa de Guerrero.

Respecto a las otras dos especies analizadas, es *T. thevetioides* la que presenta una distribución más amplia dentro de las diferentes comunidades vegetales observadas, localizándose incluso en Bosques más templados como los de Encino y Pino-Encino, vegetación para la cual no se observó *T. ovata*. Durante los trabajos de campo pudo observarse que se presentan en pequeños grupos separados por especie, aún cuando se distribuyen en la misma comunidad vegetal, existiendo una zonificación de acuerdo al tipo de suelo en que se establecen, ya que mientras *T. thevetioides* se encontró generalmente asociada a suelos de tipo calizo (de coloración blancusca por el alto contenido de carbonatos), *T. ovata* parece tolerar además suelos de origen metamórfico (que se distinguen por sus coloraciones amarillas y son típicos del intemperismo en los bosques de clima subtropical); lo que podría ser una estrategia para evitar la competencia entre las especies.

Ambas especies se establecen en lugares de vegetación más abierta, principalmente en zonas boscosas perturbadas, en los claros, o a la vera de terracerías e incluso a unos cuantos metros de la carretera, en tanto que las especies de *Rauvolfia*, principalmente se asocian a matorrales espinosos y halófitos, aunque también pueden localizarse en zonas selváticas alteradas.

En cuanto a la distribución por altitud (Cuadro 3), *R.tetraphylla* es la que presenta un rango más amplio ya que se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm, seguida por ambas especies de *Thevetia* y finalmente *R.liguistrina* cuyo rango va desde el nivel del mar a tan sólo 50 msnm.

En cuanto a la distinción de las especies de *Thevetia* en el campo, los caracteres más evidentes son la forma y el tamaño de las hojas, así como la nervadura que presentan. En *T.ovata*, las hojas presentan lámina obovada, de tamaño grande (6 a 18 cm) y anchas, glabras en la haz, cuya nervadura es conspicua en el envés, en tanto que *T.thevetioides* presenta hojas más angostas y la nervadura no es tan evidente. Además, los frutos de esta última especie son de mayor tamaño que los de la primera (ver descripción en el apartado de resultados). Entre las especies de *Rauvolfia* estudiadas, el número de hojas para *R.liguistrina* es de 3, en tanto que para *R.tetraphylla* es de 4. El fruto de ambas especies presenta una coloración rojo brillante y cuando han madurado son casi negros, por lo que comunmente se les conoce como "siete negritos". Otro caracter que puede servir para su identificación, es el color verde tierno de las hojas de *R.liguistrina*, que es

mucho más obscuro en *R. tetraphylla*, que no obstante puede cambiar según su exposición a la luz solar.

Debe mencionarse que durante la realización de este trabajo se observó la presencia de otras especies pertenecientes a la familia Apocynaceae, que en muchos casos no se tienen recolectadas, existiendo igualmente regiones del estado que no han sido muestreadas. Siendo el estado de Guerrero uno de los que presenta los mayores índices de endemismos, es de suma importancia la realización de trabajos sobre la flora que en él se presenta. Además, la información etnobotánica recopilada en el campo no es ni con mucho, una parte representativa de los usos que se dan a las apocináceas y qué sólo son datos que pudieron obtenerse de pláticas casuales con los lugareños, por lo que se considera importante señalar que un estudio etnobotánico sería de gran riqueza en cuanto al conocimiento de la familia y por sus aplicaciones en la agricultura.

Así mismo, pudo observarse que entre las especies del género *Thevetia*, por ejemplo *T. peruviana* y *T. thevetioides*, la morfología de las hojas en ocasiones se presta a confusión, ya que ambas son angostas y glabras, y para los géneros *Tabernaemontana* y *Stemmadenia*, existe toda una gradación en cuanto a la morfología floral, ya que va desde una forma cónica hasta tubular, que se ensancha en la boca; en ambos casos, los pétalos son rotados; las flores presentan coloración blanca-amarilla y los frutos son también muy semejantes, por lo que su localización en el campo y posterior determinación resultan muy problemáticas. Los mismos

problemas se presentan para las especies estudiadas de *Rauvolfia*, que sólo pueden diferenciarse por el número de hojas, como ya se mencionó.

La problemática descrita en el párrafo anterior en cuanto a la localización en campo y determinación de las especies de Apocynaceae, sólo son algunos ejemplos de lo que se presentan para establecer la sistemática, que como se mencionó en los antecedentes, aunque ha sido consolidada como familia, no existe consenso en otros niveles taxonómicos y aún actualmente hay géneros que están siendo revisados (Diego, comunicación personal). Ante esta situación, se ha visto que los estudios fitoquímicos pueden ofrecer gran ayuda, ya que como menciona Raffaui (1960), el conocimiento de las relaciones biogenéticas que guardan entre sí muchos los compuestos químicos pueden sugerir cambios en la sistemática. No obstante, en tanto la correlación estructura química-taxonomía no se encuentre perfectamente establecida, la información química debe tomarse con reservas.

En el caso de las especies aquí analizadas, a nivel genérico no presentan problema para ser diferenciadas, pero la distinción entre las especies es complicada. Aunque el objetivo de este estudio no fue un análisis quimiotaxonómico, se consideró importante su realización debido a la carencia de información existente en lo que se refiere a la familia en México. Como se ha referido, en el país no existen estudios que contemplen el análisis morfológico y químico a la vez y los estudios fitoquímicos con especies europeas y africanas, que datan desde el siglo pasado, consideran únicamente el sondeo para alcaloides y

para cardenólidos, grupos de metabolitos importantes como precursores de medicamentos (Hegnauer, 1962). Tampoco se cuenta con claves para todos los géneros que se conocen en México (alrededor de 20) y en ocasiones, los trabajos de este tipo desarrollados para las Apocynaceae de otros países, no los incluyen o las descripciones no son del todo compatibles con las especies representantes de la familia en el Territorio nacional.

Entonces, el papel de este estudio no es el de esclarecer las relaciones taxonómicas, sino el de ofrecer un punto de partida para posteriores trabajos, contribuyendo a crear un bagaje de información que en un futuro permita el mejor conocimiento de la familia.

2. Química.

a- Rendimiento de los extractos.

Como se observa en las tablas 1 y 2, los valores de los rendimientos de los extractos preparados para las distintas muestras, son muy diferentes entre si, obteniéndose los mayores porcentajes para los extractos metanólicos, debido al amplio rango de polaridad que se abarca al extraer con este disolvente.

Los rendimientos correspondientes a los extractos hexánicos, (tabla 1), muestran que el valor más alto se registra para la semilla de *Thevetia ovata* (39.5%), ya que como se observó en el extracto, dichas semillas tienen gran cantidad de aceites, que por su baja polaridad se extraen con hexano; en tanto que el valor más

bajo es compartido por los extractos de tallo de *Rauvolfia tetraphylla* y *Thevetia ovata*, con 0.2%.

Analizando los extractos metanólicos, los frutos de las especies del género *Thevetia* ocupan los dos primeros lugares, determinándose 54.9% para *T.ovata* y 42.1% para *T.thevetioides*, estructura para la que *R.tetraphylla*, sólo alcanza 14.2%, que aunque no es de los valores más bajos para esta especie, la diferencia con los valores alcanzados por las otras dos es muy grande. Nuevamente, las extracciones de tallo registran los menores porcentajes, con 2.2% para *T.ovata*, 3.5% para *T.thevetioides* y 6.8% para *R.tetraphylla*, siendo la excepción el tallo de *R.liguistrina* que aunque tiene un porcentaje de 6.7, es mayor que el valor obtenido para su raíz, que con 6.3% es el menor de todos los rendimientos de los extractos metanólicos de esta especie.

b- Análisis de los perfiles cromatográficos de los extractos crudos.

En la figura 1 se muestran los cromatogramas de los perfiles obtenidos para los extractos hexánicos y metanólicos de cada una de las estructuras de las especies analizadas. En ella se registran los sistemas de eluyentes con los que se obtuvo la mejor separación de los constituyentes de la muestra. Estas placas tienen como objetivo analizar los perfiles de las cuatro especies. Las marcas circunscritas con líneas punteadas representan aquellos componentes que sólo se observaron con luz ultravioleta y que se encuentran en muy pequeña cantidad, en tanto que las delimitadas con una línea continua, indican compuestos presentes en mayor

concentración puesto que se revelaron con sulfato cérico.

La distribución de las marcas a lo largo de la placa, indica la polaridad del compuesto; los más polares permanecen en la parte inferior de la placa, incluso sin moverse del punto de aplicación en algunas ocasiones, mientras que los menos polares se desplazan a mayor distancia del punto de aplicación. En algunos casos, la presencia de compuestos con polaridad muy distinta, obligó al empleo de dos sistemas distintos de elución que al complementarse, ofrecen un perfil más completo de la muestra, como en el caso de los perfiles metanólicos de tallo y hoja.

La composición de los perfiles, tanto en la concentración de los compuestos presentes como en la cantidad de marcas que se presentan es muy diversa. El perfil hexánico de hoja presenta un mayor número de marcas que sólo se observaron a la luz ultravioleta respecto a los restantes. Los perfiles de tallo presentan mayor cantidad de marcas que los de hoja. Los de corteza son los perfiles que presentan mayor número de marcas de todos, el del extracto metanólico presentan un producto principal en la zona de polaridad media para las dos especies analizadas del género *Thevetia*, que no se encontró para ninguna *Rauvolfia*, especies que a su vez registran un producto principal en la porción de polaridad baja, que no se presenta en *Thevetia* (figura 1c). En cuanto a los extractos de raíz, son los que siguen en orden descendente a los de corteza por el número de marcas reveladas, registrando un producto común a las cuatro especies en la zona de polaridad media del perfil del extracto hexánico y un producto principal para *Thevetia* en el perfil metanólico en la

zona de baja polaridad, que también se registra para las especies de *Rauvolfia*, aunque en mucho menor concentración (figura 1d).

Analizando los perfiles de los extractos de semilla, tanto hexánicos como metanólicos, se aprecian claras diferencias entre *R.tetraphylla* y las especies analizadas del género *Thevetia*, ya que para estas últimas es muy evidente la presencia de un producto principal en la zona de polaridad baja, que no se presenta en *R.tetraphylla* (figura 1e). Finalmente, los perfiles de fruto presentan muy pocos compuestos para *R.tetraphylla* en comparación con el número de marcas que se registran para *T.ovata* y *T.thevetioides*; en los perfiles de ambos extractos, se observa un compuesto de alta polaridad en los del extracto hexánico, presente en las tres especies, y otro en la zona de polaridad media en los del extracto metanólico. Por otra parte, el perfil del extracto hexánico de *R.tetraphylla* presenta un compuesto en la zona de polaridad media, que no lo tienen los de *Thevetia* y éstos a su vez, presentan, en los del extracto metanólico, un compuesto ausente en *R.tetraphylla*, en la zona de alta polaridad (1f).

Como era de esperarse, la composición química de las especies del mismo género son muy similares entre sí, distinguiéndose claramente de la que se observa en las especies representantes de distinto género, diferencias que son más evidentes en los perfiles de corteza, semilla y fruto.

c- Análisis de los grupos de metabolitos secundarios encontrados.

Con el objeto de conocer la composición que por grupos de

metabolitos presentan las especies estudiadas, se realizaron pruebas para determinar su presencia en las diferentes estructuras vegetales analizadas. Estas pruebas ofrecen una evaluación cualitativa, que se aprecian por cambios de coloración o formación de precipitados ante la presencia de un metabolito secundario dado y frente a un reactivo determinado.

De las pruebas aplicadas a los extractos hexánicos, sólo la de terpenos-esteroides dió resultados positivos en todas las estructuras, mientras que las de glicósidos resultaron negativas, a excepción de la semilla de *T.thevetioides* las pruebas con extractos metanólicos resultaron positivas para los cuatro grupos de metabolitos secundarios buscados.

Haciendo una comparación de los resultados obtenidos para las diferentes estructuras de las especies analizadas, que se presentan en las tablas 3 y 4, puede establecerse lo siguiente:

- El grupo de los glicósidos se encontró en todas las especies, en mayor concentración para *T.ovata* y *T.thevetioides*, en semilla, corteza y raíz, menos abundante en las especies de *Rauvolfia*.
- Los alcaloides se encuentran distribuidos en todas las estructuras analizadas de *R.ligustrina* y *R.tetraphylla*, presentándose en mayores concentraciones en corteza y raíz de ambas especies. En las especies del género *Thevetia*, reacciones son sólo ligeramente positivas.
- En cuanto a los flavonoides, son más abundantes para en de *Thevetia* (++++) y en concentración decreciente en semilla y corteza de las especies de este género, mientras que para las

especies de *Rauvolfia* presentan la prueba dió resultados de ligeramente positivos a positivos (+).

- Los terpenos-esteroides se encontraron en todas las estructuras de las especies analizadas, pero en concentraciones menores para las especies de *Rauvolfia*. En en corteza y raíz se observó la mayor concentración.

d- Análisis de los perfiles determinados para Alcaloides.

Conociendo de antemano la amplia distribución del grupo de los alcaloides en las especies del género *Rauvolfia*, y una vez confirmada su presencia mediante las pruebas correspondientes, se procedió a determinar los perfiles respectivos, empleando como patrón reserpina, que es el alcaloide característico de las especies del género *Rauvolfia*. Se prepararon dos series de extracciones: ácida y alalina, cuyos resultados se presentan en la figura 2, de cuyo análisis se desprende lo siguiente:

- Aún cuando las pruebas correspondientes para alcaloides en *Thevetia*, resultaron ligeramente positivas, como era de esperarse, su presencia no se confirmó en estos perfiles, ya que las marcas que se aprecian sólo se observaron con luz ultravioleta, pero no se revelaron con el reactivo de Dragendorff, revelador específico para el grupo.
- De las 2 especies de *Rauvolfia*, *R. ligustrina* presentó marcas distintas al patrón y al perfil de *R. tetraphylla* en todas las estructuras; en raíz y en corteza el perfil de la extracción ácida tuvo más marcas, en tanto que en hoja y

tallo fue a la inversa. Esto se pudo observar también en los perfiles de *R. tetraphylla*.

- Los perfiles de *R. tetraphylla*, ponen de manifiesto la presencia de reserpina en raíz y corteza de esta especie por el desplazamiento paralelo de la marca al control y por revelarse con Dragendorff. En las figuras 2c y 2d, puede observarse que la reserpina se extrajo en mayor proporción en medio ácido.

e- Análisis de los perfiles determinados para terpenos - esteroides.

Por fuentes bibliográficas (Beauregard, 1986; Cruz et al, 1977 y otros), se conocía previamente que los glicósidos cardiacos se encuentran ampliamente distribuidos en las especies que integran el género *Thevetia*. La presencia de glicósidos fue puesta en evidencia por las pruebas correspondientes, aunque ahí no pudo asegurarse que todos ellos fueran del tipo de los cardiacos. Con la finalidad de corroborar su presencia, se determinaron estos perfiles, empleando como patrón tevetina (figura 4), el triglicósido cardiaco purificado por recristalización a partir de los extractos metanólicos de semillas de *T. thevetioides* y empleando como revelador el reactivo de Liebermann-Burchard, específico para este grupo de metabolitos estudiado. Los perfiles que se muestran en la figura 3, ponen de manifiesto que:

- La tevetina se encuentra presente en semilla y fruto y su acetato en las estructuras restantes de ambas especies de *Thevetia*, ya que las marcas que representan a estos compuestos, además de correr paralelamente al control,

se revelaron con los mismos colores que este. Se aprecia además, que el glicósido se encuentra en mayor proporción en *T.thevetioides* .

- Las especies de *Rauvolfia*, aunque si presentaron marcas al revelar con Lieberman-Buschard, no corresponden a la tevetina.

f - Composición en acidos grasos de las semillas de *T.ovata* y *T.thevetioides*.

La tabla 6, incluye los porcentajes correspondientes a los ácidos grasos principales, presentes en las muestras estudiadas, cuyos valores son muy similares. El mayor porcentaje corresponde al ácido oleico y el menor el ácido esteárico. Si se comparan estos valores con los registrados en la bibliografía para otras especies del género en cuestión- por ejemplo *T.ahouai* (Beauregard et al, 1986) y *T.neriifolia* (Cruz et al, 1977)- se observa que siempre es el ácido oleico el más abundante y el esteárico el que se presenta en menor concentración. No obstante, los porcentajes en que se presentan el ácido palmitico y el linoleico son variables, como se observa en el cuadro comparativo de la siguiente página que incluye las dos especies de *Thevetia* que fueron analizadas aquí respecto de otras dos especies del mismo género:

COMPOSICION EN ACIDOS GRAS S (%)				
ESPECIE	PALMITICO	ESTEARICO	OLEICO	LINOLEICO
T.ovata	22.50	6.62	49.22	21.66
T.thevetioides	21.93	6.27	49.11	22.68
T.neriifolia*	17.1	11.8	64.3	6.3
T.ahouai**	8.26	7.26	28.45	10.45

CUADRO COMPARATIVO DE LA COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS OBTENIDA
 PARA T.ovata y T.thevetioides, RESPECTO OTRAS DOS ESPECIES
 TOMADAS DE LA BIBLIOGRAFIA.

* tomado de Hegnauer, 1962.

** tomado de Beauregard et al, 1986.

g- Obtención de digitoxigenina.

Las semillas de las especies del género *Thevetia*, tienen gran contenido de triglicósidos cardenólidos, principalmente tevetina y su derivado acetilado (Cruz, et al, 1977). Este glicósido se compone de un trisacárido, que constituye la parte glucídica de la molécula, y una aglucona denominada digitoxigenina. La tevetina presenta interés porque podría ser sustituto de los glicósidos cardiacos provenientes de *Digitalis*, de ahila inquietud de obtenerlo, así como su aglucona para conocer su rendimiento y compararlo con el de otras especies.

La tabla 8 presenta el rendimiento obtenido de la hidrólisis

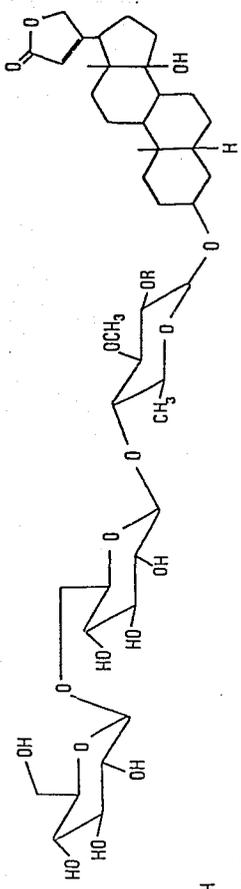
de la tevetina en las dos especies trabajadas y la tabla 9, el rendimiento en digitoxigenina. Se observa que son diferentes, ya que mientras para *T.ovata* se obtuvo un rendimiento de 0.13%, en las semillas de *T.thevetioides* el porcentaje fué de 0.35%. Ambos rendimientos son bajos, lo que es una constante entre las especies del género en cuestión y es una limitante para su empleo como substitutos de la digital. El siguiente cuadro presenta de manera comparativa los rendimientos obtenidos en este trabajo y los reportados en la bibliografía para otras dos especies del mismo género:

E S P E C I E	PESO SEMILLA	PESO EXT. CRUDO	PESO CRISTALES	DIGITOXIGENINA	
				peso	%
<i>T.ovata</i>	140 g	9.9g	1.48g	0.179g	0.13
<i>T.thevetioides</i>	160 g	11.7g	4.50g	0.553g	0.35
<i>T.ahouai*</i>	1000g	40.10g	16.32g	2.30g	0.23
<i>T.neriifolia**</i>	50g	6.28g	1.42g	0.080g	0.16

CUADRO COMPARATIVO DE LOS RENDIMIENTOS DE DIGITOXIGENINA ENTRE LOS RENDIMIENTOS OBTENIDOS PARA *T.ovata* Y *T.thevetioides* Y LOS REPORTADOS EN LA BIBLIOGRAFIA PARA *T.ahouai* y *T.neriifolia*.

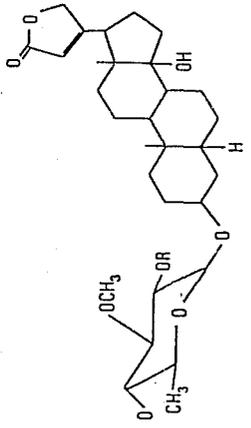
* tomado de Beuregard et al, 1986.

** tomado de Helfenberger und Reichstein, 1948.



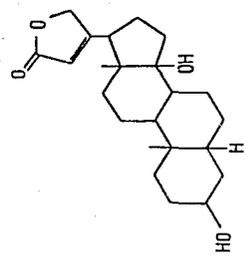
1 R=H

1a R=CH₃CO-



2 R=H

2a R=CH₃CO-



3

Fórmulas de los productos obtenidos

VI. CONCLUSIONES

a- Análisis morfológico.

1. Por lo que pudo observarse en el campo, las especies estudiadas que integran la familia Apocynaceae, se encuentran ampliamente distribuidas en el estado de Guerrero, asociadas a varios y diferentes tipos de vegetación, desde matorrales y vegetación secundaria hasta Bosques de *Quercus*, *Pinus-Quercus* y *Juniperus*.

2. Estas especies se asocian a vegetaciones perturbadas, principalmente. Las del género *Thevetia*, se presentan en matorrales secundarios derivados de Bosque tropical Caducifolio y Subcaducifolio, en poblaciones separadas por especie, aunque cercanas unas a otras. Las pertenecientes al género *Rauvolfia*, se encontraron en la misma comunidad; se localizan en bosques de galería, asociadas a cuerpos de agua permanentes y en comunidades vegetales más densas que las del género *Thevetia*.

3. El mayor rango de distribución en cuanto a tipo de vegetación y rango altitudinal, lo presenta *R. tetraphylla*, especie para la cual también hay mayor número de localidades citadas. En cuanto a *R. ligustrina*, sólo se encontró en una de las tres localidades para las que se tenía referencia, en el Chical, Petatlán.

4. De las dos especies de *Thevetia* en cuestión, ambas se encuentran ampliamente distribuidas, con registros para varias localidades de Guerrero. Se observó que su distribución obedece a factores edafológicos, ya que *T. thevetioides* se establece en

zonas con suelos que presentan superficies calizas, en tanto que *T.ovata* lo hace tanto en suelos calizos como en suelos de origen metamórfico.

5. Se ubicaron 3 nuevas localidades, una para *R.tetraphylla* en Taxco el Viejo, y dos más para *T.thevetioides*, en Pachivia y en Tlacoachistlahuaca.

6. En cuanto a su importancia etnobotánica, son especies con variados usos y es necesario realizar estudios más profundos.

7. De acuerdo al análisis realizado y a la información bibliográfica revisada, puede decirse que la familia se encuentra en radiación, ya que presenta abundantes géneros conformados por pocas especies y que se encuentra mejor distribuida en las zonas tropicales y subtropicales a nivel mundial. En México, su amplia distribución va desde los estados más sureños como Chiapas, hasta la región central del país, incluso se les encuentra en la Zona Urbana del Distrito Federal.

8. Se estableció la fenología cuyo ciclo se muestra en el cuadro 5

b. Análisis químico.

1. Los perfiles cromatográficos de los extractos son diferentes para cada una de las estructuras estudiadas en una misma especie. Comparados interespecíficamente, hay similitud intergenérica en algunos de ellos.
2. Los grupos de metabolitos que caracterizan los géneros analizados son:
 - a) el de los alcaloides, para las especies de *Rauvolfia*, que se presentan con mayor abundancia en la corteza y raíz de *R.tetraphylla*.
 - b) el de los glicósidos para las 2 especies de *Thevetia* presente en mayor concentración en semilla, carpo y corteza de ambas especies.
3. Se comprobó la presencia de reserpina en *R.tetraphylla* (corteza y raíz), por comparación contra patrones originales del mencionado alcaloide, pero no en *R.ligustrina*.
4. En las dos especies de *Thevetia* se encontró tevetina, pero su acetato, casi exclusivamente en *T.thevetioides*.
5. Los rendimientos de digitoxigenina obtenidos de semillas de *T.ovata* y *T.thevetioides*, fueron bajos como los reportados para otras especies. *T.ovata* ovata tiene menor cantidad del cardenólido que *T.thevetioides*.

VII. BIBLIOGRAFIA.

1. AGUILAR, A., C. ZOLLA (1982). PLANTAS TOXICAS DE MEXICO. I. M. S. S. MEXICO.
2. ARTHUR, H. (1956). -YOHIMBINE FROM THE BARK OF *Rauwolfia verticillata*. CHEMISTRY AND INDUSTRY. p.58
3. BEAUREGARD, J., E. BRATOEFF, G. RUBIO Y M. C. PEREZ-AMADOR (1986). ESTUDIO FITOQUIMICO DE *Thevetia ahourii* (L) D. C. (APOCYNACEAE). PHYTON, 46(1): 13-17; IV.
4. BORIKHINA, M., A. GUSEVA (1972). CHANGES IN THE COMPOSITION OF CARDIAC GLYCOSIDES DURING THE DRYING OF KENDYR (*Apocynum androsaefolium*) ROOTS. PRYKL. BIOKHIM. MIKROBIOL. (8), 62-64.
5. CASTILLO, O. (1984). LA FAMILIA APOCYNACEAE EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO, MEXICO, TESIS, FACULTAD DE CIENCIAS, U. N. A. M.
6. CRONQUIST, A. (1981). AN INTEGRAL SYSTEM OF CLASSIFICATION OF FLOWERING PLANTS. COLUMBIA UNIV. PRESS. NEW YORK.
7. CRUZ, A., I. GARCIA, J. IRIARTE, J. M. MUCHOWSKI AND I. REGLA. (1977). SEEDS OF *Thevetia* SPECIES AS AN ALTERNATIVE SOURCE OF DIGITOXIGENIN. J. ORG. CHEM., VOL. 42, NO. 22.
8. DIAZ, J. (1976). USOS DE LAS PLANTAS MEDICINALES DE MEXICO. MONOGRAFIAS CIENTIFICAS II. INSTITUTO MEXICANO PARA EL ESTUDIO DE LAS PLANTAS MEDICINALES A. C.
9. DJERASSI, C. AND J. FISHMAN (1955). ALKALOID STUDIES VII: TETRAPHILLINE AND TETRAPHYLICINE, TWO NEW ALKALOIDS FROM *Rauwolfia tetraphylla* L. CHEM AND IND. p. 67.
10. DJERASSI, C., J. FISHMAN, M. GORMAN, J. P. KUTNEY AND S. C. PAKRASHI (1956). ALKALOID STUDIES XV. ALKALOIDS OF *Rauwolfia tetraphylla* L. J. AM. CHEM. SOC. 78:1259.
11. DJERASSI, C., J. KUNTNEY, M. SHAMMA, J. SHOOLERY AND F. JOHNSON (1961). ALKALOID STUDIES XXVII. THE STRUCTURE OF SKYTANTHINE. CHEMISTRY AND INDUSTRY, P. 210-211.
12. DJERASSI, C., J. FISHMAN, M. GORMAN, J. KUTNEY AND S. PAKRASHI (1957). ALKALOID STUDIES XVI. ALKALOIDS OF *Rauwolfia tetraphylla* L. THE STRUCTURES OF TETRAPHYLICINE AND TETRAPHYLICINE. J. AM. CHEM. SOC. 79:1217-1222.
13. DOMINGUEZ, X., D. BUTRUILLE Y P. PEREYRA (1976). ESTUDIO PRELIMINAR DE *Stemmadenia galeottiana*. REV. LAT. QUIM. 7, 98.

14. GORMAN, M., N. NEUS ET AL. (1957). ALKALOID STUDIES XIX: THREE HAWAIIANS SPICES OF *Rauvolfia*. TETRAHEDRON, 1:328.
15. GORMAN, M., N. NEUS, N. CONE AND J. DEYRUP (1960). ALKALOIDS FROM APOCYNACEAE III. ALKALOIDS OF -- *Tabernaemontana* and *Ervatamia*. THE ESTURCTURE OF CORONARIDINE. A NEW ALKALOID RELATED TO IBOGAMINE. J. AM. CHEM. SOC. 82:1142-1145.
16. GOUTAREL, R. (1960). ALKALOIDES STEROIDES DES APOCYNACEES. BULL. SOC. CHIM. p. 769-774.
17. GOUTAREL, R. (1961). STEROIDES AMINES NATURELS DES APOCYNACEAE. TETRAHEDRON, 14, p. 126-137.
18. GOUTAREL, R., A. CAVE, L. TAN ET M. LEBOEUF (1962). ALCALOIDES STEROIDES XII. SYNTHESSES DE L'HOLAPHYLLAMINE ET DE L'HOLAMINE. BULL. SOC. CHIM. p. 646.
19. HALFTER, G. (1964). LA ENTOMOFAUNA MEXICANA, IDEAS ACERCA DEL ORIGEN Y DISTRIBUCION. FOLIA ENTOMOLOGICA MEXICANA. SOC. BOT. ENT. MEX. I. P. N., MEXICO.
20. HEGNAUER, R. (1962). CHEMOTAXONOMIE DEL PFLANZEN. VOL. I. BASEL. p. 124 - 163.
21. HELFENBERGER, H. UND T. REICHSTEIN (1948). 197. THEVETIN. I. GLYKOSIDE UND AGLYKONE, 37 MITTEILUNG. HELV. CHIMICA ACTA. 31 (1470).
22. HU, B., Z. TIAN, Z. LOU, (1988). ISOLATION OF FLAVONOID GLYCOSIDES FROM THE *A. venetum*. ZHIWEN XUEBAO, 30(5), 565-568.
23. JANOT, M., A. CAVE ET R. GOUTAREL (1959). BULL. SOC. CHIM. p. 896.
24. JANOT, M. (1961). SUR LA GEOSOSPERMINE. TETRAHEDRON, 14: 113.
25. JANOT, M., F. LANE ET R. GOUTAREL (1962). ALCALOIDES STEROIDES XIII. STRUCTURE DE LA MALOUPHYLLINE, ALCALOIDE DES FEUILLES DU *Malouettia bequaertiana* E. Woodson. BULL. SOC. CHIM. p. 648-651.
26. KINGSBURY, J. (1965). POISONOUS PLANTS OF THE UNITED STATES AND CANADA. PRENTICE-HALL, INC. ENGLEWOOD CLIFFS. NEW JERSEY.
27. KHUONG-HUU AND R. GOUTAREL (1973). STEROIDAL ALKALOIDS OF THE APOCYNACEAE AND THE BUXACEAE. ALKALOIDS (LONDON), 3: 258-278.
28. KHUONG-HUU AND R. GOUTAREL (1974). STEROIDAL ALKALOIDS OF THE APOCYNACEAE, BUXACEAE AND ASCLEPIADACEAE AND OF THE Salamandra-Phyllobates GROUP. ALKALOIDS (LONDON), 4: 346-382.
29. KHUONG-HUU AND R. GOUTAREL (1975). SEROIDAL ALKALOIDS OF THE APOCYNACEAE, BUXACEAE, ASCLEPIADACEAE AND OF THE

- Salamandra-Phyllobates GROUP. ALKALOIDS (LONDON),5:242-255.
30. KLOHS, M., F. KELIER, R. WILLIAMS AND G. KUSSEROW (1956). ALKALOIDS OF *Rauvolfia canescens* Linn. III. PSEUDORESERPINE. CHEM. AND IND. p.187.
 31. LE MEN, J. (1960). PALLAVALLERINE: ALCALOIDE STEROIDIQUE DU *Paravallaris microphylla* Pitord (APOCYNACEES). BULL.SOC.CHIM. p.860.
 32. MARTINEZ, M. (1969). PLANTAS MEDICINALES DE MEXICO. ED.BOTAS.
 33. MUSGALIEV, U., T. CHUMBALOV, G. NURGALIEVA, E. TEGISBAEV (1973), QUERCETIN, ISOQUERCETIN AND APOCYNINE FROM *Apocynum lancifolium* and *Apocynum pictum*. KHIM. PRIR. SOESDIN. 9(3),431.
 34. NEUS, N., H. BOAZ, J. FORBES (1955). *Rauvolfia* ALKALOIDS III: RECANESINE A NEW SEDATIVE PRINCIPLE OF *Rauvolfia canescens* Linn. 70:4087.
 35. ORFEO, . ET AL. (1956). J. ORG. CHEM. 21:97.
 36. PEREZ-AMADOR, M. C., A. GONZALEZ E., D. SALOMA, F. GARCIA JIMENEZ Y O. COLLERA (1982). ESTUDIO COMPARATIVO DE ACEITES DE SEMILLAS DE CONVULVULACEAE. *PHYTON* 42(1): 93-101; IV.
 37. POISSON, ., M. JANOT ET AL (1958). STRUCTURE DE LA SEREDINE. BULL.SOC.FRA. p.1195.
 38. RZEDOWSKY, J. (1978). VEGETACION DE MEXICO. LIMUSA, MEXICO.
 39. RZEDOWSKY, J. (1983). FLORA FANEROGAMICA DEL VALLE DE MEXICO. VOL.II. E.N.C.B. INST. DE ECOLOGIA, MEXICO.
 40. RAFFAUF, F. (1960). ALKALOIDS OF THE APOCYNACEAE. ECON.BOT. 14:37-55.
 41. RAO, A.S. (1956). A REVISION OF *Rauvolfia* WITH PARTICULAR REFERENCE TO THE AMERICAN SPECIES. ANN. MISSOURI BOT. GARD. 43: 253-254.
 42. STANDLEY AND WILLIAMS (1966). FLORA OF GUATEMALA. FIELDIANA BOTANY, VOL. 24, PART VIII, NO. 1 AND 2. CHICAGO NAT. HISTORY MUSEUM.
 43. SWAIN, T. (1963). CHEMISTRY PLANTS TAXONOMY. ACAD. PRESS. p.337-358.
 43. TAYLOR, W. (1957). IBOGA ALKALOIDS III. THE STRUCTURES OF IBOGAINE, IBOGAMINE AND TABERNANTINE. J. AM.CHEM. SOC.79:3298.
 44. WALLS, F., O. COLLERA AND A. SANDOVAL L. (1958). ALKALOIDS FROM *Stemmadenia* SPECIES - I. TETRAHEDRON VOL.2 : 173 - 178.

45. WEISSENORN, F., M. MOORE AND P. DIASSI (1954). CHEM. AND IND. 375, 73.
46. WILLIS, J. (1973). A DICTIONARY OF THE FLOWERING PLANTS AND FERNS. CAMBRIDGE, UNIV, PRESS.
47. WOODSON, R. (1930). STUDIES IN THE APOCYNACEAE I. (A CRITICAL STUDIES OF THE APOCYNACEAE, WITH SPECIAL REFERENCE TO GENUS *Apocynum*). ANN. MISSOURI BOT. GARD. 17:1-83.
48. WOODSON, R. Jr. (1936). THE STUDIES IN THE APOCYNACEAE IV (AMERICAN GENERA *Echitoide*). ANN. MISSOURI BOT. GARD. 23:169-424.
49. WOODSON, R. E (1940). STUDIES IN THE APOCYNACEAE IV. ANN. MISSOURI BOT. GARD. 24: 11.