



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO QUÍMICO DE LAS SEMILLAS DE  
*Jatropha bullockii* y *J. galvani*

T É S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA

CRISTINA GLORIA CONDE FLORES

DIRECTOR DE TESIS

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

DRA. MARIA CRISTINA PÉREZ AMADOR

FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR

MÉXICO, D.F.

2000



277121



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 esta 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.



REPÚBLICA NACIONAL  
AVANCEMA DE  
MEXICO

**MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO**  
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

ESTUDIO QUIMICO DE LAS SEMILLAS DE Jatropha bullockii Y J. galvani

realizado por CRISTINA GLORIA CONDE FLORES

con número de cuenta 7938960-2 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario DRA. MARIA CRISTINA PEREZ AMADOR B. *[Signature]*

Propietario DRA. PATRICIA GUEVARA FEFER *[Signature]*

Propietario M. C. JAIME JIMENEZ R. *[Signature]*

Suplente BIOL. JOSEFINA HERRERA SANTOYO *[Signature]*

Suplente BIOL. JOSE LUIS CONTRERAS JIMENEZ  
FACULTAD DE CIENCIAS  
U N A M.

*Edna M. Suarez D.*  
Consejo Departamental de biología

DRA. EDNA MARIA SUAREZ DI



DEPARTAMENTO  
DE BIOLOGIA

*Para la Dra. Ma. Cristina Pérez Amador todo  
mi reconocimiento por su paciencia,  
orientación y experiencia durante el desarrollo  
de este trabajo*

*Para Paty, Jose, Jaime y José Luis mi  
agradecimiento por su asesoría, aportaciones  
y motivación para concluir esta etapa*

*Y para cada una de las personas que me  
alentaron y colaboraron de alguna manera en el  
desarrollo de esta tarea mi agradecimiento*

# ÍNDICE

<b>I INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>III ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
1. Botánicos	4
2. Químicos	10
<b>IV MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>16</b>
1. Colecta	16
2. Preparación del material	16
3. Extracción selectiva	16
4. Determinación de grupos de metabolitos secundarios	18
5. Perfiles cromatográficos de los extractos	18
6. Análisis de los extractos hexánicos	19
<b>V RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>22</b>
<b>VI CONCLUSIONES</b>	<b>30</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>37</b>

# ESTUDIO QUÍMICO DE LAS SEMILLAS DE *Jatropha bullockii* y *J. galvani* (Euphorbiaceae)

## I. INTRODUCCIÓN

Los metabolitos secundarios son compuestos únicos en un organismo dado, o comunes en un número de organismos íntimamente relacionados; y realizan funciones determinantes en su supervivencia y desarrollo de acuerdo al ambiente en que se desenvuelven, sin llevar a cabo funciones vitales. En particular, están involucrados en las interacciones entre las células de la planta productora y especies de organismos específicos. Además, con frecuencia actúan como interfase entre la planta productora y el medio ambiente que la rodea. Así, los brillantes y variados pigmentos pueden atraer polinizadores; los compuestos de sabor dulce-amargo pueden atraer o rechazar predadores que ayuden a dispersar las semillas o bien, que pudieran destruir la planta (Arias, 1992).

Los metabolitos secundarios constituyen grupos químicos diversos que incluyen alcaloides, flavonoides, glicósidos, saponinas, esteroides y terpenos. Debido a que en términos de economía celular son "caros" de producir y acumular, se encuentran frecuentemente en concentraciones mucho menores que los metabolitos primarios (Arias, 1992).

Debido a la acción fisiológica que tienen sobre los organismos, han sido utilizados por el hombre desde tiempos remotos como extractos de plantas, encontrando en ellos efectividad medicinal, para aliviar el dolor y aligerar los síntomas de la enfermedad; como venenos, usados por los antiguos pobladores de América en la cacería o en la guerra, como narcóticos, alucinógenos y estimulantes en sus ritos sagrados, o bien para aliviar fatigas o hambre. Muchos de estos productos naturales se utilizan

hoy en día y en la mayoría de los casos con el mismo fin farmacológico que en la antigüedad.

Además de este uso, los metabolitos secundarios son también un instrumento clave para la clasificación de las plantas dentro de la llamada quimiotaxonomía o taxonomía química, área que se ha expandido rápidamente desde hace 20 años e intenta utilizar la información química para apoyar la clasificación de las plantas, debido principalmente a la distribución restringida de los metabolitos secundarios en el reino vegetal (Stace, 1980).

De la familia Euphorbiaceae, Guevara en 1988 hizo un estudio comparado con fines taxonómicos de cuatro especies del género *Jatropha*: *Jatropha elbae* (J. Jiménez Ram. Sec. Mozlanna. Ortega. Pax), *J. tlalcozottilanensis* (J. Jiménez Ram., Sec. Loureira Cav. Muell. Arg. ex Pax), *J. malacophylla* (Stand. Sec. Curcas. Deghan et Webster citado en Jiménez, 1982) y *Jatropha galvani* (J. Jiménez Ram., Sec. Loureira Cav. Muell. Arg. ex Pax.), de las que se analizó el látex y las hojas, encontrando concordancia con la clasificación de Deghan y Webster.

Siguiendo con esta línea, en el presente trabajo se hace un análisis de semillas de dos especies:

- a) *Jatropha galvani* (J. Jiménez Ram, Sec. Loureira (Cav). Muell. Arg. ex Pax)
- b) *Jatropha bullockii*, (Lott. Sec. Platyphyllae (Adans.) Pax.)

## II. OBJETIVOS

### General:

- Hacer un estudio en extractos de semillas de las dos especies de *Jatropha* citadas anteriormente para conocer el número de sus componentes y establecer semejanzas y diferencias interespecíficas como apoyo quimiotaxonómico del género.

### Particulares:

- Determinar los grupos de metabolitos secundarios presentes en los extractos hexánico, de acetato de etilo y metanólico de las semillas.
- Determinar el número aproximado de componentes existentes en los extractos por cromatografía en capa fina.
- Hacer un análisis cromatográfico del extracto hexánico.



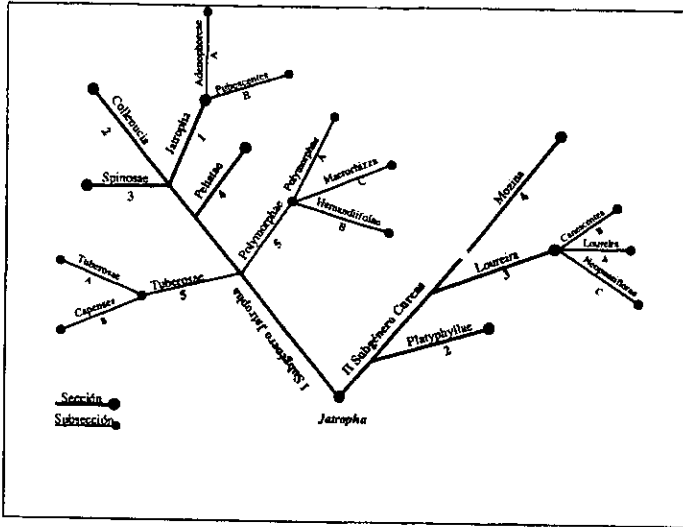
### III ANTECEDENTES

#### 1. Botánicos

Dentro de la familia Euphorbiaceae, el género *Jatropha*, cuenta con una gran diversidad de especies cuyas características morfológicas son muy similares entre sí, lo que dificulta su estudio taxonómico.

Los estudios taxonómicos del género *Jatropha* se remontan a la época de Linneo, quien lo describió en su obra "Genera Plantarum" (1737). Posteriormente, Adanson (1773), Phill (1827), Baillon (1858) y Max y Hofman (1919 y 1931), han desarrollado numerosos arreglos taxonómicos del género. En 1945, Mc. Vaugh estableció la tipificación del género, la cual fue retomada por Dehgan y Craig (1978), Dehgan y Webster (1979) y Dehgan (1982); sin embargo, Dehgan y Webster realizaron una revisión a nivel seccional y propusieron un arreglo que actualmente es el más aceptado e incluye la división del género *Jatropha* en los subgéneros *Jatropha* y *Curcas*. (Fig. 1)

Figura 1  
 Relaciones infragenéricas del género *Jatropha* (Deghan & Webster, 1979)



El subgénero *Jatropha*, conserva las características primitivas del género y se encuentra distribuido en Africa, India, América del Sur, Antillas y con pocas especies en Mesoamérica; por otro lado, el subgénero *Curcas* comprende la mayoría de las especies de distribución en el Continente Americano principalmente en Sonora, Chihuahua, Arizona y Texas. Dentro de éste se encuentran las especies en estudio: *Jatropha bullockii* y *J. galvani*. La distribución del género *Jatropha* en México es muy amplia tal como se observa en la Figura 2.

Figura 2  
Distribución en México del género *Jatropha*



• **Ubicación taxonómica de las especies estudiadas:**

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Género:	<i>Jatropha</i>
Subgénero:	<b><i>Curcas</i></b>
Sección:	<b>Platyphyllae</b>
Especie:	<b><i>J. bullockii</i> Lott.</b>
Sección:	<b>Loureira</b>
Especie:	<b><i>J. galvani</i> J. Jiménez-Ram.</b>

- **Descripción de las especies**

*Jatropha bullockii* (Lot, 1984)

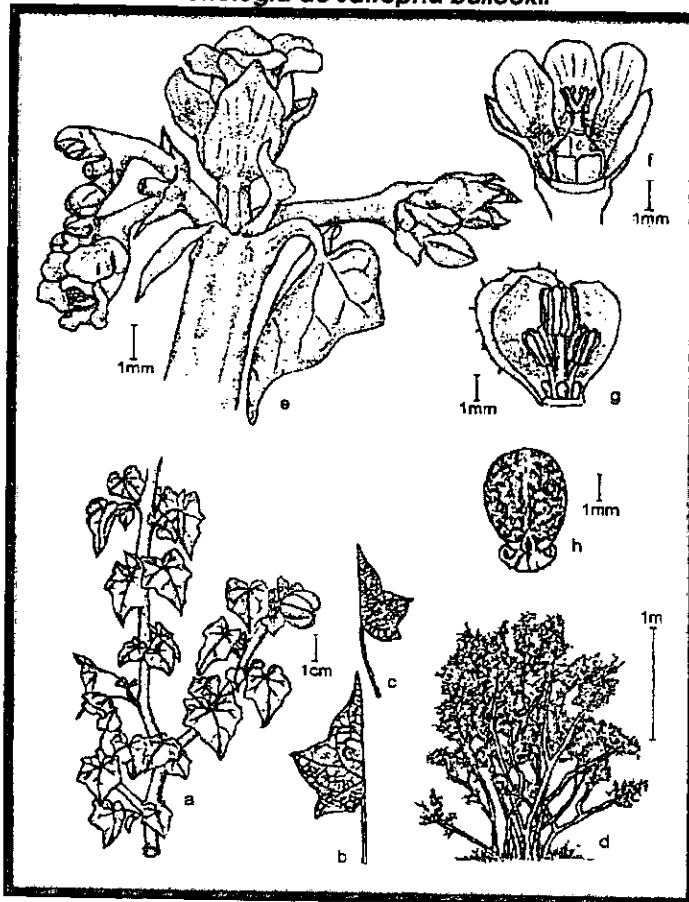
Arbustos monoicos de 0.5 a 3 m. de altura, ramas erectas a rastreras, corteza grisácea-café, fisurada, delgada, no exfoliante, látex claro; tornándose rojizo cuando seco. Hojas ovadas a palmadas con 3 a 5 lóbulos, margen entero palmatinervadas con 5 venas principales, ápice agudo, base cordada. Inflorescencia subterminal, lateral o sobre branquiblastos, brácteas linear-lanceoladas a ovado-lanceoladas. Flores estaminadas sésiles, brácteas lanceoladas a ovadas, ciliadas, aguda a acuminadas, cáliz rojizo con 5 lóbulos redondeados, ciliados; corola campanulada, blanca cremosa a rosa, lóbulos recurvados durante la antesis, glabra por fuera, densamente blanco pilosa por dentro del tubo; estambres 8, monodelfos, bisertados. Flores pistiladas tan largas como las estaminadas, terminales; cáliz glabro, más o menos foliáceo con 5 lóbulos ovado-lanceolados, agudo, erecto, verdes a rojizos, ciliado; corola campanulada crema a rosácea, ovario trilocular, conspicuamente trilobado, liso, glabro, 3 estilos, fusionados, bifidos, glabros; estigma lobado, angosto, glabro. Fruto capsular trilocular café-amarillento, trilobada lóbulos redondeados. Semillas 3, doradas a cafés con motas rojizas-cafes, oblongoelípticas, carúncula amarilla, lacerada

Esta especie se conoce sólo de la Estación de Biología Chamela y áreas circundantes. Su hábitat se localiza sobre prominencias rocosas cercanas al nivel del mar (150-200 m), en bosques tropicales deciduos en asociación con otras especies tales como: *Thevetia ovata*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Gossypium aridum*, *Croton spp.*

*Jatropha bullockii* parece estar relacionada más estrechamente con *J. moranii* (Dehgan & Webster) de la Región del Cabo de Baja California. *J.*

*bullockii* difiere de *J. moranii* en sus hábitats más extensos, hojas eglandulares con pelos esparcidos sólo ocasionalmente cerca de la base, tubo de la corola piloso internamente, pétalos rosa pálidos y 8 estambres. Las dos especies tienen en común estípulas, hojas con 5 lóbulos, brácteas enteras y eglandulares, sépalos eglandulares que son más o menos foliáceos en la flor femenina (Dehgan and Webster, 1978).

**Figura 3**  
**Morfología de *Jatropha bullockii***



*Jatropha bullockii* a) Rama con hojas, inflorescencia y fruto b-c) Detalle de la venación y forma de la hoja d) Arbusto. e) Inflorescencia f) Detalle de la flor pistilada g) Detalle de la flor estaminada h) Semilla

*Jatropha galvani.* (Jiménez, 1981.)

Arbol dióico, de 4 a 8 m de altura, corteza exfoliante y amarilla; ramas viejas con abundantes branquiblastos y lenticelas convexas. Hojas agrupadas cerca del ápice del branquiblasto, lámina ovado-deltaídea, irregularmente 3 o 5 lobulada, glabra, margen sinuado con glándulas globosas que desaparecen con la edad, palmitinervia, con 5 venas principales, ápice caudado y base truncada o levemente cordada; estípulas caducas con glándulas estiptadas. Inflorescencia masculina formando un dicasio compuesto inserto en la axila de la hoja o sobre blanquiblastos; brácteas deltadas, ápice agudo, base amoñada. Flor estaminada campanulada; cáliz ligeramente parecido a la corola, con 5 lóbulos levemente connados en la base, ápice obtuso de color crema, guías púrpuras, disco formado de 5 glándulas separadas, globosas; estambres 10 biseriados monadelfos, filamentos connados en un tercio de longitud; anteras oblongo-lanceoladas, sagitadas. Flores pistiladas campanuladas surgiendo en las axilas de las hojas; cáliz con 5 sépalos libres, desiguales (3 grandes y 2 pequeños, foliáceos, oblongo-lanceolados con glándulas sésiles marginales pilosos; corola de 5 pétalos casi libres, ovoides, glabro, ápice obtuso, de color crema, guías púrpuras, venas conspicuas, disco de glándulas globosas, separadas, con un ápice mamilado y oblicuo; ovario bicarpelar, elipsooidal, comprimido perpendicularmente al septo, piloso, un óvulo en cada lóculo, columna estilar gruesa y unida hasta un medio de su longitud; dos estilos libres uno de los cuales tiene un estigma claramente bifido. El fruto capsular, bilocular, bicarpelar, con una semilla en cada lóculo (algunas veces una semilla no se desarrolla), de color rojo verdoso, con sépalos persistentes. Semilla más o menos globosa, de color pardo oscuro, carúncula vestigial.

## 2. Químicos

El género *Jatropha* ha sido considerado de gran importancia medicinal por los compuestos químicos encontrados en él como los que se presentan a continuación:

### Terpenos.

Se ha aislado (Kupchan y col., 1976) jatrofona de la raíz de *J. gossypifolia*, derivado de un diterpeno macrocíclico que tiene propiedades antitumorales, en 1979, Koshiparambil y col. aislaron de la misma especie y también de la raíz, dos cetonas diterpénicas, la jatrololona A y su epímero en el C<sub>2</sub>, la jatrololona B. Otro diterpeno aislado es la jatrolatriona, de *J. macrohiza*, (Sseerling, 1979). Esta sustancia se encuentra relacionada estructuralmente con la jatrofona, y se propone una posible ruta biosintética para ambas cetonas a partir de un precursor bicíclico común (Fig. 4).

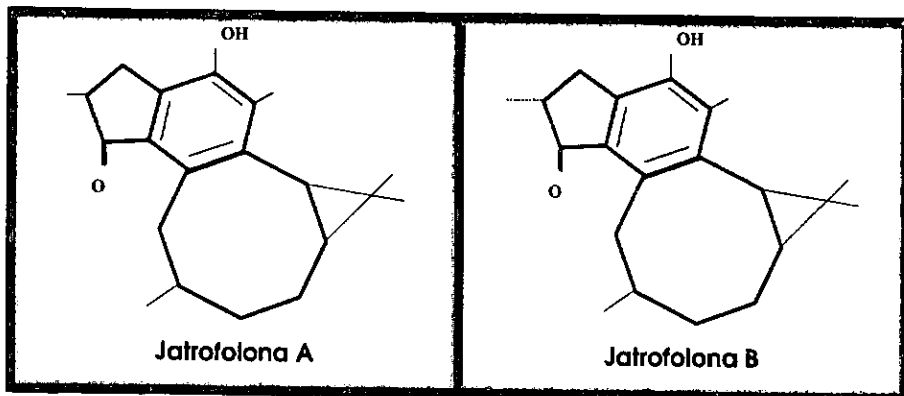
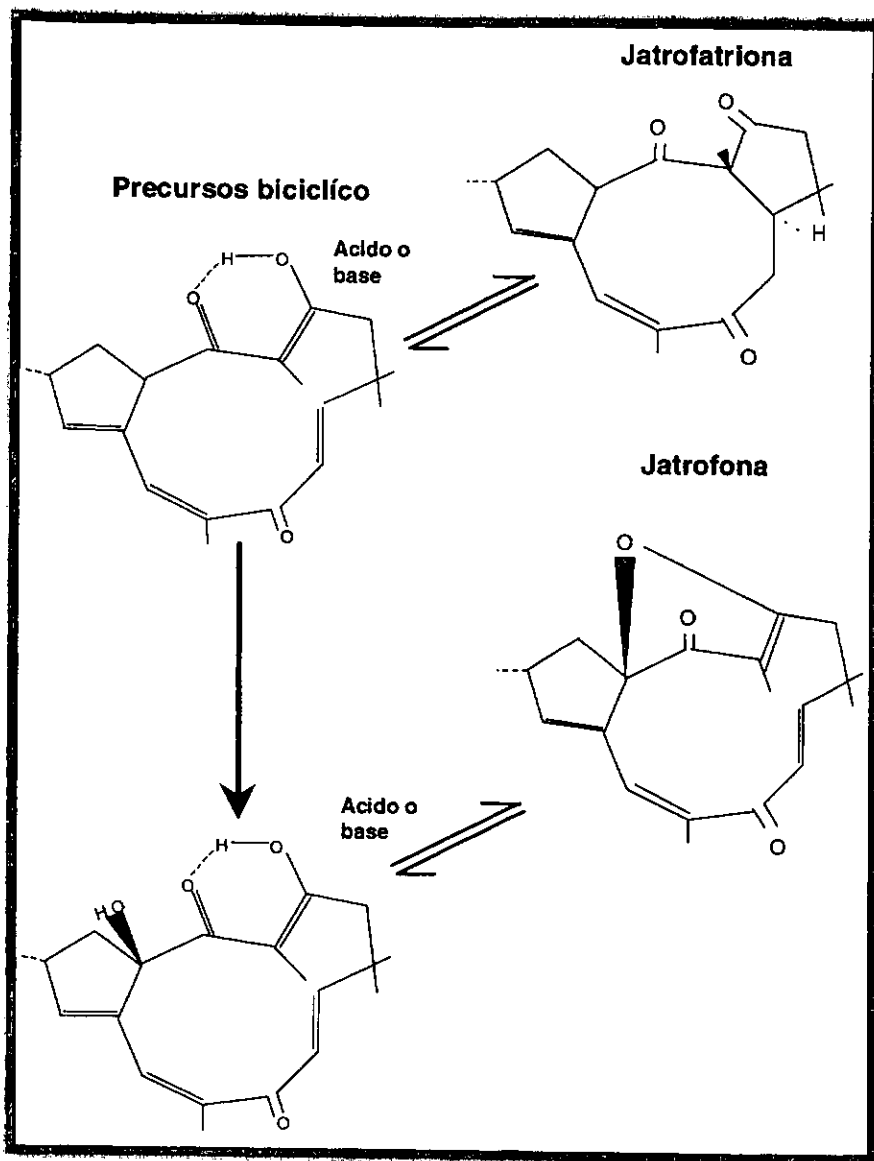
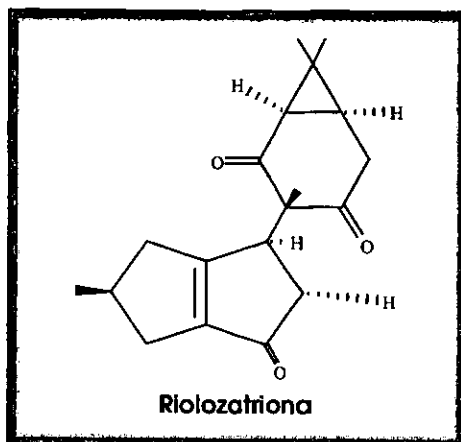


Figura 4  
Ruta biosintética de la jatrofona y la jatrofatriona a partir de un precursor biciclífico (Kupchan, 1976)





En 1980, Domínguez y col. aislaron de las raíces de *J. dioica* var. *sessiliflora* la riolozatriona, también un diterpeno.



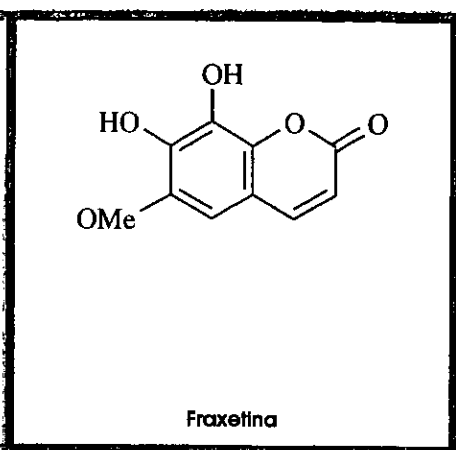
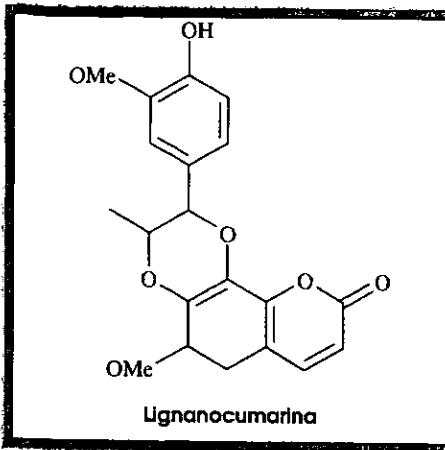
Adolf y col. en 1984 aislaron ésteres diterpénicos de los aceites de *J. podagrica* y *J. multifida*, 16-hidroxi-forbol de *J. curcas* y de *J. gossypifolia* el 12-desoxi-16-hidroxi-forbol.

### Flavonoides

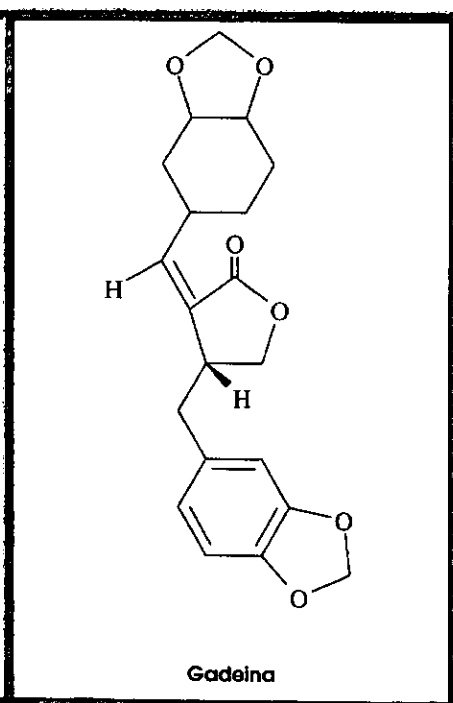
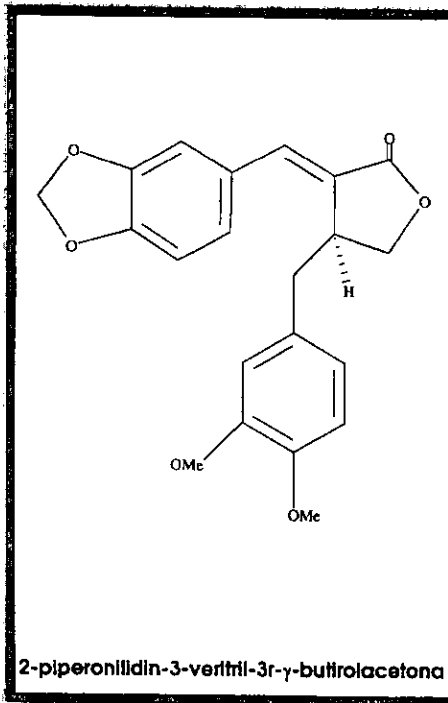
En 1971, Subramalan y col. encontraron quercetina, quercetina-3-galactósido, vitexina e isovitexina en hojas secas de *Jatropha heinii* y en los extractos de hojas frescas de *J. curcas* así como en los de hojas secas de *J. gossypifolia* encontraron apigenina, vitexina e isovitexina.

### Lignanos

En el extracto metanólico de la raíz de *J. glandulifera*, se econotraron jatrololona A, una lignanocumarina y fraxteina (Parthasarathy y Saradhi, 1984).



Se reportan la 2-piperonilidín-3-vertril-3 $\gamma$ -butírolacetona de tallos, raíces y semillas de *J. gossypifolia*, así como gadeína, aislada por Banerji y col. (1984).



## Saponinas

De este tipo de compuestos sólo se ha reportado la presencia de saponinas esteroidales en *J. curcas*, en un estudio realizado por Anzaldo y col., 1956.

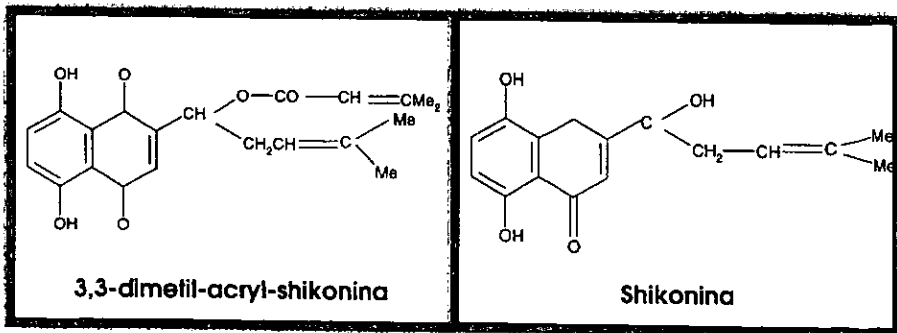
## Glicósidos

Se reporta la presencia de glicósidos clonogénéticos en *J. angustidens* (Heyl, 1902) y en *J. capensis* (Van der Walt y col., 1940).

## Alcaloides

Se han aislado Jatrofina de *J. gossypifolia* L. Var. *elegans* (Henry, 1937) y de *J. macrantha* (Mayorga, 1956), pero se desconoce la estructura de este compuesto.

También se han encontrado pigmentos en tronco y ramas de la especie *J. glandulifera* es la 3-3 dimetil-acryl-shikonina, principal pigmento responsable del color del tronco y que se encuentra con pequeñas cantidades de shikonina (Ballantine, 1969).



## Aceites de semillas

En estudios recientes, se ha encontrado que el aceite de la semilla de *Jatropha curcas* se ha utilizado como combustible vegetal en lugar del llamado diesel, lo cual puede dar como resultado la no emisión de contaminantes sulfurosos; además se ha estudiado el control de la erosión del suelo por áreas de producción con este árbol. Estos trabajos se han desarrollado en Nicaragua, y junto con México han contribuido también para el mejoramiento de prácticas agrícolas y sobre la instalación de bancos para preservar diferentes variedades de *J. curcas* de todo el mundo. Los componentes químicos del aceite de esta especie se analizaron en laboratorios de Austria para aplicarlos en el campo de los farmacéuticos. Las tecnologías usadas también han detectado que podrían tener uso en la industria alimenticia, como alimento proteínico para el ganado vacuno y peces (Grim, 1996).

Otros compuestos encontrados en *J. curcas* se muestran en la siguiente tabla (Duke, 1992):

Semilla	Hoja	Tronco	Toda la planta	Fruto	Resina
7-ceto-beta-sitosterol	alfa-amirina	beta amirina	curcusonea	galactos	taninos
arabinosa	campesetrol	faraxasterol			
ácido araquídico	isovitexina				
beta sitosterol y beta-sitosterol-beta o-beta-d-glucosido	n-1-triacontanol				
carbohidratos	estigmasto-5-ene-3-beta-7-alfa-diol				
curcina	estigmasto-5-ene-3-beta-7-beta-diol				
dulcitol	estigmasterol				
grasa	vitexina				
fibra					
fructosa					
glucosa					
ácido linoléico					
ácido linolénico					
ácido mirístico					
ácido oléico					
ácido palmítico					
ácido palmítico					
proteínas					
rafínosa					
ramnosa					
estaquiosa					
almidón					
ácido esteárico					
sucrosa					
agua					
xilosa					

#### **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **1. COLECTA**

Las semillas de *Jatropha bullockii* se colectaron en el Rancho Paraíso, a 4 kilómetros de la Estación Biológica de Chamela, Jal., en septiembre de 1983; y las de *J. galvani*, en la carretera Tepalcatepec- Buenavista, Mich., en agosto de 1987.

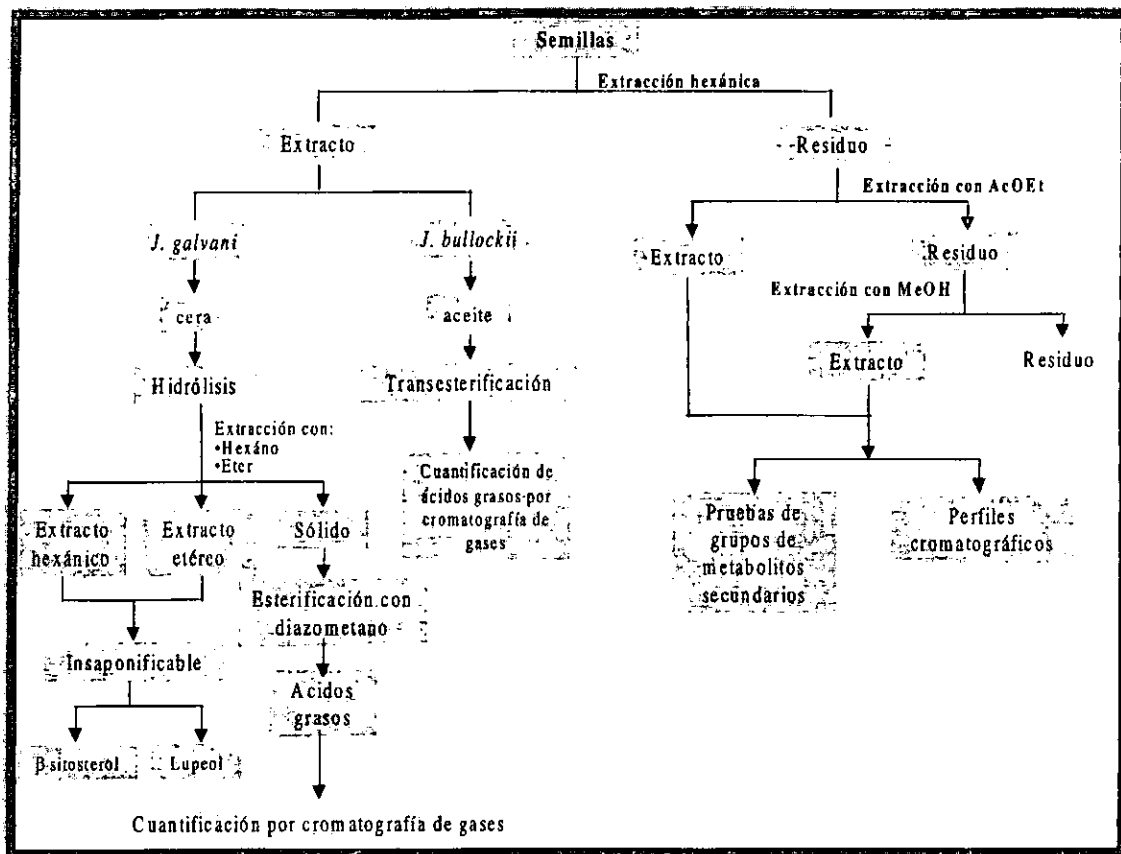
##### **2. PREPARACIÓN DEL MATERIAL**

Las semillas se secaron a temperatura ambiente y posteriormente se pulverizaron en un molino manual, se pesaron y se envasaron.

##### **3. EXTRACCIÓN SELECTIVA**

Se realizaron extracciones sucesivas de cada una de las muestras, por el Método de Soxhlet, con tres disolventes de polaridad creciente: hexano, acetato de etilo y metanol, tres veces durante ocho horas, con cada disolvente (Fig. 5). Las soluciones de los extractos se llevaron a sequedad a presión reducida, en un rotavapor, se pesaron y se calculó el rendimiento (Tabla 1).

Figura 5  
Diagrama metodológico



#### 4. DETERMINACIÓN DE GRUPOS DE METABOLITOS SECUNDARIOS

Con los tres extractos obtenidos de cada una de las especies, se realizaron pruebas para determinar los siguientes grupos de metabolitos secundarios:

GRUPO	PRUEBA
Terpenos	Lieberman-Burchard
Esteroides	
Flavonoides	Shinoda
Glucósidos	Molish
Alcaloides	Draggendorff
	Acido silicotúngstico
Saponinas	Espumas

#### 5. PERFILES CROMATOGRÁFICOS DE LOS EXTRACTOS

Para la obtención de los perfiles cromatográficos se utilizaron placas de gel de sílice, Merck-G 60 de 4 x 5 cm, con los siguientes sistemas de eluyentes:

EXTRACTO	ELUYENTES
Hexánico	Hexano-Acetato de Etilo 4:1
Acetato de Etilo	Hexano-Acetato de Etilo 4:1 Acetato de Etilo
Metanol	Metanol Acetato de Etilo-Metanol 3:1

Una vez corridas las muestras, en el sistema de eluyentes correspondiente, se observaron las placas con luz ultravioleta de onda larga, marcando las manchas observadas con líneas punteadas y, posteriormente, se revelaron con sulfato cérico, marcando las manchas observadas con líneas llenas.

## 6. ANÁLISIS DE LOS EXTRACTOS HEXÁNICOS

- **Extracto de *Jatropha bullockii***

La primera extracción hexánica (a) de esta especie fue un aceite, el cual se sometió a una transesterificación con metanol potásico y posteriormente a un análisis de sus componentes por cromatografía de gases.

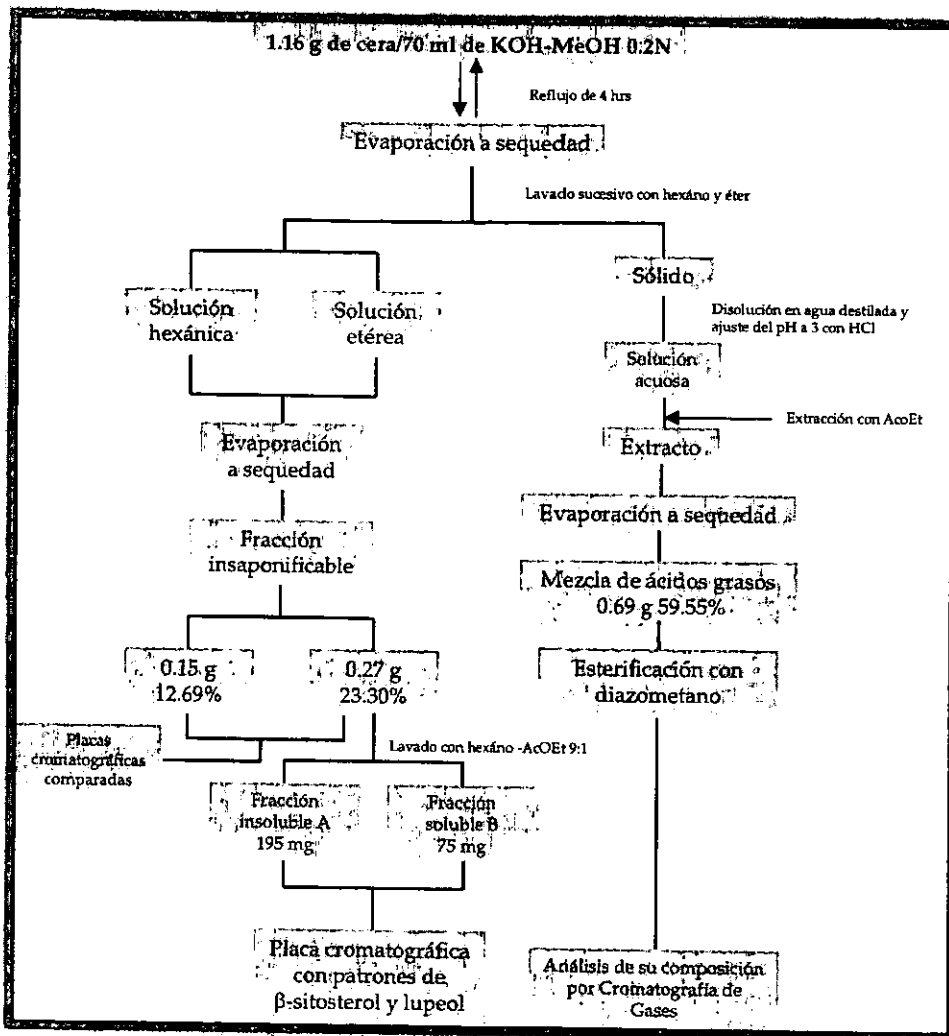
- **Transesterificación**

El aceite (5 g) se refluxó con potasa metanólica 0.2N (25 ml) en condiciones anhidras durante 4 horas. Al terminar la reacción la mezcla se dejó en reposo hasta que alcanzó la temperatura ambiente y se le adcionó un volumen de agua igual al de la solución potásica utilizada. Se transfirió a un embudo de separación, donde se extrajo con 3 volúmenes de aproximadamente 20 ml de éter. Los extractos etéreos se reunieron, se lavaron con agua a neutralidad, se secaron con sulfato de sodio anhidro y se filtraron. El filtrado se evaporó a sequedad, se peso y se obtuvo su rendimiento (Tabla 2) y se analizó por cromatografía de gases.



• **Extracto de *Jatropha galvani***

La cera que se obtuvo del extracto hexánico de esta especie se sometió a una hidrólisis de acuerdo al siguiente esquema:



- **Hidrólisis y esterificación de los ácidos grasos**

A 1.16 g de cera se le adicionaron 70 ml de potasa etanólica 0.2N. La mezcla se refluxó durante 4 horas en condiciones anhidras y posteriormente se evaporó a sequedad. El sólido resultante se lavó sucesivamente con hexano y con éter para separar la fracción insaponificable. La fracción saponificable (sólido) se disolvió en agua y se ajustó el pH a 3 con HCl diluido, extrayendo después con AcOEt. El disolvente se evaporó a sequedad a presión reducida y se obtuvieron así 0.687 mg de ácidos grasos. Esta mezcla de ácidos grasos se esterificó con diazometano y los ésteres metílicos se analizaron por cromatografía de gases (Tabla 5).

- **Fracción insaponificable**

A esta fracción (solución hexánica y etérea del producto de la hidrólisis) se le realizó una cromatografía en placa fina en gel de sílice (Fig. 7) y pruebas cromogénicas para terpenos y esteroides (Tabla 4). Como ambos lavados mostraron el mismo perfil cromatográfico, se trabajó sólo con la fracción etérea, que tuvo mayor rendimiento.

Ésta se lavó con una mezcla de hexano-acetato de etilo 9:1 dos veces, filtrándose después de cada lavado. Con la parte insoluble (A) que quedó en el filtro y con el líquido filtrado (B) que se evaporó a sequedad, se hizo una placa cromatográfica de gel de sílice, utilizando como referencia lupeol y  $\beta$ -sitosterol y empleando como eluyente hexano-acetato de etilo 4:1 (Fig. 8).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### • Rendimiento de los extractos

El uso de disolventes de polaridad creciente en extracciones selectiva de la muestra, aseguró la obtención de casi todas las sustancias de interés. De esta manera, los resultados obtenidos con respecto a los rendimientos de los extractos de ambas especies fueron diferentes.

El extracto hexánico de *Jatropha bullockii* se dividió en dos fracciones, la primera extracción correspondió a un aceite cuyo rendimiento fue de 14.44 %. De la segunda extracción se obtuvo un rendimiento de 0.87 % y fue un sólido de aspecto ceroso. Respecto a *J. galvani*, el rendimiento del extracto hexánico fue pequeño, 1.68% y estuvo constituido por una cera.

Del extracto de acetato de etilo se obtuvo mayor rendimiento en *J. galvani* y en el metanólico la diferencia fue muy poca, es decir, el rendimiento de *J. galvani* fue de 5.84% mientras que el de *J. bullockii* fue de 5.08% (Tabla 1).

**Tabla 1**  
**Rendimiento de los extractos**

Especie	Peso de la semilla g	Extracto hexánico		Extracto AcOEt		Extracto metanólico	
		Peso g	Rendimiento %	Peso g	Rendimiento %	Peso g	Rendimiento %
<i>Jatropha bullockii</i>	100	a) 14.44	a) 14.44	0.67	0.67	6.08	5.08
		b) 0.87	b) 0.87				
<i>J. galvani</i>	68.8	1.16	1.68	0.71	1.03	4.02	5.84

También se obtuvieron los rendimientos de la transesterificación de *J. bullockii* el cual fue de 54.63% (Tabla 2), mientras que el de la hidrólisis de la cera de *J. galvani* fue dividida en dos fracciones: la hexánica cuyo rendimiento fue de 12.69% y la etérea de 23.35% (Tabla 3).

**Tabla 2**  
**Rendimiento de la transesterificación de *J. bullockii***

Muestra utilizada g	Esteres metílicos	
	g	%
5	2.58	54.63

**Tabla 3**  
**Rendimiento de la hidrólisis de *J. galvani***

Muestra utilizada G	Acidos grasos		Fracción insaponificable			
			Hexánica		Etérea	
	g	%	g	%	g	%
1.16	0.69	59.35	0.15	12.69	0.27	23.35

- Pruebas cromogénicas y de precipitación**

Estas pruebas nos indican la presencia de determinados grupos de metabolitos secundarios. En este caso se efectuaron para terpenos, flavonoides, alcaloides, saponinas y glucósidos.

En los extractos hexánicos de ambas especies, se detectó la presencia de terpenos y esteroides, en el caso de la cera de *J. galvani*, estos grupos se encontraron en las dos fracciones insaponificables, etérea y hexánica.

Al comparar los resultados obtenidos de los extractos de acetato de etilo y metanólicos de las dos especies, se observa lo siguiente:

La reacción para terpenos y esteroides fue positiva para las dos especies en los tres extractos, sin embargo la mayor concentración se presentó en los metanólicos. No se detectó la presencia flavonoides ni saponinas. Se encontraron glucósidos en los extractos metanólicos y se detectaron alcaloides solamente con el reactivo de ácido silicotúngstico en los extractos de acetato de etilo de ambas especies (Tabla 4).

**Tabla 4**  
**Resultado de pruebas coloridas**

Extracto	Terpenos (Liberman-Burchard)	Flavonoides (Shinoda)	Glucósidos (Molish)	Alcaloides Dragendorff	Alcaloides Ac. Silicotúngstico	Saponin Espumas
1 a	+ Ocre	-	-	-	-	-
1 b	+++ verde oscuro	-	-	-	++ blanco	-
1 c	+++ verde oscuro	-	+++ violeta	-	-	-
2 b	++ verde pálido	-	-	-	++ blanco	-
2 c	+++ verde oscuro	-	+++ violeta	-	-	-
2 EEh	++ verde oscuro					
2 Ehh	+ verde pálido					

es:

especies

- 1 *J. bullockii*
- 2 *J. galvani*

Extractos

- a Hexánico
- b Acetato de etilo
- c Metanólico

Saponificación cera de *J. galvani*

- EEh Fracción Insaponificable etérea
- Ehh Fracción Insaponificable hexánica

- **Análisis del aceite y la cera**

Como resultado del análisis del aceite y de la cera, se obtuvieron los ácidos principales, así, en el caso de *J. bullockii* fueron: palmítico, esteárico, oléico y linoléico. En *J. galvani* fueron ácido palmítico, palmitoléico, esteárico, oléico y linoléico (Tabla 5, fig. 6).

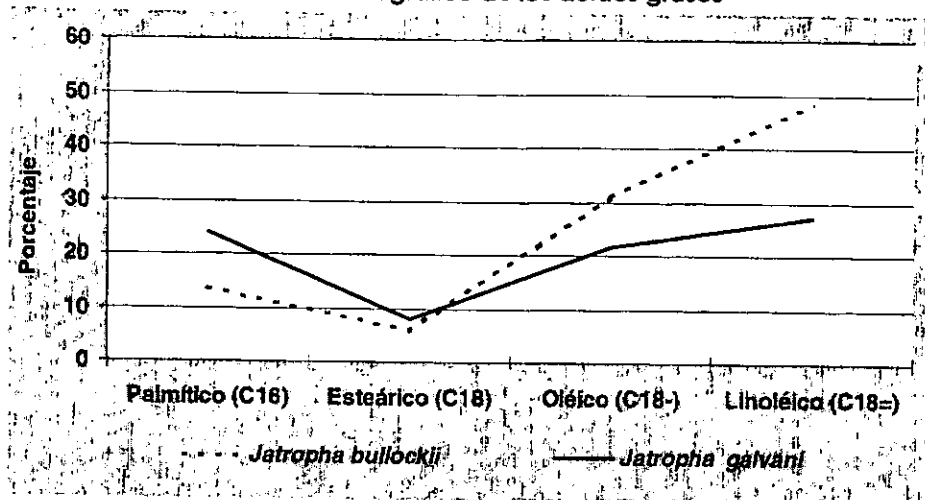
**Tabla 5**  
**Composición en ácidos grasos del aceite de *J. bullockii* y de la cera de *J. galvani***  
**Porcentaje**

Acido graso	Aceite	Cera
Palmítico	13.66	23.90
Esteárico	5.81	7.89
Oléico	30.87	21.63
Palmitoléico	-	18.47
Linoléico	48.15	27.29
<b>Total</b>	<b>98.49</b>	<b>99.18</b>

La relación entre ácidos saturados y no saturados en *J. bullockii* fue de 19.47% y 79.02% respectivamente. En el caso de *J. galvani* ésta fue de 31.79% y 57.39%. Esta proporción está de acuerdo con el aspecto blando de la cera.

La diferencia encontrada en los perfiles cromatográficos de la composición de los ácidos grasos del aceite y de la cera indica que probablemente no pertenecen a la misma sección de otro modo los perfiles guardarían similitud. Esto se confirma con la posición que ocupan estas dos especies en la clasificación de Deghan y Webster, *J. bullockii* pertenece a la sección *Platyphyllae* y *J. galvani* a la *Loureira*.

Figura 6  
Perfil cromatográfico de los ácidos grasos



- Placas cromatográficas

De la figura 7 a la 10 se presentan las placas cromatográficas realizadas a los extractos obtenidos en las cuales observamos el número de compuestos químicos que contiene cada una de las especies en estudio.

- Fracción insaponificable de la cera

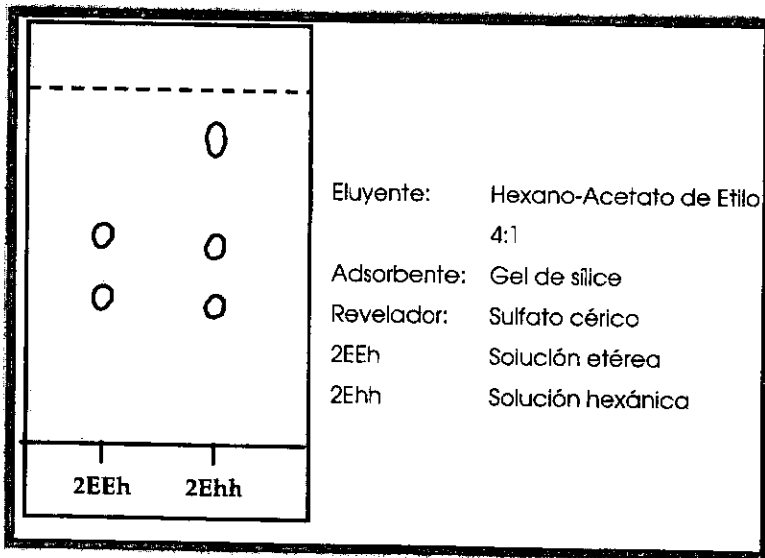
Las placas cromatográficas de la fracción insaponificable de la cera obtenida de *J. galvani* nos muestran que ambas presentan el mismo número de componentes químicos al correrlas con Hexano-acetato de etilo 4:1 como eluyente (Fig. 7). En este mismo sistema de eluyentes, se realizó otra placa con las fracciones insoluble A y soluble B de la solución etérea, comparándolas con patrones de  $\beta$ -sitosterol y lupeol obteniendo que A y B y de  $\beta$ -sitosterol presentan correspondencia en la mancha 1 en la zona de menor polaridad. (Fig. 8)

- **Extractos de acetato de etilo y metanólico**

En los perfiles de los extractos de acetato de etilo y metanólico se encontraron algunas diferencias entre las dos especies. En los perfiles del extracto de acetato de etilo hay diferencias tanto en la parte menos polar como en la de mediana polaridad de la placa. Hay correspondencia de las manchas 5, 6 y 7 pero la mancha 3 y 4 que tiene *Jatropha bullockii* no la tiene *J. galvani*, quien tiene otras dos manchas con Rf de diferente polaridad (Fig. 9).

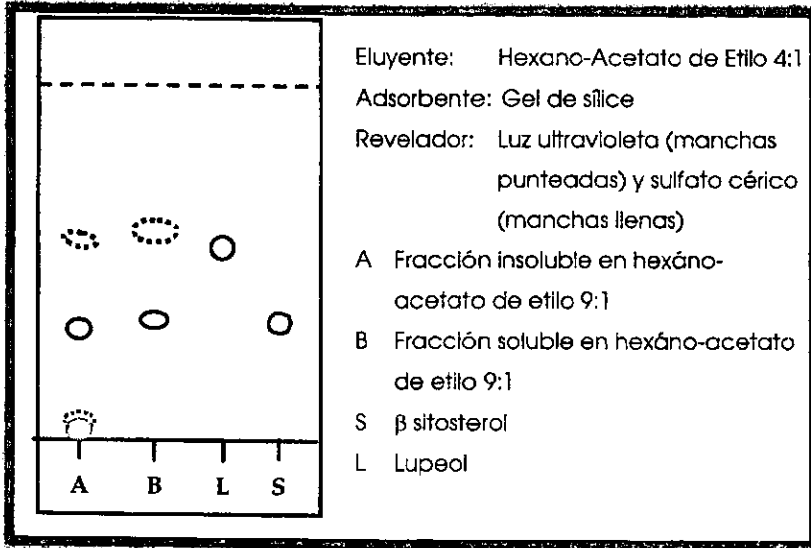
En los metanólicos los perfiles son diferentes y no hay correspondencia de manchas. Estas diferencias en los perfiles vuelven a marcar la diferencia de secciones en las dos especies (Fig. 10).

**Figura 7**  
**Fracción insaponificable de la cera**  
*Jatropha galvani*





**Figura 8**  
**Fracción A y B del insaponificable**  
*Jatropha galvani*



**Figura 9**  
**Extracto de acetato de etilo**

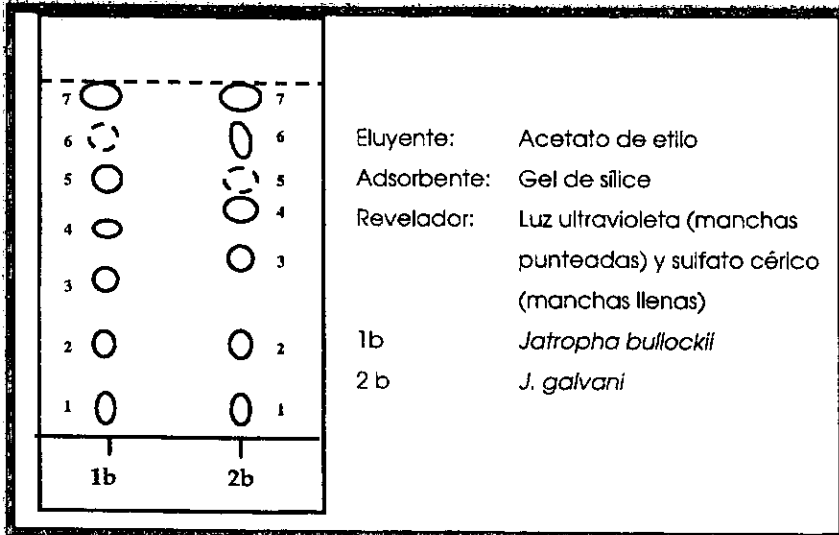
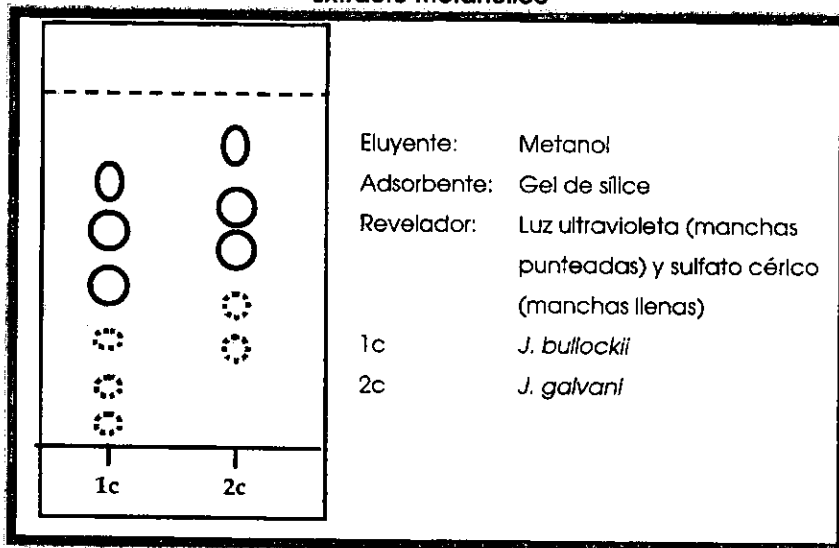


Figura 10  
Extracto metanólico



ESTA TESIS NO BEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## VI. CONCLUSIONES

- El perfil cromatográfico de la composición en ácidos grasos de la cera y del aceite de ambas mostró marcadas diferencias, lo cual indica que no pertenecen a la misma sección del subgénero *Curcas* por lo tanto, el resultado esta de acuerdo con la clasificación de Deghan y Webster.
- El perfil de los extractos de acetato de etilo de ambas especies muestran pequeñas diferencias, en tanto que el de los extractos metanólicos son totalmente diferentes. Esto es otro indicador de que no pertenecen a la misma sección del género *Curcas*, *J. bullockii* esta clasificada dentro de la sección *Platyphyllae* y *J. galvani* a la *Loureira*.
- Del extracto hexánico de *J. bullockii* se obtuvo un aceite y del de *J. galvani* una cera en cuya fracción insaponificable se identificaron  $\beta$  sitosterol y lupeol.
- En las semillas de ambas especies se encontraron terpenos, alcaloides y glucósidos. En las pruebas de grupos de metabolitos secundarios se encontraron terpenos, en los extractos hexánicos de las dos especies. En los extractos de acetato de etilo hubo glicósidos y en los metanólicos alcaloides.

# APÉNDICE

## PRUEBAS COLORIDAS

### PRUEBA DE LIEBERMAN-BURCHARD (terpenos y esteroides).

Se mezcla 1 ml de anhídrido acético y 1 ml de cloroformo, se enfría la mezcla con hielo a 0°C y se le añade la misma cantidad de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado como tenga de cloroformo. Hay formación de colores azul, verde, rojo, anaranjado, etc., los que cambian con el tiempo.

Cuando la reacción es positiva, es decir se detectan **esteroides**, se da una coloración azul o azul verdoso y rojo, rosa o violeta si son **terpenos**.

### PRUEBA DE SHINODA (flavonoides)

Los extractos alcohólicos incoloros o ligeramente amarillos de un vegetal se tratan con trocitos de magnesio (Mg) y algunas gotas de HCl concentrado observándose de inmediato una coloración anaranjada, roja, roja azulosa o violeta si están presentes flavonas, flavoninas o xantonas.

Ocasionalmente los flavonoles (incluyendo sus 3 ésteres y glicósidos). Las flavonas y flavonoles dan colores verdes o azules.

Utilizar el extracto en solución alcohólica, es decir si el extracto es hexánico o de acetato de etilo se llevará a sequedad, poniendo en baño María el tubo conteniendo 1 ml de solución madre y piedras de ebullición hasta que se evapore completamente, agregándole 1 ml del metanol.

### PRUEBA DE MOLISH (glucósidos)

A un ml (0.5 mg) de extracto disuelto en etanol o metanol se agregan 2 gotas de una solución de  $\alpha$ naftol en el etanol y 1 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado dejándolo

resbalar por las paredes poco a poco de tal manera que el ácido y la solución metanólica se estratifiquen. Si hay glucósidos aparecerá un anillo violeta en la interfase de los 2 líquidos, el color cambiará rápidamente agitando, formándose una solución violeta, se deja reposar 2 minutos, se diluye en 5 ml de agua formándose un precipitado violeta inmediatamente.

#### **PRUEBA DE DRAGENDORFF (alcaloides)**

A 1 ml de extracto se adiciona 1 ml de HCl al 10% más 2 gotas de reactivo de Dragendorff. La prueba es positiva si se forma un precipitado naranja.

Si se usa sobre soluciones aciduladas, se puede recoger el precipitado anaranjado-marrón, liberar los alcaloides con una solución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y extraer con éter etílico o un disolvente similar.

#### **REACTIVO DE ÁCIDO SÍLICOTÚNGSTICO (Alcaloides)**

Se disuelven 5 g de ácido silicotúngstico en ácido sulfúrico 6N necesario para formar 100 ml de solución. La prueba es positiva si se forma un precipitado amarillo pardo.

#### **PRUEBA DE ESPUMA (saponinas)**

Una alícuota de extracto metanólico se disuelve con agua (dos volúmenes con respecto al extracto y se sacude 30 segundos), si la espuma formada permanece 2 minutos hay saponinas).

## ♦ CROMATOGRFÍA EN CAPA FINA

La cromatografía en capa fina o delgada constituye un método para separar y, en algunos casos identificar mezclas de dos o más compuestos orgánicos. Esta técnica consiste en cubrir una placa de vidrio con un adsorbente adecuado, se coloca en el origen de la placa una mancha de una solución del compuesto orgánico en estudio, se deja que un disolvente adecuado ascienda por la capa del adsorbente por capilaridad y el compuesto o compuestos se localizan en la placa, directamente en el caso de compuestos coloreados con la ayuda de un indicador (o utilizando luz ultravioleta) cuando los compuestos son incoloros.

Los diversos compuestos ascienden por la capa del adsorbente a velocidades diferentes con relación al disolvente y de esta forma se realiza la separación de los componentes de una mezcla.

El compuesto que avanza se ve atraído a zonas polares de la superficie del adsorbente por fuerzas electrostáticas, quedando reversiblemente ligado a la misma. El disolvente interacciona asimismo con el adsorbente, y el compuesto interacciona con el disolvente. Esta interacción competitiva triple entre soluto, disolvente y adsorbente establece las proporciones relativas en que el frente del disolvente y el soluto ascienden por la capa de adsorbente en la placa de vidrio.

La actividad del adsorbente influye asimismo en el grado de emigración del soluto. La polaridad del disolvente influye asimismo en el grado de ascensión del soluto por la capa fina del adsorbente sobre la placa de vidrio.

El valor de  $R_f$  se define como la relación entre la distancia recorrida por el compuesto utilizado como soluto y la recorrida por el disolvente en el mismo tiempo.

Para este experimento, las determinaciones se efectuaron en placas delgadas de gel de sílice Merck G-60. Los extractos se aplicaron sobre esta capa en forma de solución, para lo cual, los sólidos se disolvieron en una pequeña cantidad de disolvente adecuado. En la placa se dibujó con un lápiz, una línea paralela a la base. Se marcaron pequeños puntos (a distancias iguales), correspondientes a cada una de las muestras que se aplicaron sobre la placa y se señaló cada muestra para poderla identificar.

Los extractos se aplicaron sobre la placa mediante un tubo capilar quedando las muestras de un diámetro de 5 mm aproximadamente. Cuando la mezcla de sustancias estaba muy diluida, se hicieron varias aplicaciones hasta obtener la muestra óptima.

El disolvente utilizado para eluir el cromatograma se colocó en un vaso de precipitados, la placa se colocó cuidadosamente en el vaso de precipitados que se tapó inmediatamente considerando que la atmósfera en el recipiente está saturada con el vapor del eluyente. El disolvente ascendió hasta el extremo superior de la placa marcándose el frente. Se sacó la placa del recipiente y se dejó secar.

Una vez seca se observó con una lámpara de rayos U.V. método utilizado con el objeto de detectar los compuestos orgánicos no saturados que presentan fluorescencia, debido a la propiedad de absorber las radiaciones ultravioleta y emitir radiaciones de mayor longitud de onda (el color que presenta es característico del compuesto).

Los compuestos incoloros sobre la placa se colorearon mediante un revelador, el sulfato cérico, el cual se aplicó con un nebulizador



## ◆ MÉTODO DE SOXHLET

Es un proceso de extracción en caliente empleando el aparato de Soxhlet. Este sistema funciona por continua extracción de un sólido por un disolvente caliente. El material trabajado (semillas secas pulverizadas), se puso en un dedal poroso (formado de papel filtro) que se coloca en el interior del tubo del aparato de Soxhlet.

A la parte inferior del aparato se le adaptó un matraz de fondo redondo, del tamaño apropiado para contener el disolvente. Este matraz se colocó en un baño de vapor con objeto de que el disolvente ebuliera suavemente. El vapor del disolvente ascendió a través del aparato y se condensó en el refrigerante colocado en la parte superior del Soxhlet. El disolvente condensado cae dentro del cartucho de papel filtro, llenándolo lentamente.

Cuando el disolvente alcanzó el tope de sifón lateral, el líquido cayó al matraz llevando en solución las sustancias extraídas.

## ◆ ROTAVAPOR

Una vez obtenido el extracto en solución se eliminó el disolvente con ayuda del rotavapor. Este es un aparato en el que la evaporación del disolvente se hace a presión reducida y, por consiguiente, a menor temperatura.

El matraz que contiene el extracto disuelto en el disolvente se conectó al refrigerante del aparato y se calentó a temperatura apropiada en baño de vapor, girando durante la evaporación lo cual asegura la regulación de la ebullición.

El disolvente que se está evaporando, se condensa en el refrigerante del espiral en el cual está pasando agua continuamente y cae en el matraz receptor.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Adolf, W., H.J. Opferkuch, and E. Hecker. 1984. Irritant Phorbol derivatives from four *Jatropha* species. *Phytochemistry*. 23(1): 129-132.
- 2) Anzaldo, F. et al. 1956. Screening of Philippine plants for steroidal sapogenins. *Phillippine J. Sci.* (85): 305.
- 3) Arias, C. C., R. M. Martha y C. C. Graclano. 1992. Biotecnologías de células y tejidos vegetales: Metabolismo secundario. *Avance y Prospectiva* (11): 367-374.
- 4) Ballantine, J. A., 1969. The isolation of two esteres of the naphthaquinone alcohol, shikonin, form the shrub *Jatropha glandulifera*. *Phytochemistry* 8: 1587-1590.
- 5) Benerji, J., B. Das, A. Chaterjee and N.J. Shoolery. 1984. Gadalin, a lignan from *Jatropha gossypifolia*. *Phytochemistry* (10): 2323-2327.
- 6) Deghan, B. and M. C. Craing. 1978. Types of laticifers and crystals in *Jatropha* and their taxonomic implications. *Amer. J. Bot.* (65): 345-352.
- 7) Deghan, B. and G.L. Webster. 1979. Morphology and Infrageneric relationships of the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae). *Univ. Calif. Publ. Bot.* (24): 74.
- 8) Domínguez, X. A. 1973. *Métodos de Investigación Fitoquímica*, Limusa. Mex. Págs. 141, 153, 204, 218.
- 9) Domínguez, X. A., G. Cano, R. Franco, A. M. Villarreal, W. H. Watson and B. Zabel. 1980. Riolozatrione, a new class of diterpene from *Jatropha dioica* var. *Sessiliflora*. *Phytochemistry* (10): 2468.
- 10) Duke, J. A. 1992 *Handbook of Phytochemical constituents of grassherbo and other economic plants*. Boca Rat. FL. CRC Press-
- 11) Fransworth, N. R. 1966. Biological and Phytochemical screening of plants. *Jour. Phan. Sci.* 55(3): 225-276.
- 12) Guevara, F. P. 1988. Análisis químico comparativo de hojas y látex de cuatro especies del género *Jatropha* (Euphorbiaceae) Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM.

- 13) Grimm, C., 1996. The *Jatropha* project in Nicaragua. Bagani Tulu (Mali). 1: 10-14.
- 14) Jiménez, J. 1981. *Jatropha galvani* (Euphorbiaceae). Especie nueva de la Cuenca del Balsas. Cact. Suc. Mex. XXVI: 3-6.
- 15) Jiménez, J. 1982 Contribución al conocimiento del género *Jatropha* en México. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM.
- 16) Jiménez, J. 1985 Dos especies nuevas del género *Jatropha* en México. Cact. Suc. Mex. XXX: 80-84.
- 17) Jiménez, J. 1986 Una especie de *Jatropha* del Estado de Guerrero. Cact. Suc. Mex. XXXI: 3-5.
- 18) Kozhiparambll, D. P. and Chandrasekharen. 1979. Jatropholones A and B new diterpenoids from the roots of *Jatropha gossypifolia*.
- 19) Kupchan, S. M., C. W. Sigel, M. L. Matz, E. J. Gilmore and R. F. Bryan. 1976 Structure and Stereochemistry of Jatrophone, a novel macrocyclic diterpenoid tumor inhibitor. Journal of the American Chemical Society 98(14): 2295-22300.
- 20) Lot, J. E., 1984. A new species of *Jatropha* (Euphorbiaceae) from Coastal Jalisco, Mex., Madroño, Vol. 31(3) 180-184.
- 21) Mc. Vaugh, R. 1945. The genus *Jatropha* In America; Principal intergeneric groups. Bull Torrey. Bot. Club (72): 271-294.
- 22) Mayorga, G. 1956. Phytochemical study of *Jatropha macrantha*. Anales Fac. Farm. y Bioquim. Univ. Nal. Mayor San Marcos (7): 141-159.
- 23) Pharthasarathy, M. R., M. R., and K. P. Saradhi. 1984. A coumarino-lignan from *Jatropha glandulifera*. Phytochemistry. 23(4): 867-869.
- 24) Stace, C. A. 1980. Plant Taxonomy and Biosystematics. Esward Edition.
- 25) Subramalan, S. S., Nagarajan, and N. Sulochana. 1971. Flavonoids of the leaves of *Jatropha gossypifolia*. Phytochemistry. (10): 1960.