

4 20j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

ESTUDIO QUIMICO DE LA OLEORRESINA DE  
CHILE DE ARBOL

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
Q U I M I C O  
P R E S E N T A N:  
CARLOS RODRIGUEZ PALAFOX  
EDITH MARTINEZ VAZQUEZ

Director de Tesis:  
Q. VICTORIA O. HERNANDEZ PALACIOS





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 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

1. INTRODUCCION .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
2.1.1. Clasificación botánica .....	3
2.1.2. Zonas de producción .....	3
2.2. Oleorresinas .....	4
3. MATERIALES Y METODOS .....	9
3.1. Análisis de la materia prima .....	10
3.2. Elección del disolvente más adecuado para la extracción de la oleorresina .....	15
3.3. Obtención de la oleorresina .....	16
3.4. Determinación de la calidad de la oleorresina .....	16
3.4.1. Apariencia y olor .....	16
3.4.2. Disolvente residual en oleorresinas .....	16
3.4.3. Unidades Scoville .....	20
3.4.4. Determinación de Capsaicinoides .....	22
3.4.5. Color en oleorresinas de Capsicum .....	27
3.4.6. Solubilidad de oleorresinas de Capsicum frutescens .....	32
3.4.7. Determinaciones analíticas complementarias .....	32
4. RESULTADOS .....	36
5. DISCUSION .....	46
6. CONCLUSIONES .....	49
7. BIBLIOGRAFIA .....	50

## 1. INTRODUCCION

México es un país con abundantes y variados recursos naturales que deben ser aprovechados de manera integral y racional para contribuir a mejorar la economía nacional sin alterar el equilibrio ecológico, por lo que se considera importante cualquier contribución que se realice en este sentido.

El chile es uno de los cultivos hortícolas de importancia en el país, por ser aquí donde se consume en mayor cantidad, en este trabajo estudiaremos específicamente al chile de árbol ( *Capsicum frutescens* ), que se clasifica en la literatura ( 9,29,38 ), dentro del grupo de especias, definidas como " partes de ciertas plantas en estado natural, desecadas y / o objeto de elaboración mecánica que por su sabor o aroma característicos sazonan y dan sabor a los alimentos para consumo humano " ( 58 ).

Las especias en general, pueden ser utilizadas directamente en la producción de alimentos, pero esto presenta ciertos problemas técnicos como la presencia de suciedad en las mismas, variaciones que puede presentar el producto dependiendo de su origen geográfico, técnicas de cultivo, época de cosecha, etc. así como pudrición del producto por exceso de humedad y aparición de mohos. Estos problemas pueden resolverse con el uso de extractos obtenidos a partir del material vegetal, como son los aceites esenciales y las oleorresinas, productos que concentran el olor y sabor característico de la especia .

### Hipotesis :

Es posible industrializar el chile de árbol a través de la obtención de su oleorresina, si ésta es de la calidad adecuada para su comercialización .

El objetivo general del trabajo es realizar la extracción y un estudio químico de la oleorresina de Chile de árbol, de dos zonas productoras - del país, con la finalidad de poder recomendar su obtención y comercialización a nivel industrial, lo cual ayudaría al aprovechamiento más - adecuado de este producto vegetal.

La metodología utilizada es la siguiente :

- 1) Evaluación de la calidad de la materia prima, en la que se le determina, ( humedad, cenizas, fibra cruda y extracto etéreo ).
- 2) Elección del disolvente más adecuado para la extracción de la oleo - resina ( recuperación, residuo presente en la oleorresina y apa -- riencia de la oleorresina ) .
- 3) Evaluación de la calidad de la oleorresina, utilizando para este fin los métodos analíticos oficiales reportados en la literatura ( 1,2,3 13 ), para los parámetros de pungencia, color y solubilidad y en algunos casos adaptando el método, como los utilizados para la deter - minación del disolvente residual y la determinación de Capsaicinoides ( 16,52 ), seleccionando los que por su sencillez y rapidez, pue - dan ser aplicados industrialmente.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. El chile de árbol

#### 2.1.1. Clasificación botánica

A los frutos de las plantas del género *Capsicum*, familia solanaceae se les designa genéricamente con el nombre de chile, independientemente de la especie botánica ( 38 ).

El chile se cultiva y se usa como alimento en la dieta diaria de la población mexicana. Se le clasifica dentro del grupo de especias como - la pimienta negra, el anís, etc. por sus propiedades sensoriales que se aprovechan en la elaboración de productos alimenticios.

El chile de árbol, objeto de estudio de este trabajo pertenece a la especie frutesces y por su forma alargada recibe también los nombres de " alfilerillo ", " pico de pájaro " y por su pungencia recibe el nombre de " bravo " ( 9,29 ).

#### 2.1.2. Zonas de producción y condiciones de cultivo.

La producción mundial de chiles se estima actualmente en un millón de - toneladas anuales siendo los principales productores : la India, España Japón, Estados Unidos y México ( 61 ).

En el país se cultivan una gran variedad de chiles que tienen forma tamaño, color y sabor muy diverso, siendo este cultivo de importancia - por el área sembrada y volumen de producción.

La siembra de chile de árbol en México, es relativamente nueva sien\_ do los altos de Jalisco y costas de Nayarit las principales zonas pro- ductoras . En las zonas de Yahualica, Jalisco se siembran 800 Has. bajo condiciones de riego y la cosecha se realiza en los meses de septiembre y octubre. En los municipios de Villa Union, el Rosario y Ecunualpa en -

Sinaloa se siembran 400 Has, durante el ciclo otoño - invierno y se cosechan en los meses de febrero a abril ( 29 ).

En las regiones de Zacualpan y Recuala en Nayarit se siembran 400- hectáreas y en menor escala se siembran en los estados de Zacatecas y - Aguascalientes .

Su cultivo se adapta a climas subtropicales húmedos, así como subtropicales secos con temperaturas mínimas de 10°C y alturas que varían de 0 a 2000 m. sobre el nivel del mar, generalmente requiere una precipitación pluvial de 750 a 1500 mm., no acepta el agua abundante, la inundación lo daña, requiere suelos ricos en fósforo y calcio.

La planta de chile de árbol tiene hábito de crecimiento erecto, con tamaños que varían de 50 a 80 cm. en siembra de riego. El tallo principal se bifurca dando origen a ramas primarias y secundarias. El fruto es de forma alargada, puntiagudo, delgado, de cuerpo cilíndrico y levemente ondulado, el tamaño varía de 4 a 8 cm. de largo por 5 a 9 mm. de ancho y el pericarpio es delgado.

El color inmaduro es variable, desde frutos amarillos hasta verde oscuro y en frutos maduros el color va desde anaranjado hasta rojo intenso ; la posición del fruto puede ser erecta, horizontal o colgante - normalmente tiene un fruto por axila sin embargo se han encontrado plantas con 7 a 11 frutos en forma de ramillete.

El chile de árbol se consume en seco, secándose a tal grado la pulpa y placenta, que el fruto queda traslúcido, pudiendo apreciar a contra luz las semillas del mismo ( 29,36 ).

El chile es ampliamente usado en la industria alimentaria como saborizante, en medicina como carminativo y en la industria de los cosméticos ( 57 ).

## 2.2 Oleorresinas

Las especias se pueden usar en forma directa o bien en preparados -

que se obtienen de la materia prima a través de procesos de extracción. Uno de estos productos son las llamadas oleorresinas.

Las oleorresinas son concentrados de color variable, líquidos viscosos que contienen una porción volátil ( aceite esencial ) y una no volátil ( resinas, gomas, etc. ), que forman y describen el aroma y sabor característico del producto del cual se obtuvo ( 33 ).

Entre los componentes de las oleorresinas encontramos pigmentos naturales y otros compuestos como taninos, flavonas, etc. ( 32 ). Las características de la oleorresina se determina en gran parte por el disolvente usado en la extracción, es muy importante seleccionar para cada especie el que produce un buen rendimiento de oleorresina. A continuación se presentan los disolventes más comunmente utilizados, que se clasifican en tres grupos :

- a) Disolventes polares. Tienen constante dieléctrica alta y son miscibles en agua entre los cuales se encuentran, los alcoholes ( como el etanol ) y la acetona.
- b) Disolventes no polares. Tienen constante dieléctrica baja y generalmente no son miscibles en agua por ejemplo, hidrocarburos del petróleo.
- c) Hidrocarburos clorados. Son disolventes con punto de ebullición bajo y son inmiscibles en agua, ejemplos de ellos son el cloroformo, diclorometano y el tricloroetileno.

Cuando se manejan grandes volúmenes de disolvente, es muy importante tener presente la flamabilidad y toxicidad, sobre todo si existe algún riesgo de acumulación de vapores lo cual está ligado a la producción comercial de oleorresinas.

Los disolventes clorados no flamables tienen ventajas en este aspecto , pero generalmente son más tóxicos, por lo que en su empleo se debe



considerar este riesgo de salud, no rebasando las cantidades de disolvente residual permitidas por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos ( U.S.F.D.A. ).

Dependiendo del disolvente usado para la extracción, el producto varía en su forma física, desde su color, viscosidad, densidad y su sabor pudiendo presentarse como líquido, semisólido y sólido.

Un excesivo vacío y calentamiento en la destilación para remover las últimas trazas de disolvente pueden alterar la constitución de los componentes termolábiles y que en casos extremos provoca una pérdida completa de las características principales del aceite presente, resultando un producto de baja calidad. En trabajos recientes se han usado gases licuados como el dióxido de carbono, óxido de nitrógeno y etano como disolventes, el gas seco es usado para la extracción de fracciones aromáticas y el gas húmedo para los componentes hidrofílicos de saborizantes ( 24 ).

Las oleoresinas forman actualmente un importante grupo de saborizantes, ya que el amplio uso de éstas en la industria de los sabores ha hecho que, el valor de estos productos se incremente día a día, jugando un papel muy importante como materia prima en la química de los sabores y también como sustitutos de especias y hierbas en diferentes industrias entre las que podemos mencionar, la industria cárnica, papatera, de botanas, así como también industrias que fabrican productos culinarios .

Por su amplia utilidad en los productos alimenticios, las oleoresinas tienen ventajas sobre las especias, ya que son concentrados mucho más fuertes que éstas, de ahí que sea necesaria su dilución, siendo una de las más importantes en forma de dispersiones o más recientemente de encapsulados ( 17,33 ).

Las oleoresinas poseen un antioxidante natural que presenta la especie original, este atributo es de gran valor cuando son usadas para-

sazonar carnes o productos donde el color es importante en su presentación. Con ciertas excepciones, se obtiene un buen sabor y color por largos períodos, conservándolas en lugares frescos y tapados para evitar contaminación por agentes extraños a la oleoresina.

Las oleoresinas preparadas de especias del género *Capsicum* han logrado una aplicación y comercialización importante en alimentos procesados y son llamadas oleoresinas *Capsicum*, caracterizadas por su color y sabor pungente.

El aceite esencial de las oleoresinas de las diversas clases de *Capsicum* es de poca importancia, ya que se presenta en pequeñas cantidades en contraste con la grasa que forma más del 90 % del extracto -- ( 48 ).

El alcaloide Capsaicina fué por largo tiempo considerado como el único compuesto de esta clase de *Capsicum*, sin embargo estudios recientes ( 7,32 ), mostraron que consiste en una mezcla de diferentes amidas, como se puede observar en la figura Nº 1.

Otros constituyentes incluyen carotenoides, que son los responsables de los colores amarillos y rojos que presentan los productos naturales ( 32 ).

El alcaloide Capsaicina es fuertemente irritante a los ojos y a la piel, produciendo una intensa sensación de quemadura. La tintura de *Capsicum* y sus extractos alcohólicos son considerados desde moderados hasta altamente tóxicos e irritantes para las membranas mucosas, sin embargo son ampliamente utilizadas en preparaciones de rubefacientes auxiliares para el tratamiento de artritis y reumatismo ( 7,57 ).

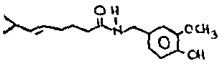
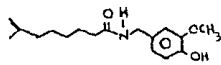
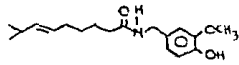
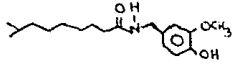
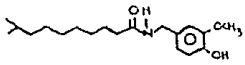
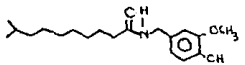
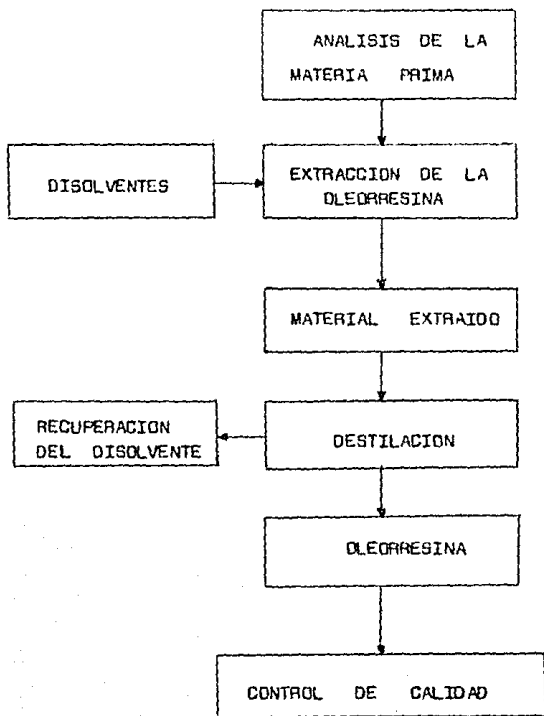
Estructura	Nombre Común	Peso Molecular
	Norcapsaicina	289
	Nordihydrocapsaicina	291
	Capsaicina	303
	Dihydrocapsaicina	305
	Homocapsaicina	317
	Homodihydrocapsaicina	319

FIGURA ( 1 ). Estructura de Capsaicinoides en Capsicum

### 3. MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se realizó con muestras comerciales de Chile de árbol seco (*Capsicum frutescens*), de dos zonas productoras: Zacatecas y Jalisco.

Se muestra a continuación un diagrama de flujo de las diferentes etapas que comprende el trabajo experimental.



### 3.1. Análisis de la materia prima.

La calidad de una oleoresina depende de la materia prima que se utiliza, con el objeto de conocer ésta, se realizó un análisis previo del chile de árbol, los parámetros que se le determina a este tipo de productos son :Contenido de humedad, cenizas totales, extracto etéreo - y fibra cruda ( 1,2 ).

#### 3.1.1. Humedad

Es uno de los análisis más importantes desde el punto de vista económico y de calidad, debido a que una excesiva humedad en las especies conduce al desarrollo de hongos durante su almacenamiento, de tal manera que daña al producto y altera su calidad.

##### 3.1.1.1. Materiales

- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Estufa ( temperatura constante )
- Pinzas largas para crisol

##### 3.1.1.2. Método

Se lleva a cabo de acuerdo al método oficial de análisis de A.S.T.A ( 2 ), y se basa en la medición de la diferencia de pesos, que tiene la muestra al pasar por un proceso de temperatura controlada en el cual el agua es evaporada. Se realiza por desecación en una estufa a 105°C, durante 6 horas, de una muestra de 1g. de chile de árbol molido, dentro de un crisol previamente puesto a peso constante, se deja enfriar en un desecador, después se pesa hasta obtener un valor  $\pm$  constante.

El porcentaje de humedad se calcula como sigue :

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{peso del residuo de la ignición ( g )}}{\text{peso inicial de la muestra ( g )}} \times 100$$

### 3.1.2. Cenizas Totales

Esta determinación es un indicador de la limpieza de la materia prima, las cenizas son el residuo inorgánico presente en el producto después que se le ha sometido a una calcinación para eliminar la materia orgánica. Un excesivo residuo indica que la muestra ha sido contaminada, con basura u otros materiales inorgánicos extraños a la especie.

#### 3.1.2.1. Materiales

- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Mechero
- Mufla de incineración
- Pinzas largas para crisol
- Triángulo de porcelana
- Tripie

#### 3.1.2.2. Método

Se lleva a cabo de acuerdo al método oficial de análisis de la A.O. A.C. ( 1 ), se pesa alrededor de 1 g. de chile de árbol, en un crisol de porcelana puesto previamente a peso constante, se quema en un mechero sobre un triángulo de porcelana el crisol y su contenido hasta suspensión de gases, se calcina en una mufla entre 550 - 600°C, durante 2- horas continuas o hasta ceniza blanca, se enfria en un desecador y se pesa. El contenido de cenizas se calcula como sigue :

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{peso de las cenizas ( g )}}{\text{peso de la muestra ( g )}} \times 100$$

Nota : Hacer no menos de dos repeticiones por muestra

### 3.1.3. Extracto Etéreo

Como su nombre lo indica, determina la cantidad de materiales de la especie solubles en éter, éste es usado como un indicador empírico de la calidad.

#### 3.1.3.1. Materiales

- Aparato soxhlet
- Cartucho ( papel filtro )
- Desecador
- Matraz bola de 100 ml. pyrex
- Parrilla con placa térmica
- Pinzas cortas para crisol

#### 3.1.3.2. Reactivos

- Eter de petróleo o éter etílico anhidro

#### 3.1.3.3. Método

Se lleva a cabo de acuerdo al método de análisis de la A.O.A.C. ( 1 ) se pesa dentro de un cartucho de papel filtro secado previamente alrededor de 1 g. de chile de árbol, se seca el matraz de extracción durante una hora a 105°C, se enfría en desecador y se pesa, se colocan dentro de este 70 ml. de éter etílico anhidro y se realiza la extracción en un soxhlet durante 8 horas continuas.

Se elimina el éter, y el matraz se pesa con la grasa extraída. El contenido de grasa se calcula como sigue :

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{gramos de grasa}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

#### 3.1.4. Fibra Cruda

La determinación de fibra cruda, es una medida de la materia orgánica del residuo que queda después de la digestión ácida y posterior digestión alcalina del material previamente desengrasado, tomando como blanco la fibra de asbesto grado gooch.

##### 3.1.4.1. Materiales

- Crisol de porcelana
- Desecador
- Espátula
- Matraces kjeldahl de 100 ml.
- Mufla de incineración
- Mechero
- Papel filtro Watman Nº 40
- Soporte universal
- Tela de alambre
- Tripie
- Equipo para vacío

##### 3.1.4.2. Reactivos

- Ácido sulfúrico 0.25 N
- Hidróxido de sodio 0.25 N
- Asbesto grado gooch ( fibra media )
- Solución indicadora de fenolftaleína



### 3.1.4.3. Método

Se lleva a cabo de acuerdo al método de análisis de la A.O.A.C.(1) se pesa 1 g de chile de árbol molido, 0.5 g de fibra de esbeto grado - gooch, se agregan 15 ml de ácido sulfúrico 0.25 N, en un matraz kjel - dahl, se hierve vigorosamente durante 30 minutos con mechero, se filtra con vacío y se lava con agua caliente, se desprende la muestra del papel filtro y se agregan 15 ml de hidróxido de sodio 0.25 N, se hierve - nuevamente durante 30 minutos y se lava con agua, se desprende la muestra y se pesa en un crisol de porcelana, se incinera en una mufla a 600 °C durante 4 horas, se toma como blanco una digestión similar con fibra de asbeto sin muestra. El contenido de fibra cruda se calcula como sigue :

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{\text{peso de la muestra de ignición} - \text{peso del blanco}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

Los resultados obtenidos para la materia prima, se reportan en la tabla 6.

### 3.2. Elección del disolvente más adecuado para la extracción de la oleo-resina.

El disolvente es seleccionado cuidadosamente con el fin de tener productos que conserven el olor y sabor original característico de especias así como la obtención del óptimo rendimiento y la calidad en la oleo-resina extraída. De los disolventes polares, no polares y clorados, se eligieron los siguientes por ser los más utilizados en la extracción de oleoresinas: Etanol, acetona, cloroformo, cloruro de metileno y tricloroetileno.

#### 3.2.1. Materiales

- Aparato soxhlet
- Reostato
- Mantilla
- Quickfit

#### 3.2.2. Reactivos

- Etanol
- Acetona
- Cloroformo
- Cloruro de metileno
- Tricloroetileno

#### 3.2.3. Método

Se pesa una muestra de 12,5 g de chile de árbol, seco y finamente pulverizado dentro de un cartucho de papel filtro previamente pesado, se extrae en un soxhlet con 150 ml de c/u de los diferentes disolventes por separado durante 4 horas continuas.

El extracto se concentró en rotavapor y se mide el volumen del disolvente recuperado. Los resultados se presentan en la tabla 7 .

### 3.3. Obtención de la oleorresina.

Una vez seleccionado el tricloroetileno como disolvente más adecuado se eligieron las condiciones óptimas para la extracción de la oleorresina, siendo la máxima en un tiempo de 10 horas continuas.

Después de 7 extracciones en soxhlet, se determinó que hay un rendimiento del 12% en relación a la cantidad de chile seco y la cantidad de oleorresina obtenida, esta se concentró en rotavapor para eliminar el disolvente de la oleorresina.

### 3.4. Determinación de la calidad de la oleorresina.

Las especificaciones de calidad para oleorresinas del género *Capsicum*, dadas en Estados Unidos por la Asociación de Aceites Esenciales ( E.O.A. ) ( 13 ), incluyen constantes físicas y químicas, tales como : - Apariencia y olor, valor de color, unidades Scoville y solubilidad de la oleorresina en una variedad de disolventes. Así como disolvente residual permitido en productos finales por la Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos ( U.S.F.D.A. ) (17).

#### 3.4.1. Apariencia y olor.

La oleorresina no debe tener precipitados, su consistencia debe ser la de un aceite y con olor característico muy pungente.

#### 3.4.2. Disolvente residual.

Es una de las determinaciones más importantes para este tipo de productos, las regulaciones publicadas por la Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos (17), para el límite de disolvente residual-

permitido en oleorresinas se presentan a continuación :

Disolvente	Concentración (ppm.) max.
Acetona	30 ppm.
Alcohol isopropilico	50 ppm.
Alcohol metilico	50 ppm.
Clorados	30 ppm.
Hexano	25 ppm.

TABLA ( 1 ). Valores maximos de disolvente residual.

La cantidad máxima permitida de tricloroetileno en oleorresinas es - de 30 ppm, para la determinación de la cantidad de disolvente residual - se utilizó el método modificado de patrón interno de la Fritzsche & Olcott Inc. (16), que consiste en una destilación por arrastre de vapor, - seguido por cromatografía de gases que permite detectar la cantidad de - disolvente encontrado en el producto final.

#### 3.4.2.1. Materiales y equipo

- 1.- Aparato para la destilación. Se puede usar el aparato para la de - terminación de aceites volátiles ( Neo - Clevenger ).
- 2.- Embudo de separación
- 3.- Cromatógrafo de gases Hewlett - packard 5840A
  - Columna : OV - 101 dimetil silicón sobre cromosorb Q ( 80/100 )

- ( de 1/4 " d.e. x 6mm. y 12 pies de longitud ), mantenida con una temperatura inicial de 75°C, hasta una temperatura máxima de 400°C.
- Detector de ionización de flama, con temperatura de 250°C
  - Inyector con temperatura de 250°C
  - Gas para el detector ; hidrógeno y aire
  - Gas para la columna ; nitrógeno
  - Flujo del gas acarreador ; 20 ml/ min.

#### 3.4.2.2. Reactivos

- Sulfato de sodio anhidro
- Solución de referencia. Se prepara una solución de 2500 ppm. de benceno en tolueno; el benceno puede ser determinado por normalización y también por cromatografía de gases.

#### 3.4.2.3. Método

Se pesan 50 g de oleoresina, se toma 1 ml. de una solución de referencia, 10 g de sulfato de sodio anhidro, 50 ml. de agua. Se coloca todo en un matraz de fondo redondo de 250 ml. con un agitador magnético se calienta para efectuar el arrastre por vapor y se colectan 15 ml. del destilado, éste se pasa a un embudo de separación. Para permitir la separación de las dos fases, todos los disolventes se presentan en la fase orgánica.

- Calibración del instrumento.

Se determina la respuesta del detector para relaciones conocidas de disolventes residuales, se determinan inyectando mezclas conocidas de disolventes y la solución de referencia. Los niveles de los disolventes y la solución de referencia deben ser de la misma concentración en que estarán presentes en la muestra de análisis. Para la determinación de las áreas de los disolventes respecto al benceno, se calcula un factor

de calibración C, como sigue :

$$C(\text{ disolvente}) = \frac{\% \text{ en peso de disolvente}}{\% \text{ en peso de benceno}} \times \frac{\text{área del benceno}}{\text{área del disolvente}}$$

La recuperación de los disolventes de la muestra de oleoresina respecto a la recuperación de benceno, se presenta a continuación.

Disolvente	% de recuperación (disolvente/benceno)
Hexano	52 %
Acetona	85 %
Isopropanol	100 %
Metanol	87 %
Cloruro de metileno	87.5 %
Dicloruro de etileno	102 %
Tricloroetileno	113 %

TABLA ( 2 ). Valores de disolventes usados por el método Fritzsche

- Cálculos para disolvente residual.

Para determinar las partes por millón ( ppm. ), de disolvente residual se utiliza la siguiente ecuación :

$$\text{ppm.} = \frac{43.4 \times C (\text{disolvente}) \times 100}{\% \text{ de recuperación del disolvente}} \times \frac{\text{área de disolvente}}{\text{área de benceno}} \quad (1)$$

En la cual 43.4 son las ppm. de benceno como patrón interno, relacionado a los 50 g de la oleorresina tomados para el análisis, Para fines prácticos consideramos que el factor de calibración C, sea igual a 1 ( por usar disolventes puros ) y con base en los tiempos de retención relacionados con las áreas presentadas en el cromatograma para disolvente residual utilizando el método modificado por la Fritzsche Dodge & Diccott Inc. (16) y con ayuda de la ecuación (1), Se calculan las ppm. del disolvente residual presente en la muestra, reportandose en la tabla 8.

### 3.4.3. Unidades Scoville

La determinación de Unidades Scoville, es un método sensorial para determinar la pungencia de algunos productos por medio de diluciones, es una medida de la calidad de la oleorresina de especias Capsicum.

El método seguido para la determinación de Unidades Scoville es el de la Asociación de Aceites Esenciales ( E.O.A. ) (3), para oleorresinas de Capsicum, que consiste en probar soluciones preparadas de azúcar agua, etanol y oleorresina. El resultado es aquel en el cual se siente una sensación de pungencia en la garganta al tomar la solución preparada .

#### 3.4.3.1 Materiales

- Matraz volumétrico pyrex de 50 y 100 ml.
- Vaso de precipitados pyrex de 100 y 250 ml.
- Probeta graduada de 100 ml.

### 3.4.3.2. Reactivos

- Sacarosa
- Etanol ( 95 % )
- Oleorresina de Capsicum frutesces

### 3.4.3.3. Método

- 1.- Se pesan 0.2 g de oleorresina.
- 2.- Se preparan 22 ml. de azúcar al 10 % y se diluyen a 140 ml. con - agua ( solución de azúcar ).
- 3.- La oleorresina se disuelve en etanol ( 95 % ) y después se afora a 50 ml. ( solución alcohólica ).
- 4.- La solución patrón, se prepara con 0.5 ml. de la solución alcohólica de la oleorresina, se agregan 22 ml. de la solución de azúcar y por último se añaden 118 ml. de agua.

El volumen de la solución patrón en la columna A, se mezcla con un volumen de solución de azúcar columna B. y al volumen total es llamado solución testigo columna C. Las preparaciones a probar se realizan de la siguiente manera :

A Sol. patrón ( ml. )	B Sol. de azúcar ( ml. )	C Sol. testigo ( ml. )	U.Scoville
20	0	20	240,000
20	10	30	360,000
20	20	40	480,000
20	30	50	600,000
20	40	60	720,000
20	80	100	1200,000

TABLA ( 3 ). Diluciones para determinar U. Scoville



El volumen total se da a probar a 5 panelistas, reportando el valor de Unidades Scoville obtenido, en la tabla 9.

#### 3.4.4. Determinación de Capsaicinoides.

La determinación de la pungencia, que es uno de los parámetros de - calidad de la oleoresina, es debido a los Capsaicinoides que se encuen- tran presentes en el producto y de ahí se deriva su valor comercial.

Entre los métodos para la determinación de Capsaicinoides, usados - para la separación y purificación se tiene la cromatografía: en columna capa fina, papel, gas y más recientemente cromatografía de líquidos de - alta resolución y métodos espectrofotométricos usando reactivos cromo - génicos específicos ( 7,32,60 ).

El método que se utilizó es descrito por Schulte ( 52 ), con algunas modificaciones, que consiste en el cambio de reactivo cromogénico, por - la inestabilidad que presenta éste. La separación, que se basa en la - solubilidad de los Capsaicinoides, que es de ésta manera extraída de la oleoresina y posteriormente la purificación por cromatografía en colum- na . La determinación se lleva a cabo espectrofotométricamente.

##### 3.4.4.1. Materiales

- 1.- Espectrofotómetro Perkin Elmer Coleman modelo 6/20
- 2.- Celdas para medir absorbancia
- 3.- Columna para cromatografía pyrex N° 2145
- 4.- Matraz aforado de 5 y 25 ml.
- 5.- Rotavapor

##### 3.4.4.2. Reactivos

- Vainillina RA
- Etanol absoluto

- Carbón activado
- Alúmina
- Carbonato de sodio
- Reactivo cromogénico ( Folin - Denis ) . Se prepara calentando a ebullición durante 2 horas , una mezcla de 10 g de tungstato de sodio, 75-mililitros de agua , 2 g de ácido fosfomolibdico y 5 ml. de ácido fosfórico al 85 % . Se enfría a temperatura ambiente y la solución se afiora a 100 ml. con agua destilada.

#### 3.4.4.3 Método

- 1.- Se pesan 5g de oleoresina y se agregan 25 ml de etanol absoluto
- 2.- Se prepara una columna previamente empaquetada con 10 g de alúmina
- 3.- Se percolan 10 ml de la solución etanólica y se obtiene un eluato incoloro.
- 4.- El eluato se concentra en rotavapor , eliminando el disolvente. El residuo se disuelve en 5 ml de agua destilada.

- Preparación de la solución para realizar la curva patrón.

- 1.- Se preparan 100 ml de una solución de vainillina 0.01 g/l.
- 2.- De esta solución se toman volúmenes de 0.5 a 2 ml en 5 tubos de ensayo .
- 3.- Se añaden 0.5 ml de reactivo cromogénico y se agita manualmente durante 2 minutos .
- 4.- Se agrega 1 ml de solución saturada de carbonato de sodio , se agita manualmente durante 15 minutos.
- 5.- Se agrega agua destilada hasta completar un volumen de 10 ml.
- 6.- Se deja reposar durante 30 minutos , se filtra y se lee la absorbancia en un espectrofotómetro Perkin - Elmer a 725 nm.

7.- El blanco se prepara de la misma forma, pero no se agrega muestra de vainillina.

En la tabla 4, se presentan datos para determinar la concentración de Capsaicinoides, la cantidad de Capsaicinoides se determinó a partir de una curva patrón en la que se graficaron concentraciones de vainillina pura contra absorbancia. Para corregir la diferencia en los pesos moleculares entre el patrón ( vainillina ) y la Capsaicina, el valor obtenido para la referencia se multiplicó por 2 .

En la determinación de la pungencia con base en el método instrumental elegido, con ayuda de la tabla 4. y utilizando la curva patrón de vainillina y considerando la dilución de la oleorresina. Los resultados se presentan en la tabla 10.

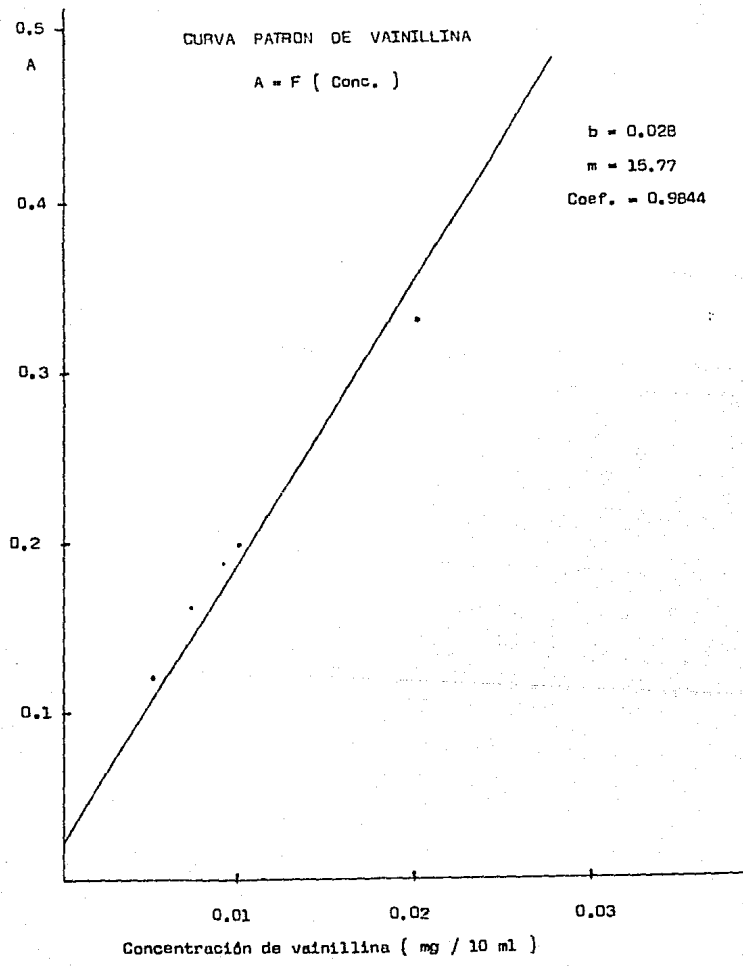
	A	B	C	ml. de H <sub>2</sub> O	Conc. de vainillina ( mg/10 ml )	Conc.eq. Capsaicina ( mg/10 ml )	Absorbancia ( A )
blanco	0.0	0.5	1	8.5	0.000	0.000	0.000
1	0.5	"	"	8.0	0.005	0.010	0.113
2	0.7	"	"	7.8	0.007	0.014	0.155
3	0.9	"	"	7.6	0.009	0.018	0.185
4	1.0	"	"	7.5	0.010	0.020	0.195
5	2.0	"	"	6.5	0.020	0.040	0.325
Zacatecas	0.5	"	"	8.0	0.0160	0.0320	0.278
Jalisco	1.0	"	"	7.5	0.0159	0.0318	0.280

A = ml de sol. patrón de vainillina 0,01 g / l

B = ml de reactivo Folin - Denis

C = Sol. Saturada de carbonato de sodio

TABLA ( 4 ). Datos para la curva patrón de vainillina



### 3.4.5. Color en oleorresinas de Capsicum.

La determinación del color de oleorresinas es muy importante en -- el establecimiento de su valor con el cual este color pueda ser medi -- do correctamente.

Los métodos utilizados para determinar el color son : El método - visual de la Asociación de Aceites Esenciales ( 3 ), que consiste en - la comparación de color entre un extracto y un patrón de color y un - método instrumental por la A.S.T.A. ( 46 ). Este método consiste en la determinación de la absorción de un extracto y comparado con un patrón de color, a la misma longitud de onda ( 460 nm ). El patrón consiste - de un compuesto químico inorgánico, ( dicromato de potasio y cloruro de cobalto ).

#### 3.4.5.1. Método visual

##### 3.4.5.1.1. Materiales ( pyrex )

- Tubos Nessler de 100 ml.
- Matraz volúmetrico de 50 ml.
- Pipeta volumétrica de 50 ml.
- Pipeta graduada de 10 ml.

##### 3.4.5.1.2 Reactivos ( RA )

- Acetona
- Solución patrón de color : que consiste, en 10 ml de solución de - dicromato de potasio (  $K_2Cr_2O_7$  ), 0.1 N y 1 ml de solución de clo - ruro de cobalto (  $CoCl_2 \cdot 6 H_2O$  ), 0.5 N y se aforan a 100 ml con - agua destilada.

### 3.4.5.1.3. Método

- 1.- Se pesan 0.5 g de oleoresina
- 2.- Se colocan en un matraz volumétrico de 50 ml y es aforado con acetona ( solución 1 ).
- 3.- Se toman de 5 a 20 ml de la solución 1, y se aforan a 50 ml con acetona, para encontrar el % de dilución adecuada de acuerdo a la tabla 5.
- 4.- La cantidad necesaria de solución diluida es pipeteada dentro del tubo Nessler y se completa el volumen hasta la marca con acetona .
- 5.- La dilución realizada es comparada a la luz, con el tubo Nessler que contiene la solución patrón. Las diluciones realizadas se presentan a continuación.

valor del color	% de dilución	ml de solución usada para dilución	ml aprox. de dilución a ser usada
5,000	0.1 %	5 / 50	18 - 20 ml.
4,000	0.1 %	5 / 50	22 - 25 "
3,000	0.2 %	10 / 50	15 - 17 "
2,000	0.2 %	10 / 50	20 - 25 "
1,000	0.4 %	20 / 50	15 - 23 "

TABLA ( 5 ), Valores de color para Capsicum frutescens.

El valor del color ( CV ) , es calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$CV = \frac{100 - (A \times B)}{(A \times B)} \times 100 \quad \text{-----} \quad ( 2 )$$

Donde :

A = ml de solución diluida usada

B = % de solución diluida

Nota : La comparación del color se determinó espectrofotométricamente a una absorbancia de 460 nm.

#### 3.4.5.2 Método Instrumental

El método se basa en la medición de la absorbancia a 460 nm de un extracto en acetona.

##### 3.4.5.2.1 Materiales y equipo

- 1.- Espectrofotómetro Perkin - Elmer Coleman modelo 6 / 20
- 2.- Celdas para medir absorbancia
- 3.- Matraz volúmetrico de 100 ml
- 4.- Pipeta graduada pyrex de 10 ml
- 5.- Papel wathman N° 40 o equivalente.

##### 3.4.5.2.2 Reactivos ( RA )

- Acetona



- Solución patrón de color, que consiste en : 0.3005 g /l de  $K_2Cr_2O_7$  y 34.960 g /l del complejo  $(CoSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O)$ , en una solución de ácido sulfúrico 1.8 M.

### 3.4.5.2.3. Método

- 1.- Se pesa una muestra de 0.1 g de oleoresina, se coloca en un matraz volumétrico de 100 ml y se afora con acetona ( extracto ).
- 2.- Permitir la dilución durante 15 minutos.
- 3.- Se transfieren 10 ml del extracto dentro de otro matraz volumétrico de 100 ml y se afora con acetona.
- 4.- Filtrar el extracto con papel whatman Nº 40 y se decanta una porción dentro de una celda y se mide la absorbancia a 460 nm. usando ácido sulfúrico 1.8 M como blanco .

El valor de color se calcula como sigue :

$$( CV ) \text{ ASTA} = \frac{A \times 164 \times 1f}{W} \quad \text{--- 3}$$

Donde :

A = Absorbancia del extracto de acetona a 460 nm.

164 = factor de conversión

1f = factor de corrección del instrumento y variación de celda

1f = 0.600 / A<sub>s</sub>

A<sub>s</sub> = Absorbancia de la solución patrón

W = Peso en gramos de la muestra

La determinación del valor de color por el método visual, con ayuda -  
de la tabla 5. y en base a la ecuación ( 2 ), los resultados se presen-  
tan en la tabla 11.

La determinación del valor de color por el método instrumental -  
( A.S.T.A ) se realizó con ayuda de la ecuación ( 3 ), los resultados  
se presentan en la tabla 12.

#### 3.4.6. Solubilidad de oleorresinas de *Capsicum frutescens*.

Las oleorresinas algunas veces tienden a ser materiales difícil - mente manejables, principalmente por ser viscosas impidiendo la distribución uniforme en los alimentos, por lo que la solubilidad es un factor importante para la comercialización de ellas, por lo que pueden - presentarse como líquidos solubles en alcohol, aceite o en solución - acuosa como emulsiones, sólidos en polvo o en partículas. Los resultados se presentan en la tabla 13.

#### 3.4.7. Determinaciones analíticas complementarias.

Las determinaciones analíticas físicas y químicas que se considerarán importantes para complementar el conocimiento de las características de la oleorresina de *Capsicum frutescens* son : Cenizas totales , gravedad específica, viscosidad e índice de saponificación.

##### 3.4.7.1. Gravedad específica.

Es relación del peso de un volumen de una sustancia entre el peso de un volumen igual de agua en las mismas condiciones de presión y temperatura de 20°C, ésta determinación se realizó con un picnómetro de - 1 ml. Los resultados se presentan en la tabla 14.

##### 3.4.7.2. Viscosidad.

La viscosidad de un líquido es una medida de su resistencia al flujo, debido a las fuerzas internas de fricción. Esta resistencia interna da como resultado una transferencia de la energía de translación de una capa de líquido a la siguiente, cuando el fluido se pone en movimiento por una fuerza que se aplica.

El resultado es una transferencia del momento entre capas sucesivas ( 34 ).

#### 3.4.7.2.1. Materiales

- Viscosímetro Brookfield Synchro - Lectric viscometer model RTV, - serie 69655.
- Vaso de precipitados pyrex adecuado para la muestra ( 250 ml )

#### 3.4.7.2.2. Método

- Se ambienta la muestra a la temperatura de trabajo, las condiciones a las que se determinó la viscosidad fueron las siguientes :

T = 20°C, P = 588 mm de Hg, V = 100 rpm, aguja = N° 5.

Los resultados experimentales se presentan en la tabla 14 .

#### 3.4.7.3. Índice de saponificación.

Definición : El valor del índice de saponificación de una grasa o aceite es la cantidad de mg de KOH, requerido para saponificar 1 g. de grasa. El índice de saponificación está relacionado al peso molecular de la grasa y por consiguiente proporciona información sobre el peso molecular medio de los ácidos grasos combinados.

Principio: Una cantidad determinada del ácido graso ; es saponificada con una cantidad conocida de hidróxido de potasio, el exceso de KOH despues de la saponificación, es determinado por titulación con un ácido.

#### 3.4.7.3.1. Materiales

- 2 matraces pyrex de 200 ml con juntas esmeriladas
- 1 condensador o refrigerante
- 1 potenciómetro

#### 3.4.7.3.2. Reactivos

- HCl ( 0.5 N, solución acuosa debidamente normalizada )
- KOH ( solución 0.5 N en etanol al 96 % )

### 3.4.7.3.3. Método

En un matraz de 200 ml se pesa aproximadamente 1 g de oleorresina se adicionan 50 ml de una solución etanólica ( 0.5 N ) de KOH y se adapta un condensador por 1/2 hora a reflujo con agitación.

Disuelta la oleorresina se titula con la solución de HCl, con potenciómetro manteniendo la solución jabonosa caliente ( T = 50°C ). Se efectúa el mismo procedimiento con un blanco que consiste en lo anterior pero sin oleorresina. El índice de saponificación, es calculado de acuerdo a la siguiente fórmula :

$$\text{Ind. de Saponificación} = \frac{56.1 \text{ N } ( X - V )}{W} \quad \text{-- 4}$$

Donde :

56.1 = factor de saponificación

N = Normalidad del HCl

W = Peso ( en gramos ) de la muestra

X = Volumen ( en ml. ) de HCl, usado en el blanco

V = Volumen ( " " ) de HCl, " " " ensayo

1a. valoración : N = 0.464 N , X = 35.7 V = 31.4 W = 1.01 g

2a. valoración : N = 0.464 N , X = 35.5 V = 31.0 W = 1.00 g

Con base en los valores obtenidos en cada valoración y con ayuda de la ecuación ( 4 ), se calcula el índice de saponificación y los resultados se presentan en la tabla 15.

#### 4. RESULTADOS

En todos los casos las determinaciones se hicieron por duplicado y los valores reportados son un promedio.

MUESTRA	NORMAS DE CALIDAD ( BPC <sup>+</sup> )				
		Humedad	Cenizas	Extracto Etéreo	Fibra Cruda
( CHILE )	Máximo	8 %	8 %	-	23 %
	Mínimo	5 %	-	12 %	14 %
ZACATECAS	---	7 %	6 %	10 %	16 %
JALISCO	---	7 %	6 %	9 %	17 %

TABLA ( 6 ). Análisis del chile de árbol ( como materia prima )

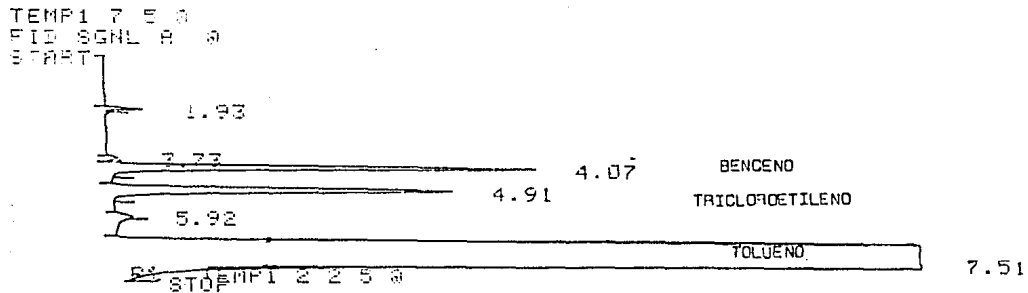
BPC<sup>+</sup> = Código Farmacéutico Británico

Disolvente ( 150 ml )	Rendimiento de oleorresi- na ( % en peso )	Disolvente Recuperado ( % vol. )	Color y Apariencia
Etanol	8.7 %	70 %	Rojo claro con sólidos Pp.
Acetona	8.7 %	95 %	Rojo claro, e inestable
Cloroformo	12.5 %	87 %	Rojo intenso sin sólidos
Tricloroetileno	11.0 %	93 %	Rojo intenso sin sólidos
Cloruro de	11.4 %	70 %	Rojo intenso sin sólidos

TABLA ( 7 ). Resultados de los ensayos con diferentes disolventes



Cromatograma para la determinación de disolvente residual, en óleo -  
resina de chile de árbol.



HP RUN # 26 MAY/19/87 TIME 11:56:18

AREA %

RT	AREA	AREA %
1.93	23710	0.006
2.73	6848	0.002
4.07	641200	0.185
4.91	625700	0.171
5.92	10090	0.003
7.51	412700000	99.634

DIL FACTOR: 1.0000 E+ 0

PLOT FILE ~~\_\_\_\_\_~~

ASOCIACION DE ACEITES ESENCIALES ( E.O.A )  ( 13 )	UNIDADES SCOVILLE
	( UK )
	MAXIMO -----
MINIMO 480,000	
OLEORRESINA	-----
ZACATECAS	600,000
JALISCO	720,000

TABLA ( 9 ). Determinación de la pungencia de la oleorresina de chile de árbol ( *Capsicum frutescens* ), por el método sensorial de unidades Scoville.

OLEORRESINA	ABSORBANCIA ( A )	% DE CAPSAICINOIDES EN LA OLEORRESINA
ZACATECAS	0.278	0.016
JALISCO	0.280	0.008

TABLA (10 ). Determinación de la concentración de Capsaicinoides de oleorresina de chile de árbol

Oleoresina	Mililitros gastados	% de dilución usada	Color	E.O.A ( 13 )
-	-	-	Maximo	4,000
ZACATECAS	20.0	0.4	1150	-
JALISCO	22.5	0.4	1101	-

TABLA ( 11 ) . Resultados para la determinación del color de la oleoresina de chile de árbol ( *Capsicum frutescens*) utilizando el método visual .

		Oleorresina de Zacatecas	Oleorresina de Jalisco
Absorbancia de la sol. patrón	0.360	-	-
Factor de co- rrección del instrumento(1f)	1.66	-	-
Absorbancia de la Muestra	-	0.360	0.350
Resultados de Color ( ASTA )	-	1088	1058

TABLA [12]. Resultados para la determinación de color de la oleorresina de chile de árbol ( *Capsicum frutescens* ), empleando en método espectrofotométrico.

Disolvente	Solubilidad
Cloroformo	+
Hexano	+
Etanol	+ -
Tetracloruro de carbono	+
Eter de petróleo	+
Agua	-
Acetato de etilo	+
Benzoato de bencilo	+
Aceite de maíz	+

TABLE ( 13 ). Solubilidad de oleorresinas de chile de árbol  
( *Capsicum frutescens* ).

Oleoresina	Cenizas	Densidad Esp.	Viscosidad
ZACATECAS	0.20 %	0.927 g /cc.	5.7 Cps.
JALISCO	0.09 %	0.927 g /cc.	5.0 Cps.

TABLA ( 14 ). Resultados de las determinaciones analíticas de la oleoresina de chile de árbol.

Oleoresina	Índice de Saponificación ( mg / KOH )
ZACATECAS	110.82
JALISCO	106.72

TABLA ( 15 ). Determinación del índice de saponificación de la oleoresina de chile de árbol.

## 5. DISCUSION

Las muestras comerciales de Chile de Árbol analizadas de las zonas productoras de Zacatecas y Jalisco, no presentaron diferencias notables respecto a su contenido de humedad, cenizas, fibra cruda y extracto etéreo; como lo muestra la tabla 6. En todos los casos, los resultados obtenidos cumplen con las normas de calidad establecidas por el Código Farmacéutico Británico ( B.P.C. ), lo que implica que ambas muestras son adecuadas para la obtención de oleorresinas.

De los diferentes disolventes utilizados en el laboratorio, para la extracción de la oleorresina: Etanol, acetona, cloroformo, tricloroetileno y cloruro de metileno, los clorados dieron oleorresinas de mejor apariencia y con ellos se obtuvieron también más altos rendimientos como se muestra en la tabla 7. De los tres disolventes clorados se eligió como el más adecuado para las subsecuentes extracciones de oleorresina al tricloroetileno, porque no es flamable, no ataca a metales y es de favorable recuperación.

Como se ha mencionado, es necesario realizar el proceso de eliminación del disolvente de la oleorresina, éste se efectuó por destilación aplicando al final vacío, sin embargo la determinación del disolvente residual realizado por cromatografía de gases muestra un valor de 7.4 ppm. por arriba del valor dado por la F.D.A. para disolventes clorados de acuerdo con la tabla 8, lo que implica que sería necesario proporcionar mayor tiempo de vacío y/o utilizar burbujeo de nitrógeno para disminuir la cantidad presente de disolvente residual.

Para la determinación de la pungencia en la oleorresina se emplearon dos métodos; uno de ellos es el método sensorial ( Unidades Scoville ), en éste se determina todo el contenido de sabor presente en la oleorresina, de los resultados obtenidos, de acuerdo a la tabla 9, se



puede observar que la muestra de Jalisco presenta un valor más alto de Unidades Scoville 720,000 en comparación con la de Zacatecas, por lo que resulte ser más pungente; ambas muestras cumplen con lo especificado en la norma de calidad de este producto ( E.O.A. N° 244 ).

El segundo método para determinar pungencia, es un método analítico el de Shulte y Krugers modificado, ya descrito anteriormente, el cual determina la concentración de todos los componentes fenólicos presentes en la oleoresina. La concentración de Capsaicinoides de la oleoresina de Zacatecas es mayor que la de Jalisco como se muestra en la tabla 10.

No necesariamente existe una correspondencia directa entre ambos métodos, donde el más utilizado como parámetro de control de calidad de la pungencia es el método de las Unidades Scoville.

La medición de color se efectuó también por dos métodos; uno visual y uno instrumental mencionados anteriormente, los resultados se muestran en la tabla 11 y 12, respectivamente en donde la oleoresina de Zacatecas tiene un valor de color mayor que la de Jalisco en ambos métodos, los valores están por debajo del valor máximo establecido por su norma ( E.O.A. N° 244 ).

La solubilidad en los diferentes disolventes probados muestra que en los polares, la oleoresina es insoluble mientras que en los no polares es soluble así como en aceites como de maíz y disolventes clorados como se muestra en la tabla 13.

Respecto a las oleoresinas obtenidas, de las muestras de Chile de árbol; éstas presentan una diferencia en el contenido de cenizas totales y viscosidad, siendo los valores más altos los de la muestra de Zacatecas como se puede observar en la tabla 14. No hay reportados valores contra los cuales se pueda comparar y se están dando éstos como referencia.

Respecto al índice de saponificación determinado para la oleoresina : la muestra de Zacatecas presenta un valor más alto que la de Jalisco como se muestra en la tabla 15, ambas muestras tienen un contenido considerable de ácidos grasos.

## 6. CONCLUSIONES

- 1.- Las muestras comerciales de chile de árbol ( *Capsicum frutescens* ) de Zacatecas y Jalisco, analizadas cumplen con las especificaciones marcadas por su norma, por lo cual se consideran adecuadas para la obtención de la oleorresina.
- 2.- El disolvente elegido como el más adecuado para la extracción de la oleorresina de chile de árbol es el tricloroetileno por las características de la oleorresina obtenida, por el rendimiento y por la eficiencia en la recuperación del disolvente.
- 3.- Las oleorresinas obtenidas de las zonas estudiadas ( Zacatecas y Jalisco ), cumplen con la norma de calidad establecidas por la Asociación de Aceites Esenciales ( E.O.A. 13 ), para su comercialización, respecto a : Apariencia, olor, urgencia ( Unidades Scoville ) y valor de color. Respecto al disolvente residual éste debe ser eliminado de manera más eficiente, lo que se logra como ya se mencionó, con un mayor tiempo de vacío y/o burbujeo de nitrógeno.
- 4.- Por las características de las oleorresinas obtenidas es posible recomendar su comercialización a nivel industrial, ya que éstas serían aceptadas para sus aplicaciones comunes.
- 5.- Se recomienda que para complementar este trabajo, se estudien las muestras de chile de árbol de otras zonas productoras del país que sirvan como materia prima para la obtención de las oleorresinas, a fin de determinar su utilidad potencial a nivel industrial que permita el aprovechamiento de este recurso natural del país y su comercialización para la industria alimentaria.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## 7. BIBLIOGRAFIA

- 1) A.O.A.C. Methods of analysis , 11th edition , Assoc. Office. Anal.-  
Chemist , Washington ( 1975 ).
- 2) A.S.T.A. Official Analytical methods , 2nd.edition , American. Spice  
Trade Assoc. New York ( 1968 ).
- 3) Anon " Evaluation of oleoresins " . , Flavour Ind. 1 , ( 1970 ) , -  
pp. 459 - 460.
- 4) Anon " Spices and oleoresins " . , Flavour Ind. 2 , ( 1971 ) ,  
pp. 559 - 560.
- 5) Allman G. A. , " Colour the specialized approach for the food manu-  
facter " , Flavour Ind. 4 , ( 1973 ) , pp.256.
- 6) Batlett et. Al. J. Chem. Soc. 5 ; 2527 ( 1969 ).
- 7) Charelabous George , Analysis of food and beverages , London Acade-  
mic , Press ( 1971 ) , pp. 17.
- 8) Chen S. L. and feliks Gutmanis , Journal of food science 33 ; 4 ,  
( 1968 ).
- 9) Chpra N.N. , Flavour Ind. 3 ( 1972 ) , pp. 294 - 303.
- 10) Dicecco Joseph jr. , J. Assoc. of Anal. Chemist. , 59;1 , ( 1976 )
- 11) Emodi Alexander , Food Technology ( 1978 ) , 32 ( 5 ) , pp. 38 - 41.
- 12) E.D.A. Book of Specifications and Standars , Essential Oil Assoc. -  
of U.S.A., New York ( 1970 ).
- 13) E.O.A. N° 244, Essential Oil Association of U.S.A. 2 lexington ave  
New York 10010

- 14) Fergus M. Clydesdale and F.J.Francis , Pigments Departament of food science and nutrition , University of Massachusetts ( 1973 ), pp. 416 - 421.
- 15) Folin and Denis J. Biol.Chem. ( 1912 ); 12 , pp. 239.
- 16) Fritzsche , Dodge and Olcott , The oleoresins hand book of fritzsch D. and O. ( 1981 ), pp. 47.
- 17) Food and Drugs Administration in the U.S.A ( 1963 ).
- 18) Gilberton G. " Oleoresins as flavour ingredients " , Flavour Ind. 2 (1971 ) , pp. 403 - 404.
- 19) Sovindarajan S.V. and S.M.Ananthakrishna , Flavour Ind. 5 ( 1974 ) pp. 176 - 178.
- 20) González A. Trejo Rev. technology aliment, Méx. ( 1976 ); 11 pp. 105 - 113.
- 21) Heath B. Henry , Flavour technology , Ed. Avi. publishing company ( 1981 ), pp. 73 - 83.
- 22) Hoffman P. G. Lego M.C. and Caletto W.C. , J. Agric. Food Chem. ( 1983 ), 31, pp. 1326 .
- 23) International Trade Centro " Essential Oils and Oleoresins " , a Study of selected producers and major market generi ; UNCTAD / BATT ( 1986 ).
- 24) Jardón Urrieta Luis Leopoldo " Importancia de las oleorresinas en la industria alimentaria " , México , tesis de la facultad de química , UNAM , ( 1986 ).
- 25) Karrer Paul , Carotenoids. Ed. Elsevier publishing company ( 1950 New York pp. 20,196,240.

- 26) Karrer Walker , Helv.Chem.Act. 26 (1943 ) ,pp. 117.
- 27) Kuhn Brockmann , Ber. 66 ( 1933 ) , pp. 407.
- 28) Kuhn Grundman , Ber. 67 ( 1934 ) , pp. 1133
- 29) Labor Cancino José Antonio " folleto 8047 " , Presente y pasado del chile Mexicano , I.N.I.A., México ( 1982 ).
- 30) Labruyere B.L.C. Olsthom and F.Smenge , Perfumery and essenti - al record ,. ( 1968 ) , 59 , pp. 206 - 211.
- 31) Langeau E. Edward American Perfumer. Aromat.,( 1959 ) , 73 ( 4 ) , pp. 37, 40 - 43 .
- 32) Lego C.Mary Food Technology ( 1984 ) ; 38( 4 ) , pp. 84 - 87.
- 33) Lindsay C. Robert , Food Technology( 1984 ) ; 38(1),pp. 37,76 -81.
- 34) Marón H. y P.F. Carl . Fundamentos de Fisicoquímica , LIMUSA , México ( 1979 ).
- 35) Merwin J.Early and Hall L. Richard., Food Technology ( 1981 ) 35( 6 ) , pp.46 .
- 36) Muñoz Flores Ignacio y Benito pinto Cortés , " folleto 15 " Taxo- nomía y distribución geográfica de los chiles cultivados en México , I.N.I.A. México , ( 1986 )
- 37) Nagle B.J. and E.E.Burns Journal Food Sci. ( 1979 ) ; 44 pp. 416 - 418.
- 38) Nangin C. Rajpoot and Venkatesa S. G., J.Assoc. of Analytical Chemistry ( 1981 ) ; 64 ( 2 ) , pp. 311.

- 39) North Horace " Colorimetric determination of Capsaicin in oleo - resins of Capsicum " Analytical Chemistry , ( 1949 ); 21 - ( 8 ) . pp. 934 .
- 40) Ocaranja Freyra Jorge " Estudio técnico económico de una planta procesadora de chile " tesis , México , ( 1974 ) .
- 41) Peña Alonso Heladio " Experimentación sobre el cultivo comercial de lycopersicum esculethum ( tomate ) y Capsicum frutesces ( chile ) " tesis , México , ( 1974 ) .
- 42) Philip T. and F.J.Francis , Journal of Food Sci. ( 1971 ); 36 pp. 98 - 100.
- 43) Phole W.D. and R.L.Gregory " Color of Capsicum Spices " , Food - Technology ( 1960 ) ; 14 , pp.245 - 247 .
- 44) Pollock G. " Tools of the flavourist essential oils and oleoresins " , Flavour Ind. 5 ( 1974 ) , pp. 244 - 246.
- 45) Robert A. L. Journal Assoc, Offic. Agr. Chemist, ( 1968 ); 51(4) pp. 825 - 828.
- 46) Rosebrook D.D. Journal of the A.O.A.C. ( 1971 ); 54 pp. 37
- 47) Salzer U.J. The analysis of Essential Oils and Extracts oleoresins , from Seasoning . Harmann & Reimer Federal Republic of Germany ( 1977 ) .
- 48) Salzer U.J. Intt. Flavours and Food Addit., ( 1975 ); 6 ,pp. 151 - 155.
- 49) Scoville W. J. Amer. Pharm. Assoc. ( 1912 ), pp. 453
- 50) Shankarikuty S. Studies on Extraction of Oils and Oleoresins Spices Journal of Plantation Crpps. 10(1). India ( 1982 ) .

- 51) Shankarikuty B. Oils and Oleoresins from major Spices  
Spices & Cocoa Journal, 2 (2), India ( 1978 ).
- 52) Shenk G. " Methods of evaluation of fructus Capsicum " Farmacog-  
nosia , Madrid ( 1957 ); 17, pp. 3 - 13
- 53) Shankaranarayana M.O. and Naranjatan C.P. Flavour Ind. 5 ( 1974 )  
pp. 244 - 246.
- 54) Shrikhande A.J. and F.J.Francis J. Food Sci. ( 1973 ), pp. 649
- 55) Stahl W.H. " Critical review of methods for analysis of oleoresins  
" , J. Assoc.of Anal. Chemistry ( 1965 ); 48 pp. 516 - 525
- 56) Tood P. " Journal of Chromatographic Science " , ( 1975 ); 13( 12),  
pp. 2719
- 57) Trejo G.A. and Wild A.C. " New method for the determination of Cap-  
sicum in Capsicum fruits " Journal Food Sci, ( 1973 ), 38  
pp.342
- 58) Ulrich Gerhardt Espicias y Condimentos Acribia , España ( 1975 )
- 59) Varro E.Tylor , Pharmacognosy , 7a.ed. LEA , Philadelphia ( 1976 ),  
pp. 187 - 188
- 60) Warren G.W. Analytical Chemistry , ( 1959 ); 31 ( 6 ) ,pp.1013
- 61) Yuste F. y Walls F. Revista Sociedad Química de México ( 1970 )  
24 , pp. 166 - 167.