

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA



85

ESTUDIO QUIMICO DEL CILANTRO MEXICANO  
(CORIANDRUM SATIVUM)

T E S I S

Que Para Obtener el Título de  
Q U I M I C O  
P r e s e n t a

EUGENIO GARCIA MARTINEZ

México, D. F.

1978



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



*Jurado Asignado  
originalmente según el tema:*

PRESIDENTE: PROF. HELIO FLORES RAMIREZ.

VOCAL: PROF. GUILLERMO JAMES MOLINA.

SECRETARIO: PROF. YOLANDA CABALLERO ARROYO.

1er. SUPLENTE: PROF. JÓRGE HARO CASTELLANOS.

2o. SUPLENTE: PROF. JAVIER MANRIQUEZ GONZALEZ.

*Sitio donde se desarrolló el tema:*

DEPARTAMENTO DE QUIMICA EXPERIMENTAL APLICADA.

FACULTAD DE QUINICA.

SUSTENTANTE: EUGENIO GARCIA MARTINEZ.

ASESOR DEL TEMA: DRA. YOLANDA CABALLERO A.



*A mi Madrecita  
Sra. Alicia Martínez  
que ha deseado llegara  
este momento.*

*A mi hermana*

*Magdalena García Martínez*

*A Alicia R. Arellano*

*A mi hermano José García  
Martínez, a su esposa Marta  
y a mis sobrinos: Luz Alicia  
Juan Ramón y Julieta.*

*Agradezco a mi siempre estimada Maestra  
Dra. Yolanda Caballero Arroyo, su valiosa  
dirección en este trabajo.*

## INDICE

### I.-INTRODUCCION

### II.-GENERALIDADES

### III.-PARTE TEORICA

a) *Propiedades físicas del aceite*

b) *Composición química*

c) *Usos del aceite*

d) *Factores que influyen en el rendimiento del aceite*

e) *Métodos de extracción*

f) *Método empleado en el trabajo*

### IV.-PARTE EXPERIMENTAL

### V.-ANALISIS ECONOMICO

### VI.-CONCLUSIONES

### VII.-BIBLIOGRAFIA

**INTRODUCCION**

El cilantro, cuyo nombre botánico es *Coriandrum sativum* L., es una planta que pertenece a la familia de las Umbellíferas y que presenta todas las características de ésta (1).

Nativo del Sureste de Europa, Asia Menor y el Cáucaso, donde ha sido conocido desde hace mucho tiempo, no solamente crece silvestre, sino que es cultivado en muchos países, favorecido por un clima semicálido y húmedo; los principales productores de cilantro en el mundo son: U.R.S.S., Hungría, Polonia, Rumanía, Checoslovaquia, México, Guatemala y Estados Unidos (2).

En la República Mexicana, se cultiva en todos los Estados, principalmente en Oaxaca, Tlaxcala y Puebla.

La planta se cultiva generalmente para usarla como condimento en el arte culinario.

La composición química del aceite varía según las partes de la planta, siendo de olor más agradable el de semilla, ya que el proveniente de la parte verde de la planta es de baja calidad, debido a la presencia de gran cantidad de aldehídos alifáticos de cadena larga y un pronunciado olor a decilaldehído.

El aceite esencial extraído de la semilla, es usado en esencias de vinos y licores, principalmente para la ginebra; como saborizante en alimentos enlatados, tales como carnes y sopas, así como aromatizante en salsas (2). Tiene también aplicación farmacéutica y en otras preparaciones para cubrir sabores y olores desagradables. El residuo puede ser extraído con disolventes no polares dando un producto que se conoce como aceite graso, muy estudiado en trabajos re

cientes y que se emplea, entre otras, en la industria -  
metalúrgica como lubricante, para lo cual primeramente  
debe hidrogenarse (3).

NO { El aceite esencial de semilla de cilantro  
tiene un alto contenido de linalol y un alto valor en  
perfumería; su aroma agradable, placentero y ligeramen-  
te picante tiene reminiscencias de carácter oriental;  
armoniza con el jazmín, exaltando esencias o composi-  
ciones sintéticas con sabor u olor de baja calidad.

**GENERALIDADES**



General.

Según informes del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Chapingo, el tiempo de cultivo del cilantro es de dos meses entre siembra y cosecha. Algunos autores (2) mencionan que el cilantro madura dentro de noventa días y deberá tener un continuo y uniforme suministro de humedad y una temperatura bastante uniforme mientras dura el crecimiento. La planta requiere un lugar soleado, la lluvia o el aire durante el período de cosecha pueden ser dañinos a la semilla, que se destroza fácilmente.

El cilantro puede crecer en suelos muy variados, pero prospera mejor en un terreno profundo y fértil de arcilla proveniente de piedra caliza. Una cantidad excesiva de agua o condiciones que den lugar a suelos ácidos son desfavorables. El exceso de nitrógeno puede causar retraso en la maduración o prolongar el período de crecimiento y reducir el rendimiento.

La semilla deberá ser plantada en mayo o tan pronto como haya suficiente humedad y calor en el suelo para la germinación, pero después de que el tiempo de heladas ha pasado.

La hierba extraña o condiciones desfavorables pueden causar disminución en el rendimiento y proporcionar un aceite de olor desagradable.

En el valle de Oaxaca (4) se siembra asociado con rábano, y la región en donde más se cultivan es San Antonino Ocotlán, Oaxaca.

Para la siembra se utilizan tabloncillos cuadrangulares de una longitud de 50 metros y con una profundidad de 1.20 metros; de esta manera se puede

calcular la producción por hectárea.

En cuanto su uso como especia, se procura que la planta no floree, puesto que las partes más utilizadas son tallos y hojas.

La fertilización se hace con abono químico o estiércol y el riego es por cántaros con una capacidad de 10 litros.

El fruto o como es comercialmente llamado semilla de cilantro, madura en agosto; es globular y está formado por dos medias capas cóncavo convexas, tiene color amarillo ocre y un diámetro aproximado de -- 3 a 4 mm.

De lo anterior se deduce, que teniendo México condiciones climáticas adecuadas y una alta producción de cilantro, pueda convertirse en un país auto suficiente en el aceite esencial; pues a la fecha únicamente la empresa Stange Pesa fabrica una oleorresina derivada del cilantro, y no habiendo plantas extractoras de aceite esencial en todo el país, hay la necesidad de importarlo del extranjero.

**PARTE TEORICA**

El aceite de cilantro puede ser obtenido:

- a) De hojas y tallo de la planta.
- b) Del fruto, comunmente conocido como semilla.

El rendimiento de aceite y sus propiedades dependen del estado de madurez de la planta.

Según Spiridinova (5) las propiedades fisicoquímicas del aceite varían según el estado de madurez.

La destilación del aceite llevado a cabo en diferentes estados de madurez, dió los siguientes resultados:

En planta fresca y floreciente, el rendimiento total fué de 0.12 % con las siguientes propiedades físicas:  $d_{15}^{15} = 0.853$ , después de 2.5 meses, 0.856; rotación óptica a  $18^{\circ} = +1^{\circ}2'$ .

En planta fresca, hierba semimadura, incluyendo semilla, rendimiento total 0.17 %, propiedades físicas:  $d_{15}^{15} = 0.866$ , después de un mes, 0.869; rotación óptica a  $16^{\circ} = +7^{\circ}10'$ .

En semilla madura, extraída inmediatamente después de la cosecha, el rendimiento total fué de -- 0.83 %, propiedades físicas:  $d_{15}^{15} = 0.876$ , rotación óptica a  $16^{\circ} = +10^{\circ}48'$ .

Los aceites provenientes de semillas prematuras o semimaduras poseen un olor y sabor desagradable y su rendimiento es bajo.

a) *Propiedades Físicas del Aceite.*

De la destilación de la parte verde del cilantro en la U.R.S.S., se obtuvo 0.1 % de un aceite con las siguientes propiedades (6).

$d_{20}^{20}$  ..... 0.8524

$(a)_D$  .....  $+2^{\circ} 33'$

$n_D^{20}$  ..... 1.4555

I.A. .... 1.85

Cont. de ..... 95.0 %  
aldehídos

Solubili- .... Insoluble en alcohol  
dad. .... de 70 %.

El análisis físicoquímico del aceite de semilla da las siguientes propiedades en general (2)-(7).

Gravedad específica a  $15^{\circ}$  ..... 0.870 a 0.885  
Rotación óptica .....  $+8^{\circ} 0'$  a  $+13^{\circ} 0'$   
Índice de refracción a  $20^{\circ}$  ..... 1.463 a 1.471  
Índice de acidez ..... Abajo de 5.0  
Índice de éster ..... 3.0 a 22.7  
Solubilidad a  $20^{\circ}$  ..... Soluble en 2 a 3 --  
vol. de alcohol de -  
70 %.

Un estudio comparativo hecho en aceites - de semilla de diferente origen, indica que los mejores aceites son el ruso y el húngaro, cuyas propiedades se dan a continuación (2).

	Aceite ruso	Aceite húngaro
Grav. esp. 25°/25°....	0.863 a 0.875	0.864 a 0.865
Rot. Óptica.....	+9°30' a +11°6'	+10°15' a +11°30'
$n_D$ a 20°.....	1.463 a 1.4661	1.4636 a 1.4645
I.S. ....	2.8 a 7.5	10.3 a 12.1
Solubilidad a 25°...	Soluble en 1.5 a 2.5 vol. de alcohol de 70%.	Soluble en 2 a 3 vol. de alcohol de 70%.

El olor y sabor de estos aceites son de excelente calidad y características.

El contenido de linalol varió de 64.0 a 72.4 %.

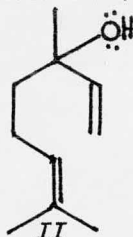
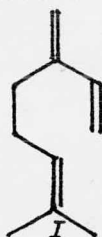
### b) Composición Química

Un análisis químico realizado en el aceite destilado en una planta de la U.R.S.S. da los siguientes resultados:

La composición química del aceite de semilla difiere de la de tallos y hojas.

De acuerdo a Shagalova y Novikova (8), el aceite de las partes verdes del cilantro contienen -- aproximadamente 95 % de aldehídos, 10 % del cual es de cilaldehído. Otros autores han encontrado los aldehídos: *n*-2-decén-1-al y 8-metil-2-nonén-1-al, isómeros -- del decilenaldehído.

Se ha aislado también mirceno (I), cuya -- presencia desempeña un papel muy importante en la formación de linalol (II) conforme la planta madura desde la floración al estado de semilla (9).



El aceite de semilla contiene de 60 a 70% de linalol y aproximadamente 20 % de los siguientes -- hidrocarburos (2).

*d*-alfa-pineno, *dl*-alfa-pineno, beta-pineno. (III).

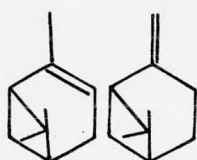
Dipenteno (IV).

*p*-cimeno (V).

alfa terpineno y gamma terpineno (VI). Estos dos terpe

nos forman una gran parte de los hidrocarburos presentes en el aceite de cilantro.

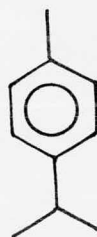
Terpinoleno (VII) y felandreno (VIII). Este último aislado como el aducto maléico (10).



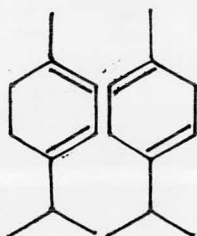
III



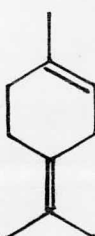
IV



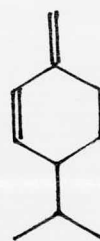
V



VI



VII



VIII

También se han encontrado los siguientes compuestos originados.

*n*-decilaldehído.

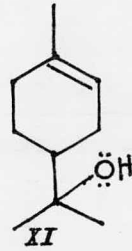
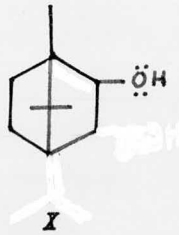
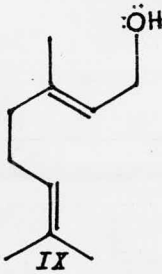
Geraniol (IX).

1-borneol (X).

Terpineol (XI).

Acido acético y huellas de ácido decílico. Estos ácidos fueron aislados de la saponificación de ésteres.



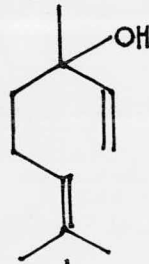


*Propiedades del linalol.*

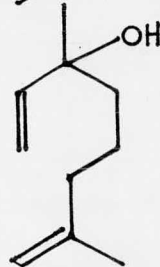
El d-linalol es el principal constituyente del aceite de semilla de cilantro, se encuentra en una proporción aproximada de 60 a 70 %. Es un alcohol terpenico terciario de fórmula molecular empírica  $C_{10}H_{18}O$ , que fué originalmente llamado coriandrol (11) y posteriormente se le identificó como el antípodo óptico del l-linalol.

El linalol, de P.M. 154.24, se encuentra presente en dos formas isoméricas:

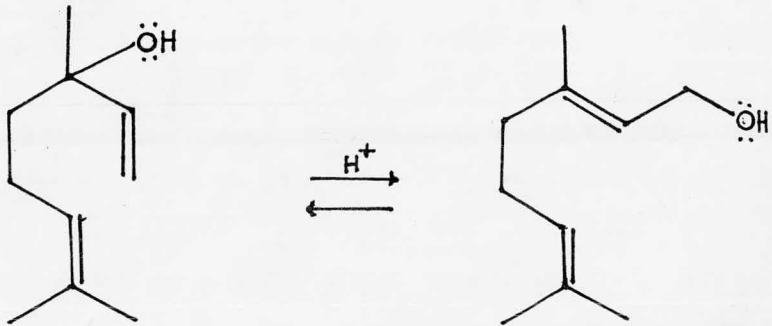
3,7-dimetil-1,6-octadién-3-ol



y 3,7-dimetil-1,7-octadién-3-ol



Ninguna de estas formas ha sido obtenida en forma pura. Esto se debe a su fácil conversión a geraniol.



Como el geraniol y el nerol, se encuentra en la naturaleza en forma dextro y levorrotatoria.

El d-linalol se encuentra en el aceite de Linaloe mexicana, en los pétalos de rosa, naranja y cilantro.

El l-linalol se encuentra en el aceite de Shiu japonesa (80-90 %), en el aceite de madera de Linaloe mexicana (60-80 %), Lavanda, Petitgrain, limón y lima.

Sus propiedades fisicoquímicas dependen de su origen y varían entre los siguientes límites:

De aceite de cilantro (10)  $n_D^{20}=1.4629$ ,  $(a)_D^{20}=11.5^\circ$ , --  
p.eb.=84-86°/13 mm.

De aceite de naranja (2) (12)  $(a)_D=19^\circ 18'$ ,  $d_{15}^{15}=0.866$  a  
0.873,  $n_D^{20}=1.4611$  a 1.4673

Siendo el linalol un alcohol terciario, es muy sensible a la acción de ácidos orgánicos; con reactivos ácidos en general, se isomeriza fácilmente a geraniol, por lo que sus ésteres no pueden ser obtenidos por los métodos ordinarios.

Para su aislamiento, la destilación fraccionada del aceite volátil saponificado puede ser muy útil.

La purificación del linalol puede hacerse a través de la sal de sodio del ftalato ácido, que puede ser obtenido por acción del anhídrido ftálico sobre la sal de sodio del linalol (2) (13).

Su identificación puede ser llevada a cabo por:

Preparación de derivados:

Feniluretano p.f. 65-66°

Alfa naftil uretano p.f. 53°

Por oxidación con ácido crómico, da citral, que puede ser caracterizado por su semicarbazona p.f. 171° y a través del ácido alfa citril-beta-nafto cinchonínico, p.f. 198-200°.

El linalol también es convertido a acetato de linalilo, pues es una de las formas como se utiliza en la industria de perfumería; se aísla de la mezcla de reacción mediante una destilación fraccionada al vacío (2).

Otros derivados del linalol son:

Monóxido de linalol  $C_{10}H_{18}O$  con p.eb.=95°,  $d_{15}^{15}=0.9507$   
(a)<sub>D</sub>=-4°59', n<sub>D</sub>=1.455

Se puede encontrar en pequeñas cantidades como producto natural del aceite y que se forma por oxidación de éste.

Usos: El linalol es de gran valor en la industria por sus aplicaciones en perfumes, cosméticos, jabones y saborizantes. El acetato de linalilo es igualmente importante.

### c) Usos del Aceite

Conteniendo el aceite una gran proporción de linalol, su uso en la industria de perfumes es muy extenso.

Por su aroma agradable, el aceite de cilantro, el linalol y el acetato de linalilo tienen gran importancia en la elaboración de perfumes, habiéndose hecho estudios sobre su aplicación en la fabricación de lociones y champús (14).

Para la fabricación de jabones, es común tratar el extracto graso, remanente de la destilación por arrastre con vapor, con NaOH o KOH (15).

Una de sus principales aplicaciones en la industria de vinos y licores, es la de proporcionar a la ginebra y a otros vinos blancos su sabor característico (16, 17).

Tiene gran importancia como agente aromatizante en salsas, sopas, carnes y otros productos de salchichonería.

En la industria farmacéutica tiene amplias aplicaciones como bactericida, larvicida y fungicida.

Al experimentar la actividad inhibidora de algunos extractos vegetales, entre ellos el de cilantro, sobre microorganismos altamente patógenos como son *Streptococcus haemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus mason* *tericus* y *Cándida albicans*, el aceite de cilantro resultó ser muy activo, por lo que su uso es recomendado en Dermatología y Gastroenterología (18).

Su actividad fungicida se ha manifestado por su acción sobre microorganismos originados en jarabes en mal estado (19).

Es buen sustituto de la tintura de menta, por sus efectos gástricos similares (20).

Aprovechando su actividad fungicida, el -- aceite es utilizado para el recubrimiento de madera, para lo cual se usa puro o bien como una emulsión, compuesta con 20 % de aceite, 4 % de glicerol y 1.8 % de amoníaco, en una solución acuosa al 2 % (21).

En pruebas experimentales, se ha observado en algunos de sus componentes, actividad sinérgica - con la estreptomycin en el tratamiento de un tipo de tuberculosis porcina (22).

En la industria de plásticos, se han hecho pruebas de solubilidad de polietileno, polipropileno y poliestireno en el aceite (23).

Los coeficientes de permeabilidad del polietileno y de otros plásticos usados en farmacología, han sido determinados usando mezclas de aceites esenciales, entre ellos el de cilantro (24).

En la industria textil, el aceite graso, - puede ser utilizado en la preparación de agentes suavizantes y lubricantes (25).

En la industria metalúrgica tiene su gran aplicación como agente lubricante en el laminado de - metales.

Para el laminado de aceros, ha reemplazado con buen resultado a los aceites minerales y simplifi

cado las operaciones. En este campo se ha usado solo o mezclado con aceites minerales (26, 27, 28, 29, 30, 31, 32).

Para aumentar su eficiencia como lubricante, el aceite graso es hidrogenado en presencia de un catalizador a presiones de 0.4-7 atm. y temperaturas de 180°-260° y adicionando un agente antioxidante (3, 33).

d) Factores que Influyen en el Rendimiento del Aceite

El tamaño de la semilla es un factor que influye en el rendimiento del aceite.

Varentzov (34) encontró que en general la semilla más pequeña, contiene más aceite esencial que la semilla de mayor tamaño.

El rendimiento de la semilla también es afectado por el tiempo de almacenaje de la misma, pues to que la semilla seca da más bajos rendimientos.

El material de la semilla exhausta puede ser secado y empleado como forraje de ganado, ya que contiene de 11 a 17 % de proteínas y de 11 a 21 % de materia grasa (2).

Según Chernukhin (35), la semilla molida aumentó el rendimiento de aceite en un 17 % respecto al por ciento extraído de la semilla no molida, ahorrando al mismo tiempo 10 a 15 % de vapor.

El tiempo de destilación se reduce considerablemente al moler la semilla.

Tenasienko y Mezinova llegaron a conclusiones similares, cuando pulverizaron la semilla; ellos destilaron el aceite completamente en 3-4 horas en lugar de las 12-15 horas utilizando la semilla entera; además obtuvieron 21 % más de aceite.

Una vez molida la semilla, debe ser destilada inmediatamente para evitar pérdidas por evaporación.



Una destilación comparativa de semillas - de diferentes orígenes da los siguientes resultados - (2).

<i>Semilla</i>	<i>Rendimiento</i>
<i>Húngara.....</i>	<i>0.8 - 1.0 %</i>
<i>Rusa.....</i>	<i>0.8 - 1.0 %</i>
<i>Checo-eslovaca.....</i>	<i>0.8 - 1.0 %</i>
<i>Alemana.....</i>	<i>0.8 - 1.0 %</i>
<i>Rumana.....</i>	<i>0.34-0.81 %</i>
<i>Francesa.....</i>	<i>0.4 %</i>
<i>Holandesa.....</i>	<i>0.6 %</i>
<i>Italiana.....</i>	<i>0.35-0.5 %</i>
<i>Marroquí (de gran tamaño)...</i>	<i>0.2 - 0.3 %</i>
<i>Indú.....</i>	<i>0.15-0.25 %</i>

La composición química del aceite varía - de acuerdo al método de extracción empleado.

Un aceite de cilantro obtenido por dos métodos da los siguientes datos (36).

Extraído por destilación con vapor, se encontraron 26 componentes. Linalol 65 %.

Extraído con una mezcla alcohol-agua, se encontraron 30 componentes, entre ellos ésteres de ácidos de cadena larga, que no se encontraron en el aceite anterior. Linalol 66 %.

Ambos aceites fueron analizados por cromatografía en columna, cromatografía de gases, IR y espectrometría de masas.

e) Métodos de Extracción

Los métodos de extracción tradicionales para la extracción de aceites esenciales son: (2) (13).

Método de extracción por compresión: En este caso, la aplicación de presión sobre la planta o semilla puede lograr la separación del aceite.

Este método es útil cuando el aceite se encuentra en la corteza de la semilla. Sin embargo por requerir equipo adecuado, este método no fué empleado en el presente trabajo.

Es probable que para el tratamiento de la semilla de cilantro se requiera equipo especial al -- tradicional, dada la volatilidad del aceite, ya que puede haber pérdidas y transformación de éste durante el proceso.

Método de extracción por preparaciones especiales de grasas: Este método puede ser aplicado para la extracción del aceite de las hojas, las cuales se colocan sobre la superficie de una mezcla inodora de mantecas y sebos, que se encuentran en charolas; las hojas se agitan constantemente y se renueva el suministro de ellas y al cabo de varios días se obtiene una mezcla grasa enriquecida con el aceite esencial, la cual se elimina de las charolas y es extraída con alcohol absoluto; el disolvente se evapora, quedando como residuo el aceite esencial. La mezcla se seca y puede volver a utilizarse.

Método de extracción por disolventes: Este método se emplea comunmente para la extracción de ---

aceites esenciales que se descomponen por el calor.

La semilla molida se coloca en contacto con el disolvente, durante un tiempo definido, después se filtra, se evapora el disolvente, quedando como residuo el aceite esencial.

Método de extracción por destilación por arrastre con vapor: Siendo el aceite de cilantro volátil, este método es el más usual para obtenerlo.

Se han aplicado métodos específicos para la extracción y el análisis del aceite de cilantro. Estos estudios los han realizado principalmente investigadores rusos (37, 38).

En uno de esos trabajos (37), al extraer la semilla con  $CO_2$  líquido, se obtuvo un extracto, que se analizó por placa cromatográfica y se separó una fracción que estaba constituida por triglicéridos, ácidos grasos libres y esterificados. Estos ácidos fueron separados por cromatografía, y el ácido más abundante fue el oléico.

Al destilar por arrastre con vapor los extractos, se obtuvo un aceite, que al analizarlo, reveló estar constituido por los siguientes componentes: linalol 65-70 %, geraniol, borneol, alfa y beta pinenos, terpineol, alfa y beta terpinenos, acetato de bornilo, acetato de geraniol, acetato de linalilo, dipenteno, felandreno, p-cimeno, canfeno, mirceno y alcanfor.

Los hidrocarburos fueron separados de los compuestos oxigenados por cromatografía en columna, usando  $Al_2O_3$  como adsorbente.

En otro trabajo (38), se observó que al ex--

traer la semilla con  $\text{CO}_2$  líquido a varias temperaturas, el más alto rendimiento de linalol se obtiene a  $-20^\circ$  y  $0^\circ$ .

Para la extracción del aceite por este método, el tamaño de partícula de la semilla pulverizada es óptimo a 0.3 mm.

La separación del aceite de soluciones -- por absorción con  $\text{Al}(\text{OH})_3$  y  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , así como  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y sílica gel, también se ha llevado a cabo por investigadores rusos (39,40).

f) Método Empleado en el Trabajo

En el desarrollo de este trabajo se utilizaron dos tipos de semilla que son originarias de Oaxaca y Puebla, los Estados de mayor producción, por lo que se consideró la posibilidad que sean los Estados de suministro para el caso del establecimiento de una planta extractora de aceite en el país.

En su aspecto exterior la semilla de Oaxaca no difiere mucho a la de Puebla; la primera es de un color más oscuro y se vió más fresca, puesto que fue comprada recién cosechada; la segunda de color más claro y más quebradiza, ya que había estado almacenada, aunque no se pudo precisar el tiempo de almacenamiento.

SEMILLA	¢ ACEITE ESENCIAL	¢ MATERIA SOL. EN DI SOL. NO PO LARES
Oaxaca	0.943	16.82
Puebla	0.287	25.8

Para lograr una mayor eficiencia en la extracción, se molió la semilla en un pequeño molino manual; al practicar esta operación, la semilla despidió fuerte olor picante y penetrante, que algunas veces se identificaba como linalol.

Una vez molida la semilla, se pesó una determinada cantidad de cada tipo, y se aplicaron dos mé

todos de extracción.

Método de extracción por disolventes.

Al aplicar este método se emplearon tres disolventes en orden de polaridad, con el objeto de lograr una extracción selectiva.

Con cada disolvente se hizo una doble extracción, cada una a reflujo durante un tiempo de una hora, con posterior reposo de 24 horas.

Después de cada extracción, se procedió a separar la semilla extraída de la solución, mediante filtración, utilizando celita y con ayuda de vacío.

Posteriormente cada solución se llevó al rotavapor para evaporar el disolvente y obtener los extractos. Estos se pesaron por separado y se calculó el rendimiento.

Todos los extractos fueron analizados por placa # y sometidos a purificación por columna cromatográfica. El análisis se efectuó por espectroscopía en IR, RMN y cromatografía de gases en algunos casos.

Extracción con hexano

Una cantidad determinada de semilla, seca y molida, se sometió a extracción con hexano a reflujo durante una hora, después se procedió a filtrar y a la solución se le evaporó el disolvente, quedando un residuo de color café verdoso con un rendimiento de 5 %.

# Todas las extracciones y reacciones efectuadas fueron seguidas por cromatografía en placa fina, usando gel de sílice como adsorbente, I<sub>2</sub> como revelador y variando la polaridad del eluyente de acuerdo a la polaridad de las sustancias analizadas.

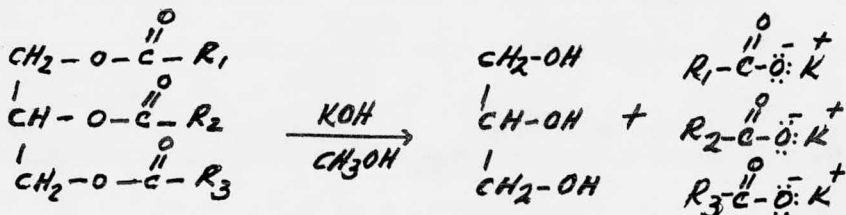
Después de extraer con hexano, se procedió a extraer la semilla residual con cloroformo y se obtuvo un producto viscoso de color café oscuro con un olor característico a pescado, el rendimiento fué de - 4 %.

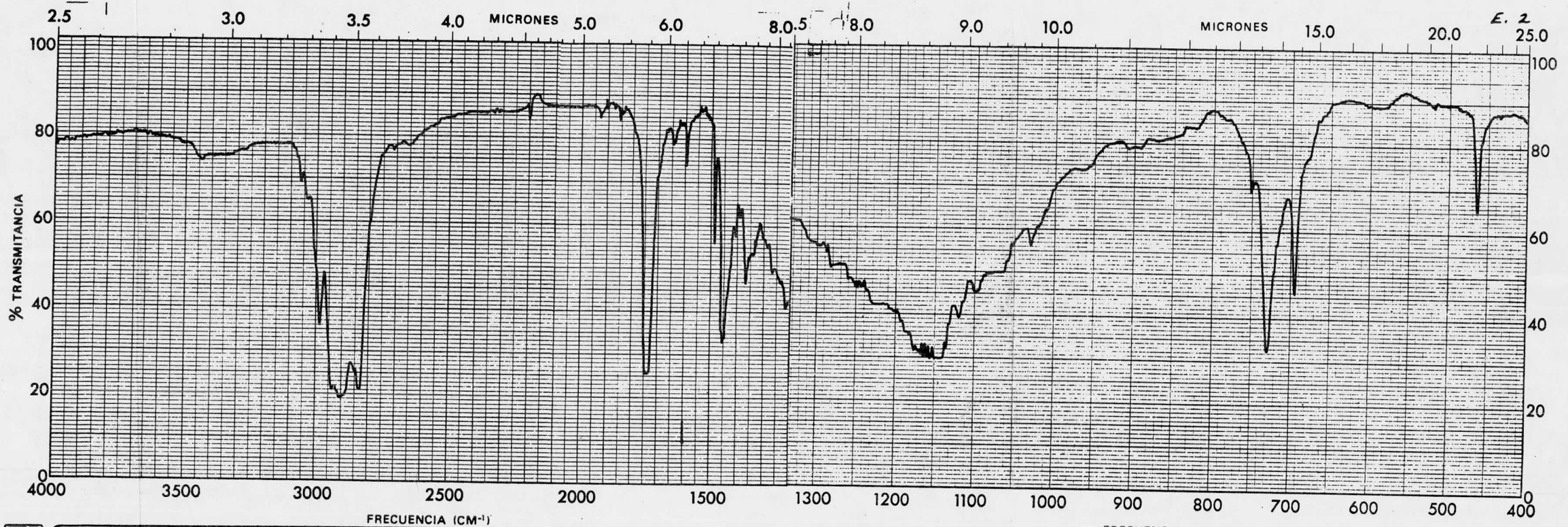
Por último se extrajo con etanol-agua y se obtuvo un líquido pegajoso con olor característico a azúcares y con un rendimiento total de 3.33 %.

Al someter a columna cromatográfica el extracto hexánico y utilizar diferentes eluyentes por orden de polaridad se obtuvieron dos componentes, que una vez purificados se analizaron por espectroscopía.

El primero por IR mostró ser un glicérido y constituía el 73.0 % del extracto hexánico (espectro No.I). El segundo componente analizado también por IR mostró ser linalol (espectro No.II) y se obtuvo -- con un rendimiento de 1.25 % del extracto hexánico. -- Además se obtuvo un compuesto que fué identificado -- por IR (espectro No.III) como un hidrocarburo parafínico y por cromatografía de gases como una mezcla compleja de dichos compuestos.

El glicérido se saponificó con KOH en medio alcohólico a reflujo durante tres horas; después - de lo cual se obtuvieron las sales de los ácidos libres.



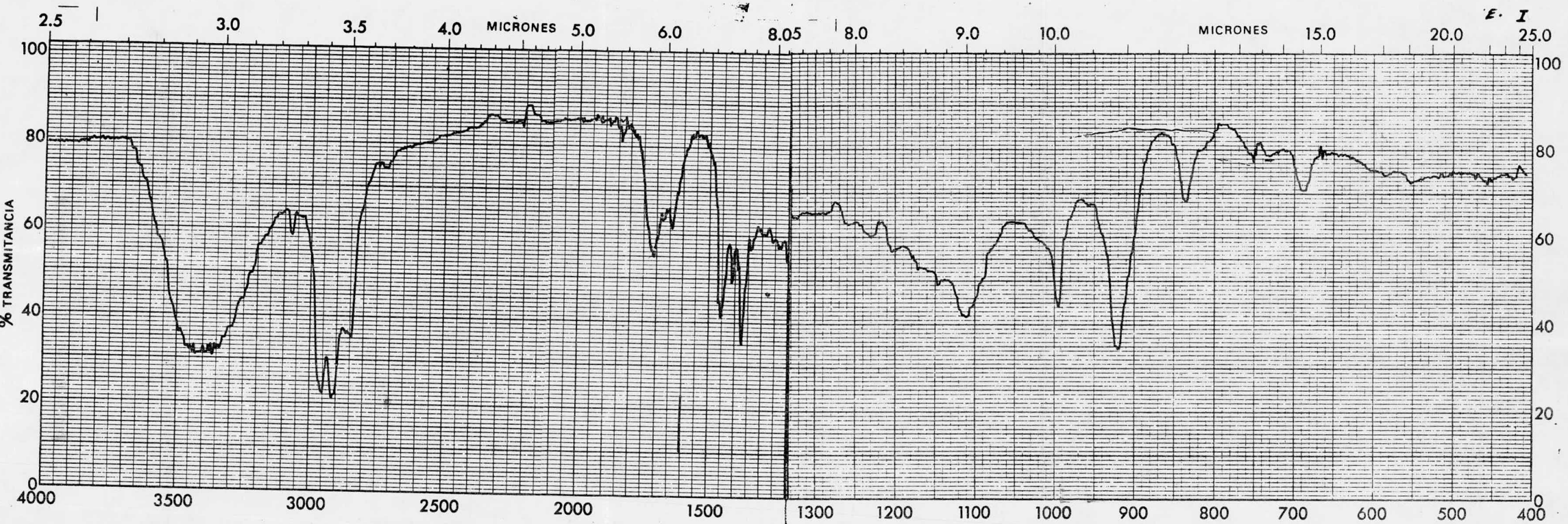


ASE

FRECUCENCIA (CM <sup>-1</sup> )				FRECUCENCIA (CM <sup>-1</sup> )			
MUESTRA <i>Muestra H de colorante</i>	CURVA N° <i>20654</i>	VEL. DE BARRIDO <i>Scanned</i>	OPERADOR <i>Ch.</i>	MUESTRA <i>Muestra H de colorante</i>	CURVA N° <i>23054</i>	VEL. DE BARRIDO <i>Scanned</i>	OPERADOR <i>Ch.</i>
ORIGEN <i>Zelanda Caballero</i>	CONC. <i>-</i>	RENDIJA <i>N</i>	FECHA <i>12/11/72</i>	ORIGEN <i>Zelanda Caballero</i>	CONC. <i>-</i>	RENDIJA <i>N</i>	FECHA <i>12/11/72</i>
SOLVENTE <i>-</i>	ESPESOR DE CELDA <i>-</i>	COMENTARIOS <i>peludo</i>		SOLVENTE <i>-</i>	ESPESOR DE CELDA <i>-</i>	COMENTARIOS <i>peludo</i>	
	REFERENCIA <i>air</i>				REFERENCIA <i>air</i>		



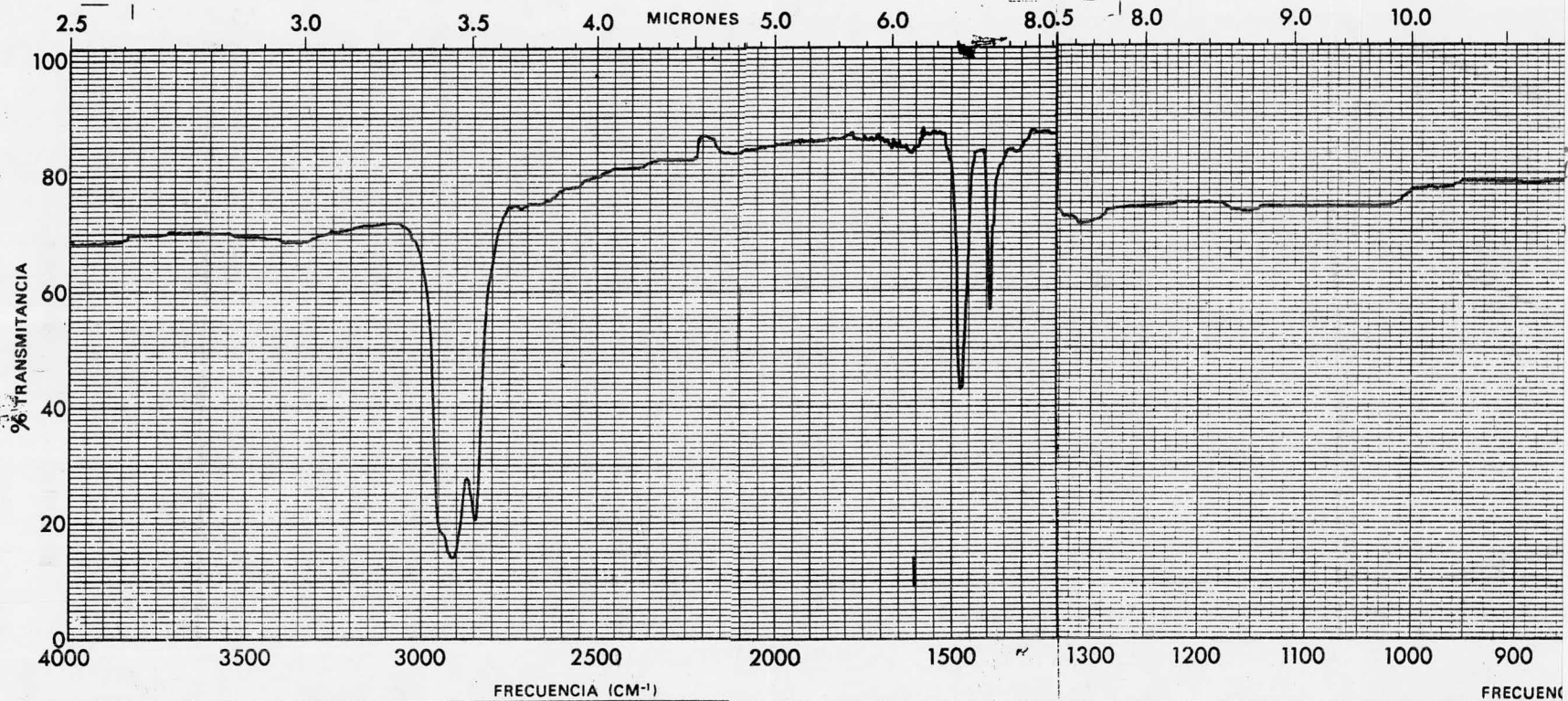
E. I



MUESTRA	<i>Linalool del Cilantro</i>	CURVA Nº	<i>23462</i>	VEL. DE BARRIDO	<i>1000</i>	OPERADOR	<i>Ch</i>
ORIGEN	<i>Galanda Caballero</i>	CONC.	—	RENDIJA	<i>1</i>	FECHA	<i>18/10/77</i>
SOLVENTE	—	ESPOSOR DE CELDA	—	COMENTARIOS	<i>poliuretano</i>		
		REFERENCIA	<i>air</i>				

MUESTRA	<i>Linalool del Cilantro</i>	CURVA Nº	<i>23462</i>	VEL. DE BARRIDO	<i>1000</i>	OPERADOR	<i>Ch</i>
ORIGEN	<i>Galanda Caballero</i>	CONC.	—	RENDIJA	<i>1</i>	FECHA	<i>18/10/77</i>
SOLVENTE	—	ESPOSOR DE CELDA	—	COMENTARIOS	<i>P. Caballero</i>		
		REFERENCIA	<i>air</i>				

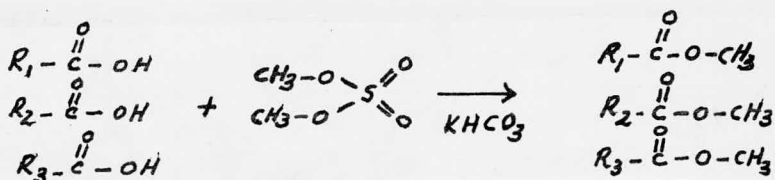
*Linalool*



**ASE**

MUESTRA <i>unt. de salutar</i>	CURVA Nº <i>23801</i>	VEL. DE BARRIDO <i>auto</i>	OPERADOR <i>del</i>	MUESTRA <i>unt. de salutar</i>	CURVA Nº <i>23</i>
ORIGEN <i>Farmacia Caballero</i>	CONC. <i>—</i>	RENDIDA <i>D</i>	FECHA <i>6/11/72</i>	ORIGEN <i>Farmacia Caballero</i>	CONC. <i>—</i>
SOLVENTE <i>—</i>	ESPOSOR DE CELDA <i>—</i>	COMENTARIOS <i>patente</i>		SOLVENTE <i>—</i>	ESPOSOR DE CELDA <i>—</i>
	REFERENCIA <i>can</i>				REFERENCIA <i>—</i>

Después de acidificar, los ácidos se sometieron a metilación con sulfato de dimetilo de acuerdo a la reacción siguiente (41).



Por cromatografía de gases de los extractos saponificados y metilados de la semilla de cilantro, se encontró un ácido monoinsaturado de 18 átomos de carbono.

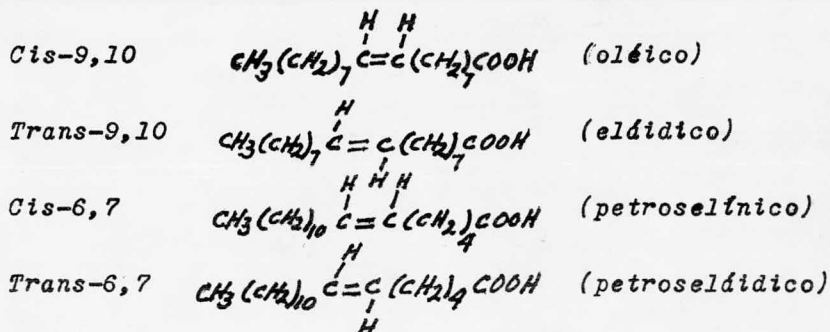
Este ácido pertenece a la serie de los ácidos octadecenoicos, los cuales se encuentran en varias formas isoméricas, según la posición de la doble ligadura.

Mediante una revisión bibliográfica (42, 43) se encontró que el ácido que se encuentra en mayor proporción en el aceite de semilla de cilantro, es el cis-6,7 octadecenoico (ácido petroselinico), isómero del cis-9,10 octadecenoico (ácido oléico).

El ácido petroselinico se encuentra en gran proporción en las semillas de plantas que pertenecen a la familia de las Umbellíferas, y en menor proporción en las familias Araliaceae y Euphorbiaceae (43).

Isómeros de la serie octadecenoicos más abundantes:

Octadecenoico

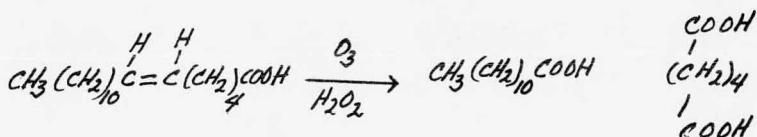


El ácido petroselinico al igual que sus isómeros, es difícil aislarlo en un grado de alta pureza, sin embargo, algunos autores (43) han aislado ácido petroselinico de la semilla de cilantro por diversos métodos y con rendimientos variables.

Propiedades físicas del ácido petroselinico (43):

P.f. ....	32-33°C
I.V. ....	89.9
$n_D$ a 40° .....	1.5250
Grav. esp. a 40° .....	0.9017
I.E. ....	199.1

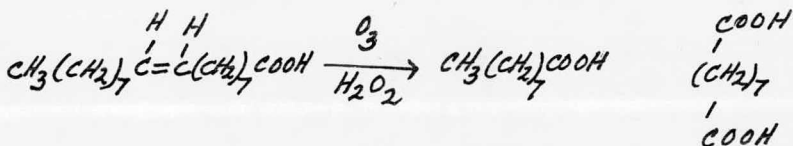
La posición de la doble ligadura puede ser determinada por ruptura con  $\text{KMnO}_4$  o bien con  $\text{O}_3$  y  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; en algunos casos después de la oxidación, se trata con  $\text{NaBH}_4$  (44).



Ac. petroselinico

Ac. lúrico

Ac. adípico



Ac. oléico

Ac. pelargónico

Ac. azelaico

Los productos resultantes pueden ser analizados, una vez separados, por sus propiedades cromatográficas u otras propiedades físicas.

Usos: El ácido petroselinico tiene una gran actividad antimicrobiana, siendo considerado por eso, como un potente agente antimicrobiano (45).

En investigaciones bioquímicas se ha usado para suministrar bromo al cuerpo humano y al de otros animales, por su rápida infiltración en el hígado.

*Jabones conteniendo petroselinato de sodio, tienen propiedades similares a los jabones de oleato de sodio, pero teniendo mejores propiedades en detergencia; en general imparte buenas propiedades a los jabones, aumentando en algunos casos las propiedades emulsificantes (43).*

*Aunque el ácido y sus derivados, no tienen gran importancia comercial, las investigaciones sobre sus aplicaciones son cada vez mayores.*

*El interés que ha despertado el estudio y las características de este ácido es amplio, esto se desprende de los trabajos que sobre él se encuentran en la literatura (46, 47, 48, 49).*

**PARTE EXPERIMENTAL**



## Parte Experimental

Se utilizaron dos tipos diferentes de semilla, una proveniente de la ciudad de Oaxaca y otra de San Martín Termelucan, Pue.

Se procedió a moler la semilla en un molino manual y se siguieron en ambos casos dos tipos de extracción.

Extracción con disolventes: Una vez molida la semilla, se procedió a hacer tres extracciones con los siguientes disolventes en orden de polaridad.

Extracción con hexano: En un matraz bola de cinco litros, se colocaron tres kilogramos de semilla con aproximadamente 7-8 litros de disolvente, se calentó a reflujo durante una hora y se dejó reposar 24 horas, después se procedió a filtrar y la solución obtenida se metió al rotavapor; después de evaporar el disolvente se obtuvo un aceite de color café oscuro y viscoso. Con la semilla residual que quedó de la primera extracción, se procedió a hacer una segunda extracción con hexano, bajo las mismas condiciones y después de llevar la solución al rotavapor, el aceite residual se reunió con el obtenido de la primera extracción.

Así se obtuvo un extracto hexánico viscoso de color café y olor característico a madera húmeda, con un peso de 150 g.

Extracción con cloroformo: La semilla ya extraída con hexano, se calentó a reflujo con aproximadamente 7-8 litros de cloroformo y se dejó reposar 24 horas, posteriormente se filtró y la solución se llevó al rotavapor, del cual se obtuvo un aceite con olor --



característico a pescado; esta porción de aceite se reunió con el obtenido de una segunda extracción con cloroformo. El peso de este aceite fué de 120 g.

Extracción con etanol: La semilla extraída con hexano y cloroformo, se sometió a extracción con etanol; se calentó a reflujo con 6 litros de etanol durante una hora, reposo durante 24 horas y posteriormente se filtró, la solución se llevó al rotavapor y se obtuvo un aceite de color oscuro, que se reunió con el obtenido de una segunda extracción con etanol. El peso de este aceite fué de 100 g.

Una vez obtenidos estos extractos, se procedió a analizarlos por separado.

Extracto hexánico. Se hicieron las siguientes pruebas.

Se aplicaron placas cromatográficas en placa fina para detectar presencia de linalol. Se utilizó como referencia aceite de linalol comercial y linalol (R.A.). La prueba resultó positiva y se observó que el extracto hexánico estaba constituido por tres o más componentes además de linalol.

El aceite se sometió a destilación a presión reducida; manteniendo todas las condiciones necesarias, se obtuvo una pequeña cantidad de un componente, que por espectroscopía de IR reveló ser linalol. La operación no se continuó debido a que el aceite comenzó a pirolizarse.

Separación por columna: 40 g de extracto hexánico, se cromatografió en columna con 180 g de gel de sílice, usando como eluyente primeramente hexano; de tres fracciones recogidas, después de llevar al rotava

por, se obtuvieron 10.5 g de un componente que no era linalol.

Se continuó eluyendo la columna con hexano, obteniéndose un aceite ligeramente verde, que por placa mostraba la misma mancha que el producto obtenido de las tres primeras fracciones.

Se cambió el eluyente, usando hexano/benceno (90:10). De la segunda fracción obtenida con esta mezcla, se obtuvo un producto que fué identificado por placa y por IR como linalol.

Posteriormente se usó una mezcla hexano/acetato de etilo; se obtuvo una fracción, que después de evaporar el disolvente proporcionó un aceite viscoso de color café oscuro y por placa cromatográfica se observó constituida por 4 o 5 componentes. Por posterior elución, ya no se obtuvo nada de la columna.

En resumen, se obtuvieron de la primera columna cromatográfica del extracto hexánico del cilantro los siguientes productos:

Aceite verde cristalino (I) 29.2 g. Un solo componente  
Fracción obtenida hexano/benceno (II) 0.5 g. linalol  
Fracción obtenida hexano/acetato de etilo (III) 11.1g mezcla.

TOTAL: 40.8 g

### Análisis

Se procedió a analizar el aceite verde -- cristalino obtenido de la columna:

1.- Una porción del aceite, que daba una sola mancha por placa, se mandó a espectroscopía de IR, este espectro reveló que el componente era un glicé--



ruido, cuyas propiedades físicas determinadas son:

índice de refracción a 20° = 1.4697  
 densidad a 20° = 0.9062  
 punto de fusión = 20° - 23°

1.46488

glicérido

obtenido  
 Level  
 1.4629

### 2.-Pruebas químicas.

$Br_2/CCl_4$ .....presencia de dobles ligaduras;decoloración.

$KMnO_4$  al 2 %....presencia de insaturaciones;decoloración.

Prueba de alcoholes con  $CrO_3$ .....Negativa.

Estas pruebas indicaron la presencia de insaturaciones.

### 3.-Saponificación.

Se tomaron 9 ml del aceite, se colocaron en un matraz redondo 24/40 de 250 ml, se adicionaron 2 g de KOH disueltos en 20 ml de etanol destilado, se usó etanol en exceso como disolvente y se procedió a refluir la mezcla por un período de tres horas. Después se enfrió, se adicionaron 10 ml de agua y 20 ml de hexano, se agitaron las dos fases en un embudo de separación, se separó la fase hexánica, se evaporó el disolvente y quedó un residuo semisólido blanco, cuyo peso fué de 0.9 g, se trató de purificar y se mandó una muestra a IR, el espectro reveló ser un alcohol, que no ha sido identificado.

La capa acuosa se aciduló con HCl (1:1), lo que proporcionó dos fases, la acuosa con sales

KCl + H<sub>2</sub>O y una capa insoluble que contenía los ácidos grasos.

Los ácidos se metilaron con sulfato de dimetilo; una vez comprobada que la metilación era completa, mediante cromatoplaque, se mandaron a cromatografía de gases y se obtuvieron los siguientes resultados. Tabla No. I

TABLA No. I

ACIDO	%
<i>Láurico</i>	.....
<i>Mirístico</i>	0.01
<i>Palmitico</i>	3.60
<i>Petroselinico y oléico</i>	85.07
<i>Linoleico</i>	10.49

Análisis de la fracción extraída con hexano/acetato - de etilo.

La fracción III de la página 41 de color obscuro, se cromatografió en columna, empacada con 130g de gel de sílice. La cantidad cromatografiada fué de 11 g.

Se eluyó primeramente con hexano y se recogieron fracciones de 125 ml, las cuales después de llevar al rotavapor proporcionaron un aceite cristalino, aproximadamente 3 ml en la primera fracción y menor cantidad en las siguientes.

Una porción de este aceite se mandó a espectroscopía de IR y se obtuvo un espectro que corresponde a un hidrocarburo.

Las propiedades físicas de este aceite son:

índice de refracción .....	1.4793
densidad a 20° .....	0.8727
punto de fusión .....	-5° a -10°
punto de ebullición .....	a 245° - 250° se empieza a descomponer.

Posteriormente una cantidad de este aceite se mandó a cromatografía de gases, el cromatograma reveló ser una mezcla de hidrocarburos.

Habiendo salido todo el hidrocarburo, se eluyó la columna con hexano/benceno (90:10), y así se fué aumentando la polaridad y se obtuvo un líquido amarillo, que al enfriar solidifica y que presenta el-

aspecto de una cera.

Posteriormente con benceno se obtuvo una mezcla de ceras en pequeña cantidad.

*Extracto clorofórmico.*

Parte de este extracto se sometió a destilación a presión reducida, para separar sus componentes, pero la operación se suspendió debido a que el extracto comenzó a pirolizarse; sin embargo se recogió una pequeña cantidad destilada y fué identificada como linalol.

Posteriormente 20 g de extracto se cromatografiaron en columna con 150 g de gel de sílice. La columna se eluyó primeramente con hexano y se recogieron fracciones de 250 ml. Las primeras fracciones proporcionaron, después de llevarlas al rotavapor, un pequeño residuo, que por placa se identificó como el hidrocarburo obtenido anteriormente.

Se cambió la polaridad, aumentándola gradualmente, hasta utilizar benceno puro, así se obtuvieron tres fracciones que después de llevarlas al rotavapor, proporcionaron un aceite, el cual por placa mostró un Rf igual al del glicérido obtenido en la primera columna. El total de glicérido obtenido en esta columna fué de 20 ml.

Posteriormente empezó a salir una mezcla del glicérido y otro componente; una vez separado éste último, mostró por IR ser también un glicérido.

Se cambió la polaridad usando mezcla benceno/acetato de etilo (70:30) y se siguió obteniendo-

mezcla de glicéridos.

En las últimas fracciones obtenidas de la columna del extracto clorofórmico se obtuvo una mezcla de ácidos grasos libres, que fueron detectados como tales por placa fina.

Extracto etanólico.

10 g del extracto etanólico se cromatografiaron en una columna empacada con 135 g de gel de sílice. Al eluir con benceno se obtuvieron fracciones de 200-225 ml, que después de llevar al rotavapor, dejaron un aceite residual que por placa se identificó como un glicérido, el cual estaba en pequeña cantidad. Se cambió a mezcla de eluyente benceno/acetato de etilo (75:25), con esta mezcla de disolventes se obtuvieron fracciones, que al igual que otras obtenidas con acetato de etilo, después de evaporar el disolvente, se les cromatografió en placa, observándose que las manchas no corrían o bien solo se desplazaban un poco. Al utilizar acetato de etilo/metanol, se siguió obteniendo este residuo de color amarillo ámbar y olor a caramelo. Para comprobar presencia de azúcares, se aplicó al extracto prueba de Fehling, y la prueba resultó positiva.



Destilación por arrastre con vapor.

*Semilla originaria de Oaxaca.*

Se colocaron 175 g de semilla limpia y molida en un matraz de destilación de 1000 ml; se procedió a pasar vapor durante 12 horas, después de lo cual, el destilado obtenido se saturó con sal y se extrajo varias veces con éter destilado; la fase etérea, se secó con sulfato de sodio. Al evaporar el disolvente y reunir las fracciones se obtuvo un total de aceite esencial de 1.6502 g y se envasó en un recipiente protegido de la luz.

A este aceite se le hicieron las siguientes pruebas:

Prueba de la 2,4 D.N.F.H. .... positiva  
Por medio de cromatografía en placa se detectó linalol, que fué cuantificado por cromatografía de gases y que indicó un 67.24 %.

*Semilla originaria de Puebla.*

200 g de semilla limpia y molida se colocaron en el matraz de destilación, se hizo pasar vapor durante un tiempo de 12 horas, al cabo del cual, el destilado se saturó con sal y se extrajo varias veces con éter etílico, se secó con sulfato de sodio anhidro; al evaporar el disolvente se obtuvieron 0.5733 g de aceite esencial, al cual se le aplicaron las siguientes pruebas:

Prueba de la 2,4 D.N.F.H. .... negativa  
Una porción de este aceite se cromatografió en placa y se detectó linalol, que también fué cuantificado por

*cromatografía de gases y se encontró en 53.35 %.*

*Aceite de importación.*

*Según informes, este aceite proviene de Eu  
ropa. Se le aplicaron las siguientes pruebas:*

*Prueba de la 2,4 D.N.F.H. .... negativa  
Por cromatoplaça se detectó linalol, que al cuantifi--  
car por cromatografía de gases se encontró en un ----  
58.63 %.*

*Semilla de Oaxaca. Extracción con cloroformo.*

*La semilla residual de la destilación por  
arrastre con vapor, se sometió a extracción con cloro-  
formo.*

*77.5 g de semilla se colocaron en un ma--  
traz bola 24/40 de 1000 ml y se adicionó cloroformo -  
necesario para cubrir totalmente la semilla; se proce-  
dió a reflujar durante 3 horas, después de lo cual se  
filtró y la solución se llevó al rotavapor para evapo-  
rar el disolvente, quedando un residuo aceitoso de co-  
lor café oscuro y con un peso de 9.8155 g. Esta frac-  
ción se reunió con una segunda, obtenida de una segun-  
da extracción a la semilla que quedó; obteniéndose un-  
total de aceite graso de 13.0391 g, en el que fué de--  
tectado un glicérido.*

*Una porción de este extracto, de peso 3.22  
gramos se saponificó con KOH y metanol; los ácidos li-  
bres así obtenidos se metilaron con sulfato de dimeti-  
lo y se mandó a cromatografía de gases para saber su-  
composición. Se obtuvieron los siguientes resultados.-*

*Tabla No.2*

**TABLA No.2**

<b>ACIDO</b>	<b>¢</b>
<b>Láurico</b>	<b>0.38</b>
<b>Mirístico</b>	<b>0.56</b>
<b>Palmitico</b>	<b>6.13</b>
<b>Petroselinico y oléico</b>	<b>82.99</b>
<b>Linoleico</b>	<b>6.84</b>
<b>Eicosanoico</b>	<b>0.019</b>
<b>Dodecosanoico</b>	<b>0.23</b>

Se compararon los tres aceites: El de Oaxaca, Puebla y el de importación, por medio de cromatografía en placa; se observó que el aceite de Puebla tenía más semejanza al importado. El aceite esencial de Oaxaca difería de los dos anteriores.

Se hicieron placas comparativas con algunos posibles componentes del aceite (2), con los siguientes resultados: Citral (-), mentol (-), linalol -- (+), alfa pineno (+), limoneno (+), geraniol (+). Se mandó a cromatografía de gases una porción de cada aceite para cuantificar los componentes encontrados por placa y los resultados se muestran en la tabla No. 3

TABLA No. 3

Aceite de:	Linalol	a-pineno	limoneno	geraniol
OAXACA	67.24%	0.04%	0.38%	3.13%
PUEBLA	53.35%	0.15%	0.13%	2.5%
IMPORTADO	58.63%	0.01%	0.96%	0.92%

Las propiedades físicas determinadas de los aceites se muestran en la tabla No.4

TABLA No.4

Propiedades físicas determinadas

Origen	$n_D^{20^\circ}$	$d_{20^\circ}^{20^\circ}$	$(a)_D^{20^\circ}$	I.S.	Solubilidad en Alcohol. 70%	Color
Puebla	1.4620	0.9309	+10°33'	3.26	Sol.en 3 volúmenes.	amarillo.
Caraca	1.4592	0.9454	+13°85'	4.98	Sol.en 3 volúmenes	amarillo - ámbar
Importado.	1.4657	0.9018	+10°34'	22.9 <sup>a</sup>	opalescente en 4 vol.	incoloro.
Ruso	1.4630 a	0.863 <sup>b</sup> a	+9°30' a	2.8 a	Sol.en 2 volúmenes	incoloro.
	1.4661	0.875	+11°6'	7.5		
Húngaro	1.4636 a	0.864 <sup>b</sup> a	+10°15' a	10.3 a	Sol.en 2.5 o más volúmenes	incoloro.
	1.4645	0.865	+11°30'	12.1		

a De acuerdo a la literatura(50), un alto valor de esta propiedad física, puede considerarse una adulteración.

b A 25°

ANALISIS ECONOMICO

*Importación de Aceite Esencial de Cilantro en los Últimos Siete Años (51).*

<i>Año</i>	<i>Cantidad Kg</i>	<i>Valor \$</i>	<i>Valor prom. \$/Kg</i>
1970	742	117281	158.195
1971	296	56566	191.10
1972	69	11366	164.72
1973	697	168632	241.939
1974	364	111037	305.046
1975	521	280120	537.658
1976	1013	482192	476.00
1977	1871	880804	470.766

*El aceite esencial de cilantro se importa, principalmente para satisfacer la demanda en la industria de perfumería.*

*El aceite importado proviene principalmente de Estados Unidos, Francia y Suiza.*

*Aún cuando el Kg promedio de aceite importado tiene un precio de \$470.766, en el mercado nacional se cotiza a un precio más elevado. En Givaudan de México, se informó que el proveniente de Suiza tiene un precio de \$3100.00 el Kg.*

*La semilla tiene un costo de \$20.00 el Kg al menudeo y adquirida con el distribuidor y con un tiempo variable de almacenaje, lo que disminuye notablemente la cantidad de aceite.*

*Para hacer un análisis económico completo, debe de tenerse en cuenta que la semilla se puede-*

*aprovechar en su totalidad.*

*Por arrastre con vapor se obtiene el acei  
te esencial; por extracción con disolventes del resi--  
duo se obtiene el aceite graso y el material remanen-  
te puede ser utilizado como forraje con un contenido-  
de protefnas de 11 a 17 %.*

*Se sugiere establecer la industria en las  
zonas de producción para evitar gastos de transporte-  
y crear fuentes de trabajo en zonas poco industriali-  
zadas como son los Estados de Oaxaca y Tlaxcala.*



**CONCLUSIONES**

## Conclusiones

El aceite esencial de semilla se importa y su consumo ha aumentado en los últimos años.

México es un importante productor de cilantro, el que se destina únicamente para fines culinarios; no existen en el país procesadoras de semilla, es por lo tanto una industria en potencia, cuyo establecimiento traería los lógicos beneficios.

En este trabajo se trató de comparar las propiedades físicas del aceite esencial de cilantro mexicano, con los aceites extranjeros ruso y húngaro que destacan por su calidad.

Se observó que las propiedades físicas y la composición química de los aceites de Puebla y Oaxaca están dentro del margen aceptable para el aceite comercialmente utilizado. El rendimiento óptimo es de 0.943 %, observándose en esta misma semilla, que el rendimiento baja a 0.41 % después de cuatro meses de almacenamiento, por lo que se sugiere extraer la semilla lo más próximo a su tiempo de cosecha.

Los componentes no polares de la semilla, o sea el aceite graso, representan un 9 % de la misma.

Un 45 % del aceite graso, corresponde a un glicérido, cuya composición se determinó, encontrándose constituido por 85.07 % de ácido octadecenoico, cuyo mayor porcentaje corresponde al ácido petroselinico o 6,7 octadecenoico, el cual, además de su actividad antimicrobiana, es usado como agente suavizante y lubricante en la fabricación de fibras textiles y en la manufactura de rayón.

Dentro de los componentes no polares, se aisló también una mezcla de hidrocarburos parafínicos, cuya composición se sigue estudiando, ya que probablemente una parte de las propiedades lubricantes del aceite, sean debidas a dichos hidrocarburos.

En la literatura más reciente, se señalan otras aplicaciones industriales, alimenticias y farmacéuticas que tienen los aceites obtenidos del cilantro; por lo que serían de gran utilidad en nuestras industrias, principalmente en la metalúrgica y en la de plásticos.

Para aprovechar todos los componentes de la semilla, se sugiere hacer primero la extracción del aceite esencial por arrastre con vapor, después hacer la extracción con disolventes no polares para aprovechar hidrocarburos y glicéridos encontrados en gran proporción.

Lo conveniente es establecer la industria procesadora en las zonas productoras de la semilla para evitar gastos de transporte y crear fuentes de trabajo en zonas poco industrializadas.

BIBLIOGRAFIA

## Bibliografía Cilantro

- (1) *Martínez, M. Las Plantas Medicinales de México. -- 5a.Ed. Botas, México(1963).*
- (2) *Guenther, E. The Essential Oils. Vol. I, II, III, IV. - 3a.Ed. Van Nostrand Company, Inc. N.Y. - (1950).*
- (3) *Oseiko, I.N. Use of Hidrogenated Coriander Fatty - Oil in The Metalurgical Industry. Masloboino Zhirovov Prom. 36, (3), 39-41, - (1970). c.f. C.A. 73(1970)16603.*
- (4) *Registro de Cultivos. Apuntes personales del Ingeniero Agrónomo E. Nieto, en el Dpto. de Hortalizas y Frutas; Extensión Agrícola de la U.A.CH.*
- (5) *Spiridinova, I.S. Changes of Coriander Essential - Oil in Relation to The Plant Growth. - J. Gen. Chem., U.S.S.R. 6, 1536-8, (1936). c.f. C.A. 31(1937)1949.*
- (6) *Carlbom, J.A. Origin of Linalol in Coriander -- Oil. Composition and Structure of The Components of The Ethereal Oil of The Flower Stage of Coriandrum sativum. - J. Prakt. Chem. 144, 225-41, (1936). c.f. C.A. 30(1936)3722.*
- (7) *Ullmann, F. Enciclopedia de Química Industrial. -- Vol. V, sección III, 2a. Ed. Gustavo Gili, S.A. Barcelona(1952).*

- (8) Bryusova, Ya. L., Shagalova, Yu. R., Novikova, N. Decylaldehyde from The Oil of Blooming -- Coriander. *Sintezy Dushistykh Veshchestv, Sbornik statei.*, 247-52, (1939).  
c.f. C.A. 36(1942)3781.
- (9) Rovesti, P., Veneziani, F. Investigation of Some Medicinal Drugs of The Empire. IV. The Coriander Oils of The A.O.I. *Riv. Ital. - essenze, profumi, piante officinali, -- olii vegetali, saponi.* 21, 535-41, (1939)  
c.f. C.A. 36(1942)2684.
- (10) Miller, C. E. North Dakota Volatile Oils. III. Comparative Studies on Coriander Oil. *Talanta.* 14, 124-26, (1939).
- (11) Semmler, F. W. VII. Ueber Olefinische Bestandtheile ätherischer Oele. *Berichte.* 24, 206, -- (1891).
- (12) Gildemeister, E. Die Ätherischen Öle. Vol. I, pag. - 423, 3a. Ed., Akademie Verlag, Berlin --- (1956).
- (13) Pinder, A. R. *The Chemistry of The Terpenes.* London (1960).

- (14) Getmanskii, K.I., Kudryashov, I.A., Ershchenko, A.L. Prokopchuk, F.A. Introduction of Native Extracts of Medicinal Plants and Spices into Lotions and Shampoos. *Maslo-Zhir.Prom.* 35, (5), 25-8, (1969). c.f. C.A.71(1969)42162.
- (15) Nevolin, F., Kol'yu, A. Soap from Coriander-Seed Oil. *Masloboino Zhirovoe Delo.* (3), 26, (1934). c.f. C.A.30(1936)1599.
- (16) Cordonnier, R. Aromatization and Perfume of Natural Sweet Wines and Liqueur Wines. - *Ann.Technol.Agr.* 5, 75-110, (1956). c.f. C.A.50(1956)11605.
- (17) Nitschké, E. Aromatization of White Wines by "Coriandrum sativum". *Mitt Lebensm.Hyg.* 42, 7-13, (1951). c.f. C.A.45(1951)5874.
- (18) Khanin, L.M., Korotyayev, I.A., Prokopchuk, F.A., Perova, V.T., Vyazemskii, F.O. Antibiotic Properties of Extracts Obtained from Medicinal Plants by Extraction With Liquid Carbon Dioxide. *Khim. - Farm.Zh.* 2, (2), 40-4, (1968). c.f. C.A.68(1968)944.
- (19) Clifton, L.F., Husa, J.W. Antimolding Agents for Syrups. *J.Am.Pharm.Assoc.* 43, 438-40, (1954). c.f. C.A.48(1954)11730.

- (20) Murav'ev, A.I. *Substituting Coriander Tincture -- for Mint Tincture in Stomach Drops.* -- *Farmatsiya*. 9, (1), 32-3, (1946).  
c.f. C.A.41(1947)563
- (21) Violin, F.V., Shampanskii, S.A. *The Working Conditions and Formulas for Oiling of --- French Worsted Fabrics.* *Sherstyanoedelo* 19, (8), 6-8, (1940).  
c.f. C.A.37(1943)2940.
- (22) László, K., Béla, G. *Treatment of Experimental Tuberculosis of The Guinea Pig With Dihydrostreptomycin and Simultaneously With Substances Acting on The Host.* *Arch. intern. pharmacodynamie*. 117, 52--62, (1958). c.f. C.A.54(1959)9452.
- (23) Artem'ev, I.A. *Solubility of Plastics in Drugs.* -- *Aptech. Delo*. 14, (4), 13-21, (1965).  
c.f. C.A.63(1965)16137.
- (24) Artem'ev, I.A. *Permeability of High-Pressure Polyethylene and Polypropylene for Some Medicaments.* *Aptech. Delo*. 15, (6), 29--34, (1966). c.f. C.A.66(1967)58832.
- (25) Levit, S.M., Kazachkova, P.Z., Serebryakova, G.Z., Zabrán, S.V. *Technical Oleic Acid and Other Products for Production of Aviation and Lubricating Preparations.* -- *Maslo-Zhir. Prom.* 30, (7), 23-5, (1964).  
c.f. C.A.61(1964)12214.



- (26) *Pasechnik, S.M., Kaminskii, A.N., Oseiko, I.N., Chamfn, A.I., Petrovskii, A.A., Bedilo, S.G., Filatov, D.A., Shnitman, S.G., Pimenov, -- F.A. Lubricant for Cold and Hot Working of Metals. U.S.S.R., 256927, -- 11 Nov. 1969. Appl. 18 Jun. 1968. c.f. C.A. 73(1970)5231.*
- (27) *Oseiko, I.N., Khvorstyuk, O.R., Petrovskii, A.A., Kokaiev, M.P., Pimenov, F.A., Filatov, D.A., Chamfn, A.I., Solov'eva, A.N., Yokovlev, P.V. Cutting Fluid for Cold and Hot Pressure Working of Metals. U.S.S.R. 390132, 11 Jul. 1973. Appl. 1 636 897. 29 Mar. 1971. c.f. C.A. 83(1975) ---- 134838.*
- (28) *Polukhin, I.R., Zhadan, T.V., Elin, I.V., Kuz'michev, -- N.G., Bakuma, F.S., Oseiko, I.N., Yashin, V.V., Petrovskii, A.A., Gandzyuk, V.V., Petrov, P.M. Effectiveness of Using-Technical Lubricants for Cold Rolling of Alloy Steels. Metallurg. -- (Moscow), (10), 31-3, (1973). c.f. C.A. 80(1974)111501.*
- (29) *Nikolaev, A.V., Zykov, S.Yu., Koreshechuk, E.K., Dolya, S.V. Lubricating Properties of Fatty Oils from Some Plants. Probl. -- Razv. Met. Prom. (U.S.S.R.), 236-8, --- (1971). c.f. C.A. 78(1973)32915.*

- (30) Oseiko, I.N., Pasechnik, S.M., Kaminskii, A.N., Rabo---  
ta, P.A. Use of Coriander Fatty Oil in  
The Metallurgical Industry. Maslo----  
Zhir.Prom. 35, (8), 33-4, (1969).  
c.f. C.A.71(1969)103434.
- (31) Pasechnik, S.M., Kaminskii, A.N., Oseiko, I.N., Cha---  
mfn, A.I., Petrovskii, A.A., Pimenov, F.A.,  
Bedilo, V.A., Dorofeeva, S.N. Lubricant.  
U.S.S.R., 266 987, 01 Apr.1970. Appl. -  
28 Jan.1969. c.f. C.A.73(1970)27319.
- (32) Pasechnik, S.M., Kaminskii, A.A., Bedilo, V.A., Oseiko  
I.N., Chamfn, A.I., Petrovskii, A.A., ---  
Mytsik, A.P., Dorofeeva, S.N. Lubricant-  
for Hot Coating of Metals. U.S.S.R. -  
260 060, 22 Dec.1969. Appl.18 Jun.1968.  
c.f. C.A.72(1970)135726.
- (33) Habdas, J., Kwapniewski, Zbigniew, Madejski, Janusz, -  
Mrozinska, T. Oxidation of Technical -  
Lubricants. Czas.Tech., (5), 33-6, M1971.  
c.f. C.A.77(1972)141694.
- (34) Varentzov, I.V. The Mutual Relation Between The -  
Size of The Grain and The Yield of --  
Essential Oil from Coriander. Trans.-  
Sci.Chem.-Pharm.Inst.Moscow., (17), --  
183-6, (1927). c.f. C.A.23(1929)1722.

- (35) Chernukhin, A. *The Importance of Grinding Seeds - in The Manufacture of Coriander and Anise Ethereal Oils. Masloboino Zhiruovoe Delo.*, (5), 11-13, (1928).  
c.f. C.A.23(1929)3538.
- (36) Taskinen, J., Nykänen, L. *Volatile Constituents Obtained by The Extraction With Alcohol-Water Mixture and by Steam Distillation of Coriander Fruit. Acta-Chemica Scandinavica.*B29(4), 425-29, (1975).
- (37) Bykova, F.S., Popova, A.S., Pekhov, V.A. *Chemical Composition of a Carbon Dioxide Extract from Coriander Seed. Maslo-Zhir.---Prom.*37, (9), 33-5, (1971).  
c.f. C.A.75(1971)154913.
- (38) Bykova, F.S., Aleksandrov, G.L., Meerov, S.Ya., Anoshim, M.I. *Effect of Some Factors on The Yield of Linalool from Coriander Seeds on Extraction With Liquid Carbon Dioxide. Izv.Sev.Kavk, Nauchn. Tsentra Vyssh.Shk., Ser.Tekh.Nauk.*2, (4), 18-19, (1974).  
c.f. C.A.83(1975)65311.

- (39) *Korkiya, I.S., Petrova, A.N. Extraction of Coriander Oil from Aqueous Solutions by Adsorption on Aluminum and Iron Hydroxides. Tr. Vral'sk Politekhn. In-Ta. - (Sb. 222), 12-15, (1974). c.f. C.A. 83(1975)209316.*
- (40) *Ponomarev, D.E., Shlyapnikova, D.A. Collecting Essential Oil from The Air During The Treatment of Coriander. Maslo-Zhir. Prom. (6), 26-7, (1973). c.f. C.A. 79(1973)82958.*
- (41) *Vogel, I.A. Practical Organic Chemistry. 3a. Ed. -- Longman, London (1956).*
- (42) *Subbaram, R.M., Youngs, G.C. Determination of The Glyceride Structure of Fats. Glyceride Structure of Fats With Unusual Fatty Acids Compositions. J. Amer. Oil Chem. Soc. 44, (7), 425-8, (1967).*
- (43) *Placek, L.L. A Review on Petroselinic Acid and Its Derivatives. J. Am. Oil Chemists' Soc. 40, (8), 319-29, (1963).*
- (44) *Fore, P.S., Ward, L.T., Dollear, G.F. The Preparation of Lauryl Alcohol and 6-Hydroxyproic Acid from Petroselinic Acid. - J. Am. Oil Chemists' Soc. 40, 30-33, (1963).*

- (45) Novak, F.A., Clark, C.G. Antimicrobial Activity of Some Ricinoleic and Oleic Acid Derivatives. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 38, 321-24, - (1961).
- (46) Privett, S.O., Nadenicek, D.J., Weber, P.R., Pusch, J.F. Petroselinic Acid and Nonsaponifiable - Constituents of Parsley Seed Oil. *J. - Am. Oil Chemists' Soc.* 40, 28-30, (1963).
- (47) Morris, J.L., Wharry, M.D., Hammond, W.E. Chromatographic Behavior of Isomeric Long-Chain-Aliphatic Compounds. II. Argentation -- Thin-Layer Chromatography of Isomeric Octadecenoates. *Journal of Chromatography*. 31, 69-76, (1967).
- (48) Schlenk, H., Holman, T.R. Separation and Stabilization of Fatty Acids by Urea Complexes. *J. Am. Chem. Soc.* 72, 5001-5004, ---- (1950).
- (49) Chovanov, D., Agova, M., Chuparova, E., Cholukova, R. - Preparation of Pure Petroselinic Acid. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 43, (11), 625-6, ---- (1966).
- (50) Villavechfa, V. Tratado de Química Analítica Aplicada. Vol. II y IV. 3a. Ed. Gustavo Gili, - S.A., Barcelona (1949).
- (51) Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior de -- los E.U.M., 1970-1977. Sría. de Indus- -- tria y Comercio.

- (52) *Berl-Lunge-D'Ans. Métodos de Análisis Químico-Industrial. Apéndice III, Edit. Labor, S.A. (1950).*
- (53) *The Merck Index. An Encyclopedia of Chemicals -- and Drugs. 9a. Ed. Published by Merck & Co., Inc. Rahway, N.Y. (1976).*
- (54) *Dyer, R.J. Aplicaciones de Espectroscopía de Absorción en Compuestos Orgánicos. Prentice/Hall Internacional, 1973.*
- (55) *Tarnutzer, A.C., Rittschof, A.L., Boruff, S.C. Absorption Spectra of Volatile Essential -- Oils. Detection of Alpha-Dicarbonyl -- Compounds. Ind. Chem. Anal. 16, 625-4, -- (1944).*