

336427  
6



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MEXICO

CAMPUS CHAPULTEPEC

ESCUELA DE QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
INCORPORADA A UNAM

"OBTENCION DE ACEITES ESENCIALES DE LAS  
PLANTAS DE LOS GENEROS *Aristolochia* y  
*Nectandra*." (*Aristolochia grandiflora*, *Aristolochia*  
*foetida*, *Aristolochia taliscana* y *Nectandra salicifolia*.)

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADA EN QUIMICA  
FARMACEUTICA BIOLOGA  
P R E S E N T A :  
**ANGELICA ) MORALES MEDINA**

DIR. DE TESIS: DRA. OFELIA ESPEJO GONZALEZ  
M. en C. JAVIER A. CARBALLO PEREA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

01

2003



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

**TESIS  
CON  
FALLA DE  
ORIGEN**

# **PAGINACION DISCONTINUA**

... Dirección General de Bibliotecas  
... a difundir en formato electrónico e impresa  
contenido de mi trabajo recepciona  
NOMBRE: Angélica Morales Medina  
FECHA: 21 febrero 2003  
FIRMA: [Firma]

### JURADO ASIGNADO.

PRESIDENTE:	M.en C. Javier A. Carballo Perea.
VOCAL:	Prof. Isidro Hinojosa López.
SECRETARIO:	M.en C. Agustín Palma de la Cruz.
1er SUPLENTE:	Prof. Benjamín A. Fernández Fernández.
2do SUPLENTE:	Prof. Raquel Ruiz Rosales.

### SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA DE TESIS.

LABORATORIO 121 EDIFICIO E, DEPARTAMENTO DE FARMACIA, FACULTAD  
DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

DIRECTORA DE TESIS:	<u>[Firma]</u> DRA. OFELIA ESPEJO GONZÁLEZ.
ASESOR INTERNO:	<u>[Firma]</u> M. EN C. JAVIER A. CARBALLO PEREA.
SUSTENTANTE:	<u>[Firma]</u> ANGÉLICA MORALES MEDINA.

MÉXICO, D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2003

## Agradecimientos.

*A Dios: Por haberme dado la vida y la oportunidad de realizar mi sueño estudiando una carrera, por concederme llegar con bien y por caminar de mi mano hasta el día de hoy, por conservar a mi familia y mis amigos.*

*A mis Padres: Por todo el cariño y el apoyo incondicional que siempre he tenido de ustedes, por saberme guiar por el buen camino y por la educación que me han dado, espero siempre darles un motivo para que se sientan orgullosos de mí.  
Los quiero mucho.*

*A mis Hermanos: Carlos y Maribel por ayudarme y apoyarme en mi carrera, por todo su cariño, les dedico este trabajo esperando que ustedes también realicen su sueño algún día.*

*A la familia Morales: Tíos Vicente, Jose, Eduardo, Marta, Betty, Luis, Yola, Juaceli, Rieky y primos Vicente, Gabriel, Caro, Mariana, Hector, Alex, Benny, Nora, Luis, Enrique, Regina. Por estar siempre pendientes de mí, por acompañarme en todos los momentos de felicidad y por ser parte de mi vida.*

*A la Familia Medina: Tíos Luisita, Paquito, Paty y primos Jorge, Claudia, Mina y Abraham, por ser el pilar familiar, por las alegrías compartidas a lo largo de mi vida y por el apoyo recibido de todos ustedes.*

*A mi prima Mina: que la quiero mucho, gracias por estar conmigo en todo momento y por todo el apoyo y confianza que me has dado eres otra hermana más para mí.*

*A mis sobrinos: María Fernanda, Diego, María José, Pamela, Patricio y el que viene en camino, que los quiero mucho, por la alegría que me dan con sus sonrisas y travesuras.*

*A mis amigos: Isabel, Laura, Juan, Vero, Juan José, Salvador, Ale, Caro, Jessy, Liliana, Anai, Mago, Jessica, Liliana O, Pamela, Ladrís, Dany, Norma, Vane, Manuel, Janet, Julieta, Edith, Jesús, Marco, Alberto y Marco por estar conmigo en las buenas y en las malas, por animarme y por la amistad que hemos mantenido durante años.*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*A la Dra. Ofelia Espejo: Por haber depositado su confianza en mí para llevar a cabo este proyecto de tesis, por todo el apoyo y cariño que recibí de usted en el tiempo que nos conocemos, por enseñarme a aplicar los conocimientos.*

*Al M. en C. Javier Carballo Perea: Por ayudarme a la elaboración de esta tesis, por haberme transmitido sus conocimientos desde los primeros semestres de la carrera y por haberme brindado su cariño y amistad.*

*A la M. en A.I. Ma Antonieta Jiménez Zamudio: Por haberme orientado en la carrera, por haber sido mi maestra, gracias por todo el cariño.*

*A la M. en C. Verónica María Rojas de la Parra: Por haber contribuido en el desarrollo de mi servicio social y tesis, por su apoyo y su sincera amistad.*

*A mis compañeros de laboratorio 121, 122 y 124: Por haber hecho grata mi estancia en el laboratorio el tiempo que me tomo realizar mi servicio y tesis y por ayudarme en ciertas ocasiones y por su amistad. Vero, Marcela, Marco, Hugo, Diana, Susy, Lalo, Victor, Nayelly, Jenny, Marcela, Gabriel, Luis, Sergio, Isabel y Blanca.*

*A mis Profesores: Por haberme enseñado y preparado para la vida con paciencia, por transmitirme sus conocimientos durante toda la carrera y en cada etapa escolar, por estar pendientes de mí, por la amistad y el cariño que me han dado.*

*A ti amor: por haberme acompañado durante esta etapa de mi vida, por animarme y ser el impulso de cada día, por toda la alegría que me diste y por haber logrado tantas cosas juntos.*

*¡ A todos ustedes mil gracias !*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La realización experimental de este trabajo se llevó a cabo en el laboratorio 121 del Edificio E, en el Departamento de Farmacia de la Facultad de Química de la UNAM.

Así mismo el material y equipo necesario fué proporcionado por la UNAM.

Los análisis de Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas fueron realizados en la División de Posgrado de la Facultad de Química de la UNAM, en el laboratorio de Masas que está a cargo del M. en C. Humberto Gómez Bolaños y la colaboración del Q.F.B. Adolfo García Osuna.

Los estándares utilizados para los análisis de los espectros de masas de las cuatro plantas en estudio, fueron proporcionados por El Laboratorio Central de Hacienda por el I.Q. Fernando Jáuregui Zavala.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Índice.

Glosario.	Pag No.
	i
Título.	ii
Justificación.	iii
1.- OBJETIVOS.	1
2.- CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.	2
3.- CAPITULO II. ANTECEDENTES.	4
II.1.- Aceites esenciales.	4
II.1.1.- Composición química.	5
II.1.2.- Biosíntesis.	6
II.1.2.1.- Compuestos isoprenoides.	6
II.1.2.1.1.- Monoterpenos.	11
II.1.2.1.2.- Sesquiterpenos.	14
II.1.2.1.3.- Diterpenos.	18
II.1.3.- Métodos de obtención.	21
II.1.3.1.- Destilación por arrastre de vapor.	22
II.1.3.1.2.- Controles.	23
II.1.3.1.3.- Métodos de análisis.	24
II.1.3.1.3.1.- Patrones de fragmentación en un espectro de masas	27
II.1.4.- Propiedades farmacológicas.	30
II.1.4.1.- Usos.	31
II.1.4.1.2.- Toxicidad.	32

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

	Pag No.
II.1.5.- La familia Aristolochiaceae.	34
II.1.5.1.- Morfología.	37
II.1.5.1.2.- Descripción monográfica de las plantas.	40
II.1.5.2.- Aceites esenciales de <i>Aristolochias</i> .	41
II.1.6.- La familia Lauraceae.	42
II.1.6.1.- Grupos representativos de dicotiledóneas de los géneros en estudio.	44
II.1.6.1.2.- Compuestos importantes de la familia Lauraceae en aceites esenciales.	46
4.- CAPITULO III. PARTE EXPERIMENTAL.	48
III.1.- Material y Métodos.	48
III.1.1.- Materiales.	48
III.1.2.- Molienda.	48
III.1.2.1.- Purificación de disolventes.	49
III.1.2.1.1.- Destilación por arrastre de vapor.	49
III.1.3.- Cromatografía en capa fina.	53
III.1.3.1.-Cromatografía de gases-espectrometría de masas.	54
5.- CAPITULO IV. RESULTADOS.	56
IV.1.- Extracción de aceites esenciales.	56
IV.1.1.- Cromatografía en capa fina.	57
IV.1.2.- Cromatografía de gases.	57
IV.1.3.- Constituyentes de los aceites esenciales.	60
IV.1.4.- Espectros de masas de los compuestos identificados.	63

	Pag No.
6.- CAPITULO V. CONCLUSIONES.	64
7.- ANEXOS.	
1.1.- Compuestos identificados por CG-EM.	66
1.1.1.- Metabolitos primarios y secundarios en la biogénesis de terpenos.	68
1.1.1.- Espectros de masas.	69
8.- BIBLIOGRAFÍA.	82

### Indice de Cuadros.

1.- Tipos de destilación.	21
2.- Esencias y métodos de extracción.	22
3.- Aristolochias mexicanas.	38
4.- Nectandras mexicanas.	45
5.- Compuestos importantes de la familia Lauraceae en aceites esenciales.	46
6.- Disolventes.	53
7.- Reveladores.	53

### Indice de Espectros.

1.- Espectros de compuestos identificados de <i>Aristolochia grandiflora</i> .	69
2.- Espectros de compuestos identificados de <i>Aristolochia taliscana</i> .	73
3.- Espectros de compuestos identificados de <i>Aristolochia foetida</i> .	74
4.- Espectros de compuestos identificados de <i>Nectandra salicifolia</i> .	80

## Indice de Esquemas.

	Pag No.
1.- Aplicación de la regla del isopreno.	7
2.- Biosíntesis de compuestos isoprenoides.	8
3.- Estados preliminares en la biosíntesis de compuestos isoprenoides.	9
4.- Biosíntesis global.	10
5.- Moléculas representativas del grupo de monoterpenos.	11
6.- Isomerización de GPP-NPP.	12
7.- Biosíntesis de monoterpenos.	13
7-A.- Biosíntesis de monoterpenos.	14
8.- Biosíntesis de sesquiterpenos.	15
9.- Estructuras representativas del grupo de sesquiterpenos.	16
10.- Biosíntesis de sesquiterpenos.	17
11.- Estructuras características del grupo de diterpenos.	19
12.- Biosíntesis de diterpenos.	20
13.- Origen taxonómico de Lauráceas.	43

## Indice de Figuras.

1.- Patrones de fragmentación.	28
2.- Patrones de fragmentación de estructuras como estereoisómeros del mentol, isomentol y neomentol en espectrometría de masas.	29
3.- Diagrama de flujo para la obtención de aceites esenciales.	52
4.- Metabolitos primarios y secundarios en la biogénesis de terpenos.	68

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Indice de Tablas.**

	Pag No.
1.- Rendimiento.	56
2.- Componentes.	57
3.- Constituyentes de <i>A.grandiflora</i> .	60
4.- Constituyentes de <i>A.foetida</i> .	60
5.- Constituyentes de <i>A.taliscana</i> .	61
6.- Constituyentes de <i>Nectandra salicifolia</i> .	62
6-A.- Compuestos más abundantes de extracto.	63
7.- Compuestos identificados de <i>A. grandiflora</i> .	66
8.- Compuestos identificados de <i>A. foetida</i> .	66
9.- Compuestos identificados de <i>A. taliscana</i> .	67
10.- Compuestos identificados de <i>N. salicifolia</i> .	67

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Glosario.

**Aceite esencial.-** Material constituido por sustancias volátiles de carácter aromático que se extrae de plantas y frutos, principalmente por destilación por arrastre de vapor de agua.

**Alexitere.-** Aquel que actúa como antidoto en los efectos de veneno, provocado por picadura o mordedura de animales ponzoñosos.

**Bacciforme.-** En forma de baya.

**Carminativo.-** Favorece la expulsión de gases intestinales.

**Cocancerígeno.-** Sustancias que no producen cáncer en su uso prolongado, pero en combinación con sustancias cancerígenas, tienen los efectos malignos en dosis inferiores a la sustancia en cuestión.

**Cordado.-** Con forma de corazón.

**Dicotiledóneo.-** Clase de angiosperma caracterizada por el embrión, generalmente con dos cotiledones.

**Diploclamídeo.-** Con dos cálices.

**Emenagogo.-** Agente que produce o regulariza la menstruación.

**Estípulas.-** Cada una de las partes salientes de un órgano o cuerpo vegetal, generalmente laminar.

**Homoclamídeo.-** Planta o flor que tiene los verticilos perianticos de forma magnitud y consistencia semejante.

**Locular.-** Cavidades de un órgano.

**Oxitúico.-** Acelera la evacuación del útero al estimular las contracciones y liberar el producto.

**Perianto.-** Envoltura floral.

**Verticilo.-** Estructura conformada por cáliz, corola, androceo y gineceo.

**Vulnerario.-** Aquella sustancia que sana las llagas y heridas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

“ Obtención de aceites esenciales de las plantas de los géneros *Aristolochia* y *Nectandra*. ”

(*Aristolochia grandiflora*, *Aristolochia foetida*, *Aristolochia taliscana* y *Nectandra salicifolia*.)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **Justificación.**

Este trabajo tiene como finalidad contribuir al conocimiento de la flora de México, por medio de la identificación de los componentes que constituyen los aceites esenciales de las cuatro plantas en estudio, y aprovechar las propiedades terapéuticas de las plantas para su uso en la industria y el fomento a la investigación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Objetivos :

Obtener y analizar los aceites esenciales de las raíces de las plantas del género *Aristolochia* (*Aristolochia grandiflora*, *Aristolochia foetida*, *Aristolochia taliscana*) y de las partes aéreas de (*Nectandra salicifolia*) del género *Nectandra*.

Identificar por medio de la cromatografía de gases y espectrometría de masas, los componentes de aceites esenciales de las plantas citadas.

Contribuir a los estudios fitoquímicos que se han realizado sobre los géneros *Aristolochia* y *Nectandra*.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO I

### Introducción.

El hombre ha estado siempre en contacto con el medio que lo rodea; desde tiempos muy remotos estudió las propiedades medicinales y curativas de algunas plantas y ha utilizado remedios provenientes de plantas para mitigar sus enfermedades, en términos generales este fenómeno constituye la medicina tradicional.

Las plantas han sido utilizadas en diversas preparaciones: en tisanas, emplastos, o derivados más elaborados como aceites esenciales. Actualmente los remedios herbolarios utilizan prácticamente todas las formas farmacéuticas comunes.

La aplicación de las plantas medicinales es un conocimiento que se ha transmitido en forma oral de generación en generación, de manera empírica, como parte de las tradiciones.

Gran parte de las plantas mexicanas usadas en el país no han sido estudiadas, contribuir a su conocimiento representa un gran reto para la investigación botánica, fitoquímica y farmacéutica.

Es importante señalar la gran utilización que tienen hoy en día los aceites esenciales en las industrias de alimentos, farmacia, perfumería y cosméticos.

Siendo México uno de los países que cuenta con una mayor diversidad de plantas a nivel mundial, es necesario contribuir a su conocimiento científico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En general las plantas del género *Aristolochia* y algunas del género *Nectandra* tienen un gran potencial de uso.

Este trabajo pretende contribuir al conocimiento de tres especies de aristoloquias: *Aristolochia grandiflora*, *Aristolochia foetida*, *Aristolochia taliscana* y una especie de nectandra : *Nectandra salicifolia* en lo que se refiere a los compuestos volátiles contenidos en sus aceites esenciales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO II

### Antecedentes.

#### II.1.- ACEITES ESENCIALES.

Los aceites esenciales son productos naturales extraídos de plantas, generalmente olorosos y muy complejos, los cuales están compuestos por sustancias volátiles de origen vegetal, los aceites esenciales se producen especialmente en las plantas aromáticas y son éstas las que los concentran en una mayor cantidad, aunque la mayor parte de las plantas los contienen.

Los aceites esenciales se pueden localizar en diversos organelos de plantas de varias especies vegetales como en flores, hojas, raíces, cortezas, frutos o semillas; el aceite obtenido en cada una de éstas partes varía en cuanto a su composición. Los aceites se presentan en forma de minúsculas gotas dentro de la célula oleífera. Existen estructuras histológicas especializadas para llevar a cabo la síntesis de los aceites esenciales, éstas pueden ser pelos glandulosos, bolsas, sacos y canales secretores, que se localizan en la superficie de la planta.

Es importante mencionar que se toman en cuenta diversos factores que influyen en la obtención de un aceite esencial, como el desarrollo de la planta, la época de recolección, el origen botánico, las condiciones climáticas y la calidad del material vegetal ya sea fresco o seco etc.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los aceites esenciales se presentan en estado líquido a temperatura ambiente, son solubles en disolventes orgánicos, su densidad es menor a la del agua, son liposolubles y tienen la capacidad de ser arrastrados por vapor de agua, propiedad que se utiliza para su obtención.<sup>1</sup> Dentro de las características generales de los aceites, se encuentra que son incoloros cuando están recientemente obtenidos y por el contrario, cuando son almacenados por largos períodos de tiempo, o al ser expuestos a la luz o al aire sufren un proceso de oxidación, el cual se puede ver por un cambio en la tonalidad del aceite y por tanto algunos de éstos llegan a cambiar su forma física hasta llegar a una resina. Incluso para prevenir éstos cambios en el estado del aceite se les almacena preferentemente en envases de vidrio color ámbar, en condiciones ambientales de baja temperatura y en lugares secos.<sup>2</sup>

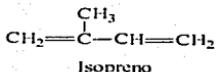
#### II.1.1.- COMPOSICIÓN QUÍMICA.

La mayoría de los aceites esenciales son una mezcla compleja de varios constituyentes generalmente de hidrocarburos de origen natural biológico como los terpenos; sólo hay un grupo pequeño de aceites esenciales como el aceite de canela y el aceite de clavo que tienen su origen en derivados aromáticos como el benceno.

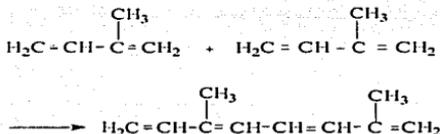
Los terpenos constituyen una gran variedad de metabolitos secundarios de los vegetales. Este grupo se forma por el acoplamiento de un número entero de unidades penta carbonadas ramificadas de 5 carbonos, de los cuales 2 de ellos son insaturados, derivados del 2-metilbutadieno o unidad isoprénica. En el anexo I.1.1 se muestra una figura con los metabolitos primarios y secundarios que intervienen en la biogénesis de los terpenos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Este tipo de unidad deriva de la ruta biosintética del acetato vía ácido mevalónico..



En la formación de los terpenos las unidades de isoprenos se relacionan mediante una unión cabeza-cola y el número de unidades incorporadas a un terpeno sirve como base para la clasificación de los compuestos derivados más complejos.<sup>2,3</sup>



La mayoría de los compuestos que se pueden encontrar en los aceites esenciales son: cetonas, alcoholes, aldehidos, éteres, óxidos y ésteres entre otros.

## II.1.2.- BIOSÍNTESIS.

### II.1.2.1.- COMPUESTOS ISOPRENOIDES.

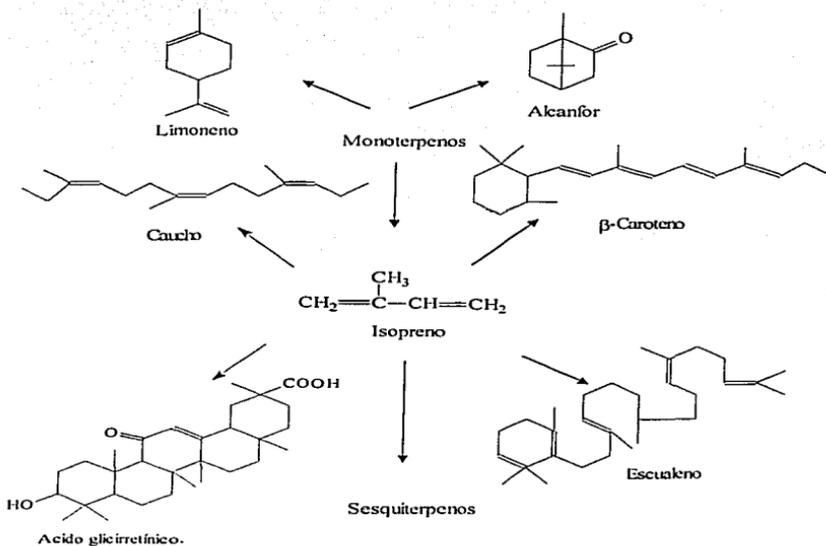
Robinson y Ruzicka en 1953 publicaron "la regla biogenética del isopreno". En la cual utiliza la yuxtaposición de unidades isoprenoides para explicar la formación de monoterpenos y otros productos vegetales.<sup>4</sup> En la figura 4 del anexo I.1.1 se observan los metabolitos primarios y secundarios en la biogénesis de terpenos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Aunque el isopreno no interviene directamente en la biosíntesis, nos da una idea de la formación de un grupo por unidad biosintética según el número de unidades que se relacionen, dando así los siguientes grupos: monoterpenos  $C_{10}$ , sesquiterpenos  $C_{15}$ , diterpenos  $C_{20}$ , etc.<sup>4,5</sup> Un ejemplo de la regla del isopreno se muestra en el esquema 1.

### ESQUEMA 1

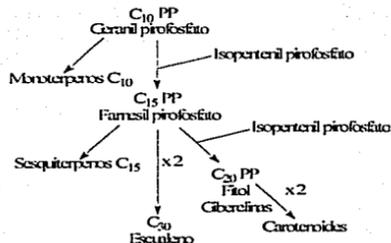
#### APLICACIÓN DE LA REGLA DEL ISOPRENO.<sup>7</sup>



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

A continuación se presenta en el esquema 2 el agrupamiento de compuestos isoprenoides.

## ESQUEMA 2



### BIOSÍNTESIS DE COMPUESTOS ISOPRENOIDES.<sup>4</sup>

Debido al descubrimiento de la acetil-CoA en 1950 se tuvo una base para poder explicar el origen biosintético de algunos procesos. De ahí que en 1956 se estudió la incorporación del ácido mevalónico por parte de los tejidos vivos a algunos de los compuestos a los que es aplicable la regla del isopreno.<sup>4</sup>

En la primera etapa se ve una condensación aldólica de la acetil CoA sobre sí misma, dando el compuesto (3S) 3-hidroxi-3-metilglutaril CoA, posteriormente se reduce al ácido (3R) mevalónico (AMV) en una reacción irreversible, participando el NADPH.

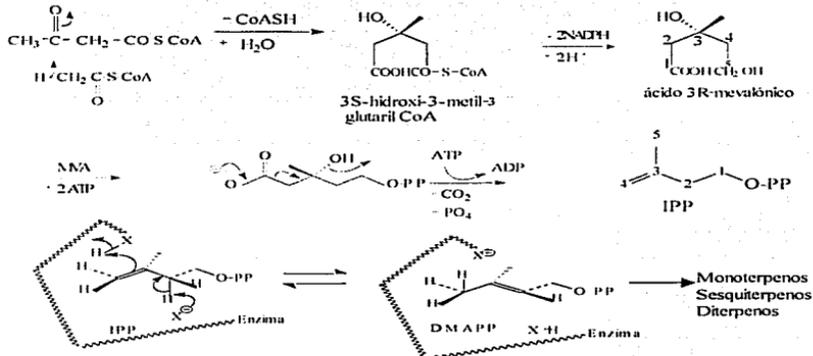
La conversión del AMV en isopentenilpirofosfato (IPP), comienza por una fosforilación y una descarboxilación, eliminación de tipo E<sub>2</sub> por pérdida del grupo fosfato.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El IPP se isomeriza reversiblemente en un compuesto muy activo que es el dimetililpirofosfato (DMAPP), el cual es muy susceptible a atacar varios de los puntos nucleofílicos y con esto se da la prenilación del IPP.<sup>6</sup>

En el esquema 3 se muestran los estados preliminares de compuestos necesarios para la biosíntesis de compuestos isoprenoides.

### ESQUEMA 3

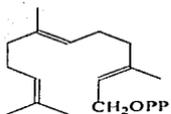


### ESTADOS PRELIMINARES EN LA BIOSÍNTESIS DE COMPUESTOS ISOPRENOIDES.<sup>5,6,7</sup>

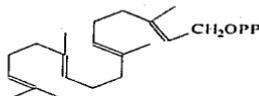
Para originar el geranyl pirofosfato, se debe dar una ionización del pirofosfato al igual que la alquilación del IPP y la salida del protón. La misma reacción de prenilación puede continuar y dar la alquilación del GPP por DMAPP y dar lugar a farnesil pirofosfato (FPP).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

que al ser alquilado por DAMPP en geranilgeranil pirofosfato (GGPP) y así sucesivamente.<sup>8</sup>

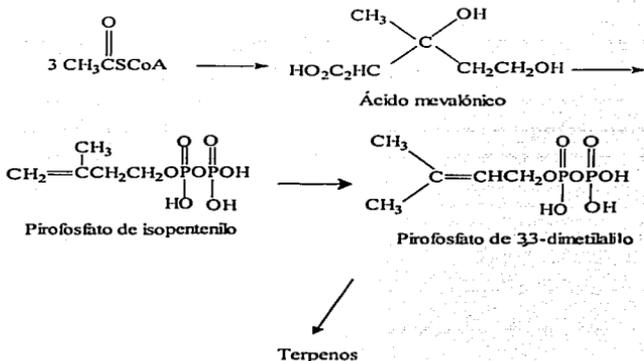


Farnesil pirofosfato

Geranilgeranil  
pirofosfato

En seguida se muestra la biosíntesis principal que origina los compuestos principales para generar los terpenos en el esquema 4.

## ESQUEMA 4

BIOSÍNTESIS GLOBAL.<sup>5</sup>

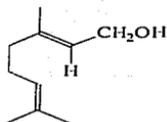
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### II.1.2.1.1.- MONOTERPENOS.

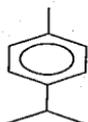
Son derivados del compuesto geranyl pirofosfato  $C_{10}$  y constituye un grupo importante de componentes de las esencias y aceites naturales. Son hidrocarburos acíclicos monocíclicos, bicíclicos, o policíclicos y van acompañados por los derivados oxigenados que son alcoholes, aldehidos, cetonas, ésteres y éteres. Un ejemplo de ellos se tiene en el esquema 5. Su fórmula condensada es:  $C_{10}H_{16}$ .

#### ESQUEMA 5

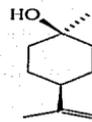
#### MOLÉCULAS REPRESENTATIVAS DEL GRUPO DE MONOTERPENOS.<sup>9</sup>



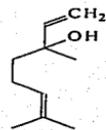
Geraniol



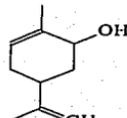
p-Cimeno

 $\beta$ -Terpinol

1,8 Cineol



Linalool



Carveol

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

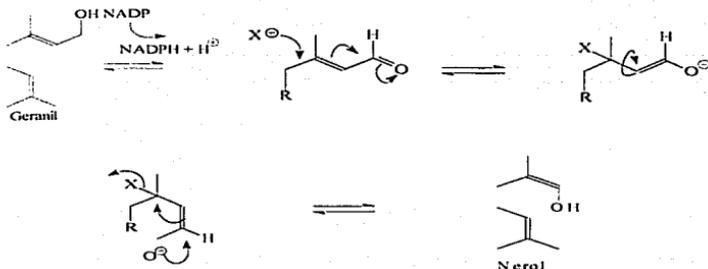
En cuanto a su origen tenemos que, en el caso de hidrocarburos, alcoholes y aldehídos acíclicos se forman a través del 2E-geranil pirofosfato.

En el caso de los compuestos cíclicos la formación se debe a la presencia de un carbocatión terpenilo, el cual solo se puede formar a partir del 2Z-neril pirofosfato.

La isomerización 2E y 2Z necesitan de un compuesto intermediario aldehídico o alílico como el linalil pirofosfato para llevarse a cabo. En el esquema 6 se ejemplifica por medio de reacciones la isomerización entre estos dos compuestos.

#### ESQUEMA 6

#### ISOMERIZACIÓN DE GPP-NPP.<sup>7</sup>



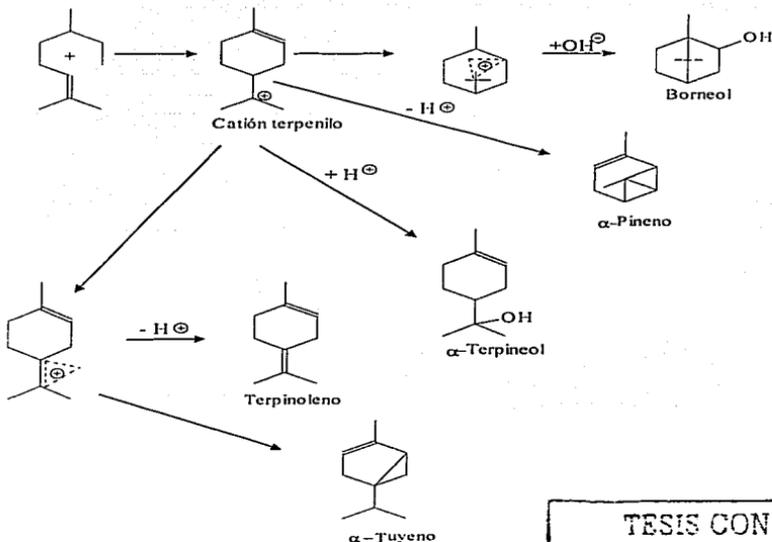
La formación de monoterpenos cíclicos se da por el único carbocatión terpenilo, éste catión deriva del neril pirofosfato, después este catión se transforma por ciclación electrofi-

lica, y la serie de reacciones termina con la eliminación de un protón o con la adición de una molécula de agua.

Enseguida se ilustran los diferentes monoterpenos que se pueden formar a partir de un carbocatión terpenilo en el esquema 7.

### ESQUEMA 7

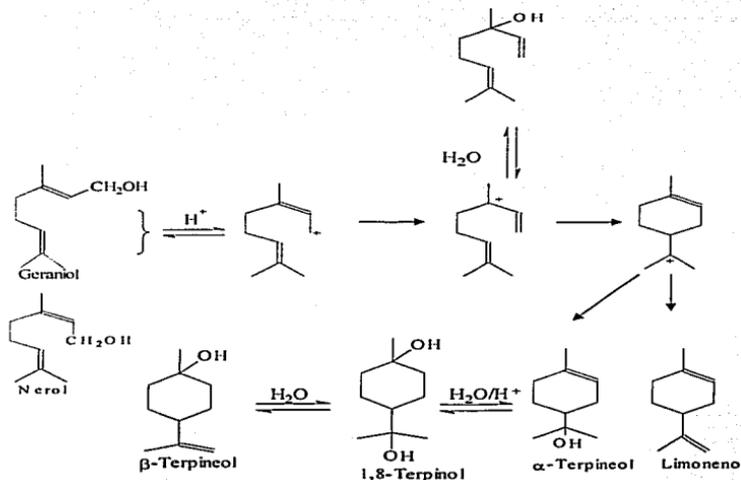
#### BIOSINTESIS DE MONOTERPENOS. <sup>7</sup>



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La biosíntesis de los monoterpenos se lleva a cabo a partir de mecanismos iónicos en forma de reacciones.<sup>8</sup>

### ESQUEMA 7-A BIOSÍNTESIS DE MONOTERPENOS.



#### II.1.2.1.2.- SESQUITERPENOS.

Según Rusicka, derivan biogenéticamente del farnesol que consta de 3 unidades isopreno, en cuanto a su estructura pueden ser lineales monocíclicos o bicíclicos y son un importante grupo de metabolitos secundarios y desde que se han estudiado se detecta su presencia en ciertas esencias y resinas siendo los compuestos más universalmente distribuidos en la naturaleza.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

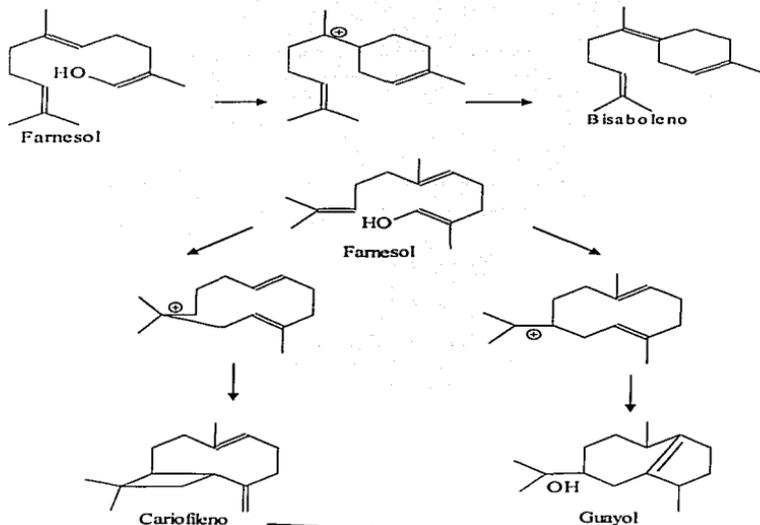
Los sesquiterpenos son la fracción que contiene los compuestos más volátiles dentro de los aceites esenciales y están formados por la unión de tres unidades isoprenicas.

Su fórmula condensada es la siguiente:  $C_{15}H_{24}$ .<sup>4,9</sup>

Las transformaciones que se han estudiado a cerca de este grupo, están relacionadas con las ciclaciones del farnesol en medio del ácido del cual resulta el bisaboleno para producir cariofileno y guayol.<sup>8,10</sup>

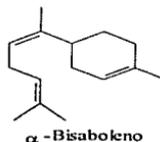
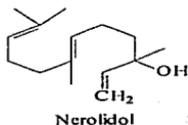
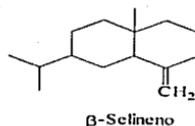
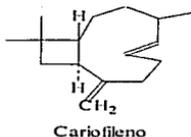
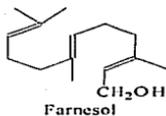
ESQUEMA 8

## BIOSÍNTESIS DE SESQUITERPENOS.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ESQUEMA 9

ESTRUCTURAS REPRESENTATIVAS DEL GRUPO DE SESQUITERPENOS.<sup>5,9</sup>

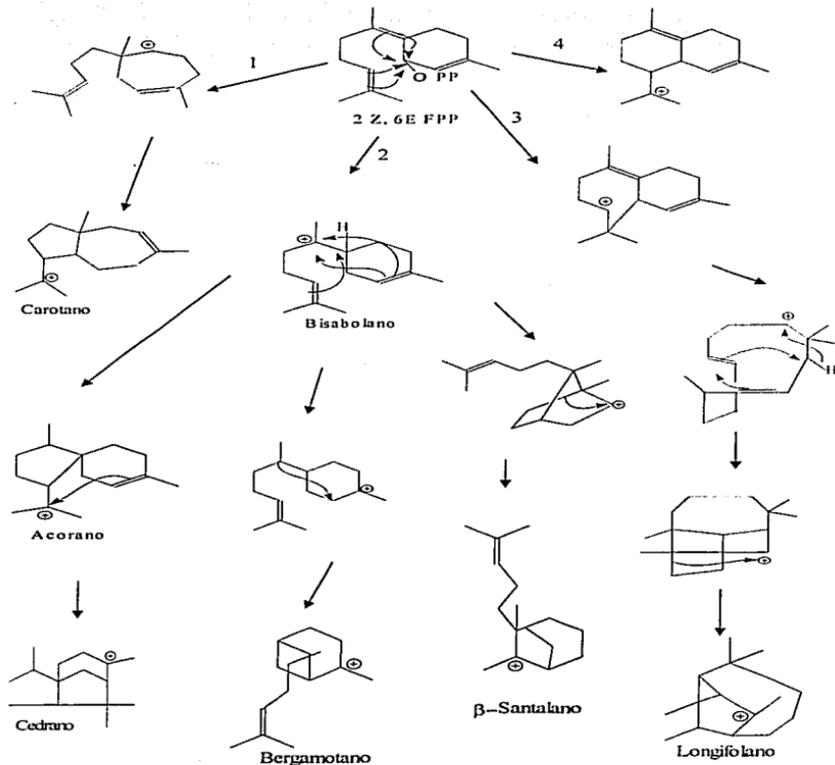
La cadena, al aumentar el número de ciclaciones y modificaciones consecutivas posibles, sigue creciendo, lo que explica la formación de más de un millar de compuestos relacionados con una centena de esqueletos de este tipo.

Para estudiar el origen de los sesquiterpenos es necesario contar con seis carbocationes, de los cuales se conocen tres, algunos de ellos son hidrocarburos y otros son derivados como: humulano, bisabolano, y germacrano de los otros tres cationes se reporta que evolucionan mediante adiciones intramoleculares.<sup>7</sup>

A continuación se ilustra en el esquema 10 el origen biosintético de los sesquiterpenos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ESQUEMA 10

BIOSÍNTESIS DE SESQUITERPENOS. <sup>10</sup>

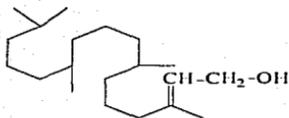
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### II.1.2.1.3.- DITERPENOS.

Estos compuestos de veinte carbonos comprenden ácidos resínicos como el ácido pimárico y sus isómeros al igual que los ácidos abiéticos de la resina del pino, los cuales se obtienen por una destilación y la fracción no volátil es la que pertenece a dicha resina. Los diterpenos están formados por la unión de cuatro unidades isoprénicas y son el compuesto principal que constituye a las resinas y su fórmula condensada es  $C_{20}H_{32}$ .<sup>4, 10</sup>

La unidad básica de la cual parten los diterpenos para su formación es el geranilgeraniol o el geranillinalol, los diterpenos se encuentran en las plantas como hidrocarburos y al que se le considera el precursor de este tipo de compuestos es el fitol, el cual no se encuentra libre sino formando la unidad terpeno en compuestos muy importantes como la clorofila y las vitaminas K y E, también se sabe que es posible encontrarlo en la mayor parte de las plantas.

El fitol es un compuesto reducido del geranilgeraniol.<sup>12</sup>

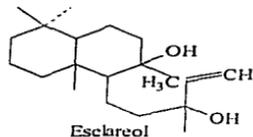
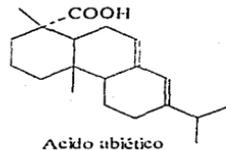
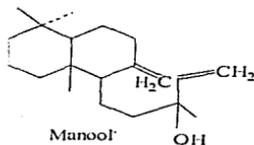
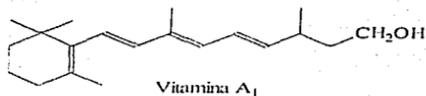


Fitol

En el esquema 11 se observan algunas estructuras básicas de diterpenos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

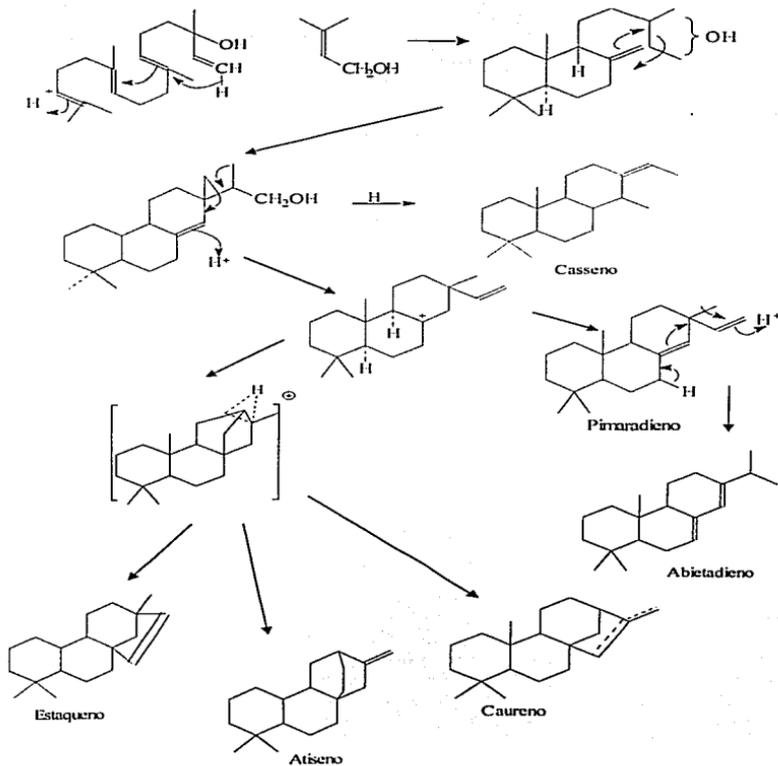
## ESQUEMA 11

ESTRUCTURAS CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO. <sup>9, 10</sup>

En el esquema 12 se representa la biosíntesis de compuestos de tipo diterpénico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ESQUEMA 12

BIOSINTESIS DE DITERPENOS.<sup>11</sup>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### II.1.3.- MÉTODOS DE OBTENCIÓN.

Generalmente se utiliza la destilación con vapor de agua y algunas de las partes de la planta ya sean raíces, flores o tallo y hojas. Este método se usa para obtener compuestos insolubles en agua ya sean sólidos o líquidos el cual puede ser usado también como un método de purificación en el que los componentes de interés se volatilizan y aquel material que no es de interés ya no se utiliza.<sup>12</sup> Muchos de los componentes que constituyen a los aceites esenciales son capaces de ser volatilizados a través de la destilación por arrastre de vapor a una temperatura menor a la de ebullición.<sup>13</sup>

Otros métodos de obtención de aceites incluyen la extracción del aceite por disolventes y bajo ciertas condiciones de presión.<sup>14</sup> En el cuadro 1 tenemos los materiales y tipos de destilación que se requiere para cada método.

CUADRO 1

#### TIPOS DE DESTILACIÓN.

Destilación	Material Vegetal	Temperatura
Destilación acuosa	Seco	Ebullición
Destilación por arrastre de vapor	Fresco o seco (sobrenadante)	Ebullición
Destilación por vapor directo	Fresco	Ebullición

Todos los aceites esenciales se extraen por destilación, este tipo de método se ha practicado durante mucho tiempo. La extracción del aceite puede ser en frío o caliente, por centrifugación o extracción y las esencias se encuentran como tales en la planta.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para la realización de éste método se usa el material vegetal como: flores, tallos, cortezas, semillas, raíces las cuales se muelen o pulverizan antes de extraerlas para facilitar su obtención.<sup>4</sup> Existen diferentes tipos de aceites y de métodos de obtención según el uso que se les va a dar como lo muestra el cuadro 2.

**CUADRO 2**

**ESENCIAS Y MÉTODOS DE EXTRACCIÓN.**

<b>Esencias concretas.</b>	Se extraen de vegetales frescos por medio de disolventes.
<b>Esencias resinoides.</b>	Se extraen de vegetales desecados, resinas y gomas por medio de extracción con disolventes.
<b>Esencias absolutas.</b>	Se extraen de vegetales frescos y resultan de la extracción por alcohol a baja temperatura.
<b>Esencias diterpenadas.</b>	Se extraen de materiales frescos por destilación a presión reducida.

**II.1.3.1.- DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR.**

Consiste en sumergir directamente el material vegetal en agua que se somete a ebullición. Los compuestos volátiles que constituyen al aceite son arrastrados y después se condensan. El destilado se decanta para su separación.

En los productos que puedan alterarse por una ebullición prolongada se sumerge el material vegetal en agua y los compuestos volátiles son arrastrados por el vapor producido por un generador que se inyecta al medio. Condensando y recolectando el aceite para su extracción posterior.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El destilado está compuesto por una mezcla de esencia y agua que al calentarse con el vapor, arrastra los componentes más volátiles de la esencia que se condensan por refrigeración y se recogen en un recipiente adecuado. El destilado se separa en dos capas y se extrae con disolventes orgánicos como el hexano.<sup>4</sup>

#### II.1.3.1.2.- CONTROLES.

En las Farmacopeas se llevan a cabo numerosos ensayos para el control físico y químico de los productos que contienen los aceites esenciales. Esto se hace en los laboratorios de uso farmacéutico, alimentos y cosméticos.

1.- Métodos físicos: solubilidad, densidad relativa, desviación polarimétrica, índice de refracción y punto de congelación.

2.- Métodos químicos: reacciones coloridas, índice de acidez, éster, hidroxilo y valoración de los constituyentes de un grupo o de todo el aceite esencial.

3.- Análisis por Cromatografía de gases (CG). Métodos de identificación de constituyentes o componentes químicos.

Características organolépticas : olor, sabor, color, densidad.

Prueba del frío: Mide la resistencia de la muestra a cristalizar.

Índice de refracción : Es el cambio de dirección de un rayo de luz monocromática en el momento en que atraviesa una sustancia de diferente densidad.

Punto de fusión, humedad, índice de saponificación ( expresa el peso en mg de hidróxido de potasio necesario para saponificar 1 g de grasa.), índice de cenizas y detección

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

de compuestos coloridos.<sup>14</sup>

### II.1.3.1.3.- MÉTODOS DE ANÁLISIS.

La identificación de los compuestos de los aceites esenciales generalmente se realiza por espectrometría de masas EM. y por métodos cromatográficos: CCF y CG.

#### CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA.

La CCF (cromatografía en capa fina) se realiza por medio de disolventes como el benceno, diclorometano o mezclas benceno-acetato de etilo, benceno-diclorometano, según la polaridad de los compuestos que conforman el aceite esencial y el adsorbente. El revelado se efectúa con aldehídos arénicos vainillina o en medio sulfúrico. Esto nos sirve para darnos una idea de la cantidad de compuestos que se pueden separar y para determinar si son parecidos entre sí.

#### CROMATOGRAFÍA DE GASES.

La CG (cromatografía de gases), es una metodología analítica instrumental que permite la separación de componentes de una mezcla, se utiliza para el análisis cualitativo y cuantitativo de los aceites y de muchos compuestos orgánicos, ya sea con columnas clásicas o por medio de columnas capilares, éstas últimas, permiten analizar mezclas muy complejas o que contienen más de cien constituyentes.<sup>15</sup>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El principio de la cromatografía de gases, dice que la muestra debe estar en fase gaseosa para su análisis, para ello se tiene que calentar la muestra ya sea sólida o líquida.

Solo pueden ser analizados por éste método los compuestos que puedan ser volatilizados por el equipo. Y es muy importante la afinidad de los compuestos como la solubilidad adsorción y absorción.

En el caso de la cromatografía de gases existen dos fases donde un compuesto se encuentra inmovilizado en un lecho fijo (fase estacionaria) ya sea un sólido o un líquido que es soportado por un sólido inerte. El gas acarreador es la (fase móvil).<sup>16</sup>

La muestra que está en la fase móvil interacciona con la fase estacionaria adsorbiéndose y después se libera estableciéndose un equilibrio, el cual sufre un retraso con respecto al compuesto que es arrastrado por el gas.

En la CG se usa como fase móvil nitrógeno, helio o hidrógeno, el cual debe ser regulado y de flujo constante; el inyector es un dispositivo que permite la introducción de las muestras sin que se escape el gas portador. La columna es donde se lleva a cabo la separación de compuestos, es un tubo flexible ya sea de acero, vidrio o silica fundida, dentro de la columna se encuentra la fase estacionaria.<sup>15</sup>

También se cuenta con un horno para mantener la temperatura al interior de la columna y así evitar condensaciones de los componentes de la mezcla.

El detector es un dispositivo que registra los componentes que emergen de la columna, emitiendo una señal proporcional a la cantidad de materia que pasa.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Últimamente se han utilizado equipos modernos para análisis, estos constan de un acoplamiento entre un sistema de cromatografía de gases y espectrometría de masas, los cuales se encuentran programados por sistemas computarizados, éstos realizan cálculos, gráficas y espectros de cada una de las muestras que se quiera trabajar y además tiene una relación de los espectros de masas de cada compuesto constituyente de la muestra.

### ESPECTROMETRÍA DE MASAS.

La EM (espectrometría de masas) es una metodología espectroscópica en la cual se generan espectros característicos únicos para las moléculas de diferentes compuestos. Las técnicas espectrométricas permiten determinar la estructura de los compuestos desconocidos sin que sea necesario llevar a cabo reacciones químicas.<sup>17</sup> La mayoría de estas técnicas se fundamentan en la absorción de energía por parte de las moléculas.<sup>18</sup> Este tipo de método es destructivo, o sea que la muestra ya no se recupera.

El principio bajo el cual operan los EM es el de promover la ionización de las moléculas de un compuesto y posteriormente separar y cuantificar los distintos iones que se han producido.

Un espectrómetro de masas contiene una cámara de vacío en la que se volatilizan pequeñas cantidades ( $10^{-6}$ g) del compuesto problema, el cual se encuentra en estado gaseoso. Sus moléculas se someten a un bombardeo con un haz de electrones de alta energía, lo que provoca la separación de un electrón a partir de la molécula neutra.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Formándose así un ión con carga positiva, este ión molecular tendrá una masa que corresponde al peso molecular de un compuesto.<sup>19</sup>

Los iones positivos son separados de los iones negativos al hacerlos pasar por un campo magnético. La distribución de los iones positivos se observa por medio de un detector ya sea una placa fotográfica o un multiplicador de electrones.<sup>18</sup> Los iones orgánicos que se producen en el bombardeo con electrones de alta energía son inestables y se rompen en fragmentos menores de tipo de radicales libres y otros iones.

En un espectrómetro de masas se detectan los fragmentos cargados positivamente, en el cual se pueden representar gráficamente la abundancia de este tipo de fragmentos positivos con respecto a la masa y carga de dichos fragmentos. La manera de fragmentación de una molécula depende de su esqueleto carbonado y de los grupos funcionales o radicales que contenga, y por lo tanto se puede deducir una estructura para esa molécula.<sup>17,20</sup>

Un espectrómetro de masas está constituido por tres partes: una fuente de iones, un separador de iones y un detector de iones. Y la representación gráfica de la intensidad frente a la masa de los fragmentos se le llama espectro de masas.<sup>5</sup>

#### II.1.3.1.3.1.- PATRÓN DE FRAGMENTACIÓN EN UN ESPECTRO DE MASAS.<sup>19</sup>

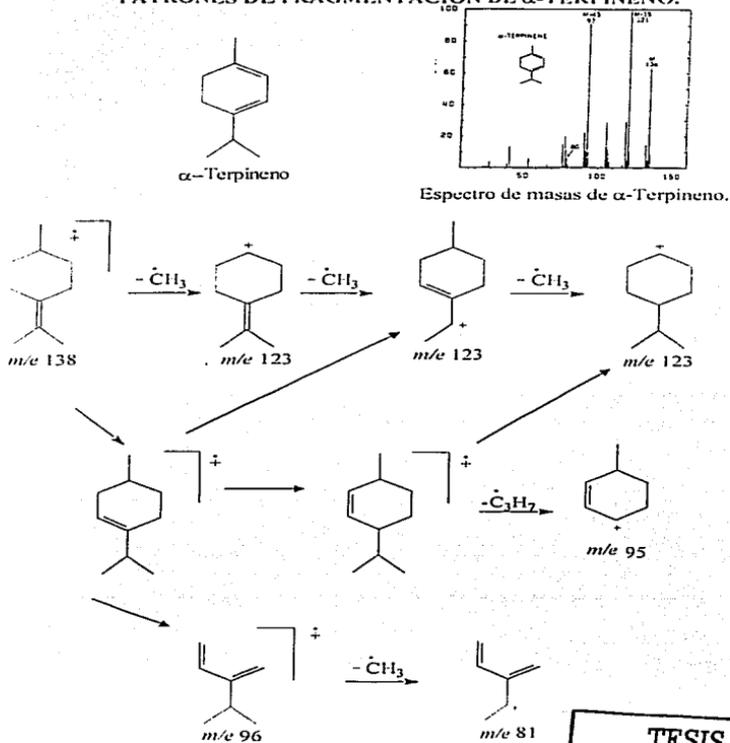
El patrón de fragmentación sirve para saber que parte de la molécula se va perdiendo en cada fragmentación que sufre un compuesto sometido al bombardeo de electrones en un espectrómetro de masas, dando los carbocationes más estables entre cada ruptura, ver figura 1 y 2. El  $\alpha$ -Terpineno es un monoterpeno con un ión molecular de  $M^+136$ , y un pico base

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

de 93, característico de estos compuestos, se define en el espectro.

FIGURA I

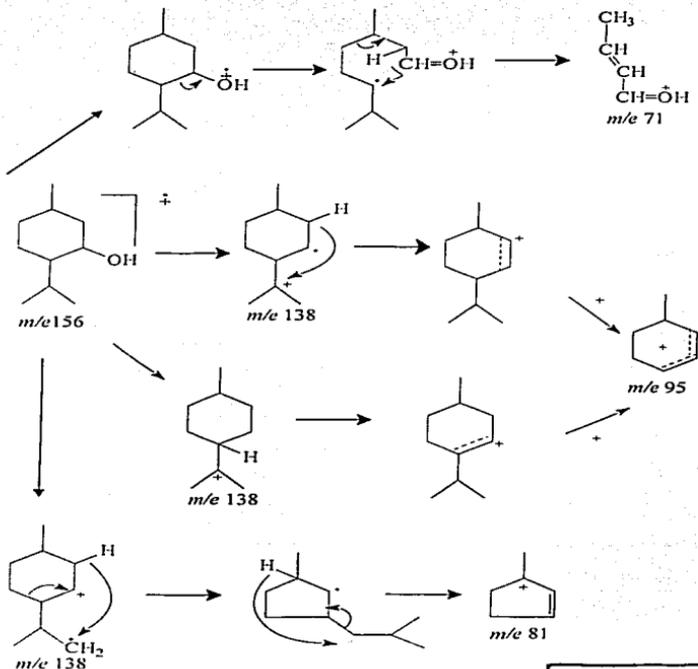
PATRONES DE FRAGMENTACIÓN DE  $\alpha$ -TERPINENO.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 2

PATRONES DE FRAGMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS COMO ESTEREOISÓMEROS DEL MENTOL, ISOMENTOL Y NEOMENTOL EN ESPECTROS DE MASAS.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

#### II.1.4.- PROPIEDADES FARMACOLÓGICAS.

Los aceites y esencias han sido utilizadas en la medicina desde hace mucho tiempo, se sabe que las plantas tienen una gran variedad de actividades terapéuticas. Aunque en el caso de los aceites, no siempre tienen la misma actividad que la planta de la cual fueron obtenidos.

Los aceites que se conocen pueden ser:

a) **Antisépticos:** Activos frente a microorganismos como hongos inferiores responsables de algunas micosis, bacterias patógenas e incluso algunas levaduras. Las dosis que se recomiendan son bajas y son determinadas mediante ensayos *in vitro*. Cabe mencionar que no son antibióticos. (Canela, Clavo y Eucalipto)

b) **Antiinflamatorios y relajantes musculares:** En cuanto a la relajación muscular, los aceites se usan por vía externa, ya que tiene un efecto de aumento de microcirculación, sensación de calor y en algunos casos acción anestésica local. Su dosificación es baja y en forma de pomadas o cremas y geles. Sobre todo se utilizan en casos de esguinces y otras algias articulares y musculares. (Trementina)

c) **Diuréticos:** Las esencias a nivel renal pueden producir vasodilatación dando como resultado el efecto diurético. (Enebro)

d) **Expectorantes:** Los aceites esenciales administrados por vía interna ocasionan la estimulación de células de mucosa nasal y aumenta los movimientos del epitelio bronquial. (Eucalipto y Pino)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

e) Antiespasmódicos: Disminuyen los espasmos gastrointestinales y también intensifican la secreción gástrica. (Menta y Verbena)

f) Sedantes: Algunos aceites esenciales presentan acción neurosedante. (Melisa y Lavanda).

Además de éstas actividades también se encuentran la colerética, cicatrizante, colagoga antiespasmódica, etc.<sup>4,7</sup>

#### II.1.4.1.- USOS

Muchas drogas son usadas en varios campos por su contenido en aceites esenciales, pueden ser usadas como la droga misma o bien se utiliza el extracto. Por ejemplo, algunos condimentos se utilizan usando el polvo molido de la droga, mientras que los aceites volátiles normalmente se utilizan como correctores del sabor o aromatizantes, en productos alimenticios, bebidas, jabones y en cosméticos.<sup>20</sup>

Los aceites tienen una ligera acción estimulante sobre la epidermis y algunos de ellos se emplean en farmacia como vehículo.

Algunos aceites esenciales tienen propiedades terapéuticas. Se ha descrito que algunas esencias de (*Melissa officinalis*, *Matricaria chamomilla*, *Citrus aurantium*), tienen actividad antiespasmódica.<sup>4</sup> Es conocida su acción carminativa y la actividad expectorante del aceite de eucalipto.<sup>4</sup> También algunas esencias se utilizan como punto de partida para la síntesis de otros compuestos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La fabricación de perfumes es una actividad económica importante. De hecho, más de 200 esencias son objeto de comercio mundial que varía de cientos de kilogramos a millares de toneladas.

#### II.1.4.1.2.- TOXICIDAD.

En los últimos años se ha encontrado que algunos de los aceites esenciales actúan como cancerígenos o cocancerígenos. un ejemplo de este tipo de situaciones se dio en Estados Unidos (1968) cuando la Food and Drug Administration prohibió el uso del aceite de cáalamo en la industria de alimentos, por causar tumoraciones a nivel intestinal en las pruebas realizadas a ratones, siendo que los extractos de raíz de ésta planta se utilizan en farmacia y en productos alimenticios.

Un compuesto procedente de otro aceite tóxico es el safrol, que pertenece al aceite esencial del *Sassafras officinale*, de la familia de las lauráceas, esta substancia también se encuentra en grandes cantidades en el aceite de anís y de alcanfor y en menor cantidad en tomillo, nuez moscada, jengibre, perejil y pimienta negra. El safrol se ha utilizado como saborizante en bebidas, gomas y pastas dentales.

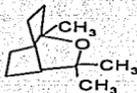
En este tipo de uso se comprobó que el hacer en una adición de 0.5 al 1% en la dieta normal de las ratas llega a producir tumores en hígado, esófago y pulmones.<sup>20</sup>

Los aceites esenciales de frutos cítricos como naranja y limón y el aceite de eucalipto, tienen sobre la piel del ratón una acción cocancerígena. los compuestos que constituyen estos aceites son el  $\alpha$ -pineno,  $\alpha$ -limoneno, felandrol y linalol. La administración oral de estos aceites a los ratones provoca en ocasiones tumoraciones en estómago y uretra.

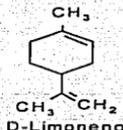
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El limoneno es un componente de la lima, limón y naranja y solo está permitida la adición del D-limoneno a los alimentos al igual que para el aceite de eucalipto cuyo componente principal es el eucaliptol.<sup>21</sup>

El aceite de eucalipto que contiene eucaliptol se utiliza para la elaboración de pastillas para la tos, aunque parece inofensivo, si se abusa de el puede provocar envenenamientos en niños e irritación renal.



Eucaliptol



D-Limoneno

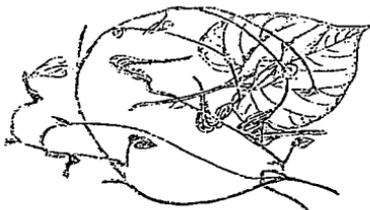
El aceite esencial de la nuez moscada tiene componentes que actúan como agentes tóxicos que se llaman miristicina y la elemicina y están relacionados con la mescalina, este aceite contiene un 80% de pineno y dipineno; además saffrol, borneol, linalol, eugenol, isoeugenol y metiliseugenol

La miristicina ingerida en grandes cantidades puede ser muy tóxica y en ocasiones letal. La miristicina también se encuentra en el aceite de eneldo y en el aceite del fruto del perejil. El aceite de *Juniperus communis* se utiliza para la elaboración de bebidas alcohólicas, como la ginebra, disolviendo alcohol y una pequeña cantidad del aceite, este aceite se compone de  $\alpha$ -pineno, canfeno, codineno, junipeno, borneol, isoborneol y terpinol.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### II.1.5.- LA FAMILIA Aristolochiaceae.

Las aristolochias pertenecen a la familia *Aristolochiaceae*. Los géneros más importantes son *Aristolochia* y *Asarum* de los 6 que conforman la familia.<sup>22</sup> Las aristolochias forman parte del orden de las dicotiledóneas-monocamidas la mayoría de éstas especies son herbáceas o leñosas, a menudo trepadoras con nudos mas o menos hinchados, de los que salen las hojas de forma característica acorazonada, son alternas, enteras y simples las cuales se disponen sin orden, el cáliz se presenta ensanchado y grande en tamaño de tipo petaloide o algunas veces tubular, estambres variables en número llegando a ser hasta 6, libres o unidos al estilo y las anteras se abren mirando hacia fuera.<sup>23</sup>



*Aristolochia foetida.*

Fotografía tomada del libro

"Usos de las Plantas Medicinales de México"

Díaz, J.L. México (1976).

El ovario generalmente infero hexa o tetralocular, el limbo es muy extendido y de bordes ondulados, ovado-cordado, es cóncavo y reticulado con venas prominentes en el exterior, de colores combinados y variados, los troncos muestran en cortes transversales anchos radios medulares.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Sus flores son solitarias o racimosas, axilares o terminales e irregulares, frecuentemente con olores nauseabundos, se dice que atrae a los insectos.<sup>23, 24</sup>

La siguiente fotografía es de un ejemplar de *A. grandiflora*.



*Aristolochia grandiflora.*

Fotografía tomada del libro "Catálogo de Plantas Medicinales de Yucatán."

Mendieta, R.M. México (1981).

Son hermafroditas, dispuestas en grupos, siendo de tamaño variado, algunas flores llegan a medir hasta 50cm de diámetro, es el caso de *A. grandiflora*.<sup>23</sup>

Sus frutos son capsulares y bacciformes. Las raíces son de sabor amargo y aromático, contienen células secretoras de aceites volátiles generalmente amarillo y líquidos oleosos no volátiles, al igual que oxalato de calcio que se encuentra en algunas especies en forma de pequeños prismas.

La enredadera es muy grande y cubre árboles de tamaño mediano, Por lo general se encuentra en matorrales húmedos o en clima cálido a orillas de arroyos a un nivel de 600 metros y crecen a manera de bejuocos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El género *Aristolochia* cuenta con 350 especies, las cuales crecen especialmente en zonas tropicales o templadas. México es un país donde existen un gran número de especies de aristoloquias, la mayor parte aún no han sido estudiadas químicamente.<sup>25</sup>

La fotografía que a continuación se presenta determina: a) la forma del fruto, b) la localización, c) la flor completa y d) la flor por dentro.



*Aristolochia taliscana.*

Fotografía tomada del libro "Annals of the Missouri Botanical Garden."

Pfeifer W.H.USA (1966).

Las aristoloquias son muy apreciadas en México por sus propiedades medicinales. Por ejemplo, "raíz de guaco", es el nombre con el que se designa a las diversas especies del género *Aristolochia*, de las cuales la mayoría tiene un gran efecto curativo en casos de mordedura de serpiente, ésta creencia no solo es de nuestro país, sino que también se tiene en América Central y América del Sur.<sup>26</sup>

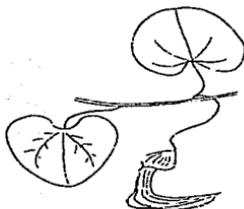
También se dice que la planta es venenosa y que se utilizaba para envenenar humanos y cerdos. Las aristoloquias producen alcaloides (aristoloquina) y glucósidos y algunas esencias que se acumulan frecuentemente en los organelos subterráneos.<sup>27, 28</sup>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### II.1.5.1.- MORFOLOGÍA.

Normalmente se caracterizan estas especies por ser lianas o enredaderas que se ubican en áreas boscosas y tropicales, algunas de estas especies crecen como árboles pequeños o arbustos. Sus hojas son de forma de corazón con la nervadura bastante acentuada, lo cual nos marca el carácter de cada especie.

En México *A. taliscana* es conocida por su nombre común como "hueyecpacli" muy usada en casos de mordedura de serpiente <sup>28</sup> y *A. foetida* es conocida por su nombre común como "guaco" o "raíz de guaco". A continuación se presenta una fotografía de *A. taliscana*.



*Aristolochia taliscana.*

Fotografía tomada del libro "Las Plantas Medicinales de México."

Martínez, M. México (1990).

En el cuadro 3 se enlistan los nombres científicos, nombres comunes, localización y uso terapéutico de las especies de aristoloquias localizadas en México.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 3

## Aristolochias Mexicanas.

<u>Nombre Científico.</u>	<u>Nombre común .</u>	<u>Ubicación Geográfica.</u>	<u>Uso terapéutico.</u>
<i>A. angúsida</i> Jacq.	Guaco.	Chiapas.	Antigastrálgico, Alexitere.
<i>A. foetida</i> H. B. K.	Gallinita, Garcita, Ipeca, Patito, Hierba del Indio, Pípilos, Raíz del Indio, Tacopaxtle, Tlacopatli, Tlacopastle.	Zampango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Tabasco, Colima, Guanajuato, Edo. México.	Analgésico, Antidiarreico, Metrorragia, Antiblenorrágico, Vulnerario, Asma, Salpullido, Antiséptico, Antidisentérico.
<i>A. grandiflora</i> Swartz.	Bonete, chan wa k'o, Flor del pato, Cuaco, Pato, Uahkoh, Pelicano, Bonete del diablo, Guaco grande.	Chiapas, Tabasco, Veracruz, Yucatán.	Analgésico, Abscesos, Emenagogo, Alexitere, Antimalárico, Antiblenorrágico, Antiasmático, Antipirético, Antirreumático, Astringente, Febri-fugo, Antitumoral, Paludismo, Diurético, Dolor de muelas, Tétanos, Sífilis.
<i>A. jaliscana</i> Hook.	Huaco.	Sinaloa, Colima, Jalisco.	Analgésico.
<i>A. laxiflora</i> Schl.	Cocolmeca.	Oaxaca, SLP, Sinaloa.	Alexitere, Cicatrizante.
<i>A. littoralis</i> Parrodt.	Patito.	Guerrero, Oaxaca, Tamaulipas, Nuevo León, Veracruz.	Alexitere.
<i>A. longipes</i> wats.	Pípilo.	Guerrero.	Antidiarreico, Alexitere.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<i>A. máxima L.</i>	Canastilla, Farolito. Guaco del Sur.	Tabasco. Yucatán.	Alexitere.
<i>A. mexicana Moc.</i>	Tlacopastle. Tlacopale. Guaco, Raíz de Guaco.	Morelos, Guerrero, Yucatán.	Antitumoral. Sudorífico. Carminativo.
<i>A. odoratissima L.</i>	Cocobá, cocoba. Hierba del indio. Tacopátle. Tacopastle. Tacopale.	Tabasco, Colima, Chiapas, Veracruz, Jalisco.	Analgésico. Alexitere, Diurético. Estoma quico. Antidiarreico Febriífugo.
<i>A. pardina Duch.</i>	Bejuco amargo.	Sinaloa, Guerrero, Veracruz	Febriífugo.
<i>A. pentandra Jacq.</i>	Chan-wah-k'ó. Mehen-wa-k'ó. Guaco chico.	Yucatán.	Antidiarreico. Alexitere Antigastrálgico. Antirreumático. Emenagogo, Vulnerario. Antipirético, Gota. Reumatismo.
<i>A. pilosa H.B.K.</i>	Curarina. Pecho de paloma. Tlacopatli	Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Michoacán.	Analgésico.
<i>A. pringlei Rose.</i>	Zapato de Diablo.	Sinaloa.	Alexitere.
<i>A. schippii St.</i>	Contrahierba.	Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.	Alexitere.
<i>A. subclausa Wats.</i>	Pedo de víbora Tlacopatle. Tlacopastle.	Hidalgo, Colima, Puebla, Veracruz.	Analgésico, Antitumoral.
<i>A. taliscana Hook.</i>	Canastilla. Gaucho, Patito, Zapato, Huaco, Guaco, Hueyepactli, Matanene de mar.	Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Michoacán, Veracruz, Guerrero.	Alexitere, Antidiarreico, Analgésico.
<i>A. trilobata.</i>	Kukuamohtele.	Veracruz.	Alexitere, Analgésico, Antidiabético, Antihipertensivo.

Referencias : 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### II.1.5.1.2.- DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA DE LAS PLANTAS.

**Parte usada:** Rizoma, raíces y partes aéreas.

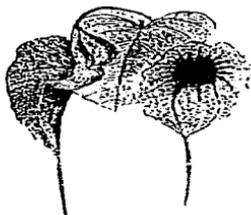
**Principio Activo:** Derivados fenantrénicos, ácido aristolóquico y noraristolóquico, alcaloides.

**Usos :** Agente que ayuda a la liberación del feto.

**Droga pulverizada:** Color pardo o amarillo intenso.

**Componentes:** Aceite volátil que contiene borneol; principio amargo denominado aristoloquina (*A.serpentaria*) alcaloides; resina, tanino, almidón etc.<sup>22,34</sup>

Sobresale el uso continuo de esta planta en enfermedades de la piel y como cicatrizante de heridas.



*Aristolochia grandiflora.*

Fotografía tomada del libro "Las Plantas Medicinales de México."

Martínez M. México (1990).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### II.1.5.2.- ACEITES ESENCIALES DE ARISTOLOQUIAS.

Generalmente la parte de las aristoloquias que se ha usado para aislar el aceite ha sido de las raíces, todo esto se ha hecho con afán de estudiar los componentes de éstas plantas, a través del folklore de la medicina mexicana.<sup>36,37</sup>

El método más usado ha sido la destilación por arrastre de vapor y se han analizado por cromatografía de gases y espectrometría de masas, en muchos de estos casos se han reportado compuestos como los monoterpenos y sesquiterpenos.<sup>38, 39, 40</sup>

En las aristolochias brasileñas, los monoterpenos se han reportado en menores cantidades, por lo que se hace difícil su identificación en el cromatograma. En cambio en los sesquiterpenos se han encontrado diferentes grupos de éstos compuestos y en mayores cantidades.<sup>41</sup>

En un estudio efectuado en México, se recolectó el material vegetal de *A. Brevipes* Benth en Jiquilpan Michoacán, del cual se efectuó la obtención del aceite de la raíz por medio de una hidrodestilación, de esta sacaron dos fracciones las que también se sometieron a cromatografía de gases y cromatografía de gases y espectrometría de masas.<sup>36</sup>

#### Compuestos identificados:

##### Monoterpenos.

$\alpha$ -Pinoeno      p-Cimeno  
 Borneol        p-Cimen-8-ol  
 Camfeno        Mirtenol  
 Cineol

##### Sesquiterpenos.

Ledol             $\alpha$ -Copaeno  
 Cadinol         $\beta$ -Cariofileno  
 Selineno         $\alpha$ -Calacoreno  
 Cubebeno

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

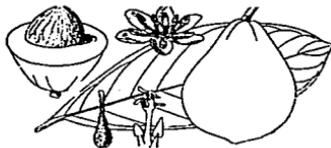
En otro caso de obtención de los aceites de las aristolochias, se encontró que se separaron veintidós compuestos, siendo el ledol el mayor componente encontrado con un 15% de la constitución total del aceite.<sup>40, 41</sup>

### II.1.6.- LA FAMILIA Lauraceae.

Deriva del latín *lauraceae*, su familia pertenece al grupo de las Renales, comprendida dentro del orden de las Magnoliales, mejor conocida como la familia del aguacate.

Se conocen alrededor de 1000 especies dentro de los países de clima cálido. Este tipo de plantas son dicotiledóneas.

De los géneros más representativos destacan por mencionar algunos *Cinnamomum* (250 especies), *Persea* (150 especies), *Ocotea* (250-700 especies incluyendo *Nectandras*) *Sassafras* (16 especies), *Cryptocarya*, (200-250 especies) *Laurus* (2 especies) y *Neolitsea* (80 especies), *Lindera* (100 especies). De las cuales en México encontramos 38 especies de este género.<sup>42,43</sup> La siguiente figura muestra la flor, fruto ovario y hojas de *N. salicifolia*.



*Nectandra salicifolia*.

Fotografía tomada del libro "Lauráceas."

Berr. urdi L. Venezuela (1992)

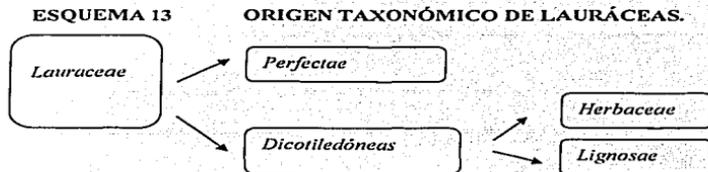
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las flores son cíclicas, hermafroditas, homoclamídeas, generalmente trímeras, con el perianto diploclamídeo, tienen un ovario único, unilocular, que se encuentra más o menos dentro del receptáculo con un solo rudimento seminal, su fruto presenta forma bacciforme y es carnoso. presenta aceite graso al igual que las semillas.<sup>44</sup>

Estudios recientes indican que esta familia posee 32 géneros y de 2000 a 2500 especies. Las lauráceas en general son árboles o arbustos tropicales y subtropicales de hojas alternas sub-opuestas u opuestas, rígidas y de forma variada, elíptica u ovalada y sin estípulas que carecen de vello, coriáceas, verdes durante todo el año.<sup>27, 45</sup>

Este tipo de planta cuenta células secretorias oleíferas en hojas, flores frutos y semillas. La corteza siempre es aromática, al igual que sus flores y hojas, ya que presentan olores penetrantes y agradables; las cuales son utilizadas para elaborar tes aromáticos.<sup>42</sup> Sus flores son blancas o blancas rosadas.<sup>43</sup>

Dentro del género *Ocotea*, se encuentra una subdivisión a la cual pertenece la *Nectandra salicifolia*, que junto con las *Aristolochias* son objeto principal de estudio para la elaboración de esta investigación.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

II.1.6.1.- GRUPOS REPRESENTATIVOS DE DICOTILEDÓNEAS DE LOS  
GÉNEROS EN ESTUDIO.<sup>45, 46</sup>

DICOTILEDÓNEAS

(*HERBACEAE*)

Renales.

Berberidales.

Piperales.

Aristolochiales.

DICOTILEDÓNEAS

(*LIGNOSAE*)

Magnoliales.

Annonales.

Laurales.

REPRESENTACIÓN DE ALGUNAS ESPECIES DE LAURÁCEAS.



*Lindera benzoin*



*Sassafras albidum*

Fotografías tomadas del libro "Lauraceae Americanae."

Mez, C. New York ( 1990 )

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En el siguiente cuadro se observan los nombres científicos y comunes de algunas especies de nectandras mexicanas y su localización geográfica dentro del país.

CUADRO 4

## NECTANDRAS MEXICANAS.

Nombre científico.	Nombre común.	Ubicación geográfica.
<i>Nectandra ambigens</i> Blake.	Laurel.	Chiapas.
<i>Nectandra glabrescens</i> Benth.	Quesca, Aguacatillo, Piccito de Paloma.	Guerrero, Oaxaca, D.F., San Luis Potosí, Tabasco, Chiapas, Yucatán, Veracruz.
<i>Nectandra globosa</i> Mez.	Aguacatillo, Laurelillo, Laurelón, Laurel.	Sinaloa, Colima, Guerrero, Oaxaca.
<i>Nectandra loeseneri</i> Mez	Laurel	Michoacán, Veracruz.
<i>Nectandra salicifolia</i> H.B.K Nees.	Aguacatillo, Quesca, Laurel blanco, Aguacate, Piccito de Paloma, Laurel.	Michoacán, Guerrero Tabasco, Tamaulipas, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo, San Luis Potosí, Veracruz, D.F.,
<i>Nectandra sanguinea</i> Rott.	Aguacatillo, Piccito de Paloma.	Michoacán, Tabasco, Oaxaca, Tamaulipas.
<i>Nectandra sinuata</i> Mez.	Aguacate, Aguacatillo, Aguacatillo hediondo.	Oaxaca, Chiapas, Guerrero.
<i>Nectandra peruvia</i> Lundell.	Aguacatillo.	Michoacán, Oaxaca, Tabasco.
<i>Nectandra reticulata</i> Mez.	Laurel.	Puebla, Oaxaca, Chiapas.
<i>Nectandra tabascensis</i> Lundell.	Aguacatillo, Aguacatillo blanco.	Jalisco, Guerrero, Tabasco.

Referencias : 43, 46, 47

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CUADRO 5

II.1.6.1.2.- COMPUESTOS IMPORTANTES DE LA FAMILIA *Lauraceae* EN  
ACEITES ESENCIALES. <sup>43,47</sup>

Nombre Científico.	Compuesto.
<i>Nectandra fulcifolia</i> Nees.	Cifelo.
<i>Laurus nobilis</i> .	Citra. Terpineol.
<i>Aniba dukei</i> .	Linalol.
<i>Cryptocarya moschata</i> .	
<i>Ocotea pretiosa</i> .	
<i>Ocotea sp.</i>	Ncolignanano bicilo (3,2,1) octano.
<i>Ocotea porosa</i> .	
<i>Nectandra polita</i> Nees.	Eugenol. O-metileugenol.
<i>Laurus nobilis</i> .	$\alpha$ -pineno.
<i>Nectandra fulcifolia</i> Nees.	$\alpha$ -pineno.
<i>Nectandra fulcifolia</i> Nees.	Safrol.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Además se sabe que existen alcaloides que derivan del compuesto bencilisoquinolina de (*Nectandra megapotámica*) Brasil 1974 <sup>47</sup> que son obtenidos de Nectandras y demás de Lauráceas; como la sceperina (*Nectandra rodiei*), Isoboldina (*Nectandra membranaceae* y *Ocotea caesia*), Glaziovina (*Nectandra membranaceae*), Taliimina (*Ocotea puberula*), Ocoteína (*Nectandra saligna* y *Phoebe porfiria*).<sup>47</sup>

Un ejemplo de lo anterior es la costaricina que proviene de un bisbencil isoquinolina, la cual se reportó en 1996 y fue aislada de *Nectandra salicifolia*, la cual al ser probada *in vitro* se registró una actividad antiespasmódica; se utilizaron las hojas y raíces de esta planta.<sup>48, 49</sup>

Otra aplicación es la actividad antitumoral de los alcaloides de *Nectandra grandiflora* algunos de estos fueron: laurolitsina, laurotetanina, isoboldina y boldina.<sup>49</sup>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### CAPITULO III

## Parte Experimental.

### III.1.- MATERIAL Y MÉTODOS.

#### III.1.1.- MATERIALES.

Las plantas se recolectaron en diferentes partes de la república, del material vegetal correspondiente a la planta *A. taliscana* se colectaron 1461g de raíces de los alrededores de Jalapa Veracruz, una porción se depositó en el Herbario de este lugar.

En cuanto a la planta *A. foetida* el material vegetal se colectaron 1125.59g de raíces en Guerrero por el Dr. Paul Hersch Martínez, se depositó una muestra en el Herbario del IMSS.

Del género *Nectandra salicifolia*, se colectó la parte aérea de la planta en las inmediaciones de Uxpanapan, Veracruz en el mes de octubre por la Dra. Silvia del Almo R. quien lo identificó como *Nectandra salicifolia* (H.B.K.) Nees, se depositó una muestra en el Herbario del Instituto de Ecología de Jalapa, Ver.

#### III.1.2.- MOLIENDA.

Se secaron por separado las raíces y parte aérea de las plantas y se molieron en un molino Willey de cuchillas modelo 4 usando mallas de 1mm.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### III.1.2.1- PURIFICACIÓN DE DISOLVENTES.

#### PURIFICACIÓN DE HEXANO.

Se purificó el disolvente con el cual se extrajo el aceite de las plantas como sigue:

- 1.- Se pesaron 157.87g de gel de sílice 60 (tamaño de partícula 70-230 MESH ASTM /MERCK) y se pusieron a secar en una mufla a 350°C en 4 crisoles, durante 25 min. Transcurrido el tiempo se enfrió el material en un desecador para después utilizarlo.
- 2.- Se empacó una columna de vidrio de cromatografía de 1m de largo con bola de 250ml con un poco de algodón en el extremo inferior y la silicagel, para hacerle pasar 2L de hexano QP a través de toda la columna y coleccionar el disolvente que iba saliendo.
- 3.- Se lavó el hexano en un embudo de separación de 250 ml, con pequeñas porciones de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, hasta que el residuo sea incoloro.
- 4.- Una vez terminado el lavado con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, se lavó con agua y una solución al 10% de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, (dos veces).
- 5.- Se destiló todo el disolvente sometido a la purificación.
- 6.- Se depositó el hexano en una botella color ámbar limpia y seca, se etiquetó.

#### III.1.2.1.1.- DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR.

- 1.- Se montó un sistema de destilación por arrastre de vapor el cual consta de un generador de vapor con agua destilada a temperatura de ebullición, un matraz bola de 2000ml donde se depositó el material vegetal en extracción, condensador, un refrigerante, colector y un matraz Erlenmeyer de 250 ml para recoger el aceite destilado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2.- Para poder ajustar el sistema se utilizó un recirculador contenido en un recipiente con una mezcla de agua-hielo, para que pudiera condensar el destilado a la misma velocidad que el vapor pasaba por el condensador y el refrigerante.

Si es necesario se coloca una manta de calentamiento al matr az bola, para prevenir que se condense el aceite en el matr az sin pasar por todo el sistema.

Si es necesario se impide la dispersión de calor utilizando papel aluminio, para mantener el calor uniforme en el sistema y mejorar la destilación de los componentes volátiles de la muestra.

3.- La primera planta que se sometió a la destilación fue raíz de *Nectandra salicifolia*, de este material pulverizado, se pesaron 400g, de los cuales se tomaron 200g para realizar la primera destilación. Una vez colocado el material vegetal dentro del matr az bola se agregó agua destilada hasta que sobrenadara en el matr az.

4.- Se calienta previamente la manta térmica a 40 C y al mismo tiempo se pone a calentar el generador de vapor con una capacidad de 2L en una estufa a 90 C.

Una vez que se produce el vapor del generador, se conecta el adaptador que se introduce hasta el interior del matraz para que comenzara a burbujear el material vegetal que sobrenadaba en el matr az en el que se encuentra el material vegetal.

5.- Se sometió a destilación por un periodo aproximado de 4 a 5 horas, repitiéndose la operación hasta agotar el material por extraer.

6.- Se tar  un matr az bola de 50ml y se registró su peso

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

7.- Una vez que se recolectó el primer destilado con un volumen de 1.5L, se vertieron unos cuantos mililitros de hexano purificado previamente para poder recolectar el aceite y separarlo de la fase acuosa que lo contenía. Con ayuda de una pipeta Pasteur con bulbo se recogieron las pequeñas gotas de aceite y se pasaron al matraz bola de 50ml previamente pesado.

En un embudo de separación de 60ml, se adicionó una porción del disolvente de 15ml y se extrajo tres veces el resto del aceite.

8.- Para librar de agua al aceite recolectado se pesaron 2g de  $MgSO_4$  anhidro Mallinckrodt y se filtró por gravedad en un embudo de tallo corto y papel filtro.

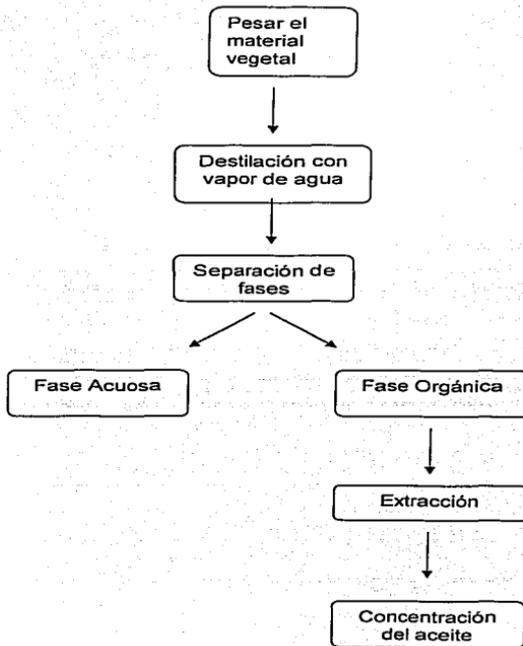
9.- Se concentró el aceite en el rotaevaporador a una temperatura de  $60^{\circ}C$  a  $65^{\circ}C$  (sin vacío), para evaporar el hexano mezclado con el aceite esencial de la planta.

10.- Con la segunda parte pesada del material vegetal se efectuó el mismo procedimiento de obtención del aceite esencial y al final se pesaron cada uno de los matraces de 50ml con los aceites de *Aristolochia grandiflora*, *Aristolochia foetida*, *Aristolochia taliscana* y *Nectandra salicifolia* respectivamente para registrar el rendimiento de cada uno.

En la figura 3 se observa un diagrama de metodología que se siguió para la extracción de cada uno de los aceites esenciales de las cuatro plantas en estudio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**FIGURA 3**  
**DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES.**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### III.1.3- CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA.

1.- Se realizaron algunas placas de los aceites, para ver en que tipo de disolventes corría mejor el aceite esencial de las plantas y en que fase se observaron mayor número de compuestos.

Se utilizaron placas de vidrio recubiertas de sílice Merck 60 F<sub>254</sub> con un espesor de 0.2mm y los disolventes utilizados se reportaron en el siguiente cuadro.

CUADRO 6

Disolventes	Volumen (ml)
CHCl <sub>3</sub> -MeOH	95:5
CHCl <sub>3</sub> -MeOH	8:2
CHCl <sub>3</sub> -EtOH	95:5
CHCl <sub>3</sub> -EtOH-Benceno	90:10:1
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> -Hexano	8:2
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> -MeOH	95:5

Los reveladores con los que se apreciaron las bandas de los compuestos se enlistan en el cuadro.

CUADRO 7

<b>Reveladores</b>
Reactivo Dragendorff
Sol. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> al 10%
Luz UV 250nm

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### III.1.3.1.- CROMATOGRAFIA DE GASES - ESPECTROMETRÍA DE MASAS.

Se sometieron los 4 aceites a un cromatógrafo de gases HP 6890 Series GC System acoplado a espectroscopía de masas en un aparato HP 5973 Mass Selective Detector para correr las muestras y obtener los espectros correspondientes a cada aceite. Se utilizó el Método : C:/HPCHEM/1/5973/GOASEMI.M HP6890GC.

#### CONDICIONES DEL EQUIPO PARA CG.

##### Cromatografía de Gases HP690.

Horno : Temperatura inicial 40°C.

Temperatura final 325°C.

Gas Acarreador : Helio.

Columna : Columna capilar HP 19091S-433

5% Fenil-metil-siloxona.

Temperatura Máxima : 325°C.

Modo : Flujo constante.

Flujo inicial : 1.0 ml/min.

Interfase : Calentador MSD Transfer Line Haeter.

Temperatura inicial : 280°C.

Inyector : Método Split.

Temperatura inicial : 150°C.

Presión : 70psi = Kg/cm<sup>2</sup>

Radio de Split : 50 : 1.

Flujo de Split : 50.0ml/min.

Flujo total : 53.5ml/min.

Rango de velocidad : 36cm/s.

Largo : 30.0m.

Diámetro : 250µm.

Grosor : 0.25µm.

Presión inicial : 7.07 psi = Kg/cm<sup>2</sup>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CONDICIONES DEL EQUIPO PARA EM.**

**Espectrómetro de Masas HP 5973 MSD.**

Tiempo de volatilización de disolvente (hexano) : 3min

Masa mayor : 500.

Masa menor : 33.

Al realizar la corrida del primer aceite se inyectó la muestra manualmente, posteriormente se automatizó el proceso. Se observó que cada corrida duró 36 minutos.

Los análisis de cromatografía de gases y espectroscopia de masas se realizaron en el Laboratorio de Masas de la División de Posgrado de la Facultad de Química de la UNAM.

Para identificar los componentes de cada aceite esencial de las plantas *Aristolochia grandiflora*, *Aristolochia foetida*, *Aristolochia taliscana* y *Nectandra salicifolia*, se utilizaron tres tipos de estándares.

1.- Espectros de masas registrados en los aparatos de CG y EM usados (DATA BASE / WILEY275.5L)

2.- Estándares proporcionados por el Laboratorio de la Administración General de Aduana y la Administración Central de Laboratorio y Servicios Científicos de Hacienda.  
Estándares solicitados :

Ácido linoléico, ácido palmítico, borneol, citronelol, felandreno, linalol, mentol, terpineol, bisaboleno, farnesol y acetato de citronelilo.

3.- Referencias bibliográficas de compendios espectroscópicos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO IV

## Resultados.

## IV.1- EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES.

La tabla 1 indica el extracto utilizado de cada una de las plantas empleadas, el total del material vegetal utilizado, además registra el peso en mg del aceite esencial obtenido de cada extracto y el rendimiento en por ciento de cada uno de estos.

TABLA 1 RENDIMIENTO.

EXTRACTO	PLANTA	PESO DE RAÍCES	PESO DE ACEITE OBTENIDO	RENDIMIENTO
A	<i>A. grandiflora.</i> *	400.00 g.	73.20 mg.	0.01 %.
B	<i>A. foetida.</i>	205.94 g.	923.30 mg.	0.44 %.
C	<i>A. taliscana.</i>	412.95 g.	424.90 mg.	0.10 %.
D	<i>N. salicifolia.</i>	400.00 g.	99.60 mg.	0.02 %.

\* Nota : La primer parte del aceite esencial de *A. grandiflora* fue la que se utilizó para el análisis, la segunda parte fue separada, ya que al efectuar la destilación, la temperatura se elevó a más de 40°C para lograr arrastrar los componentes con el vapor de agua. lo que provocó un cambio físico en el aceite esencial.

En la tabla anterior puede observarse, que por el método de destilación por arrastre de vapor, el mayor porcentaje de aceite esencial obtenido fue a partir de *A. foetida*.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### IV.1.1.- CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA.

Al realizar una cromatografía de capa fina a distintas concentraciones de los diferentes aceites esenciales, se observó la presencia de al menos cinco bandas.

En el caso del aceite de *A. grandiflora* se encontró una pequeña cantidad de alcaloides en algunas de las placas efectuadas, al ser expuestas al reactivo de Dragendorff, (revelador de alcaloides); éste da una prueba positiva, indicando la presencia de alcaloides en este extracto.

#### IV.1.2.- CROMATOGRAFÍA DE GASES. <sup>50, 51, 52</sup>

Para cada una de las plantas en estudio se encontró el número de sus componentes, aunque desafortunadamente, sólo se logró identificar de una manera razonable a un pequeño número de compuestos. Ya que la determinación de su estructura con base solamente en sus patrones de fragmentación es sumamente difícil e incierta, debido a la semejanza de dichos patrones de fragmentación.

En la tabla 2 se enlistan los componentes de las cuatro plantas en estudio y posteriormente se muestran los cromatogramas obtenidos.

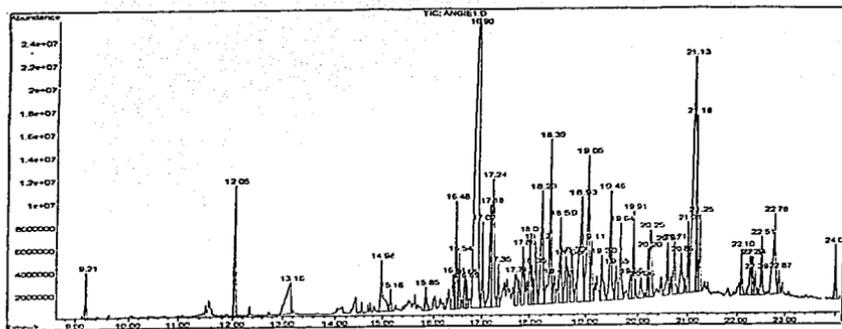
TABLA 2 COMPONENTES.

CROMATOGRAMA	PLANTA	NÚMERO DE PICOS	% COMPUESTOS IDENTIFICADOS
I	<i>A. grandiflora.</i>	70 aprox.	2.75 %
II	<i>A. foetida.</i>	110 aprox.	10.00 %
III	<i>A. taliscana.</i>	136 aprox.	13.97 %
IV	<i>N. salicifolia.</i>	58 aprox.	6.89 %

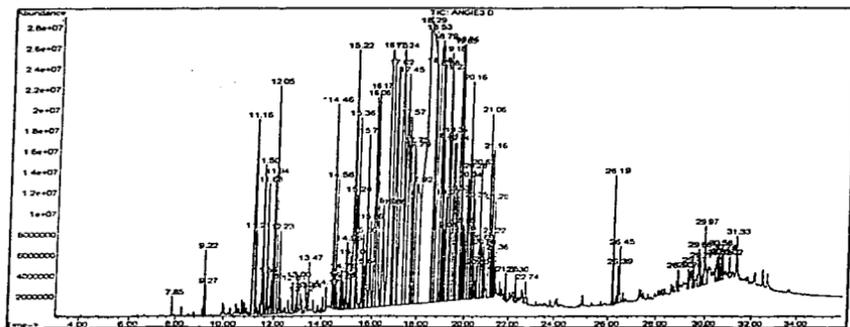
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

IV.1.2.1- ACEITES ESENCIALES.  
CROMATOGRAFÍA DE GASES.

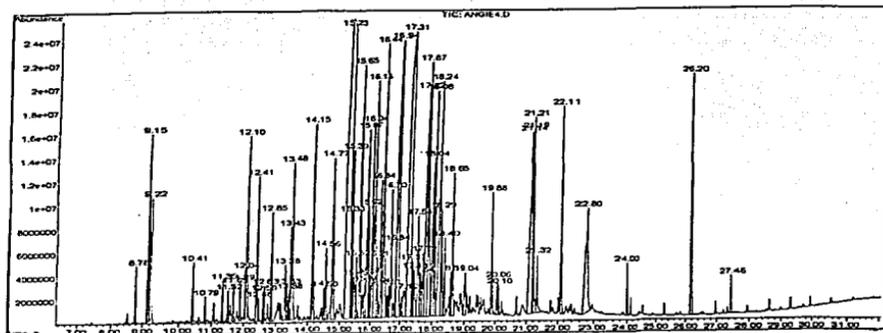
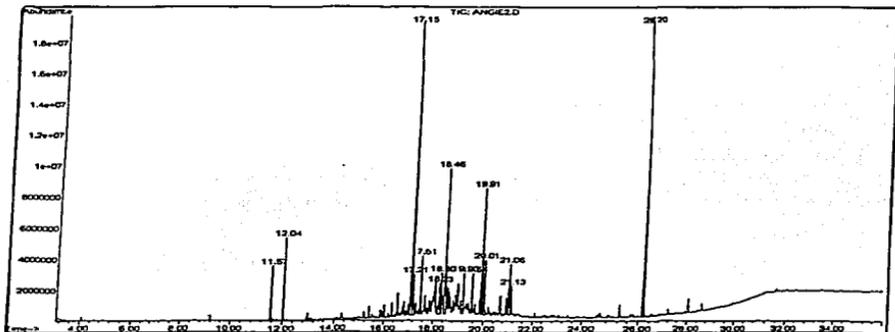
*Aristolochia grandiflora.*



*Aristolochia foetida.*



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*Aristolochia taliscana.**Nectandra salicifolia.*

### IV.1.3.- CONSTITUYENTES DE LOS ACEITES ESENCIALES.

La composición de los aceites esenciales, utilizando el sistema de cromatografía de gases y espectrometría de masas se muestra en las tablas 3, 4, 5 y 6.

TABLA 3

*A. grandiflora.*

NOMBRE DEL COMPUESTO	TIEMPO DE RETENCIÓN
*Carvaerol	12.050 min
**Cariofileno	14.978 min
*Nerolidol	16.480 min
*Naftaleno	18.223 min
*Fenol	19.012 min
**Acido palmítico	21.173 min

\* Posibles. (Pequeñas diferencias con los compuestos de referencia).

\*\* Seguros. (Identificados mediante comparación con la base de datos del sistema y mediante estándar y/o comparación con espectros y cromatogramas publicados).

TABLA 4

*A. foetida.*

NOMBRE DEL COMPUESTO	TIEMPO DE RETENCIÓN
**cis - Sabinol	11.133 min
*Acetato de sabinol	11.133 min
**Verbenol	11.208 min
**Cis-Pinanona	11.380 min
*Verbenona	11.492 min
*Pinanona	11.674 min
**p- Cimen-8-ol	11.851 min
* $\alpha$ -Terpineol	11.943 min
**Mirtenal	12.012 min
**Verbenona	12.227 min
** $\gamma$ -Cadineno	14.453 min
** $\alpha$ -Copaeno	14.560 min
** $\alpha$ -Gurjuneno	15.354 min
*Neocalocimeno	15.708 min
* $\alpha$ -Amorfeno	15.858 min
*Iso-indol	16.062 min
*Indanona	16.212 min
*cis-Calamenceno	16.459 min
** $\alpha$ -Calacoreno	16.700 min
** $\beta$ -Calacoreno	17.022 min

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*Azuleno	17.322 min
*Naftalenona	18.878 min
*Indanona	21.034 min

\* Posibles. (Pequeñas diferencias con los compuestos de referencia).

\*\* Seguros. (Identificados mediante comparación con la base de datos del sistema y mediante estándar y/o comparación con espectros y cromatogramas publicados.)

\*\*\* Compuesto más abundante del extracto.

TABLA 5

*A. tuliscana.*

NOMBRE DEL COMPUESTO	TIEMPO DE RETENCIÓN
**Felandreno	8.768 min
**p-Cimen-8-ol	9.133 min
**Cimeno	9.155 min
*β-Felandreno	9.224 min
**Linalool	10.415 min
*Mentol	10.791 min
*p-Mentol	10.791 min
*Piracina	11.343 min
**Borneol	11.520 min
*Terpineno	11.681 min
**β-Terpineol	11.686 min
*α-Felandreno	12.099 min
**Citronelol	12.410 min
*Indanona	12.850 min
**Carvacrol	13.483 min
**Acetato de citronelilo	14.137 min
**γ-Elemeno	14.776 min
**β-Cariofileno	15.237 min
**γ-Cadineno	15.387 min
***α-Humuleno	15.639 min
*α-Amorfeno	15.870 min
**β-Selineno	16.041 min
*δ-Cadineno	16.100 min
**α-Selineno	16.149 min
*α-Amorfeno	16.342 min
**δ-Cadineno	16.444 min
*Nerolidol	16.921 min
*Oxido de cariofileno	17.296 min
**Germacrano D	18.010 min
*Cariofila	18.085 min

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*β-Bisaboleno	18.298 min
*Farnesol	18.648 min
*Acido palmítico	21.319 min
*γ-Terpineol	21.324 min
**Caureno	22.118 min
*Acido oléico	22.772 min
*Acido oleico	22.805 min

\* Posibles. (Pequeñas diferencias con los compuestos de referencia).

\*\* Seguros. (Identificados mediante comparación con la base de datos del sistema y mediante estándar y/o comparación con espectros y cromatogramas publicados).

\*\*\* Compuesto más abundante del extracto.

TABLA 6

*Nectandra salicifolia.*

NOMBRE DEL COMPUESTO	TIEMPO DE RETENCIÓN
**Cumin alcohol	12.028 min
**Azulen-7-ol ( Epatulenol)	17.150 min
*Propenol	17.209 min
**Nerolidol	17.504 min
*Acetonaftona	18.469 min
*Naftaleno	19.193 min
*Nafteno	19.536 min
*Pentadecanona	19.907 min
**Acido Palmítico	21.049 min

\* Posibles. (Pequeñas diferencias con los compuestos de referencia).

\*\* Seguros. (Identificados mediante comparación con la base de datos del sistema y mediante estándar y/o comparación con espectros y cromatogramas publicados.)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### IV.1.4.- ESPECTROS DE MASAS DE LOS COMPUESTOS IDENTIFICADOS.

Los espectros que se presentan en el anexo I.1 son una relación de los compuestos identificados en el aceite esencial de cada una de las plantas, conforme a la base de datos de espectros internos del aparato de cromatografía de gases (HP 6890 GC System) y del espectrómetro de masas (HP 5973 Mass Selective Detector), mediante comparación con estándares externos de compuestos auténticos y comparación con espectros publicados en fuente bibliográfica.<sup>50, 51, 52</sup>

En la tabla 11 se muestran los dos compuestos más abundantes encontrados en los cromatogramas de los aceites esenciales de *A. foetida* y *A. taliscana* respectivamente.

TABLA 6-A COMPUESTOS MÁS ABUNDANTES DEL EXTRACTO.

PLANTA	COMPUESTO	FÓRMULA	PM	TIEMPO DE RETENCIÓN
<i>A. foetida</i>	$\alpha$ - Calacoreno	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub>	200g	16.700 min.
<i>A. taliscana</i>	$\alpha$ - Humuleno	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204g	15.693 min.

Los compuestos más abundantes son de origen sesquiterpénico y sus tiempos de retención son muy similares, lo que confirma que entre 16 y 17 minutos se detectan los picos en los espectros de masas de este tipo de compuestos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO V

## Conclusiones.

1.- Se logró obtener satisfactoriamente el aceite esencial de las cuatro plantas de los géneros *Aristolochia* y *Nectandra*. (*Aristolochia grandiflora*, *Aristolochia foetida*, *Aristolochia taliscana* y *Nectandra salicifolia*), por el método de arrastre con vapor.

2.- Por medio del análisis de cromatografía de gases y espectrometría de masas, se lograron identificar algunos de los compuestos constituyentes de cada uno de los aceites esenciales.

3.- El mayor rendimiento en la obtención de aceites esenciales corresponde a *Aristolochia foetida* (tabla 1), con 923.30mg de peso y un rendimiento del 0.44%.

4.- El mayor número de compuestos identificados corresponde a *Aristolochia taliscana* (tabla 5), se identificaron 18 compuestos ( 13.97%) de un total de 136.

5.- Sólo en dos de los casos se identificó a los compuestos más abundantes. En el caso de *A. foetida* es el  $\alpha$ -Calacoreno, de origen sesquiterpénico, con fórmula condensada ( $C_{15}H_{20}$ ), un peso molecular de 204g y un tiempo de retención de 16.700min.

En cuanto a *A. taliscana* el componente principal se identificó como  $\alpha$ -Humuleno, de origen sesquiterpénico, con fórmula condensada ( $C_{15}H_{20}$ ), un peso molecular de 204g y un tiempo de retención de 15.639 min.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

6.-Sería necesario continuar con este trabajo para tratar de identificar inequívocamente un mayor número de componentes y complementarlo con un estudio toxicológico y farmacológico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANEXO I.1.- COMPUESTOS IDENTIFICADOS POR CG-EM.

En las tablas 7, 8, 9 y 10 indican los componentes constituyentes de cada uno de los aceites esenciales de las plantas en estudio en orden de aparición conforme al tiempo de retención en el espectrómetro de masas.

TABLA 7

COMPUESTOS IDENTIFICADOS *A. grandiflora*.

COMPUESTO	TIEMPO DE RETENCIÓN	IÓN MOLECULAR
**Cariofileno	14.978 min.	M <sup>+</sup> 204
**Ácido palmítico	21.173 min.	M <sup>+</sup> 256

TABLA 8

COMPUESTOS IDENTIFICADOS *A. foetida*.

COMPUESTO	TIEMPO DE RETENCIÓN	IÓN MOLECULAR
**Acetato de sabinol	11.133 min.	M <sup>+</sup> 134
**Verbenol	11.208 min.	M <sup>+</sup> 152
**cis-Pinanona	11.680 min.	M <sup>+</sup> 152
**p-Cimen-8-ol	11.851 min.	M <sup>+</sup> 150
**Mirtenal	12.012 min.	M <sup>+</sup> 150
**Verbenona	12.227 min.	M <sup>+</sup> 150
**γ-Cadineno	14.453 min.	M <sup>+</sup> 204
**α-Copaeno	14.560 min.	M <sup>+</sup> 204
**α-Gurjuneno	15.354 min.	M <sup>+</sup> 204
**α-Calacoreno	16.700 min.	M <sup>+</sup> 216
**β-Calacoreno	17.022 min.	M <sup>+</sup> 200

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TABLA 9

COMPUESTOS IDENTIFICADOS DE *A. taliscana*.

COMPUESTO	TIEMPO DE RETENCIÓN	IÓN MOLECULAR
**Felandreno	8.779 min.	M <sup>+</sup> 136
**p-Cimeno-8-ol	9.133 min.	M <sup>+</sup> 134
**Cimeno	9.155 min.	M <sup>+</sup> 134
**Linalool	10.415 min.	M <sup>+</sup> 154
**Borneol	11.520 min.	M <sup>+</sup> 154
**β-Terpineol	11.686 min.	M <sup>+</sup> 154
**Citronelol	12.410 min.	M <sup>+</sup> 156
**Carvaerol	13.483 min.	M <sup>+</sup> 150
**Acetato de citronelilo	14.137 min.	M <sup>+</sup> 138
**γ-Elemeno	14.776 min.	M <sup>+</sup> 204
**β-Cariofileno	15.237 min.	M <sup>+</sup> 204
**γ-Cadineno	15.387 min.	M <sup>+</sup> 204
**α-Humuleno	15.639 min.	M <sup>+</sup> 204
**β-Selineno	16.041 min.	M <sup>+</sup> 204
**α-Selineno	16.149 min.	M <sup>+</sup> 204
**δ-Cadineno	16.444 min.	M <sup>+</sup> 204
**Germaerano	18.010 min.	M <sup>+</sup> 220
**Caureno	22.118 min.	M <sup>+</sup> 272
**Acido oleico	22.772 min.	M <sup>+</sup> 280

TABLA 10

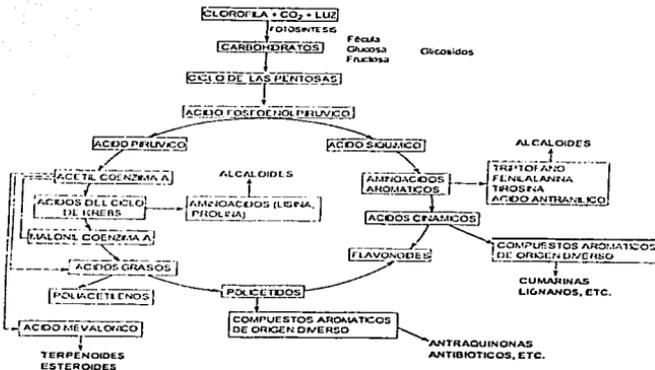
COMPUESTOS IDENTIFICADOS DE *N. salicifolia*.

COMPUESTO	TIEMPO DE RETENCIÓN	IÓN MOLECULAR
**Cumin alcohol	12.028 min.	M <sup>+</sup> 135
**Azulen-7-ol	17.150 min.	M <sup>+</sup> 220
**Nerolidol	17.504 min.	M <sup>+</sup> 220
**Acido Palmítico.	21.049 min.	M <sup>+</sup> 256

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANEXO I.1.1.- METABOLITOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS EN LA BIOGÉNESIS DE TERPENOS.

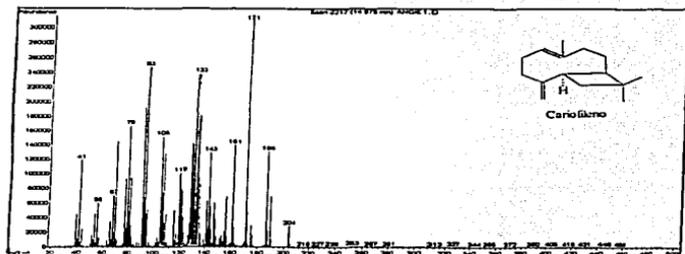
FIGURA 4



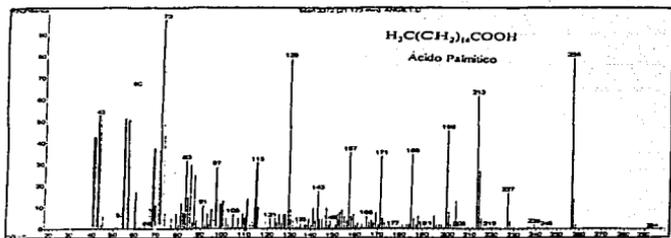
Fotografía tomada del "Manual de Laboratorio de Farmacognosia" De la Dra Rachel Mata E. de la Facultad de Química UNAM (1999).

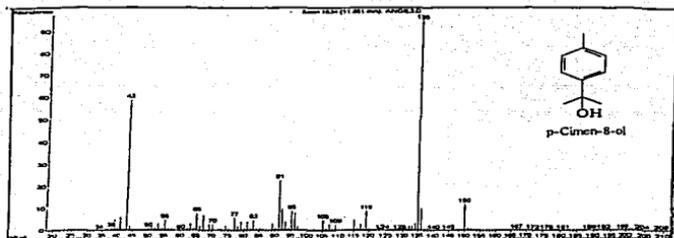
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## II.1.- ESPECTROS DE MASAS.

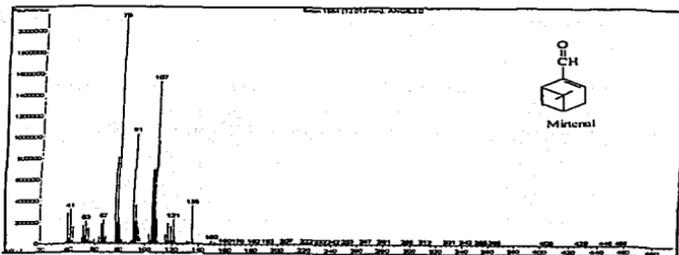
*Aristolochia grandiflora*

Espectro 1

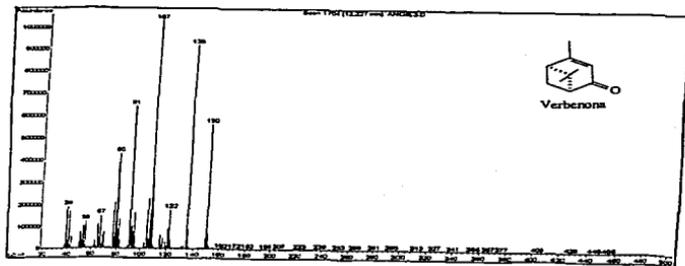


*Aristolochia grandiflora*

Espectro 3

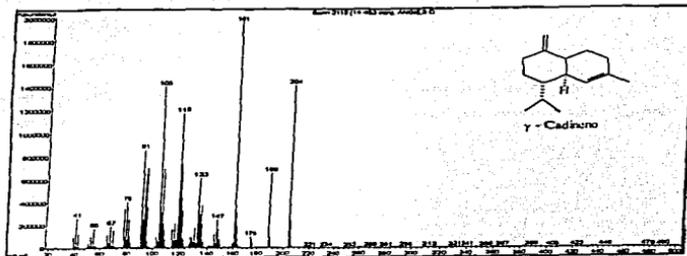


Espectro 4

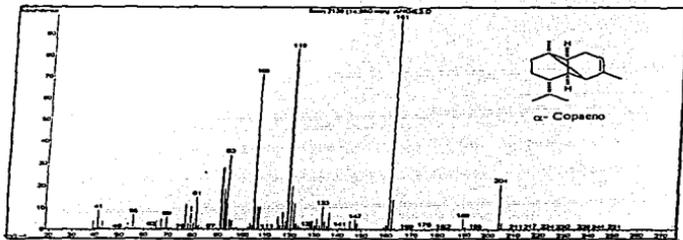


Espectro 5

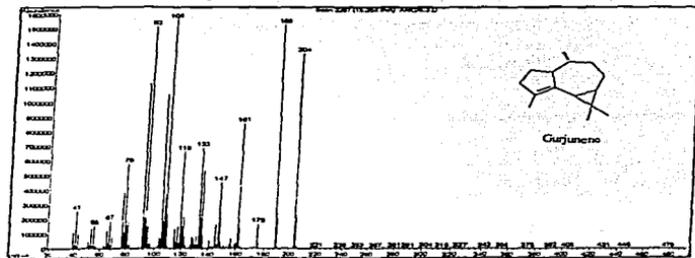
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*Aristolochia grandiflora*

Espectro 6

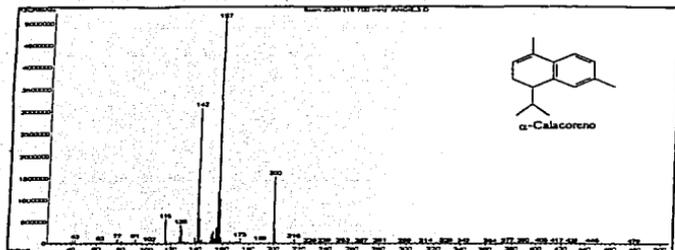


Espectro 7



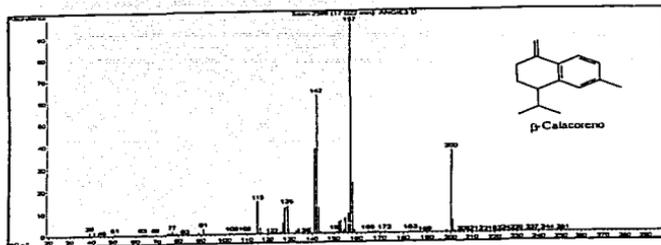
Espectro 8

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*Aristolochia grandiflora*

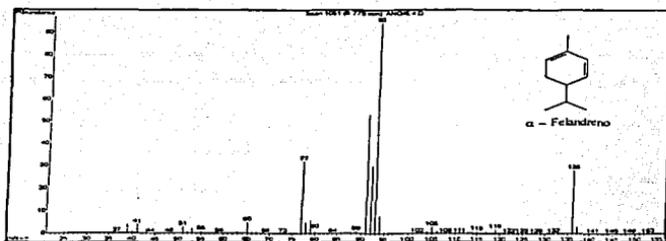
\*\*\* Compuesto más abundante.

Espectro 9

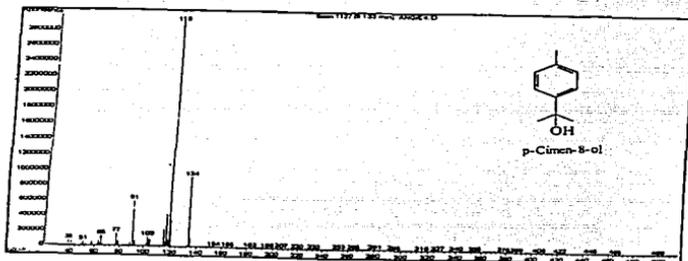


Espectro 10

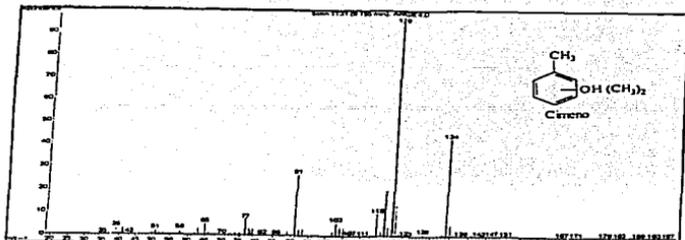
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*Aristolochia taliscana*

Espectro 11



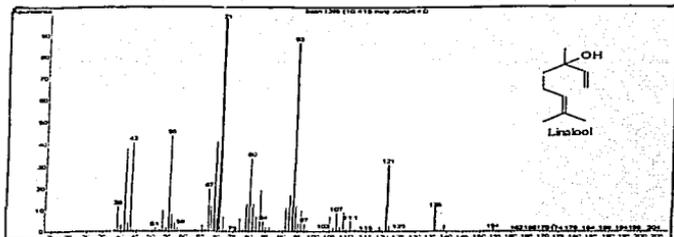
Espectro 12



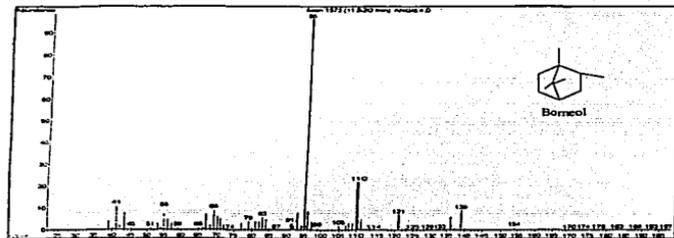
Espectro 13

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

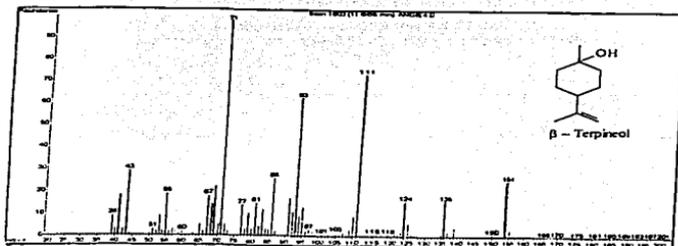


*Aristolochia foetida*

Espectro 17

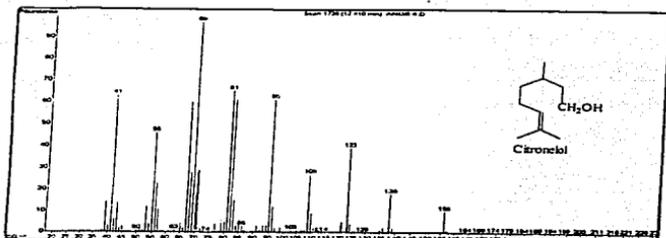


Espectro 18

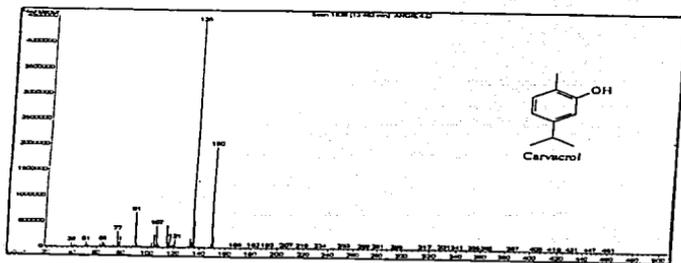


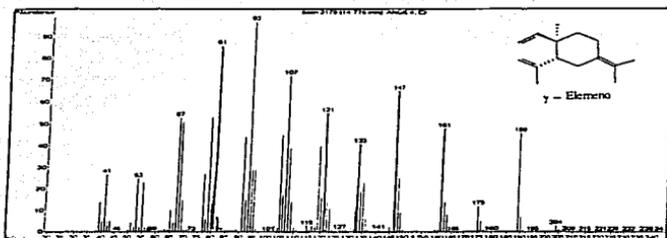
Espectro 19

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

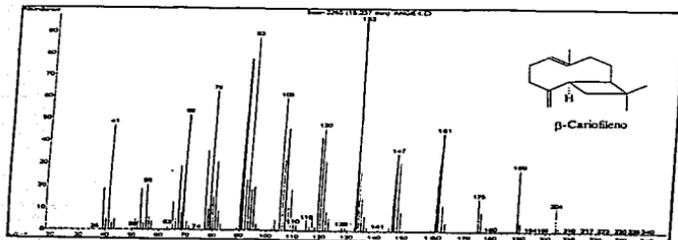
*Aristolochia fletida*

Espectro 20

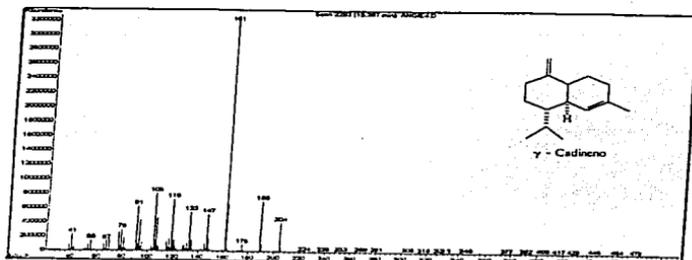


*Aristolochia foetida*

Espectro 23

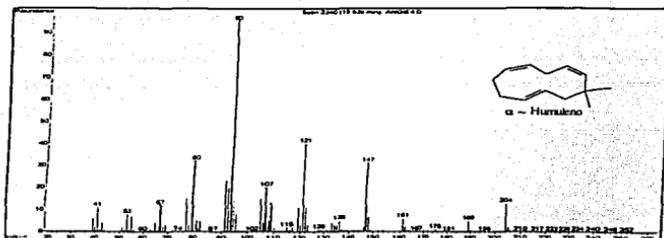


Espectro 24

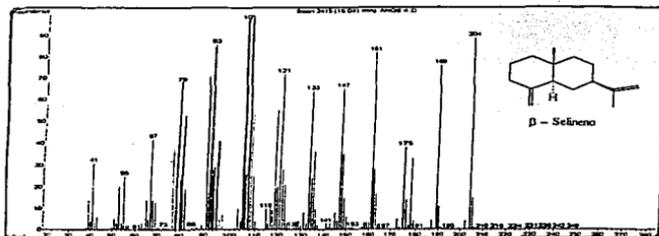


Espectro 25

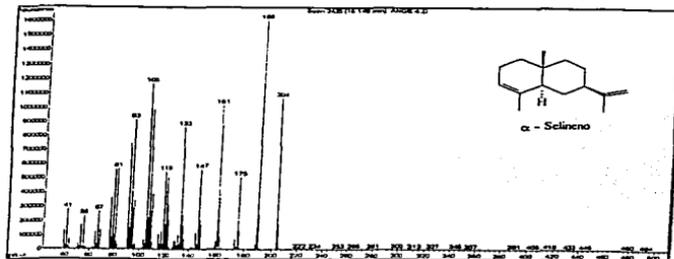
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*Aristolochia foetida*

\*\*\* Compuesto más abundante. Espectro 26

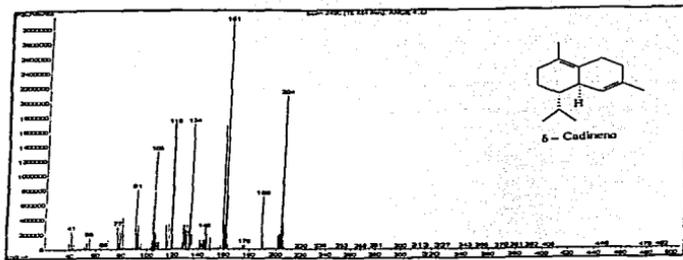


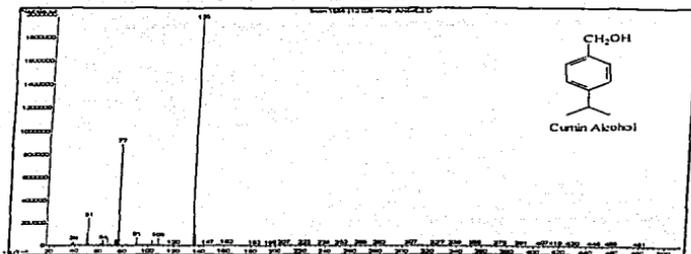
Espectro 27



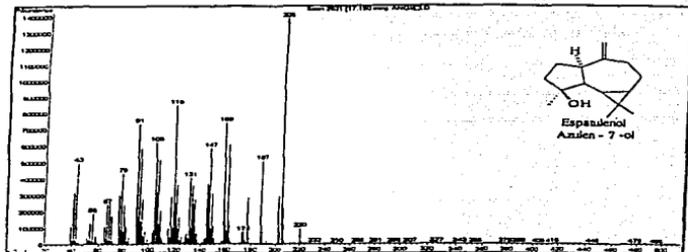
Espectro 28

TESIS CON  
 ETIQUETA DE ORIGEN

*Aristolochia foetida*

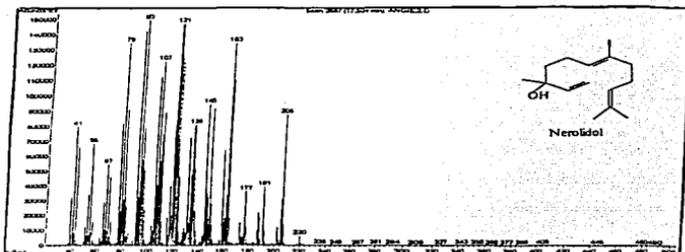
*Nectandra salicifolia*

Especro 32

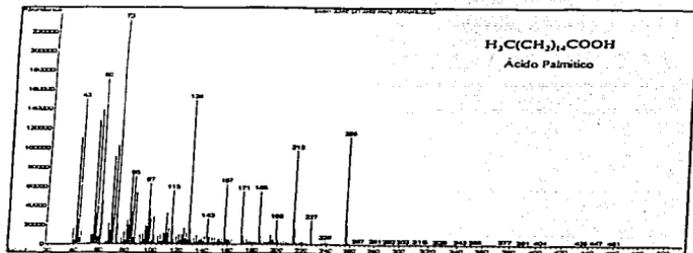


Especro 33

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

*Nectandra salicifolia*

Espectro 34



Espectro 35

TRUCO CON  
FALLA DE ORIGEN

## Bibliografía.

- 1.- Pavia, L.D., "Introduction to Organic Laboratory Techniques a Contemporary Approach." Ed. W.B. Saunders Company, Toronto, Ontario (1976), p.p. 150-155, 570-573.
- 2.- Tyler, V. and Brady, R.L., "Pharmacognosy." Ed. Lea & Febiger, Philadelphia, USA (1981), p.p. 103-113, 119, 142-143.
- 3.- Miller, P.L., "Phytochemistry. Organic Metabolites." Ed. Van Nostrand Resnhold Company, N.Y. (1973), Vol II, p.p. 265-267, 283-286.
- 4.- Trease, G.E. and Evans, W., "Tratado de Farmacognosia." 12ª edición, Ed. Interamericana, México (1987), p.p. 65, 126, 146, 261-262, 305, 431-433, 436-437, 533-537.
- 5.- Kemp, D.S. and Vellaccio, F., "Química Orgánica." Ediciones Omega, Barcelona, España (1986), p.p. 412-413, 458-461, 1276-1278.
- 6.- Wong, W.S.D., "Química de los Alimentos. Mecanismos y Teoría." Ed. Acribia, Zaragoza, España (1995), p.p. 263-237.
- 7.- Bruneton, J., "Elementos de Fitoquímica y Farmacognosia." Ed. Acribia, Zaragoza, España (1991), p.p. 223-266.
- 8.- Geisman, T.A. and Crout, D.H.G., "Organic Chemistry of Secondary Metabolism." Ed. Freeman, Cooper and Co. San Francisco, California (1969), p.p.240-249, 269, 291-297.
- 9.- Ikan, R., "Natural Products a Laboratory Guide." 2<sup>nd</sup> edition, Academic Press, USA (1991), p.p.168-179, 225.
- 10.- Davies, D.D. and Giovanelli, J., "Bioquímica Vegetal." Ediciones Omega, Barcelona, España (1969), p.p. 351-359, 370-381.
- 11.- Mendieta R.M., "Catálogo de Plantas Medicinales de Yucatán." Ed. Continental, México (1981), p.p. 34-36.
- 12.- Manni, G.F., "Introduction to Practical Organic Chemistry." Ed. Longmans, USA (1967), p.p. 22-23.
- 13.- Fessenden, R.J., "Organic Laboratory Techniques." 2<sup>nd</sup> edition, Brooks / Cole Publishing Co. USA (1993), p.p. 122-126.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- 14.- Madrid, A.V., " Producción, Análisis y Control de Calidad de Aceites y Grasas Comestibles." Ediciones Madrid, España (1988), p.p. 131-179.
- 15.- Vogel, I.A., " Elementary Practical Organic Chemistry." Qualitative Organic Analysis, Part 2, 2<sup>nd</sup> edition, Ed. Longman, USA (1966), p.p. 398-312.
- 16.- Reusch, H. W., " Química Orgánica." Ed. Mc. Graw Hill, México (1981), p.p.10.
- 17.- Weininger, J.S., " Química Orgánica." Ed. Reverté, México (1988), p.p. 289-298.
- 18.- Fessenden, R.J., " Química Orgánica." Grupo Editorial Iberoamérica, México (1983), p.p. 942-946.
- 19.- Waller, G.R., " Biochemical Applications of Mass Spectrometry." Ed. Wiley Interscience, USA (1972), p.p. 352-385.
- 20.- Linder, E., " Toxicología de los alimentos." 2ª edición. Ed. Acribia, Zaragoza, España (1995), p.p. 55-62.
- 21.- Teresa, de P.J. and Urones, G.J., " Monoterpene derivatives from Essential Oil of *A. longa*." *Phytochemistry*, (22), 2753-2754, (1983).
- 22.- Arceche, G.A., " Fitoterapia, Vademecum de Prescripción." Colegio Oficial de Farmacéuticos de Biscaia Asociación Española de Médicos Naturistas CD-ROM.
- 23.- O'Gorman, H., " Plantas y Flores de México." Ed. Dirección General de Publicaciones, México (1963), p.p. 86-87.
- 24.- Mabberly, J.D., " The Plant Book." Ed. Cambridge University Press, USA (1997), p.p. 393, 480-481.
- 25.- Sánchez S.O., " La Flora del Valle de México." 2ª edición, Ed. Herrero, México (1974), p.p. 5, 8, 139-140.
- 26.- Martínez, M., " Las Plantas Medicinales de México." 6ª edición, Ediciones Botas, México (1990), p.p. 268-273.
- 27.- Font, Q.P., " Plantas Medicinales." 9ª edición, Ed. La Bor S.A. Barcelona (1985), p.p. 193-197, 185.
- 28.- Maldonado, L.A., " *Aristolochia taliscana*." Ciencia, México (1966), (5-6), 237-240.
- 29.- Díaz, J.L., " Usos de las Plantas de México." (Monografías Científicas II), IME-PLAM. A. C., México (1976).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- 30.- Mac. Donald, H.G., "A Dictionary of Natural Products." Ed. Plexus Publishing, N.J. (1997).
- 31.- Martínez, M., "Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas." Ed. Fondo de Cultura Económica, México (1987), p.p. 10-11, 32-33, 36, 374, 379, 426,451, 460,527, 530, 718,738, 751,763-764, 884-886, 1050-1051.
- 32.- Pfeifer, W.H., "Annals of the Missouri Botanical Garden." Department of Botany, University of Connecticut. Stors (1966), 53, (2), p.p. 115-129, 136-140, 150-151, 160-189.
- 33.- Pfeifer, W.H., "A Taxonomic Revision of the Pantandrous Species of *Aristolochia*." Ed. The University of Connecticut Publication Sciences, (1970), p.p. 1, 3, 5, 11, 15, 25, 27.
- 34.- Lopes, M.X.L.; Vanderlan, Da. and Bolzani, S., "Terpenes from *A.triangularis*." *Phytochemistry*, (29), 660-662 (1990).
- 35.- Enriquez, R.J., "Investigations of Plants of Genous *Aristolochia*." *J.Nat Prod*, 5 (47), 896-897 (1984).
- 36.- Sagrero, N. L., "The Essential Oil Composition of *A. brevipes* Benth." *J. Flavour and Fragrance*: (12), 401-403 (1997).
- 37.- Ming, W.CH; Mayer, R. and Helmuth Z., "A Non Oxidized Melampolide and Other Germacronolides from *Aristolochia yunnanensis*." *Phytochemistry*, (28), No. 11, 3233-3234 (1989).
- 38.- Waller, G.R; Sagrero, N.L. and Sgarmella, P.R., "Composition of Essential Oil from *Aristolochia asclepiadifolia*." *Aristolochiaceae* (Roots), Cong. Essent. Oils, Fragances, Flavours, Ed. by Bhatacharya, S.C; Sen Sethi, K.L. Oxford & IBH, New Delhi India ( 1989), p.p. 79-81.
- 39.- Yingquan, L. and Honggen, T., "GC and MS analysis of essential oils from roots of *Aristolochia* and their allied drugs." *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, (1), 19, 34-36, (1994).
- 40.- Leitao, G.G; López, D; Menezes, F. de Sousa and Kaplan M.A.C., "The Essential Oils from Brazilian *Aristolochia*." *J. Essential Oil Research*, (3), 403-408 (1991).
- 41.- Sagrero, N.L. et al., "Essential Oil of the Leaves from *A. ovalifolia* Duchr." *J. Flavour and Fragance*, (6), 189-190 (1994).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- 42.- Bernardi, L., " Lauráceas." Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Ed. Talleres Gráficos Universitarios, Venezuela (1962), p.p. 173-181, 183-184.
- 43.- Jiménez, M.L. A., " Tesis de Licenciatura, "Estudio Químico Biológico de *Nectandra salicifolia* H.B.K. Nees.",\_Fac. Química, UNAM (1996).
- 44.- Coon, N., " The Dictionary of Useful Plants." Ed. Rodale Press/Book Division, USA (1974).
- 45.- Hutchinson, J., " The Families of Flowering Plants." (Dycotiledon) 2<sup>nd</sup> edition, Ed. Clarendon Press, Great Britain, London (1960), (1), p.p. 414-415.
- 46.- Mez, C., " *Lauraceae Americanae*." Ed. Weldon and Wesley LTD, N.Y. (1963), p.p. 242, 236, 287-288, 343, 418, 437, 450.
- 47.- Bohlke, M; Guinaudeau, H; Angerhofer, C., " Costaricine, a New Antiplasmodial Bisbenzylisoquinoline Alkaloid from *Nectandra salicifolia* Tunk Bark. " *J. Nat. Prod.* (6), 59, 576-580. (1996).
- 48.- Youngken, W.H., " Tratado de Farmacognosia." Ed. Atlante, México (1951), p.p. 367-370.
- 49.- Moreno, P.R.H; Von Poser, G.L; Rates, S.M.K., " Chemical constituents and antitumor activity of *Nectandra grandiflora*." *Int. J. Pharmacogn.*(3), 31, 189-192, (1993).
- 50.- Masada, Y., " Analysis of Essential Oils by Gas Chromatography and Mass Spectrometry" Ed. John Wiley and Sons Inc, New York, USA (1976), p.p. 30-209.
- 51.- Pfleger, K; Maurer, H; And Weber, A., " Mass Spectral and GC Data of Drugs, Poisons, Pesticides, Pollutants and their Metabolites." 2<sup>nd</sup> Revised and Enlarged Edition, Par 1 and 2, New York, USA (1992), p.p. 303, 425, 1210, 1365, 1464.
- 52.- Adams, P.R., " Identification of Essential Oils by Ion Trap Mass Spectroscopy." Ed. Academic Press Inc, New York, USA (1989), p.p. 50-60, 71-74, 82-89, 110-113, 126-145, 154-179, 198-199, 230-231, 242-256, 276-277.

TRUCO CON  
FALLA DE ORIGEN