

193
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**"EVALUACION FITOQUIMICA DE
Jatropha stephani (Euphorbiaceae)"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

LUZ MARIA PEREZ GARCIA



México, D. F.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

CIUDAD UNIVERSITARIA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
División de Estudios
Profesionales
Exp. Núm. 55

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Universidad Nacional Autónoma de México.
P r e s e n t e .

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo
revisado el trabajo de tesis que realizo LA pasante LUZ MARTA
PÉREZ GARCÍA.
con número de cuenta 8320769-9 con el título: "Evaluación
Fitoquímica de *Jatropha stephani* (Euphorbiaceae)".

Consideramos que reúne los méritos necesarios para que pueda conti-
nuar el trámite de su Examen Profesional para obtener el título de -
 Biólogo.

GRADO NOMBRE Y APELLIDOS COMPLETOS

FIRMA

Dra. María Cristina Pérez-Amador Barrón
Director de Tesis

Biol. Josefina Herrera Santoyo.

Dra. Patricia Guevara Pefer.

Biol. Marco Antonio Montes Flores.

Suplente

Biol. José Luis Regino Contreras Jiménez.

Suplente

Ciudad Universitaria, D.F., a 5 de abril

de 1994

Esta tesis se realizó en el laboratorio de Química del departamento de Biología de la Facultad de Ciencias, bajo la dirección de la Dra. Ma. Cristina Pérez Amador y la asesoría técnica de la Biol. Josefina Herrera Santoyo y de la Quím. Aída Nelly García Argáez.

A mis sinodales:

Dra. Ma. Cristina Pérez Amador.

Biol. Josefina Herrera Santoyo.

Dra. Patricia Guevara Fefer.

Biol. Marco Antonio Montes Flores.

Biol. José Luis Regino Contreras Jiménez.

Gracias sinceramente por sus observaciones y comentarios que contribuyeron a la elaboración de este escrito.

Agradezco al Biol. Jaime Jiménez R. por su ayuda bibliográfica.

Manifiesto de manera especial mi agradecimiento a la Dra. Ma. Cristina Pérez Amador y a la Biol. Josefina Herrera Santoyo, por sus valiosos aportes que, con paciencia y dedicación me otorgaron, además del tiempo y las facilidades necesarias concedidas para el desarrollo de este trabajo.

A mis padres y hermanos:

Con respeto y cariño, por el gran apoyo que me han brindado para poder lograr una meta más en mi vida.

A mis amigos:

Por su afecto y comprensión en los momentos difíciles de superar.

EVALUACION FITOQUIMICA DE

Jatropha stephanii (Euphorbiaceae)

INDICE

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	4
UBICACION TAXONOMICA	5
DESCRIPCION ESPECIFICA	6
ANTECEDENTES QUIMICOS	9
METODOLOGIA	17
RESULTADOS Y DISCUSION	22
TABLAS Y FIGURAS	25
CONCLUSIONES	59
REFERENCIA	60

INTRODUCCION

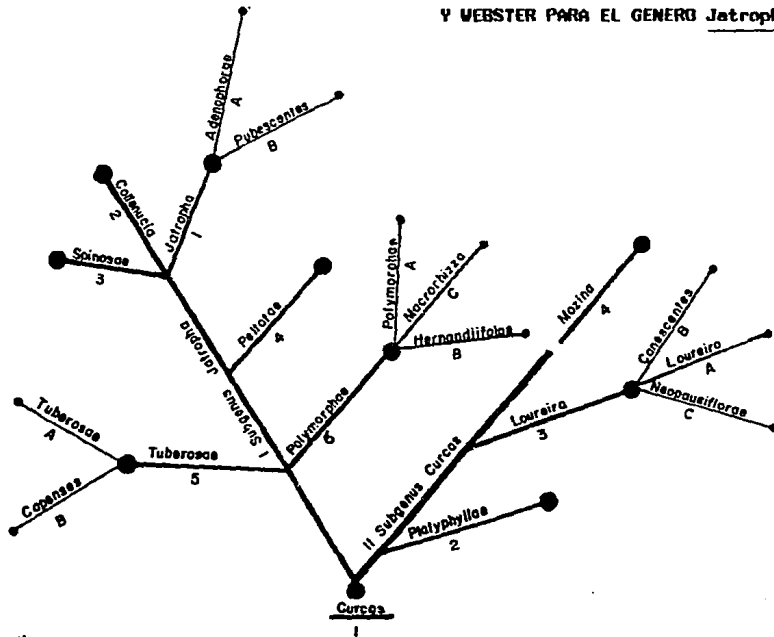
México es un país con gran variedad en especies vegetales, por tal motivo, las funciones del taxónomo son importantes, entre ellas describir la diversidad del mundo viviente y su clasificación. Con frecuencia esta función se toma compleja, ya que en ocasiones las diferencias de caracteres entre especies son pequeñas y crean por lo tanto confusión, induciendo entonces, al taxónomo al uso de diferentes herramientas, teniendo así más posibilidades de enfoque que amplían su criterio para discernir entre especies.

Un apoyo taxonómico importante, es el aportado por las características químicas, estudiadas por la quimiotaxonomía, "que usa los caracteres químicos, en particular los llamados metabolitos secundarios (alcaloides, terpenoides, flavonoides, etc.) de un conjunto de organismos para determinar su posición en una clasificación jerarquizada evolutivamente de los seres vivos. Aunque en la mayoría de los casos la quimiotaxonomía sólo ha añadido evidencia confirmatoria a las clasificaciones de los taxónomos o ha servido para reforzar algunas decisiones taxonómicas, es indudable que la adición de información química a los caracteres macro y micromorfológicos de los vegetales hará más seguras las decisiones taxonómicas" (29).

Esta problemática taxonómica se presenta en el género Jatropha (Euphorbiaceae), descrito por Linneo en 1737 (30) en su *Genera Plantarum*; es un género complejo y ha sufrido varios arreglos desde entonces. Dehgan y Webster en 1979 (31), basándose en características morfológicas, anatómicas y citológicas, proponen un arreglo taxonómico, el más aceptado actualmente, en el cual dividen el género en dos subgéneros, el subgénero *Curcas* (ampliamente distribuido en América, especialmente en los desiertos de Sonora, Chihuahua, Arizona y Texas) y el subgénero *Jatropha* (ampliamente distribuido en África), con 10 secciones y 10 subsecciones (Esquema 1).

Relacionando lo anterior y para contribuir a los estudios taxonómicos del género Jatropha, que presenta gran diversidad de especies, algunas con características morfológicas similares, se realiza una evaluación química de Jatropha stephani Jiménez Ramírez et Martínez Gordillo, como una contribución a la información fitoquímica del género.

ESQUEMA 1. ARREGLO FILOGENETICO PROPUESTO POR DEHGAN Y WEBSTER PARA EL GENERO Jatropha.



● Section
● Subsection

OBJETIVOS

Objetivo general.

Realizar un estudio fitoquímico preliminar que contribuya al conocimiento de Jatropha stephani, especie de registro reciente (1991).

Objetivos particulares.

1. Obtener extractos de: Hoja, tallo, fruto y látex.
2. Determinar grupos de metabolitos secundarios en los extractos.
3. Obtener perfiles cromatográficos de estos extractos.
4. Separación de compuestos mediante cromatografía en columna y analizarlos por espectrometría.

UBICACION TAXONOMICA (CRONQUIST, 1981)

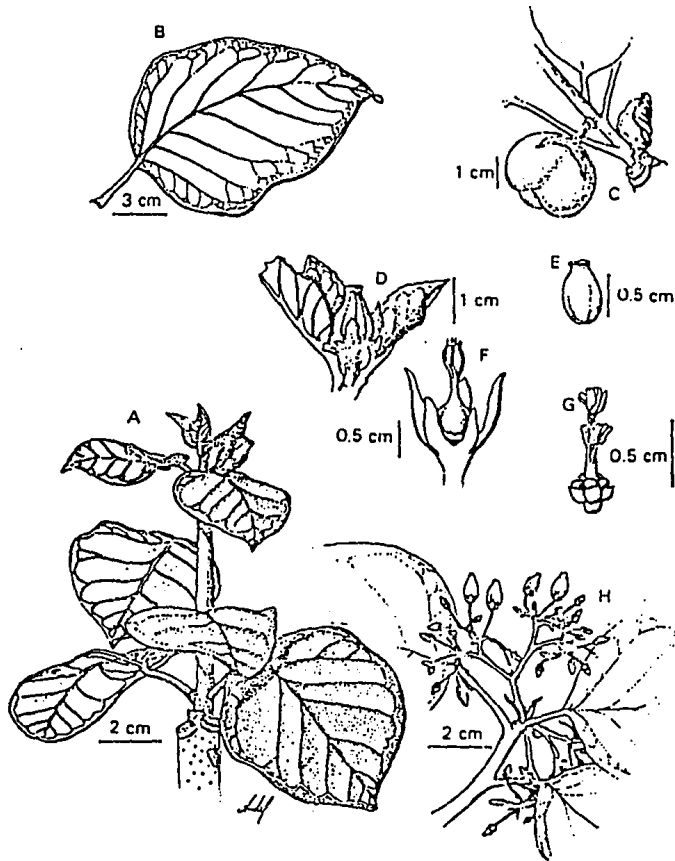
DIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Rosidae
ORDEN	Euphorbiales
FAMILIA	Euphorbiaceae
GENERO	<u>Jatropha</u>
SUBGENERO	Curcas
SECCION	Loureira
SUBSECCION	Loureira
ESPECIE	<u>Jatropha stephani</u> Jiménez Ramírez et Martínez Gordillo.

DESCRIPCION ESPECIFICA

Arbol caducifolio, dioico de 5-6 m de alto, corteza dorada y exfoliante en el fuste y ramas viejas, ramillas con la corteza íntegra, gris pruinosas. Hojas y flores en braquiblastos o en ramillas alargadas, estípulas cilíndricas de ca. 1 mm de largo, con una glándula apical, pecíolo (3-) 3.5-4 cm de largo, 2.2-2.3 mm de grueso, cubierto por finas escamas peltadas, lámina ovada o anchamente ovada, 10-14.4 cm de largo, (7.5-)8-12.5 cm de ancho, venación broquidódroma, (venas elevadas en el envés), base cuneada a truncada, ápice agudo o raramente redondeado (en ambos casos mucronado), margen entero, cubierto por glándulas sésiles (ausentes en la madurez), haz lustroso, glabro o con algunos pelos rojizos en las venas, envés veloso o glabro. Inflorescencia estaminada cimosa, con pedúnculo de 1.1-2.2 cm de largo, rama secundaria 1-2.2 cm de largo, las ramificaciones subsecuentes muy cortas y variables en su longitud, pedicelo 5-10 mm de largo, brácteas triangulares de 2-2.5 mm de largo, flores femeninas solitarias o en pares (ocasionalmente existen en la base del pedicelo ramificaciones rudimentarias), pedicelo 4-6 mm de largo. Flor estaminada rosada, sépalos oblongos u ovados, 2.2-2.5 mm de largo, 1.5-1.9 mm de ancho, ápice ligeramente mucronado, margen entero, superficie adaxial glabra, superficie abaxial pilosa, corola urceolada, 10-13 mm de largo, lóbulos pilosos de 1.8-2 mm de largo, disco formado por 5 glándulas elipsoides, ca. 0.8 mm de alto por ca. 0.9 mm de ancho, estambres biseriados, la serie externa de 3.5-5.1 mm de largo y connada de un cuarto a un tercio de su longitud, la serie interna de 7.8-8.1 mm de largo y connada de un cuarto a un tercio de su longitud, anteras estrechamente oblongo-lanceoladas 2.2-2.3 mm de largo las de la serie externa y 3-3.1 mm de largo las de la serie interna. Flor pistilada blanca (con algún tinte rosado), sépalos desiguales, 3 estrechamente oblongos u oblongo-lanceolados de 8-11 mm de largo por 4.5-5 mm de ancho, 2 lanceolados de 6.7 (10) mm de largo por 3-3.8 mm de ancho, ápice ligeramente mucronado, margen con algunas glándulas sésiles, superficie adaxial tomentulosa en el tercio superior, superficie abaxial tomentulosa y con algunas glándulas idénticas a las del margen, corola urceolada, 13-14 mm de largo, lóbulos triangulares de 2.4-2.5 mm de largo, disco formado por

glándulas connadas (sólo existe una división transversal) de 1.1-1.2 mm de alto, ovario trilocular, estilo con tres ramas bifurcadas (2 estigmas por rama). Fruto (inmaduro) con 3 ó 2 semillas (por aborto de un óvulo), de ca. 3 cm de alto por ca. 4 cm de ancho, sépalos persistentes y acrescentes, pedicelo 8 mm de largo, semillas maduras desconocidas.

Habitat y datos fenológicos. Especie de distribución restringida a los alrededores de la Presa del Infiernillo, en el extremo occidental de la depresión del río Balsas (sólo conocida en Michoacán, México). En lomeríos de pendiente mediana con suelos pedregosos y rojizos, que sostienen a un bosque tropical caducifolio en cuyo estrato arbóreo es frecuente encontrar Stenocereus quevedonis, Acacia coulteri, Cordia sp. y Bursera spp., a una altitud de 390 m. Florece e inicia la fructificación en junio (33).



Jatropha stephani

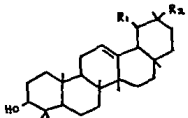
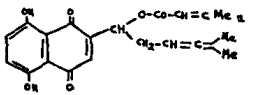
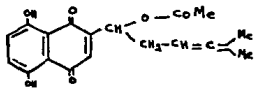
ANTECEDENTES QUIMICOS

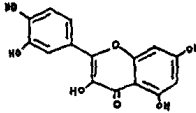
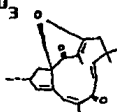
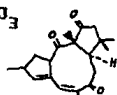
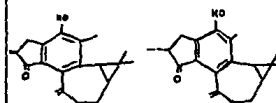
Las Euphorbiaceas comprenden una serie de géneros de importancia Industrial, entre los que se encuentran plantas que producen hule (Hevea brasiliensis, la más importante), plantas oleaginosas (Ricinus communis, especies de Aleurites), plantas comestibles (especies de Manihot). Muchas especies tienen importancia local como plantas medicinales o venenosas (especies de los géneros Ricinus, Croton, Euphorbia).

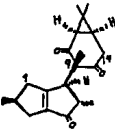
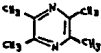
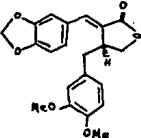
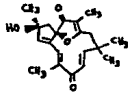
Esta familia tiene compuestos terpénicos (diterpénicos y triterpénicos), flavonoides, alcaloides, sin que se pueda decir que algunos de ellos sean característicos de la familia (32).

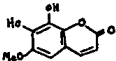
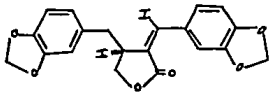
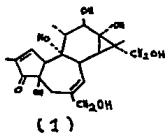

Los estudios sobre el género Jatropha se han desarrollado en campos como el de la medicina tradicional. J. heyneii y J. grossidentata llamada comúnmente "Canioja", se utilizan en la India (4, 22); las semillas de J. multifida y J. curcas son frecuentemente usadas por su acción purgante en países tropicales (15); J. dioica var. sesiiflora es comúnmente conocida como "Sangredrigo" o "Sangre de Drago" y llamada "Tlapelex ptali" por los aztecas (8).

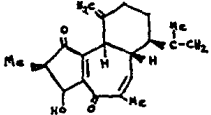
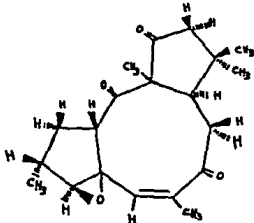
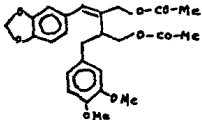
En cuanto a la fitoquímica, se han determinado las estructuras de compuestos encontrados en diferentes especies, algunos de los cuales se encuentran en las siguientes tablas:

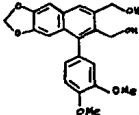
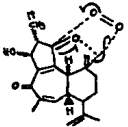
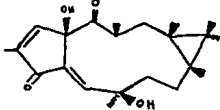
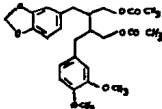
COMPUESTO	ESTRUCTURA	ESPECIE	REFERENCIA
Jatrophina	$C_{14}H_{26}O_6N$	<u>Jatropha gossypifolia</u> L. var. <u>elegans</u> . (corteza). <u>J. macrantha</u>	1
Urensol	 $C_{30}H_{50}O$ Estructura tentativa del urensol R_1 y R_2 puede ser CH_3 y H	<u>Jatropha urens</u> Mill. (Parte aérea).	2
(1) 3,3-dimetil-acril- shikonina. (2) acetilshikonina. (Pigmentos responsa- bles de la colora- ción roja obscura de la madera)	 	(1) <u>Jatropha glandulifera</u> Roxb. (ramas y troncos). (2)	3

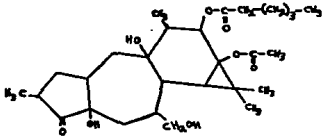
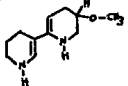
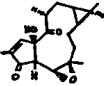
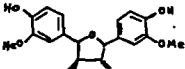
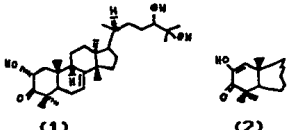
COMPUESTO	ESTRUCTURA	ESPECIE	REFERENCIA
Quercetina Quercetina-3-galactósido } 1 Vitexina Isovitexina	 <p>Quercetina</p>	(1) <u>Jatropha haynli</u> Balboa. Nov. (hojas secas).	4
Apigenina, vitexina e Isovitexina } 2		(2) <u>Jatropha curcas</u> L. (hojas frescas).	
Quercetina, apigenina, vitexina, Isovitexina y rutina. } 3		(3) <u>Jatropha podagrica</u> Hook. (tallo).	
Jatrofona Actividad: Antitumoral	$C_{20}H_{24}O_3$ 	<u>Jatropha gossypifolia</u> L. (raíz).	5
Jatrofatriona Actividad: Antitumoral	$C_{20}H_{26}O_3$ 	<u>Jatropha macrohiza</u> Benth. <u>Jatropha gossypifolia</u> L.	6
Jatrofolona A (1) Jatrofolona B (2)	 <p>(1) (2)</p>	<u>Jatropha gossypifolia</u> L. (raíz).	7

COMPUESTO	ESTRUCTURA	ESPECIE	REFERENCIA
<p>Riolozatriona</p> <p>Actividad: Química</p>		<p><u>Jatropha dioica</u> var. <u>sessiliflora</u> Hook. (raíz).</p>	<p>8</p>
<p>Tetramethylpyrazina</p> <p>Actividad: Antibacteriana Cardiovascular</p>		<p><u>Jatropha podagrica</u> Hook. (tallo).</p>	<p>9</p> <p>10</p>
<p>Lignano: 2-piperonilidina-3-veritriil-3R-1-butiracetona.</p>	<p>$C_{21}H_{20}O_6$</p> 	<p><u>Jatropha gossypifolia</u> L. (tallo, raíz y semilla).</p>	<p>11</p>
<p>2B-Hydroxy-5,6-Isojatrofona</p> <p>Actividad: Antineoplásica</p>	<p>$C_{20}H_{24}O_4$</p> 	<p><u>Jatropha gossypifolia</u> L. (raíz).</p>	<p>12</p>

COMPUESTO	ESTRUCTURA	ESPECIE	REFERENCIA
Jatropholona-A (1)	$C_{20}H_{24}O_2$ (1)	<u>Jatropha glandulifera</u> Roxb. (raíz).	13,3
Lignano-cumarina (2)	$C_{20}H_{18}O_7$ (2)		
Fraxetina (3)	 (3)		
Gadolina		<u>Jatropha gossypifolia</u> L. (semilla, raíz y tallo)	14
16-hidroxi forbol (1)	 (1)	<u>J. podagrica</u> } 1 <u>J. multifida</u> }	15
12-desoxi-16-hidroxi forbol (2)		<u>J. curcas</u> } 2 <u>J. gossypifolia</u> } (semilla)	
Citral, timol, carvacrol y 5-hidroxi-7,4-dimetoxilavona Actividad: Antimicrobiana Antifúngica	 Citral	<u>Jatropha podagrica</u> Hook. (tallo).	17

COMPUESTO	ESTRUCTURA	ESPECIE	REFERENCIA
<p>Jaherina Actividad: Antifúngica Antibacteriana</p>		<p><u>Jatropha zeyheri</u></p>	<p>18</p>
<p>B-sitosterol Jatrophiolona B Riolozatriona Citialitriona (1)</p>	 <p>(1)</p>	<p><u>Jatropha dioica</u> var. <u>sessiliflora</u> Hook. (Rafz).</p>	<p>19</p>
<p>Prasanthalina</p>		<p><u>J.gossypifolia</u> L. (Parte aérea).</p>	<p>20</p>

COMPUESTO	ESTRUCTURA	ESPECIE	REFERENCIA
Lignano aryl naphthaleno, 2,3-bis-(hydroxymetil)- 6,7-metilenedioxy-1-(3,4-dimetoxifenil)- naphthaleno.		<u>J.gossypifolia L.</u> (semilla, raíz y tallo)	21
Jatrogrossidiona (1) 2-EpIJatrogrossidiona(2)	 1:CH ₃ 19 α 2:CH ₃ 19 B	<u>J.grossidentata Pax ex Hoff.</u> (raíz).	22
Japodagrol Actividad: Citotóxica		<u>J.podagrica Hook.</u> (varias partes de la - planta).	23
Dihidropresanthalina		<u>J.gossypifolia L.</u> (Parte aérea).	24

COMPUESTO	ESTRUCTURA	ESPECIE	REFERENCIA
Ester del forbol		<i>Jatropha galvani</i> Jiménez et Contreras. (Hojas).	25
Alcaloides	$C_{11}H_{18}N_2O$ 	<i>Jatropha gossypifolia</i> L. (látex).	26
Jatrogrossidion (1)		(1) <i>Jatropha grossidentata</i> Pax ex Hoff. (raíz).	27
Lignano (2)		(2)	
Trihydroxy Katone (1) y Diosphenol (2) Triterpenoides		<i>Jatropha gossypifolia</i> L. (hoja).	28

METODOLOGIA

1.Preparación del material

1.1.Colecta

El material utilizado se colectó en el estado de Michoacán:Municipio de Arteaga, 1 km al Oeste de El Reparito, orilla de la carretera Arteaga Nueva Italia, dentro de la cuenca baja del río Balsas. Se colectaron hojas, tallos y látex (II) en septiembre de 1986, fruto y nuevamente látex (I) en septiembre de 1988.

1.2.Secado

1.2.1.Hoja, tallo y fruto. Se colocaron sobre papel periódico y se dejaron secar a temperatura ambiente.

1.2.2.Látex. Se colocaron las diferentes muestras de látex en cajas de Petri y se secaron a baño de vapor.

1.3.Molienda

1.3.1.Hoja y tallo. Se procedió a una molienda fina con un molino de aspas.

1.3.2.Fruto. Se separó en pericarpo y semilla, en seguida se molieron en un mortero.

1.3.3.Látex. Se pulverizó en un mortero.

2.Preparación de extractos.

2.1.Extractos hexánicos.

Se efectuaron 3 extracciones consecutivas a reflujo durante 8 horas de hoja (20 g), tallo (20 g), pericarpo (6.1 g) y semilla (10.8 g).

Al término de cada extracción de la misma muestra, se filtró la solución y se evaporó en rotavapor a sequedad. Los extractos se pesaron y se calculó su rendimiento (Tabla 1).

2.2.Extractos metanólicos.

Después de haber hecho las extracciones hexánicas, el material (hoja, tallo, pericarpo y semilla) se extrajo con metanol agregando disolvente hasta cubrir las muestras. Cada muestra se sometió a 3 extracciones consecutivas a reflujo durante 8 horas cada una. El

disolvente se evaporó en rotavapor a sequedad, los extractos se pesaron y se calculó su rendimiento (Tabla 2).

2.3. Extractos de látex.

El látex I (2.098 g) y el látex II (4.762 g), se extrajeron con 3 disolventes de polaridad creciente: acetona, etanol y agua, utilizando un volumen de 15 a 30 ml aproximadamente, suficiente para cubrir las muestras. Con acetona se efectuó una extracción en frío, seguida de 2 extracciones con etanol, una en frío y otra a reflujo, y con agua una extracción a reflujo.

Al término de cada extracción se filtró la solución, se concentró y se reunieron los 3 extractos de un mismo disolvente en un frasco. Para los extractos acuosos se procedió a liofilizar la solución. Una vez secos todos los extractos, se pesaron y se calculó su rendimiento (Tabla 3).

3. Análisis de los extractos.

3.1. Preparación de las soluciones.

Se prepararon 10 ml de solución clorofórmica de los extractos hexánicos de las muestras analizadas (hoja, tallo, pericarpo y semilla) a una concentración de 5 mg/ml, y otra metanólica, a la misma concentración, de los extractos metanólicos. En igual forma se prepararon soluciones metanólicas para los extractos de látex. Una vez preparadas estas soluciones se tomó 1 ml de cada una para realizar las pruebas de alcaloides, flavonoides, terpenos-esteroides, glicósidos, saponinas y taninos.

3.2. Determinación de grupos de metabolitos secundarios.

Alcaloides. Se tomó 1 mililitro de cada una de las soluciones problema, se evaporaron a sequedad y se redisolieron en 1 mililitro de HCl 1 %, se les adicionó a todas 2 gotas del reactivo correspondiente (reactivo Dragendorff o reactivo de ácido silicotúngstico). La prueba es positiva si hay precipitado.

Flavonoides. Se evaporó a sequedad 1 mililitro de las soluciones problema disolviendo en etanol o metanol. Se agregó un trozo de limadura de magnesio y una gota de HCl concentrado. La prueba de Shinoda es positiva si la solución vira a color anaranjado, roja-azulosa, violeta, verde o azul.

Terpenos y esteroides. A un mililitro de las soluciones problema llevadas a sequedad y redisolvidas en cloroformo, se les agregó 1 ml del reactivo de Liebermann-Burchard. La prueba es positiva si la solución vira a verde-azul para terpenos y rojo-violeta en el caso de esteroides.

Glicósidos. Se determinaron con el reactivo de Molisch, mediante la evaporación a sequedad de 1 mililitro de las soluciones problema y redisolviendo en etanol. Se les agregó 2 gotas de ∞ naftol en etanol al 5% y 1 mililitro de ácido sulfúrico concentrado, este último se adicionó lentamente para formar 2 fases, el anillo violeta (entre las 2 fases) indica la presencia de glicósidos.

Saponinas. Se utilizó 1 mililitro de la solución problema de los extractos, se agregó 1 mililitro de agua destilada, y se agitó fuertemente durante 30 segundos. La prueba es positiva si se produce espuma que dure 5 minutos o más.

Taninos. Se determinaron utilizando el reactivo de Gelatina-sal. A 1 mililitro de las soluciones problema se les adicionó 0.5 mililitro de una de las 3 soluciones del reactivo, de la misma forma se procedió para las 2 soluciones restantes del reactivo. La prueba es positiva si se forma precipitado en los tubos de gelatina y gelatina-sal.

Los resultados de estas pruebas se encuentran en las tablas 5, 7 y 8.

3.2.1.Extractos hexánicos.

Al redisolver en hexano los extractos de hoja y tallo, se formaron precipitados, a los cuales se les determinó su punto de fusión (Tabla 4).

El extracto hexánico de semilla, un aceite, se analizó para conocer su composición en ácidos grasos. Se pesó una muestra de 1.61 g del aceite, se le adicionaron 8 ml de KOH 0.2 N y se sometió a reflujo por 4 horas. Se dejó enfriar y se adicionó un volumen igual (8 ml) de agua fría, quedando una solución opalescente, la cual se extrajo con éter (8 ml, 3 veces). El extracto etéreo se lavo con agua destilada, se secó con sulfato de sodio anhidro, se evaporó el disolvente a sequedad y el residuo constituido, por los ésteres metílicos de los ácidos grasos del aceite, se analizó por cromatografía de gases.

Separación de compuestos por cromatografía en columna del extracto hexánico de hoja.

Se preparó una columna con gel de sílice Merck G-60, activada 1 h a 110°C, en proporción de 1:80. Se pesaron 4.5 g del extracto y se disolvieron en hexano. El compuesto que precipitó (II) después de la disolución se filtró y con el líquido filtrado se cargó la columna, la cual se eluyó con un gradiente de polaridad creciente hasta terminar con acetato de etilo.

Se colectaron 264 fracciones de 50 ml cada una (Tabla 9), de las cuales al reunirse las del perfil cromatográfico y apariencia igual, se obtuvieron 25 nuevas fracciones (A a V), que se pesaron y calculó su rendimiento (Tabla 10).

De las 25 fracciones nuevas se trabajaron: B, G y LL, por ser las que se obtuvieron con una mayor pureza y en cantidad suficiente para análisis. Se recrystallizaron con diferente disolvente cada una y se obtuvo de la fracción B, el compuesto VII, de la G, el IV y de la LL el VIII (Tabla 11). Sus placas cromatográficas se encuentran en la figura 4. Estos compuestos, así como también el compuesto II (Tabla 11, fig. 4), se analizaron espectrométricamente [Ultravioleta (UV), infrarrojo (IR), resonancia magnética nuclear (RMN) y masas (M)].

Como ocurrió en los extractos hexánicos, al redisolver en metanol los extractos metanólicos de hoja y tallo se formaron precipitados, a los cuales se les determinó su punto de fusión y se les realizó la prueba de taninos (Tabla 6).

4. Obtención de los perfiles cromatográficos.

4.1. Extracto hexánico, metanólico y extractos de látex.

Se les determinó a cada extracto y precipitado su perfil cromatográfico, para obtener el número aproximado de componentes de cada uno de ellos, mediante cromatografía en capa delgada (ccd), utilizando placas cromatográficas de gel de sílice, eligiendo los sistemas de eluyentes adecuados para cada extracto y precipitado.

Posteriormente se procedió a observar las placas con luz ultravioleta marcando las manchas con línea punteada, después se revelaron con sulfato cérico, se calentó la placa, y las manchas se marcaron con línea continua (Fig. 1, 2 y 3).

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de los extractos.

El rendimiento de los extractos metanólicos fue mayor que el de los hexánicos exceptuando el extracto de semilla. En los extractos hexánicos el mayor rendimiento se obtuvo en semilla, 14.9 %, y el menor en tallo, 1.0 % (Tabla 1). En los extractos metanólicos, el mayor rendimiento se presentó en pericarpio, 11.7 %, y el menor en semilla, 5.15 % (Tabla 2).

De los extractos de látex obtenidos se aprecia que en ambas muestras, el mayor rendimiento correspondió a la extracción etanólica en frío y el menor a la extracción acuosa (Tabla 3).

Análisis de los precipitados de los extractos hexánicos y metanólicos.

Los precipitados de los extractos hexánicos de hoja y tallo fueron sólidos que se obtuvieron en muy pequeña cantidad. La placa cromatográfica indica que el precipitado de hoja esta formado por 4 componentes, 2 en la zona polar, 1 en la de mediana polaridad y el otro en la de baja polaridad. En tanto que el precipitado de tallo está constituido por 2 componentes en la zona de alta polaridad y que se corresponden con los del tallo.

Los precipitados de los extractos metanólicos se obtuvieron igualmente en muy pequeña cantidad y fueron sólidos de muy alto punto de fusión por lo que se pensó que pudieran ser taninos pero la prueba correspondiente resultó negativa. La placa cromatográfica indica que son mezclas de varios productos y el perfil de ambos es similar.

Determinación de grupos de metabolitos secundarios.

En el extracto hexánico se encontraron alcaloides y terpenos-esteroides en las tres estructuras de la planta analizadas, flavonoides en hoja y tallo y glicósidos solo en pericarpio (Tabla 5).

En el extracto metanólico se encontraron, flavonoides, terpenos-esteroides y glicósidos en todas las estructuras de la planta analizadas, además alcaloides, en semilla, pericarpo y hoja (Tabla 7).

De látex se analizaron 2 muestras, colectadas una en 1986 (II) y otra en 1988 (I). En los diversos extractos de ambas muestras se encontraron flavonoides, terpenos-esteroides y glicósidos, éstos en mayor proporción que los otros grupos. En el látex II se obtuvo además una prueba ligeramente positiva para alcaloides en el extracto etanólico (Tabla 8).

Perfiles cromatográficos.

Los extractos hexánicos y metanólicos de las estructuras analizadas muestran perfiles cromatográficos diferentes, lo cual indica distinta composición de estos extractos.

En el látex, los perfiles del extracto acetónico son similares a los del extracto etanólico, en tanto que el perfil del extracto acuoso presenta un menor número de componentes. Comparando las muestras I y II, la muestra I presenta menor número de componentes que la muestra II. Esto puede significar que hubo alteración en la muestra II debido al tiempo que transcurrió entre colecta y análisis y que fue mayor al de la muestra I.

Análisis del extracto hexánico de semilla.

Este extracto fue un aceite cuya composición se analizó por cromatografía de gases, encontrándose como ácidos grasos principales: Palmítico, estearico y oleico (Tabla 12).

Separación de compuestos del extracto hexánico de hoja.

Esta separación se llevó a cabo mediante una cromatografía en columna de gel de sílice. Se obtuvieron 264 fracciones, que al reunirse aquellas que tenían el mismo perfil cromatográfico se redujeron a 25 fracciones (A a V). De estas fracciones las primeras fueron ceras de diferente consistencia, y posteriormente se obtuvieron sólidos. Para análisis se eligieron aquellas cuya placa de prueba indicaba mayor pureza y fueron la B, G y LL. De la fracción B se obtuvo el compuesto VII, sólido blanco, cuyo análisis espectrométrico indica que es un

hidrocarburo de fórmula $C_{31}H_{64}$ y peso molecular 436, el hentriacontano (tabla 13 y figs. 6 y 7). El compuesto IV, sólido blanco obtenido de la fracción G, se deduce, con el apoyo del análisis espectrométrico, que es un terpeno con función ester, un ester del forbol (tabla 14 y figs. 8, 9, 10, y 11). La RMN del compuesto VIII (fracción LL), sólido blanco, corresponde a las del B-sitosterol, así como su peso molecular determinado por espectrometría de masas (tabla 15 y figs. 12 y 13), por lo que se corrió una placa con muestra original resultando los R_f idénticos (fig. 5). Finalmente, el compuesto II, que precipitó del extracto hexánico, se analizó por espectrometría (figs. 14, 15, 16 y 17), obteniéndose los datos indicados en la tabla 16, que corresponden a una cera oxhídridada e insaturada, de peso molecular 418.

T A B L A S

Y

F I G U R A S

TABLA 1

Rendimiento de los extractos hexánicos		
Cantidad de Muestra	Cantidad de extracto (g)	Rendimiento %
Tallo (20 g)	0.2006	1.003
Hoja (20 g)	0.6243	3.1215
Pericarpio (6.1 g)	0.0940	1.54
Semilla (10.8 g)	1.6190	14.9

TABLA 2

Rendimiento de extractos metanólicos		
Cantidad de Muestra	Cantidad de extracto (g)	Rendimiento %
Tallo (20 g)	1.3284	6.642
Hoja (20 g)	1.3531	6.765
Pericarpio (6.1 g)	0.7186	11.7
Semilla (10.8 g)	0.5570	5.15

TABLA 3

Rendimiento de los extractos de látex								
Cantidad de muestra	Extracto acetónico		Extracto etanólico en frío		Extracto etanólico en caliente		Extracto acuoso	
	Peso (g)	Rend. (%)	Peso (g)	Rend. (%)	Peso (g)	Rend. (%)	Peso (g)	Rend. (%)
Látex I (2.098 g)	0.2963	14.1	0.7830	37.32	0.0404	1.92	0.0150	0.71
Látex II (4.762 g)	0.4512	9.47	1.5422	32.3	0.6799	14.2	0.0680	1.42

TABLA 4

Características de los precipitados de los extractos hexánicos				
Muestra	Cantidad de precipitado (mg)	Rendimiento %	Aspecto	Punto de fusión
Hoja	65.3	0.326	sólido verdoso	75°C - 78°C
Tallo	31.8	0.159	sólido blanco	82°C - 84°C

TABLA 5

Reacciones coloridas y de precipitación para los extractos hexánicos

Muestra	Alcaloides		Flavonoides	Esteroides-Terpenos	Glicósidos
	Dra.	Sil.	Shinoda	Lieb.Bur.	Molisch
Pericarpio	Lig +	Lig+	-	+ (verde)	+
Hoja	+	+	Lig + (verde)	++ (verde)	-
Tallo	++	++	+ (verde)	++ (verde)	-

Nota: Dra = Dragendorff.
 Sil = ácido silicotúngstico.
 Lieb-Bur = Liebermann-Burchard.

TABLA 6**Características de los precipitados de los extractos metanólicos**

Muestra	Cantidad de precipitado (mg)	Rendimiento %	Aspecto	P.F °C	Taninos Gelatina-sal
Hoja	45.7	0.228	sólido verde	200	-
Tallo	55.8	0.279	sólido café	260	-

TABLA 7

Reacciones coloridas y de precipitación para los extractos acetónicos *

Muestra	Alcaloides		Flavonoides	Esteroides-Terpenos	Glicósidos
	Dra. SII.		Shinoda	Lieb.Bur.	Molisch
Semilla	++	++	lig + (rosa)	+ (verde)	++++
Pericarpo	lig +	lig +	lig + (rosa)	+ (rosa)	++++
Hoja	lig +	lig +	+++ (rosa)	++ (verde)	+
Tallo	-	-	++ (rosa)	+ (verde)	++

Nota: Dra = Dragendorff
 SII = ácido silicotúngstico
 Lieb-Bur = Liebermann-Burchard

* Las pruebas para taninos y saponinas resultaron negativas en todas las partes de la planta.

TABLA 8

Reacciones coloridas y de precipitación para los extractos acetónicos, etanólicos en frío, etanólicos en caliente, y acuoso para las muestras de látex. *

Extracto	Alcaloides		Flavonoides	Terpenos-Esteroides	Glicósidos
	Dra.	Sil.	Shinoda	Lieb.Bur.	Molisch
Acetona látex I	-	-	+ (anaranjado)	-	-
Acetona látex II	-	-	-	lig + (rosa)	-
Etanol látex I	-	-	-	-	+
Etanol látex II	-	lig +	+ (anaranjado)	-	++
Etanol Δ látex I	-	-	-	-	+
Etanol Δ látex II	lig +	lig +	-	lig + (rosa)	++
Acuoso látex I	-	-	+ (anaranjado)	lig + (rosa)	+
Acuoso látex II	-	-	++ (anaranjado)	+ (rosa)	+

Nota : Dra = Dragendorff
 Sil = Acido silicotúngstico
 Lieb-Bur = Liebermann-Burchard

* LA PRUEBA PARA SAPONINAS RESULTO NEGATIVA EN TODOS LOS EXTRACTOS DE AMBOS LÁTEX.

TABLA 9. FRACCIONES ELUIDAS DE LA CROMATOGRAFIA EN COLUMNA.

NUMERO DE FRACCION	ELUYENTE	ASPECTO
1 - 51	HEXANO	CERAS BLANCAS
52 - 74	HEX.ACOET. 95 - 5	ACEITES VISCOSOS AMARILLOS
75 - 82	HEX.ACOET. 90 - 10	CERAS AMARILLAS
83 - 90	HEX.ACOET. 85 - 15	CERA AMARILLADA
91 - 113	HEX.ACOET. 80 - 20	SOLIDOS CEROSOS VERDES
114 - 121	HEX.ACOET. 75 - 25	SOLIDO SEMICRISTALINO
122 - 138	HEX.ACOET. 70 - 30	CERAS VERDES
139 - 157	HEX.ACOET. 65 - 35	PRODUCTO VISCOSO VERDE
158 - 170	HEX.ACOET. 60 - 40	PRODUCTO VISCOSO VERDE
171 - 193	HEX.ACOET. 50 - 50	PRODUCTO VISCOSO VERDE
194 - 204	HEX.ACOET. 40 - 60	PRODUCTO VISCOSO CAFE
205 - 217	HEX.ACOET. 30 - 70	PRODUCTO VISCOSO CAFE
218 - 228	HEX.ACOET. 20 - 80	PRODUCTO VISCOSO CAFE
229 - 243	HEX.ACOET. 10 - 90	PRODUCTO VISCOSO CAFE
244 - 264	ACOET	PRODUCTO VISCOSO CAFE

TABLA 10. CARACTERISTICAS DE LAS FRACCIONES OBTENIDAS DE LA CROMATOGRAFIA EN COLUMNA.

FRACCION	FRACCIONES CONTENIDAS	APARIENCIA	PESO g	P.F. °C	RENDIMIENTO %
A	1-11	CERA TRANSPARENTE	0.0122	—	0.27
B*	12-17	SOLIDO BLANCO	0.0742	45-47	1.64
C	18-27	CERA TRANSPARENTE	0.018	—	0.4
D	28-39	CERA BLANCA	0.0097	—	0.21
E	40-44	CERA BLANCA	0.0023	—	0.05
F	45-60	CERA AMARILLA	0.1130	—	2.52
G*	61-89	CERA AMARILLADA	1.2457	—	27.68
H	90-95	CERA AMARILLADA	0.1009	—	4.02
I	96-100	CERA CAFE VERDOSA	0.4481	—	9.95
J	101-102	CERA VERDE	0.1315	—	2.92
K	103-104	CERA VERDE	0.1343	—	2.98
L	105-113	CERA VERDE	0.4116	—	9.14
LL*	114-116	SOLIDO VERDE (CRISTALES)	0.1013	120-130	2.25
M	117-118	CERA VERDE	0.0532	—	1.18
N	119-125	CERA VERDE	0.1076	—	2.39
M	126-137	CERA VERDE	0.2414	—	5.36
D	138-145	PRODUCTO VISCOZO VERDE	0.1199	—	2.66
P	146-175	PRODUCTO VISCOZO VERDE	0.3362	—	7.47
Q	176-189	PRODUCTO VISCOZO CAFE	0.003	—	1.04
Q'	182-184	SOLIDO CRISTALINO VITREO	0.0193	—	0.42
R	190-198	CHARMELD	0.0381	—	0.84
S	199-213	CERA CAFE	0.0631	—	1.40
T	214-228	SOLIDO CAFE CRISTALINO	0.0575	—	1.27
U	229-244	SOLIDO VITREO CAFE	0.0474	—	1.0
V	245-264	SOLIDO CRISTALINO CAFE	0.0452	—	1.0

* MUESTRAS ANALIZADAS.

TABLA 11

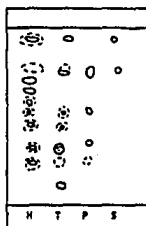
COMPUESTO	TIPO DE COMPUESTO	RENDIMIENTO %	FRACCION DE DONDE SE OBTUVO
VII	Hentriacontano	1.64	B
IV	Ester del forbol	4.6	G
VIII	B-sitosterol	0.36	LL
II	Cera oxidada e Insaturada	1.96	—

TABLA 12**COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS DEL ACEITE DE LA SEMILLA**

Acidos	%
Miriatico	0.83
Palmitico	35.58
Palmitoleico	1.42
Estearico	17.69
Oleico	41.0
Linoleico	1.78
Linolenico	1.11
Araquico	0.54

FIG. 1

Perfiles Cromatográficos de las muestras de los extractos hexánicos



Eluyente: HEX. ACDEY 8:2

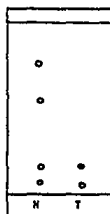
Muestra: H(hoja)

T(tallo)

P(pericarpo)

S(semilla)

PRECIPITADO



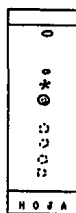
Eluyente: HEX. ACDEY 9:1

H(hoja)

T(tallo)

FIG. 2

Perfiles cromatográficos de los extractos metanólicos



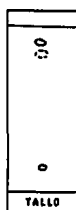
Eluyente
HEX.ACOET 7:3



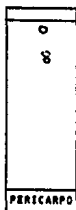
Eluyente
B.A.W.5.1.4.



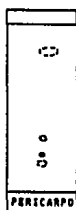
Eluyente
ACOET



Eluyente
B.A.W.5.1.4.



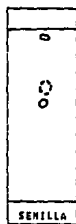
Eluyente
ACOET.METOH 8:2



Eluyente
B.A.W.5.1.4.

FIG. 2

Perfiles cromatográficos de los extractos metanólicos.

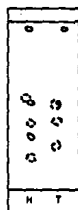


Eluyente
ACET



Eluyente
B.A.W.5.1.4.

PRECIPITADO

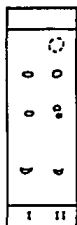


Eluyente HEX.ACET 8:2

H (hoja)
T (tallo)

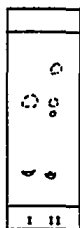
FIGURA. 3

Cromatogramas de los extractos de látex.



Extracto acetónico.

Eluyente B.A.W.5.1.4.



Extracto etanólico
Eluyente B.A.W.5.1.4.



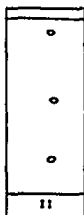
Extracto etanólico△
Eluyente B.A.W.5.1.4.



Extracto acuoso
Eluyente B.A.W. 5.1.4.

FIG. 4

Cromatoplatea de los compuestos obtenidos



Cera

Eluyente:HEX.ACOET 9:1



Terpeno (éster del forbol)

Eluyente:HEX.ACOET 9:1



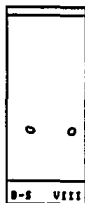
Hidrocarburo (hentriacontano)

Eluyente:HEXANO



B-sitosterol

Eluyente:HEX.ACOET 8:2



Eluyente:HEX.ACOET 8:2

B-S: B-sitosterol (testigo)

FIG. 5

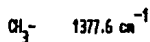
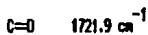
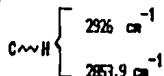
ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICO DEL COMPUESTO VII

Ultravioleta:

194 nm

h 197 nm

Infrarrojo :



RMN:



N:

436

Fórmula condensada: $\text{C}_{31}\text{H}_{64}$

Compuesto:

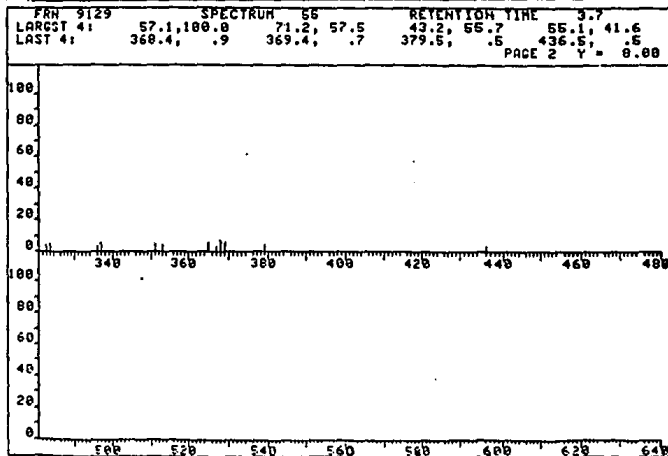
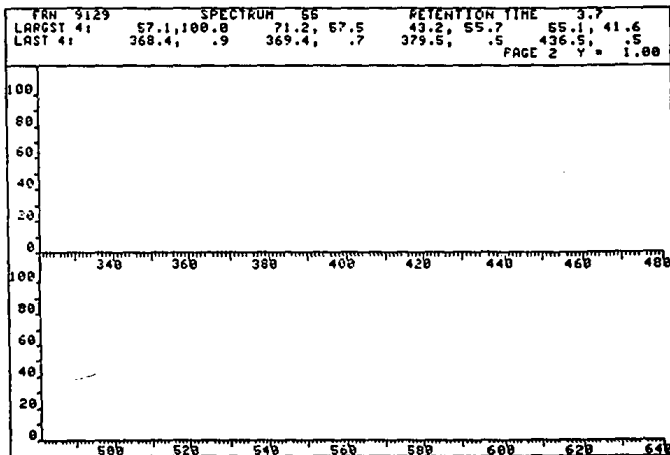
Heptriacontano

TABLA 13

FIG. 6 ESPECTRO DE RMN DEL COMPUESTO VII (hentriacontano)



FIG. 7 ESPECTRO DE MASAS DEL COMPUESTO VII (heptriacontano)



ANALISIS ESPECTROMETRICO DEL COMPUESTO IV

Ultravioleta :

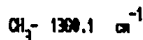
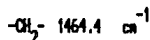
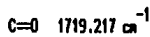
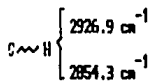
192 nm

196 nm

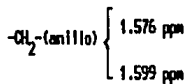
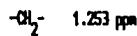
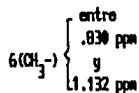
230 nm

272 nm

Infrarojo :



RMN :



N :

580

Compuesto:

Exter del forbol

FIG. 8 ESPECTRO DE UV. DEL COMPUESTO IV (éster del forbol)

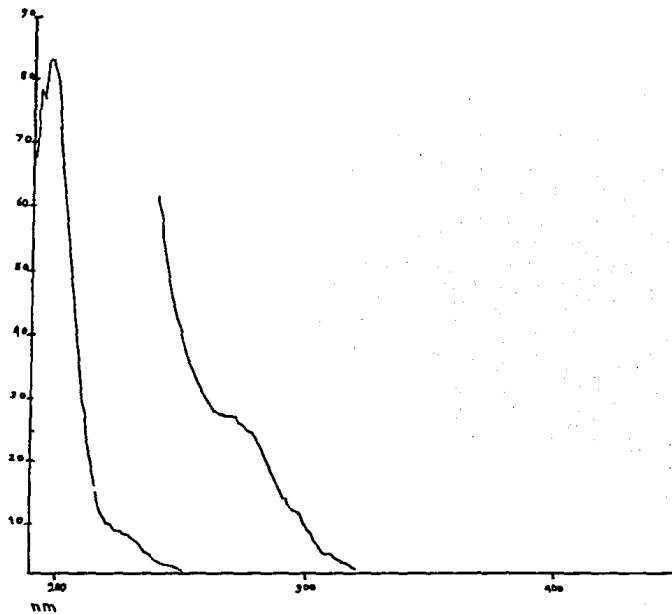


FIG. 9 ESPECTRO DE IR DEL COMPUESTO IV (éster del forbol)

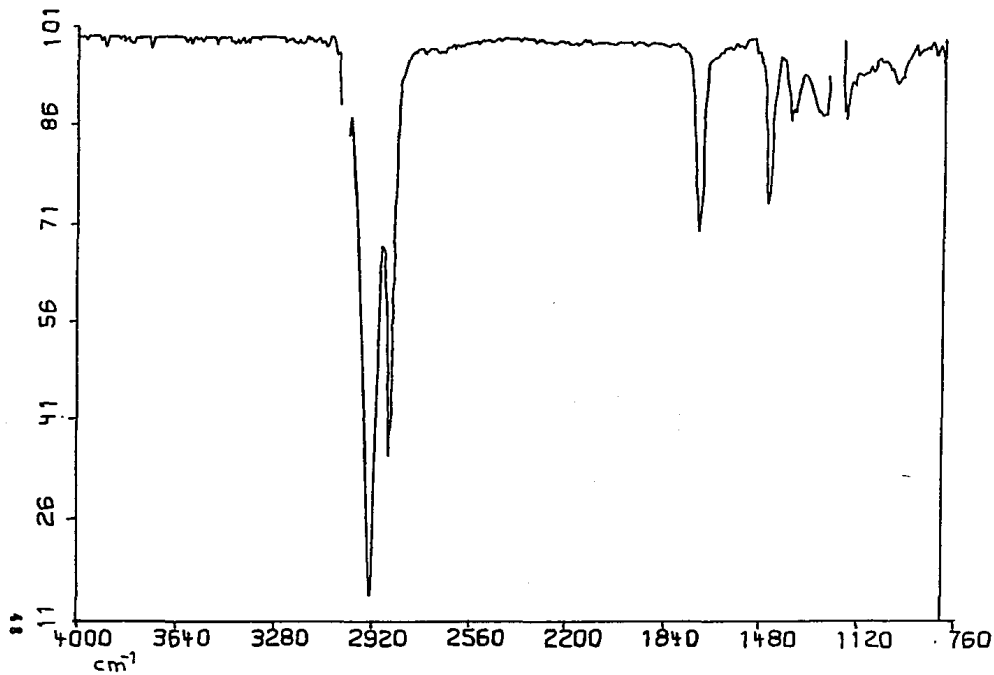


FIG. 10 ESPECTRO DE RMN DEL COMPUESTO IV (éster del forbol)

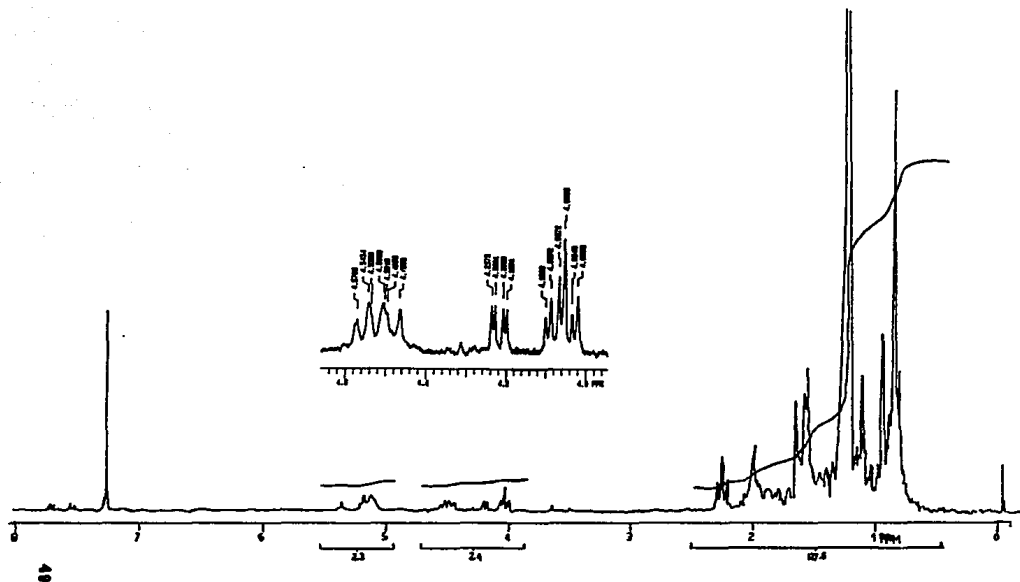
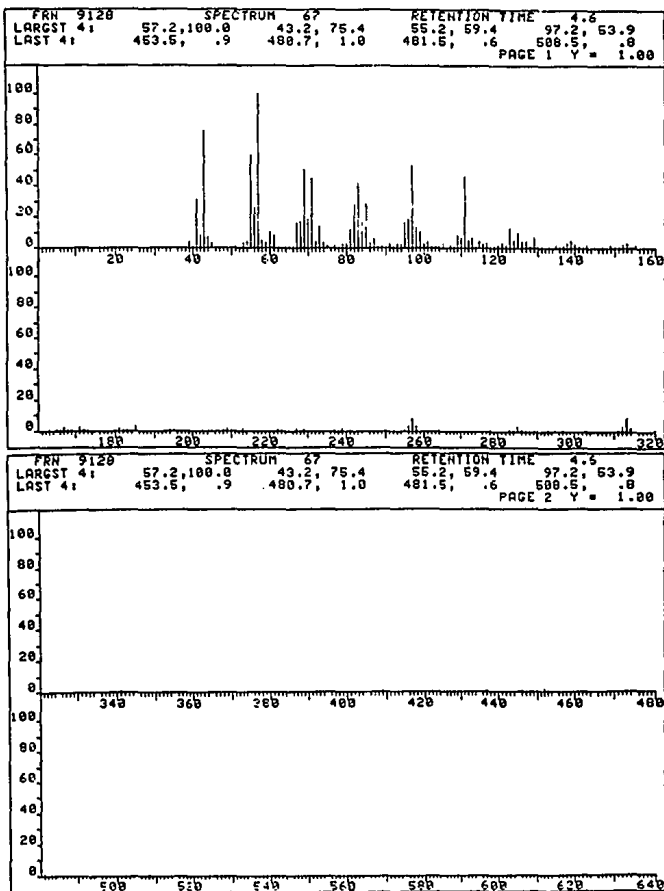


FIG. 11 ESPECTRO DE MASAS DEL COMPUESTO IV (ester del forbol)



ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICO DEL COMPUESTO VIII

Ultravioleta :

192 nm

Infrarojo :

C~H	}	2955.5	cm ⁻¹
		2936	cm ⁻¹
		2869	cm ⁻¹
-CH ₂ -	1464	cm ⁻¹	
CH ₃ -	1379	cm ⁻¹	

N : 414

Compuesto : B-sitosterol

TABLA 15

FIG. 12 ESPECTRO DE RMN DEL COMPUESTO VIII (B-sitosterol)

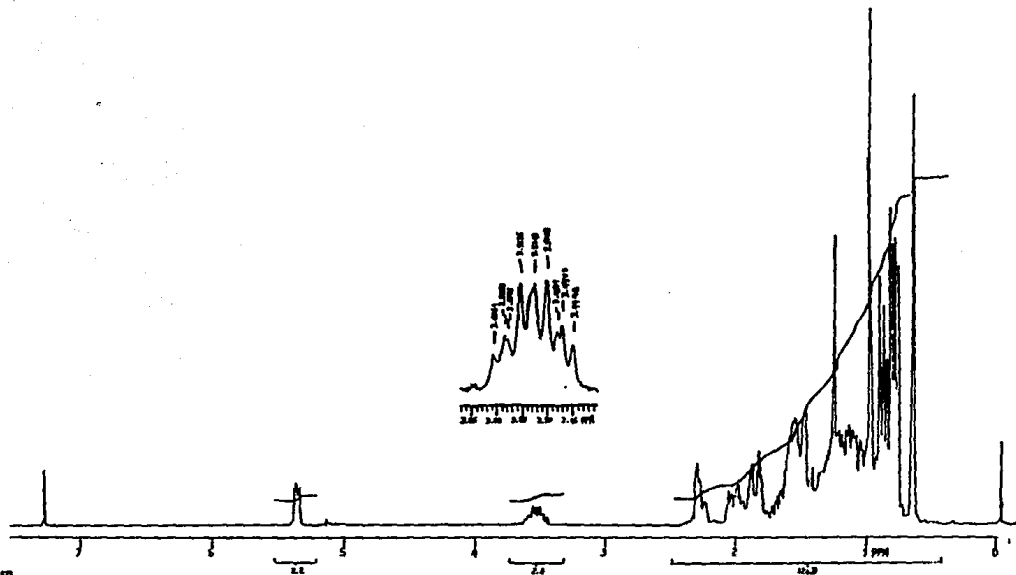
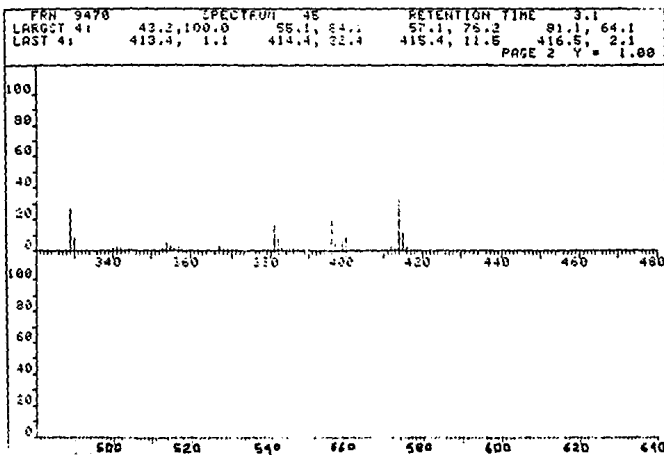
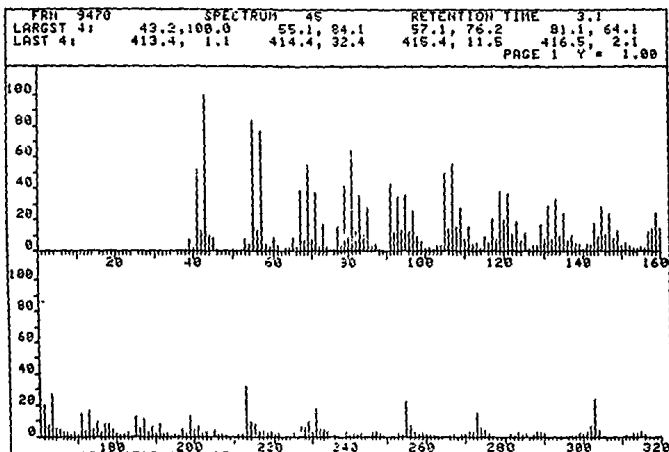


FIG. 13 ESPECTRO DE MASAS DEL COMPUESTO VIII (8-aitosterol)



ANÁLISIS ESPECTROMÉTRICO DEL COMPUESTO II

Ultravioleta :

193 mμ
h 195 mμ
221 mμ
252 mμ

Infrarojo :

C~H	{	2926	cm ⁻¹
		2853	cm ⁻¹
carbonilo de ester		1722	cm ⁻¹
-CH ₂ -		1465	cm ⁻¹
CH ₃ -		1368	cm ⁻¹
C=C	{	1248	cm ⁻¹
		1179	cm ⁻¹

RMN :

CH ₃ -	0.9	ppm
-CH ₂ -	1.28	ppm
H de anhídrido	1.60	ppm
-CH ₂ - (vecino a C=O)	2.30	ppm
H base de OH	3.65	ppm
H olefínico	4.06	ppm

N : 418

Compuesto : Cera anhídrida e insaturada

TABLA 16

FIG. 14 ESPECTRO DE UV. COMPUESTO II (Cera)

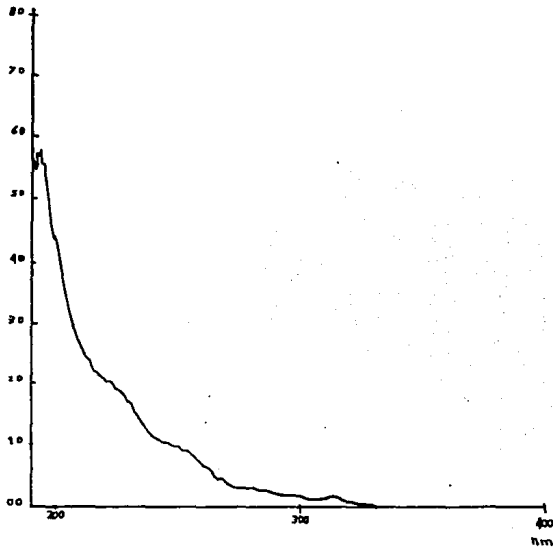


FIG. 15 ESPECTRO DE IR DEL COMPUESTO II (Cera)

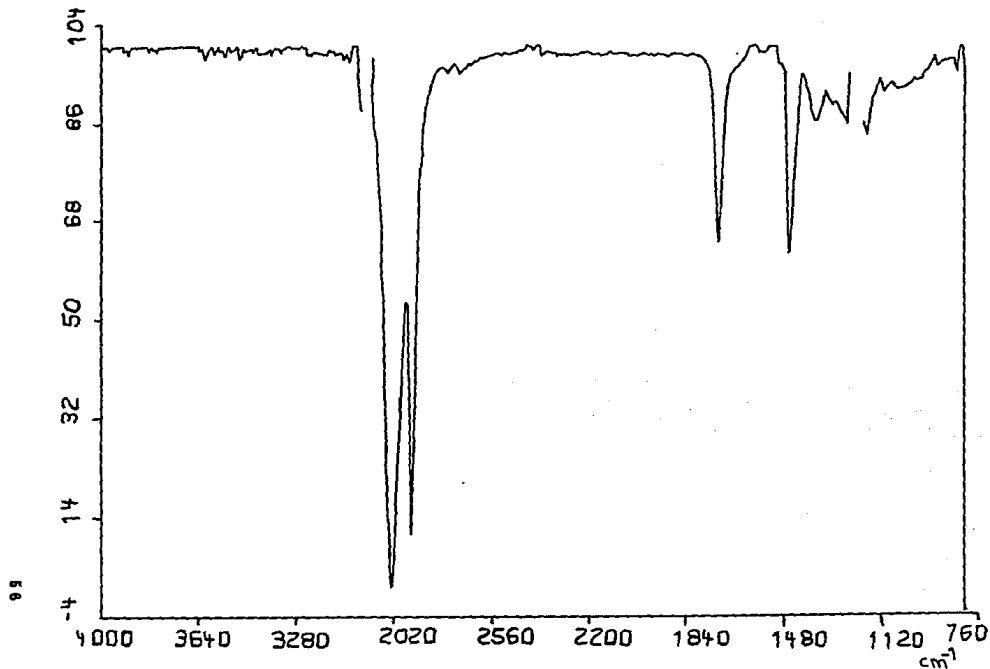


FIG. 16 ESPECTRO DE RMN DEL COMPUESTO II (Cera)

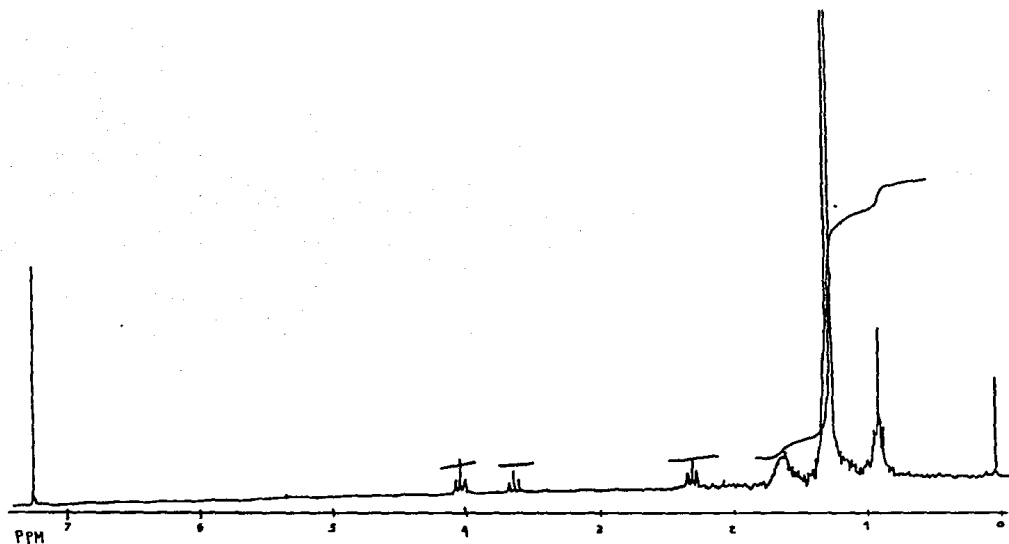
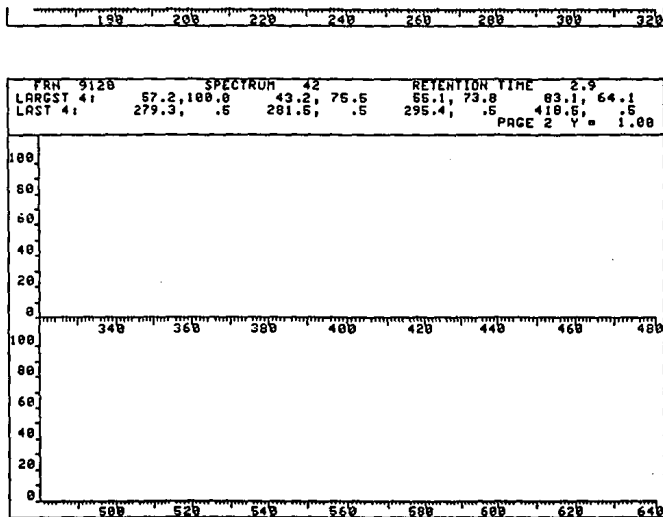


FIG. 17 ESPECTRO DE MASAS DEL COMPUESTO II (Cera)



CONCLUSIONES

1. Metabolitos secundarios.

Se encontraron en los diferentes extractos de hoja, tallo y fruto: Alcaloides, flavonoides, esteroides-terpenos, y glicósidos.

En látex se encontraron en los diversos extractos: flavonoides, terpenos-esteroides y glicósidos.

2. Perfiles cromatográficos de los extractos.

Las estructuras de la planta estudiadas presentan perfiles diferentes, tanto en los extractos hexánicos, como en los metanólicos. En el látex, hay similitud entre el perfil del extracto acetónico y el del etanólico, en tanto que el perfil del extracto acuoso difiere de los anteriores.

3. Separación de compuestos del extracto hexánico:

Se obtuvo un aceite del extracto de semilla, constituido por los ácidos grasos: Palmítico, esteárico y oleico, como principales.

Del extracto de hoja se aislaron los siguientes compuestos:

- a) Hentriacontano.
- b) Un ester del forbol.
- c) B-sitosterol.
- d) Una cera oxhídrilada e insaturada.

REFERENCIA

1. Mayorga, G. 1956. Phytochemical study of Jatropha macrantha. Anales Fac. Farm. y Bloquim. Univ. Nal Mayor, San Marcos (7):141-159.
2. Domínguez, X. A., Rengifo, G. R. V. 1968. Estudio químico de la "mala mujer", Jatropha urens Mill. Aislamiento de un nuevo triterpeno, el urensol. Rev. Soc. Quím. Mex. 13(3):118A-121A.
3. Ballantine, J. A. 1969. The isolation of two esters of the naphthaquinone alcohol, shikonin, from, the shrub Jatropha glandulifera. Phytochem., 8:1587-1590.
4. Subramanian, S. S. Nagarajan, and N. Sulochana. 1971. Flavonoids of some euphorbiaceous plants. Phytochem. 10:2548-2549.
5. Kupchan, S., M. C. W. Sigel, M. J., C. J. Gilmore, and R. F. Bryan. 1976. Structure and stereochemistry of jatrophone, a novel macrocyclic diterpenoid tumor inhibitor. J. Amer. Chem. Soc. 98(8):2295-2300.
6. Torrance, S. J., R. M. Widhopf, and R. J. Cole. 1976. Antitumor agents from Jatropha macrorhiza (Euphorbiaceae). 11. Isolation and characterization of jatrophatriene. J. Org. Chem. 41(10):1855-1857.
7. Kozhiparambil, K. P. and Chandrasekharen 1979. Jatropholones A and B new diterpenoids from roots of Jatropha gossypifolia (Euphorbiaceae). Crystal structure analysis of jatropholone B. Tetrahedron letters (11):979-980.
8. Domínguez, X. A., G. Cano, R. Franco, A. M. Villareal, W. H. Watson y V. Zabel. 1980. Pilocozatrione, A New Class of Diterpene from Jatropha dioica var. sessiliflora. Phytochemistry 19:2478.
9. Odebiyi, Olushey O. 1980. Antibacterial property of tetramethylpyrazine from the stem of Jatropha podagrica. Planta Med. 38(2):144-6.
10. Ojewole, J. A. O., Odebiyi, O. O. 1980. Neuromuscular and cardiovascular actions of tetramethylpyrazine from the stem of Jatropha podagrica. Planta. Med. 38 (4):332-8.
11. Chatterjee A., B. D., C. Pascard and T. Prange. 1981. Crystal structure of a lignan from Jatropha gossypifolia. Phytochemistry 20(8):2047-2048.

12. Taylor, Michael D. Smith, Amos B, III Furst, George T. Gunasekara, Sarath P, Bevelle Carolyn A, Cordell, Geoffrey A. Farnsworth, Norman. R, Kupchan, S. Morris, Uchida, Hsuo et al. 1983. New Antileukemic Jatrophone Derivatives from *Jatropha gossypifolia*: Structural and stereochemical Assignment through Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. *J. Am. Chem. Soc.* 105(10):3177-3183.
13. Parthasarathy, M. R, Saradhi, K. Pardha. 1984. A coumarino lignan from *Jatropha glandulifera*. *Phytochemistry* 23(4):867-869.
14. Banerji, J, Das, B. Chatterjee, A. Shoolery, J. N. 1984. Gadain, a lignan from *Jatropha gossypifolia*. *Phytochemistry* 23(10):2323-2327.
15. Adolf, W, Opferkuch, H. J. Hecker, E. 1984. Irritant phorbol Derivatives from four *Jatropha* species. *Phytochemistry*. 23(1):129-132.
16. Odebiyi, O. O. 1985. Steroids and flavonoids from *Jatropha podagrica* stem Bark. *Fitoterapia* 56(5):302-303.
17. Odebiyi, Olushey O. 1985. Antimicrobial and antifungal properties of the extractives of *Jatropha podagrica*. *Fitoterapia* 56(5):297-9.
18. Dekker. 1987. Studies of south African medicinal plants. Part.4. Jaherin, a new daphnane diterpene with antimicrobial properties from *Jatropha zeyheri*. *S. Afr. J. Chem* 40 (1):74-6.
19. Villarreal, A. M., y X. A. Dominguez. 1988. Citalitrione, a new diterpene from *Jatropha dioica* var. *sessiliflora*. *J. Nat. Prod.* 51 (4):749-753.
20. Chatterjee, A, Das, B. Chakrabarti, R. Bose, P. Banerji, J. Banerji, A, Budzikiewicz, H. 1988. Prasanthaline: A New Lignan from *Jatropha gossypifolia* L. *Indian J. of chemistry*. 27B(8):740-741.
21. Das, B, Banerji, J. 1988. Arylnaphthalene lignan from *Jatropha gossypifolia*. *Phytochemistry* 27 (11):3684-6.
22. Jakupovic, J. Grenz, M. Schmeda-Hirschmann, G. 1988. Rhamnofolane derivatives from *Jatropha grossidentata*. *Phytochemistry* 27(9):2997-8.
23. Sanni, S. Bamidele, Behm, H, Beurskens, Paul T, Adesogam, E. Kayode, Durodola, James I. 1988. Crystal and molecular structure of IR,3S,5S,7R,10R-3,6,6,10,14,-pentamethyltricyclo(10.3.0.0)pentadeca-11,14-diene 1,10-dihydroxy-2,13-dione (Japodagrol), C20 H28 O4. *J Crystallogr. Spectrosc. Res* 18(5):575-82.

24. Banerji, J, Bose, P. Das, B. 1989. Studies on the constituents of Jatropha gossypifolia L. Synthesis of prasantaline, a new lignan, and isolation of dihydroprasantaline. Indian J.chem 28B(9):711-713.
25. Gomez, S. G. 1992. Analisis químico de tres extractos de hojas de Jatropha galvani (Euphorbiaceae). Tesis de licenciatura Fac.Ciencias U.N.A.M.
26. Mesbah U Ahmad, MR Islam, A H Mirza, B H Chowdhury Nurum Nahar. 1992. Alkaloids of Jatropha gossypifolia L. Indian Journal of Chemistry 31 B:67-69.
27. G. Schmeda-Hirschmann, F. Tschritzis and J. Jakupovic. 1992. Diterpenes and a lignan from Jatropha grossidentata. Phytochemistry, 31(5): 1731-1735.
28. Winston F. Tinto, Lisa M. D. John. 1992. Triterpenoids of Jatropha gossypifolia. Journal of Natural Products, 55(6):807-809.
29. Domínguez, X. A. 1988. Métodos de Investigación Fitoquímica, Limusa. Mex. p.p 281.
30. Jiménez, J. 1982. Contribución al conocimiento del género Jatropha en México. Tesis, Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México D.F.
31. Deghan, B., and G. L. Webster. 1979. Morphology and infrageneric relationships of the genus Jatropha (Euphorbiaceae). Univ.Calf. Publ.Bot. (24): 74.
32. Hegnauer, R. 1962. Chemotaxonomie der Pflanzen, Birkhauser Verlag. Basilea.
33. Jiménez, J. y Martínez, M. 1991. Especie Nueva Del género Jatropha (Euphorbiaceae) de Michoacán, México. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot. 61(1):1-4.