

209.  
89



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**APROVECHAMIENTO DE LA PIMIENTA GORDA  
MEXICANA PARA LA OBTENCION Y  
COMERCIALIZACION DE SU ACEITE  
ESENCIAL**



**EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
YANELA ZAMORA URIEGAS**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# INDICE

	pag.
I. Introducción.....	1
II. Los Aceites Esenciales y su Aplicación Industrial.....	7
III. Generalidades	
1. Pimienta Gorda	
A. Localización, plantación y cosecha.....	15
B. Descripción de la planta.....	20
2. Aceite Esencial de Pimienta Gorda	
A. Métodos de Obtención.....	23
B. Propiedades Físico-Químicas.....	25
C. Usos del aceite Fraccionado.....	27
IV. Descripción del Proceso de Obtención de Aceites Esenciales.....	29
V. Desarrollo Experimental en la Obtención del Aceite de Pimienta Gorda	
1. Selección del Método.....	34
2. Operación.....	39
3. Evaluación del Aceite	
A. Determinación de los Parámetros Físicos.....	41
B. Determinación de los Parámetros Químicos.....	42
C. Cromatografía de gases y Espectrometría de masas.....	43
VI. Análisis de precios.....	50
VII. Conclusiones.....	61
VIII. Anexo	
1. Compuestos no identificados.....	64
2. Abreviaturas utilizadas.....	66
IX. Bibliografía.....	68

## INDICE DE FIGURAS

	pag.
Fig. 1 Croquis objetivo de (a) un aceite esencial natural, y (b) un aceite sintético.....	10
Fig. 2 Pimienta Gorda, (a) rama con fruto y (b) Flores.....	22
Fig. 3 Diagrama de Bloques del proceso de extracción de aceites esenciales naturales.....	31
Fig. 4 Destilador por arrastre de vapor para aceites esenciales naturales.....	32
Fig. 5 Extractor Soxhlet para aceites esenciales naturales.....	40
Fig. 6 Cromatografía de gases del aceite de pimienta gorda.....	46
Fig. 7 Espectrometría del aceite esencial de pimienta gorda.....	47
Fig. 8 Espectro del eugenol.....	48
Fig. 9 Espectro del aldehído cinámico.....	49
Fig. 10 Identificación del eugenol por espectrometría de masas.....	50

## INDICE DE GRAFICAS

	pag.
Graf.1 Evaluación del rendimiento porcentual a un tiempo dado utilizando varios disolventes.....	35
Graf.2 Evaluación del contenido de sólidos a diferentes diluciones de etanol.....	37
Graf.3 Precios históricos del aceite de pimienta gorda ( incluye las contribuciones a los costos de producción en México.....	56
Graf.4 Proyecciones de los precios del aceite de pimienta gorda (incluye la proyección de las contribuciones a los costos de producción en México).....	57

## INDICE DE TABLAS

	pag.
Tabla 1 Distribución del valor bruto de la producción química en México.....	5
Tabla 2 Condiciones climáticas promedio en la zona de cultivo de Veracruz y Tabasco (1980).....	16
Tabla 3 Composición del suelo en la zona de cultivo de Veracruz y Tabasco (1984).....	17
Tabla 4 Evaluación del Rendimiento Porcentual (R.P.) a un tiempo dado utilizando varios disolventes.....	38
Tabla 5 Evaluación del contenido de sólidos a diferentes concentraciones de stanol.....	38
Tabla 6 Precios anuales promedio del aceite de pimienta gorda.....	51
Tabla 7 Información disponible (precios).....	52
Tabla 8 Precios históricos ajustados del aceite de pimienta gorda (incluye la contribución al costo de producción de la materia prima) .....	54
Tabla 9 Proyección de precios del aceite de pimienta gorda.....	54
Tabla 10 Utilidad relativa (a) histórica y (b) proyectada de precios del aceite de pimienta gorda.....	59

## I. INTRODUCCION

El propósito de éste trabajo es el realizar una investigación química sobre un aceite esencial que sea ilustrativo para esta área en general. Así mismo, el de mostrar un panorama del mercado, analizando los precios, para motivar la producción de un aceite, con probabilidades de producirse en México.

Por esta razón se seleccionó al "aceite de pimienta gorda", conocido en los Estados Unidos como "oil of Pimento". Este es uno de los aceites más preciados en la industria de la perfumería y la alimentaria, pues se usa como aditivo en alimentos, y tanto su sabor como principalmente su aroma recuerdan a la mezcla de canela, clavo, nuez moscada y pimienta negra, y México es uno de los principales productores del grano, después de Jamaica.

Por ello en éste trabajo se presenta primero una descripción global de la materia prima, dónde y cuándo se cosecha, y cómo se cultiva. Después se presentan las propiedades físicas y químicas reportadas en la literatura (3), para que finalmente al hacer las evaluaciones del aceite obtenido, se comparen estas dos y así determinar la calidad del mismo. También se muestran los criterios para la selección del método y se hace una breve descripción del utilizado. En éste trabajo se incluyen tanto la cromatografía de gases como la espectrometría de masa como métodos modernos para el análisis de un aceite esencial.

Como complemento de este trabajo, se hace un análisis de los precios históricos, para poder así contemplar el panorama del mercado internacional, manejandose de esta manera, ya que es la información disponible la que determinará el alcance de éste estudio.

Se considera una especie importante ya que sólo se cultiva en América Central, México y Jamaica. Además su producción es muy limitada y no alcanza a satisfacer la demanda mundial, ocasionando que las grandes potencias se disputen su adquisición. Estos fenómenos, aunados a las inclemencias del tiempo que frecuentemente destruyen cosechas enteras, ocasionan un alza en los precios de dicha especie con lo que se vuelve casi un artículo de lujo.

Estas épocas difíciles por las que pasa el mundo entero, obligan a revisar continuamente la producción industrial y tender a satisfacer las prioridades inmediatas. Por ello es necesario que en México se piense en la integración de ciertos sectores en donde sea factible el desarrollo.

En el mercado internacional existen ciertos productos llamados "especialidades". Su característica principal es que son productos que se usan en concentraciones muy reducidas; sin embargo, esa proporción puede ser muy importante para el proceso o bien para el producto. Una particularidad de estos productos es que la incidencia del tamaño y la escala de operación en los costos, tanto de inversión como de operación, no es tan grande



como en otras industrias (con tecnología de proceso).

Este tipo de industria es básicamente de "tecnología de producto", es decir, que el equipo es estandar y no de uso específico, se produce en lotes, y mas bien el producto que finalmente se obtiene es el que posee ciertos efectos importantes. Son productos de alta densidad económica, es decir de volumen reducido y alto precio. Los precios por kilo pueden variar desde cientos hasta miles de pesos. Dentro de este tipo de productos se encuentran entre otros: los pesticidas, los pigmentos, los colorantes, los cosméticos, los catalizadores, los perfumes y los aceites esenciales tanto naturales como sintéticos.

En la tabla 1, se muestra la Distribución del Valor Bruto de la Producción Química en México para los años 1975 y 1980 (14). En ella se puede observar la importancia relativa que tiene tanto el sector farmacéutico como la producción de perfumes, cosméticos y jabones, en donde se utilizan los aceites como aromatizantes, por ello se propone la integración de estas áreas.

Habiendo en México un área territorial tan extensa y con una diversidad de climas, es difícil creer que no sea una potencia mundial. Con este tipo de productos, podría manejarse no sólo la exportación de los mismos, que representan divisas significativas, sino también el hecho de colonizar áreas tan olvidadas en nuestro territorio y tan poco explotadas como Quintana Roo y en sí parte del sureste.

En E.U.A. se realizan importaciones de especias en granos y posteriormente se les extrae el aceite esencial y se exporta. Una gran parte de éstos productos exportados de E.U.A. vienen a México, con un costo significativamente mayor que el precio al cual la materia prima fue adquirida, dando con ello lugar a una dependencia tecnológica y a grandes pérdidas en el flujo de dinero.

Por lo tanto México, en vez de vender grano de pimienta podría vender su aceite esencial, manejando un buen control de calidad, y con ello mejorar la integración en el área de perfumes y aromas.

Actualmente en México, es muy poca la gente que tiene conocimientos en el área de obtención de los aceites esenciales (desde el punto de vista tecnológico) y mucho más difícil aún, el encontrar a alguien que se dedique a ello como factor de producción y que sepa distinguir la calidad de los mismos. Esto se debe a que la persona que pretende iniciarse en el área de los aceites esenciales y en sí en el área de la perfumería, requiere de una gran percepción en su olfato, conocimientos de química orgánica y fisiología humana, desde el punto de vista del condicionamiento de un conjunto de respuestas fisiológicas hacia un producto en especial.

Finalmente, se puede afirmar con seguridad, que el futuro de los aceites esenciales, sintéticos y naturales, se vislumbra muy interesante.

Tabla 1. Distribución del valor bruto de la producción química en México (15).

	1975	1980 *
Petroquímica básica	8.5	8.3
Química básica	9.8	10.5
Fertilizantes	7.3	5.0
Resinas, fibras y hule sintético	18.0	17.0
Productos químico-farmacéuticos	19.3	20.0
Jabones, perfumes y cosméticos	17.0	17.0
Otras industrias químicas	20.0	22.2
Valor bruto de la Prod. (millones de pesos)	66,902.8	210,000.0

\* estimados.

## II. LOS ACEITES ESENCIALES Y SU APLICACION INDUSTRIAL

Un aceite esencial se define como la combinación natural de numerosos componentes volátiles (en mayor o menor grado), que constituyen en sí el "espíritu" o la esencia de una planta; que se puede obtener mediante el uso de un proceso físico (maceración, destilación, extracción o "en fleurage").

Los aceites esenciales se encuentran en las flores, las hojas, y las raíces de una planta; sin embargo, esto no significa que se encuentren en la misma cantidad (volumen) o en la misma proporción (porcentaje). Cada una de las partes de la planta contiene su cantidad de aceite, y ello depende de muchos factores externos. Esto es, dependiendo de la parte de la planta de donde se extraiga el aceite, será la calidad del mismo.

De estudios realizados, se sabe que el rendimiento de las plantas en componentes aromáticos y su característica de aroma aumentan considerablemente si sus zonas de cultivo son cercanas al Ecuador, o bien en zonas tropicales. Esto se debe seguramente a la vegetación del lugar, al clima, a la altura y principalmente a la influencia de los rayos solares, ya que ello afecta la fotosíntesis, y por ende la formación de los compuestos que forman los aceites de una planta. Los estudios realizados permiten afirmar que, tanto el rendimiento en aceite como los pesos específicos de los mismos, aumentan en las regiones tropicales y así mismo se observa una disminución en el índice de

refracción (3).

Se sabe que los aceites esenciales que se van produciendo en la planta, son recogidos por órganos específicos que actúan como glándulas externas de la epidermis; y al mismo tiempo actúan como glándulas internas ya que liberan la secreción entre la pared exterior y la cutícula. Las incógnitas de cuáles son los órganos, en qué parte de la planta, bajo qué condiciones y por qué tan específicamente producen un aceite, hasta ahora son la preocupación de muchos investigadores y objeto de una gran investigación.

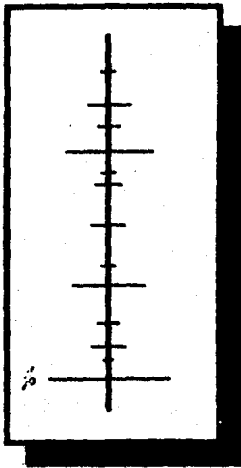
Se conocen aproximadamente cien mil variedades de plantas de las cuales, sólo se puede extraer el aceite y compuestos aromáticos a sólo 1,700 variedades aproximadamente (13).

Actualmente, la industria de los aceites esenciales es relevante por su originalidad y su significado cultural; data de miles de años, si bien las técnicas y el equipo se han ido modificando, modernizándose con el tiempo. Hoy en día, existen procesos muy prácticos para extraer los aceites esenciales, que debido a sus componentes volátiles requieren de equipos adecuados y condiciones controladas para proteger la sensibilidad del aceite.

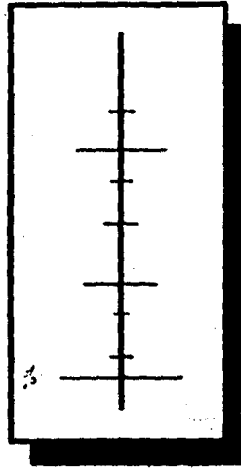
Con los aceites se hacen mezclas, que se utilizan como perfumes, con los cuales se pueden predisponer ciertos efectos o sensaciones psicológicas como: lo refrescante, lo estimulante, el poder narcótico, o bien erótico; o simplemente como calmante.

Sin embargo, debido a los problemas que representa, el cultivo y el cuidado de ciertas plantas, algunos aceites no se comercializan normalmente. Su venta es limitada debido a su alto costo de producción y a la demanda, o bien como producción directa según el consumo interno de cada interesado. En tal caso se encuentran algunos aceites como la pimienta gorda, el geranio y la rosa. Es posible encontrar también especulaciones con el precio de los productos del campo y por ello la facilidad de producir un aceite natural se dificulta.

Debido a estas razones y a la necesidad creada (ficticia), que el hombre siempre ha tenido por los aromatizantes, la industria química ha creado lo que se llaman aceites sintéticos. Estos aceites se puede decir que son la reconstrucción misma del aceite de una planta, omitiendo aquellas partes que se desechan en la rectificación, y que igualan las propiedades organolépticas del aceite esencial natural. En la fig.1, se muestra el croquis objetivo del contenido porcentual relativo de lo que en este trabajo se definen para efectos prácticos como: (a) un aceite esencial natural y (b) un aceite sintético; respectivamente.



(a)



(b)

**Fig. 1 Croquis Objetivo de: (a) Un Aceite Esencial Natural  
(b) Un Aceite Sintético**

El inciso (a) representa el croquis de un aceite esencial natural, que para obtenerlo fue necesario partir del aceite extraído de la planta y realizarle ciertos análisis químicos junto con la cromatografía de gases para formar el esqueleto de la planta, que viene siendo el croquis del mismo, lo que significa definir el tipo de compuestos que forman el aceite y la cantidad en que éstos se encuentran. Cuando se desea hacer la imitación del aceite (b), es necesario identificar, antes que cualquier cosa, cuáles de todos los compuestos contribuyen de manera significativa a la complejidad de sus propiedades organolépticas y en base a esto se procede a formar la reconstrucción del aceite esencial natural. Es necesario aclarar que el reconstruir un aceite en su totalidad resultaría costoso y con pérdidas de tiempo, con lo cual se prefiere únicamente obtener la "nota" adecuada del aceite esencial natural.

Sin embargo, al hacer una cromatografía de los dos aceites y sobreponerlas, se verá que no tienen el mismo esqueleto, y lo que es más interesante es que las propiedades organolépticas son similares. Por lo tanto, se vuelve difícil para alguien sin experiencia identificar por el simple aroma un aceite esencial natural de uno sintético. Cuando una persona se dedica a este campo de manera comercial, llega a alcanzar un grado de especialidad tal, que para él es rutina detectar impurezas, adulteraciones o bien diferenciar los aceites sintéticos de los naturales, sin embargo, esto es imposible para una persona sin experiencia.



Por ello, en el mercado de los aceites, es común encontrar términos tales como: aceite puro, aceite concentrado, aceite destemperado, terpenos de naranja, concentrados, extractos, resinoides, etc.

Para este estudio se sabe que en Estados Unidos (principal consumidor junto con la URSS), la distribución del consumo de la pimienta gorda importada como especie es la siguiente:

Industria Alimentaria .....	63%
Extracción del aceite .....	25%
Uso Doméstico (consumidor final).....	10%
Extracción de la oleoresina .....	2%

De los sectores mostrados a continuación, los señalados (con #), son aquellos en donde se utiliza el aceite con mayor frecuencia. Sin embargo, no se utiliza en todos los productos que se mencionan dentro de estos sectores, ni quiere decir que estas áreas sean las únicas que los componen. Por ejemplo, este aceite se utiliza en el área alimentaria y en general en todos los productos que aquí se enlistan, aunque no se sabe cuánto consumen. Del sector de perfumería, es obvio que este aceite, si bien se puede utilizar en detergentes y jabones, ello no significa que se haga. Sin embargo, esto obedece a los precios que se discuten posteriormente. Dentro de este sector, se sabe que este aceite se utiliza básicamente en la formulación de perfumes finos y en tabaquería como aromatizante, sin conocer el

consumo. Los expertos recomiendan usar los perfumes y saborizantes, en concentraciones no mayores al 3% en peso de producto.

Se pueden mencionar como áreas de aplicación, específicamente del aceite esencial de pimienta gorda, a las siguientes:

\*\*\* Industria Alimentaria  
Panadería y Pastelería  
Enlatados  
Conservas  
Helados  
Bebidas: suaves y alcohólicas  
Extractos

\*\* Industria de Perfumería  
Detergentes y Jabones  
Productos de limpieza  
Textiles  
Perfumes  
Tabaco

Industria Farmacéutica  
Antisépticos  
Fungicida  
Carminativo (medicinal)

XXX Mayor consumo

IX Menor consumo

### III. GENERALIDADES

#### 1. Pimienta Gorda.

##### A. Localización, Plantación y Cosecha de la Pimienta Gorda.

El término "Pimienta", tiene su origen al parecer, cuando los conquistadores, habiendo llegado a las Indias Occidentales, esto es Jamaica y sus alrededores, creyeron haber encontrado la especie tan preciada llamada Pimienta negra, con la que tiene una gran similitud. El término "allspice", viene probablemente a causa del olor y el sabor tan pronunciado a una mezcla de clavo, nuez moscada, canela y pimienta. Por esa misma razón en francés se denomina como "Quatre épices".

El árbol de pimiento ( Pimenta officinalis L. ), es nativo de Jamaica, México y Centro América, en donde crece con abundancia y en forma silvestre.

En México, las principales zonas productoras se encuentran en los estados de Quintana Roo, Tabasco y Veracruz, en donde crece en forma silvestre y en abundancia, debido a las condiciones climáticas y a la composición del suelo. En la tabla 2, se muestran las condiciones climáticas promedio del lugar donde se cultiva la pimienta y en la tabla 3, la composición del suelo, respectivamente.

**Tabla 2. Condiciones climáticas en la zona de cultivo de Veracruz y Tabasco (1980).**

mes	T(°C)	Observaciones:
enero	20.9	
febrero	19.3	T media mensual = 23.1
marzo	20.7	T máxima (abril) = 38.5
abril	24.6	T mínima (enero) = 9.5
mayo	25.9	
junio	26.1	
julio	25.6	
agosto	25.8	
septiembre	25.1	
octubre	23.6	
noviembre	20.8	
diciembre	19.0	

\* Datos proporcionados por el productor de pimienta gorda.

Tabla 3. Composición del suelo en la zona de cultivo de  
Veracruz y Tabasco (1980).

ANÁLISIS DE LA MUESTRA DEL SUELO.

pH = 7.2

nitrógeno nítrico	45 kg/Ha como N
nitrógeno amoniacal	150 kg/Ha como N
TOTAL	195 kg/Ha como N

fósforo total	32.5 kg/Ha como P
equivale a	74 kg/Ha de $P_2O_5$

potasio total	75.0 kg/Ha como K
equivale a	80 kg/Ha de $K_2O$

calcio total	2,500 kg/Ha como Ca
--------------	---------------------

materia orgánica	3.5 %
------------------	-------

% saturación de agua	45.79 %
----------------------	---------

textura: migajón, limosa

\* Datos proporcionados por el productor de pimienta gorda.

El árbol se da en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1000m., en temperaturas promedio de 15°C a 32°C, y con un drenaje adecuado para impedir que el árbol se pudra. Su único enemigo mortal es el hongo parásito Puccinia psidii.

El método tradicional que se sigue para lograr una plantación semi-silvestre es sembrando varias semillas en el mismo hoyo, espaciadas entre sí por 6 y 8 m<sup>2</sup> y protegidas del ganado, de los pájaros, del sol, de los vientos secos, etc. Sin embargo, una vez que den fruto, es necesario diferenciar entre los árboles machos y los hembras para impedir una sobrepoblación. Es decir, se debe llevar un control estadístico anual, para lograr una mejor cosecha y buena distribución de árboles de los dos géneros.

La planta joven puede comenzar a dar frutos a los 3 años de edad, sin embargo lo que se ha observado comunmente es que el árbol comience a dar frutos entre los 5 y los 7 años.

La producción plena se obtiene a los 20 o 25 años de edad y así continúa por muchos años. Los granos se cosechan cuando alcanzan su tamaño máximo pero aún están verdes, ésto es de 3 a 4 meses después de la floración.

La cosecha se realiza a mano, pues los metales con que normalmente se cosechan, producen una sustancia que envenena al árbol, produciendo su muerte en dos años. Las ramas se jalen, se doblan y luego se corta el grupo de ramitas o inflorescencias; posteriormente estas ramas se golpean contra el suelo o con

correas de cuero para tirarles el fruto. La cosecha por este método daña al árbol ocasionando una baja en las próximas cosechas.

Se han cosechado cantidades hasta de 20 kg. por árbol en algunos años, sin embargo se ha notado que estos árboles no han producido al año siguiente. Al llevar las estadísticas anuales se puede establecer un promedio de 1.1 kg por árbol, medido como pimienta seca.

Después de cortarse el grano, se seca ya sea al sol, o en cámaras de secado. En la pimienta que se produce en México, se utilizan cuartos de 5x7m. con rejillas distribuidas que utilizan como medio de secado aire caliente a 30°C, durante 8 o 9 horas, con pérdidas promedio de peso de 66%.

En Jamaica, también se recolectan ocasionalmente las hojas de los árboles machos, las cuales contienen cantidades de aceite de 0.35 a 1.25% de su peso fresco.

## B. Descripción.

Según Merrill el nombre correcto es Pimenta dioica L. Merr. y la familia Myrtaceae. Sin embargo, según Willis, el género pimienta comprende 18 especies, todas de América Tropical. Como sinónimo se tiene Pimenta officinalis L. La fig. 2, muestra la rama, el fruto y las flores de la pimienta gorda(15).

La Pimenta dioica es un árbol perenne pequeño de 7 a 10m de alto (en México han llegado a medir 15 m), cuyo tronco está erguido y las ramas más bajas. Su corteza es lisa y brillante, de color café pálido. La madera es dura, de grano apretado, pesada y fuerte, muy durable y de color rosado. Las hojas ligeramente coriáceas, puntiagudas, con glándulas pelucidas y muy aromáticas si se machacan. Si se observan las hojas, se puede apreciar que en el "as" su color es verde oscuro y en el "envés" posee un color verde pálido. Las nervaduras de las hojas están marcadas en forma de retículo tupido sin llegar a ser prominentes.

Por otro lado las flores son blanquecinas aromáticas de 8 a 10 mm. de diámetro. Se presentan muchas en un tallo que se ramifica dando una inflorescencia en el extremo de las ramas junto con las hojas superiores. La flor es hermafrodita pero funcionalmente dioica, dando origen así a árboles portadores machos y portadores hembras. La floración ocurre en el período de marzo a junio.



El fruto es lo que se denomina grano (berry). Es subglobuloso de 4 a 7mm. de diámetro, de color café rojizo. Madura 3 a 4 meses después de la floración, en un período de julio a septiembre (según su geografía).

Los frutos de los árboles portadores hembras contienen dos semillas arriñonadas rodeadas por un pericarpio y separadas por una membrana fina. Ocasionalmente pueden encontrarse frutos en los árboles portadores machos pero son más pequeños y tienen una sola semilla dentro.

Los granos tienen una superficie rugosa, causada por las protuberancias de las glándulas que contienen el aceite. El olor y el sabor de los granos se debe al aceite volátil presente principalmente en los pericarpios. Los granos secos contienen de 3 a 4% de aceite esencial en peso.

Es común que los países productores vendan la pimienta seca, ya que el grano pierde entre un 50 a un 60% de su peso, debido al agua que contiene.



Fig. 2 Pimienta Gorda: (a) rama con fruto y  
(b) flores .

## 2. ACEITE ESENCIAL DE PIMIENTA GORDA.

### A. Métodos de Obtención de Aceites Esenciales.

Los siguientes métodos son una descripción sencilla de aquellos que suelen utilizarse en la actualidad, para la obtención de aceites esenciales naturales:

#### 1. Destilación directa por arrastre (vapor).

Se basa en la poca solubilidad del aceite por efecto de la temperatura en el agua, y al mismo tiempo que posee la capacidad de volverse insoluble si la mezcla se enfría.

**Desventajas :** la temperatura llega a ser de 93°C y se observa la descomposición, hidrólisis, etc, por lo cual este método no es aplicable a ciertos aceites.

#### 2. Extracción con disolvente (soxhlet).

Se basa en la dificultad que existe para extraer los aceites del interior de los sacos, en donde se encuentra guardado y por ello la simple extracción con agua se vuelve difícil; o bien, el hecho de que el aceite se descomponga por efectos térmicos y se requiera disminuir la temperatura de ebullición. El disolvente se recicla continuamente para sacar un

extracto concentrado. La hidrólisis se ve disminuída por la acción del disolvente. Debe escogerse uno que no reaccione con el aceite, sin olor y con bajo punto de ebullición.

**Desventajas:** arrastra no solo el aceite, sino también resinsidos, grasas, etc., y es necesaria una purificación posterior. La evaporación del disolvente es mas difícil y existe el peligro de arrastrar el aceite.

### 3. Extracción con grasas (en fleurage).

Es la absorción del aceite en una grasa purificada en un equipo de prensado especial. Este proceso se repite varias veces hasta que la grasa se sature. La grasa se remueve con alcohol y es reciclada. Como modificación se utiliza actualmente lo siguiente: el pétalo de la flor es prensado en grasa caliente a 40° a 60°C por un período muy corto, para reducir tiempo y costos.

**B. Propiedades Físico-Químicas.**

**color:** casi amarillo rojizo, se opaca con el tiempo.

**estado:** líquido.

**olor y sabor:** a "allspice", fragante, olor ligero a clavo; aromático pronunciado y pungente.

**s.gr.a 15°C :** 1.024 a 1.055

**Rotación**

**óptica:** 1.524 a 1.536

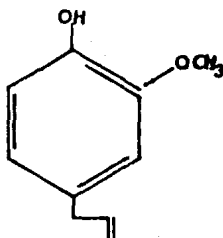
**Contenido de**

**fenol (NaOH 3%):** 65 a 89% (como eugenol)

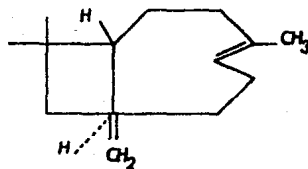
**Solubilidad:** 1 parte del aceite en 2 partes de alcohol (> 65%)

Los compuestos principales informados son:

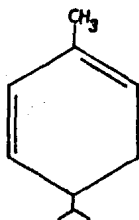
### Eugenol



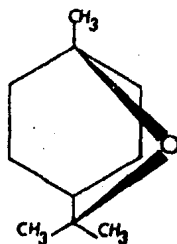
### Cariofileno



### 1 alfa felandreno



### Cineole



### C. Usos del Aceite Fraccionado.

Acido Tánico: Se utiliza en la industria como mordiente en: tintorerías, fabricación de tintes, cerveza, vinos, hule, industria textil y papelería, fotografía, fabricación del ácido gálico y sus derivados; en medicina como: astringente, antiséptico, antídoto en intoxicaciones, quemaduras; en veterinaria como: hemostático, astringente, tratamiento de úlceras, inflamación crónica de membranas mucosas, diarrea y antídoto en intoxicaciones.

Piperina: imparte aroma a algunos licores como el brandy. También se usa en insecticidas. Se usa combinado con resinas y aceite fijo, dándosele el nombre de aceite resinolide.

Extracción alcohólica es: antiséptico, espectorante, y se usa en perfumería. Son los llamados alcoholes terpénicos.

Eugenol y eugenol metil éter se usa en: perfumería, como antiséptico dental, analgésico, anestésico, carminativo, y en la fabricación de la vainillina. Se obtiene comúnmente de los aceites que lo contienen en alto porcentaje.

Cariofileno, cineol, felandreno en : medicina, veterinaria.

#### IV. DESCRIPCION DEL PROCESO DE OBTENCION DE ACEITES ESENCIALES

Como ya se ha mencionado, existen diversos métodos por los cuales se pueden obtener los aceites esenciales. En este capítulo, se pretende hacer una breve descripción del proceso industrial para la obtención de los aceites esenciales. En el caso que nos ocupa, se puede generalizar que, para semillas o bien para cualquier tipo de granos se puede seguir el siguiente proceso mostrado en la fig.3.

Se requiere primero de un molino (1) que rompa la estructura celular sin moler finamente los granos. Por lo tanto, en general se usan molinos de 2 o 3 pasos, corrugados, o con dientes de rodillos, referencia (12).

Una vez triturados los granos, inmediatamente son depositados en el interior de un destilador (2), como el que se muestra en la fig.4, en donde se remojan en el disolvente durante cierto número de horas (según estimación previa del laboratorio), para comenzar a extraer el aceite. Después de esperado ese tiempo se comienza a elevar la temperatura del destilador y simultáneamente se comienza a inyectar vapor.

Los vapores de destilación se reciben en un condensador (3) donde su temperatura se iguala a la del medio ambiente, formándose así un medio heterogéneo inmiscible. Pasa luego a un separador (4), donde por un lado, se saca el aceite y por el otro

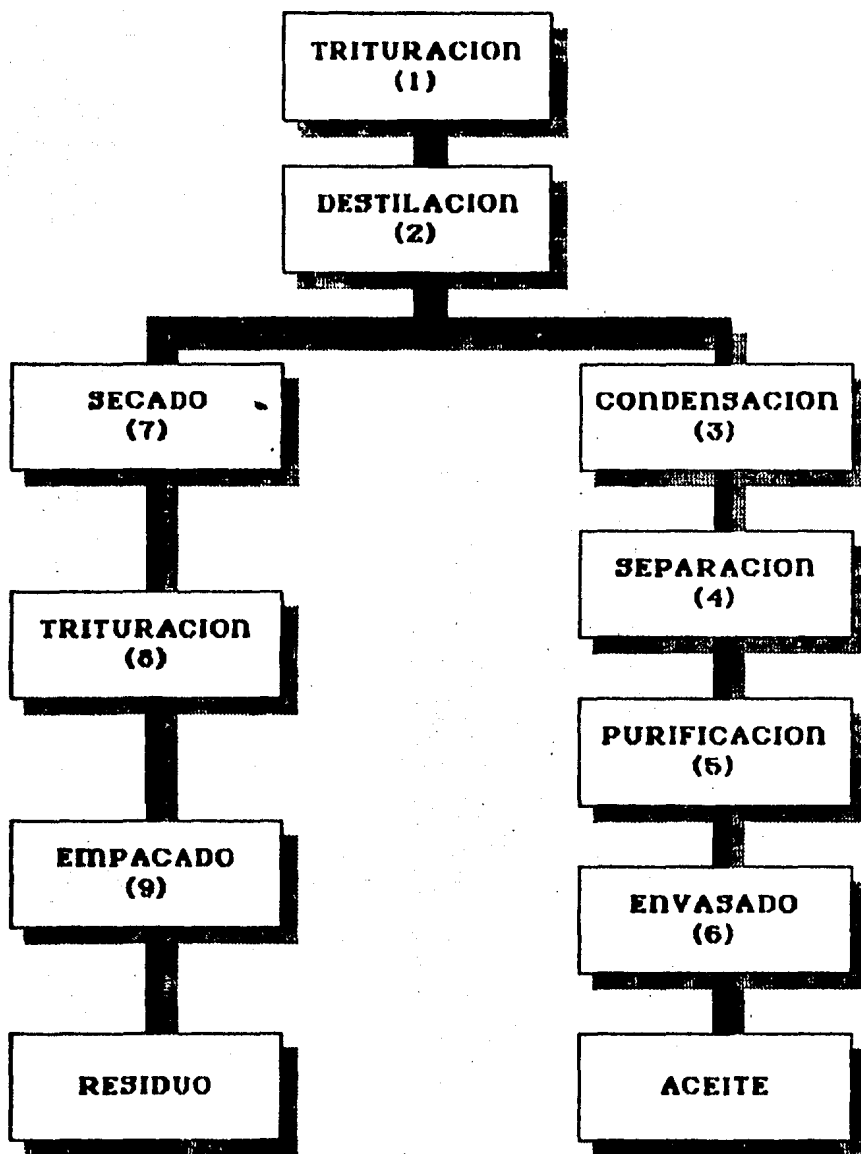


se saca el agua. Esta misma agua puede recalentarse y reciclarse al medio destilante.

Una vez separado, el aceite pasa a la centrífuga (5), para eliminar sólidos, y en seguida a una malla especial donde se eliminan los residuos de agua. Finalmente se envasa (6) en tambores y se almacena.

Cuando la destilación se da por terminada, la carga del residuo triturado se pasa a un filtro secador (7), que trabaja con presión mecánica y aire caliente. Una vez seca, se pasa por un triturador simple (8) y finalmente se empaca (9) en bolsas de plástico y se puede vender como alimento para ganado.

Es importante mantener la temperatura constante y no mayor a los 93° C, ya que el aroma del aceite puede cambiar totalmente y con ello la calidad del aceite. Durante el proceso, se deben tomar muestras del condensador que permitan evaluar la calidad del producto y además se usa como un factor importante en la determinación del momento en que la destilación se da por terminada.



**Fig. 3 Diagrama de Bloques del Proceso de Extracción de Aceites Esenciales**

La destilación, para este caso dura 5 horas, mientras que el grano triturado se reposa otras 5 horas en el disolvente usado. Con ello se tienen 10 horas de proceso en lote.

Los materiales de construcción del equipo de destilación deben ser de acero galvanizado, mientras que los condensadores pueden ser de aleaciones de hierro, níckel y cromo.

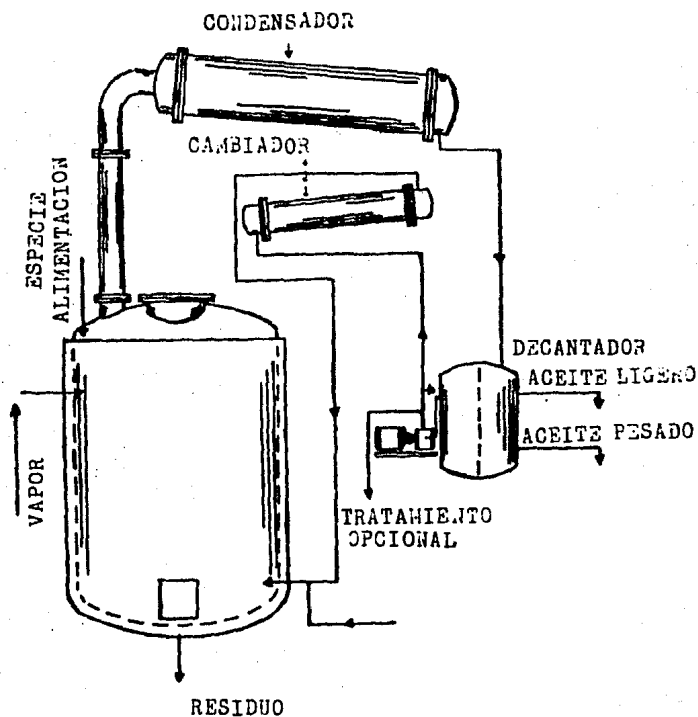


Fig. 4 Destilador por Arrastre de Vapor para los Aceites Esenciales.

## V. Desarrollo Experimental en la Obtención del Aceite de Pimienta Gorda

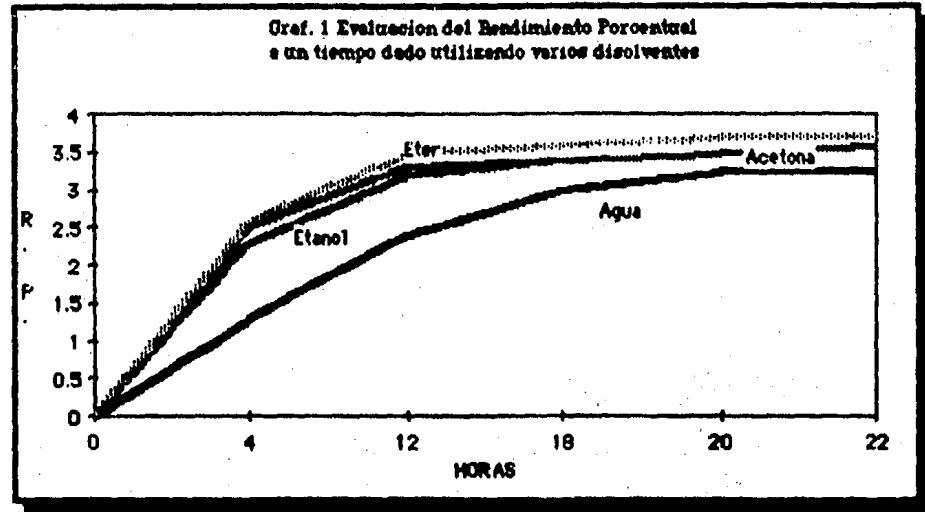
### 1. Selección del Método.

El criterio seguido para seleccionar el método de obtención del aceite de pimienta gorda fue el siguiente:

(a) De los métodos mencionados se descartó la destilación por arrastre de vapor debido a que arrastraba el triturado, dificultando así la separación posterior del aceite. También se descartó el método "en fleurage" por costoso y obsoleto.

(b) Por lo tanto el método seleccionado fue por extracción con un disolvente. El criterio de selección del disolvente se hizo mediante una comparación de varios de estos, cuantificando el rendimiento a un tiempo dado.

El resultado de esta evaluación se presenta en la tabla 4, cuyos datos se representan en la Gráfica 1. De la gráfica se puede deducir que la extracción con agua es lenta comparada con la extracción con cualquiera de los demás disolventes utilizados (etanol, acetona y éter).



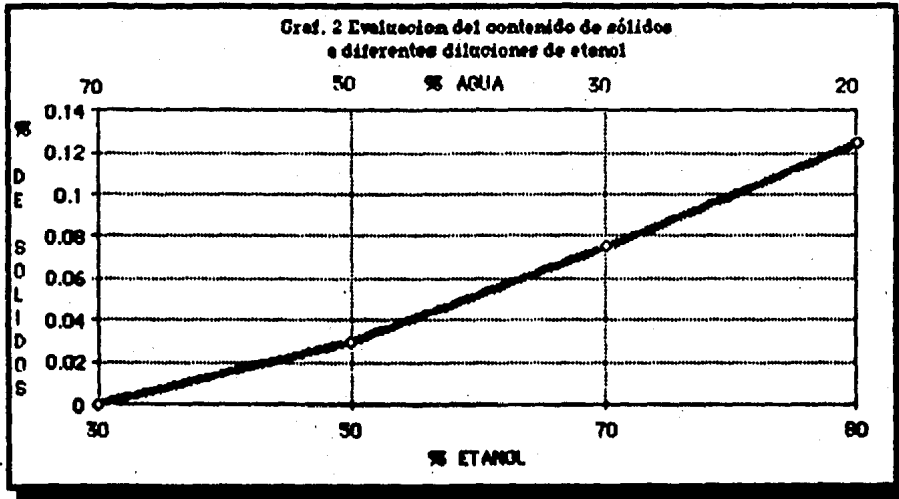
Al hacer la evaporación del disolvente se observó que:

(1) el éter y la acetona dejaban un olor remanente en el aceite que afectaba sus propiedades organolépticas,

(2) por otro lado la FDA (Food and Drug Administration, organismo oficial controlador de productos para uso medicinal y/o consumo alimenticio en E.U.A.) recomienda el uso de acetona y etanol para la extracción de aquellos aceites a los que se les pretenda dar uso como aditivo de alimentos, permitiendo hasta 1000ppm de estos en el aceite esencial.

Por estas razones se seleccionó el sistema etanol-agua. Se trabajó a diferentes concentraciones en peso y se observó que al evaporar el disolvente se obtenían sólidos, los cuales fueron aumentando a mayor concentración de etanol. Por ello se construyó la tabla 5, cuya gráfica corresponde a la Graf 2. Esto significa que, conforme aumente la concentración del disolvente la cantidad de sólidos precipitados será mayor y con ello la variabilidad en la calidad de un aceite. A nivel industrial, no se recomendaría el uso de concentraciones mayores al 80% en peso, pues al manejar toneladas, el desperdicio de sólidos será mayor y con ello mayor la capacidad de la centrífuga necesaria para separarlos. A nivel experimental, por reducción de tiempo si se recomienda el uso de disolventes, sin embargo, con este trabajo se recomienda no utilizar concentraciones mayores al 50% de etanol para uso industrial.

Graf. 2 Evaluacion del contenido de sólidos  
a diferentes diluciones de etanol



**Tabla 4. Evaluación del rendimiento porcentual (R.P.) a un tiempo dado utilizando varios disolventes.**

t (hr)	Agua %R.P.	Etanol-agua % R.P.	Acetona-Agua % R.P.	Eter-Agua % R.P.
0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.3	2.3	2.5	2.6
8	1.8	2.7	3.0	3.2
12	2.4	3.2	3.3	3.5
18	3.0	3.4	3.4	3.6
20	3.3	3.5	3.5	3.7
22	3.3	3.6	3.6	3.7

**Tabla 5. Evaluación del contenido de sólidos a diferentes concentraciones de etanol.**

Concentración de etanol en % Peso	% de Sólidos
30	0.000
50	0.030
70	0.075
80	0.125



## 2. Operación.

Se cargó el aparato varias veces con 1.2, 1.8, 2 Kg de triturado. El tiempo máximo de operación promedio fue de 12 hrs. El rendimiento promedio del aceite fue de 3.5 % en peso de carga. La temperatura promedio de operación fue de 80°C. Las concentraciones variaron desde el 30% hasta el 70% en peso de etanol-agua.

En la fig.5, se muestra el aparato que se utilizó para la extracción de este aceite esencial, el cual funciona de la siguiente manera: en el elemento de calentamiento (1) se coloca la disolución preparada. Más arriba (2), se coloca un filtro que contiene la especie triturada previamente. Al comenzar el calentamiento, los vapores suben por el brazo lateral mas externo (3), y condensan justo arriba del filtro que contiene el triturado, y lo va mojando. Cuando la cantidad de disolvente alcanza la altura del capilar del brazo interno ocasiona una diferencial de presión, con lo que el disolvente es succionado (en sifón) y regresa nuevamente al elemento de calentamiento.

Con este método se logra un contacto continuo del triturado y el disolvente, lo que se traduce en mayor extracción en menor tiempo! y permite que el aceite sea extraído a bajas temperaturas, impidiendo descomposiciones o hidrólisis que distorcionen el aceite.

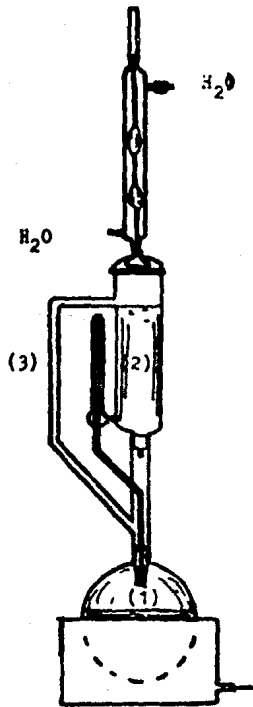


Fig. 5 Extractor Soxhlet para aceites esenciales

### 3. Evaluación del Aceite.

#### A. Determinación de Parámetros Físicos.

##### A.1 Gravedad Específica.

Se midió con el uso del picnómetro a 15°C.

S.gr. = 1.0336

##### A.2 Índice de Refracción.

Se midió con un refractómetro de Abbe a 15°C.

I.R. = 1.531

##### A.3 Rotación Óptica.

Se determinó, usando alcohol del 96% como disolvente, en un aparato digital, con un tubo de 10 cm de longitud a 15°C.

R.O. = -0°02' a -0°07'

##### A.5 Solubilidad.

Se determinó su solubilidad en alcohol etílico.

Se vio que era soluble en una proporción mayor al doble de su volumen, presentando cierta opalescencia y sin haber precipitado. Mostró este comportamiento desde concentraciones de 70% hasta el 95%. Se determinó su solubilidad en cloroformo concentrado, en el cual no mostró opalescencia.

**A.6 Punto de ebullición.**

Se determinó el punto de ebullición a presión reducida (1 a 3 mm de Hg), y se mantuvo en el rango de:

$$25^{\circ}\text{C} < \text{P.E.} < 31^{\circ}\text{C}$$

A presión atmosférica su punto de ebullición fue en el rango de:

$$138^{\circ}\text{C} < \text{P.E.} < 140^{\circ}\text{C}$$

**B. Determinación de los Parámetros Químicos.**

**B.1 Índice de acidez.**

Son los miligramos de potasa necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de 1 g. del aceite:

$$\text{I.A.} = 28.61$$

**B.2 Contenido de eugenol.**

Por medio de la cromatografía de gases se obtuvo una lectura de contenido siguiente:

$$\text{C.E.} = 68\% \text{ y } 73\%$$

C. Análisis por Cromatografía y Espectrometría.

Los componentes principales del aceite de pimienta gorda son los siguientes (1):

Componente	Contenido en el grano (%) #1
alfa pineno	
y alfa thujene	0.09
2 metil butil acetato	0.01
delta 3 carene	0.10
myrcene	0.15
alfa felandreno	0.02
alfa terpineno	0.01
limoneno	0.05
1,8 cineole	0.17
trans alfa ocimene	0.23
y gamma terpineno	
para cymeno	0.29
terpinolene	0.14
alfa,p-dimetil estireno	0.05
copaene	0.05
alfa gurjunene	0.28
y linalol	
cariofileno	4.47
alioaromadendrene	0.68
metil chavicol	0.20
ledene	0.79
alfa selinene	2.10
y muurolene	
delta cadinene	0.34
y gamma cadinene	
calamenene	0.30
p-cymen gamma ol	0.06
metyleugenol	5.00
globulol	0.11
spathulenol	0.20
10 alfa cadinol	0.22
eugenol	80.12

La bibliografía encontrada, dice que se han identificado más de 100 componentes del aceite de pimienta gorda, muchos de los cuales se encuentran en trazas, también afirman que mas de 35 son sesquiterpenos.

La cromatografía realizada se muestra en la figura 6. De ella se identificaron los siguientes compuestos, con la siguiente composición:

COMPUESTO	%	Reg. CAS
eugenol, isoeugenol		
metil eugenol éter	69.95	
aldehído cinámico	12.65	
cariofileno	4.47	
alfa selineno	2.12	473-13-2
alioaromadreno	0.67	25246-27-9
otros	10.14	
TOTAL	100.00	

De la espectrometría de masas mostrada en la figura 7, se logró identificar que el aceite contenía varios tipos de eugenoles, y entre otras cosas se menciona una cantidad representativa de aldehído cinámico, que no se ha reportado con anterioridad, como componente del aceite de pimienta.

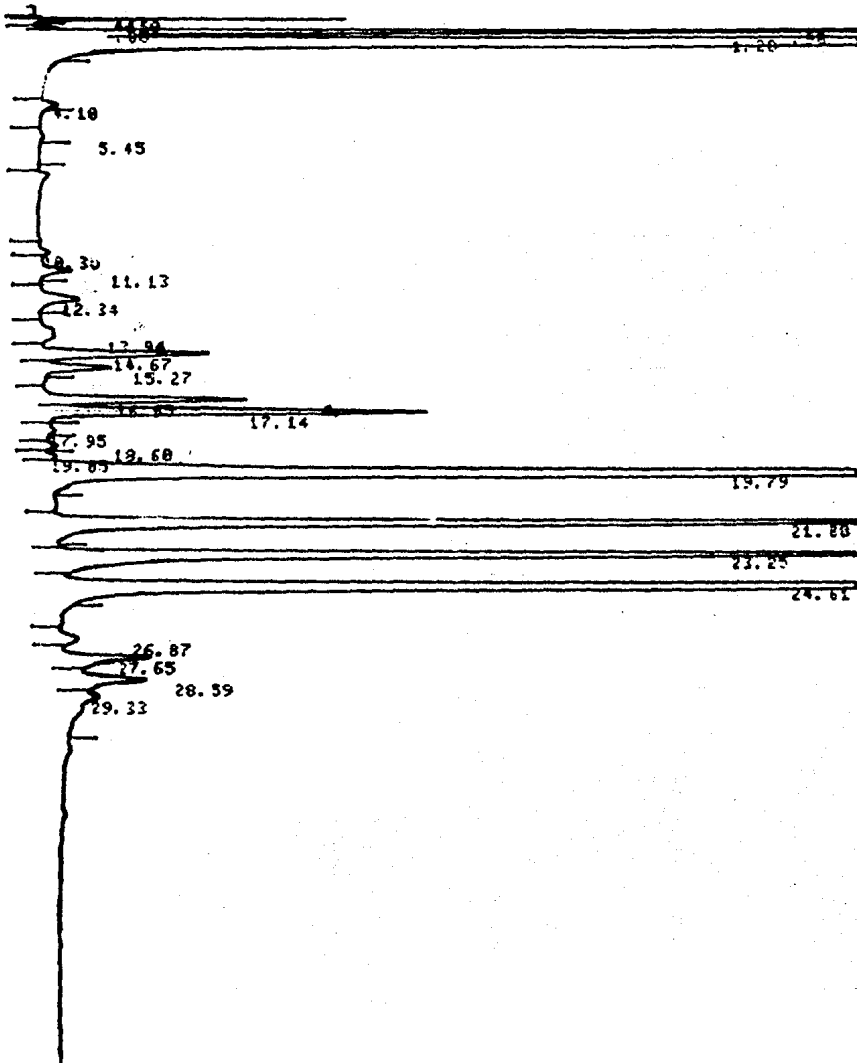
A continuación se presenta, en la figura 6, el esquema de la cromatografía de gases del aceite de pimienta gorda, cuya interpretación, en composición porcentual, ya se ha mencionado.

En la figura 7, se muestra la espectrometría del aceite esencial de pimienta gorda. El espectro superior muestra el compuesto contenido en el aceite de pimienta gorda cuyo tiempo de retención fue mayor. Y el inferior muestra el espectro global del aceite en cuestión.

La figura 8 y 9, muestran el espectro del eugenol y del aldehído cinámico respectivamente. En la figura 10, se muestra la identificación del eugenol por medio de la computadora integrada al espectrofotómetro de masas. El tiempo aproximado, que empleó la computadora en identificar este compuesto fue de 15 minutos. En tiempo de máquina es demasiado y por ello no se procedió a la identificación de los espectros individuales, que se encuentran en el anexo.

REM ANALISIS DE ACEITE DE PINIENIA GORDA. D. 05mL EXTRAIDOS CON  
 REM 2.0mL DE CLOROFORMO. Viny=2.0microl. LOTE 71. CLAVE B711  
 REM CONDICIONES: COL.-GBWX28M. 5%Chrom. NHP 100/120. 2mx1/8SS  
 REM SIF. Viny=Tdet=250°C. Tcol=80°C. 2min. 6°C/min  
 REM HASTA 240°C. (total=40min)

INJECT TIME 01:58:21



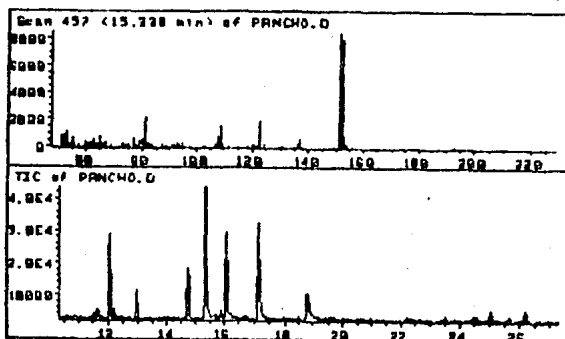
Spectra-Physics

080

Fig. 6 Cromatografía de gases del aceite de

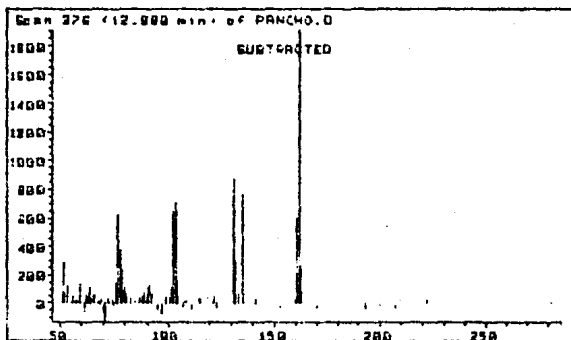


Ret Time	Signal Descr	Type	Area	Height	% F	% Sp	% LP	% LSg
2.106	Total Ion	PV	103022	3795	100.00	1.31	100.00	4.43
2.216	Total Ion	VF	29794	1095	100.00	0.36	100.00	1.23
12.072	Total Ion	BV	1135820	29002	100.00	14.43	100.00	46.94
12.199	Total Ion	VF	124501	3299	100.00	1.59	100.00	5.37
12.978	Total Ion	PB	300720	10047	100.00	3.82	100.00	12.93
14.760	Total Ion	PB	600243	16040	100.00	7.63	100.00	25.61
15.366	Total Ion	VV	2325680	64683	100.00	25.55	100.00	100.00
16.095	Total Ion	VP	980148	26119	100.00	12.45	100.00	42.14
17.169	Total Ion	BP	1337221	30623	100.00	16.99	100.00	57.50
18.816	Total Ion	PP	751913	8608	100.00	9.55	100.00	32.33
25.032	Total Ion	BP	180360	3583	100.00	2.29	100.00	7.76



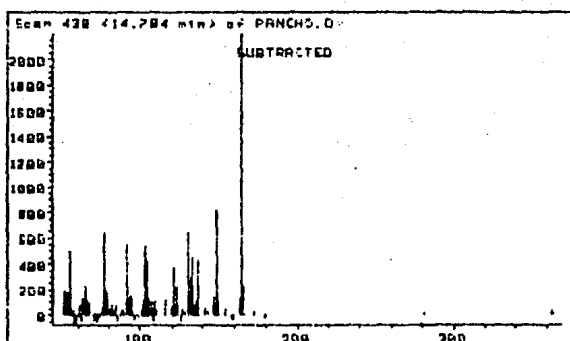
Scan 457 (15.338 min) of PANCHO.D  
ACEITE DE PIMIENTA

m/z	abund.	m/z	abund.	m/z	abund.	m/z	abund.
51.00	9	65.90	2	83.15	1	120.05	1
52.00	10	67.00	3	87.00	1	120.95	1
53.00	12	69.00	1	91.00	2	121.95	1
54.00	1	73.00	2	92.00	1	122.95	22
55.00	7	74.00	1	93.00	3	124.05	3
57.00	1	75.00	1	94.00	1	135.95	2
60.00	3	77.00	7	94.95	2	137.05	6
61.00	2	77.90	1	106.95	1	151.05	100
61.90	4	79.00	5	107.95	9	152.05	33
63.00	6	80.00	6	108.95	10	152.95	8
64.00	2	81.00	25	109.90	1	153.95	1
65.00	9	82.00	2				



EUGENOL

Fig. 8 Espectro del Eugenol.



ALDEHIDO CINAMICO

Fig. 9 Espectro del alderido cinámico.

LIBRARY EDITOR

Library File name : DATA:NBS\_REVE.L  
 Library Contents : NBS MASS SPECTRAL DATABASE  
 Library Entry number : 9517 current number of entries 38791

compound Name : Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)- (9CI)  
 cas number : 97530 retention Time : 0.000  
 Response factor : 0.00 retention Index : 0.00  
 Molecular formula : C10H12O2

Mass	Abund	Mass	Abund	Mass	Abund	Mass	Abund	Mass	Abund
77.00	2940	91.00	2140	103.00	2520	121.00	1550	131.00	2159
133.00	1569	137.00	1879	149.00	3239	164.00	9999	165.00	1109

Y: TIC of DATA:PANCHO.D

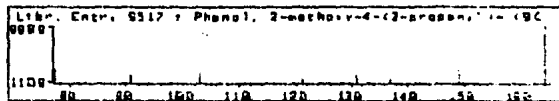
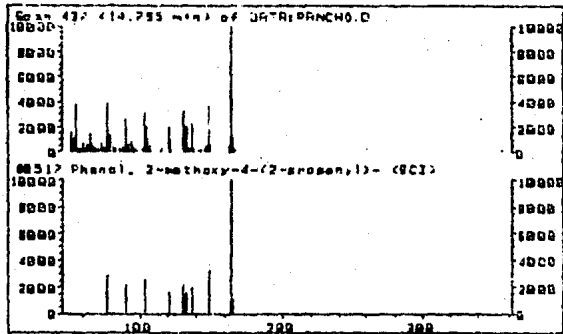


Fig. 10 Identificación del Eugenol por espectrometría de masas .

## VI. ANALISIS DE PRECIOS.

Para darle un impacto real a este trabajo experimental, se pretendió hacer un estudio general que mostrara la situación actual y futura de este producto, en el mercado internacional de los aceites. Para lograrlo se recurrió a diversas fuentes que pudieran proporcionar la información necesaria.

Se encontró que el mercado del aceite de pimienta gorda es muy restringido, debido a que pocas compañías lo producen; como ejemplo de ello se tiene que en Canadá, en donde se producen una gran diversidad de aceites naturales y sintéticos, ninguna industria lo produce. En E.U.A. solo hay dos compañías que lo ofrecen (6), sin proporcionarse la información de si lo producen, lo importan y tampoco las cantidades que manejan ni sus precios de venta. No existen las fuentes de información de acceso público confiables sobre este tipo de productos y mucho menos se reportan predicciones en esta área.

La información obtenida para este estudio fue escasa e imprecisa lo cual impidió utilizarla totalmente. Por ello se procedió a utilizar solo aquella información que permitiera la elaboración de estimaciones confiables para este trabajo.

De acuerdo a esto, se propone, que este producto se fabrique en México, ya que cuenta con perspectivas de exportación a otros países como E.U.A., Alemania y Canadá, entre otros. Para mostrar

las posibilidades reales de esto, se hace un análisis de precios en el mercado internacional.

El precio del aceite de pimienta (11), reportado solo para algunos años, se tomó como valores promedio y se presentan a continuación:

Tabla 6. Precios anuales promedio del aceite de pimienta gorda.

AÑO	\$/kg
1971	427.50
1974	1600.80
1977	6225.00
1981	15,945.00

Si se realizara un ajuste con estos datos obteniendo un incremento promedio anual se podría obtener una proyección tentativa. Sin embargo, esta no sería la mas adecuada ya que en la última década, el país ha vivido en una crisis económica y ha sufrido fuertes devaluaciones. Por esto y varios otros factores que actúan directamente sobre el precio de estos productos se vuelve difícil el evaluarlos en el mercado internacional.

Para obtener un parámetro que refleje la realidad histórica crítica que se ha vivido al inicio de los ochentas, se utilizó el aceite de clavo, de características similares, en contenido de eugenol, e igualmentepreciado en perfumería.

Esto es, se tomaron los precios conocidos del aceite de clavo y se hizo una correlación sencilla para estimar el valor del precio del aceite de pimienta gorda para 1986. A continuación se muestra la tabla 7, en donde se representa el procedimiento para el cálculo mencionado; se incluye el valor de las hojas que servirá solo como una limitante para la evaluación del precio del aceite del grano:

Tabla 7. Información disponible.

Información disponible:	año (1971)	año (1986)
Aceite esencial de clavo	86	(a) 33,050 (b) 13,250
Aceite esencial de Pimienta Gorda	427	Y(a)=164,097 Y(b)= 65,834
Aceite esencial de hoja de Pimienta gorda	131	18,175

NOTAS: El dólar se tomó a 500 pesos  
 Todos los cálculos estan en \$/kg  
 (a) es un aceite de excelente calidad  
 (b) es un aceite de baja calidad

Con ese valor de 1986, se calculó el factor (fi), que es el incremento anual promedio en el precio del aceite de pimienta gorda para ese período de tiempo, y es:

$$(1/15)$$

$$fi = (\text{valor 1986} / \text{valor de 1971})$$

Con este valor (fi), que resulta ser 1.48689, y el inicial de 1971 se ajustan los valores de la tabla 6. Estos ajustes se muestran en la tabla 8. Tomando en cuenta el precio de venta histórico de la materia prima, también se calcula su contribución al costo de producción, considerando el rendimiento máximo reportado(3), de la siguiente forma:

$$\begin{array}{rcl} 1000g \text{ Materia Prima} & \text{----} & 0.4g \text{ aceite} \\ Xg & \text{----} & 1000g \text{ aceite} \end{array}$$

$$X = 2,500,000g \text{ M.P.}$$

$$\begin{array}{rcl} 1000g \text{ Materia Prima} & \text{----} & \text{Precio (año)} \\ 2,500,000g \text{ M.P.} & \text{----} & Y\$ (\text{año}) \end{array}$$

Para hacer las proyecciones mostradas en la tabla 9, se aplica el mismo criterio del factor (fi), tanto para precios como para las contribuciones al costo de producción por materia prima.

Tabla 8. Precios históricos ajustados del aceite de pimienta gorda.

AÑO	MERCADO INTERNACIONAL M \$/ kg	CONTRIBUCION AL COSTO DE PRODUCCION M \$/ kg
76	3.106	n.d.
77	4.619	n.d.
78	6.689	0.575
79	10.213	0.750
80	15.185	0.950
81	22.579	1.750
82	33.573	2.750
83	49.919	7.000
84	74.224	10.400
85	110.362	13.750

Tabla 9. Proyecciones de precios del aceite de pimienta gorda.

AÑO	MERCADO INTERNACIONAL M \$/ kg	CONTRIBUCION AL COSTO DE PRODUCCION M \$/ kg
86	164	29
87	244	38
88	363	62
89	539	103
90	802	170
91	1,192	281
92	1,773	464
93	2,637	768



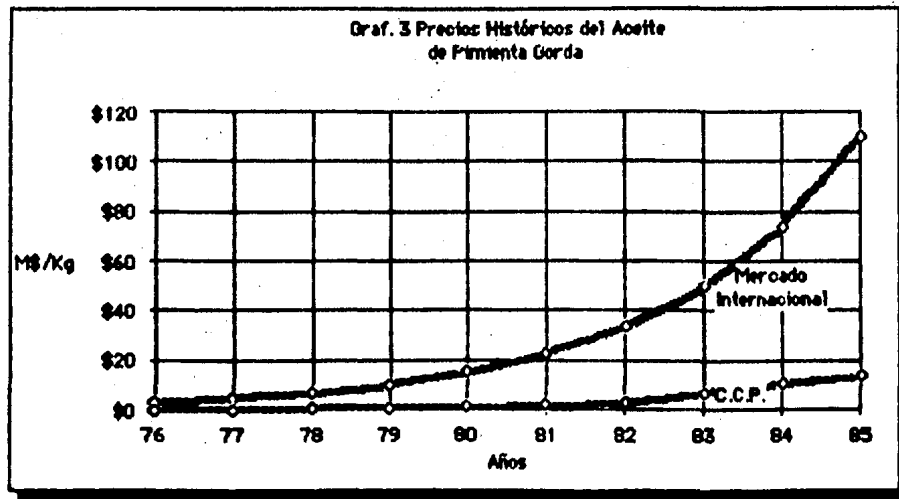
Finalmente los valores obtenidos se representaron gráficamente y con ello se obtuvieron las gráficas 3 y 4 respectivamente. De la gráfica 3, que es la representación de los valores históricos de los precios estimados del aceite de pimienta se puede deducir que:

1) Aparentemente, el producto es de alto rendimiento económico pues muestra un amplio margen de utilidad entre la contribución al costo y el precio del mercado internacional.

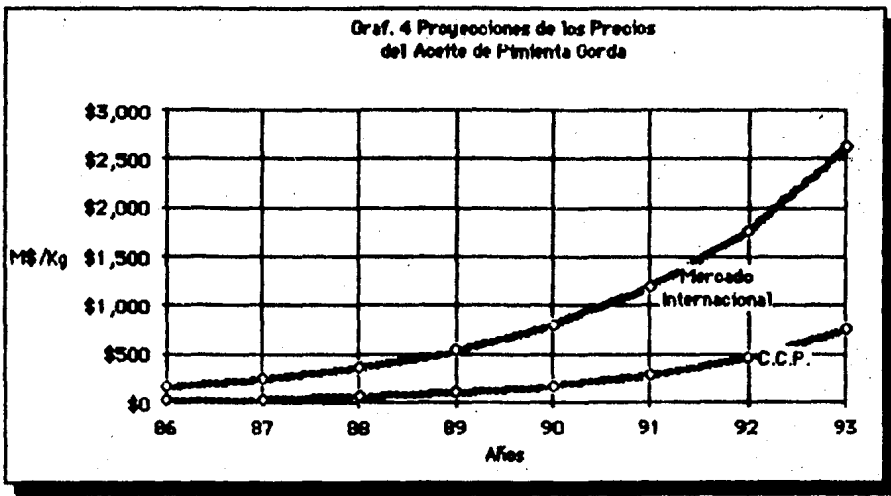
2) Al inicio de los ochentas se observa una variación significativa, que es probablemente el reflejo de la crisis económica, ya que los precios de la materia prima se elevan, reduciendo la utilidad relativa máxima sensiblemente.

De la gráfica 4, que es la representación de los valores proyectados para los próximos 7 años se puede deducir que:

1) La contribución de la materia prima al costo de producción se vuelve elevado por lo cual podría ser un riesgo el producirlo, ésto debido a los altos costos de producción que obligan a reducir cada vez mas la utilidad relativa máxima.



Graf. 4 Proyecciones de los Precios del Aceite de Pimienta Gorda



Por lo que se refiere a las posibilidades de exportación se observa que al ser un producto de consumo indirecto se tendría como:

a) Ventaja: que al ofrecerse un producto de calidad competitiva a nivel internacional, se puede captar una importante fracción del mercado, con atractivos precios de venta.

b) Desventaja: que el comprador en el extranjero comprara el producto localmente, para garantizar la disponibilidad de la materia prima para su producción.

De lo anterior se deduce que uno de los parámetros más importantes y que determina el precio de este aceite, es el costo de la materia prima. Por su alta sensibilidad a este factor, se deberían hacer esfuerzos para abatir los precios, ya que México es un importante productor, y así asegurar la producción del aceite, ya sea para exportarlo o para consumo interno.

No se puede hablar del concepto de utilidad bruta ya que para hacerlo es necesario realizar un estudio técnico económico. Sin embargo, se puede hablar de una contribución significativa al costo de producción, que en este caso es la materia prima; y a la diferencia entre este costo y el precio del producto en el mercado internacional, se le define como utilidad relativa máxima.

Con estos conceptos, ya manejados en este capítulo, se presenta la tabla 10, en donde se muestra esta utilidad relativa máxima, tanto para los valores históricos como para los proyectados.

Este capítulo, solo se debe interpretar como una primera tentativa, para conocer el mercado internacional de este producto.

Tabla 10. Utilidad relativa (a) histórica y (b) proyectada de precios del aceite de pimienta gorda.

-----	-----	-----	-----
AÑO	UTILIDAD RELATIVA HISTORICA M \$/kg	AÑO	UTILIDAD RELATIVA PROYECTADA M \$/kg
-----	-----	-----	-----
78	6.114	86	141
79	9.463	87	206
80	14.235	88	305
81	20.829	89	436
82	30.822	90	632
83	42.919	91	911
84	63.824	92	1,309
85	96.612	93	1,869
-----	-----	-----	-----

## VII. Conclusiones

Del estudio realizado se puede decir que el aceite de pimienta gorda mexicana obtenido, es aceptable según parámetros internacionales. Es necesario que, para lograr una buena calidad, se tenga un control total del proceso.

El proceso empleado a nivel de laboratorio es adecuado, por los rendimientos obtenidos y la calidad del aceite, si bien, su calidad varía de experimento en experimento, está comprendida dentro de los límites reportados. En todos los lotes obtenidos de aceite, su contenido de eugenol especificado por la FDA (Food and Drug Administration), siempre estuvo dentro del rango. De las pruebas químicas, se puede concluir que el aceite es de calidad comercialmente aceptable.

Como una innovación en el estudio de los aceites esenciales, y para el caso específico del aceite de pimienta gorda, se introdujo el uso de la espectrometría de masas como herramienta para la identificación de algunos de los componentes. Este tipo de análisis no aparece en la bibliografía disponible consultada.

En el estudio presentado se observa que los precios son elevados, lo que induce a pensar que se trata de un producto difícil de comercializar. Sin embargo, si se piensa en las cantidades que de este se usan y las utilidades de los productos de consumo final, puede afirmarse tentativamente que se justifica plenamente.

El costo de producción, es altamente sensible al costo de la materia prima ya que el rendimiento teórico del aceite tiene un límite. Para este caso se obtuvo un 3.5% de rendimiento máximo, no alcanzándose el valor teórico del 4%. Ello significa que por métodos tradicionales industrialmente utilizados difícilmente se alcanza ese valor y por ello sofisticar mas el proceso equivaldría a elevar los costos fijos exageradamente para obtener un incremento en el rendimiento, no significativo.

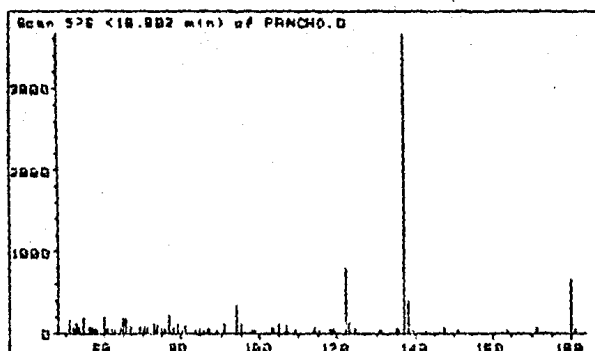
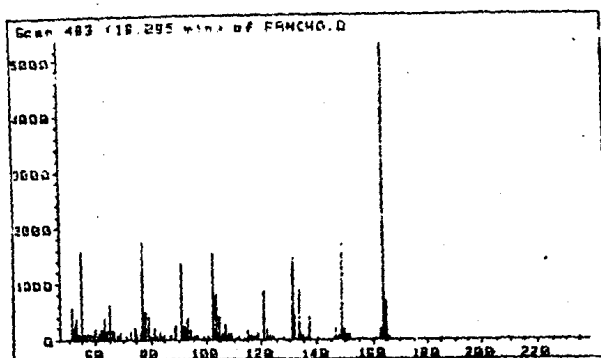
Se recomienda, a las personas que deseen incursionar en esta área, que al manejar la información de los precios del aceite, lo hagan considerándolo altamente sensible a los precios de la materia prima, ya que la oferta y la demanda juegan un papel relevante en estos productos, ocasionando que sean inestables e impredecibles. Esto puede considerarse como una barrera en el mercado de los productos naturales.

Finalmente, las personas interesadas, deben realizar previamente un estudio económico de los aceites con mayores posibilidades de comercializarse en el mercado internacional y con cuáles de ellos México es surtidor de materia prima. También, analizarlos desde el punto de vista de similitud en sus procesos de extracción para optimizarlos. Y por último, debe penetrar completamente en el mercado de los aceites para conocer quienes son de la competencia, cuánto producen, cuál es su calidad, a quién le venden, etc. Es decir, un estudio técnico económico de los aceites.

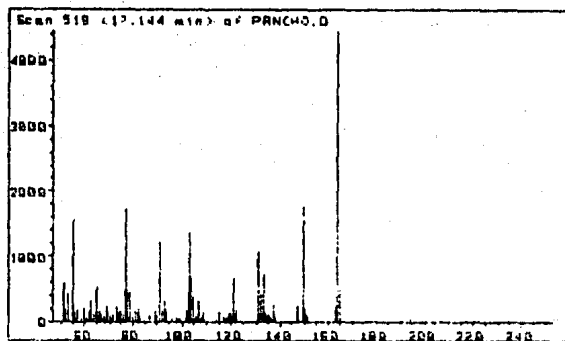
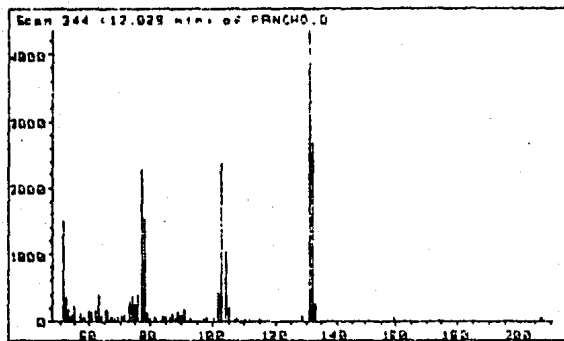
## VIII. ANEXO

### 1. Compuestos no identificados

A continuación se anexan las espectrometrías individuales realizadas sobre el aceite y que no fueron identificadas.







## 2. Abreviaturas

### utilizadas

Ca	calcio
cm.	centímetros
C.E.	contenido de eugenol
C.C.P.	Contribución al costo de producción.
FDA	Food & Drug Administration
g.	gramos
Ha.	hectáreas
I.A.	índice de acidez
I.R.	índice de refracción
K	potasio
m.	metros
m <sup>2</sup> .	metros cuadrados
mm.	milímetros
M.P.	materia prima
N	nitrógeno
P	fósforo
P.E.	punto de ebullición
R.P.	Rendimiento porcentual
S.gr.	"specific gravity" (gravedad específica)

## IX. Bibliografía.

(1) Kirk-Othmer ,  
"Encyclopedia of Chemical Technology" ,  
3a. Edición, Vol. 16 ,  
John Wiley & Sons., N.Y. 1982 ,  
"Oils, essential".

(2) McKetta, J.J. ,  
"Encyclopedia of Chemical Processing & Design" ,  
Marcel Dekker Inc., Vol. 19, N.Y. 1978 ,  
"Essential oils".

(3) BUENTHER, Ernest ,  
"The Essential Oils" ,  
D. Van Nostrand Company, Inc. ,  
Vol. I, II, IV) 3a. Edición, 1961.

(4) PARRY, W. John ,  
"Spices" ,  
Chemical Publishing Company, Inc. ,  
Vol. I y II, 1969.

(5) STUNPF, P.K. & CONN, E.E. ,  
"The Biochemistry of Plants" ,  
Academic Press ,  
Vol. VII, 1981.

(6) Thomas Grocer Register ,  
Products and Services ,  
Vol. II, 1984 a 1986.

(7) Journal of American Oil Chemistry Society ,  
Vol. 56, No. 1 ,  
January 1979, pag. 29-32 .

(8) HAGER, C. ,  
Tratado de Farmacia Practica ,  
Vol. 3, pag. 2370-2372.

(9) Gennaro, R. Alfonso ,  
Remingtons' Pharmaceutical Sciences ,  
Mack Publishing Company ,  
17a. Edicion, 1985.

(10) BENNETT ,  
The Chemical Formulary ,  
Chemical Publishing Company, Inc. ,  
Vol. 2, 1935.

(11) Chemical Marketing Reporter,  
desde 1971,1974,1977,1981,1986 ,  
solo de algunos meses.

(12) PERRY,H. Robert & CHILTON,H. Cecil ,  
Chemical Engineers' Handbook ,  
McGRAW-Hill, Fifth Edition.

(13) Ing. Korkowski, Neumann Roberto ,  
PRIMER SIMPOSIUM DE PERITOS ,  
Colegio Nacional de Ingenieros Químicos,A.C. ,  
Los Aceites Esenciales en la Industria Química ,  
1985, pag.433.

(14)Encyclopedia of Science & Technology ,  
McGRAW-HILL ,  
Vol. I,VII,XII; 1977.

(15)MONTANO,A. Eduardo ,  
Las Industrias de Procesos Químicos ,  
Cuadernos de Posgrado No.13 ,  
Facultad de Química, 1984.

(16)MERCK INDEX ,  
Published by Merck & Company, Inc. ,  
10 th. Edition, 1983.