

35  
2 Gen



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

# SABORIZANTES EN ALIMENTOS

TRABAJO MONOGRAFICO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

QUIMICO

PRESENTA

JESUS RIVERA LOPEZ

MEXICO, D.F.

1985



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.

# I N D I C E

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. GENERALIDADES	5
III. PARTE TEORICA	
1. Definiciones y Clasificación de los Sabores y los saborizantes	9
2. Historia de los Saborizantes	19
IV. SUSTANCIAS SABORIZANTES NATURALES O IDENTICAS A - LAS NATURALES CUYO EMPLEO EN LA AROMATIZACION DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS ES INADMISIBLE O SU CONCENTRACION ESTA LIMITADA	
1. Introducción	40
2. Plantas o partes de plantas prohibidas como - saborizantes	40
3. Plantas o partes de plantas con empleo limitado como saborizantes	41
4. Compuestos con uso limitado como saborizantes	42
5. Materiales vegetales o aceites esenciales que contienen sustancias restringidas como saborizantes	43
V. SABORIZANTES NATURALES	
1. Aceites esenciales y oleoresinas de hierbas y especias	46
1.1 Métodos de obtención	46
1.2 Aceites Esenciales	51
1.3 Oleoresinas	54
1.4 Genealogía y aplicaciones de aceites esenciales y oleoresinas	56
2. Aceites esenciales de frutos cítricos	109
3. Aceites esenciales concentrados, sin terpenos y sin sesquiterpenos	119
VI. SABORIZANTES SINTETICOS Y ARTIFICIALES	124
VII. CONTROL DE CALIDAD DE LOS SABORIZANTES	
1. Introducción	166
2. Muestreo y Almacenaje	168

	Página
3. Procedimientos analíticos utilizados para la evaluación de Aceites Esenciales, Sustancias Aromáticas Sintéticas y Artificiales	172
3.1 Métodos Físicos	172
3.2 Métodos Químicos	188
3.3 Métodos Espectrofotométricos	216
3.4 Métodos Cromatográficos	224
4. Especificaciones y Monografías	237
5. Procedimientos analíticos empleados para la - evaluación de las oleoresinas	240
VIII. CONCLUSIONES	253
BIBLIOGRAFIA	255

## I. INTRODUCCION

La moderna industria alimentaria, acorde con las necesidades y requerimientos para la comercialización de sus productos, incluye en -- ellos diversos aditivos, como son los colorantes, emulsificantes, anti-- oxidantes, conservadores, antiaglomerantes, edulcorantes, vitaminas, minerales y saborizantes.

Cada uno de los aditivos mencionados se usa en el procesamiento de los alimentos con uno o más de los siguientes propósitos: incrementar el valor nutricional, realzar y mantener la misma calidad de los productos, tanto en apariencia (color) como en sabor; hacer los alimentos -- rápidamente disponibles o facilitar su preparación; inhibir el crecimiento de microorganismos y evitar oxidaciones.

El objetivo de este trabajo es el de presentar una revisión de los saborizantes empleados en los alimentos, así como la posición que ocupa nuestro país con respecto a la producción de dichos saborizantes.

Se consideran en esta monografía algunos aspectos de los saborizantes tanto naturales como artificiales, ya que el estudio de los demás aditivos es tan extenso que podrían dar lugar, cada uno de ellos, a trabajos como el presente.

Como saborizantes naturales se emplean una gran variedad de -- especias, extractos de plantas y de sus frutos, oleoresinas y aceites -- esenciales en los alimentos procesados.

Además se emplean muchos saborizantes sintéticos, creados por el moderno químico saborista y cuyo auge ha sido enorme en nuestros días debido principalmente a la escasez de materia prima natural y al bajo -- costo que implica usar un saborizante artificial en lugar de uno natural, aunque ésto no siempre es válido ya que existen formulaciones de sabores que incluyen saborizantes artificiales de muy elevado costo.

Frecuentemente se emplean los saborizantes artificiales junto con los naturales para reforzar y uniformizar el sabor de algún alimento determinado, con el objeto de ofrecer al consumidor un producto con una calidad estándar. Por otro lado, con el empleo de los saborizantes artificiales se tiene la posibilidad de crear sabores más sofisticados debido a la gran variedad de nuevas notas que ofrecen éstos productos.

Es enorme la importancia económica que reviste el empleo de -- los saborizantes en los alimentos. La fabricación de éstos requiere del suministro de materia prima por parte de industrias auxiliares, como son las de aceites esenciales y las de químicos aromáticos sintéticos, lo -- cual fomenta la creación, cuando es factible, o la ampliación de indus-- trias de este tipo, traduciéndose ésto en nuevas fuentes de trabajo.

El futuro de los saborizantes es promisorio. En un estudio económico reciente<sup>1</sup> se espera que, para 1996, tan solo en los E.U.A. se -- produzcan 98 millones de libras de saborizantes con un valor de 705 millones de dólares, duplicando casi la producción de 1978, que fue de -- 52.8 millones de libras con un valor de 172.7 millones de dólares.

La industria de los saborizantes en México está supeditada a

la importación de la gran mayoría de productos que emplea como materia prima, sobre todo de aceites esenciales.

En nuestro país se producen muy pocos aceites esenciales, entre los que destaca el aceite esencial de lima (limón mexicano) del cual México es el principal productor. También se producen aceites esenciales de naranja, toronja y tangerina. Sin embargo, podría convertirse también en productor de otros aceites, como el del cilantro, orégano, etc., ya que se cuenta con la materia prima necesaria.

El organismo que se encarga de la legislación de alimentos y aditivos alimentarios en los E.U. de A. es la Food and Drug Administration y sus regulaciones y decisiones se publican en el Federal Register, bajo el título 21 de Alimentos y Drogas.

En el caso de los saborizantes, existe una lista de productos utilizados en los E.U.A.<sup>74</sup>, donde se incluyen aproximadamente 1700 sustancias tanto naturales como idénticas a las naturales y artificiales que están autorizadas para ser usadas como saborizantes para consumo humano. Dicha lista fue elaborada por la FEMA (Flavor and Essences Manufacturers Association) y también se le conoce como lista FEMA-GRAS (Generally Recognized As Safe).

En México, la legislación de alimentos está a cargo de la sección de Asesoría de Alimentos y Bebidas, perteneciente a la Dirección General de Control de Alimentos, Bebidas y Medicamentos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Las regulaciones para los saborizantes permitidos en México se encuentran en el reglamento de aditivos para alimentos<sup>2</sup>, emitido por el

sector salud del Gobierno Federal.



## II. GENERALIDADES

Los saborizantes son aditivos que se agregan a los alimentos para impartirles sabor, para complementar, modificar o enmascarar el sabor original del producto.

Por ejemplo, a los refrescos se les agrega sabor de naranja, toronja, limón, etc., lo que les da identidad. La malta se usa para modificar el sabor de los cereales. El anetol, el anís y la menta se añaden a los productos medicinales para enmascarar el gusto amargo de los mismos.

Los primeros saborizantes empleados por el hombre para sazonar sus alimentos fueron las especias,<sup>3</sup> entre las que se encuentran la pimienta, la canela, la casia, los chiles, los clavos, el pimiento, el perejil, la mostaza, la nuez moscada, el apio, el jengibre, el anís, el laurel, la macia, el ajo, la salvia, la menta, el tomillo, el orégano, el cardamomo, la alcaravea, la ajedrea, la cúrcuma, el cilantro, el eneldo, el hinojo, el comino, la albahaca, el romero y el fenogreco y por cuyo aprecio se registraron importantes hechos históricos, como son los viajes de Vasco de Gama, Cristóbal Colón, Magallanes y Francis Drake, destinados a la búsqueda de nuevas rutas que acortaran el camino hacia los centros productores de especias, así como a localizar otros lugares de producción y que trajeron por consecuencia, en el caso del viaje de Cristóbal Colón, el descubrimiento de América, y en los otros, el inicio de una vigorosa comercialización de las especias a nivel casi mundial.

La importancia actual de las especias estriba en que, además de -

que son ampliamente usadas en el arte culinario, son materia prima para la obtención de aceites esenciales y oleoresinas.

Actualmente se emplean unos 120 productos naturales como saborizantes en la industria alimentaria, incluyéndose la confitería, repostería, salchichonería, refrescos, licores, etc.

Las partes de las plantas que constituyen las especias y de las cuales se extraen los aceites esenciales y las oleoresinas son los rizomas o tallos subterráneos (jengibre y cúrcuma); bulbos (cebolla); corteza (cassia y canela); hojas (mejorana, romero y tomillo); yemas (clavos); flores (azafrán); frutos (pimiento, pimienta, chiles, cardamomo, etc.) y semillas (nuez moscada, macia, mostaza).

Además de utilizarse como saborizantes en los alimentos, algunas especias o sus aceites esenciales se emplean como medicamentos auxiliares en el tratamiento de enfermedades tales como artritis, reumatismo, lumbago, neuralgia, bronquitis, etc.

Otros saborizantes naturales muy empleados actualmente son la vainilla, el cacao (chocolate), el café y los extractos frutales, como el de fresa, piña, cereza, frambuesa, durazno, etc.

México es un importante productor de vainilla, cuya calidad se reconoce en todo el mundo, de cacao y de café, además de piña y fresa.

El extracto y la oleoresina de vainilla se emplean como saborizantes, en confitería y en licores, además de formar parte en la formulación de muchos otros saborizantes.

El extracto de café se emplea como saborizante en confitería, repostería, tabaco y licores.

El creciente aumento de la población mundial y, consecuentemente, el incremento de la demanda de alimentos para satisfacer sus necesidades, ha obligado a la industria alimentaria a incluir en sus productos sabori--zantes artificiales, resolviendo así los problemas de escasez y alto costo de la materia prima natural ocasionados por dicha demanda.

Quizás el inicio del desarrollo de los saborizantes artificiales se debió, más que nada, a la curiosidad. De 1851, año en que empezaron a usarse soluciones de ésteres como esencias frutales, a 1960, únicamente se empleaban 15 productos químicos sintéticos<sup>5</sup> en combinación con extractos naturales y esencias. Entre ellos están el caproato de alilo, acetato de --amilo, benzaldehído, cinamaldehído, 3-metil-3-fenilglicidato de etilo, antranilato de metilo, salicilato de metilo,  $\gamma$ -nonalactons,  $\gamma$ -undecalactona, etc.

Actualmente se emplean un poco más de 4000 productos químicos --sintéticos, mismos que se emplean en la formulación de sabores artificia--les de frutas, lácteos, pan, carnes y sazoadores.

El desarrollo de estos productos químicos sintéticos ha sido posible debido al mayor conocimiento que actualmente se tiene de los compo--nentes naturales existentes en los alimentos, que fue posible obtener con el auxilio de las modernas técnicas analíticas, como son la Cromatografía de Gases, la Espectroscopía Infraroja, la Resonancia Magnética Nuclear, --así como la Espectroscopía de Masas. Todo esto aunado al gran avance lo--grado en los métodos de síntesis de productos orgánicos.

Por tratarse de aditivos alimentarios destinados al consumo humano, los saborizantes deben cumplir con un estricto control de calidad, cuya finalidad es la de hacer llegar al consumidor un producto de óptimas cualidades, de acuerdo con los preceptos establecidos, en el caso de México, en el reglamento de aditivos para alimentos emitido por el sector salud del Gobierno Federal y en el caso de E.U.A., por la Food and Drug Administration.

### III. PARTE TEORICA

#### 1. Definiciones de Saborizantes

##### 1.1 Sabor y Saborizante

Saborizantes alimentarios y sabor de los alimentos son términos que varían en definición aunque estén estrechamente relacionados.

El sabor es creado por sustancias aromáticas que se han producido en la materia viviente que crece en la naturaleza. El sabor de los alimentos representa la cualidad de las sustancias aromáticas que imparten --olor y gusto, impresionando al paladar humano con sensaciones de deleite y goce.

Los sabores naturales pueden considerarse como metabolitos directos producidos en organismos vegetales o animales por procesos biogénéticos intracelulares. Por lo tanto, su cualidad depende de factores genéticos y está influenciada por la maduración y, en algunos casos, del añejamiento. Sin embargo, los sabores alimentarios o sabores de los alimentos se producen principalmente por procesos biogénéticos extracelulares o por secuencias normalmente complejas de reacciones químicas.

Según G. Ohloff,<sup>6</sup> se pueden distinguir nueve clases de sabores --alimentarios, las cuales se tienen que subdividir por razones de claridad.

## CLASIFICACION DE LOS SABORES

Clases de Sabor	Ejemplo Representativo
<b>Sabores Frutales</b>	
Cítricos (Terpénicos)	Toronja, naranja, limón
Tipo Bayas (No terpénicos)	Manzana, Frambuesa, plátano
<b>Sabores Vegetales</b>	Lechuga, apio
<b>Sabores a Especies</b>	
Aromáticos	Canela, menta
Lacrimógenos	Cebolla, ajo
Picantes	Pimienta, jengibre
<b>Sabores de Bebidas</b>	
No fermentadas	Jugos, leche
Fermentadas	Vino, cerveza
Compuestas	Refrescos, cordiales
<b>Sabores de Carne</b>	
Mamíferos	Carne magra
Mariscos	Pescado, ostión
<b>Sabores Grasos</b>	Aceite de oliva, grasa de coco, mantequilla de cerdo
<b>Sabores Cocinados</b>	
Caldos	Consomé de res
Vegetales	Legumbres, papas
Frutas	Mermelada
<b>Sabores Empireumáticos</b>	
Ahumados	Jamón, pescado
Fritos, Asados	Productos cárnicos procesados
Rostizados, Tostados, Horneados	Café, botanas, cereales procesados
<b>Sabores Lácteos</b>	Queso

La primera clase comprende únicamente sabores puramente naturales. Aún los sabores vegetales y de especias se producen parcialmente -- únicamente después de la destrucción de los sistemas celulares. Los sabores de bebidas se separan normalmente de sus lugares de producción después de que se originan, o son totalmente manufacturados, como se muestra en la subclase llamada " sabores compuestos ".

Los sabores de carne y grasos se producen por actividades enzimáticas, parcialmente en presencia de oxígeno. La acción del calor en -- los sabores "cocinados" y los "empireumáticos" (de humo). En el primer -- caso este proceso conduce principalmente a productos de hidrólisis, mientras que el segundo caso envuelve una secuencia de drásticas modificaciones moleculares de parte del alimento original.

El sabor de queso, ejemplo representativo de los sabores lácteos se produce por una fuerte actividad enzimática sobre los sustratos de proteína.

La anterior clasificación de sabores no es del todo completa, -- por lo que puede complementarse con la siguiente:

#### CLASIFICACION DE SABORES

##### 1. Frutales:

- a. Cítricos: Mandarina, limón, naranja, lima, toronja
- b. Tropicales: Sandía, melón, plátano, coco, guanábana
- c. Sabores Rojos:(Berries): Fresa, frambuesa, zarzamora
- d. Frutos Secos: Almendra, nuez, pistache, avellana, cacahuete, pasas, ciruelas

- |                     |  |
|---------------------|--|
| 2. Especias:        | Canela, pimienta, cebolla, clavo, ajo, etc.                            |
| 3. Cárnicos:        | Pollo, tocino, res, cerdo, barbacoa                                    |
| 4. Tradicionales:   | Vainilla, chocolate, café y té   |
| 5. Refrescantes:    | Menta, anís, yerbabuena, orozuz, eucalipto                             |
| 6. Lácteos:         | Mantequilla, crema, leche, queso, cajeta, rompopo                      |
| 7. Vinos y Licores: | Tequila, champaña, oportó, cognac, whisky, jerez, vermout, vodka, etc. |
| 8. Sabores de Humo: | Orozuz, ahumado, quemado, maple  |

Los saborizantes alimentarios son productos hechos por el hombre. Ayudan a impartir un sabor determinado a elección y también para impresionar al paladar con satisfacciones similares a las que producen los sabores naturales y los alimentarios.

Los saborizantes alimentarios pueden producirse a partir de la siguiente materia prima: a) Saborizantes naturales, b) Sustancias idénticas a las naturales (Saborizantes sintéticos) y c) Saborizantes artificiales, por lo que es necesario definir claramente lo que se entiende por un saborizante natural, uno sintético y uno artificial.

Existen principalmente dos criterios un tanto diferentes para definir a los saborizantes; una de la "Food and Drug Administration" (F.D.A.) de los E.U. de A. y otro, de la International Organization of the Flavour Industry (I.O.F.I.), que a continuación se detallan.



1.2 Definiciones de la F.D.A. de los E.U. de A.<sup>10, 12, 13</sup>

1.2.1 Sabor Artificial o Saborizante Artificial. El Sabor Artificial o Saborizante Artificial es cualquier sustancia cuya función es la de impartir sabor, la cual no es derivada de una especia, fruta, jugo de fruta, verdura, jugo de verduras, levaduras comestibles, hierbas, corteza, tallo, raíz, hojas o partes similares de las plantas, carne, pescado o -- aves, huevos, productos lácteos o de los productos de fermentación de -- cualquiera de los mencionados.

1.2.2 Especias. El término colectivo Especias se usa para los pro ductos vegetales aromáticos ya sea enteros, quebrados o molidos, cuya fun ción principal es la de sazonar los alimentos, más que la de tener un e-- fecto nutricional y de los cuales no se ha extraído ninguna porción de -- cualquier aceite volátil u otro principio activo. Para F.D.A. son espe-- cias los siguientes productos:

Ajedrea	Cúrcuma	Nuez moscada
Alcaravea	Enebro	Orégano
Anís	Eneldo	Paprika
Anís Estrella	Estragón (Tarragón)	Perejil
Apio	Fenogreco	Pimienta blanca
Azafrán	Hinojo	Pimienta negra
Canela	Jengibre	Pimienta roja
Cardamomo	Laurel	Rábano picante
Cilantro	Macia	Romero
Clavo	Mejorana	Salvia
Comino	Mostaza	Tomillo

El azafrán, la cúrcuma y paprika, también son colorantes.

1.2.3 Sabor Natural o Saborizante Natural. El sabor natural o saborizante natural es el aceite esencial, oleoresina, esencia o extracto, hidrolizado, destilado o cualquier otro producto obtenido por tostación, calentamiento o enzimólisis, que contiene el principio saboreador derivado de una especia, fruto o su jugo, levadura comestible, hierba, corteza, tallo, hojas, raíz o partes similares de las plantas, carne, pescado, aves, huevos, productos lácteos o de la fermentación de cualquiera de los mencionados, cuya función principal es la de impartir sabor a los alimentos, más que nutricional.

### 1.3 Definiciones de la I.O.F.I.<sup>14</sup>

1.3.1 Saborizantes. Los saborizantes son preparaciones concentradas, con o sin sabor adicional, usado para impartir sabor. No están destinados a ser consumidos como tales.

1.3.2 Productos Aromáticos Naturales. Son productos vegetales o animales usados por sus propiedades saboreadoras, ya sea procesados o no, para consumo humano.

1.3.3 Sabores Naturales. Son preparaciones concentradas obtenidas exclusivamente por métodos físicos de los productos aromáticos naturales.

1.3.4 Sustancias Saborizantes Naturales. Son las sustancias aisladas de los productos aromáticos naturales exclusivamente por medios físicos.

1.3.5 Sustancias Saborizantes Idénticas a las Naturales. Son sustancias obtenidas por síntesis o aisladas por métodos químicos de productos aromáticos naturales y que son químicamente idénticas a las sustancias presentes en los productos naturales, destinadas para consumo humano, procesadas o no.

1.3.6 Saborizantes Artificiales. Son sustancias aún no identificadas en los productos naturales, destinadas para consumo humano, procesadas o no.

#### 1.4 Definiciones de la S.S.A. de México<sup>2</sup>

En México no existe una definición muy precisa entre los saborizantes naturales y los artificiales. En el Reglamento de Aditivos para Alimentos se encuentran las siguientes definiciones referentes a los saboreadores:

1.4.1 Saboreador o Aromatizante. Son aquellas sustancias que proporcionan o intensifican el sabor o aroma de los comestibles y bebidas y se dividen en:

1.4.2 Aceites Esenciales Naturales. Son aquellos productos volátiles, de consistencia oleosa, extraídos de los vegetales, de los cuales -- constituyen el principio oloroso o sávido. Las características de los aceites esenciales deberán ser las especificadas por la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos.

1.4.3 Esencias Naturales. Son los productos obtenidos por dilución de los aceites esenciales naturales en alcohol etílico, propilenglicol u otro diluyente apropiado.

1.4.4 Concentrados de Aceite Esencial. Debe entenderse por dicha denominación, los productos que contienen aceites esenciales naturales, pudiendo estar adicionados de emulsivos, enturbiaadores, acidulantes, colorantes, jugos de frutas u otros de los aditivos permitidos, con excepción de sustancias aromáticas artificiales.

1.4.5 Concentrados de Aceite Esencial con Jugo de Fruta. A esta denominación corresponden los "Concentrados de Aceite Esencial" que contienen no menos del 50% del jugo del fruto correspondiente, o la cantidad equivalente del jugo concentrado.

1.4.6 Concentrados de Frutas. Son los productos que contienen por lo menos 90% del jugo de la fruta correspondiente o su equivalente del jugo concentrado, pudiendo estar adicionados de colorantes, emulsivos u otros de los aditivos permitidos, con excepción de sustancias aromáticas artificiales.

1.4.7 Bases Artificiales. Con esta denominación se entienden los productos preparados por mezcla de sustancias aromáticas artificiales, tales como aldehídos, ésteres u otros que proporcionan el sabor u olor característico de los productos que imitan. Pueden contener hasta un 10% de alcohol propilenglicol u otro diluyente apropiado.

1.4.8 Esencias Artificiales. Son los productos obtenidos por dilución de las Bases Artificiales en alcohol etílico, propilenglicol u otro diluyente apropiado, o bien por preparación directa a partir de sus componentes.

1.4.9 Concentrados Artificiales. Se denominan así a los productos que contienen sustancias aromáticas artificiales, pudiendo estar adicionados de colorantes, emulsivos, acidulantes, jugos de frutas u otros de los aditivos permitidos.

1.4.10 Concentrados Artificiales con Jugos de Fruta. Son aquellos productos que corresponden por su composición a los "Concentrados Artificiales", pero que contienen por lo menos 50% del jugo del fruto o la cantidad equivalente del jugo concentrado.

1.4.11 Extractos Saboreadores. Son aquellos productos obtenidos de los vegetales por maceración, percolación u otros procedimientos que permitan extraer los principios saboreadores y aromatizantes.

Las definiciones anteriores podrían quedar dentro del marco definitorio de la F.D.A., organismo que clasifica los saborizantes en Naturales y Artificiales, sin embargo, para que fueran más precisas, sería conveniente que se adoptara el criterio de definición de la I.O.F.I. que divide las sustancias saborizantes en Naturales, Sintéticas (idénticas a las naturales) y Artificiales.

En el desarrollo de este trabajo, se utilizará el criterio de clasificación de la I.O.F.I., por lo que se revisarán en capítulos separa-

dos los saborizantes naturales, los sintéticos (idénticos a los naturales) y los artificiales.

#### 1.5 Clasificación de los Saborizantes Naturales.

1. Aceites Esenciales
  - a. Normales
  - b. Concentrados
  - c. Desterpenados
  - d. Sesquidesterpenados
2. Oleoresinas
3. Extractos
  - Frutales
  - Tradicionales (Café, vainilla)
4. Compuestos Aislados de Aceites Esenciales

## 2. Historia de los Saborizantes

### 2.1 Saborizantes Naturales

2.1.1 Las especias<sup>3</sup> No hay duda de que los primeros saborizantes naturales empleados por el hombre fueron las especias, las cuales, además de su sabor, se consideraba que tenían un efecto preservativo sobre los alimentos en los que eran usadas. A la luz de los conocimientos más recientes, se duda que las especias tengan dicho efecto preservativo sobre la carne, más bien se cree que ayudaban a enmascarar los efectos de la putrefacción.

La estimación de las especias como saborizantes probablemente se originó en el Oriente, donde el arroz forma parte de la dieta fundamental y para introducir variedad a los platillos preparados a partir de éste, se usaron las especias.

La Casia se conoce desde muy remotos tiempos, siendo mencionada en los herbarios chinos que datan del año 2,700 A.C. Tal es la confusión en los primeros escritos entre Casia y Canela que no se encontró ningún registro auténtico de que la canela tenía su origen en Ceylán, sino hasta el año 1,275 D.C., cuando un escritor árabe se refirió a ella como un producto de esa isla.

Los primeros antecedentes del Clavo fueron encontrados en libros chinos que datan del año 266 a 220 A.C., donde se menciona que a los oficiales de la corte se les requería mantener clavos en sus bocas cuando reverenciaban a su soberano.

La pimienta es mencionada por Teofrasto en el siglo IV A.C., cuando

do se refiere a dos clases, la pimienta negra y la pimienta blanca.

La historia registra que los 100,000 hombres que manipularon los 2,300,000 bloques de piedra con que se construyó la Gran Pirámide de Giseh, vivieron con una dieta que contenía ajo, cebollas y rábanos.

Entre otras especias conocidas en los tiempos antiguos, así como hierbas, están la cúrcuma, el jengibre, el cardamomo, el cilantro, el cálamo, el anís, el comino, la nuez moscada y la macia, el azafrán, el tomillo, la menta y el orégano.

Los Griegos y Romanos antiguos importaron especias del Oriente - para su uso en la cocina. Estas incluían pimienta, casia, canela, jengibre y semilla de anís. La alcaravea se usó en el pan; el hinojo para condimentar el vinagre; el cilantro en el vino y la menta en las salsas. Entre -- los implementos de cocina había morteros y majaderos, los cuales eran usados para pulverizar las especias con propósitos culinarios.

En la última parte de la Edad Media, había un próspero mercado - en especias. Java trajo clavos, nuez moscada y macia de las Molucas (Is-- las de las Especias). Los comerciantes árabes navegaron hacia el Occidente con pimienta, clavos, nuez moscada, casia y jengibre, mientras los chinos llevaban pimienta, clavos, nuez moscada y macia hacia los puertos chinos.

En las cocinas de los ingleses ricos, se usaban palillos de canela y vástagos de clavo como aderezo; las sopas eran filtradas a través de manojos de hierbas. El anís, la menta y el perejil se usaron en salsas y ensaladas; el eneldo para condimentar las legumbres y posteriormente para



curtir los pepinos. La alcaravea y el comino se agregaron a las sopas y el hinojo y cilantro se usaron en confitados de azúcar (confitería). Cassia, canela, clavo, nuez moscada, macia, jengibre, anís, orégano, tomillo y ajedrea se usaron para sazonar pudines, tartas, pasteles, etc., y el romero, la nuez moscada, canela, el hinojo, cilantro, anís, jengibre y clavos para vinos y licores.

De 1497 a 1499, Vasco de Gama fue el primer Europeo en llegar a la India por mar; él encontró aquí a Calcuta, el centro de una región productora de canela, jengibre y pimienta, mientras que otras especias seguían siendo importadas de otras fuentes.

Cristóbal Colón fue en busca de las Islas de las Especies del Oriente, pero únicamente encontró pimienta roja (*Capsicum*) y canela. En una segunda expedición a las Islas Leeward, encontró un árbol cuyas hojas tenían un olor a clavo; éste podría ser el pimienta (allspice). Los descubrimientos de Colón abrieron al comercio a las Indias Occidentales y pronto las especias del Oriente fueron introducidas al Occidente de tal manera que, actualmente, el más fino jengibre es el de Jamaica y la nuez moscada y la macia se cultivan en Granada.

En 1519, Magallanes, un marino Portugués bajo la bandera Española, buscó una ruta hacia el Oeste de las Islas de las Especies; esta jornada se llevó a cabo en dos años y medio pero, desafortunadamente, Magallanes fue muerto en las Filipinas seis meses antes. Sin embargo, un miembro de su tripulación pudo continuar el viaje y tomar notas de los clavos, nuez moscada, jengibre y canela que fueron encontrados en las Islas. La tripulación pactó el intercambio de estas especias por ropa, tijeras, cu-

chillos, espejos y artículos de latón y cobre.

Francis Drake, tomando una ruta similar a la de Magallanes, regresó en 1580 al Puerto de Plymouth llevando un cargamento de especias de las Indias. Después, el dominio Portugués sobre las Indias Orientales -- fue roto por los Holandeses, quienes, en 1595 proveían de barcos y financiaban la organización de una expedición a las Indias Orientales. En 1597, tres barcos cargados con pimienta y nuez moscada regresaron a casa habiendo perdido cerca de 200 hombres en el viaje. Indignados por los altos precios establecidos por los mercaderes Holandeses, los Ingleses formaron la Compañía de las Indias Orientales (East India Company), la cual, en 1603, trajo a Inglaterra un gran cargamento de pimienta y, en 1606, -- otro de clavos, adquiridos en las Islas de las Especias. Para hacer frente a la competencia, se formó la Compañía Holandesa de las Indias Orientales y, eventualmente, los comerciantes Holandeses ganaron el control de las regiones productoras de especias, donde destruyeron árboles y redujeron la producción en una cuarta parte del monto inicial, forzando la elevación de los precios en Europa.

A mediados del siglo XVIII, los franceses y británicos tomaron providencias para romper el monopolio de la Compañía Holandesa, introduciendo árboles de especias en sus Colonias de ultramar. Así, los franceses llevaron plantas de clavo, nuez moscada y canela a las islas de Reunión, Mauricio, la Guayana Francesa y Sicilia.

En 1788, los ingleses ocuparon Penang y unos años más tarde tras plantaron ahí árboles de clavo y, en 1818, el árbol de clavo fue introducido de Mauricio a Zanzíbar. Similarmente fue introducida la nuez moscada a las Indias Occidentales.

## El uso moderno de las especias.<sup>8</sup>

Con el transcurso del tiempo, los usos de las especias se han increm<sup>en</sup>tado continuamente. Se han hecho indispensables en el arte culina--rio, añadiendo sazón a los platillos insípidos, sabor a las bebidas y de--leite a los aperitivos. Numerosos nuevos platillos se han hecho gracias a las aromáticas y pungentes especias. Un recetario moderno de cocina enlista 42 recetas para entremeses, cocteles y aperitivos; 55 para sopas; 131 - para pescados; 278 para carnes de caza y aves de corral; 216 para curtidos, salsas, aderezos, estofados; 131 para legumbres; 33 para quesos; 46 para - macarrones y pastas; 31 para huevos; 22 para ensaladas; 11 para empareda--dos; 320 para pudines, postres, pasteles, galletas, panes y conservas; y - 47 para bebidas, en donde las especias son un ingrediente esencial.

La pimienta es la especia más importante y, en el orden dado -- aquí, otras especias le siguen en importancia en la preparación de plati--llos modernos: canela y casia, chiles ("Capsicum"), clavos, pimiento de Jamaica, perejil, mostaza, nuez moscada, apio, jengibre, semilla de anís, hojas de laurel, macía, ajo, salvia, menta, tomillo, orégano, cardamomo, alcaravea, ajedrea, cúrcuma, cilantro, eneldo, hinojo, comino, albahaca, ro--mero y fenogreco. Todas ellas son usadas enteras o molidas, dependiendo - de los requerimientos del platillo.

En la industria manufacturera de alimentos, las especias ocupan un lugar muy importante. Actualmente, la industria ha puesto a disposi---ción del público una gran variedad de alimentos cocinados, curtidos, sal--sas, condimentos, sazonadores, conservas y confituras, desde sopas hasta - dulces, los cuales dependen del sabor de las especias. Entre los extrao--

tos saborizantes, hay muchos hechos de los aceites esenciales de las especias, incluyendo el anís, la albahaca, casia, canela, apio, clavo, jengi- bre, nuez moscada, ajedrea, anís estrella, menta, orégano y tomillo.

Las especias, o sus aceites volátiles, no son menos importantes en la elaboración de licores y cordiales. Se han encontrado innumerables usos para las especias fragantes en esta industria desde la preparación - del vino especiado del día de Salomón.

En el presente, la semilla de anís, el anís estrella, cilantro, hinojo, clavo, la nuez moscada, hojas de laurel, menta, jengibre y comino, todas encuentran uso en la elaboración de una gran lista de bebidas inclu- yendo el ajenjo, el curazao, el benedictino, el "chartreuse", la crema de "noyó", el "kummel", el "anisete" y la ginebra.

La industria de perfumería y de cosméticos emplea los aceites - de muchas especias, incluyendo el pimienta de Jamaica, la alcaravea, cane la, casia, el clavo, la nuez moscada, macia, el romero y cardamomo en la combinación de aceites volátiles y fijos para hacer docenas de perfumes - seductores más sofisticados que las esencias crudas de los antepasados.

Estos aceites fragantes son básicos en la preparación de muchos perfumes, aguas de colonia, polvos, pomadas y brillantinas.

Muchas otras industrias encuentran necesaria la aplicación de - las especias y sus aceites en sus productos, por ejemplo la industria ja bonera y los fabricantes de dentífricos y polvos de tocador.

Los innumerables y diversos usos actuales de las especias y sus aceites han surgido de las pocas y simples aplicaciones de las especias a

las necesidades de los antiguos.

El intercambio de ideas, el descubrimiento de nuevas tierras, - el incremento en la producción de especias y las necesidades crecientes - de la sociedad, han desarrollado continuamente el uso de las especias a - través de los siglos. Los mismos factores han cambiado grandemente las - creencias antiguas y medievales con respecto a las virtudes medicinales y románticas de las especias. Hay aún quien se une a las creencias anti--- guas acerca de las especias y quien les atribuye poderes curativos que -- son, la mayoría de las veces, tan fantásticas como aquéllas de los prime- ros tiempos.

Las actuales farmacopeas son cautas en atribuir efectos medici- nales a las especias. Los fogosos reclamos de los médicos y hierberos an- tiguos y medievales no encuentran lugar en la medicina contemporánea. -- Hoy, los principales usos de las especias en la medicina, caen en sus cua- lidades auxiliares y paliativas. Algunas de las especias tiene propieda- des fungicidas y bactericidas que encuentran un lugar útil en la medicina moderna.

La semilla de anís es considerada como un sedativo suave y pue- de usarse en el cólico flatulento. Su aceite es a veces usado como expec- torante y ha sido recomendado también como benéfico contra los piojos. - El pimiento es ampliamente usado como un auxiliar y, algunas veces, como medicamento estomacal. La canela y casia son auxiliares y tienen cualida- des estomáquicas, sedativas, astringentes y estimulantes. El aceite de - canela es un germicida poderoso pero irritante y es raramente usado en me- dicina. Los clavos son usados principalmente para modificar o auxiliar -

la acción de otras medicinas, pero también es usado como estomáquico y se dativo. El aceite de clavos es un activo anestésico local y un poderoso germicida. La alcaravea es un estomáquico suave y sedativo; su aceite es a veces usado en el tratamiento de la sarna. El comino parece no tener - usos medicinales. El cardamomo es empleado principalmente como un auxi-- liar; su aceite no es usado medicinalmente. El valor terapéutico del a-- plo es dudoso. El eneldo y el hinojo son sedativos suaves. El fenogreco tiene uso únicamente en la medicina veterinaria y es usualmente un ingre-- diente en alimentos en polvo para ganado.

Los chiles tienen, quizá, un uso más amplio en medicina que - - cualquier otra especia. Son empleados como rubefacientes, estimulantes, estomáquicos y sedativos. Entre otros usos internos, se han encontrado - benéficos en casos de atonía del estómago. Externamente, han probado ser útiles como estimulantes en el tratamiento del lumbago y otras afecciones musculares.

El ajo, que fue acreditado por Plinio y los médicos de la anti-- guedad con innumerables curas, es ahora considerado útil únicamente en ca sos de bronquitis, tos y resfriados. Además, se piensa que es útil para el tratamiento de la artritis y el reumatismo, favoreciendo también la -- circulación sanguínea. El jengibre es un buen estimulante y sedativo. - Las hojas de laurel no tienen uso en medicina, pero el aceite extraído de ellas es a veces empleado en el tratamiento de la artritis. La menta es un estimulante aromático; el aceite de menta "piperita" se dice que es ú-- til para aumentar el flujo de la bilis y ha sido recomendado también en - el tratamiento de los cálculos hepáticos; el aceite de hierbabuena es se-- dativo. La mostaza es un emético, pero su uso más importante es como ru--

befaciente. La nuez moscada y la macia tienen muy poco valor en medicina. La mejorana, el orégano, las semillas de adormidera, el perejil y el ajonjolí no tienen ningún valor terapéutico. El aceite fijo de ajonjolí es a veces usado como un emoliente. La cebolla es utilizada ocasionalmente en bronquitis como un expectorante. La pimienta blanca y la negra tienen uso como sedantes y rubefacientes. El romero no tiene uso medicinal, pero su aceite esencial es un sedativo y, algunas veces, un ingrediente de los linimentos rubefacientes.

La salvia, que fue altamente estimada en la época medieval por su uso medicinal, se dice ahora que es simplemente un aromático débil, ligeramente sedante y astringente. El tomillo es un estimulante, diaforético y sedativo, útil en el tratamiento de la bronquitis y de la toserina. Su aceite es un excelente bactericida y fungicida. La cúrcuma es a veces empleada para dar color a los unguentos y se dice que su aceite es útil - en el tratamiento de los cálculos hepáticos. El azafrán no tiene valor - terapéutico.

En resumen, las especias o sus aceites esenciales son útiles para impartir un gusto placentero a las medicinas desagradables y en auxiliar el efecto del ingrediente principal del medicamento. Internamente, algunas son benéficas en casos de flatulencia y cólicos; en pastillas para el alivio de la tos y dolores faríngeos; como estimulantes para excitar la languidez estomacal; como expectorantes en problemas respiratorios y como eméticos. Son también valiosas en casos de gastritis y dispepsia. Externamente, algunas especias tienen valor en el tratamiento del reumatismo, lumbago, neuralgia, bronquitis y molestias similares persistentes. Las propiedades antisépticas de los clavos y el tomillo tienen lugar en -

los lavados bucales y rociadores de la garganta para moderar el desarrollo de las bacterias patógenas.

2.1.2 Aceites Volátiles y Extractos.<sup>3</sup> Entre los productos naturales usados en sabores, los aceites volátiles son, probablemente, los más frecuentes. Entre los aceites conocidos desde principios del siglo XVI, eran usados el aceite de benzoína (benjuí), cáalamo, palo de cedro, "costus", almáciga, palo de rosa, romero, salvia, espliego, trementina, junípero, incienso y canela.

De 1500 a 1607, la lista se incrementó a 66 y de 1607 a 1730 se agregaron 18, haciendo un total de 97. Actualmente se usan cerca de 120 aceites volátiles, la mayoría de los cuales son separados de la materia prima original por destilación con vapor.

La historia de la destilación no está muy bien documentada, pero puede retrocederse a los tiempos antiguos, cuando el arte era practicado por los alquimistas en su búsqueda del "elixir de la vida", donde el material inicial era, a menudo, el vino. En una etapa posterior, se practicó ampliamente la destilación en los monasterios, donde hierbas y especias eran maceradas en alcohol y destiladas para producir algunos de los licores más famosos a los que se les atribuían propiedades medicinales. Sin embargo, se ha dicho que Avicena, un médico árabe del siglo X, fue el primero en obtener aceites volátiles de materias primas aromáticas por destilación.

Los aceites volátiles de los cítricos son muy delicados como para someterlos a la alta temperatura y humedad de la destilación, de tal



manera que es necesario extraerlos de la cáscara del fruto por expresión en frío. Originalmente esto se hacía con métodos manuales. Después de remover la pulpa y el jugo de los frutos partidos a la mitad, las cáscaras eran presionadas contra una esponja sostenida sobre un palo de madera o de bambú colocado al través de un recipiente de barro. Una mezcla de aceite y zumo era expelido de las glándulas y células de la cáscara. El contenido del recipiente se dejaba reposar y se decantaba el aceite de la capa acuosa. Otro método era hacer rodar el fruto, a mano, en un tazón metálico poco profundo o escudilla provista de un gran número de navajas de latón o cobre sobresaliendo de la superficie interna del recipiente. Este proceso ocasionaba la ruptura de las células de la cáscara y la mezcla líquida se drenaba hacia un hueco del instrumento. La mezcla se removía periódicamente y se dejaba reposar hasta que se separaba el aceite de la parte acuosa. Estos procesos manuales eran, por supuesto, muy tardados y requerían de una gran cantidad de mano de obra; consecuentemente, se puso atención en la fabricación de máquinas, de las cuales un número considerable se ha desarrollado al través de los años.

2.1.3 Cacao y Chocolate.<sup>11</sup> La principal materia prima usada en la elaboración del chocolate y el cacao en polvo es el grano de cacao. El cacao jugó un papel muy importante en las tradiciones y leyendas de los aztecas, quienes le daban el nombre de "cacáhuatl", y quizá ningún otro alimento tiene una historia tan romántica. Ellos creían que la planta era de origen divino y que Quetzalcóatl (Dios que creó al hombre, según su mitología) les trajo las semillas del paraíso y las sembró en sus jardines. Ellos pensaban que, comiendo la fruta, adquirirían conocimiento y sabiduría, por lo que fue de mucha estima para el pueblo azteca.

El botánico Charles Von Linneo le dió el nombre científico de -  
Theobroma cacao, que significa "alimento de los dioses".

El chocolate se introdujo en España en el año de 1528, casi un siglo antes del té y del café y fue líder en la industria chocolatera por muchos años.

Los productos originales de cacao no eran endulzados. Fueron - las monjas españolas de "Guanaca" quienes desarrollaron las primeras fórmulas para endulzarlo.

Aproximadamente, en el año 1606, se introdujo en Italia el uso del cacao, de donde pasó a través de sus fronteras hacia Austria y Francia y finalmente a Londres, donde, cerca del año 1700, se convirtió en -- una bebida muy apreciada.

La fundación de la moderna industria chocolatera fue llevada a cabo en 1876, por Daniel Peter, de Vevey, Suiza, quién desarrolló un método de mezclado de leche, azúcar y cacao.

2.1.4 Café.<sup>11</sup> La palabra café proviene del Turco gahwé y ésta del árabe gahwa. La historia del café es muy antigua, se conocía en Etiopía - desde el año 1000 A.C., donde, aparentemente, se usó como alimento y se hacía vino de la pulpa fermentada. De aquí pasó a Arabia donde se generalizó su uso y en el siglo XV llegó a ser la bebida predilecta de los musulmanes. De Arabia lo llevaron a Egipto, Turquía y las Indias Orientales. Los navegantes italianos lo introdujeron en Europa hacia el año - - 1615 y, como el puerto de exportación era Moka (en Arabia), se usó mucho este vocablo para designar aquel tipo de grano. En Italia, los eclesiás-

ticos la rechazaron al principio como "bebida de infieles", pero el papa Clemente VIII la cristianizó y, a mediados del siglo XVII se había extendido por toda Europa; a fines de ese mismo siglo empezaba a conocerse en Norteamérica. En Sudamérica, las primeras plantaciones las hicieron los holandeses en la Guayana (1714); en 1718 se hicieron plantaciones en Jamaica, de dónde pasó rápidamente a todos los países tropicales del Nuevo Mundo. Antes de que existiera la costumbre de preparar café en las casas, tanto mahometanos como europeos lo consumían en establecimientos públicos, que tomaron ese nombre y fueron centros de reunión y de tertulias literarias o políticas; celebridades de las letras y las artes, como Addison y Dryden, Hogarth y Joshua Reynolds, Swift y el doctor Johnson, dieron prestigio a las "coffee houses" de Londres, donde tenían sus cenáculos. En París, las reuniones de café influyeron grandemente en el desarrollo de la literatura y el teatro; puede decirse que el café fue el antecesor del moderno club, como el "Café Cantante" francés (establecimiento en que, además de servirse café y licores, se cantaba y se bailaba), dió origen a lo que hoy se llama "boite" o el "cabaret".

2.1.5 Vainilla.<sup>11</sup> Uno de los productos más importantes provenientes de las plantas que se usan en la industria de las esencias, es, indudablemente, la vainilla, que no es solamente estimada por sus aplicaciones generales en una gran variedad de productos alimenticios sino también por su valor como mezcla con otros sabores normalmente no asociado con la vainilla.

Fueron los españoles quienes le dieron el nombre al grano de la vainilla, que quiere decir "pequeña vaina" o "pequeña funda". Ellos llevaron a España cargamentos de granos de cacao y de vainilla.

La primera descripción escrita de la vainilla fue hecha por el fraile Franciscano Bernardino de Sahagún, quien llegó a México 10 años -- después de la Conquista de Cortés. Francisco Hernández el más famoso naturalista español de su época, fue la primera autoridad sobre vainilla. - El fue enviado a México en una misión en 1571 por Felipe II de España y, en su historia, menciona la vainilla bajo su nombre botánico Aracus arom-  
aticus y su nombre indígena "tlilxochitl", que significa flor negra.

En realidad, el nombre genérico de vainilla, relacionado a una clase de productos afines, fue usado por primera vez por Plumiere en 1703, pero, botánicamente hablando, el género vainilla no fue aceptado sino has  
ta 1739, cuando Swartz distinguió dos tipos, la "Vainilla aromática" y la "Vainilla claviculata". La "Vainilla plantifolia", actual vainilla comercial, fue nombrada por Charles Morren de Liege, de Bélgica, en 1836 y confirmada posteriormente por otros botánicos como Andrews y Sallisbury.

Fué Hugh Morgan, boticario de la Reina Elizabeth de Inglaterra, quien sugirió primero que la vainilla podría ser usada como un saborizante con cualidades propias, en lugar de combinarlo con el cacao. La vainilla ha justificado la fé de Morgan, convirtiéndose indisputablemente en el saborizante máspreciado.

## 2.2 Saborizantes Artificiales<sup>4</sup>

La historia de los saborizantes artificiales se remonta prácticamente a los primeros días de la química. Scheele preparó acetato de etilo en 1782 destilando ácido acético con alcohol etílico en presencia de

un ácido mineral. A principios de 1851, en la Feria Mundial de Londres, se presentaron soluciones de ésteres como esencias artificiales de frutas, que atrajeron considerablemente la atención y no mucho tiempo después eran usadas en los Estados Unidos de Norteamérica.

En 1860, se publicó en Filadelfia un libro intitulado "Tratado sobre la manufactura, imitación, adulteración y reducción de vinos extranjeros, brandies, ginebras, rones, etc., incluyendo whiskies, cordiales y licores domésticos, basado en el sistema francés por un químico práctico y experto comerciante de licores". Dicho libro contenía muchas fórmulas, ilustrando el uso del acetato de etilo, ácido acético y ácido butírico.

El gran químico inglés, William Henry Perkin, preparó cumarina en 1867, la cual se usó como saborizante artificial muy poco después.

En el año de 1858, se recristalizó vainillina a partir de un extracto alcohólico de vainilla y en 1872 se estableció su fórmula empírica. Tiemann y Haarman, en 1874, reportaron que se trataba del 3-metoxi-4-hidroxibenzaldehído y dos años más tarde Reimer la sintetizó a partir del guayacol, probando así su estructura. Indudablemente, la vainillina es uno de los materiales saborizantes más versátiles, teniendo aplicación como sabor simple o en combinación con otros productos naturales o sintéticos.

Aunque los primeros pasos hacia el desarrollo de la industria de químicos aromáticos sintéticos fueron dados por Francia y Gran Bretaña, Alemania asumió el primer lugar en la producción de éstos y tuvo casi un virtual monopolio sobre la producción de sabores sintéticos y colorantes hasta antes de la primera Guerra Mundial.

En el capítulo del "Pharmaceutical Formulas", titulado "Esencias Frutales Artificiales", que data del año 1919, se incluye una relación de 14 productos sintéticos de uso comercial y la formulación de 15 - sabores frutales a partir de los sintéticos, que incluían sabores de frambuesa y fresa.

Hasta el año de 1960, el panorama sobre los productos sintéticos casi no había cambiado, ya que se usaban solamente 15 productos químicos sintéticos<sup>5</sup> en combinación con extractos naturales y esencias. Dichos productos sintéticos son los siguientes, basados en la compilación hecha por M. Mason:

Caproato de Alilo, usado en sabores de piña, ron y durazno.

Isotiocianato de Alilo, principio activo de la cebolla, del rábano y la mostaza, utilizado en carnes y condimentos.

Acetato de Amilo, empleado en sabores de pera, plátano y manzana.

Anetol, sabor típico del anís.

Benzaldehído, con olor a almendras amargas y empleado en sabores de fresa, cereza, almendra, durazno y ron.

Cinamaldehído, usado en el sabor de canela.

Citral, empleado en el sabor de limón.

Disulfuro de Dialilo. Su olor recuerda la cebolla y el ajo. Empleado en carnes y condimentos.

3-Metil-3-fenilglicidato de etilo. Usado principalmente en sabores de fresa.

Eugenol, de olor a clavo; usado en sabores de nuez y como condimento.

Mentol, de olor y gusto típico de la menta.

Antranilato de metilo, empleado en sabores de uva.

Salicilato de Metilo. Su olor recuerda el abedul. Se usa en el sabor de pirola (wintergreen).

γ - Nonalactona. Su olor y gusto sugieren los del coco.

γ - Undecalactona. Su olor y gusto son típicos del durazno.

Quizás el escaso avance en el desarrollo de nuevos productos químicos aromáticos sintéticos se debió a que el aislamiento e identificación de los saborizantes presentes en los productos naturales, mediante los métodos clásicos de análisis, era difícil debido a la complejidad de dichos saborizantes. Un ejemplo que habla claramente acerca de esta complejidad, es el del extracto de vainilla, donde, en un estudio reciente,<sup>7</sup> se encontraron cerca de 170 componentes, aún cuando la mayoría de ellos están presentes en concentraciones menores de 1p.p.m. en los granos de la vainilla.

El progreso logrado en este campo había dado resultado con aquellos materiales donde el sabor natural predominaba por una sola sustancia o un pequeño grupo de sustancias.

La invención del cromatógrafo de gases por A.T. James y A.J.P. Martin<sup>5</sup> en 1952, proveyó de una poderosa técnica de separación de mezclas de sustancias volátiles. Dicha técnica empezó a usarse en 1960 y, consecuentemente, la comprensión detallada de la composición de los volátiles

de la mayoría de los alimentos tuvo un gran avance.

Una vez que los volátiles pudieron ser eficientemente separados y aislados, se enfocó la atención en su identificación. Los cromatógrafos de gases se han hecho cada vez más sofisticados, empleándose detectores más sensibles, como el de ionización de flama, que virtualmente desplazó al de conductividad térmica, aún cuando su respuesta es variable. Actualmente se cuenta con detectores de captura de electrones, y detectores de flama fotométrica y flama alcalina, para compuestos que contienen grupos electronegativos, azufre o nitrógeno, respectivamente.

Se ha conseguido la máxima información acerca de la estructura de los componentes volátiles de un saborizante natural, acoplando al cromatógrafo de gases un espectrómetro de masas de barrido rápido, donde un monitor de iones totales actúa como detector global y el espectro de masas registrado a menudo conduce a la identificación del compuesto desconocido. Usualmente, se alcanza la identificación comparando los espectros obtenidos con los de referencia, pero, aún en el caso de un nuevo espectro, se pueden sacar algunas conclusiones sobre la estructura del compuesto desconocido en base a su espectro de masa.

La espectroscopía infraroja ha proporcionado uno de los mejores medios para identificar los grupos funcionales, así como, las "huellas digitales" de las moléculas.

La Resonancia Magnética Nuclear es una herramienta poderosa usada para descifrar la estructura de los compuestos, pero su poca sensibilidad ha limitado su uso en la investigación de sabores.

También se emplea la espectrometría Raman en el estudio de com-



puestos volátiles de los sabores, usándose fuentes de rayos laser.

A continuación se presenta una Tabla comparativa de las sensibilidades de cada uno de los instrumentos mencionados, en donde se ve que el espectrómetro de masas es el que tiene la mayor sensibilidad, por lo que se le emplea ampliamente en el estudio de los compuestos volátiles de los sabores, a pesar de su gran costo.

Tabla I

Técnica	Cantidad mínima detectable
Espectrometría de Masas	1 ug ó menos
Espectroscopía Infraroja	de 1 a 10 ug
Espectroscopía Raman	100 ug
Espectrometría de R M N	200 ug

Debido a la gran sensibilidad de la nariz (teóricamente puede detectar  $10^{-19}$  moles) los químicos savoristas han luchado por alcanzar mayor sensibilidad en los métodos de que disponen. Así, se han desarrollado técnicas de separación empleando columnas cromatográficas de alta resolución, lo que permite su identificación por espectrometría de masas, o su detección por olfato, ya sea oliendo los compuestos cada vez que salen de la porta del detector, o bien atrapando cada uno de los picos cromatográficos mediante celdas que inmediatamente se sellan y pueden almacenarse. Subsecuentemente, el contenido de la trampa puede ser re-cromatografiado o sometido a análisis sensorial.

También se han desarrollado técnicas colorimétricas para obte--ner información acerca de los grupos funcionales presentes en los compues

tos atrapados en las celdas, así como información acerca de su estructura mediante ozonólisis o hidrogenación.

En la mayoría de estos métodos químicos pueden detectarse cantidades de sub-microgramo. La sensibilidad no es tan buena como en la de algunos detectores específicos de cromatografía de gases, (la sensibilidad del detector de ionización de flama es de  $10^{-12}$  g) pero la información adicional que se obtiene es enorme.

Gracias a todas estas técnicas, se han descubierto numerosos compuestos presentes en los alimentos naturales. Por ejemplo, se ha encontrado maltol en el pan, cacao, café, productos lácteos, cebada y ave-llana, tostadas y soya; 3 metil-2-ciclopenten-2-ol-1-eno en cacao, café, fenogreco y cebada tostada; 4-hidroxi-2,5-dimetil-3(2 H)-furanona en carne, piña y fresa; 2-isobutiltiazol en el tomate; ftaluros en el apio y 3,5-dimetil-1,2,4-tritriolano, tiofeno-2-carboxaldehído, 5-tiometil-2-fur-aldehído, lactona del ácido 2,4-dihidroxi-3-metil-2-hexenoico y 2,4,5-trimetiloxazolina en la carne.

Cada vez, estructuras químicas más complicadas están tomando parte en la escena de los saborizantes, particularmente aquéllas que involucran azufre; nuevos terpenos, varios sistemas heterocíclicos y compuestos que contienen más de un tipo de sustituyente característico y, si bien es cierto que actualmente se conocen aproximadamente 1000 compuestos sintéticos que se emplean como saborizantes, en el futuro<sup>15</sup> con el desarrollo de importantes áreas como son la Química Orgánica Sintética, la Química de Productos Naturales, Biosíntesis y Mecanismos de Reacción, Tecnología Enzimática, Instrumentación Analítica, Fisicoquímica y la Correlación

de los datos físicos con los sensoriales, dicha cantidad de compuestos -- sea rebasada ampliamente, lográndose saborizantes artificiales muy parecidos a los naturales.

IV. SUSTANCIAS SABORIZANTES NATURALES O SINTETICAS IDENTICAS A LAS NATURALES CUYO EMPLEO EN LA AROMATIZACION DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS ES INADMISIBLE O SU CONCENTRACION ESTÁ LIMITADA.

1. Introducción.

Antes de hacer la revisión de los saborizantes naturales, artificiales y sintéticos idénticos a los naturales, es conveniente conocer - la lista de las sustancias que están prohibidas como saborizantes o restringidas en su concentración dentro del alimento que se va a consumir. - Esta lista se conoce como Lista Negativa.

Ciertos aceites esenciales y ciertos extractos y esencias naturales pueden ser nocivas para la salud en razón de la presencia de compuestos químicos tóxicos.

2. Plantas o partes de plantas prohibidas como saborizantes.

El empleo de las siguientes plantas o de sus partes es inadmissible:

- |                                    |                    |
|------------------------------------|--------------------|
| a. "Polypodium vulgare" L. =       | polipodio común    |
| b. "Juniperus oxycedrus" L. =      | cade               |
| c. "Quillaja saponaria" Mol. =     | corteza de Panamá  |
| d. "Chenopodium ambrosioides" L. = | ambrosía de México |

3. El empleo de las siguientes plantas o de sus partes está limitado:

Especie Botánica	Principios activos de sus aceites esenciales
- "Mentha pulegium" L. <sup>93</sup>	pulegona (80-95%)
- "Chrysanthemum vulgare" L.	tujonas (20-95%)
- "Tanacetum vulgare" L.	tujonas (20-95%)
- "Betula lenta" L.	salicilato de metilo (90%)
- "Sassafras officinale" Nees y Eberm.	safrol (80%)
- "Dipteryx odorata" Willd	cumarina
- "Cinnamomum camphora" (L.) Sieb	safrol
- "Solanum dulcamara" L.	solanina
- "Prunus dulcis" (Mill.) var. amara (DC). Buchheim (= "Prunus amygdalus" Batsch)	ácido cianhídrico
- "Artemisia spicata"	tujonas (30-60%)
- "Trilisa odoratissima" (Willd.) Cass. (= "Liatris odoratissima" Willd)	cumarina
- "Melilotus officinalis" (L.) Pall	cumarina
- "Galium odoratum" (L.) Scop. (= "Asperula odoratum" L.)	cumarina
- "Quassia amara" L.	quasina
- "Ruta graveolens" L.	metilnonilcetona
- "Acorus calamus" L.	beta-azarona

4. El empleo de los compuestos mencionados a continuación está limitado. Las cantidades máximas admisibles en los productos alimentarios -- listos para consumo se indican en cada una de ellas.<sup>14</sup>

Sustancia	Concentración máxima (ppm)	Tipo de alimento
- ácido agárico <sup>18</sup>	20	En alimentos y bebidas en <u>ge</u> <u>neral</u>
	50	En bebidas alcohólicas
- ácido cianhídrico <sup>19</sup>	5	En productos en general
	1	En productos listos para <u>con</u> <u>sumo</u>
	40	En las aguas de frutos en <u>al</u> <u>míbar</u>
- cis-anetol <sup>21</sup>	5,000	En el anetol
	10	En bebidas alcohólicas dife- rentes a los aperitivos ani- sados
- beta-azarona <sup>20, 21, 28</sup>	1	En alimentos y bebidas en <u>ge</u> <u>neral</u>
- berberina	10	En alimentos y bebidas en <u>ge</u> <u>neral</u>
- cumarina <sup>22, 23, 24, 25</sup>	2	En alimentos y bebidas en <u>ge</u> <u>neral</u>
	10	En bebidas alcohólicas
- esparteína	5	En bebidas alcohólicas sola- mente
- hipericina	1	En bebidas alcohólicas sola- mente
- metilnonilcetona <sup>21</sup>	5	En alimentos en general
- pulegona <sup>21, 29, 34</sup>	25	En alimentos en general
	100	En bebidas con sabor de men- ta
	250	En bebidas alcohólicas con - sabor de menta
	350	En dulces con sabor de menta

Sustancia	Concentración máxima (ppm)	Tipo de alimento
- quasina <sup>30</sup>	5	En alimentos y bebidas en <u>ge</u> <u>neral</u>
	10	En dulces
	50	En bebidas alcohólicas
- quinina <sup>31</sup> (alcaloides totales derivados de la quina, calculados como quinina)	1	En alimentos en general
	40	En dulces digestivos de quini na para uso en adultos. En frutas coaguladas
	85	En bebidas no alcohólicas
	300	En bebidas alcohólicas
- safrón <sup>32</sup>	1	En alimentos y bebidas en <u>ge</u> <u>neral</u> hasta con un 25% de -- contenido de alcohol
	5	En bebidas alcohólicas con - más de 40% de contenido de - alcohol en vol.
- salicilato de metilo <sup>21,26,27</sup>	20	En bebidas en general
- santonina	1	En bebidas alcohólicas sola- mente
- Tujona <sup>21, 33</sup>	5	En alimentos y bebidas en <u>ge</u> <u>neral</u>

El número que aparece arriba del nombre de la sustancia indica la referencia bibliográfica que se puede consultar para conocer los métodos de identificación y cuantificación de esa sustancia.

5. Materiales vegetales o aceites esenciales que contienen sustan-  
cias<sup>21</sup> restringidas como saborizantes en alimentos.

A continuación se indican los nombres de algunas plantas y algu-  
nos aceites esenciales que contienen sustancias cuya presencia en los ali

mentos debe estar limitada, conforme a lo que se estableció en el punto 4.

#### 5.1 Acido cianhídrico

Se encuentra principalmente en el aceite esencial de almendras amargas.

#### 5.2 Cis-anetol

Según ciertos autores, el cis-anetol presenta una toxicidad na da despreciable. La concentración de cis-anetol en los aceites esencia-- les es reducida, mientras que en el anetol sintético puede ser mucho más elevada. Se ha demostrado que con la acción de la luz solar y especial-- mente de los rayos UV, el trans-anetol se transforma parcialmente en cis-- anetol.<sup>35, 36</sup>

#### 5.3 Beta-azarona

La beta-azarona está presente en la planta Acoro, entre otras, de donde se obtiene el aceite esencial de cálamó.

#### 5.4 Cumarina

La cumarina está presente, entre otras, en las siguientes mate-- rias vegetales: las canelas, el espliego, el haba tonca, la lengua de - - ciervo, el meliloto, la aspérula olorosa y la frambuesa.

#### 5.5 Metilnonilcetona

Se encuentra principalmente en los siguientes vegetales: ajo, cebolla, fresa, lima, ciertas mentas, plátano y ruda.

#### 5.6 Pulegona

La pulegona se encuentra principalmente en menta "crespa" y en la menta "pulegium".



### 5.7 Safrol

El safrol está presente entre otras plantas, en el ajeno, albahaca, canela, nuez moscada, pimienta negra, salvia, tomillo y, principalmente, en el sasafrás.

### 5.8 Salicilato de metilo

Esta sustancia se encuentra principalmente en el aceite esencial de pirula (wintergreen), en el abedul dulce, el clavo y algunas mentas.

## V. SABORIZANTES NATURALES

### 1. Aceites Esenciales y Oleoresinas de Hierbas y Especies

#### 1.1 Métodos de obtención<sup>11</sup>

Los saborizantes naturales pueden obtenerse ya sea de las raíces, semillas, hojas, flores, frutos o tallos de plantas, árboles y arbustos, mediante métodos de extracción tales como la maceración, digestión y filtración, así como por varios procedimientos de destilación.

El disolvente de extracción es usualmente una mezcla de alcohol y agua y la materia prima es reducida a partículas pequeñas antes del procedimiento de extracción o destilación.

La aplicación de los métodos de extracción y destilación requiere del conocimiento de los componentes químicos presentes en la materia prima. Algunos productos contribuyen únicamente en el aroma, mientras -- que otros proporcionan aroma y gusto.

Para la obtención de ciertos aceites esenciales, la destilación es el mejor procedimiento; para la de algunos, la destilación y la extración y para otros, se prefiere la extracción solamente.

1.1.1 Maceración. La materia prima se coloca en una bolsa de lienzo lo suficientemente amplia para permitir la expansión y se mezcla con alcohol al 40 ó 60% en volumen. La extracción requiere de 5 a 8 días, -- tiempo durante el cual las hierbas y el disolvente son agitados dos veces

al día. Este proceso de maceración humedece y ablanda las células de las hierbas, permitiendo que las sustancias tales como azúcares, resinas y materiales amargos se disuelvan en el agua, mientras que los componentes -- aromáticos y aceites esenciales se disuelven en el alcohol. El extracto es entonces sacado y se comprime el remanente para recuperar el resto del saborizante. Los restos se mezclan con un peso igual de agua y se exprimen de nuevo. Los productos de la extracción y de la expresión se combinan y se dejan reposar por unos días hasta que se aclare la mezcla. El rendimiento final del saborizante tiene cerca del 30% del alcohol y tiene un aroma y gusto bien balanceado.

1.1.2 Digestión. Este es un método de extracción acelerado con ayuda de calor. El procedimiento requiere que la mezcla de alcohol y agua se mantenga a una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  en el digestor durante la extracción del sabor. Un digestor es un aparato cerrado en el cual las sustancias - pueden calentarse a presión, usualmente por contacto con un excipiente líquido que extrae los ingredientes solubles. La digestión se lleva a cabo en aproximadamente 24 horas y se aplica cuando se desea la obtención rápida de un extracto saborizante, aún cuando el producto obtenido por este método es inferior al logrado por maceración y filtración, ya que a menudo se destruye el "bouquet" del aroma y gusto.

1.1.3 Filtración. Este es el método más económico de extracción. La filtración requiere de 3 a 5 días para separar todos los componentes - saborizantes de las hierbas o especias, sin la pérdida de aroma y gusto. también se evita la compresión del remanente que queda después de la extracción.

Usualmente, es suficiente un excipiente de alcohol del 40 al 50% en volumen para filtrar los materiales botánicos. El continente usado en este procedimiento tiene la forma de un cono y en su interior, de 4 a 8 - pulgadas arriba del orificio de salida, se coloca un plato de acero inoxidable, que puede ser removido fácilmente.

La materia prima se coloca dentro de una bolsa delgada de lino, que se introduce en el filtrador, colocándose sobre el plato de acero perforado y se humedece someramente con el excipiente, para evitar que se -- hinche demasiado en el filtrador. Se coloca un émbolo para que haga una presión firme y uniforme en el filtrador. Se ata la bolsa en la parte alta del recipiente y se cubre con otro plato de acero inoxidable perforado, más pesado, para evitar la expansión del material en la superficie. Se - vierte el excipiente en el filtrador y se agrega continuamente para mantener un nivel arriba del material. Se deja en reposo durante tres días para ablandar las células de las plantas y que penetre en ellas el excipiente, para disolver las sustancias aromáticas; al cuarto día empieza la filtración.

El extracto se seca lentamente, a un flujo de 10 por ciento del excipiente presente, por hora, o aproximadamente a 2 onzas líquidas por - minuto, dependiendo del tamaño del filtrador. Durante la remoción del extracto del filtrador, debe mantenerse el nivel del excipiente arriba del corazón del material, hasta que se haya usado todo el excipiente alcohólico preparado. Se continúa el drenaje del filtrador hasta que las gotas - caigan lentamente. El resto del extracto es preparado con agua, la cual se vierte al filtrador hasta que alcanza un nivel más alto que el de los ingredientes.

Después de 24 horas, se inicia el drenado del filtrador a un -- flujo de 2 onzas líquidas por minuto. Durante el drenaje, el agua se mantiene al mismo nivel por el influjo de un tanque que se coloca arriba del filtrador.

El extracto acuoso se mezcla con el extracto alcohólico hasta - que el total iguala el volumen del excipiente alcohólico usado inicialmente en la filtración.

1.1.4 Destilación a Presión Atmosférica. En la manufactura de saborizantes naturales es ampliamente usada la destilación a presión atmósférica para separar el aroma volátil y el aceite esencial de las hierbas, - cáscaras, raíces, semillas, flores, hojas, y otras partes de los vegeta-- les.

En este tipo de destilación, el alcohol y el agua son capaces - de mezclarse con los ingredientes volátiles en fase vapor, inmediatamente después de su separación de las sustancias originales.

La presencia del alcohol en el destilado no solamente previene cualquier deterioración del aroma volátil, sino que ayuda a madurarlo y - lo realza.

Bajo ninguna circunstancia debe aplicarse vacío en la destila-- ción de botánicos aromáticos ya que la bomba de vacío removería una parte del aroma volátil.

El material se coloca sobre un plato de acero inoxidable perforado, arriba del ribete de la chaqueta de vapor del alambique para evi--

tar el abrasamiento del material y el consiguiente gusto a quemado del saborizante, conforme se realiza la destilación.

La destilación a presión atmosférica se inicia después de mez--clar el material con alcohol y agua en el alambique, dejándolo reposar de 24 a 48 horas para la extracción. El calentamiento del alambique debe --controlarse constantemente y el flujo del condensado debe ser lento.

El condensado se separa en fracciones, después de reflujar du--rante un breve lapso hasta que la salida de presión del condensador lleva la primer baharada de aire aromático que puede olfatearse sin temor a - -irritarse la nariz. El destilado se deja entonces fluir a través del condensador y se colecta como corazón o fracción principal.

El condensado principia con un contenido de alcohol cercano al 90%, dependiendo de la concentración del excipiente usado y, se reduce --conforme avanza la destilación. Se requiere olfatear y probar el destilado a intervalos cortos de tiempo para detectar cambios en aroma y gusto - del saborizante.

Cuando el alcoholímetro muestra un contenido de alcohol de 55%, esto indica el final de la fracción principal y el comienzo de la última fracción. Aquí es necesaria una observación cuidadosa y el olfateo y ---prueba debe ser más frecuente. Es aconsejable no esperar a que el cambio de gusto sea demasiado obvio. La destilación de la última fracción continúa hasta que se recupera todo el alcohol.

La fracción principal se diluye con agua hasta cerca de 35% de contenido de alcohol y se deja reposar durante 48 horas para el aclara---

miento y la separación de terpenos. Se separan los terpenos acumulados - en la superficie de la mezcla y la fracción principal diluída se filtra - para hacerla completamente clara. Se coloca de nuevo en el alambique limpio para redestilación a presión atmosférica, usando el mismo procedimiento y teniendo las mismas precauciones que en el primer destilado. Después de ésto, se obtiene el destilado saborizante final, que tiene el aroma y gusto más fino.

Las últimas fracciones o colas de ambas destilaciones se mezclan, filtran y redestilan para obtener un destilado con alto contenido - de alcohol, que puede usarse en el siguiente lote de producción del mismo sabor.

1.1.5 Destilación del Filtrado y Macerado. El procedimiento de -- destilación del filtrado o macerado, requiere, obviamente, primero la extracción por filtración o maceración. El extracto conteniendo el material saborizante se deja reposar de 2 a 3 días para separar la materia insoluble. El extracto claro se coloca entonces en el alambique y se lleva a - cabo la destilación a presión atmosférica de la misma manera que en la -- destilación alcohólica.

Por no calentarse el material sólido, el destilado del filtrado o macerado rinde un producto con un aroma más exquisito que el producido en la destilación con alcohol y agua.

1.2 Aceites Esenciales.<sup>39</sup> Los aceites esenciales son los componentes odoríferos volátiles que se encuentran en muchas plantas y que usual-

mente llevan el olor y sabor esencial de la planta de la cual es extraído. Por regla general, no son solubles en agua. Los aceites esenciales son mezclas complejas de muchos tipos de compuestos químicos orgánicos, como terpenos, alcoholes, aldehídos, ésteres, cetonas, lactonas, ácidos, compuestos de alto punto de ebullición tales como los sesquiterpenos y sus derivados, ceras, etc.

Los aceites esenciales difieren fundamentalmente de los aceites vegetales, como el aceite de maíz, en que son completamente volátiles a temperatura ambiente. Además los aceites grasos consisten principalmente de triglicéridos y tienen muy poco, si no es que ningún valor como saborizantes.

Los métodos de separación de los aceites ~~esenciales~~ incluyen la expresión, destilación con vapor, extracción y adsorción.

La expresión se usa para extraer el aceite esencial de las cáscaras de frutos tales como la naranja, el limón, la lima, mandarina y toronja.

En este procedimiento, se lava la fruta entera y se coloca entre rodillos, rociados con agua, separándose posteriormente el aceite por medio de una centrífuga.

La destilación con vapor se usa para separar las sustancias volátiles de muchas plantas odoríferas y flores. Aquí, el vapor se pasa a través de un lecho de plantas, volatilizando el aceite esencial, el cual es separado como una capa superior del condensado.

Como la capa acuosa tiene olor, se puede usar como agua de colonia.



La extracción o "enfleurage" es la solución y adsorción de los aceites esenciales de las flores con las grasas. Este proceso se emplea para los aceites muy delicados cuyos olores se destruyen con el más pequeño calentamiento. La grasa olorosa se extrae con un solvente para obtener el aceite esencial. La grasa remanente se emplea en la elaboración de jabones.

La extracción con solventes involucra el tratamiento de las flores colocadas en fila sobre placas perforadas, con un solvente como el éter de petróleo. El solvente se destila y puede usarse de nuevo. El residuo de la destilación contiene el aceite esencial.

La maceración de flores u hojas es la extracción del aceite volátil con o en una grasa con el posterior tratamiento de la grasa para obtener el aceite volátil.

#### 1.2.1 Concretos.<sup>11</sup>

Después del "enfleurage" (extracción), la grasa se extrae con un solvente. Al remover el solvente queda una mezcla semisólida de aceite esencial y de material graso-ceroso. Esta mezcla semi-sólida se llama un concreto.

#### 1.2.2 Absoluto.<sup>11</sup>

Si el concreto se disuelve en alcohol, se enfría y filtra, se elimina la mayor parte de la cera. Cuando se destila el alcohol, el residuo es un aceite esencial casi puro y es concebido como un absoluto.

1.3 Oleoresinas.<sup>38</sup> Las oleoresinas se separan por extracción de materiales molidos como son semillas, raíces, tallos, hojas y frutos de plantas con un solvente de alta pureza y bajo punto de ebullición. La extracción se lleva a cabo ya sea por maceración o por filtración inmediatamente después de la pulverización del material para reducir la pérdida del aroma volátil.

Las especias en general son extraídas con solventes no solubles en agua, como dicloruro de etileno. Los solventes no acuosos evitan la extracción de sustancias indeseables como el almidón, azúcares, resinas y gomas. Los solventes solubles en agua como el etanol y el metanol son usados en extracciones donde se requiere que la oleoresina sea soluble en soluciones acuosas, como la oleoresina de vainilla, por ejemplo.

La extracción del material se repite cada vez con un excipiente fresco hasta que todo el extracto se remueve. Cada extracto se concentra primero por destilación a presión atmosférica y después por destilación con vacío. El solvente se recupera y usa en las siguientes extracciones del mismo material.

La oleoresina final es separada entonces del agua que pudiera estar presente y los solventes residuales se eliminan por adición de etanol y subsecuente destilación.

Después de su manufactura, las oleoresinas usualmente requieren de la adición de aceite esencial, glicerina o propilen glicol para obtener las suficientes características de flujo para su uso.

Las oleoresinas imparten el gusto de las especias de las cuales

son obtenidas. La adición del aceite esencial les dá aroma.

Las oleoresinas pueden usarse en combinación con materiales químicos saborizantes para la elaboración de productos alimenticios, en panadería, confituras, bebidas, productos farmacéuticos y en tabacos.

Las oleoresinas difieren fundamentalmente de los aceites esenciales en que estos son producidos generalmente por destilación con vapor y, relativamente, no tienen presentes constituyentes de alto punto de ebullición. Por lo tanto las oleoresinas también contienen los constituyentes no volátiles que son extraídos en el proceso.

Una oleoresina está constituida fundamentalmente por aceite esencial, resinas solubles en disolventes orgánicos y otros compuestos relacionados que pudieran estar presentes en la especia original, así como cualquier aceite graso no volátil que esté presente en la especia.

Aunque los aceites esenciales contienen todos los principios saborizantes que originalmente están presentes en la especia o hierba, los componentes no volátiles son extremadamente importantes para un efecto saborizante total. En algunos casos, como en la pimienta negra o el jengibre, el uso del correspondiente aceite esencial impediría el efecto total del sabor, ya que los constituyentes de las especias, responsables del efecto pungente, son no volátiles y están presentes únicamente en las oleoresinas.

En algunos casos, las especias son útiles únicamente para la producción de oleoresina ya que no tienen o tienen muy poco aceite volátil, como la cúrcuma, paprika y chiles.

Las oleoresinas son especialmente adecuadas para aplicaciones a altas temperaturas. Las resinas y aceites grasos actúan como un fijativo natural para los componentes más volátiles del aceite esencial.

Debido a que el aceite esencial carece de este fijativo natural, tiende a ser más volátil que la correspondiente oleoresina. Además, se ha demostrado que la estabilidad de una oleoresina con el incremento de la temperatura contra el correspondiente aceite esencial, se debe a otros factores. Rogers y Eiserle<sup>37</sup> demostraron que la composición del aceite esencial constituido en una oleoresina difiere de la del aceite esencial producido por destilación con vapor.

Los aceites esenciales producidos de las oleoresinas, muestran la presencia de elevados niveles de constituyentes de alto punto de ebullición que normalmente no están presentes en la misma proporción en los aceites esenciales producidos por destilación directa, con vapor, de la especia. Estos constituyentes de alto punto de ebullición tienden a producir un sabor más estable y menos volátil.

#### 1.4 Genealogía y Aplicaciones.

##### 1.4.1 Aceites Esenciales Obtenidos de Plantas pertenecientes a la Familia "Compositae".

###### 1.4.1.1 Aceite Esencial de Ajenjo<sup>40</sup>.

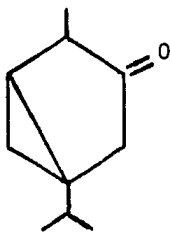
El aceite volátil se obtiene por destilación con vapor de las hojas, tallos y flores de "Artemisia absinthium" Linné, madura, o variedades de ella. Es un líquido de color café oscuro, verdoso, o verde azulado que tiene un fuerte olor herbáceo característico de la planta y usual-

mente se oscurece con el tiempo.

La planta es un arbusto de hierba perenne, nativa de Norte América, del Sur de Europa, Norte de Africa y de Asia.

El aceite era usado principalmente en la preparación del vino "Vermout" por su sabor amargo. Actualmente está restringido su uso por su elevado contenido de tujona (34 a 71%), sustancia que, se piensa, es carcinógena<sup>13</sup>.

Los constituyentes principales del ajenojo son la  $\alpha$ -tujona,  $\beta$ -tujona y cariofileno. También contiene  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, sabineno, felandreno, canfeno, cadineno, chamazuleno, bisaboleno, alcohol tujílico y nerol.

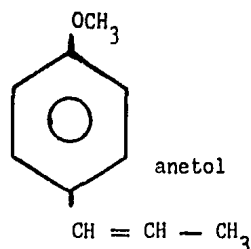
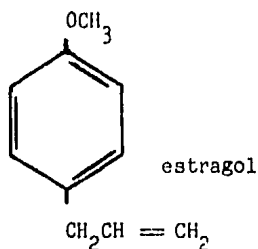


tujona

#### 1.4.1.2 Aceite Esencial de Estragón.<sup>40, 58</sup>

El aceite volátil se obtiene por destilación a vapor de la planta "Artemisia dracunculus" Linné, originaria del Este y Centro de Europa. Es un líquido amarillo verdoso y tiene un olor semejante al anís. Se emplea en la elaboración de licores y alimentos enlatados.

El constituyente principal del aceite es el estragol (metil chavicol), en una cantidad que varía de 60 a 75%. También tiene un importante contenido de linalool y anetol.



#### 1.4.1.3 Aceite Esencial de Manzanilla.<sup>40, 59, 121</sup>

Los dos tipos de manzanilla que existen en el comercio, la manzanilla Alemana o Húngara y la Romana o Inglesa, difieren grandemente en su taxonomía.

El aceite de manzanilla Alemana se obtiene por destilación con vapor de las flores y el tallo de la planta herbácea anual "Matricaria -- chamomilla" Linné, que se cultiva en Alemania, Hungría y Rusia.

Es un líquido de color azul profundo o verde-azulado que tiene un fuerte olor característico y un gusto aromático amargo.

El aceite de manzanilla Romana se obtiene de "Anthemis nobilis" Linné, una hierba perenne, originaria del Centro de Europa y cultivada en Bélgica, Francia e Inglaterra.

Es un líquido de azul pálido o verde-amarillento, que tiene un fuerte olor aromático y un ligero gusto a quemado.

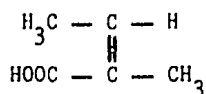
Ambos aceites se usan como saborizantes en bebidas, dulces, repostería y productos farmacéuticos y también en la preparación de licores.

La palabra Chamamilla proviene del griego "khamaimelon" que sig

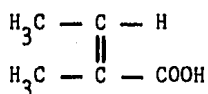
nifica manzana de tierra.

Los principales constituyentes del aceite de manzanilla Romana son alcohol isoamílico, ácido isobutírico y butírico, ácido engélico, angelato de isoamilo, tiglato de isoamilo, alfa pineno, chamazuleno, nerolidol y farnesol.

El del aceite de manzanilla Alemana es un azuleno, llamado chamazuleno, un éster del ácido cáprico, sesquiterpenos, alcoholes sesquiterpénicos y parafinas.<sup>55</sup>



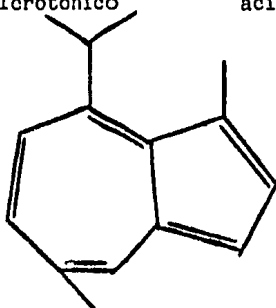
ácido angélico



ácido tíglico

ácido trans- $\alpha$ -metilcrotonico

ácido cis- $\alpha$ -metilcrotonico



1,5-dimetil-8-isopropil azuleno "chamazuleno"

#### 1.4.2 Aceites Esenciales Obtenidos de Plantas pertenecientes a la Familia "Labiatae"

##### 1.4.2.1 Aceite Esencial de Menta, Piperita.<sup>40, 45, 47, 69</sup>

El aceite esencial se obtiene por destilación con vapor de la planta "Mentha piperita" Linné en floración, nativa de los países Mediterráneos.

Existen dos variedades, la menta negra y la blanca. La que se cultiva más es la menta negra, llamada menta inglesa, "Mentha piperita officinalis rabescens" Camus. Esta variedad produce más aceite volátil que la menta blanca.

La menta blanca "Mentha piperita officinalis" Sole, se considera la más fina de todas las mentas piperitas, sin embargo, las cantidades de aceite destilado actualmente son muy bajas, debido a que la planta es muy sensible a las condiciones atmosféricas severas.

La menta piperita se cultiva en Alemania, Argentina, Australia, Brasil, Bulgaria, España, Francia, Holanda, Hungría, India, Inglaterra, Italia, Marruecos, Polonia, Rumania, Norte América (E.U.A.), Rusia, Yugoslavia y otros países.

La menta Japonesa "Mentha arvensis , var. piperascens" Malinvand, se llama así porque se cultiva extensamente en Japón. Japón y China fueron los proveedores de importantes cantidades de mentol antes de la 2ª -- Guerra Mundial, pero actualmente Brasil es el primer productor de mentol en el mundo. La planta también se cultiva en pequeña escala en Argentina, Australia, la Unión de Sud-Africa y en Angola.

El aceite de Mentha arvensis es inferior en sabor, pero contiene más mentol, por lo que se destina a la producción de cristales de dicha sustancia.

El aceite de menta piperita usualmente es rectificado por destilación para eliminar el mentofurano, que imparte notas desagradables al aceite y un gusto amargo posterior. En ocasiones, también es parcial o

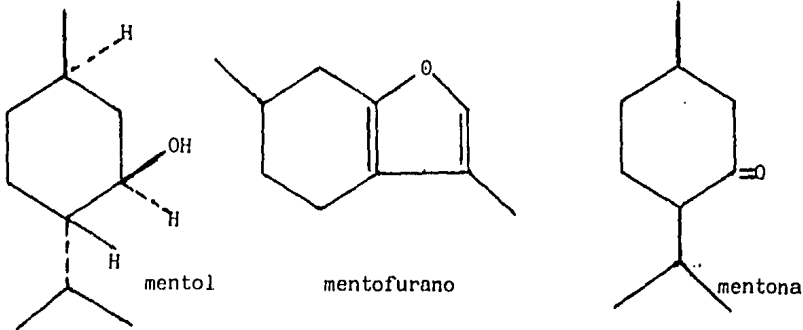


totalmente desmentolizado.

Es un líquido incoloro o ligeramente amarillo que tiene un gusto pungente, seguido de una sensación de enfriamiento cuando el aire penetra en la boca.

Se emplea como saborizante de productos farmacéuticos y otros productos como dentífricos y lavados bucales, en dulces, gomas de mascar, confitería y licores. En medicina se usa como carminativo y estimulante gástrico.

Los principales componentes de la menta piperita son: d-limoneno, 1,8-cineol, hidrato de trans-sabineno (1%), hidrato de cis-sabineno, mentona (20%), mentofurano (2%), isomentona (3%), linalool, acetato de mentilo, neo-mentol, 4-terpinenol, mentol (50%), pulegona,  $\alpha$ -terpineol y piperitona.



La composición de la menta arvensis y de la menta piperita difieren principalmente en que la primera no contiene mentofurano ni los hidratos de cis- y trans-sabineno.

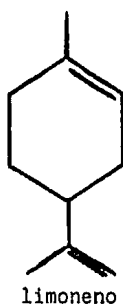
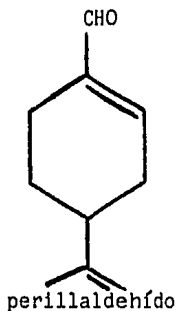
#### 1.4.2.2 Aceite Esencial de Perilla.<sup>40</sup>

El aceite volátil se obtiene por destilación con vapor de la --

planta herbácea "Perilla frutescens Briton var. crispa Dean" (llamada -- "Shiso" en japonés), originaria de China y cultivada en Japón, pero para la destilación comercial del aceite esencial de perilla únicamente se emplea la "Perilla frutescens Brit. var. crispa" Dean forma "viridis" Makino, una hierba anual de flores blancas.

El aceite es de color amarillo pálido y un olor que recuerda al perillaldehído. Se usa como saborizante en caramelos. Posee una fuerte acción antiséptica.

Los componentes principales del aceite son el perillaldehído -- (50% aprox) y limoneno (20 - 30%).



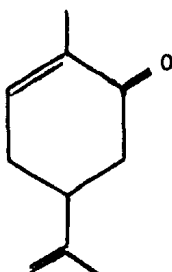
#### 1.4.2.3 Aceite Esencial de Hierbabuena.<sup>40, 69</sup>

El aceite volátil se obtiene por destilación con vapor de las partes frescas de las plantas "Mentha spicata" Linné (hierbabuena común) o de la "Mentha cardiaca" Gerard ex Baker (hierbabuena escocesa), cultivada extensamente en Norte América, Inglaterra, Alemania y Holanda. El principal productor de aceite esencial de hierbabuena es Estados Unidos de Norteamérica.

Es un líquido incoloro, amarillo o amarillo-verdoso, con un gus

to característico. Es ampliamente usado como saborizante en pastas dentales, goma de mascar y dulces.

El constituyente principal del aceite es la l-carvona, en cantidad de 55 a 70%. También contiene limoneno, 1,8-cineol, mirceno, hidrato de trans-sabineno,  $\beta$ -burboneno, cis-dihidrocarvona, acetato de dihidrocarvilo y acetato de cis-carvilo.



carvona

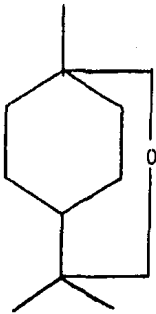
#### 1.4.2.4 Aceite Esencial de Romero.<sup>40, 50, 59, 106</sup>

El aceite volátil se obtiene del arbusto siempreverde "Rosemarinus officinalis" Linné, nativo de regiones del Mediterráneo y extensamente cultivado en España, Francia, Túnez, E.U.A., Marruecos, Yugoslavia e Italia. España es el mayor productor de Romero y prácticamente monopoliza el negocio del aceite.

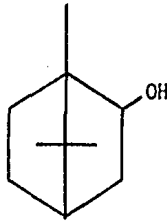
El aceite es de color amarillo pálido y tiene un olor canforáceo característico del romero y un gusto caliente, también canforáceo.

Se usa como componente de los saborizantes para carnes, salsas, condimentos y otros productos alimenticios.

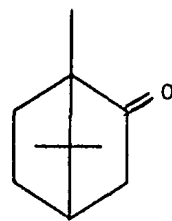
Los componentes principales del aceite son: terpenos, (10 a 15%), 1,8-cineol (30 a 35%), alcanfor (20 a 25%), fenchona,  $\alpha$  y  $\beta$ -tujona, -borneol e isoborneol,  $\alpha$ -terpineol y safrol (.8%).



1,8 — cineol



borneol



alcanfor

La oleoresina de Romero es un producto semi-sólido de color café verdoso que contiene de 10 a 15 ml de aceite volátil por cada 100 gr del producto.

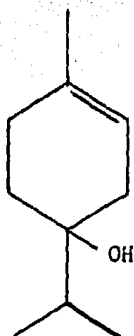
#### 1.4.2.5 Aceite Esencial de Mejorana Dulce.<sup>40, 45, 51, 64, 67, 107</sup>

Es obtenido por destilación con vapor de la hierba seca de la planta perenne "Majorana hortensis" Moench., originaria de regiones del Mediterráneo. La planta se cultiva en Alemania, Hungría, Francia, Túnez, E.U.A., Sud-América y especialmente en Bulgaria.

Es un líquido de color amarillo o amarillo verdoso, con olor especioso, semejante al del cardamomo. Se le usa como agente saborizante para sopas, estofados, platillos de cordero, carnero y aves, salsas y ensaladas.

Los principales componentes del aceite son:  $\alpha$ -tujeno y  $\alpha$ -pineno (.3 - 1.4%), sabineno (2 - 5%),  $\alpha$ -terpineno (.4 - 7%), trans-ocimeno y gamma terpineno (2 - 10%), p-cimeno (2-9.5%), terpinoleno (.1 - 3.3%), hidrato de trans-sabineno (1.1 - 6.7%), linalool (1.4 - 5.6%), hidrato de cis-sabineno (3.4 - 16%), acetato de linalilo (3.2 - 10.7%), 4-terpinenol

(16.4 - 36.3%), acetato de 4-terpinenilo (2.3 - 3.6%), cariofileno (1.9 - 2.9%) y  $\alpha$ -terpineol (3.8 - 8.3%).



4-terpinenol

No debe confundirse el aceite esencial de mejorana dulce con el aceite de mejorana silvestre, de origen Español, obtenido por destilación con vapor de la planta "Thymus mastichina" Linné, que es un líquido ligeramente amarillo y de olor canforáceo. Este aceite contiene de 49% a 65% de 1,8-cineol.

La oleoresina de Mejorana ("Majorana hortensis") es un producto viscoso, semi-sólido, de color verde oscuro que contiene de 4 a 10 ml de aceite volátil por cada 100 g de producto.

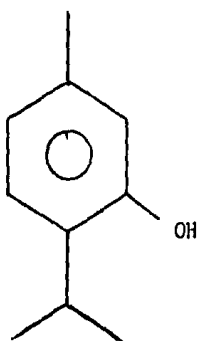
#### 1.4.2.6 Aceite Esencial de Tomillo.<sup>40, 61, 104, 116</sup>

Se obtiene por destilación con vapor de la planta "Thymus vulgaris" Linné, o "Thymus zygis" y sus variedades, "T. gracilis" Boisseier. - Es un arbusto perenne, cultivado en la región del Mediterráneo (España, - Francia, Italia, Marruecos, Turquía, etc.), Este y Centro de Europa y Nor- te América.

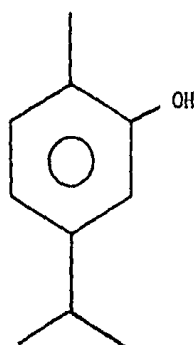
El aceite tiene un olor caliente, herbáceo, aromático y un gusto

ligeramente amargo. Se usa como saborizante en sopas, varios platillos de carne y pescado, salsas y sazónadores.

El timol es el principal constituyente del aceite de tomillo -- (50%), que tiene propiedades antisépticas y fungicidas, por lo que también se le emplea en productos farmacéuticos. Otro componente importante es el carvacrol, isómero del timol (5%).



timol



carvacrol

La oleoresina de Tomillo es un producto semisólido, viscoso, de color verde oscuro o café que contiene 50 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

#### 1.4.2.7 Aceite Esencial de Salvia Dálmata.<sup>40, 51, 63</sup>

El aceite se obtiene por destilación con vapor de las hojas parcialmente secas de la planta herbácea perenne "Salvia officinalis" Linné, que se cultiva ampliamente en Yugoslavia y en las Islas de Dalmacia.

Es un líquido de color amarillento o amarillo verdoso, con un olor y gusto caliente, canforáceo similares al de la tujona.

Las condiciones climáticas y del suelo dan por resultado acei--

tes de salvia que tienen marcadas diferencias en su carácter aromático. - Los siguientes tipos de salvia son de primera importancia como saborizantes en alimentos:

El aceite de salvia Española, se obtiene de las plantas de "Salvia lavandulaefolia" Vahl., o "Salvia hispanorium" Lag., es un líquido incoloro o ligeramente amarillo con un olor canforáceo y con notas de cineol.

El aceite de salvia Griega, se obtiene de la planta de "Salvia triloba" L., y es un líquido incoloro con un olor canforáceo, a heno, a romero y a espliego.

Las hojas secas de salvia tienen un olor muy aromático y un gusto pungente y ligeramente amargo. Se usan con propósitos culinarios, para sazonar carnes, especialmente la de cerdo.

El aceite esencial se emplea como agente saborizante en los sazonadores de carnes de aves, salchichas y hamburguesas.

Los componentes principales del aceite son: 1,8-cineol (15%), ~~d- $\beta$~~ -tujona y l- $\alpha$ -tujona (40 - 60%), borneol (7 - 16%) y ésteres de bornilo (1 - 4%).

La oleoresina de Salvia Dálmata es un líquido pesado de color verde cafésáceo que contiene de 25 a 30 ml de aceite volátil por cada 100 g de producto.

#### 1.4.2.8 Aceite Esencial de Salvia Moscatel.<sup>40</sup>

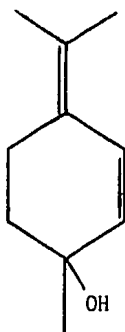
Se obtiene por destilación con vapor de las flores y hojas de la planta perenne "Salvia sclarea" Linné, cultivada en la región Medite--

rránea, Centro de Europa y Rusia.

Es un líquido de color amarillo pálido con un olor herbáceo y un "bouquet" de vino.

Las flores secas, el aceite y sus derivados, son extensamente usados como saborizantes.

Los componentes principales del aceite son el linalool y el acetato de linalilo (48 a 75%).



linalool

#### 1.4.2.9 Aceite Esencial de Albahaca.<sup>40, 42, 56, 61</sup>

El aceite volátil se obtiene por destilación con vapor de las flores o de la planta entera de dos variedades de "Ocimum basilicum" - -- Linné, originaria de Asia y de regiones tropicales. Tienen diferentes ca racterísticas aromáticas, dependiendo del sitio de cultivo y de las condi ciones de preparación.

- a. El tipo Mediterráneo, destilado en Europa y los E.U.A. contiene linalool (40%) y metil chavicol (25%) como constituyentes principales. No contiene alcanfor. Es un líquido de color que varía del amari-- llo pálido al ámbar y tiene un olor especioso. Es levorotatorio. -

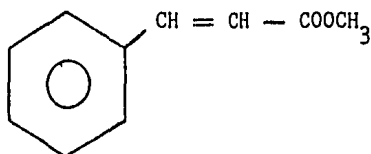


Este tipo de aceite posee un olor agradable y es considerado de calidad superior. La planta se cultiva en el Sur de Francia y, en menor grado, en Italia, Hungría, España, E.U.A., Egipto, Bulgaria y - Sud-Africa.

- b. El tipo Reunión contiene metil chavicol (88%) y d-alcanfor (1%) pero no contiene linalool. El aceite es dextrorrotatorio y se considera inferior en calidad al del tipo Mediterráneo. La planta se cultiva en las islas Comoro, "Seychelles" y en la República de "Malagasy".

Existen dos tipos de albahaca menos conocidos:

- c. El tipo "Cinamato de Metilo" del Oeste de Africa, Este de las Indias e Indonesia, recibe su nombre por contener importantes cantidades de cinamato de metilo.



- d. El tipo "Fenólico" o Eugenol, se destila en la U.R.S.S. y algunos países del Norte de Africa, incluyendo Egipto y Marruecos. Es un aceite rico en eugenol (60% aprox.).

El aceite esencial de albahaca se usa como saborizante en confitería, en alimentos, en condimentos y cremas dentales.

La oleoresina de albahaca se obtiene a partir de un tipo de planta con alto contenido de metil chavicol, con lo cual se obtiene un

producto con el sabor delicado característico, muy cotizado por los "gourmets" en muchos productos alimenticios. Es una sustancia semi-sólida de color verde oscuro y contiene aproximadamente 40 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

#### 1.4.2.10 Aceite Esencial de Orégano.<sup>40, 48, 49, 103</sup>

El aceite volátil se obtiene por destilación con vapor de la hierba en floración "Origanum vulgare" Linné y de varias especies de Origanum. Es un líquido rojo amarillento o rojo-café oscuro que tiene un olor pungente, especioso, conferido por su principal constituyente, el carvacrol (60 a 75%) y por el timol (3 - 5%).

Existen varios tipos de orégano en el mundo:

- a. El orégano Europeo, cultivado en regiones del Mediterráneo, es principalmente "Origanum vulgare"
- b. El orégano Mexicano, que pertenece al género "Lippia, Lippia graveolens" H.B.K.
- c. Orégano Italiano, obtenido de "Origanum viride y Origanum virens"; y
- d. Orégano Español, planta perteneciente al género "Thymus capitatus".

Este último es el que tiene mayor demanda en el mercado, por ser el de mejor calidad y el que contiene mayor cantidad de carvacrol (67%) y timol (10%).

El producto seco, su aceite y su oleoresina se usan como saborizantes en ensaladas, productos cárnicos enlatados, salsas y otros productos alimenticios.

La oleoresina es una sustancia semisólida de color verde-café - oscuro y contiene de 17 a 20 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

1.4.3 Aceites Esenciales Obtenidos de Plantas pertenecientes a la Familia "Umbelliferae".

1.4.3.1 Aceite Esencial de Alcaravea.<sup>40, 43, 51, 58, 61, 62, 105</sup>

Se obtiene por destilación con vapor de la semilla seca de "Carum carvi" Linné. Es un líquido amarillo-ámbar con un olor aromático característico, originado por la d-carvona, principal constituyente (50 - 60%) del aceite, además del d-limoneno (15 - 20%).

La planta es herbácea bienal, originaria del Sureste de Europa pero cultivada actualmente en toda Europa, Asia y Africa. Se cultiva --- principalmente en Holanda. El aceite de alcaravea Alemana es considerado como el de mayor calidad.

Existen en el mercado dos grados de aceite esencial de alcaravea: el crudo o natural y el birectificado o redestilado.

El aceite natural tiene un olor característico semejante al de las aminas, pero en el redestilado éste olor no está presente.

Es ampliamente usado como saborizante en una gran variedad de - productos alimenticios, tales como salchichas, carnes, alimentos enlatados, repostería, quesos, encurtidos, salsas y sazoadores. Es el ingrediente esencial del licor alemán "Kummel", que se hace destilando la semilla de alcaravea con alcohol y otros materiales saborizantes.

La oleoresina de alcaravea es un líquido de color amarillo verdoso y contiene aproximadamente 60 ml de aceite volátil por cada 100g de producto. Se utiliza ampliamente en panadería.

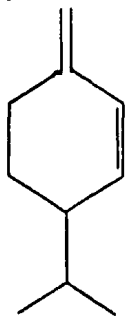
#### 1.4.3.2 Aceite Esencial de Perejil.<sup>40, 68</sup>

Se obtiene por destilación con vapor de la semilla seca, de las hojas o del tallo de "Petroselinum sativum" Hoffm., originaria del Mediterráneo. Es un líquido de color que varía del amarillo pálido al café pálido y olor áspero, agrio.

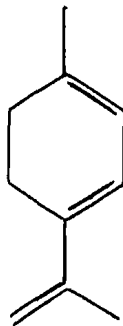
La planta es una hierba anual o bienal y se cultiva en toda la región Mediterránea, Hungría, Francia, Holanda y Norte América.

El aceite se emplea como saborizante en productos cárnicos y --salsas. La hierba fresca se usa ampliamente en la cocina.

La composición del aceite varía de acuerdo a la parte de la --planta de la cual proviene. El aceite de las hojas de perejil tiene los siguientes componentes principales:  $\alpha$ -pineno (2.39%),  $\beta$ -pineno (1.36%), mirceno y  $\alpha$ -felandreno (4.52%), limoneno (1.67%),  $\beta$ -felandreno - --- (13.32%), terpinoleno (2.56%), p-menta-1, 3, 8-trieno (50%),  $\alpha$ -p-dime--tilestireno y miristicina (4%).



$\beta$ -felandreno



p-menta-1,3,8-trieno

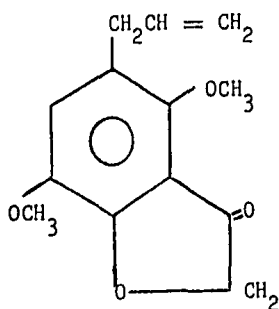
El aceite de la semilla de perejil puede obtenerse de 3 diferentes tipos de perejil, por lo que su composición varía.

El aceite obtenido del tipo "Miristicina" contiene de 49 a 77% de miristicina, de 0 a 3% de apiol y de 1 a 23% de 2,3,4,5-tetrametoxialilbenceno.

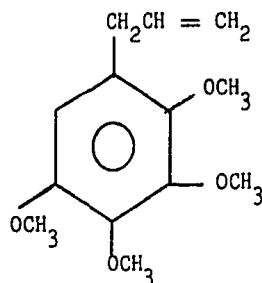
El aceite obtenido del tipo "Apiol" contiene de 9 a 30% de miristicina, de 58 a 80% de apiol y de 0 a 6% de 2,3,4,5-tetrametoxialilbenceno.

El aceite obtenido del tipo 2,3,4,5-tetrametoxialilbenceno contiene de 52 a 57% de este compuesto, de 26 a 37% de miristicina y de 0 a trazas de apiol.

Además, se han encontrado dos tipos mixtos que contienen miristicina (31 - 35%), apiol (26 - 27%) y 2,3,4,5-tetrametoxialilbenceno (25 - 28%).



apiol



2,3,4,5-tetrametoxialilbenceno

Por otra parte, el aceite obtenido de la planta entera, revela la siguiente composición:  $\alpha$ -pineno (16.2%),  $\beta$ -pineno (7%), mirceno (5%), limoneno (2%),  $\beta$ -felandreno y cis-ocimeno (8.6%), p-menta-1,3,8-

trieno (39%), 2,3,4,5-tetrametoxialilbenceno (2%), miristicina (17%) y -  
apiol (0.3%).

La oleoresina de perejil se obtiene ya sea de la semilla o de -  
la planta entera. Es un líquido semi-viscoso de color verde oscuro y con-  
tiene de 12 a 15 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

#### 1.4.3.3 Aceite Esencial de Hinojo.<sup>40,44,58,60, 114</sup>

Se obtiene por destilación con vapor del fruto maduro de la --  
planta perenne "Foeniculum vulgare" Miller, nativa del sur de Europa y de  
la región Mediterránea. Es un líquido incoloro o amarillo pálido que tie-  
ne un olor aromático característico, similar al del anís y un gusto amar-  
go, especioso.

Existen en el mercado dos tipos: el hinojo amargo y el dulce.

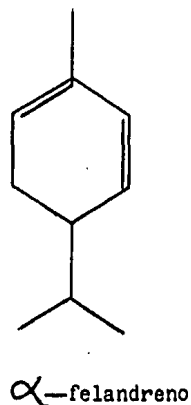
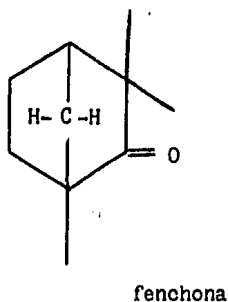
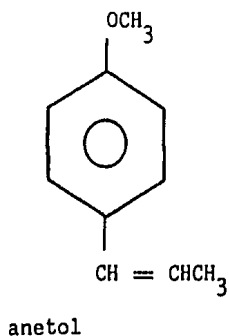
El aceite de hinojo amargo se obtiene de "F. vulgare var. vulga-  
re" que crece o se cultiva en Europa Central, la India, Japón, Argentina  
y Norte América.

El aceite de hinojo dulce se obtiene de F. vulgare var. dulce,  
que se cultiva principalmente en Francia e Italia.

El aceite se emplea en la manufactura de pepinos curtidos, lico-  
res y dulces.

Los componentes principales de ambos aceites son el trans-ane--  
tol, metil chavicol y fenchona. La diferencia entre estos aceites es que,  
en el de hinojo dulce el contenido de trans-anetol es de 70%, el de metil  
chavicol 3% y fenchona 13%, mientras que en el hinojo amargo el contenido

de trans-anetol es de 35%, el de metil chavicol 3%, fenchona 24% y además, terpenos como el limoneno y el  $\alpha$ -felandreno, están presentes en 16% y - 11% respectivamente.



La oleoresina de hinojo dulce es un líquido de color verde-café-sáceo y contiene cerca de 50 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

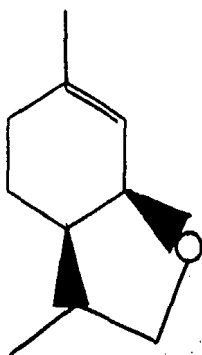
#### 1.4.3.4 Aceite Esencial de Eneldo.<sup>40,44,66,111</sup>

Existen dos tipos de aceite, el de la semilla y el de la hierba, que se obtiene de "Anethum graveolens" Linné (aceite de eneldo Europeo) y de "Anethum sowa" Roxb (aceite de eneldo de la India).

El aceite de la semilla se obtiene de la semilla del fruto seco, machacado, mientras que el aceite de la hierba se obtiene de la hierba, -

incluyendo el fruto verde. Los dos aceites difieren en composición y, - por lo tanto, en sabor.

El aceite de la semilla es de color ligeramente amarillo o café pálido y tiene un olor y gusto semejante al de la alcaravea. Tiene mayor contenido de d-carvona (30 - 50%) que el aceite de la hierba. Además, -- contiene  $\alpha$ -felandreno (30%), limoneno (22%),  $\beta$ -felandreno (4%), 3,9-oxi-p-menten-1-eno (5%), entre los más importantes.



3,9-oxi-p-menten-1-eno

El olor y gusto típicos del aceite de la hierba obedece a su alto contenido de felandreno, que incrementa su carácter herbáceo. Es un líquido de color amarillo o amarillo pálido que tiene un olor muy agradable y un gusto ligeramente quemante, caliente.

El aceite de la semilla se usa en perfumería como sustituto de la alcaravea. El de la hierba se emplea como saborizante en sazonadores.

"Anethum graveolens" crece en muchos países de Europa, en el Sur de Rusia y la región Mediterránea. Actualmente se cultiva en Alemania, Hungría, Italia, Holanda, la India, Pakistán y en los E.U.A.

La oleoresina de eneldo se obtiene a partir de la semilla. Es



un líquido de color verde que contiene 10 ml de aceite volátil por cada -  
100 g de producto.

#### 1.4.3.5 Aceite Esencial de Comino.<sup>40, 43</sup>

El aceite de comino es el aceite volátil que se obtiene de la -  
semilla de la planta herbácea anual "Cuminum cyminum" Linné, la cual se -  
cree que es originaria de Egipto, Turquestán y del Este de la región Medi-  
terránea.

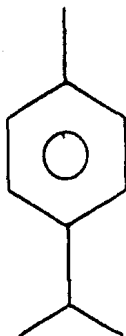
Actualmente, el comino se cultiva en las costas Este y Sur del  
Mar Mediterráneo; también en Irán, Marruecos, China, Sur de Rusia, Indone-  
sia, Japón y Turquía.

Es un líquido de color que varía del amarillo pálido al café y  
tiene un olor fuerte, un tanto desagradable.

Las semillas de comino, con su gusto amargo, caliente y fuerte-  
mente aromático, son un ingrediente esencial del adobo y del chile molido  
(en polvo).

También se usa comercialmente como saborizante de carnes, encur-  
tidos, salchichas de queso, y como un excelente sazonador de sopas y esto-  
fados.

Los principales componentes del aceite son el aldehído cumínico  
(42 - 52%), el p-cimeno (10 - 15%) y el perillaldehído (5%).



p-cimeno



cuminaldehído

La oleoresina es un líquido de color verde-amarillento o cafésá ceo que contiene cerca de 60 ml de aceite volátil por cada 100g de produc to.

#### 1.4.3.6 Aceite Esencial de Apio.<sup>40, 43, 62, 63</sup>

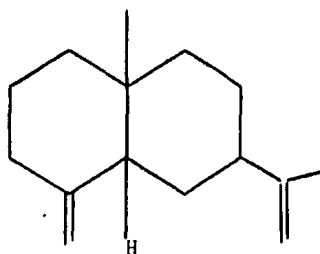
Se obtiene por destilación con vapor del fruto o de la semilla de la hierba bienal "Apium graveolens" Linné, originaria de Europa y del Oeste de Asia. Actualmente se cultiva en todas las regiones de clima tem plado.

Es un líquido de color que varía del amarillo al café verdoso y olor aromático placentero.

La hierba fresca de apio se usa ampliamente en la cocina por su apetecible sabor y textura única. El aceite se emplea como saborizante - en productos alimenticios y en licores.

Los principales constituyentes del aceite son terpenos, entre ellos d-limoneno (60%), un sesquiterpeno,  $\beta$ -selineno (10 - 20%) y dos compuestos oxigenados, "sedanénolide" (0.5%) y anhídrido sedanónico (3.0-7.9%).

7.9%).



selineno

La oleoresina de apio se obtiene a partir de la semilla. Es un líquido de color verde y contiene cerca de 9 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

#### 1.4.3.7 Aceite Esencial de Arcangélica.<sup>40, 102</sup>

Existen dos tipos de aceite esencial de Arcangélica, uno de las raíces y otro de las semillas.

El primero se obtiene de las raíces secas de "Angelica archangelica" Linné, una planta herbácea que se cultiva en Europa, especialmente en Francia, Bélgica y Alemania. Es un líquido de color amarillo-ámbar -- profundo, olor caliente, pungente y gusto amargo-dulce.

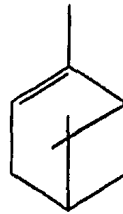
El segundo se obtiene de las semillas de la misma planta. Es un líquido amarillo pálido que tiene un aroma más dulce y más delicado que el aceite de la raíz. Se usa como saborizante en la manufactura de licores.

Los principales componentes de ambos aceites son terpenos (65%), como el  $\alpha$ -felandreno,  $\beta$ -felandreno,  $\alpha$ -pineno, limoneno y mirceno, - pero la diferencia fundamental entre los dos es que el aceite de la semi-

lla tiene mayor cantidad de  $\beta$ -felandreno.



mirceno

 $\alpha$ -pineno

#### 1.4.3.3 Aceite Esencial de Cilantro. <sup>40, 43, 62, 68, 113</sup>

Se obtiene por destilación con vapor del fruto seco de la planta herbácea anual "Coriandrum sativum" Linné, nativa del Mediterráneo y cultivada actualmente en la U.R.S.S., India, Marruecos, Polonia, Rumania, Yugoslavia, Argentina, Estados Unidos, Hungría y México.

Es un líquido incoloro o amarillo pálido que tiene un olor característico y un gusto dulce-especioso.

Se usa actualmente como saborizante en dulces, cacao, chocolate, tabaco, productos cárnicos, sopas enlatadas, licores y bebidas alcohólicas (principalmente ginebra).

Los componentes más importantes del aceite son terpenos (20%) y d-linalool (60 - 70%), alcanfor (2.5%), acetato de geranilo (2%) y geraniol (1%).

La oleoresina se obtiene a partir de la semilla. Es un líquido de color amarillo-cafesáceo que contiene cerca de 40 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

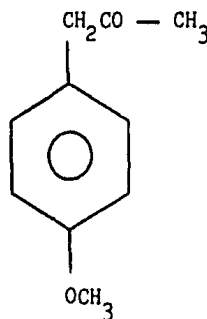
#### 1.4.3.9 Aceite Esencial de Anís.<sup>40, 42, 62, 108, 115</sup>

El aceite volátil se obtiene por destilación a vapor de las semillas secas de la planta herbácea anual "Pimpinella anisum" Linné, extensamente cultivada en Europa.

Es un líquido incoloro o amarillo pálido que tiene el olor y gusto característicos del anís.

La semilla de anís se usa como especia ya sea entera o molida. - El aceite es usado extensamente en bebidas, repostería, sopas, confitería y licores.

El aceite de anís Americano se obtiene ya sea de "Pimpinella anisum" o de "Illicium verum" anís Estrella, de la Familia "Magnoliaceae". - Aunque el anís Estrella es diferente en taxonomía del anís "Pimpinella", ambos tienen una composición química similar. Este último contiene de 80 a 90% de cis-anetol y, además, metil chavicol y p-metoxifenilacetona. El anís Estrella contiene cis-anetol, estragol y trans-anetol (1%).



p-metoxifenilacetona

Por lo tanto, tienen el mismo gusto, aunque el anís Estrella tiene un aroma más áspero.

#### 1.4.4 Aceites Esenciales de Plantas Pertenecientes a la Familia "Myrtaceae"

##### 1.4.4.1 Aceite Esencial de Clavo. <sup>40, 43, 54, 64, 110, 118</sup>

El aceite volátil se obtiene por destilación con agua (raramente por destilación con vapor) de las yemas secas de "Eugenia caryophyllata" Thunberg, un árbol siempreverde, nativo de las islas tropicales, Reunión, Zanzíbar y Pemba.

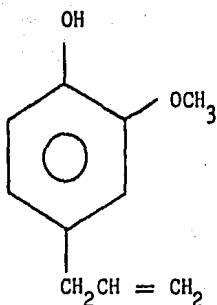
Es un líquido incoloro o amarillo café que tiene el olor y gusto persistente, especioso, fuerte, característicos del clavo.

El aceite también se obtiene de las hojas y tallo pero el olor, el sabor y la composición química difiere un poco del aceite de las yemas y es menos aceptado como saborizante o en perfumería.

El mayor productor de clavo es Tanzania (antiguamente Zanzíbar), que produce cerca del 80% de la cosecha mundial. Otros países productores son Indonesia y Ceylán.

El árbol de clavo es muy rico en aceite esencial. Las yemas rinden entre 16% y 17% de aceite esencial, que contiene de 85% a 89% de eugenol. Las hojas producen de 2% a 3% de aceite que contiene de 82% a 85% de eugenol, mientras que el tallo rinde cerca de 6% de aceite, con un contenido de 90% a 95% de eugenol.

El aceite que se obtiene de las hojas y del tallo tiene una fragancia un tanto inferior a la del aceite de las yemas, por lo que se les emplea principalmente para la obtención de eugenol.



eugenol

La oleoresina de clavo es un líquido viscoso de color verde-café sáceo que contiene 70 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

#### 1.4.4.2 Aceite Esencial de Eucalipto.<sup>40, 51, 59, 60</sup>

Se obtiene por destilación con vapor de las hojas frescas de - - "Eucalyptus globulus" Labillardiere y otras especies de Eucalyptus L' Heritier.

Es un líquido incoloro o amarillo pálido que tiene un olor canforáceo y un gusto pungente, especioso, enfriante.

El árbol es nativo de Australia, Tasmania y Nueva Guinea y se -- cultiva en las regiones templadas.

Hay muchas especies de Eucalyptus que poseen diferente composición química en el aceite esencial. Están agrupadas como sigue:

<u>E. globulus</u>	70-80% de 1,8-cineol (eucaliptol)
<u>E. australiana</u>	(felandreno)
<u>E. dives</u>	(piperitona)
<u>E. macrathuri</u>	(acetato de geranilo)

E. citridora (citronelal)  
 y E. stagerana (citral y limoneno)

Los aceites obtenidos de las especies anteriores se clasifican como medicinales, industriales o de perfumería, dependiendo de la composición química.

El único aceite que se emplea como saborizante es el obtenido de E. globulus.

#### 1.4.4.3 Aceite Esencial de Pimiento.<sup>40, 65, 67</sup>

Se obtiene por destilación con vapor de las bayas u hojas de -- "Pimenta officinalis" Lindley, un árbol siempreverde, nativo de las islas de las Indias Orientales y Occidentales, Centro y Sud-América.

Es un líquido incoloro o amarillo-rojizo que recuerda el olor -- del eugenol.

El aceite que se obtiene de las bayas tiene un olor exquisito y el gusto característico del "allspice", por lo que es más cotizado que el aceite de las hojas, que es de color naranja-amarillo o café-rojizo y tiene un olor especioso.

El nombre "allspice" se debe a su sabor, que semeja una combinación de canela, nuez moscada y clavo.

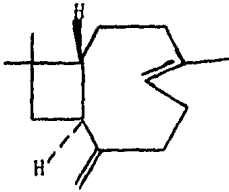
El aceite y la oleoresina se emplean como saborizantes en carnes, salsas, condimentos y encurtidos.

Los principales constituyentes del aceite de las hojas son: euge

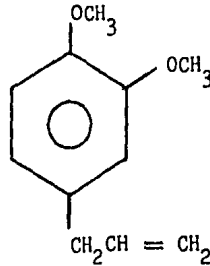


nol (70%) y terpenos, principalmente cariofileno.

Los constituyentes del aceite de las bayas son: eugenol (67 - 83%), cineol (2%), cariofileno (4%), metil-eugenol (8 - 10%).



cariofileno



metil eugenol

La oleoresina de pimienta (allspice) es un líquido verde cafésá- ceo o verde oscuro con un contenido de aceite volátil de 40-50 ml por 100g de producto.

#### 1.4.5 Aceites Esenciales de Plantas Pertenecientes a la Familia "Lauraceae"

##### 1.4.5.1 Aceite Esencial de Canela y Casia. <sup>40, 43, 52, 54</sup>

La canela y la casia pertenecen a la misma familia botánica, la de las "Lauráceas". Son un tanto similares en sabor, aunque provienen de la corteza de árboles totalmente diferentes que crecen en países distintos. A menudo se escoge la casia como un sustituyente barato de la canela.

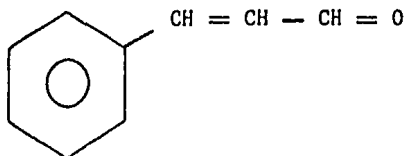
##### a. Canela

La canela es la corteza interior seca del árbol de "Cinna-- momum zeylanicum", Nees, del cual existen muchas variedades diferentes en

Ceylán y el Sur de la India. La corteza más estimada es la que proviene de los árboles que se cultivan en Ceylán (Sri Lanka), pero actualmente se están obteniendo buenas cosechas de las plantaciones de Saigón, Korintje y Batavia.

El árbol es frondoso, siempreverde, cultivado a partir de la semilla, del que se obtiene la primera cosecha después de 2 o 3 años.

La corteza interna del árbol contiene de 0.9 a 2.3% de aceite esencial, que se obtiene por destilación con vapor y cuyo componente principal es el aldehído cinámico (65 a 75%). Otros componentes del aceite son el eugenol (de 4 a 10%), cariofileno, 1,8-cineol,  $\alpha$ -pineno, 1,1-linalool, benzaldehído, aldehído hidrocínámico y alcohol 2-feniletílico y acetato de cinamilo.



aldehído cinámico

La oleoresina de canela se prepara a partir de la corteza de Korintje y es un líquido de color café oscuro con un contenido de 65 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

#### b. Aceite Esencial de las Hojas de Canela

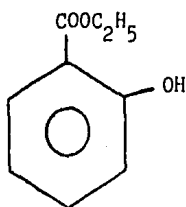
En la preparación de la corteza, las ramas frescas del árbol de canela son primero desnudadas de las hojas. Estas hojas contienen un aceite esencial que es completamente diferente del que se obtiene de la corteza ya que sus componentes principales son eugenol (75 - 95%),  $\alpha$ -pi

нено y  $\beta$ -cariofileno (6%), alcohol cinámico y ésteres (7%), linalool -- (3%), acetoeugenol (2.5%), safrol (2.28%), aldehído cinámico (2%) y benzoato de bencilo (3.5%).

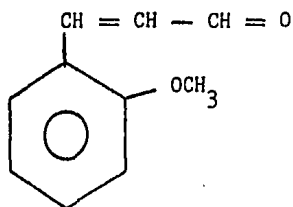
c. Casia <sup>117</sup>

La casia es la corteza seca de "Cinnamomum cassia", un árbol grande que crece ampliamente en los bosques del Sur Este de Asia. -- Existen al menos tres diferentes especies conocidas comercialmente. El distrito de Saigón en Vietnam produce una corteza delgada, con un olor y sabor superiores, conocida comercialmente como Canela Saigón (Cinnamomum loureirii).

La corteza de casia contiene de 1 a 2% de aceite esencial, cuya gravedad específica es mayor que la del aceite de canela y contiene mucho más aldehído cinámico (80 - 95%), pero no contiene eugenol. También contiene acetato de cinamilo, ácido cinámico, benzaldehído, salicilato de metilo, o-metoxi-cinamaldehído, aldehído salicílico, 3-hexenol y cumarina.



salicilato de etilo



o-metoxicinamaldehído

1.4.5.2 Aceite Esencial de Laurel. <sup>40, 42, 61, 65</sup>

Este aceite se obtiene por destilación con vapor de las hojas frescas del árbol "Laurus nobilis" L., nativo del Este del Mediterráneo.

Es un líquido de color amarillo pálido o amarillo y olor especioso, aromático.

Las hojas y sus derivados son utilizados como saborizantes en -- carnes, salsas, condimentos, conservas y pasteles.

El aceite que se obtiene de "Laurus nobilis" también se conoce -- como laurel dulce o laurel y no debe confundirse con el del árbol de laurel de la India "Pimenta acris", cuyas hojas se destilan para la preparación del ron de laurel, aunque ambos aceites se denominan aceite de laurel.

Los componentes principales del aceite son: 1,8-cineol (40 - 50%) linalool (25 - 30%),  $\beta$ -pineno (2 - 4%),  $\alpha$ -tujeno,  $\alpha$ -terpineol, acetato de  $\alpha$ -terpinilo (10%) y metil eugenol (7.5%).

La oleoresina de las hojas de Laurel es una sustancia semi-sólida de color verde oscuro, con un contenido de 15 a 20 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

#### 1.4.6 Aceites Esenciales de Plantas Pertenecientes a la Familia -- "Piperaceae".

##### 1.4.6.1 Aceite Esencial de Pimienta.<sup>40, 50</sup>

Se obtiene por destilación con vapor de las bayas secas de "Piper nigrum", L., una planta perenne, nativa del Sur de la India y cultivada extensamente en el trópico de ambos hemisferios.

Es un líquido casi incoloro o verde-azuloso con un olor característico que recuerda el de la pimienta entera.

Existen dos tipos de pimienta: la negra y la blanca. Ambas provienen de la misma planta y difieren únicamente en los métodos de manipulación después de colectarlas de la enredadera.

La pimienta negra es la baya inmadura secada al sol, mientras -- que la pimienta blanca es la baya madura que se humedece con agua inmediatamente después de la recolección y a la que se le quita la cáscara, quedando la semilla dura que es secada al sol.

La pimienta negra tiene un olor más penetrante que el de la pimienta blanca, pero el sabor de ambas es usualmente áspero y quemante.

La pimienta tiene dos componentes saborizantes importantes: el aceite esencial (1 - 3%) y la oleoresina, la que debe su pungencia al contenido de piperina y chavicina.

El aceite esencial está constituido principalmente por terpenos ( $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, sabineno, mirceno, limoneno) y sesquiterpenos como el  $\beta$ -cariofileno y el  $\alpha$ -humuleno, así como carvona y metil eugenol.

Ambos, el aceite y la oleoresina, son ampliamente usados como saborizantes en salchichonería, salsas de mesa, carnes enlatadas y ensaladas.

Existen dos tipos de oleoresina, una decolorada y otra no decolorada. La primera es una sustancia semi-sólida de color amarillo pálido-verde con un contenido de aceite volátil de 23 a 30 ml por cada 100g de producto y de 53 a 57% de piperina (Método Kjeldahl) y de 37 a 42% por -- U.V. La oleoresina no decolorada es una sustancia semi-sólida de color -- verde profundo y con un contenido de aceite volátil de 23 a 30 ml por ca-

da 100g de producto y de 53 a 57% de piperina (Método Kjeldahl) y de 39 a 44% por U.V.

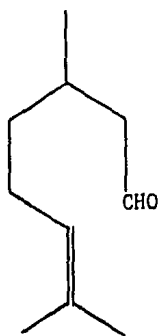
#### 1.4.6.2 Aceite Esencial de Cubeba.<sup>38</sup>

Se obtiene por destilación con vapor del fruto seco maduro o verde de la enredadera perenne "Piper cubeba" L., nativa de Java e Indonesia, donde se cultiva, además de la región tropical de Asia y en Africa (Congo).

Es un líquido incoloro o verde pálido-verde-azuloso que tiene un olor especioso y un gusto ligeramente picante.

Se emplea como saborizante de licores y en condimentos.

Los principales componentes del aceite son:  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, limoneno, cineol,  $\delta$ -terpineno, citronelal, cariofileno, mentol, acetato de citronelilo, carvona, salicilato de metilo, hidroxicitronelal y alcohol C<sub>12</sub>.



citronelal

#### 1.4.7 Aceites Esenciales de Plantas Pertencientes a la Familia -- "Rosaceae"

##### 1.4.7.1 Aceite Esencial de Almendras Amargas.<sup>80</sup>

Se obtiene por destilación con vapor de las semillas maduras y - secas de "Prunus amygdalus" Batsch, variedad amara (DC) Focke, o a partir de otras semillas que contienen amigdalina.

El árbol de almendras amargas es cultivado ampliamente en el Sur de Europa, particularmente en España, en el Norte de Africa (Marruecos y Argelia), Asia Menor y en California, E.U.A.

Se prepara por destilación con vapor de la pasta exprimida, (pa\_ ra eliminar los aceites fijos), macerada en agua caliente para extraer el glucósido amigdalina y tratada especialmente y redestilada para remover - el ácido cianhídrico. Es un líquido incoloro o de color amarillo pálido que tiene un olor semejante al de las almendras y un gusto ligeramente as\_ tringente.

El aceite esencial crudo, contiene de 2 a 4% de ácido cianhídri\_ co y de un 80 a un 87% de benzaldehído.

El aceite esencial libre de ácido cianhídrico contiene mínimo - 98% de benzaldehído.

#### 1.4.7.2 Aceite Esencial de Rosa.<sup>40</sup>

El aceite volátil se obtiene por destilación con vapor o por ex\_ tracción con solventes de las flores de "Rosa gallica" Linné, "Rosa damascena" Miller, "Rosa alba" Linné, "Rosa centifolia" Linné y variedades de - estas especies.

Es un líquido incoloro o de color amarillo que tiene un olor y un gusto característicos de la rosa. A 25°C es un líquido viscoso.

La planta es de origen asiático, extensamente cultivada en Bulgaria, Turquía, Marruecos, Francia e Italia.

El concreto se prepara por extracción con solvente de las flores frescas de la Rosa. El absoluto se obtiene a partir del concreto por dilución con alcohol y posterior filtración.

Todos los derivados se utilizan ampliamente como saborizantes, especialmente en confitería.

Los principales componentes del aceite son: citronelol, alcohol fenil atílico, nerol, geraniol, linalool, eugenol, metil eugenol y farnesol.

#### 1.4.8 Aceites Esenciales de Plantas Pertenecientes a la Familia -- "Zingiberaceae".

##### 1.4.8.1 Aceite Esencial de Galangal.<sup>38</sup>

Se obtiene por destilación con vapor de los rizomas de "Alpinia officinarum" Hance, nativa de China y que se cultiva ampliamente en Java y Malasia.

Es un líquido de color amarillo pálido o café que tiene un olor canforáceo y un gusto amargo-aromático.

En China se usa el galangal con propósitos medicinales, ya sea quebrado o molido. El aceite esencial se emplea como saborizante en licores.

Los componentes principales del aceite son: cineol,  $\alpha$ -terpine



ol, 4-terpineol,  $\alpha$ -pineno, alcanfor,  $\beta$ -pineno, -cimeno, limoneno, linalool,  $\alpha$  y  $\beta$ -santaleno,  $\beta$ -bisabaleno,  $\Delta^3$ -cadineno y benzoato de isobutilo.

#### 1.4.8.2 Aceite Esencial y Oleoresina de Jengibre.<sup>46</sup>

El aceite volátil se obtiene por destilación con vapor de los rizomas secos y molidos de "Zingiber officinale" Roscoe, nativa de Asia y cultivada en países tropicales y subtropicales como la India, China, Japón, Jamaica, Nigeria, Sierra Leona, Haití, Formosa y Australia. La India es el principal productor de Jengibre con el 50% de la producción mundial.

El aceite esencial es un líquido de color amarillo pálido o amarillo que tiene el olor aromático característico del jengibre. Se usa ampliamente en la industria alimentaria como saborizante en dulces, repostería, licores, condimentos, salsas y bebidas gaseosas.

Los componentes principales del aceite esencial son:  $\alpha$ -y- $\beta$ -jengibereno (35.6%), ar-curcumeno (17.7%), farneseno (9.8%) y jengiberol (zingiberol) (16.6%).

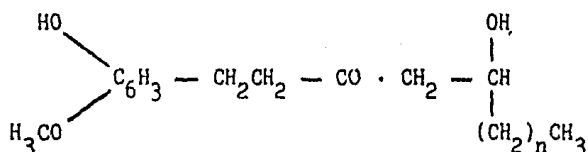
La oleoresina se obtiene por extracción con solventes volátiles como acetona, alcohol etílico o éter la concentración de la solución y la remoción del solvente con vacío rinden la llamada oleoresina de jengibre, cuya composición cuantitativa depende del solvente usado.

Es una sustancia semi-sólida de color café que contiene 28 ml de aceite volátil por cada 100g de producto.

La oleoresina contiene generalmente los siguientes compuestos:

- a. Jengiberol ("Gingerol") y jengiberona (zingerona).

El jengiberol, un líquido amarillo muy pungente, parece ser una mezcla de homólogos del siguiente tipo:



En el homólogo principal  $n$  parece ser 5, y en los otros, 3 ó 4.

En el tratamiento del jengiberol con álcali se forma la cetona libre, jengiberona 1-(4-hidroxi-3-metoxifenil)-3-butanona.

- b. "Shoguoil" (del término japonés "Shoga", que significa jengibre). Es un homólogo de la jengiberona y puede sintetizarse a partir de ésta y hexaldehído.

La oleoresina de jengibre tiene, como saborizante, las mismas aplicaciones que el aceite esencial.

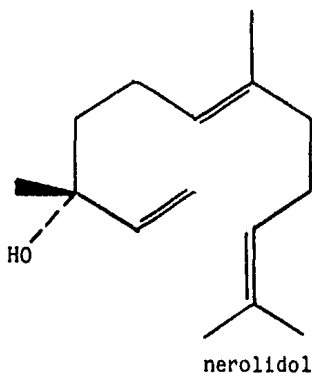
#### 1.4.8.3 Aceite Esencial de Cardamomo. <sup>40, 62, 109</sup>

Se obtiene por destilación con vapor de la semilla de la hierba perenne "Elettaria cardamomum" Maton, que se cultiva ampliamente en la India, principal productor, y en otras regiones como Ceylán, Laos, Guatemala y el Salvador.

Es un líquido incoloro o amarillo muy pálido con un olor penetrante, aromático, ligeramente canforáceo y un gusto pungente, fuertemente aromático.

Se emplea principalmente como saborizante de productos cárnicos y en repostería y un poco en la fabricación de licores.

Los principales componentes del aceite son: cineol (26 a 40%), - acetato de terpinilo (28 a 34%), limoneno (2 a 14%), sabineno (3 a 5%), - linalool (4%), acetato de linalilo (3.5%) y nerolidol (1.3%).



#### 1.4.9 Aceites Esenciales de Plantas Pertenecientes a Familias Varias.

##### 1.4.9.1 Aceite Esencial de Nuez Moscada y Macia.<sup>57, 76</sup>

El aceite de nuez moscada se obtiene por destilación con vapor - de la almendra seca de la semilla madura de "Myristica fragrans" Houttuyn (Fam. Myristicaceae), mientras que el de macia se obtiene por destilación con vapor de la cubierta seca y molida de la semilla madura de nuez moscada.

La planta es un árbol siempreverde, nativo de las Molucas y de - Indonesia, que son los principales productores de esta especia.

El aceite de nuez moscada es un líquido incoloro o amarillo pálido que tiene el olor y gusto característicos de la nuez moscada.

Ambas, la nuez moscada y la macia se usan enteras o molidas como saborizantes en condimentos. El aceite esencial y sus derivados se usan como saborizantes en licores, salsas, carnes y otros productos alimenticios.

El sabor de la nuez moscada, en general, es más dulce y más delicado que el de la macia.

Los principales componentes de ambos aceites son:  $\alpha$ -pineno, --canfeno,  $\beta$ -pineno, mirceno, dipenteno, limoneno, cineol,  $\delta$ -terpineno, p-cimeno, aldehídos  $C_8$  y  $C_{10}$ , citronelal, linalool,  $\alpha$  y  $\beta$ -terpineol, -borneol, geraniol, safrol, eugenol e isoeugenol.

El aceite de nuez moscada, además de los compuestos anteriores, contiene aldehído  $C_9$  y el de macia contiene, además, 4-terpineol.

#### 1.4.9.2 Aceite Esencial de Cascarilla.<sup>40</sup>

El aceite volátil se obtiene por destilación con vapor de la corteza seca de "Croton cascarilla" B. y "Croton eleuteria" B., de la familia "Euphorbiaceae".

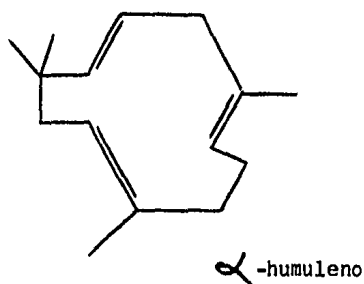
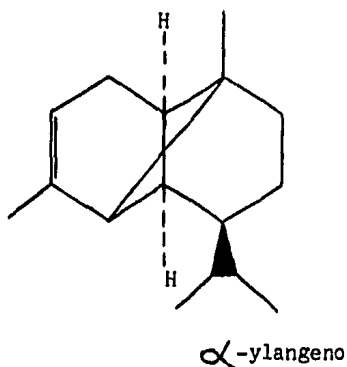
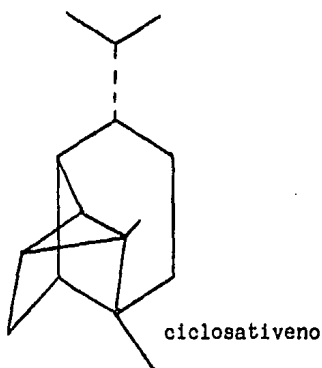
Es un líquido de color que varía del amarillo pálido al café ámbar; tiene un gusto especioso y un olor que semeja la mezcla de clavo, cardamomo, eucalipto y nuez moscada.

La planta es un arbusto o árbol pequeño, originario de las Bahamas y de las Antillas, así como de Perú, Paraguay, Cuba y Haití.

El aceite de cascarilla se usa principalmente en perfumería y como saborizante de amargos y tabacos.

La composición química del aceite es muy compleja. Por cromatografía de gases se ha destacado la presencia de más de 150 componentes, - de los cuales se han identificado el limoneno, p-cimeno, dipenteno, eugenol, emodino, aloemodino, ácido cascarílico, antraceno y derivados del antraceno.

En 1973, Claude L.A., et al, reportaron la presencia de ciclosativeno,  $\alpha$ -ylangeno,  $\alpha$ -humuleno,  $\beta$ -selineno, 1,8-cineol,  $\beta$ -metilheptenona, metil timol, metil carvacrol, metil eugenol,  $\alpha$ -terpineol, y un fenol sesquiterpénico, el cuparofenol, además de los antes mencionados, en el aceite de cascarilla.



### 1.4.9.3 Aceite Esencial de Enebro.<sup>40, 79, 119</sup>

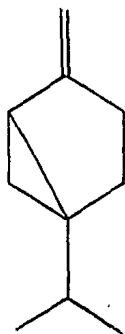
El aceite volátil se obtiene por destilación con vapor del fruto maduro de la planta "Juniperus communis" L., var "erecta" P., de la familia "Cupressaceae", que crece en las áreas secas de Europa, Asia, Africa y Norte América.

Es un líquido incoloro, ligeramente verdoso o amarillento con un olor característico y un gusto aromático, amargo.

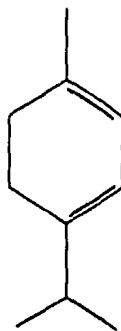
El aceite obtenido como subproducto de la destilación de la ginebra es mucho menos aromático, careciendo de las fracciones oxigenadas.

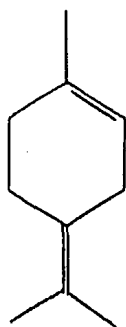
El aceite desterpenado se usa en la preparación de licores.

Los principales componentes identificados en el extracto pentánico de enebro destilado<sup>61, 69</sup>, son los siguientes:  $\alpha$ -pineno (46%),  $\alpha$ -pineno (2.9%), sabineno (8.6%), mirceno y  $\alpha$ -terpineno (17.7%), limoneno y  $\beta$ -felandreno (6.9%),  $\delta$ -terpineno (3.2%), p-cimeno (2.2%), terpinoleno (1.6%), cariofileno (1.09%),  $\alpha$ -muuroleno (2.71%),  $\alpha$ -selineno (1.05%), terpinen-4-ol (10.5%).

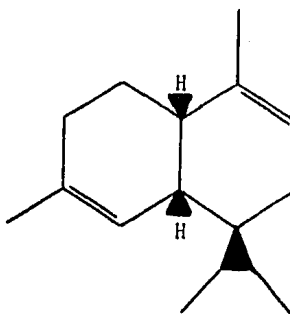


sabineno

 $\alpha$ -terpineno



terpinoleno



muuroleno

#### 1.4.9.3.1 Aceite Esencial de Cade.<sup>81</sup>

La destilación empireumática (destructiva) de la madera de "Juni-perus oxycedrus" L., produce el así llamado aceite de Cade, conocido en -- farmacia como "alquitrán de enebro". Huerre<sup>82</sup> ha indicado que en el proce-- so de la destilación empireumática, el aceite contenido en la madera desti-- la parte como aceite volátil (esencial) y parte como aceite descompuesto -- (empireumático). El primero actúa como solvente del segundo que consiste de sustancias pesadas, semejante al alquitrán. En otras palabras, el acei-- te de Cade comercial es una mezcla o solución de aceite esencial y aceite empireumático parcialmente descompuesto. A menudo el prolongado almacena-- miento de un lote permite la separación alquitránica de la solución, for-- mando un depósito.

El aceite de Cade se produce principalmente en España, particu-- larmente en la Provincia de Málaga. Un tipo de aceite diferente proviene de la Provincia de Cuenca; de hecho, las propiedades fisicoquímicas del -- aceite de Cuenca difieren tanto de las del aceite de Málaga que se piensa que provienen de plantas de diferente especie.

La composición química del aceite consiste principalmente en cadineno, hidrocarburos y fenoles, entre ellos, creosol, derivados del pirocatechol, guayacol y sus derivados etílicos y propílicos.

El aceite se utiliza ampliamente en los sabores de humo y orozuz.

#### 1.4.9.4 Aceite Esencial de Lemongrass (Zacate Limón).<sup>40,120</sup>

Se obtiene por destilación con vapor de la hierba fresca o parcialmente seca de "Cymbopogon citratus" DC ("West Indian Oil") o de "Cymbopogon flexuosus" (Nees) Stapf ("East Indian Oil") (Fam. "Gramineae").

El aceite de lemongrass del Este de la India es un líquido de color amarillo oscuro o cafésáceo y olor pungente, característico, semejante al limón. La planta se desarrolla en el Este de la India, Camboya, Singapur y Ceylán.

El aceite de lemongrass "West Indian" es un líquido de color amarillo pálido o cafésáceo y un pronunciado olor a citral. La planta se desarrolla en Madagascar, la Isla Comoro, Guatemala, Honduras, Brasil, Haití y Puerto Rico.

Es la principal fuente de obtención del citral, que se usa como materia prima para la síntesis de iononas.

Los principales componentes de ambos aceites son: Neral (citral b) y Geranial (citral a). En conjunto de 75% a 85%.

#### 1.4.9.5 Aceite Esencial de Yerba Sacra.<sup>40</sup>

La yerba sacra es una planta herbácea, "Verbena officinalis" L., de la familia "Verbenaceae", cultivada en el Centro y Sur de Europa y tam-



bién en Japón. No se produce el aceite debido al bajo contenido del mismo en esta planta. La hierba y sus derivados se usan con propósitos medicinales.

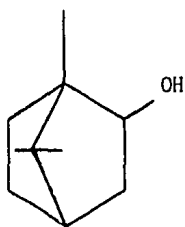
Sin embargo, el llamado aceite de yerba sacra se obtiene de una planta de otro género, "Lippia citridora" K., originaria de Chile y cultivada actualmente en pequeña escala en la región Mediterránea.

El aceite es un líquido oleoso de color amarillo verdoso y olor que recuerda al limón.

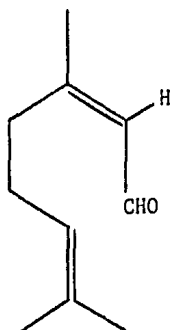
El aceite, el concreto y el absoluto se usan en perfumería y como saborizantes de licores.

El aceite se produce en muy pequeñas cantidades y su precio es - muy alto, por lo que el producto comercial es un aceite compuesto en las mismas proporciones químicas del aceite de yerba sacra verdadero.

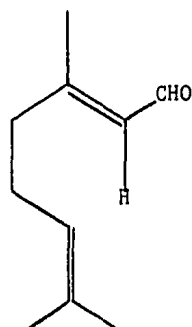
Los constituyentes más importantes del aceite son: borneol, carvona, citral a y b (32 - 38%), limoneno, cineol, linalool y geraniol.



borneol



citral B (neral)



citral A (geranial)

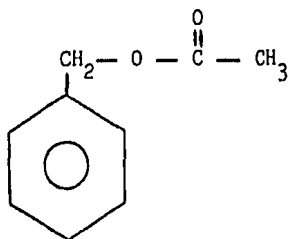
1.4.9.6 Absoluto de Jazmín.<sup>40</sup>

El concreto se obtiene por extracción de las flores de "Jasminum officinale" L., de la familia "Oleaceae" y de otras especies de Jasminum, con un rendimiento de aproximadamente 3%. Es una pasta cerosa de color rojo-cafesáceo y olor a jazmín. El absoluto se obtiene del concreto con alcohol. Es un líquido café-amarillento que tiene un aroma floral, caliente.

La planta es, probablemente, originaria de los Himalayas y fue llevada a Nos-Africa y España por el conquistador Moors. Se cultiva en el Sur de Francia, Italia y Marruecos.

El absoluto es un ingrediente muy importante en perfumería, pero también se usa en aceites compuestos como saborizante de licores y en pastelería.

Los principales componentes son: acetato de bencilo (70 - 80%), acetato de linalilo (7.5%) y linalool (15 - 20%).



acetato de bencilo

1.4.10 Oleoresinas de Chiles.<sup>70</sup> Se obtienen por extracción con éter alcohol, acetona o cloroformo de los frutos maduros de varias especies del género Capsicum, de la familia "Solanaceae".

El género es nativo de la América tropical y se cultiva en casi todos los países tropicales y sub-tropicales, así como en muchas regiones de la zona templada.

Desde el punto de vista comercial, se consideran tres especies - importantes: "C. minimum" R., "C. frutescens" L., y "C. annum" L. Las dos - primeras son plantas tropicales de frutos muy picantes y generalmente pe--rennes, conocidos en el comercio como chiles. La última especie la forman plantas de clima templado, generalmente anuales, cuyo fruto varía en forma, tamaño y color, siendo menos picantes que las otras especies.

Algunas variedades se conocen con el nombre de "capsicum", "Ca--yenne pepper" y "paprika".

En México, la clasificación admitida considera dos especies de - chiles:

- a. C. annum con sus variedades
- y b. C. frutescens.

Las variedades de C. annum son:

1. C. annum L., var. conoides Miller, llamado vulgarmente "chile de Chiapas" o "pico de paloma".
2. C. annum L. var. acuminatum Fingerh, conocido como chile verde o chile "serrano", producido en las regiones del Centro y Sur del - país.
3. C. annum L. var. grossum Sendt. Están incluídas aquí el "chile - ancho" y el "mulato", al que se le denomina "chile poblano" cuan-

do está fresco. El primero se cultiva en los Estados de Veracruz, Coahuila, Jalisco, Chiapas y en el Valle de México. El segundo - se cultiva principalmente en todo el Estado de Puebla. El "valenciano" se localiza en el norte del país y en el Estado de San - - Luis Potosí.

4. C. annum L. var. longum Sendt. Esta variedad comprende el chile "pasilla", común del Norte y Centro del país, y el chile "guajío" o "guajillo".
5. C. annum L. var. abbreviatum Fingerh. Este es el llamado "morita" o "mora", cultivado en el Estado de México y Veracruz, donde se le conoce con el nombre de "chilale".
6. C. annum L. var. ceraciforme Miller. En esta variedad está incluido el "cascabel", que se cultiva en el Estado de Durango, Coahuila y San Luis Potosí. El chile "bolita" también pertenece a esta variedad.

En la especie C. frutescens L. var. baccatum L., está comprendido el "chiltepín" o "chile piquín", común en climas tropicales.

Los chiles son ampliamente usados en los pueblos de América como condimentos en la preparación de diversos guisos.

Para la obtención de la oleoresina de "capsicum" se prefiere usar la variedad baccatum, ya que ésta rinde un mayor porcentaje que las demás variedades (22%).

La oleoresina tiene una aplicación enorme en la preparación de -

sazonadores de carnes y embutidos, así como en otros productos alimenticios.

Los principios pungentes más importantes que se encuentran en la oleoresina son la capsaicina y la dihidrocapsaicina. También se encuentran sustancias análogas a las anteriores, como la nordihidrocapsaicina, la homocapsaicina y la homodihidrocapsaicina.

#### 1.4.11 Ajo, Cebolla, Mostaza y Fenogreco.

##### 1.4.11.1 Ajo.<sup>9</sup>

El ajo es el bulbo compuesto de "Allium sativum" L., una planta perenne perteneciente a la familia "Liliaceae". Es nativa de Europa, pero actualmente se cultiva en todo el mundo.

Como especia, se usa en dos formas: a. como polvo de ajo, que es el producto molido de los dientes de ajo deshidratados y b. como sal de ajo, que es el ajo molido deshidratado, mezclado con sal común y algunas veces con almidón para evitar el amasado.

El ajo tiene innumerables usos culinarios, incluyendo el de sazonante de sopas, carnes, salsas, ensaladas y pan de ajo. La sal de ajo se lleva bien con el jugo de tomate, en los filetes y otros platillos cárnicos.

El ajo contiene un aceite volátil y un aceite fijo. El contenido de aceite volátil es muy bajo, cerca de 0.1%. Es un líquido amarillento de olor pungente y desagradable.

Los constituyentes del aceite incluyen disulfuro de dialilo (60%),

trisulfuro de dialilo (20%), disulfuro de alilpropilo (6%), una pequeña -- cantidad de disulfuro de dietilo y, probablemente, polisulfuro de dialilo. El disulfuro de dialilo posee el verdadero olor del ajo.



disulfuro de dialilo

M.B. Jacobs<sup>71</sup>, en un estudio realizado en 1951, estableció que -- los compuestos saborizantes del ajo no existen "per se" en los dientes in-- tactos, sino que se forman por acción enzimática de los precursores cuando se cortan o se machacan los tejidos del bulbo.

#### 1.4.11.2 Cebolla.

La cebolla es el bulbo de "Allium cepa" L., una planta bienal -- perteneciente a la familia "Liliaceae". No se conoce a ciencia cierta su origen, pero se cree que es nativa del Este del Mediterráneo y del Medio -- Este. Se cultiva ampliamente en las regiones de climas templado y tropi-- cal.

Como saborizante, la cebolla se usa en dos formas: a. cebolla molida, que es el producto molido de los bulbos deshidratados de la cebo-- lla y es un polvo de color blanco cremoso con un olor y un gusto similares a los de la cebolla fresca; y b. sal de cebolla, que es la cebolla deshi-- dratada, molida y mezclada con sal común y con un anticoagulante, como el almidón.

Los productos anteriores se emplean en el arte culinario en lugar de las cebollas frescas. Además, la sal de cebolla se usa con o en lugar

de la sal de mesa, dando sabor a las carnes y salsas.

La cebolla tiene un aceite volátil (muy escaso) y un aceite fijo. El principal constituyente del aceite es el disulfuro de dipropilo.



Como en el ajo, los compuestos saborizantes de la cebolla se forman enzimáticamente.<sup>72, 73</sup>

#### 1.4.11.3 Mostaza.<sup>45</sup>

El término mostaza se refiere a dos diferentes plantas de la misma familia, "Sinapis alba" L., de donde se obtienen las semillas de mostaza blanca y "Brassica nigra" L., también llamada "Sinapis nigra" L., de donde se obtienen las semillas de mostaza negra. La primera se conoce comúnmente como mostaza amarilla y la segunda como mostaza café.

Ambas plantas pertenecen a la familia "Cruciferae", nombre que se deriva de la figura en forma de cruz que forman los cuatro pétalos de la flor.

La planta de mostaza blanca es nativa del Sur de Europa del Asia templada; la de mostaza negra es nativa del Centro y Sur de Europa y del Asia templada.

Ambas plantas se cultivan en muchas partes del mundo, incluyendo Dinamarca, Holanda, Alemania, Austria, Italia, Nor-Africa, India, Chile, Reino Unido, E.U.A. y Canadá.

Las semillas secas de ambas plantas no tienen olor, pero tienen un gusto pungente. Se emplean en la preparación de encurtidos de varios

tipos.

La mostaza molida se usa en la manufactura de mostaza preparada, una mezcla de mostaza molida, vinagre blanco, otras especias y sal, y en la preparación de salsa de mostaza, salsa para mariscos, mayonesa y sazondores.

Las semillas de mostaza contienen mucho aceite fijo, proteínas, azúcares y mucílago. El aceite se obtiene por expresión y se encuentra -- presente de 24 a 26% en la mostaza blanca y de 24 a 40% en la negra.

El constituyente más importante de la semilla de mostaza blanca es el glicósido "sinalbina", el cual, en presencia de agua, se descompone por la acción de la enzima mirosina produciendo isotiocianato de p-hidroxibencilo, glucosa y bisulfato de sinapina.

La mostaza negra contiene el glicósido sinigrina, el cual se descompone en condiciones similares. En este caso, se produce isotiocianato de alilo, glucosa y bisulfato de potasio.

El isotiocianato de alilo es un líquido muy volátil, llamado usualmente "aceite de mostaza" y tiene un olor pungente, muy irritante. -- Este compuesto se prepara sintéticamente con propósitos comerciales y no se extrae por destilación de las semillas de mostaza.

#### 1.4.11.4 Fenogreco.<sup>44</sup>

Las semillas de fenogreco provienen de "Trigonella foenumgraecum" L., una planta herbácea anual perteneciente a la familia "Leguminosae", -- nativa del Sur de Europa y cultivada en Francia, Líbano, Marruecos, India, y Argentina, China Irán, Egipto, Grecia y Túnez.



El fenogreco es una especia no muy bien conocida, pues ha recibido muy poca atención en la literatura.

Tiene un fuerte aroma placentero y un ligero sabor a azúcar quemado, con un gusto amargo posterior.

La semilla de fenogreco contiene aproximadamente .02% de aceite volátil, del cual se conoce muy poco.<sup>78</sup>

Los constituyentes de la semilla de fenogreco<sup>5</sup> incluyen los alcaloides trigonelina,  $C_7H_7O_2N$  y colina  $C_5H_{15}O_2N$  y un colorante amarillo.

El contenido de aceite fijo es de 7% aproximadamente. Los ácidos grasos que lo constituyen son el linoleico, oleico y linolenico principalmente, además de pequeñas cantidades de ácidos palmítico, esteárico, araquídico y behénico.

Se usa principalmente en la preparación del extracto imitación de maple.

## 2. Aceites Esenciales de Frutos Cítricos (Fam. "Rutaceae").

### 2.1 Aceite Esencial de Limón.<sup>40, 63</sup>

Se obtiene por expresión de la cáscara fresca del fruto de "Citrus limonum" L., Burmann filius, nativa del Lejano Oriente.

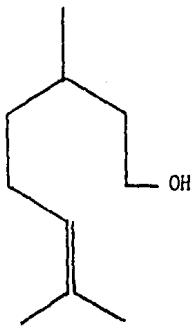
La planta fue introducida en la región del Mediterráneo en el tiempo de las Cruzadas y actualmente, se cultiva ampliamente en España, Italia, Israel, California y Florida, en los E.U.A., en Argentina y en Brasil.

Es un líquido de color que varía del amarillo pálido al amarillo intenso o amarillo verdoso y tiene un olor y un gusto característicos de la parte externa de la cáscara fresca del limón.

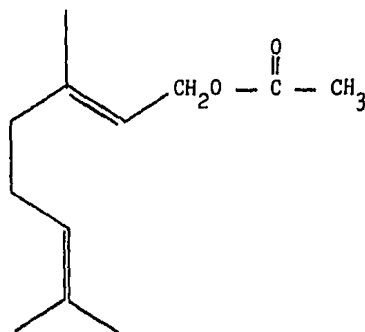
Como saborizante, se usa sólo o combinado con otros aceites, especialmente para bebidas y dulces.

El aceite esencial de limón "petitgrain" se obtiene por destilación con vapor de las hojas de la misma planta. Es un líquido claro de color amarillo pálido ó ambar que tiene el olor característico de las hojas. Para emplearlo como saborizante debe desterpenarse.

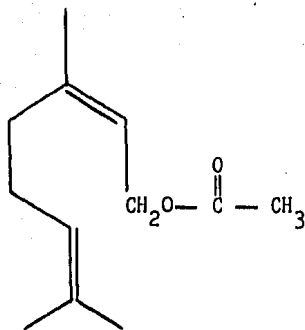
Los principales componentes del aceite son<sup>63</sup>: limoneno (54 - 80%), mirceno (.9 - 12.7%),  $\alpha$  y  $\beta$ -felandreno (1%),  $\alpha$ -pineno (.4 - 5%), --  $\beta$ -pineno (.4 - 12.7%), sabineno (.5 - 1.5%),  $\alpha$ -terpineno (.7%),  $\delta$ -terpineno (2.9 - 14%), terpinoleno (.6 - 1.2%), citronelol (.5%),  $\alpha$ -terpineol (.2 - .5%), geraniol (.6 - 2.3%), nerol (.4 - 1.3%), acetato de geraniol (.55 - 3.1%), acetato de nerilo (2.5 - 3.1%),  $\alpha$ -bergamoteno (2.5%),  $\beta$ -bisaboleno (2.5 - 4%).



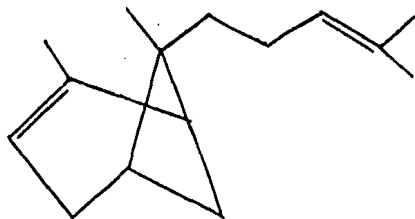
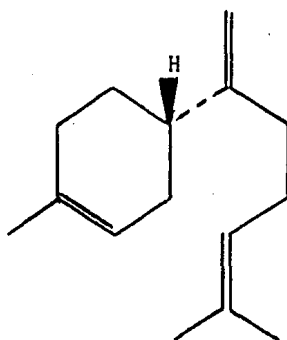
citronelol



acetato de geraniol



acetato de nerilo

 $\alpha$ -bergamoteno $\beta$ -bisaboleno

## 2.2 Aceite Esencial de Naranja.

### a. Aceite Esencial de Naranja Dulce.<sup>61</sup>

Se obtiene por expresión de la cáscara fresca del fruto maduro - de "Citrus sinensis" L. Osbeck.

Es un líquido de color amarillo intenso, naranja o naranja profundo, que tiene el olor y gusto característicos de la parte externa de la cáscara fresca de la naranja dulce.

La planta se cultiva en la región del Mediterráneo, Argelia, Tú-

nez, Marruecos, España, Israel y México. California y Florida, en los E. U.A., son importantes regiones productoras del aceite esencial.

b. Aceite Esencial de Naranja Amarga.

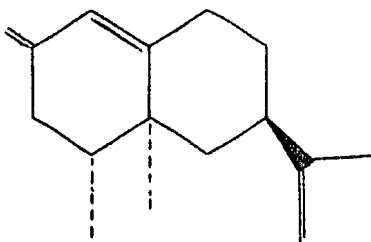
Se obtiene por expresión de la cáscara fresca del fruto maduro de "Citrus aurantium" L.

Es un líquido de color amarillo pálido o café amarillento que -- tiene el aroma característico de la naranja del tipo Sevilla y un gusto aromático ligeramente amargo.

La planta es nativa del Lejano Oriente y se cultiva ampliamente en la región Mediterránea (especialmente en Sicilia), en Guinea, Indias -- Occidentales y Brasil.

Ambos aceites y sus derivados se usan como saborizantes en bebidas, helados, dulces, repostería y goma de mascar.

Los principales constituyentes del aceite esencial de naranja dulce son<sup>61</sup>: limoneno (83 - 97%), mirceno (.9 - 2.1%),  $\alpha$ -pineno (.1 - .6%), sabineno (.1 - .6%),  $\delta$ -terpineno (.1%), terpinoleno (.1%), valenceno (.1 - .2%), carvona (.02 - .1%), linalool (.3 - 5.3%),  $\alpha$ -terpineol (.1 - .5%), decanal (.1 - .6%), dodecanal (.05 - .2%), noanal (.06 - .2%) y octanal (.2 - 2.8%).



valenceno

### 2.3 Aceite Esencial de Lima (Limón Mexicano).<sup>64, 75</sup>

En nuestro país se denomina como Limón Mexicano al fruto de -- "Citrus aurantifolia" Swingle, el cual se conoce como "lima" en muchos -- otros países.

La lima es muy probablemente originaria del archipiélago Malayo . Como la naranja amarga y el limón verdadero ("Citrus limonum" L.), fue introducida en Europa por los Arabes y en América por los navegantes españoles y portugueses. Sin embargo, el eminente especialista en aceites esenciales, el Dr. E.S. Gunther tiene una hipótesis diferente. No hubiera sido imposible que los polinesios, atravesando el Océano Pacífico, la hayan introducido en la costa oeste de América, lo que explicaría la gran abundancia de limas silvestres en las selvas y los espacios poco explorados de América Central y de la parte Norte de América del Sur, particularmente sobre la costa del Pacífico.

México es el primer productor mundial de aceite esencial de lima. Otros países productores son: Haití, Jamaica, República Dominicana, Leeward, Cuba y Trinidad Tobago.

El aceite de Lima se obtiene por dos métodos diferentes: destilación y centrifugación, del cual existen dos procesos.

Aceite destilado.- Es el aceite obtenido por destilación en un alambique del jugo obtenido al prensar las frutas enteras.

Aceite centrifugado.-

Proceso 1. Prensado del fruto entero en una prensa de tornillo y separación de la emulsión aceite-jugo por centrifugación.

Proceso 2. Raspado de la cáscara de las limas en una máquina -- "pelatrice", arrastre de los detritos por una lluvia de agua y separación de la emulsión aceite-agua por centrifugación.

Por su aspecto y olor, el aceite destilado difiere mucho del centrifugado. Incoloro o ligeramente amarillento, de olor picante, terpénico, el aceite destilado tiene muy pocos puntos en común con el aceite centrifugado, que es de color ámbar-verdoso oscuro y tiene un olor frutal.

En efecto, en el transcurso de la destilación, el aceite de lima sufre modificaciones importantes en su composición química.

Llevados varias horas a la temperatura de ebullición del jugo, a un pH inferior a 3, numerosos constituyentes particularmente frágiles son degradados y dan lugar a otros componentes más estables pero que no tienen el mismo olor.

El análisis presentado en la tabla Nº 2 permite observar las diferencias.

El aceite de lima se usa ampliamente como saborizante, principalmente en refrescos, donde se utiliza desterpenado.

## 2.4 Aceite Esencial de Mandarina y Tangerina.

### a. Aceite Esencial de Mandarina.<sup>61</sup>

Se obtiene por expresión de las cáscaras del fruto maduro de -- "Citrus reticulata" Blanco var. mandarina, nativa de China y cultivada ampliamente en el Sur de Italia y en Brasil.

Tabla Nº 2 Análisis cuantitativo del aceite de lima por cromatografía en fase vapor. Método de normalización interna.

Componentes	Aceite centrifugado Composición en %	Aceite destilado Composición en %
$\alpha$ - pineno	3.42	1.59
canfeno	0.13	0.60
$\beta$ - pineno	21.80	2.70
mirreno	1.74	1.59
1,4- cineol (?)	0.23	3.97
d-limoneno	49.20	43.20
1,8-cineol (?)	1.17	2.74
$\gamma$ -terpineno	8.64	11.59
p-cimeno	1.04	2.98
terpinoleno + octanal	0.57	8.02
decanal	0.27	0.12
linalool	0.21	0.20
terpinen-4-ol + bergamoteno	1.67	1.79
$\beta$ -terpineol + cariofileno + nonanol	1.17	0.68
neral	0.50	0.08
$\alpha$ -terpineol	0.60	8.02
bisaboleno + geranial + decanol	3.98	2.42

El aceite tiene un olor muy agradable, característico. Es de color amarillo rojizo o naranja cafésáceo. El aceite de mandarina Italiana muestra una fluorescencia azulosa, especialmente cuando se diluye con alcohol. Tiene una rotación óptica que varía de  $+63^{\circ}$  a  $+78^{\circ}$ .

Los componentes principales del aceite son: limoneno (65 - 94%), p-cimeno (.2 - 8.2%), mirceno (1.2 - 7.6%),  $\alpha$ -pineno (.3 - 2.5%),  $\beta$ -pineno (.9 - 2.1%), sabineno (.4 - 2.1%),  $\gamma$ -terpineno (2.1 - 17.3%), terpinoleno (.2 - 1.1%), linalool (.03 - 6.1%), aldehídos  $C_8$ ,  $C_9$ ,  $C_{10}$  y  $C_{12}$ , citral y citronelal, todos ellos en una proporción de .4 a 1.5%.

El aceite italiano se diferencia del brasileño en que el primero contiene .9% de antranilato de dimetilo, causante de la fluorescencia azulosa.

Se usa como saborizante en caramelos, chocolates y en repostería.

El aceite desterpenado se usa como saborizante de varios licores y cordiales, especialmente en el licor de mandarina.

#### b. Aceite Esencial de Tangerina.<sup>77</sup>

Se obtiene por expresión de las cáscaras de "Citrus reticulata" Blanco var. tangerina, nativa de China y cultivada ampliamente en California, E.U.A., Sur de Europa, Sud Africa y Brasil. La primera y la última son las regiones de mayor producción.

Las propiedades físico-químicas del aceite de tangerina difieren considerablemente de las del aceite de mandarina, especialmente en la rotación óptica, que es mayor en el aceite de tangerina ( $+90^{\circ}$  a  $+94^{\circ}$ ).



Los componentes principales del aceite son<sup>40</sup>: limoneno (89%), -- mirceno (2.3%),  $\delta$ -terpineno (2.2%),  $\alpha$ -pineno (.8%), linalool (.9%), citronelal (.13%) y decanal (.17%). También se han identificado octanal, un decanal, citral, perillaldehído y  $\alpha$ -y $\beta$ -sinensal.

A pesar de la estrecha relación botánica entre la tangerina y la mandarina, los aceites deben manejarse comercialmente como productos to---talmente diferentes.

El aceite de mandarina posee un sabor muy característico al que debe su valor como saborizante. En cambio, el aceite de tangerina muchas veces es difícil distinguirlo del aceite de naranja.

Sin embargo, por razones económicas, el aceite de tangerina se -utiliza ampliamente como saborizante en lugar del aceite de mandarina, que se destina en su mayor parte a la perfumería.

## 2.5 Aceite Esencial de Toronja.<sup>57, 112</sup>

Se obtiene por expresión de las cáscaras frescas del fruto maduro o por destilación del jugo obtenido al exprimir el fruto entero de "Ci-trus paradisi" Macfayden, originaria de las Indias Occidentales y cultivada ampliamente en los E.U.A., principal país productor.

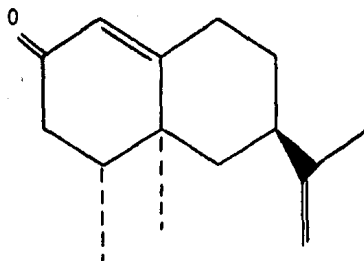
El aceite de toronja es un líquido de color amarillo pálido, que tiene un aroma y gusto placenteros, que recuerdan los aceites de naranja y de limón.

Los principales componentes del aceite destilado son<sup>40</sup>:  $\alpha$ -pine no,  $\beta$ -pineno, mirceno, limoneno (más de 90%),  $\delta$ -terpineno, aldehídos -

$C_8$ ,  $C_9$  y  $C_{10}$ , linalool, acetato de linalilo, citral, acetato de geranilo, geranial y antranilato de metilo.

La composición química del aceite exprimido es la siguiente: limoneno (más de 90%), aldehídos  $C_8$  y  $C_{10}$ , citral; ácidos acético, octílico y decílico, alcohol  $C_8$  y  $C_9$ , acetato de octilo, geranial y acetato de geranilo, antranilato de metilo y d-cadineno.

Se ha encontrado presente, tanto en el aceite esencial como en el jugo de la toronja, una sustancia llamada nootkatone, que, aún cuando se le encuentra también presente en los demás cítricos, es en una cantidad muy pequeña (.04%). Se cree que esta sustancia es la que le imparte ese gusto amargo característico a la toronja.



nootkatone

En la industria de los saborizantes se emplea el aceite natural, el aceite destemperado y el 5 veces concentrado, en muchas formulaciones para la industria de refrescos, principalmente.

### 3. Aceites Esenciales Concentrados, sin Terpenos y sin Sesquiterpenos.

Como ya se había mencionado anteriormente, la mayoría de los aceites esenciales consisten en mezclas de hidrocarburos (terpenos y sesquiterpenos, etc.), compuestos oxigenados (alcoholes, ésteres, éteres, aldehídos, cetonas, lactonas, fenoles, éteres fenólicos, etc.) y un pequeño porcentaje de residuos no volátiles viscosos o sólidos (parafinas, ceras, etc.). De estos compuestos, los oxigenados son los principales causantes del olor, aunque también los terpenos y los sesquiterpenos contribuyen en cierto grado en el olor total y en el valor como saborizante del aceite. Las sustancias oxigenadas poseen además la ventaja de tener una mejor solubilidad en alcohol diluído y, con la excepción de algunos aldehídos, de una mayor estabilidad contra las influencias oxidantes y resinificantes. Debido a su caracter insaturado, los terpenos y sesquiterpenos se oxidan y resinifican fácilmente bajo la influencia del aire y la luz o bajo condiciones inadecuadas de almacenamiento, lo cual conduce a un deterioro del olor y sabor y al decremento de la solubilidad en alcohol.

Por muchos años, por lo tanto, la industria de los aceites esenciales ha abastecido a los usuarios de aceites concentrados, sin terpenos y sin sesquiterpenos. Tales aceites consisten principalmente de compuestos oxigenados; son más solubles, más estables y mucho más fuertes en olor ya que retienen la mayor parte del olor y del sabor característicos del aceite original.

El grado de concentración está limitado automáticamente por la cantidad de compuestos oxigenados presentes en el aceite natural. Por ejemplo, un aceite de naranja que contiene aproximadamente el 2% de consti

tuyentes oxigenados y 98% de terpenos, sesquiterpenos y ceras, puede, teóricamente, ser concentrado 50 veces como máximo, mientras que un aceite de bergamota, que contiene 50% de ésteres, alcoholes, lactonas, etc. y -- 50% de hidrocarburos, puede concentrarse únicamente al doble.

A causa de su diferente composición, la desterpenación de cada aceite esencial requiere de un proceso especial. El método general se basa en dos principios: a) remoción de los terpenos, sesquiterpenos y parafinas por destilación fraccionada "in vacuo" o b) por extracción de los compuestos oxigenados más solubles con alcohol diluído u otros solventes. En muchos casos, especialmente con los aceites de cítricos, puede emplearse una combinación de los dos.

### 3.1 Aceites Esenciales Concentrados.

Los aceites concentrados son aquellos a los que se les ha removido únicamente una parte de los hidrocarburos. Esto puede hacerse por simple destilación fraccionada "in vacuo". De acuerdo al proceso aplicado y a la concentración que se pretende, puede obtenerse un amplio rango de aceites concentrados, con diferentes propiedades. Así, hablamos de un aceite de limón dos veces concentrado (2X), o de un aceite de naranja cinco veces concentrado (5X).

Los aceites concentrados generalmente se identifican por la terminología "  X" donde el espacio en blanco se llena con un número tal como 2, 5, etc. Esto da al usuario una indicación del grado de concentración. Si se conoce la concentración, puede emplearse, una simple fórmula matemática para determinar el porcentaje que se ha removido del aceite --

por el proceso de fraccionación.

$$\% \text{ removido} = \frac{X - 1}{X} \times 100$$

Debe hacerse notar que más que una fracción tomada a un determinado punto de ebullición, se remueve del aceite un porcentaje específico.

Cuando se remueve determinado porcentaje del aceite, algunos componentes oxigenados de bajo punto de ebullición tienden a co-distilar con los terpenos. Así, un aceite cítrico 5X no necesariamente tendrá 5 veces la cantidad de aldehídos presentes en el aceite original.

Los aceites esenciales que comunmente se concentran son los de frutos cítricos, como el de limón, lima, mandarina, naranja, tangerina y toronja.

Los aceites esenciales concentrados tienen una gran aplicación - como saborizantes en la industria de bebidas carbonatadas.

### 3.2 Aceites Esenciales sin Terpenos y sin Sesquiterpenos.

Son aquellos aceites a los que se les han removido todos o casi todos los terpenos, sesquiterpenos y ceras, usualmente por destilación -- fraccionada en el caso de los aceites esenciales sin terpenos y, en el caso de los aceites sin sesquiterpenos, la práctica común de manufactura es destilar "in vawo" primero los terpenos y después extraer el aceite sin - terpenos con alcohol diluído u otros solventes, por lo cual se eliminan - los sesquiterpenos y las ceras; o pueden removerse las ceras y los sesquiterpenos por posterior fraccionación del aceite sin terpenos "in vawo".

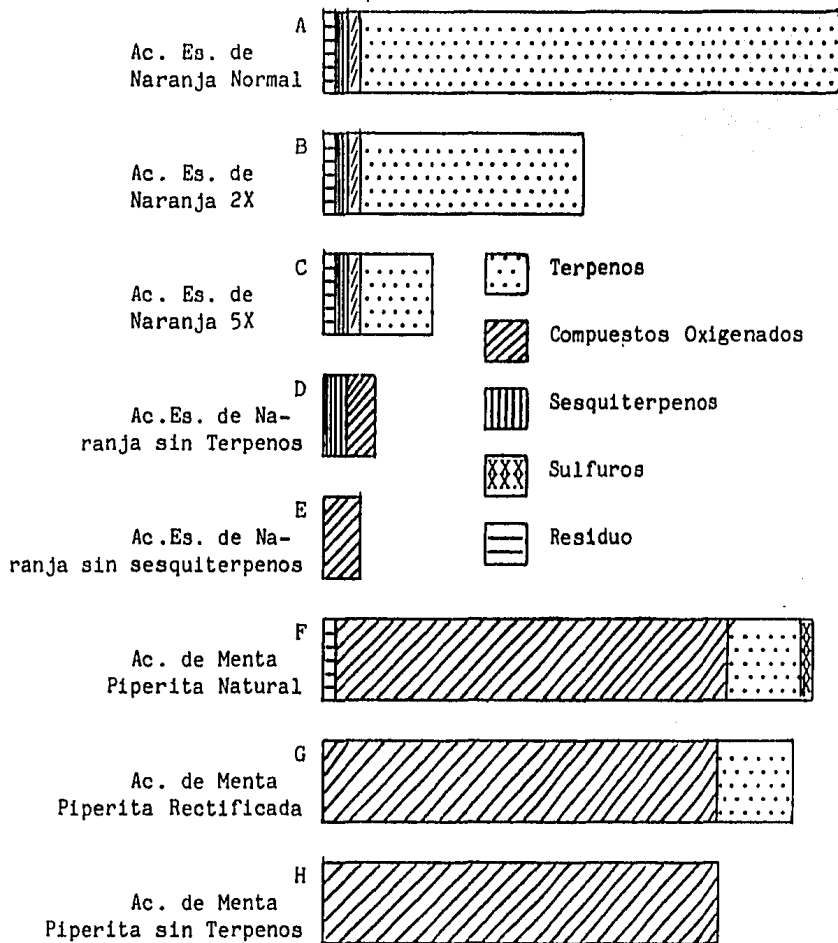
Los aceites sin terpenos y sin sesquiterpenos resultantes representan la concentración máxima posible de un aceite esencial natural.

Los aceites de menta, por ejemplo, a menudo son procesados para remover los terpenos mediante una cuidadosa fraccionación; pero en tales casos los terpenos cuentan solamente como un pequeño porcentaje del total del aceite. Los aceites de menta sin terpenos tienen una aplicación muy amplia como saborizantes en confitería y cordiales, donde se necesita el incremento de su solubilidad.

Debe hacerse notar que todos los aceites sin terpenos son completamente fraccionados para dejar al final un residuo. En el caso de los aceites cítricos sin terpenos, este residuo incluye los componentes cerosos de alto punto de ebullición, presentes en los aceites naturales como resultado de su preparación por el método de expresión. En la figura 1 - se ilustra en forma de gráfica de barras, la composición de los aceites sin terpenos y sin sesquiterpenos, así como de los concentrados.

Los aceites esenciales que comunmente se desterpenan son los de Bergamota, Enebro, Hierbabuena, Lima, Limón, Naranja, Menta Arvensis, Menta Piperita, y Toronja.

GRAFICA DE BARRAS QUE ILUSTRA LOS ACEITES ESENCIALES  
CONCENTRADOS Y SIN TERPENOS



## VI. SABORIZANTES SINTETICOS Y ARTIFICIALES

Al mismo tiempo que los procesadores de alimentos expanden el mercado de sus productos, se incrementan las demandas en la industria de saborizantes por sustitutos altamente aceptables y seguros de las especias y de los sabores naturales. La investigación en el campo de la química de los saborizantes se ha intensificado en estos últimos años para cubrir estas demandas.

Existen más de 1 500 sustancias saborizantes enlistadas como aditivos alimentarios bajo las estipulaciones de la "Federal Food, Drug and Cosmetic Act." de los E.U. de A. De este total, aproximadamente 900 son productos sintéticos (sustancias idénticas a las naturales) y 350 son artificiales.<sup>74</sup>

El número de estos sintéticos y artificiales continuará incrementándose, conforme la disponibilidad de los saborizantes naturales siga disminuyendo y las investigaciones respecto a los sintéticos sigan aumentando.

Los modernos métodos analíticos, especialmente la cromatografía de gases, asociada a la espectrometría de masas, han proveído las herramientas con las cuales se investigan los misterios químicos de los saborizantes en los alimentos.

Mediante estas investigaciones se han identificado miles de compuestos químicos, muchos de los cuales no son necesariamente contribuyentes del sabor. El saborista, por lo tanto, debe evaluar la contribución



de los componentes individuales, así como las formulaciones de saborizantes en el sabor de los alimentos.

Para llevar a cabo tal evaluación, es necesario sintetizar suficientes cantidades del compuesto para los estudios de formulación.

El proceso entero de discriminación, selección y evaluación es lento, tedioso y costoso, requiriendo los esfuerzos combinados del químico orgánico, del saborista y del tecnólogo en alimentos.

Además de los estudios sobre compuestos químicos saborizantes, se han llevado a cabo investigaciones de los procesos por medio de los --cuales se generan sabores apetecibles, es decir, aquellos sabores que resultan de la fermentación, tostación, horneado, etc.

De nuevo se usan aquí los procedimientos de identificación, de tal manera que estos sabores puedan también reproducirse para proveer alimentos con sabor uniforme y preparar sabores concentrados.

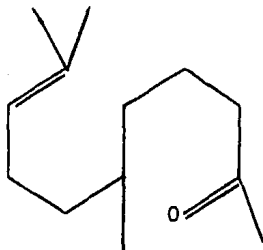
También se han investigado métodos de estabilización de los saborizantes con el objeto de minimizar los cambios físicos y químicos que ocurren durante el procesamiento o en el almacenaje, por ejemplo, la fija ción del saborizante líquido por encapsulación.

Los saborizantes sintéticos y los artificiales tienen una aplicación muy variada, lográndose con ellos sabores frutales, vegetales, lácteos, de panes y de carnes, sazonadores y realzadores del sabor, sabores de cacahuates, nueces, almendras, avellanas, cacao y maíz tostados, de café, chocolate y té.

En la lista que a continuación se presenta, se resumen por grupos de sustancias y la cantidad de las mismas, los saborizantes que se aplican en las formulaciones de los sabores arriba mencionados<sup>74,82</sup>. La letra que aparece enseguida del nombre, nos indica si se trata de una sustancia sintética (S) o de una artificial (A).

Grupo	Número de sustancias.
-------	-----------------------

- |    |  |    |
|----|--|----|
| A1 | <p>Cetonas alifáticas, alcoholes secundarios y ésteres afines</p> <p>Ejemplos:</p> <p>1. acetato de isopropilo (S)<br/>Se usa en sabores de manzana, pera, durazno, ron y sabores para licores, en concentraciones de 20 a 80 ppm en el producto final.</p> <p>2. 2,6-dimetil-4-heptanona (S)<br/>Tiene un gusto frutal parecido al de la piña dulce y al plátano, pero con una nota química un poco áspera.</p> <p>3. tetrahidro pseudo ionona (6,10-dimetil-9-undecen-2-ona) (A)<br/>Es una sustancia que tiene un gusto frutal dulce, placentero, semejante al del durazno y la manzana en concentraciones menores de 20 ppm. También se emplea en sabores tipo bayas y complejos frutales en concentraciones de 1 a 15 ppm en el producto final.</p> | 62 |
|----|--|----|



3

- |    |   |    |
|----|---|----|
| A2 | <p>Alcoholes terciarios y ésteres afines</p> <p>Ejemplos:</p> <p>4. linalool (S)<br/>Es utilizado en imitación de sabores de limón, lima, naranja, uva y cola, albaricoque,</p> | 11 |
|----|---|----|

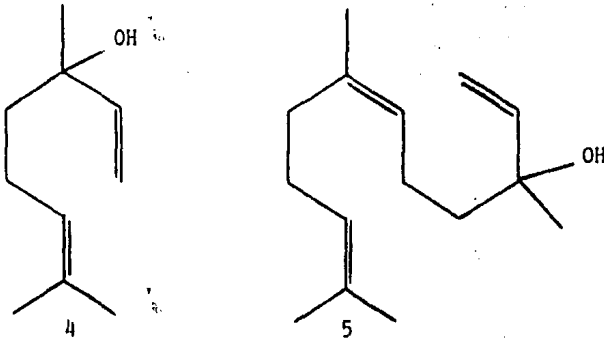
Grupo

Número de  
sustancias.

durazno, piña, ciruela, en complejos de especias, sabores de carne y en imitación de co-  
coa y chocolate.

#### 5. nerolidol (S)

Encuentra un uso limitado en sabores, como -  
un componente en trazas de imitaciones de --  
miel, manzana y rosa, cítricos, bayas y com-  
posiciones frutales. La concentración em---  
pleada es de 1 a 10 ppm en el producto final.



#### 6. tetrahidrolinalool (A)

Se usa en concentraciones de 1 a 6 ppm en el  
producto final, en sabores cítricos, comple-  
jos frutales y licores.

A3

Acetales alifáticos

9

Ejemplos:

#### 7. dietil acetal del acetaldehído

Usado en sabores de manzana, albaricoque, --  
plátano, durazno y de vino, en concentracio-  
nes de 6 a 50 ppm en el producto final.

#### 8. dimetil acetal del citral

Se emplea ampliamente en sabores de tipo cí-  
trico y generalmente en sabores frutales pa-  
ra introducir una frescura natural similar a  
la del fruto inmaduro, o cáscara de limón --  
verde, cáscara de manzana, etc. La concen-  
tración es de 55 a 65 ppm en dulces y repos-  
tería.

#### 9. dimetil acetal del heptanal

Se utiliza en imitación de sabores frutales,  
como el de melón y en sabores de hongos. La  
concentración varía de .1 a 1.0 ppm en el --  
producto final.

Grupo

Número de  
sustancias.

A5 Compuestos alicíclicos de carbono, hidrógeno y oxígeno

118

Ejemplos:

10. 3-metil-2-(cis-2-pentenil)2-ciclopenten-1-ona (S)

Su poder saborizante es muy grande. Concentraciones aproximadas a 1 ppm dan un efecto perceptible en muchos sabores frutales, principalmente en los de menta e hierbabuena de alta calidad.

11. isopulegol (S)

Se usa en composiciones de sabores en concentraciones de 5 a 30 ppm en el producto terminado, principalmente en sabores de menta, -- hierbabuena y algunos de tipo bayas.

12. tetrametil-etil ciclohexenona (A)

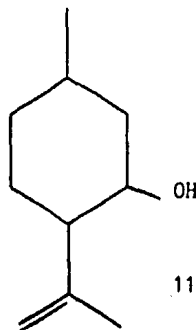
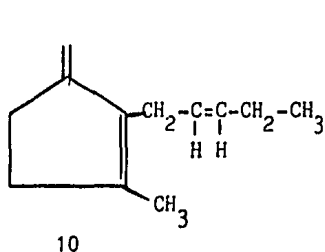
Se emplea en sabores de mantequilla, caramelo, ron y algunos de tipo bayas. La concentración es de 5 a 30 ppm en el producto final

13.  $\alpha$  y  $\beta$  iononas y  $\alpha$ -metil ionona (S)

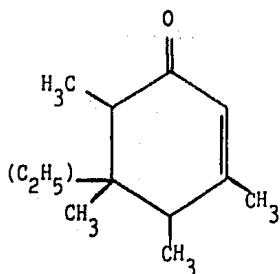
Son ampliamente utilizadas en sabores de tipo bayas, principalmente en el de frambuesa, así como en otros sabores frutales y florales (violeta). La concentración de la  $\alpha$ -ionona en el producto final es de 2 a 50 ppm; la de la  $\beta$ -ionona es de 1 a 10 ppm y la de la  $\alpha$ -metil ionona de 1 a 5 ppm.

14. 3-metil-5-propil-2-ciclohexenona (A)

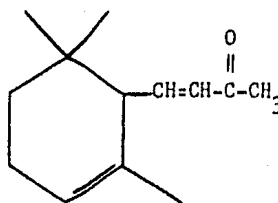
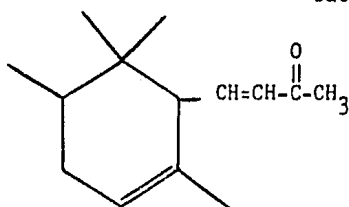
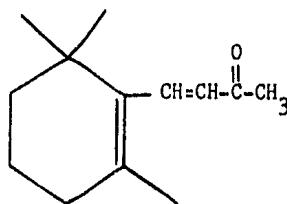
Se le conoce como "apio cetona" por su efecto parecido al apio y su aroma refrescante, por lo que se le emplea en sabores especiosos. También puede emplearse en formulaciones de sabores para dentífricos. La concentración normalmente usada es de 0.3 a 5 ppm en el producto final.



Grupo

Número de  
sustancias.

12

 $\alpha$ -ionona4-(2,6,6-trimetil-2-  
ciclohexen-1-il)-3-  
buten-2-ona $\alpha$ -metil ionona $\beta$ -ionona

A6

Hidrocarburos alifáticos (terpenos, sesqui--  
terpenos)

Ejemplos:

15. Canfeno (S)

Es usado en composiciones de sabores de espe-  
cias y nuez moscada. La concentración en --  
dulces puede ser hasta de 150 a 175 ppm.

16. mirceno (S)

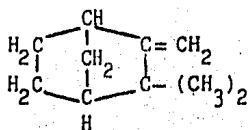
Se usa en concentraciones muy pequeñas (de -  
0.5 a 5 ppm) en sabores tales como cerveza -  
de raíz (root-beer), cítricos, cilantro y --  
complejos frutales.

17. terpinoleno (S)

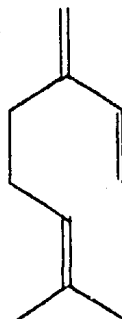
El terpinoleno de más alta calidad se utili-  
za en sabores principalmente cítricos y mez-  
clas frutales en una concentración de 15 a -  
60 ppm en el producto final.

16

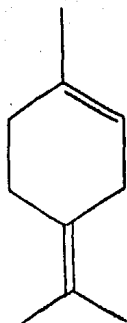
Grupo

Número de  
sustancias.

15



16



17

A8

Tioles alifáticos

8

Ejemplos:

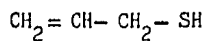
17. mercaptano de alilo (S)

Se emplea en trazas en sabores especiosos, -  
principalmente para sopas y carne.

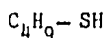
18. mercaptano de butilo (S)

Se emplea en trazas en sabores de sopas de -  
vegetales.

19. mercaptano de metilo (S)

Se utiliza mucho en la "reconstitución" del -  
sabor de café, en concentraciones que varían  
de .1 a 1 ppm.

17



18



19

20. ciclopentanotiol (A)

B1A

Propilen glicol, glicerol y sustancias afines

23

Ejemplos:

21. triacetina (triacetato de glicerilo) (S)

Se emplea en sabores únicamente como solvente

22. butiril lactato de butilo (A)

Es usado en composición de sabores imitación  
de mantequilla, frutas (incluyendo el tutti-

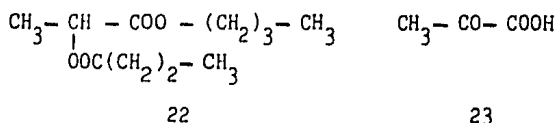
Grupo

Número de  
sustancias.

frutti), nuez, vainilla y otros.

## 23. ácido pirúvico (S)

Encuentra amplio uso como saborizante, principalmente en forma de éster. Como ácido, se utiliza en sabores imitación de café y ron - en concentraciones que van de 1 a 30 ppm en el producto final.



B1B

Ceto e hidroxiaácidos alifáticos con funciones oxigenadas no adyacentes y compuestos afines

24

Ejemplos:

## 24. acetoacetato de etilo (S)

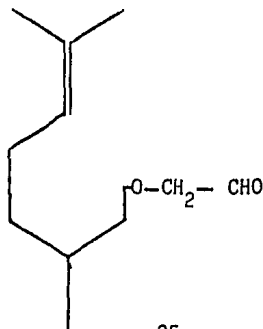
Tiene una amplia aplicación en sabores, donde su gusto semejante al ron puede utilizarse en casi cualquier tipo de sabor frutal o vinoso. La concentración varía de 125 ppm en repostería a 500 ppm en goma de mascar.

## 25. citroneloxiacetaldehído (6,10-dimetil-3-oxa-9-undecenal) (A)

Se emplea ocasionalmente en composiciones de sabores florales o frutales y en sabores de tipo "Rosa". La concentración es muy pequeña (trazas).

## 26. 3-hidroxihexanoato de etilo (S)

Este producto se ha sugerido para su uso en sabores de tipo cítrico. También se emplea para reconstituir el jugo de naranja.



Grupo Número de sustancias.

B1C 25

Lactonas alifáticas

Ejemplos:

27. omega-pentadecalactona (S)

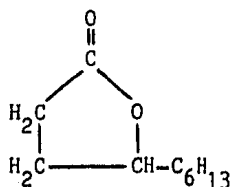
Es conocida también como "Lactona Angélica", Da efectos muy interesantes en ciertos sabores, como los de bebidas alcohólicas y los de dentífricos. La concentración en tales sabores es de .02 a 1.5 ppm. También se usa ampliamente en sabores de bayas, licores, vino, brandy, frutas, vainilla y nuez.

28. gama-decalactonas (S)

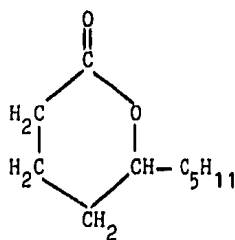
Se utiliza ampliamente en sabores de durazno, mango, fresa, chocolate, etc., en concentraciones generalmente menores a 1 ppm en el -- producto final.

29. delta-decalactona (A)

Originalmente se empleó este producto como -- reacondicionador de sabores de leche y crema, pero ahora se usa en gran escala junto con -- la delta-dodecalactona (A) para realzar el -- sabor de la oleomargarina, en donde también actúan como fijadoras de los saborizantes.



28



29

B1D 16

Acidos alifáticos di- y tricarboxílicos y -- sus ésteres

Ejemplos:

30. ácido aconítico (S)

Es un producto prácticamente inodoro, pero -- en solución acuosa tiene un gusto ácido-vinoso placentero, por lo que es útil en los sabores de brandy y ron, en concentraciones de hasta 30 ppm en el producto final.

31. ácido adípico (S)

Se emplea como acidulante en sabores fruta-- les y en polvo de hornear en lugar del ácido tartárico, ya que este último es higroscópi-- co. La concentración en el producto final --



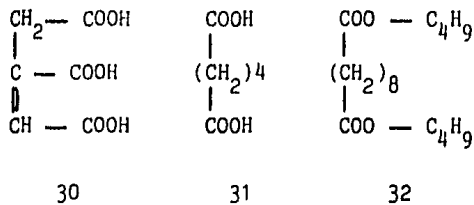
Grupo

Número de  
sustancias.

puede llegar hasta 5000 ppm en los postres - de gelatina.

32. sebacato de dibutilo (A)

Se utiliza principalmente en imitaciones de sabores frutales, normalmente en trazas.



B1E Dicetonas, hidroxicetonas y derivados sim---ples

14

Ejemplos:

33. acetofina (acetil metil carbinol)(S)

Se utiliza ampliamente en repostería, (más - de 30 ppm), sabores de mantequilla, queso, - caramelo, coco, café, frambuesa, fresa, nuez, ron, vainilla, almendra y muchas bebidas alcohólicas. La concentración varía de 0.5 - ppm a 30 ppm y a menudo se acompaña la acetofina con un décimo de su cantidad de diacetilo (2,3-butano-diona) (S) en tales sabores.

34. 5-hidroxi-4-octanona (S)

Se le emplea particularmente en sabores imitación de mantequilla, queso, nata y nuez, - en concentraciones que varían de 0.5 a 10 ppm

35. 2,3-undecadiona (A)

Encuentra uso particularmente en sabores de mantequilla, en concentraciones de 1 a 3 ppm

B1F Compuestos alifáticos polihidroxílicos y derivados

3

Ejemplos:

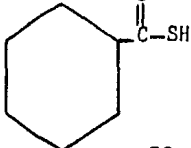
36. pentaacetato de glucosa (A)

$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_5(\text{OOC}-\text{CH}_3)_5$  Se usa como principio amargo en mezclas de especias, condimentos y bebidas alcohólicas principalmente. La concentración empleada es de 100 a 1500 ppm en el producto final.

37. octaacetato de sacarosa (A)

$\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_8(\text{OOC}-\text{CH}_3)_8$  Es una sustancia intensamente amarga, pero limpia y no desagradable a concentraciones de 1 a 10 ppm. Se usa como principio amargo en muchos tipos de bebidas carbonatadas, como el "Ginger Ale", --

Grupo		Número de sustancias.												
	aguas "Quinadas" y otras bebidas especiadas.													
B2	Compuestos alicíclicos dicarbonílicos Ejemplos: 38. 3-etil-2-hidroxi-2-ciclopenten-1-ona (S) 39. 3-etil-2-hidroxi-4-metilciclopenten-2-en-1-ona (A) 40. 3-metilciclopentano-1,2,diona (S) Este producto tiene una amplia aplicación en sabores: imitación de nuez, avellana, jarabe de maple, caramelo; saborizantes para sopas y vinos (jerez), café (como modificador y --suavizador); como modificador en sabores men- tolados para pastas dentífricas y dulces de menta; en sabores para tabaco como un modifi- cador de los extractos botánicos cumarínicos; como fortificador de las metilcumarinas y de calactona en los sabores de vainilla y crema y en numerosos tipos de sabores de bayas y - frutales. La concentración usada varía consi- derablemente con el tipo de efecto deseado.	12												
B3	Aminoácidos <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td><del>B</del>-alanina</td> <td>d,l-isoleucina</td> </tr> <tr> <td>d,l y l-alanina</td> <td>l-leucina</td> </tr> <tr> <td>l-cisteína</td> <td>d,l-metionina</td> </tr> <tr> <td>d,l- y l-cistina</td> <td>l-prolina</td> </tr> <tr> <td>l-fenilalanina</td> <td>d-l-valina</td> </tr> <tr> <td>glicina</td> <td></td> </tr> </table>	<del>B</del> -alanina	d,l-isoleucina	d,l y l-alanina	l-leucina	l-cisteína	d,l-metionina	d,l- y l-cistina	l-prolina	l-fenilalanina	d-l-valina	glicina		11
<del>B</del> -alanina	d,l-isoleucina													
d,l y l-alanina	l-leucina													
l-cisteína	d,l-metionina													
d,l- y l-cistina	l-prolina													
l-fenilalanina	d-l-valina													
glicina														
B4	Mono-, di- y trisulfuros alifáticos Ejemplos: 41. disulfuro de alilo (S) Se utiliza para sabores imitación de ajo, ce- bolla y mezclas de especias, en concentraci- ones de 5 a 8 ppm 42. disulfuro de dipropilo (S) Se usa ampliamente para hacer sabores concen- trados de ajo y cebolla destinados a reacon- dicionar vegetales procesados. 43. sulfuro de dimetilo (S) Se emplea en la reconstrucción de aceites -- esenciales de menta piperita y de geranio. - Ocasionalmente se usa en sabores para imita- ción de café, chocolate, cocoa y frutales de tipo bayas. La concentración en el producto final es de 0.1 a 2 ppm. 44. disulfuro de dicitohexilo (A)	18												

Grupo		Número de sustancias.
B5A	<p>Alcoholes primarios, aldehídos, ácidos y ésteres afines con funciones "tiol" o "sulfuro"</p> <p>Ejemplos:</p> <p>45. 4-metil mercaptobutiraldehído (A) Se usa en formulaciones de sabores para carne y sopas, en extrema dilución.</p> <p>46. 3-metiltiopropanol (S) Este alcohol ha sido identificado en la porción volátil de la salsa de soya y subsecuente sintetizado para su uso en sabores.</p> <p>47. 3-metiltiopropionaldehído (S) Se encuentra ampliamente distribuido en alimentos naturales comunes y se usa en gran número de sabores imitación, como el de queso, carne, frutales y para sopas. La concentración empleada es de .01 a 2 ppm en el producto final.</p> <p>48. 3-metiltiopropionato de metilo (A)</p>	13
	$\text{CH}_3 - \text{S} - (\text{CH}_2)_3 - \text{CHO}$ <p style="text-align: center;">45</p> $\text{CH}_3 - \text{S} - (\text{CH}_2)_3 - \text{OH}$ <p style="text-align: center;">46</p> $\text{CH}_3 - \text{S} - (\text{CH}_2)_2 - \text{CHO}$ <p style="text-align: center;">47</p> $\text{CH}_3 - \text{S} - (\text{CH}_2)_2 - \text{COO} - \text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">48</p>	
B5B	<p>Derivados oxigenados de mercaptanos y sulfuros</p> <p>Ejemplos:</p> <p>49. sulfuro de di-(butan-3-ona-1-ilo) (A)</p> <p>50. 4,5-dihidro-3(2H)tiopenona (S)</p> <p>51. 2-ceto-4-butanotiol (A)</p>	14
	$(\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2)_2 - \text{S}$ <p style="text-align: center;">49</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  </div> <p style="text-align: center;">50</p> $\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{SH}$ <p style="text-align: center;">51</p>	

## Grupo

Número de  
sustancias.

B5C

Tioésteres alifáticos

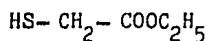
4

52. tioacetato de etilo (A)

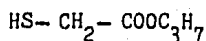
53. tioacetato de propilo (A)

54. tiobutirato de metilo (S)

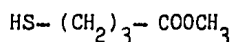
55. tiopropionato de alilo



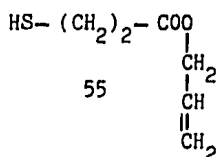
52



53



54



55

B6

Pirazinas sustituidas

35

Ejemplos:

56. 2-acetil pirazina (S)

Este producto tiene un aroma y un gusto semejante al de las palomitas de maíz.

57. 2-acetil-3-etilpirazina (S)

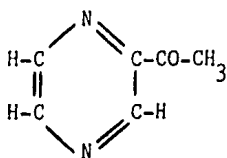
En concentración de 1 ppm esta pirazina produce un sabor semejante al de la papa.

58. 2-metil-6-etoxipirazina (A)

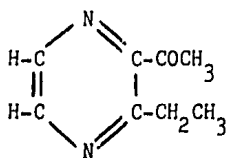
En concentraciones de .25 a 1.75 ppm produce un sabor semejante al de la piña.

59. 2-metil-3,5 ó 6 metoxipirazina (A)

Estas 3 pirazinas combinadas producen efectos de almendras, avellanas y cacahuates tostados.

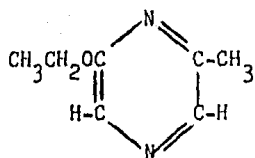


56

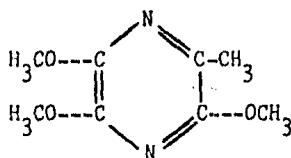


57

Grupo

Número de  
sustancias.

58



59

C1 Piperonal y sustancias afines

5

Ejemplos:

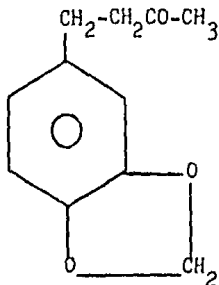
60. 4-(3,4-metilendioxfenil)-2-butanona (A)  
Esta sustancia, también conocida como helio-  
tropil acetona, encuentra uso en composicio-  
nes imitación de cereza y ocasionalmente co-  
mo modificador del sabor de vainilla. La --  
concentración empleada es de 8 a 45 ppm en -  
el producto final.

61. piperina (S)

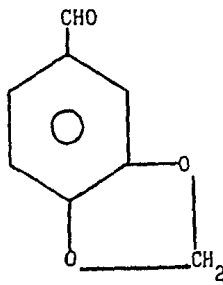
Se emplea no solo como ingrediente en el a--  
ceite esencial de pimienta negra artificial,  
sino en sabores especiosos. La concentra---  
ción es de aproximadamente .01 ppm, excepto  
en los sabores que requieran más pungencia,  
como los de escabeche.

62. piperonal (3,4-metilendioxi**benzal**dehído) (S)

El efecto más interesante de la heliotropina,  
como también se le conoce, es el de sinergéti-  
co de la vainillina en los sabores de vaini-  
lla. También produce efectos interesantes -  
en los sabores de cereza. Se le emplea ade-  
más en sabores de fresa, cola, ron, maple, -  
nuez y "tutti-frutti". La concentración es  
de 5 a 20 ppm en el producto final, excepto  
en goma de mascar que puede ser mayor de 40  
ppm.



60



62

Grupo

Número de  
sustancias.

C2 Hidrocarburos aromáticos

7

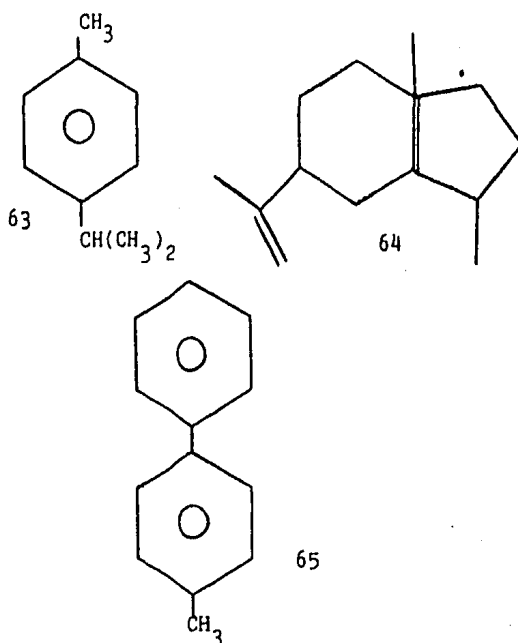
Ejemplos:

63. p-cimeno (S)

Se emplea en trazas en sabores cítricos y especiosos. En goma de mascar la concentración puede ser de 250 ppm y en condimentos - 125 ppm.

64. guayeno (1,4-dimetil-7-isopropenil-9,10-octahidroazuleno) (S)

65. 4-metilbifenilo (A)



C3 Salicilatos y salicilaldehído

8

Ejemplos:

66. salicilaldehído (S)

Es usado en sabores imitación de mantequilla, caramelo, nuez, canela, frutas y especias, - moscatel y violeta, en concentraciones de -- 0.5 a 6 ppm en el producto final.

67. salicilato de bencilo (S)

Se usa en trazas en sabores de albaricoque, durazno, plátano y ciruela, así como en los sabores "florales", donde el gusto dulce de este producto da un efecto poderoso.

68. salicilato de metilo (S)

Es ampliamente usado en sabores y a menudo -

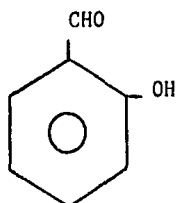
Grupo

Número de  
sustancias.

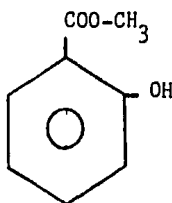
es el principal ingrediente del saborizante, si no es que el único, en ciertos tipos de productos. Como componente menor se emplea en sabores de fresa, uva, grosella negra, nuez, vainilla, etc. Como componente principal se emplea en sabores de cerveza de raíz, zarzaparrilla, pasta de dientes y enjuagues bucales.

La concentración promedio es de 25 a 1000 ppm en la mayoría de los productos terminados, pero en la pasta de dientes puede llegar a 8000 ppm.

69. salicilato de butilo (A)



66



68

C4 Alcoholes terciarios aril-sustituídos y ésteres afines

10

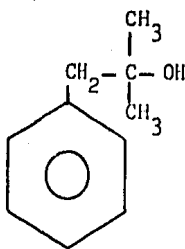
Ejemplos:

70. alcohol  $\alpha, \alpha$ -dimetilfeniletílico (S)  
Este producto, también conocido como dimetil bencil carbinol, se emplea en sabores imitación de café, ruibarbo, pera y grosella negra en concentraciones de 5 a 10 ppm.

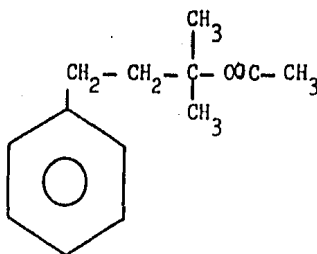
71. acetato de dimetil bencil carbinilo (A)  
Se emplea principalmente en sabores de cereza y miel, ya que, en dilución apropiada, el producto tiene un sabor parecido al de la cera de las abejas. La concentración en dulces es de 20 ppm aproximadamente.

72. acetato de dimetil feniletíl carbinilo (A)  
Encuentra uso en saborizantes frutales para té y en sabores de fresa, en concentraciones de .5 a 10 ppm en el producto final.

Grupo

Número de  
sustancias

70



72

C5

Tioles y sulfuros aromáticos

11

Ejemplos:

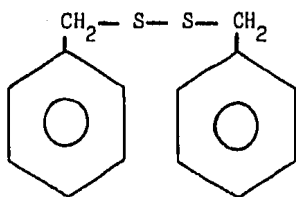
73. disulfuro de bencilo (A)

Se usa en sabores de café y caramelo en concentraciones de 6 a 7 ppm en el producto final.

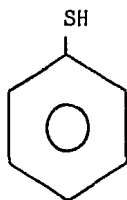
74. tiofenol (S)

75.  $\alpha$ -toluenotiol (S)

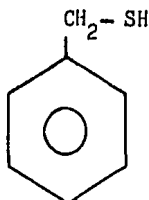
Ambos productos se utilizan en trazas en sabores imitación de café.



73



74



75

C6

Alcohol feniletílico y compuestos afines

41

Ejemplos:

76. p-ter-butilfenilacetato de metilo (A)

Es usado en sabores de chocolate, cacao y miel y otras composiciones frutales en concentraciones de 0.5 a 2 ppm en el producto final.



Grupo

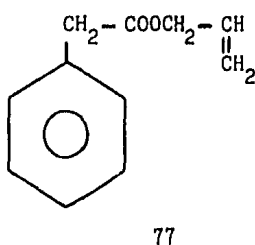
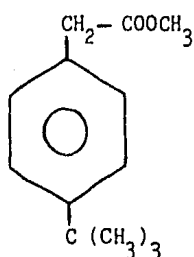
Número de  
sustancias.

## 77. fenilacetato de alilo (A)

Se emplea como modificador, junto con otros - fenilacetatos, de sabores de piña, miel y ron. También se usa en sabores para tabaco por su olor a miel.

## 78. fenilacetato de etilo (S)

Se utiliza en sabores de albaricoque, cereza, durazno, mantequilla y miel y en saborizantes para tabaco. Las concentraciones usadas son de 2 a 10 ppm.



## C7 Lactonas con anillo aromático fusionado

5

Ejemplos:

## 79. 3-butilidenftaluro (S)

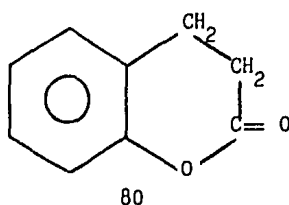
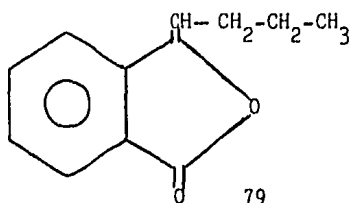
Se emplea en formulaciones de sabores para -- carnes, sopas, vegetales, sazónadores, salsas, etc.

## 80. dihidrocumarina (S)

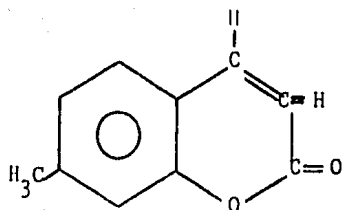
Se utiliza en sabores imitación de canela, ca ramelo, cereza, coco, florales, mantequilla, nuez, ron, vainilla y en sabores especiosos - para cerveza de raíz y bases para licores. - Las concentraciones varían de 50 a 80 ppm en el producto final.

## 81. 6-metilcumarina (A)

Forma parte de muchas imitaciones de sabores de caramelo, coco, dátil, higo, mantequilla, nuez, vainilla y cerveza de raíz, en concen- traciones de 1 a 40 ppm.



Grupo

Número de  
sustancias

81

C8 Eugenol y sustancias afines

12

Ejemplos:

82. eugenol (S)

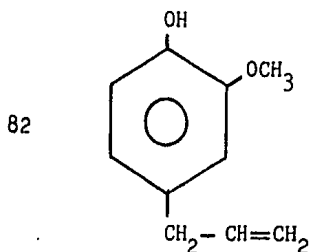
Este fenol es usado en sabores no solamente en complejos especiosos, sino también como un modificador en los sabores mentolados, de nuez y dátil. La concentración varía de 10 a 100 ppm en dulces y repostería; 200 ppm en productos cárnicos y más de 500 ppm en goma de mascar.

83. eugenol metil éter (1,2-dimetoxi-4-allylbenceno) (S)

Se le emplea como modificador en las composiciones de sabores especiosos, en concentraciones de 5 a 15 ppm en el producto final.

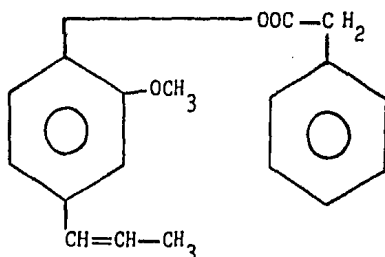
84. fenilacetato de iso-eugenilo

Es usado en trazas en sabores especiosos y de miel, particularmente en los destinados a repostería.



82

Grupo

Número de  
sustancias.

84

C9 Alcohol bencílico, benzaldehído, ácido benzoico y compuestos afines

30

Ejemplos:

85. acetato de bencilo (S)

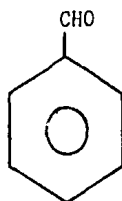
Es frecuentemente usado en sabores imitación de albaricoque, cereza, ciruela, durazno, - - frambuesa, fresa, mantequilla, manzana, pera, piña, plátano, violeta, etc. La concentración usual es de 35 ppm, excepto en goma de mascar, que puede llegar a 800 ppm.

86. benzaldehído (S)

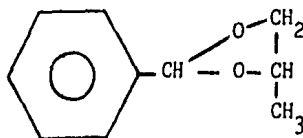
Es ampliamente usado en sabores, no solamente del tipo almendra, sino también en los de imitación cereza, coco, frambuesa, durazno, ciruela, pistache, ron, brandy, vainilla, etc., en concentraciones de 150 a 160 ppm en el producto final.

87. propilenglicol acetal del benzaldehído (A)

Es usado en imitaciones de almendra, cereza, nuez, etc., principalmente en sabores donde se requiere gran estabilidad del "toque" de almendras amargas.



86



87

## Grupo

Número de  
sustancias.

C10 3-fenil-1-propanol y sustancias afines 11

Ejemplos:

88. 3-fenil-1-propanol (A)

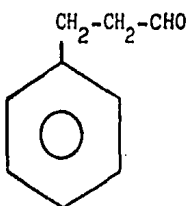
Se emplea en sabores imitación de avellana, - canela, ciruela, durazno, nuez y pistache en concentraciones de 1.0 a 5 ppm en el producto final.

89. 3-fenilpropionaldehído (S)

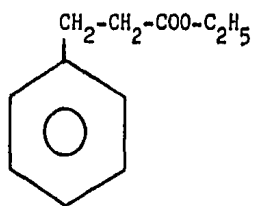
Es usado en trazas en varios sabores de tipo baya, almendra, cereza, canela, durazno, ciruela, etc., para modificar y hacer más atractiva la nota de "almendras amargas" que proporciona el benzaldehído solo.

90. 3-fenilpropionato de etilo (S)

En sabores puede usarse para varios tipos de frutas y miel; puede combinarse con canela y otras especias para ciertos tipos de dulces. La concentración en el producto final es de 1 a 3 ppm.



89



90

C11 Alcohol cinámico y compuestos afines 31

Ejemplos:

91. alcohol cinámico (S)

Se emplea en composiciones de sabores de albaricoque, brandy, canela, ciruela, ciruela pasa, especias, frambuesa, fresa, nuez y uva en concentraciones de 35 ppm aproximadamente.

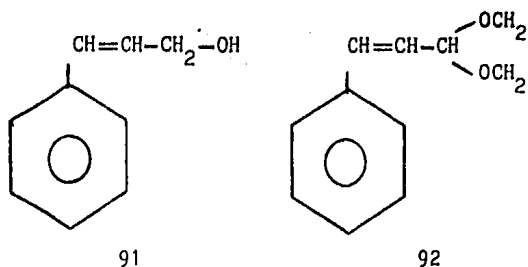
92. aldehído cinámico (S)

Es ampliamente usado en sabores. Forma parte del clásico sabor de "Sen-Sen", es el principal componente del sabor de acnela. La concentración en dulces puede ser de 700 ppm y en goma de mascar de 5000 ppm.

93. etilenglicolacetal del cinamaldehído (A)

Este acetal es usado en sabores especiosos como el de "Allspice", casia, canela y clavo, en concentraciones muy bajas (trazas).

Grupo

Número de  
sustancias.

C12

Fenoles

39

Ejemplos:

94. carvacrol (S) (2-metil-5-isopropilfenol)

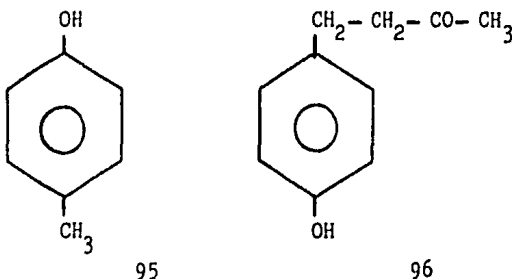
Es empleado en sabores especiosos y cárnicos, cítricos y mentolados, en concentraciones de 100 a 125 ppm en el producto final.

95. p-cresol (S)

Se utiliza en trazas en sabores imitación de nuez y vainilla.

96. 4-(p-hidroxifenil)-2-butanona (S)

Este producto, también conocido como "cetona frambuesa", tiene una gran aplicación en sabores como un componente principal de los sabores de frambuesa. También se le utiliza como fijativo frutal en sabores de durazno, fresa, piña y "tutti-frutti". La concentración usada es de 5 a 50 ppm en el producto final.



C13

Acetofenonas y sustancias afines

14

Ejemplos:

97. acetanisol (p-metoxiacetofenona) (S)

Es utilizada en sabores imitación de caramelo, chocolate, mantequilla, nuez y vainilla. También se emplea como saborizante de tabaco.

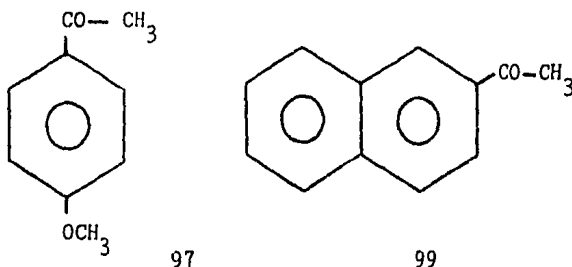
98. 2,4-dimetilacetofenona (S)

Se emplea en trazas en sabores de uva y vainilla.

Grupo

Número de  
sustancias.

99. metil -naftilcetona (2-acetonaftona)(A)  
Esta cetona encuentra lugar en sabores imitación de fresa, uva y varias composiciones cítricas y de tipo bayas, en concentraciones de 0.5 a 5 ppm en el producto final.



C14 Alcoholes secundarios y cetonas aril sustituidas y derivadas

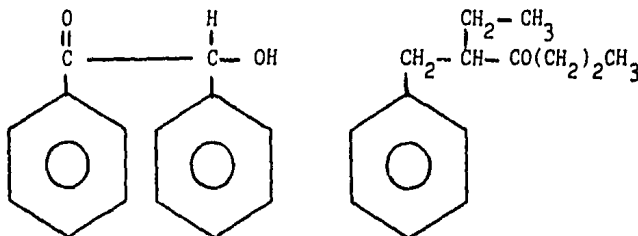
24

Ejemplos:

100. benzoína (2-hidroxi-2-fenilacetofenona)(A)  
Se le emplea en sabores imitación de frutas, licor, mantequilla, ron y vainilla, en concentraciones de 5 ppm en el producto final.

101. 3-bencil-4-heptanona (A)  
Se usa en sabores principalmente de cereza tipo Europea (no benzaldehídica). Combina excelentemente con saborizantes de ron. Introduce carácter "natural" a los sabores imitación. La concentración empleada es de 10 a 12 ppm en el producto final.

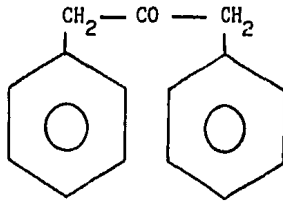
102. 1,3-difenil-2-propanona (S)  
Se le emplea en trazas en sabores imitación de miel y nuez.



100

101

Grupo

Número de  
sustancias.

102

C15 Alcoholes primarios y cetonas aril sustituidas y ésteres afines

21

Ejemplos:

103. 2-fenil-2-butenal (S)

104. 4-fenilbutirato de metilo (A)

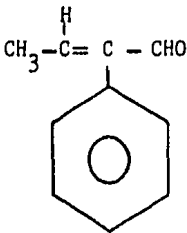
Se le emplea como modificador del sabor de fresa y miel en concentraciones de .5 a 1.5 ppm.

105. 2-fenil-4-pentenal (A)

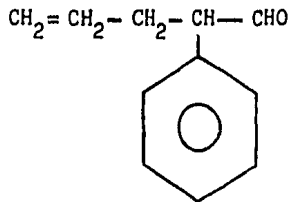
Este aldehído es empleado en trazas en sabores imitación de tomate y papa.

106. 2-fenilpropionaldehído (A)

Se emplea en sabores imitación de almendra, -berro, cereza, ciruela y durazno en concentraciones de 0.3 a 1 ppm en el producto final.



103



105

C16 Alfa-alkilcinamaldehído y sustancias afines

10

Ejemplos:

107. alcohol  $\alpha$ -amilcinámico (A)

Se usa en trazas en sabores imitación de chocolate.

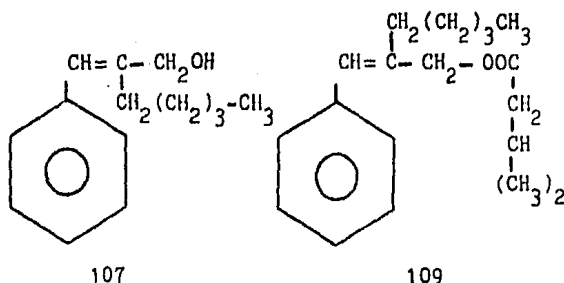
108. aldehído  $\alpha$ -amilcinámico (A)

Se utiliza en sabores imitación de albaricongo, durazno, fresa, manzana y nuez, usualmente en trazas.

109. isovalerato de  $\alpha$ -amilcinámico (A)

Se emplea ocasionalmente en sabores imitación de chocolate, nuez y uva, usualmente en trazas.

Grupo

Número de  
sustancias.

C17

Epóxidos

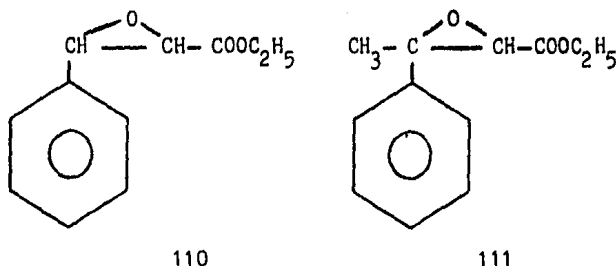
Ejemplos:

110. 3-fenilglicidato de etilo (A)

Se utiliza no solamente en sabores de fresa, a cuyo gusto tiene el producto, sino también en otros sabores de bayas, caramelo, mantequilla, maple y "tutti-frutti", en concentraciones de 5 a 70 ppm en el producto final.

111. metilfenilglicidato de etilo (A)

Se emplea principalmente en sabores de fresa; además se utiliza en sabores de cereza, coco, frambuesa, licor, piña, "tutti-frutti", uva y vino. La concentración es de 5 a 20 ppm en el producto final.



C18

Vainillina y derivados

112. acetil vainillina (A)

Es utilizada en sabores especiosos y de vainilla, como un modificador de ese sabor.

113. etil vainillina (3-etoxi-4-hidroxibenzaldehído) (A)

Este aldehído es muy usado en sabores, principalmente en el de imitación de vainilla, chocolate y en casi cualquier tipo de sabor frutal. La concentración varía de 20 a 200 ppm, excepto en chocolate que puede ser de 4000ppm en el producto final.

4



Grupo

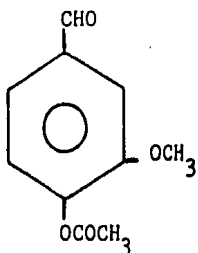
Número de  
sustancias.

114. vainillina (4-hidroxi-3-metoxibenzaldehído) (S)

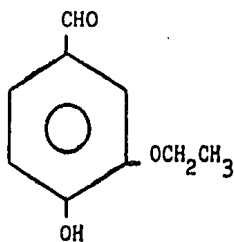
En composiciones de sabores, la vainillina se utiliza ampliamente como edulcorante, no solamente en el sabor imitación de vainilla sino en el de chocolate, mantequilla y todo tipo de sabores frutales. Los niveles de concentración varían ampliamente, desde 50 a 1000 ppm en el producto final y pueden llegar hasta 20,000 ppm en los helados y chocolates.

115. veratraldehído (3,4-dimetoxibenzaldehído) (S)

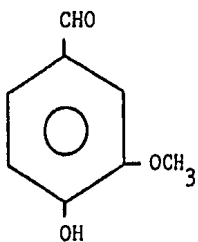
Se usa en concentraciones de 10 a 30 ppm en sabores de mantequilla, nuez y vainilla, así como en complejos frutales.



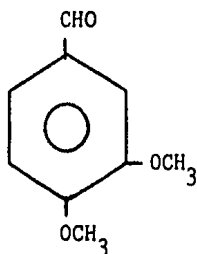
112



113



114



115

C19

Benzaldehídos sustituidos y compuestos afines  
Ejemplos:

116. p-anisato de etilo (p-metoxibenzoato de etilo) (S)

Encuentra uso en composiciones para sabores de tipo bayas, complejos frutales, uva y licor de anís. La concentración en los productos terminados es de 5 a 7 ppm.

117. cuminaldehído (p-isopropilbenzaldehído)(S)

Se emplea en trazas en sabores de grosella ne

19

Grupo

Número de  
sustancias.

gra, frutas y complejos especiosos.

118. p-etoxibenzaldehído (A)

Trazas de este aldehído se usan en sabores --  
frutales y de vainilla, parcialmente como --  
edulcorante y parcialmente como modificador --  
de la heliotropina, el alcohol anísico y la --  
vainillina.

C20 Acido fenoxiacético y compuestos afines

21

Ejemplos:

119. ácido fenoxiacético (A)

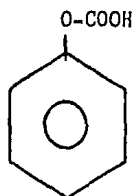
Se emplea en los sabores imitación de miel en  
concentraciones de .3 a 2 ppm en el producto  
final.

120. isobutirato de 2-fenoxietilo (A)

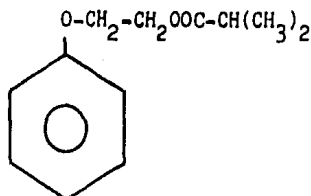
Es utilizado en sabores frutales, "tutti-fru-  
tti"; actúa parcialmente como fijador. La --  
concentración usada es de 1 a 30 ppm en el pro-  
ducto final.

121. fenoxiacetato de alilo (A)

Es usado en trazas como modificador del sabor  
de fresa y piña.



119



120

C21 Capsaicina y compuestos afines

2

122. capsaicina (S)

123. N-nonanoilvainillilamida (S)

Se utilizan ampliamente en las mezclas de es-  
pecias para aumentar la pungencia del produc-  
to (salsas, productos en escabeche, etc.)

C22 Eteres aromáticos

9

Ejemplos:

124. bencil butil éter (A)

Es usado en sabores frutales en concentracio-  
nes de 8 ppm en el producto final.

125. carvacril etil éter (2-etoxi-p-cimeno)(A)

Se usa en composiciones de sabores especiosos  
como un modificador del carvacrol en concen--

## Grupo

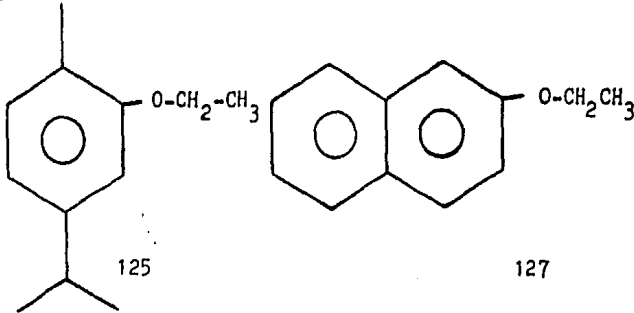
Número de  
sustancias.

traciones hasta de 40 ppm en el producto final.

126. feniletíl metil éter (S)

127.  $\beta$ -naftil etil éter (A)

Es usado en concentraciones de 0.1 a 5 ppm en sabores frutales de tipo bayas, imitación miel y nuez.



C23

Anisol y derivados

11

Ejemplos:

128. trans-anetol (1-metoxi-4-propenilbenceno) (S)

Es ampliamente usado en composiciones de sabores (únicamente el trans-anetol) donde su enorme flexibilidad en el nivel de concentración lo hace una base de sabor casi ideal. - Es el principal ingrediente del licor Francés "Anisette", en donde la concentración es de 3500 ppm. Es el ingrediente saborizante estándar de los dulces de licor. También se utiliza en sabores de frutas, miel, nuez, cerveza de raíz y zarzaparrilla.

129. anisol (metoxibenceno) (S)

Es utilizado en sabores imitación de cerveza de raíz, licor y zarzaparrilla

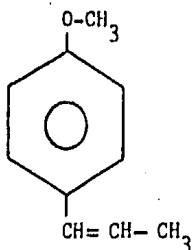
130. m-dimetoxibenceno (A)

Este éter, también llamado dimetil resorcinol, es usado en concentraciones de 0.5 a 5 ppm en sabores imitación de avellana, coco y nuez.

131. p-dimetoxibenceno (S)

Se usa en trazas en sabores imitación de fram-buesa, complejos frutales, avellana, nuez, vainilla y cerveza de raíz.

Grupo

Número de  
sustancias.

128



129

D1 Ditiolos y sustancias afines

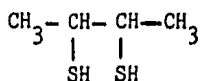
10

Ejemplos:

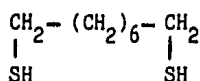
132. 2,3-butanoditiol (A)

133. 1,2-etanoditiol (S)

134. 1,8-octanoditiol (A)



132



134

D2 Piridina y sustancias afines

14

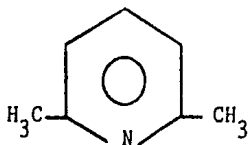
Ejemplos:

135. piridina (S)

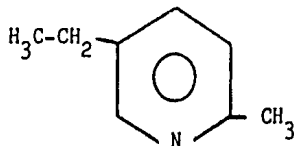
El uso más importante de esta sustancia es en la reconstitución del sabor en el extracto de café y en los sabores de chocolate, en una concentración de 0.02 a 1 ppm en el producto terminado.

136. 2,6-dimetil piridina (S)

137. 5-etil-2-metilpiridina (S)



136



137

D3 Pirrol y sustancias afines

10

Ejemplos:

138. escatol (3-metil-indol) (S)

Grupo

Número de  
sustancias.

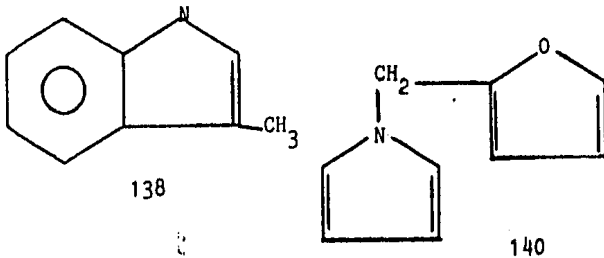
Se utiliza en trazas (.01 a 1 ppm en el producto final) en sabores de frutas, nuez, queso y uva.

139. 1-etil-2-acetilpirrol (S)

140. n-furfurilpirrol (S)

141. indol (2,3-benzopirrol) (S)

Es usado en trazas (.02 a .5 ppm en el producto final) en sabores imitación de café, chocolate, frambuesa, fresa, naranja amarga, nuez, toronja y violeta.



D4

Antranilatos

14

Ejemplos:

142. antranilato de alilo (O-aminobenzoato de alilo) (A)

Se utiliza en trazas en los sabores de uva.

143. antranilato de butilo (A)

Se usa en concentraciones cercanas a 10 ppm - en el producto final, en sabores imitación de fresa, mandarina, piña, plátano y uva.

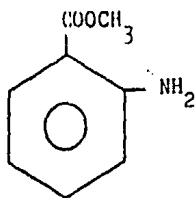
144. antranilato de metilo (S)

Encuentra amplio uso en sabores, no solamente en la imitación de la uva "Concord", de la cual es un componente natural, sino también - en varios sabores de tipo bayas, cítricos, -- florales (violeta), melón, miel, vino y licor. La concentración en los licores es de 0.2 ppm; en dulces, de 20 a 50 ppm y en goma de mascar hasta 2,200 ppm.

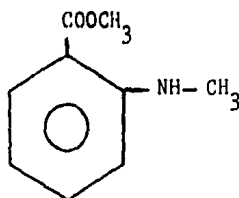
145. N-metil-antranilato de metilo (S)

Tiene las mismas aplicaciones que el producto anterior, pero su concentración es menor; de 4 a 20 ppm en el producto final; en goma de mascar puede llegar hasta 7000 ppm.

Grupo

Número de  
sustancias.

144



145

D5 Alcohol furfúrflico y sustancias afines

20

Ejemplos:

146. alcohol furfúrflico (S)

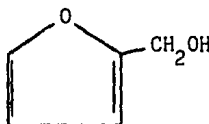
Es usado en sabores imitación de brandy, café, caramelo, frutas y mantequilla en concentraciones de 10 a 100 ppm en el producto final.

147. furfural (S)

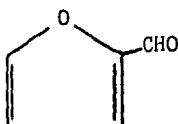
Es ampliamente usado en sabores imitación de brandy, café, canela, caramelo, mantequilla, nuez, pan, ron y whisky. La concentración en el producto final es de 1 a 30 ppm.

148. 2-furoato de alilo (A)

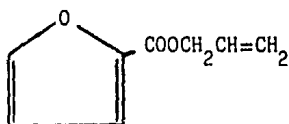
Se usa en sabores imitación de fresa, mango y piña, en concentraciones menores a 1 ppm en el producto final.



146



147



148

D6 Cetonas furil sustituidas

7

Ejemplos:

149. 3-acetil-2,5-dimetilfurano (A)

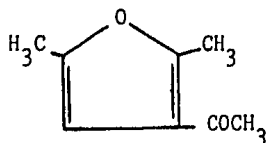
150. 4(2-furil)-3-buten-2-ona (S)

Se usa poco en sabores, principalmente de canela, nuez y uva.

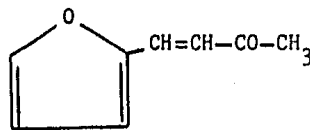
151. 2-furil-2-propanona (S)

Es usada principalmente para sabores frutales, así como en combinaciones de sabores para helados, en concentraciones de 2 a 20 ppm en el producto final.

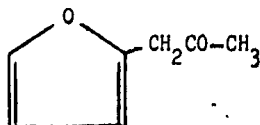
Grupo

Número de  
sustancias.

149



150



151

D7 Aldehídos y furil sustituidos

11

Ejemplos:

152. 3-(2-furil) acroleína (S)

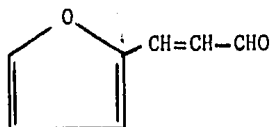
Encuentra uso en sabores imitación de café, - canela, caramelo, complejos frutales y variaciones de ron, en concentraciones de 0.1 a 40 ppm en el producto final.

153. 4-(2-furil) butirato de isoamilo (A)

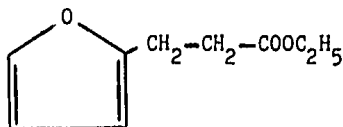
Es usado en sabores imitación de café, chocolate, "tutti-frutti", brandy y whisky.

154. 2-furilpropionato de etilo (A)

Se usa en sabores de cereza, frambuesa, manzana y piña, en concentraciones de 2 a 10 ppm en el producto final.



152



154

D8 Alquilfuranos y benzofuranos

5

155. 2,3-dimetilbenzofurano (S)

156. 2-etilfurano (S)

Se utiliza principalmente para sabores imitación café.

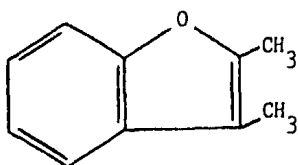
157. 2-heptilfurano

158. 2-pentilfurano

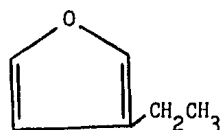
Grupo

Número de  
sustancias.

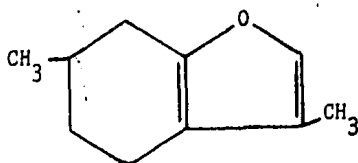
159. 4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetilbenzenofuranol (S)



155



156



159

D9

Furanonas y sustancias afines

6

Ejemplos:

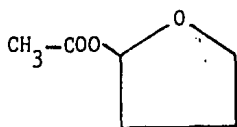
160. 2-etil-4-hidroxi-5-metil-3(2H)-furanona (S)

161. 3-heptildihidro-5-metil-2(3H)-furanona (A)

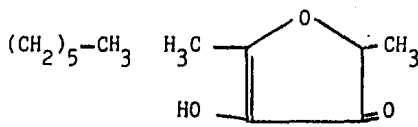
162. 2-hexil-4(ó 5)-acetoxitetrahydrofurano (A)

Es usado en trazas en sabores frutales como -  
fortificador del asbor.

163. 4-hidroxi-2,5-dimetil-3(2H)-furanona (S)

Este producto se usa principalmente en sabo--  
res de piña, aunque también en los sabores de  
frambuesa y frésa. La concentración en el --  
producto final es de 2 a 5 ppm.

162



163

D10

Alcohol tetrahydrofurfurílico y derivados

5

Ejemplos:

164. alcohol tetrahydrofurfurílico (S)

Encuentra algún uso en sabores imitación de -  
café y nuez, en concentraciones de .03 a 1 --  
ppm en el producto final, aunque en ciertos -  
tipos de sabor de café puede llegar a 20 ppm.



Grupo

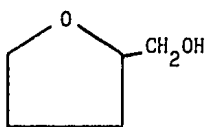
Número de  
sustancias.

## 165. butirato de tetrahidrofurfurilo (A)

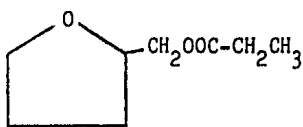
Se le utiliza en sabores principalmente como fijador de ésteres volátiles en los sabores - frutales y como modificador en general. La - concentración en el producto final es de 1 a 15 ppm.

## 166. propionato de tetrahidrofurfurilo (A)

Se usa en sabores imitación de chocolate, ma- ple, miel y ron en concentraciones de 1 a 20 ppm en el producto final.



164



166

## D11 Tetrahidrofuranos selectos

11

Ejemplos:

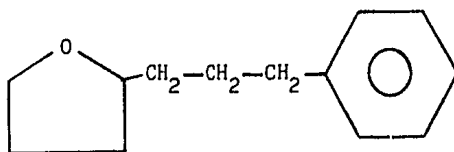
## 167. 2,5-dietiltetrahidrofurano (S)

Se utiliza principalmente como reconstituyen- te de aceites esenciales empleados en sabores, como el de menta piperita.

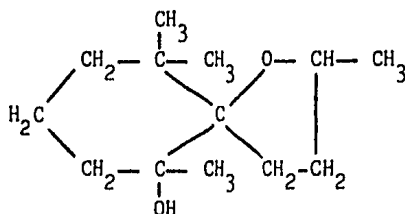
## 168. 2-(3-fenilpropil)-tetrahidrofurano (A)

Se usa en composiciones de sabores como dulci- ficante, principalmente en los de maple, miel y nuez, en concentraciones de 0.5 a 5 ppm.

## 169. 6-hidroxi-2,6,10,10-tetrametil-1-oxaspiro (4,5)decano (S)



168

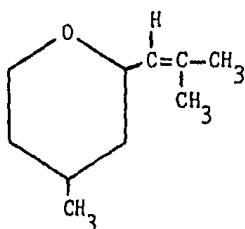


169

Grupo

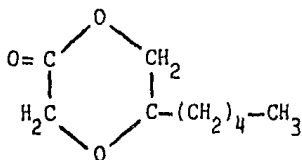
Número de  
sustancias.

- D12 Eteres alifáticos 4
170. 1,4-cineol (S)  
Tiene poca importancia como saborizante.
171. 1,8-cineol (S)  
Es ampliamente usado en sabores, sobre todo -  
en las preparaciones para la higiene bucal co  
mo dentífricos, lavados bucales, etc.
172. éter sec-butil etílico (S)
173. tetrahidro-4-metil-2-(2-metilpropenil) -  
pirano (S)

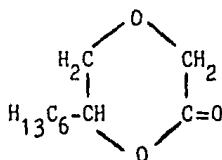


173

- D13 Ceto dioxanos 3
174. 2-amil-5 ó 6-ceto-1,4-dioxano (A)  
Usado en trazas como ingrediente en sabores -  
frutales, vinosos, o de tipo caramelo. Estos  
sabores se destinan para dulces, helados y re  
postería. La concentración no es mayor de 5  
ppm en el producto final.
175. 2-butil-5 ó 6-ceto-1,4-dioxano (A)  
Tiene una aplicación similar a la del produc-  
to anterior.
176. 2-hexil-5 ó 6-ceto-1,4-dioxano (A)  
Es usado casi exclusivamente para sabores de  
crema y leche, en concentraciones de 5 ppm en  
el producto final.



174



176

Grupo

Número de  
sustancias.

D14 Derivados azufrados de furanos

25

Ejemplos:

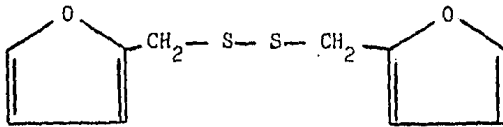
177. 2,5-dimetil-3-furanotiol (A)

178. 2,5-dimetil-3-tiofuroilfurano (A)

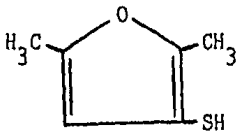
179. disulfuro de difurfurilo (S)

180. furfúril mercaptano (S)

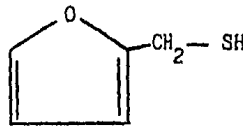
Los dos últimos productos se emplean para reconstituir el sabor del café instantáneo y en sabores de café, en concentraciones de .1 a 2 ppm en el producto final.



179



177



180

D15 Derivados del tiofeno

4

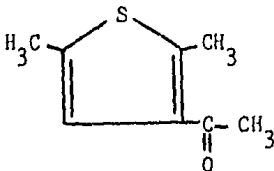
181. 3-acetil-2,5-dimetiltiofeno (A)

182. 2-mercapto tiofeno (A)

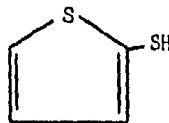
Se emplea en la imitación y en la reconstitución del sabor de café en concentraciones de .1 ppm en el producto final.

183. 5-metil-2-tiofencarboxaldehído (S)

184. disulfuro de 2-tienilo (A)

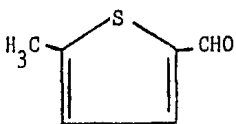


181

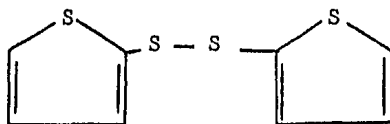


182

Grupo

Número de  
sustancias.

183



184

D16

Tiazol y sustancias afines

20

Ejemplos:

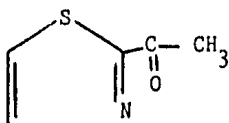
185. 2-acetiltiazol (S)

186. benzotiazol (S)

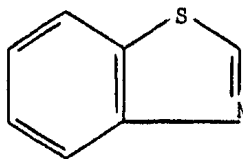
187. 2,4-dimetil-5-acetiltiazol

188. 2-isobutiltiazol

189. 2-propioniltiazol



185



186

D17

Sales de ácidos carboxílicos

4

acetato de calcio (S)

acetato de potasio (S)

isovalerato de amonio (A)

succinato disódico

Estos productos no son saborizantes, sino aditivos con diversas funciones dentro de los saborizantes.

D18

Maltol y derivados

3

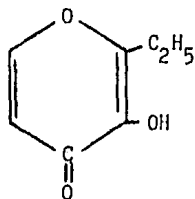
190. etil maltol (3-hidroxi-2-etil-4-pirona)(A)

191. maltol (3-hidroxi-2-metil-4-pirona) (S)

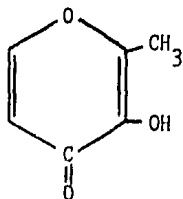
Ambos productos se usan principalmente en los sabores de fresa y piña y en general como dulcificantes. La concentración varía de 5 a -- 250 ppm en el producto final.

192. isobutirato de maltilo.

Grupo

Número de  
sustancias.

190



191

D19 Compuestos nitrogenados varios 13

Ejemplos:

193. cafeína (S)

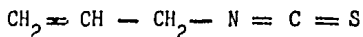
Muy utilizada en bebidas carbonatadas, en concentraciones hasta de 125 ppm en el producto final

194. isotiocianato de alilo (S)

Es ampliamente usado, junto con el vinagre en productos encurtidos, así como en sabores de especias y carne. La concentración en los encurtidos puede ser hasta de 80 ppm.

195. nitrito de etilo (A)

Se emplea en sabores imitación de brandy, ce-reza, fresa, piña y ron. La concentración en el producto final es de 0.1 a 10 ppm.



194

D20 Sales de quinina 3

196. bisulfato de quinina

197. clorhidrato de quinina

198. sulfato de quinina

Los tres productos son principios amargos que se emplean sobre todo en bebidas carbonatadas, en concentraciones hasta de 100 ppm.

D21 Mezclas comunes de alcoholes y ácidos alifáti-  
cos y ésteres afines 3

199. Grasa butírica

Es una mezcla de ácidos grasos presentes en la mantequilla. Contiene de 50 a 60% de ácidos oleico y palmítico, 20% de esteárico y mirás-tico; 3 a 4% de ácido butírico; ácido láurico, linoleico, palmitoleico, caproico, cáprico y caprílico y otros ácidos presentes en cantida-des menores a 1%. Se utiliza como saborizan-

Grupo

Número de  
sustancias.

te en cantidades muy pequeñas (trazas) en los sabores de mantequilla y queso. En el sabor de mantequilla-ron puede llegar hasta 3000 -- ppm.

200. ésteres de grasa butírica

Se utiliza en sabores imitación de mantequilla, caramelo y chocolate, en concentraciones hasta de 80 ppm.

201. "Fusel oil"

Se hace por destilación de los residuos de la "olla", después de la destilación del ron u otra bebida alcohólica fermentada de azúcar o almidón. Los principales constituyentes son: alcohol amílico e isoamílico, alcoholes, isobutílico, propílico y etílico, ácido cáprico y trazas de furfural, diacetilo y acetaldehído. Se utiliza en sabores imitación de brandy, cognac, licor, ron, etc. La concentración en el producto final puede ser de 2 a 30 ppm.

D22

Derivados del sorbitán

5

Ejemplos:

monoestearato de sorbitán

polisorbatos 20, 60 y 80

Estos productos no son saborizantes sino aditivos alimentarios, usados principalmente como dispersantes.

M1

Alcoholes primarios, aldehídos, ésteres y ácidos alifáticos

328

Ejemplos:

202. ácido decanoico (S)

Es usado en trazas en sabores imitación de coco, frutas, mantequilla, queso, ron y whisky.

203. ácido propiónico (S)

Este producto se emplea en los productos alimenticios como fungicida y como saborizante. Como fungicida se usa en concentraciones de - 2500 a 36000 ppm en el producto final. Como saborizante, se emplea en los sabores de cognac, fresa, frambuesa, mantequilla y queso, - en concentraciones de 1 a 600 ppm.

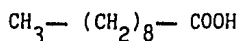
204. n e iso-butiraldehído (S)

Son ampliamente usados en sabores imitación - de brandy, caramelo, mantequilla, mantequilla-ron, nuez, "tutti-frutti" y plátano, en concentraciones de 4 a 5 ppm en el producto final.

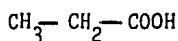
## Grupo

Número de  
sustancias

205. butirato de butilo (S) 4 isómeros  
Extensamente usados en sabores imitación de -  
cereza, durazno, frambuesa, fresa, mantequi--  
lla, membrillo, nuez, pera, piña, whisky y --  
zarzamora, en concentraciones de 15 a 40 ppm  
en el producto final.
206. ~~B~~-citronelol (3,7-dimetil-6-octen-1-ol)(S)  
Se utiliza en sabores de tipo bayas, cítricos,  
florales (rosa, violeta), frambuesa, fresa, -  
frutas y ocasionalmente durazno, en concentra--  
ciones de 16 a 20 ppm en el producto final.
207. cis-3-hexenal (S)  
Se usa ampliamente en sabores frutales para -  
impartir notas verdes, de fruto natural.
208. 2-metil octanal (A)  
Encuentra algún uso en sabores cítricos prin--  
cipalmente, en concentraciones de 1 a 2 ppm -  
en el producto final.
209. 2-noninoato de etilo (A)  
Se utiliza ampliamente en sabores de tipo ba--  
yas y melón para introducir notas verdes, - -  
frescas, de fruto inmaduro. La concentración  
normal es de 0.5 a 1 ppm en el producto final.
210. octanoato de alilo (A)  
Tiene uso en sabores como modificador del sa--  
bor de piña, usado en trazas junto con el ca--  
proato y/o caprinato de alilo, caprilato de -  
amilo, caproato de butilo, etc.
211. 2-octinoato de metilo (A)  
Encuentra algún uso en sabores de tipo bayas,  
durazno, florales, frutas, licor, moscatel y  
principalmente el de pepino. La concentración  
normal es de 0.1 a 2 ppm en el producto final.
212. propionaldehído (S)  
Especialmente se utiliza en los sabores de --  
manzana, por su efecto etéreo-realizador. La  
concentración en el producto final puede ser  
de 5 a 12 ppm.
213. 10-undecenal (A)  
Se usa en trazas (.1 a .3 ppm) en sabores imi--  
tación de cítricos principalmente.

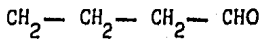


202

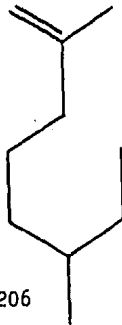


203

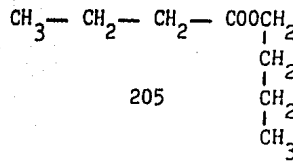
Grupo

Número de  
sustancias.

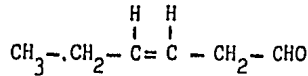
204



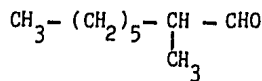
206



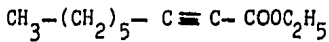
205



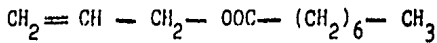
207



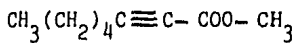
208



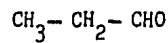
209



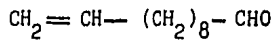
210



211



212



213

Las claves dadas a los grupos anteriores pertenecen al código - SLR (Scientific Literature Reviews) y conducen a referencias de varias publicaciones de SLR cuya revisión concierne a la evaluación de seguridad de la mayoría de las sustancias contempladas en dichos grupos.

Como se puede observar con los ejemplos presentados, no es po-



sible, en la mayoría de los casos, asignar a cada grupo de sustancias una aplicación específica para un sabor determinado, sino que, en general, la mayoría de las sustancias pueden aplicarse en muy variados y diferentes sabores, lo cual nos puede dar una gama enorme de posibilidades en la - - creación de un sabor.

## VII. CONTROL DE CALIDAD DE LOS SABORIZANTES

### 1. Introducción.

Generalmente se piensa que los responsables de la calidad en una compañía que fabrica Sabores y Fragancias son dos grupos de técnicos: el subjetivo y el objetivo. En el grupo subjetivo están los Laboratorios de Control de Calidad de Sabores y Fragancias, en donde se comparan el sabor y la fragancia de los materiales contra estándares establecidos y quizá se examinen algunas características físicas tales como color, fluidez, claridad, etc.

En el grupo de control objetivo están los químicos analistas, -- quienes miden las características físicas y químicas de los materiales y, por otro lado, los analistas instrumentales que comparan las diferentes -- propiedades fisicoquímicas de los materiales contra muestras de referencia y obtienen información cualitativa y cuantitativa. El trabajo del grupo - objetivo no se relaciona de modo alguno a la medición de sabor o fragancia del material que está siendo evaluado.

Sin embargo, en un sentido práctico, el control de la calidad in volucra a todos los departamentos de una compañía de sabores y fragancias y se podría decir que la calidad empieza en el departamento de Compras, ya que esta debe encontrar los proveedores de todos los materiales (Materia - Prima) que la compañía necesita y su tarea es traer a la planta los materiales de más alta calidad al costo más razonable.

Por otra parte, existe una relación estrecha entre el departamento

to de Compras y los Laboratorios de Control Objetivo y Subjetivo, así como una relación entre estos laboratorios a fin de evaluar las muestras de materia prima que son ofrecidas a la compañía como posibilidad de venta. Aquí podría intervenir el departamento de Contabilidad, quién podría decir que aunque cierto o ciertos productos fueran de muy alta calidad, su costo podría ser demasiado elevado, de tal manera que el precio del producto final podría no ser competitivo en el mercado.

Todo lo anterior conduce a la idea moderna del Control Total de la Calidad, concepto que fue introducido en el año de 1960, abandonándose la idea equivocada de que la responsabilidad por la calidad era exclusiva de los departamentos de Control de Calidad.

El concepto de Control Total de la Calidad establece que la calidad es responsabilidad de todos los integrantes de una compañía y define a la calidad como el grado en que el producto fabricado satisface las necesidades del cliente.

Es por ello que el Control de la Calidad en una industria de saborizantes debe cumplir con los siguientes objetivos:

- a. Asegurarse de la buena calidad de la materia prima empleada en la manufactura de los sabores.
- b. Auxiliar al Departamento de Producción, llevando a cabo el llamado -- "Control de Proceso", ya sea de productos de síntesis o de aceites -- esenciales en proceso de purificación, rectificación, destemperación o sesquidestemperación.
- c. Asegurarse de la buena calidad del producto terminado.

d. Cerciorarse de que en la producción de saborizantes no se empleen sustancias químicas aromatizantes ya sea naturales o idénticas a las naturales que hayan sido prohibidas por su efecto tóxico o nocivo y, si se han usado sustancias aromatizantes cuya concentración está restringida en el producto que se va a consumir, asegurarse de que estos no rebasen la concentración máxima permitida.

## 2. Muestreo y Almacenaje.<sup>97</sup>

Es muy importante que la muestra usada para los análisis sea representativa del lote de materia prima, producto en proceso o producto -- terminado. Como la mayoría de los materiales son aceites homogéneos, el muestreo no es una tarea difícil; sin embargo, deben tomarse algunas precauciones para asegurar una muestra representativa.

La mayoría de los aceites esenciales se obtienen por destilación con vapor con subsecuente separación de las fases aceite y agua; por lo tanto, las remesas de aceites frecuentemente contienen agua. Si el aceite tiene una gravedad específica menor que la unidad, el agua estará en el fondo del recipiente. Es conveniente muestrear cada recipiente que se sospeche contenga agua empleando un tubo largo de vidrio con un extremo ligeramente reducido. Con el otro extremo del tubo cerrado con el dedo pulgar, se introduce lentamente en el recipiente hasta que el extremo reducido toque el fondo; se quita el dedo del tubo para permitir que el aceite y el agua (si está presente) entren por el mismo; se coloca de nuevo el dedo pulgar en el extremo del tubo y se extrae éste en posición vertical. La muestra colectada se vierte a un vaso de precipitados o a un frasco de vidrio, donde la presencia de agua, sedimentos (polvo o herrum-

bre), o ceras precipitadas es rápidamente discernible.

En los aceites que tienen una gravedad específica mayor que la unidad, el agua que puedan contener aparecerá como una capa sobrenadante, por lo que el tubo se introducirá en el recipiente sin cerrar el extremo exterior.

La muestra colectada debe recibir un examen previo en cuanto a color, claridad, viscosidad, presencia o ausencia de sedimentos, ceras -- precipitadas, agua, y, finalmente, examinar su olor. Los aceites almacenados en tambores metálicos durante largos períodos presentarán frecuentemente "sobrenotas" ligeramente mohosas (olor a humedad), la cual desaparece rápidamente; esta es una nota típica de "tambor" y no indica mala calidad del aceite.

Si en la muestra no hay evidencia significativa de agua, ceras o sedimento, puede utilizarse para el análisis correspondiente. Si presenta cantidades apreciables de agua, ceras o sedimento, debe tomarse una muestra de la capa superior del recipiente.

Debido a la posible variación de los aceites en los embarques - de más de un tambor, es mejor muestrear cada tambor. Sin embargo, si los aceites se van a mezclar para hacer un lote uniforme, puede hacerse una mezcla representativa promedio, basada en el peso de cada tambor. Debe examinarse el olor y la apariencia general de cada tambor antes de efectuar la mezcla, para evitar la adición de un tambor que contenga un aceite de mala calidad. Si se encuentra que la muestra promedio es de calidad inferior o presenta anormalidades, entonces se debe volver a muestrear cada tambor y examinarse individualmente.

Los aceites que congelan a temperatura ambiente requieren de un cuidadoso muestreo. Debe colocarse el recipiente en un lugar caliente y agitarse ocasionalmente, o calentarse mediante vapor si el punto de congelación es alto, hasta que se disuelva la última traza de material sólido. Se puede tomar como ejemplo típico el aceite esencial de anís. En épocas frías puede recibirse un producto congelado. Al colocarlo en un lugar caliente, el anetol fundirá lentamente hasta que el tabor es mitad sólido y mitad líquido. Si se toma una muestra de la porción líquida, se encontrará deficiente en el contenido de anetol y seguramente no cumplirá con la norma correspondiente. Tal muestra no fue representativa del lote.

En el muestreo de materiales que no son aceites esenciales, deben observarse ciertas precauciones. Para muestrear oleoresinas y bálsamos, el tabor o lata debe agitarse bien con una espátula para asegurar una mezcla uniforme. De ninguna manera debe tomarse una muestra si el material no está uniforme.

El muestreo de materiales sólidos, tal como la vainillina, por ejemplo, puede efectuarse empleando el método del cuarteo, que asegura -- una muestra representativa.

La muestra final debe transferirse a un frasco resistente a la luz, teniendo cuidado en que ésta ocupe el volumen total del recipiente, para evitar la acción adversa del aire. Se deben tapar las muestras de preferencia empleando tapas de baquelita y contratapas de polietileno.

Si el embarque de aceite se va a almacenar durante un tiempo considerable, deben tomarse las siguientes precauciones:

- a. El aceite debe secarse completamente.
- b. Los aceites se almacenan mejor en recipientes de vidrio, colocados en lugares fríos, protegidos de la luz y el aire. Deben evitarse los re recipientes a medio llenar. El almacenamiento en recipientes de vidrio frecuentemente es impráctico, por lo que se utilizan también tambores o latas de lámina galvanizada. El aluminio y el acero inoxidable pue de usarse para algunos aceites, pero no en general.
- c. Ciertos aceites son mucho más susceptibles a la oxidación y polimerización que otros; los aceites ricos en terpenos, como los cítricos y los que tienen grandes cantidades de aldehídos, como el benzaldehído, son rápidamente afectados.
- d. En general, el uso de antioxidantes en los aceites esenciales no es necesario si se almacenan adecuadamente.

## 2.1 Tamaño y Cantidad de Muestra.

En muchas ocasiones el embarque de un aceite esencial consiste de 100 o más tambores, lo que ocasiona invertir demasiado tiempo en el -- muestreo y en el posterior análisis de cada una de las muestras. Más aún, en embarques de menos de 100 tambores, el tiempo que se invierte en el -- muestreo y análisis de las muestras es muy grande, por lo que se puede em plear el siguiente criterio para el muestreo:

Número de Tambores o  
Bultos en el Embarque

1 a 10  
10 a 25  
25 a 50  
50 a 75  
75 a 100

Número de Tambores o  
Bultos a Muestrearse

1 a 3  
3 a 5  
5 a 7  
7 a 9  
9 a 10

De manera general, el tamaño de muestra se puede determinar obteniendo la raíz cuadrada del número total de tambores o sacos de que - - consta el embarque de materia prima.

La cantidad de muestra se puede tomar siguiendo el criterio de la Farmacopea de los E.U.A.<sup>96</sup>, que es el siguiente:

"Se recomienda que todas las sustancias pulverizadas o molidas sean tomadas con un muestreador y que cuando el peso total del material - es menor a 100 Kg, al menos 250 g consistirán una "muestra oficial". - - Cuando el peso total del material es mayor de 100 Kg, se deben tomar va-- rias muestras por el procedimiento antes mencionado, se mezclan y se cuar-- tean, rechazándose dos de los cuartos diagonales, combinándose los dos -- cuartos restantes y así sucesivamente hasta que cada uno de los cuartos - pesa al menos 125 g, los cuales constituirán entonces una "muestra oficial"

3. Procedimientos Analíticos Utilizados para la Evaluación de Aceites Esenciales, Sustancias Aromáticas Sintéticas y Artificiales.<sup>97, 98</sup>

Los métodos analíticos empleados en el Control de Calidad de los aceites esenciales, sustancias aromáticas sintéticas y artificiales incluyen métodos físicos, químicos, espectrofotométricos y cromatográficos.

### 3.1 Métodos Físicos.

Dentro de estos métodos están comprendidos la densidad o gravedad específica, el punto de congelación o de solidificación, de fusión, - destilación, solubilidad, residuos a la evaporación, índice de refracción y poder rotatorio específico.



### 3.1.1 Densidad o Gravedad Específica.

La densidad ayuda en ciertos casos a determinar el origen y a apreciar la calidad, la pureza y el valor comercial de los aceites esenciales, así como para determinar la pureza de las sustancias sintéticas y artificiales líquidas.

Esta constante varía con el tipo de extracción, la proveniencia y la edad de las plantas.

La densidad de una misma especie de aceite esencial puede variar dentro de límites frecuentemente bastante grandes.

#### 3.1.1.1 Definición:

La densidad relativa  $\frac{D_{t^{\circ}}}{t^{\circ}}$  se define como la relación entre la masa de una sustancia a  $t^{\circ}\text{C}$  y la masa de un volumen idéntico de agua pura, libre de aire, tomada a la misma temperatura  $t^{\circ}\text{C}$ . Por definición, - la densidad relativa del agua pura es siempre igual a la unidad para todas las temperaturas. La determinación de la densidad se efectúa generalmente con un picnómetro.

### 3.1.2 Punto de Congelación o de Solidificación.

El punto de congelación o de solidificación es importante para evaluar la calidad de aceites esenciales que contienen un elevado porcentaje de componentes fácilmente cristalizables, tales como el anetol, la metilnonilcetona, el cineol y el mentol, respectivamente presentes en - aceites esenciales de anís, anís estrella, hinojo, ruda, eucalipto y mentas. También es muy útil para determinar la calidad de sustancias puras tales como el antramilato de metilo y el isoeugenol, por ejemplo.

El principio del método consiste en la observación de la curva

de temperatura en el momento de la formación de los cristales en el producto sometido a un lento enfriamiento.

El aparato utilizado se muestra en la figura 1 y comprende lo siguiente:

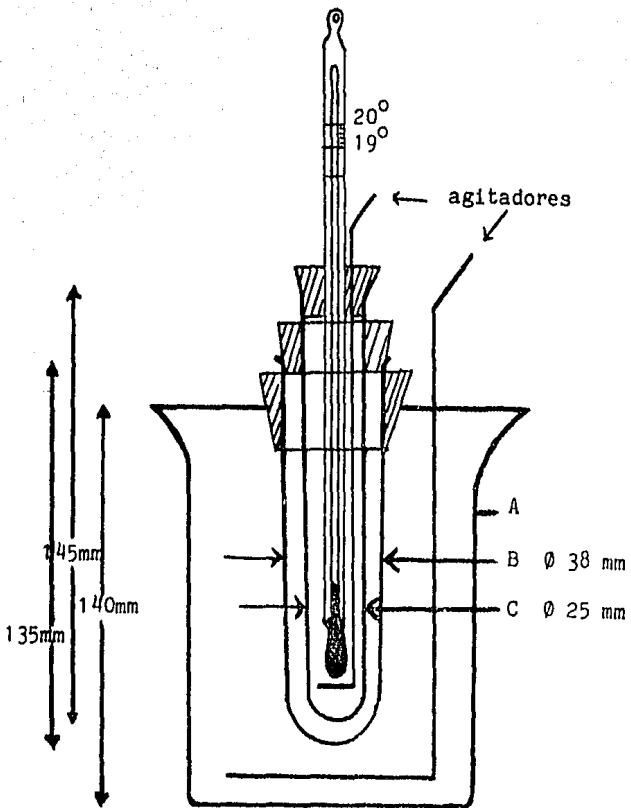
- Un recipiente A de un litro con tapadera y agitador
- Un tubo de ensayo B de pared gruesa de 38 mm de diámetro interior y de 135 mm de longitud
- Un tubo de ensayo C de 25 mm de diámetro interior y de 145 mm de longitud, provisto de un agitador
- Se ajustan los tubos uno dentro del otro mediante tapones de hule o de corcho
- Un termómetro graduado en décimas de  $^{\circ}\text{C}$ . Se coloca dentro del tubo C, en el centro de la solución.

#### 3.1.2.1 Procedimiento.

Ensayo Preliminar. Colocar algunos mililitros del producto perfectamente claro dentro de un tubo de ensayo, provisto de un termómetro - sumergido dentro de la sustancia a ensayar. Enfriar el tubo agitando con el termómetro hasta la cristalización del producto. Anotar en ese momento la temperatura para tomarla como base.

Determinación. Llenar el recipiente A con una mezcla de agua y hielo o con otra mezcla refrigerante. La mezcla refrigerante debe permitir abatir la temperatura del producto  $5^{\circ}\text{C}$  abajo de la anotada en el ensayo preliminar. Fijar el tubo B dentro del recipiente A. Introducir 10 ml de producto en el tubo C y colocar el termómetro. Enfriar el tubo C a la temperatura anotada en el ensayo preliminar y fijarlo dentro del tubo

FIGURA 1



Aparato para punto de congelación o de solidificación

B. Cuando la temperatura del producto aún esté a  $2^{\circ}\text{C}$  abajo de su punto de congelación, con agitación inducir la cristalización con la ayuda de un pequeño cristal obtenido en el ensayo preliminar. Agitar vigorosamente. Observar las variaciones de temperatura y anotar la temperatura constante. Repetir el experimento. La diferencia entre dos determinaciones no debe ser mayor de  $0.2^{\circ}\text{C}$ .

### 3.1.3 Punto de fusión.

El punto de fusión es un criterio de pureza de las sustancias sólidas, para cuya determinación se puede emplear un aparato "Fischer-Johns" o el tradicional método que emplea el tubo de "Thiele".

### 3.1.4 Destilación y Rango de Destilación.

En general los aceites esenciales no tienen una temperatura de ebullición constante, por lo que se efectúa una destilación del 10% del aceite y se le determina el índice de refracción y el poder rotatorio al destilado.

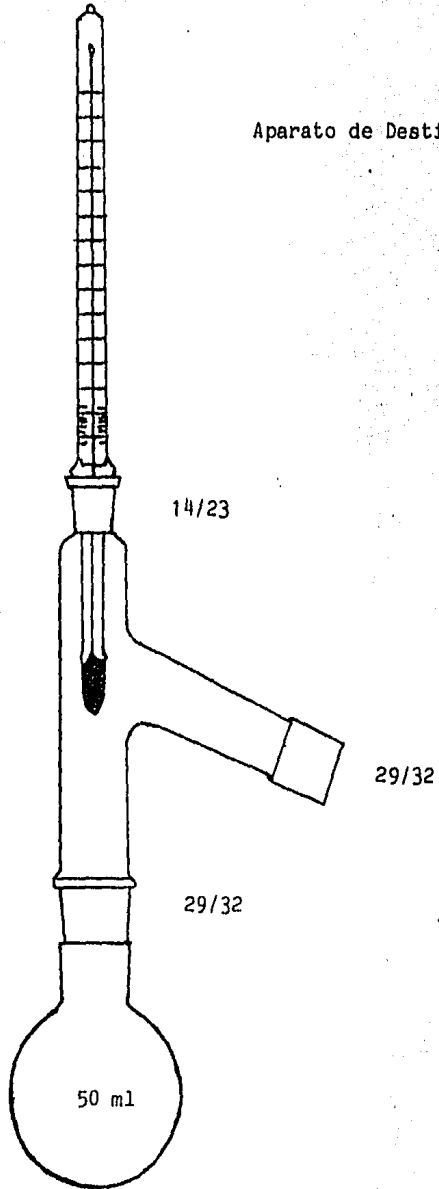
Cuando se trata de sustancias líquidas puras, como el alcohol bencílico y el eugenol, por ejemplo, que sí tienen una temperatura de ebullición constante, se les determina el rango de ebullición, que es el rango de temperatura en el cual destila la mayor parte (95%) del producto.

El equipo empleado se ilustra en la figura 2 y consta de un matraz redondo de 50 a 60 ml de capacidad con un cuello de 150 mm de longitud y de 18 mm de diámetro interior, provisto de un termómetro dividido en  $^{\circ}\text{C}$ .

Un cuello de media altura, un tubo lateral de 100 a 120 mm de lar

FIGURA 2

Aparato de Destilación



go y de 7 mm de diámetro interior. El tubo lateral forma un ángulo de --  
70 - 75° con la parte inferior del cuello.

Un refrigerante de 300 mm de largo. La distancia de la cámara refrigerante a la del cuello del matraz debe ser de 180 a 250 mm.

#### 3.1.4.1 Procedimiento.

Destilación. Se someten a destilación a presión atmosférica 20 ml del aceite esencial. Se recolectan los dos primeros mililitros y se -  
anotan las temperaturas límites de destilación de esta fracción.

Rango de ebullición. Para esta determinación se emplean de 25 a 50 ml de producto y se someten a destilación a presión atmosférica, a -  
razón de 0.5 ml por minuto y se registra la temperatura en el instante en que cae la primera gota del tubo de salida del condensador, anotándose co  
mo punto inicial de ebullición. Se colecta el destilado en una probeta -  
graduada de 100 ml y se anotan las temperaturas de los 5, 10, 15, 20, 24  
ml ó 5, 10, 15, 20, 30, 40, 48 ml, según el tamaño de muestra. Las lectu  
ras no deben diferir en más de 1°C.

En ambos casos, los valores obtenidos deben corresponder a los de los productos originales, especificados dentro de las monografías.

#### 3.1.5 Solubilidad.

Los aceites esenciales, así como los productos aromáticos sinté  
ticos y artificiales son solubles dentro de numerosos solventes orgánicos, en particular en alcohol absoluto. Su solubilidad dentro de mezclas hi--  
droalcohólicas de concentraciones determinadas presenta un gran interés -  
para su apreciación. Esta solubilidad decrece conforme la cantidad de --

go y de 7 mm de diámetro interior. El tubo lateral forma un ángulo de --  
70 - 75° con la parte inferior del cuello.

Un refrigerante de 300 mm de largo. La distancia de la cámara refrigerante a la del cuello del matraz debe ser de 180 a 250 mm.

#### 3.1.4.1 Procedimiento.

Destilación. Se someten a destilación a presión atmosférica 20 ml del aceite esencial. Se recolectan los dos primeros mililitros y se anotan las temperaturas límites de destilación de esta fracción.

Rango de ebullición. Para esta determinación se emplean de 25 a 50 ml de producto y se someten a destilación a presión atmosférica, a razón de 0.5 ml por minuto y se registra la temperatura en el instante en que cae la primera gota del tubo de salida del condensador, anotándose como punto inicial de ebullición. Se colecta el destilado en una probeta graduada de 100 ml y se anotan las temperaturas de los 5, 10, 15, 20, 24 ml ó 5, 10, 15, 20, 30, 40, 48 ml, según el tamaño de muestra. Las lecturas no deben diferir en más de 1°C entre la primera y la última lectura.

En ambos casos, los valores obtenidos deben corresponder a los de los productos originales, especificados dentro de las monografías.

#### 3.1.5 Solubilidad.

Los aceites esenciales, así como los productos aromáticos sintéticos y artificiales son solubles dentro de numerosos solventes orgánicos, en particular en alcohol absoluto. Su solubilidad dentro de mezclas hidroalcohólicas de concentraciones determinadas presenta un gran interés para su apreciación. Esta solubilidad decrece conforme la cantidad de --

agua aumenta en la mezcla hidroalcohólica. Conviene mencionar que los aceites esenciales cítricos obtenidos por expresión, disueltos en alcohol del 90% en volumen, precipitan las ceras insolubles.

#### 3.1.5.1 Definiciones.

Un aceite esencial o un producto sintético o artificial se dice que son solubles en X volúmenes y más de alcohol de concentración determinada, cuando la solución clara, obtenida por la adición gradual de X volúmenes de alcohol de título conocido, es estable después de la adición de 20 volúmenes de alcohol del mismo título.

Un aceite esencial o un producto aromático sintético o artificial se dice que son solubles en X volúmenes de alcohol de título conocido con turbidez por la dilución, cuando la solución alcohólica límpida se vuelve turbia y permanente con la adición de 20 volúmenes de alcohol del mismo título.

Se dice que un aceite esencial o un producto aromático sintético o artificial son solubles con opalescencia, cuando la solución alcohólica límpida presenta, con la adición de 20 volúmenes de alcohol del mismo título, un tinte azulado comparable al de una solución testigo.

#### 3.1.5.2 Principio.

La adición gradual de etanol de concentración conocida al aceite esencial o producto aromático sintético o artificial, a 20°C. Observación del punto de disolución total (solución límpida) y de la formación de turbidez y su eventual desaparición.



### 3.1.5.3 Reactivos.

Soluciones hidroalcohólicas de 50, 55, 60, 70, 75, 80, 85, 90 y 95% en volumen a 20°C. Para preparar las soluciones véase la tabla 1.

Solución testigo para opalescencia. Añadir 0.5 ml de nitrato de plata 0.1 N a 50 ml de solución de cloruro de sodio N/5000. Acidificar con una gota de ácido nítrico al 25%. Agitar y dejar reposar durante 5 minutos.

### 3.1.5.4 Procedimiento.

Introducir en una probeta graduada 1 ml del producto medido con una pipeta. Colocar la probeta en un baño de agua mantenido a una temperatura de 20°C  $\pm$  0.2°C. Con una bureta añadir la solución hidroalcohólica, de concentración sugerida en la monografía de cada producto, a 20°C en fracciones de 0.1 ml hasta que la disolución sea completa.

Agitar después de cada adición. Cuando la solución esté perfectamente clara, anotar el volumen de la solución de alcohol utilizada. Continuar enseguida la adición de la solución hidroalcohólica en porciones de 0.5 ml hasta llegar a 20 ml. Si se produce turbidez u opalescencia antes de completar 20 ml, es conveniente anotar el volumen al cual se produjeron y, eventualmente, el volumen al cual desapareció la turbidez.

En caso de que la solución no sea clara después de agregar los 20 ml de etanol, utilizar la mezcla de título inmediato superior.

### 3.1.5.5 Expresión de Resultados.

X= volumen en ml de la solución de etanol de título conocido necesario para obtener una solución límpida.

X<sub>1</sub>= volumen en ml de la solución de etanol de título conocido neces--

rio para producir la turbidez que antecede a una eventual clarificación.

$X_2$  = volumen en ml de la solución de etanol de título conocido con el cual desaparece la turbidez.

Se dice que la solubilidad de un producto determinado en alcohol diluido de título conocido es de 1 volumen, dentro de X volúmenes con turbidez entre  $X_1$  y  $X_2$  volúmenes (si la hay). Los volúmenes se aproximan a una decimal. Si se observa más o menos opalescencia, debe compararse con la solución testigo.

TABLA 1

## Preparación de Soluciones Hidroalcohólicas

ml de etanol en 100 ml de mezcla (% en Volumen)	ml de agua destilada agregados a 100 ml de etanol al 95% en Vol. a 20°C	densidad de la mezcla D $\frac{20}{20}$
50	95.9	0.9316 - 0.9320
55	77.9	0.9214 - 0.9218
60	62.9	0.9105 - 0.9110
65	50.2	0.8990 - 0.8994
70	39.1	0.8868 - 0.8873
75	29.5	0.8740 - 0.8745
80	20.1	0.8604 - 0.8610
85	13.3	0.8460 - 0.8466
90	6.4	0.8303 - 0.8309
95	0.0	0.8123 - 0.8131

## 3.1.6 Residuos a la Evaporación.

Esta determinación es particularmente interesante para la evaluación de los aceites esenciales de frutos cítricos obtenidos por expresión.

### 3.1.6.1 Definición.

El residuo de evaporación es el contenido de sustancias no volátiles de un aceite esencial, expresado en por ciento en peso.

### 3.1.6.2 Principio.

Evaporación del aceite esencial a 100°C hasta peso constante.

### 3.1.6.3 Procedimiento.

Dentro de una cápsula tarada de vidrio o de platino, de 10 cm - de diámetro y de 4.7 cm de altura, pesar 5 g del aceite esencial o la cantidad sugerida en la monografía. Colocar la cápsula sobre un baño maría de 7 cm de abertura. El agua del baño maría, no debe tener contacto con el fondo de la cápsula. La duración del calentamiento es variable para cada aceite y está expresada en cada monografía. Se mantiene el calentamiento hasta peso constante y se pesa la cápsula una vez enfriada en un desecador.

### 3.1.6.4 Cálculos.

$$\% \text{ residuo seco} = \frac{100 (Pr - Pu)}{(P - Pu)}$$

Pu = peso de la cápsula vacía, en g

P = peso de la cápsula con aceite esencial, en g

Pr = peso de la cápsula con el residuo, en g

### 3.1.7 Índice de Refracción.

El índice de refracción es un criterio de pureza tanto para aceites esenciales como para sustancias aromáticas sintéticas o artificiales. En los aceites esenciales se puede determinar en el producto original o en el primer 10% del destilado.

### 3.1.7.1 Principio.

Cuando un rayo de luz pasa de un medio de menor densidad óptica a otro de mayor densidad óptica, se desvía o "refracta" hacia la normal. Los rayos incidente y refractado son coplanares con la normal a la interfase; su plano es el plano de incidencia. El ángulo de incidencia  $i_1$  es el ángulo del rayo incidente con la normal; el ángulo de refracción  $i_2$  es el ángulo del rayo refractado con la normal. La desviación del rayo sigue la "Ley de Descartes"

$$\frac{\text{sen } i_1}{\text{sen } i_2} = \frac{V_1}{V_2} = \text{constante} = n$$

donde  $V_1$  y  $V_2$  son las velocidades de propagación de la luz en los medios 1 y 2 y  $n$  es el índice de refracción.

Con la letra  $n$  se designa habitualmente el índice de refracción con relación al aire, a la presión y a la temperatura de medida.

El índice de refracción depende de la naturaleza de la sustancia refringente, de la temperatura, de la presión y de la luz empleada. - Para las soluciones, es necesario tomar en cuenta también la concentración.

En general, el índice de refracción disminuye cuando la temperatura aumenta. Para que las determinaciones tengan una precisión de  $\pm 1 \times 10^{-4}$ , no debe permitirse que la temperatura varíe en más de  $\pm 0.2^\circ\text{C}$ .

Para los líquidos orgánicos el valor de  $n$  varía entre 1.3 y 1.8 y para las sustancias orgánicas sólidas, entre 1.3 y 2.5.

### 3.1.7.2 Procedimiento.

Los refractómetros ofrecen un método rápido y conveniente para la determinación de esta constante física. Entre ellos, el refractómetro de Abbe es el más utilizado. Tiene un rango de 1.3 a 1) y se recomienda para el análisis de rutina de los aceites esenciales y productos sintéticos y artificiales, ya que la exactitud del instrumento es suficiente para todo trabajo práctico. La determinación del índice de refracción de los aceites esenciales y productos aromáticos sintéticos y artificiales generalmente se hace a 20°C, a menos que en la monografía se establezca otra temperatura de ensayo.

### 3.1.8 Poder Rotatorio Específico.

Como el índice de refracción, el poder rotatorio específico es un criterio de autenticidad para aceites esenciales, a los que se les puede determinar dicha propiedad en su forma normal o en el primer 10% de destilado. También es un criterio de pureza para las sustancias sintéticas y artificiales que tengan la propiedad de desviar el plano de la luz polarizada, como los aminoácidos, el mentol y el pentaacetato de glucosa, por ejemplo.

#### 3.1.8.1 Principio.

La luz, vista como fenómeno ondulatorio, se transmite mediante ondas producidas por las oscilaciones perpendiculares a su dirección de propagación. Cuando las oscilaciones no se encuentran limitadas dentro de un solo plano, la luz se llama "natural". Gracias a ciertos dispositivos, como el prisma de Nicol, es posible hacer que la luz oscile dentro de un solo plano, llamado plano de oscilación. A esta luz se le llama "polarizada".

Los compuestos orgánicos que tienen la propiedad de desviar el plano de la luz polarizada es porque en su molécula tienen un carbono asimétrico, es decir, un carbono con 4 diferentes tipos de sustituyentes asociados a ese átomo.

La mayoría de los aceites esenciales, cuando se colocan en un haz de luz polarizada, tienen la propiedad de girar el plano de polarización a la derecha (dextrorrotatorios) o hacia la izquierda (levorrotatorios). La magnitud de la actividad óptica de un producto se determina con un polarímetro y se mide en grados de rotación.

El ángulo de rotación es dependiente de la naturaleza de la sustancia, de la longitud del tubo, de la longitud de onda de la luz empleada y de la temperatura.

Tanto el grado de rotación como su dirección son criterios importantes de pureza. En el registro de la rotación se acostumbra indicar la dirección con el uso de un signo positivo (+) para indicar dextrorrotación (rotación a la derecha), o un signo negativo (-) para indicar levorrotación (rotación a la izquierda).

Según Biot, el poder rotatorio específico de los líquidos puros está en relación con el espesor de un decímetro y con 1 g de sustancia activa por ml.

$$[\alpha]_t^\lambda = \frac{\alpha}{\lambda \times d}$$

donde:

$$[\alpha]_t^\lambda = \text{poder rotatorio específico a la longitud de onda } \lambda \text{ y a la temperatura } t^\circ\text{C}$$

$$\alpha = \text{rotación observada}$$

$l$  = espesor del tubo expresado en dm  
 $d$  = densidad del líquido a  $t^{\circ}\text{C}$

El poder rotatorio específico de una solución se conoce de una manera análoga. Se le relaciona igualmente a un espesor de 1 dm y a una solución que contiene 1 g de sustancia por ml.  $c$  representa la concentración de la solución expresada en gramos de sustancia activa en 100 ml de solución y tenemos que:

$$[\alpha]_t^{\lambda} = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot c}$$

Cuando la concentración se expresa en gramos de sustancia activa por 100 g de solución (%) se tiene la siguiente ecuación:

$$[\alpha]_t^{\lambda} = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot p \cdot d}$$

donde:

$p$  = concentración de la sustancia activa en %

$d$  = densidad de la solución a la temperatura de medida ( $t^{\circ}\text{C}$ )

### 3.1.8.2 Procedimiento.

Se efectúa la medición a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  con las siguientes observaciones:

- La longitud de los tubos será, por regla general, de 100 mm. Para los aceites esenciales débilmente coloreados, se pueden utilizar tubos de 200 mm y para aceites fuertemente coloreados, tubos de 50 mm.
- Las sustancias aromáticas sólidas se examinan en solución con un solvente sin poder rotatorio, tal como el etanol o el cloroformo. En estos casos, es necesario efectuar un ensayo en blanco con el solvente que se va a utilizar.

## 3.2 Métodos Químicos

Dentro de los métodos químicos tenemos los siguientes:

### 3.2.1 Índice de ácido (IA)

La mayoría de los aceites esenciales y de productos químicos -- sintéticos y artificiales contienen muy pequeñas cantidades de ácidos libres. Consecuentemente, el contenido de ácido se reporta usualmente como un índice de ácido más que como un porcentaje, calculado como un ácido específico. Un índice de ácido demasiado elevado en estos productos puede ser un signo de adulteración o de un mal proceso del producto. En presencia de formiatos y de lactonas, el índice de ácido que se obtiene es demasiado elevado, por lo que el método no es aplicable.

#### 3.2.1.1 Definición.

El índice de ácido es el número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos libres contenidos en un -- gramo de aceite esencial o producto químico sintético o artificial.

#### 3.2.1.2 Principio.

Consiste en neutralizar los ácidos libres con una solución alcalina valorada.

#### 3.2.1.3 Reactivos.

Etanol al 95% en vol. neutralizado con fenolftaleína o con rojo de fenol. Hidróxido de potasio 0.1N ó 0.5N. Fenolftaleína al 0.2% en etanol al 95% en vol. Rojo de fenol al 0.04% en etanol al 20% en vol.

#### 3.2.1.4 Procedimiento.

Introducir en un matraz Erlenmeyer de 50 ml 2.5g del producto -



pesados a cerca de 0.5 mg y se le agregan 10 ml de etanol. Añadir 5 gotas de fenolftaleína y neutralizar la solución con el hidróxido de potasio 0.1N. En caso de que el aceite esencial examinado contenga fenoles, o que se trate de ácido salicílico o de salicilatos, se debe de utilizar rojo de fenol como indicador.

### 3.2.1.5 Cálculos.

El IA se calcula con la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{5.61 \times a \times f}{p}$$

donde:

p = peso en gramos de la muestra

a = número de ml de KOH 0.1N utilizados

f = factor de corrección de la solución KOH 0.1N

Si la concentración de ácido en el producto es demasiado elevada, se puede calcular como porcentaje de un ácido definido con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ácido} = \frac{M \times a \times f}{100 p}$$

donde:

M = peso molecular del ácido

### 3.2.1.6 Observaciones:

- a. En presencia de grandes cantidades de ácidos libres, es conveniente utilizar KOH 0.5N

En esas condiciones se tiene:

$$IA = \frac{28.05 \times a_1 \times f_1}{p}$$

y

$$\% \text{ ácido} = \frac{M \times a_1 \times f_1}{20 p}$$

donde:

$a_1$  = número de ml de KOH 0.5N

$f_1$  = factor de corrección de la solución de KOH 0.5N

En caso de que los ácidos sean dibásicos o tribásicos, el resultado debe dividirse entre 2 y 3 respectivamente.

- b. En presencia de fenoles, de ácido salicílico o de salicilatos, utilizar como indicador el rojo de fenol.

### 3.2.2 Índice de Esteres (IE) y de Saponificación (IS)

Los aceites esenciales contienen numerosos ésteres. El presente método permite la evaluación de ésteres para un aceite esencial determinado. El resultado puede expresarse en relación a uno de los ésteres dominantes o como un índice de ésteres (IE), conocido más generalmente. Este método contempla las siguientes observaciones:

- a. Se necesita la eliminación previa de los fenoles.
- b. No se aplica en aceites esenciales ricos en lactonas o en aldehídos susceptibles de formar ácidos y alcoholes en medio alcalino (reacción de Cannizzaro). En este caso la saponificación se debe llevar a cabo a temperatura ambiente. También se puede bloquear la función aldehídica por oximación y enseguida saponificar los ésteres.
- c. No es conveniente para los ésteres difícilmente saponificables, tales como el acetato de terpinilo, los valerianatos de citronelilo, de bornilo, de mentilo y el salicilato de metilo. En estos casos, saponificar con la siguiente solución: disolver 35g de KOH en 75 ml de agua y completar a un litro con monoetiléter de dietilenglicol.

#### 3.2.2.1 Definiciones.

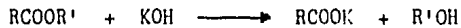
El índice de ésteres (IE) es la cantidad en mg de KOH necesario para la saponificación de los ésteres contenidos en un gramo de aceite --

esencial neutralizado. El índice de saponificación (IS) es la suma del índice de ésteres (IE) y del índice de ácido (IA).

$$IS = IE + IA$$

#### 3.2.2.2 Principio.

Se basa en la saponificación en caliente en presencia de KOH alcohólico. El proceso de saponificación puede representarse con la siguiente reacción:



donde R y R' pueden ser radicales alifáticos, aromáticos o alicíclicos. R también puede ser un átomo de hidrógeno.

#### 3.2.2.3 Observaciones.

La saponificación destruye parcialmente los aldehídos contenidos en los aceites esenciales. Esta descomposición está en función de la duración del aclentamiento; esto aumenta la cantidad KOH consumido. La determinación se falsea con la presencia de fenoles que deben eliminarse por agitación con una solución de NaOH al 3 ó 5%. En este caso se utilizará rojo de fenol como indicador.

#### 3.2.2.4 Reactivos.

Etanol al 95% en vol. neutralizado con fenolftaleína o con rojo de fenol. Solución acuosa de NaOH 0.1N. Solución alcohólica de KOH 0.5N. Acido clorhídrico 0.5N y 1N. Fenolftaleína al 0.2% en alcohol al 95% en vol. Rojo de fenol al 0.04% en alcohol al 20% en vol.

#### 3.2.2.5 Procedimiento.

Introducir 2g del aceite esencial pesados al miligramo en un ma

traz redondo de boca esmerilada. Añadir unas gotas de fenolftaleína y --  
 10 ml de alcohol neutralizado y neutralizar el aceite con solución de --  
 NaOH 0.1N hasta coloración ligeramente rosada. Agregar a la solución --  
 neutralizada 25 ml de solución alcohólica de KOH 0.5N. Si se pretende --  
 determinar el índice de saponificación, pesar dentro del matraz redondo --  
 de fondo plano la cantidad de aceite esencial expresada en la monografía  
 y añadir 25 ml de solución alcohólica de KOH 0.5N. En los dos casos, in  
 troducir algunos cuerpos para controlar la ebullición y se adapta el ma--  
 traz a un refrigerante en posición de reflujo. Salvo casos especiales, --  
 se mantiene la ebullición durante 1 hora. Dejar enfriar y lavar el refri--  
 gerante con 50 ml de agua. Titular en retroceso con el HCl 0.5N en pre--  
 sencia del indicador adecuado. Efectuar una determinación como blanco, --  
 empleando 5 ml de etanol en lugar del aceite esencial.

### 3.2.2.6 Cálculos.

El IE se calcula con la siguiente fórmula:

$$IE = \frac{A \times (a-b) \times f}{p} \quad (1)$$

El contenido de ésteres totales expresado en un éster de peso --  
 molecular M, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ éster} = \frac{M \times (a-b) \times f}{20 \times p \times B} \quad (2)$$

A partir del índice de ésteres se puede calcular, según la fór--  
 mula (1), la concentración en ésteres o en alcohol con la ayuda de las si  
 guientes fórmulas:

$$\% \text{ ésteres} = \frac{(IE) \times M}{561 \times B_1}$$

$$\% \text{ alcoholes} = \frac{(\text{IE}) \times M_1}{561}$$

donde:

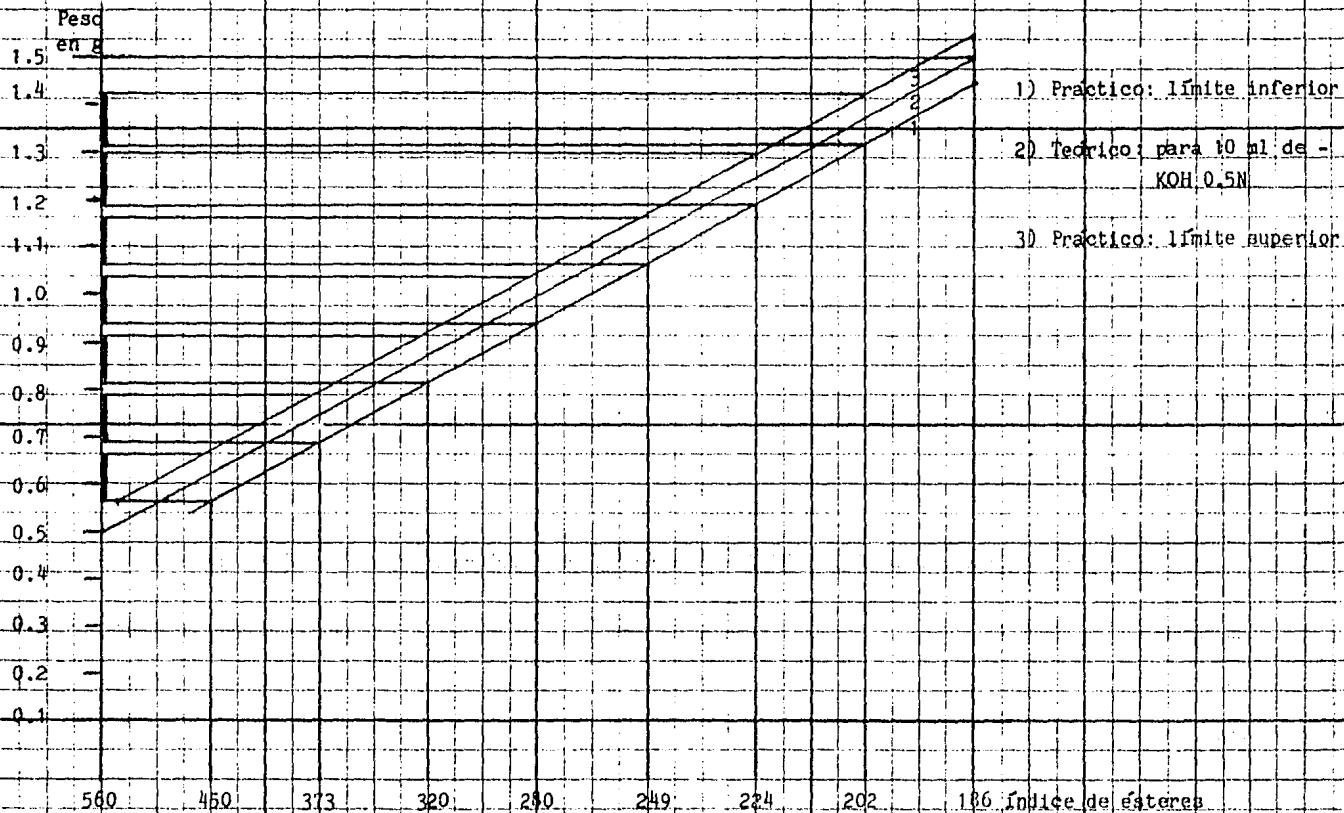
- A = 28.05 para el KOH 0.5N
- a = ml de HCl 0.5N utilizados en el blanco
- b = ml de HCl 0.5N utilizados en el aceite
- p = peso del aceite en g
- M = peso molecular del éster específico
- M<sub>1</sub> = peso molecular del alcohol del éster específico
- B = número de hidroxilos del alcohol del éster específico
- B<sub>1</sub> = número de funciones ácidas del ácido del éster específico
- f = factor de corrección de la solución de HCl 0.5N

### 3.2.2.7 Observaciones.

- a. A fin de evitar la precipitación de sales de sodio, añadir antes del calentamiento 5 ml de agua a las mezclas que contengan salicilatos, - benzoatos y ftalatos.
- b. En ausencia de indicación en las monografías de la cantidad de aceite esencial a pesar y el volumen de solución de KOH alcohólico a utilizar, se puede emplear la gráfica 1 para la dosificación.
- c. Para determinar únicamente el formiato de geranilo presente en el aceite esencial de geranio que contiene entre otros tiglato de geranilo, - es conveniente operar de la siguiente forma:

Introducir dentro de un matraz de saponificación de 100 ml 1.5g del - aceite esencial, pesados exactamente. Añadir 5 ml de alcohol neutro y 5 gotas de fenolftaleína. Neutralizar los ácidos libres con la solución acuosa de NaOH 0.1N. Añadir 10 ml de KOH alcohólico 0.5N medidos con una bureta. Titular inmediatamente el exceso de hidróxido con el HCl 0.5N. El cálculo de la cantidad de formiato se efectúa - según la fórmula general (2).

TABLA No. 1



### 3.2.3 Índice de Peróxidos (IP).

El índice de peróxidos es una de las características de envejecimiento de los aceites esenciales. Los aceites esenciales ricos en terpenos son susceptibles que otros de formar peróxidos.

#### 3.2.3.1 Observación.

El método se aplica en particular a los aceites esenciales cítricos, de menta, de pino, enebro y eucalipto. El índice no debe ser mayor de 120.

#### 3.2.3.2 Definición.

El índice de peróxidos es el número de microgramos de oxígeno activo presente en 1g de aceite esencial.

#### 3.2.3.3 Principio.

Los peróxidos reaccionan en medio ácido con el yoduro de potasio liberando yodo, el cual se titula con tiosulfato de sodio.

#### 3.2.3.4 Reactivos.

Mezcla de ácido acético-cloroformo; mezclar 2 partes de ácido acético glacial con 3 partes de cloroformo. Conservarlo en atmósfera de nitrógeno.

Solución acuosa saturada de yoduro de potasio; prepararla en el momento en que se va a utilizar.

Solución de almidón al 1%

Solución de tiosulfato de sodio 0.01N, preparada por dilución de una solución 0.1N, justamente antes de emplearse.

### 3.2.3.5 Procedimiento.

Pesar exactamente de 2 a 3 g de aceite esencial en un matraz --erlenmeyer de cuello esmerilado. Extraer el aire del matraz pasando una corriente de nitrógeno e introducir rápidamente 20 ml de la mezcla ácido acético-cloroformo. Manteniendo la corriente de nitrógeno, añadir 1 ml de solución saturada de yoduro de potasio. Agitar el matraz y dejar reposar 15 min. en la oscuridad. Agregar 25 ml de agua y titular el yodo liberado con la solución de tiosulfato de sodio .01N en presencia de almidón como indicador. Llevar a cabo paralelamente un ensayo en blanco.

### 3.2.3.6 Cálculos.

$$IP = \frac{(a - b) \times 80 \times f}{p}$$

donde:

a = ml de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  .01N utilizados en el ensayo

b = ml de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  .01N utilizados en el blanco

p = peso de la muestra en g.

f = factor de corrección de la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0.01N

### 3.2.4 Determinación de alcoholes.

Numerosos aceites esenciales contienen alcoholes libres y esterificados. Entre los principales se pueden citar el borneol, geraniol, citronelol, linalool, terpineol, mentol, farnesol, etc. Los métodos de cuantificación varían según la reactividad de los alcoholes presentes, - ya que estos pueden ser primarios, secundarios o terciarios.

Conocido el índice de ésteres o la concentración de ésteres, así como el contenido de alcoholes libres, es posible conocer la concentración de alcoholes totales. El contenido de alcoholes libres puede medirse



se por acetilación o por formilación. El aceite así tratado se separa y los ésteres formados se saponifican para determinar el índice de ésteres después de la acetilación o formilación. La monografía de cada aceite - indica el método a seguir.

#### 3.2.4.1 Determinación de alcoholes libres y totales por acetilación. (Índice de ésteres después de la acetilación).

Este método es válido para los alcoholes primarios. La acetilación es particularmente cuantitativa para el borneol, isoborneol, geraniol y mentol. Las mezclas a analizar no deben contener cantidades apreciables de alcoholes terciarios, fenoles, lactonas, derivados carbonílicos enolisables ni de otras sustancias tales como el citronelal, susceptibles de reaccionar con el anhídrido acético. Este método permite determinar ya sea el índice de ésteres después de la acetilación o la concentración de alcoholes libres.

##### 3.2.4.1.1 Definición.

El índice de ésteres después de la acetilación (IEDA) es el número de miligramos de KOH necesarios para neutralizar los ácidos liberados por la hidrólisis de 1g de aceite esencial acetilado.

##### 3.2.4.1.2 Principio.

Acetilación del aceite esencial, seguido de la determinación -- del índice de ésteres.

En el cálculo de la cantidad de alcoholes libres, debe tomarse en cuenta el índice de ésteres del aceite no acetilado.

##### 3.2.4.1.3 Reactivos.

Anhídrido acético, R.A. (98% - 100%). Acetato de sodio anhidro,

R.A. Solución saturada de cloruro de sodio (30 g/l). Solución de carbonato de sodio de 20 g/l, saturada con cloruro de sodio. Sulfato de sodio anhidro, R.A. Papel tornasol. Alcohol al 95% en vol. Fenolftaleína al 0.2% en alcohol al 95% en vol. y solución alcohólica de KOH 0.5N.

#### 3.2.4.1.4 Procedimiento.

Introducir en un matraz de acetilación aproximadamente 10 ml de aceite esencial, 10 ml de anhidro acético, 2g de acetato de sodio anhidro y algunos cuerpos de ebullición. Calentar a reflujo dentro de un baño - de aceite o en un recipiente con arena durante 2 horas, manteniendo la - temperatura entre 145 y 155°C. Después de enfriar a 50°C, añadir con -- precaución 50 ml de agua. Mantener la temperatura a 45 - 50°C durante - 15 minutos con agitación frecuente. Dejar enfriar y trasvasar la mezcla a un embudo de separación de 250 ml. Lavar el matraz con 2 x 10 ml de - agua que se añaden al contenido del embudo de separación. Reposar hasta la separación de las dos capas y eliminar enseguida la capa acuosa. Lavar la capa superior sucesivamente con:

- 50 ml de solución saturada de cloruro de sodio
- 50 ml de solución de carbonato de sodio saturada con cloruro de sodio y por último con 3 x 15 ml de solución saturada de cloruro de sodio.

El agua del último lavado debe estar neutra al papel tornasol. Verter el aceite esencial acetilado en un pequeño matraz. Añadir al menos 3g de sulfato de sodio anhidro y agitar varias veces en un lapso de 15 minutos.

Pesar enseguida al 0.5 mg 2g del aceite esencial acetilado (o lo que indique la monografía), en un matraz de 200 ml. Añadir 10 ml de

alcohol al 95% en vol., 0.5 ml de fenolftaleína y neutralizar si es necesario. Se determina el índice de ésteres conforme al método indicado en el inciso 3.2.2, añadiendo 40 ml de solución alcohólica de KOH 0.5N en lugar de 25 ml.

#### 3.2.4.1.5 Cálculos.

a. Cálculos de la concentración de alcoholes libres expresada en % en relación al alcohol principal de peso molecular M. Por ejemplo: los alcoholes libres del aceite esencial de menta piperita se expresan como mentol.

1. En función de la concentración en porciento de ésteres antes y después de la acetilación.

$$\% \text{ de alcohol libre} = \frac{M \times (E_a - E_p)}{(561.04 - 0.42 E_a) N} \quad (3)$$

donde:

M = peso molecular del alcohol principal

E<sub>a</sub> = contenido de ésteres en el aceite esencial después de la acetilación, expresado en %

E<sub>p</sub> = contenido de ésteres en el aceite primitivo expresado en %

N = número de grupos hidroxilo del alcohol

2. En función de las cantidades de KOH 0.5N utilizadas para saponificar "p" gramos de aceite primitivo y de aceite acetilado.

$$\% \text{ de alcohol libre} = \frac{M \times (b_a - b_p) \times f}{20 (p - 0.021 b_a \times f)} \quad (4)$$

donde:

M = peso molecular del alcohol principal

b<sub>a</sub> = ml de KOH alcohólico 0.5N necesarios para saponificar los ésteres de "p" gramos de aceite acetilado

b<sub>p</sub> = ml de KOH alcohólico 0.5N necesarios para saponificar los ésteres de "p" gramos de aceite primitivo neutro

$p$  = peso en gramos del aceite esencial primitivo y del aceite acetilado

$f$  = factor de corrección de la solución de KOH 0.5N

Si el aceite original contiene cantidades negligibles de ésteres, -- las fórmulas (3) y (4) se reducen a las siguientes:

$$\% \text{ de alcohol libre} = \frac{M \times E_a}{(561.04 - 0.42E_a)N}$$

y

$$\% \text{ de alcohol libre} = \frac{M \times b_a \times f}{20(p - 0.021 \times b_a \times f)}$$

- b. Cálculos de la concentración de alcoholes totales expresados en porcentaje con respecto a un alcohol principal de peso molecular  $M$  en el aceite primitivo. Por ejemplo los alcoholes totales del aceite esencial de albahaca expresados como linalool.

La cantidad de alcoholes totales (alcoholes libres y alcoholes combinados como ésteres, se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} \% \text{ alcoholes totales expresados} \\ \text{como alcohol principal del acei} \\ \text{te primitivo} \end{array} = \frac{M \times b_a(p - 0.21 \times b_p \times f) \times f}{20p(p - 0.021 \times b_a \times f)}$$

Los símbolos son los mismos de la fórmula (4)

Si el contenido de ésteres en el aceite esencial es negligible, la fórmula anterior pasa a la siguiente:

$$= \frac{M \times b_a \times f}{20(p - 0.021 \times b_a \times f)}$$

- c. En el caso de las sustancias aromáticas de composición desconocida, se define el índice de ésteres después de la acetilación como el número de mg de KOH necesarios para saponificar 1g de aceite esencial acetilado. Este índice se conoce con la fórmula:

$$\text{IEDA} = \frac{28.05 \times a \times f}{p}$$

en la que "a" es el número de ml de KOH 0.5N necesarios para saponificar "p" gramos de aceite esencial acetilado.

### 3.2.4.2 Determinación de alcoholes primarios, secundarios y terciarios por el método de acetoformilación.

Con éste método, el citronelol, el mentol y el borneol se transforman cuantitativamente en formiatos. El terpineol se transforma completamente en terpenos. El linalool y el geraniol se esterifican parcialmente con la formilación en frío. El citronelol y el rodinol se esterifican por formilación en caliente.

#### 3.2.4.2.1 Principio.

Transformación de los alcoholes, incluyendo los terciarios, en formiatos, los cuales se aíslan después de saponificados. La mezcla de reacción es un anhídrido mixto del ácido acético y del ácido fórmico.

#### 3.2.4.2.2 Reactivos.

Mezcla de reacción. Debe prepararse un poco antes de emplearla. Verter lentamente, sin agitar, 1 parte de ácido fórmico absoluto (d = 1.22) en 2 partes de anhídrido acético rigurosamente anhidro y químicamente puro (exento de cloro). Enfriar el total a 0°C. Mezclar y mantener la temperatura por debajo de 15°C y en ausencia total de humedad. Calentar progresivamente a 50°C la mezcla así preparada y mantener a esta temperatura durante 15 minutos y después enfriar bruscamente.

Solución de NaHCO<sub>3</sub> al 5%

Sulfato de Sodio anhidro R.A.

Solución alcohólica de KOH 0.5N

Acido Clorhídrico 0.5N

Fenolftaleína neutra al 2% en alcohol del 95% en vol.Solución saturada de cloruro de sodio

## 3.2.4.2.3 Procedimiento.

Colocar 15 ml de mezcla de reacción en un frasco de 30 ml con tapón esmerilado y verter de una sola vez 10 ml de aceite esencial. Agitar y colocar el frasco bien tapado dentro de un recipiente que contenga agua helada. Dejar que la mezcla alcance lentamente la temperatura ambiente. La esterificación se efectúa en 72 hrs a una temperatura de 20-25°C. Verter la mezcla en un embudo de separación de 250 ml que contenga 30 ml de agua fría y agitar. Dejar 2 horas a temperatura ambiente. - Lavar sucesivamente con 50 ml de agua y después con 50 ml de  $\text{NaHCO}_3$  al 5% y, por último, hasta neutralizar con varias porciones de 15 ml de - - agua saturada de cloruro de sodio. Secar con sulfato de sodio anhidro - el aceite esencial esterificado y saponificar y valorar como en 3.2.2. La duración de la saponificación debe ser de 2 horas.

## 3.2.4.2.4 Cálculos.

En el caso de que los aceites esenciales contengan ésteres y - alcoholes libres, el porcentaje de alcoholes expresado como un alcohol -- principal de peso molecular M se conoce con las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ alcoholes libres} = \frac{M \times (be - bp) \times f}{20 \times (p - 0.014 \text{ be} \times f)}$$

$$\% \text{ alcoholes totales} = \frac{M \times be \times (p - 0.014 \text{ bp} \times f) \times f}{20 \times (p - 0.014 \text{ be} \times f)}$$

donde:

p = peso en g del aceite formulado

M = peso molecular del alcohol principal considerado

bp = ml de KOH alcohólico 0.5N necesarios para saponificar p gramos de aceite esencial original

be = ml de KOH alcohólico 0.5N necesarios para saponificar p gramos de aceite esencial formilado

f = factor de corrección del KOH 0.5N

En el caso de los alcoholes puros o de aceites esenciales exentos de ésteres el porcentaje de alcohol principal de peso molecular M está dado por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ alcohol} = \frac{M \times be \times f}{20 \times (p - 0.014 \times be \times f)}$$

### 3.2.4.3 Cuantificación de alcoholes libres totales.

#### Cuantificación de linalool

Este método se recomienda para la cuantificación de alcoholes terciarios, tales como el terpineol y el linalool, en presencia o no de ésteres.

#### 3.2.4.3.1 Definición.

Se entiende por alcoholes libres totales, la suma de los alcoholes primarios, secundarios y terciarios calculados después de su acetilación y la saponificación de los acetatos obtenidos.

#### 3.2.4.3.2 Principio.

Formación de acetatos por reacción con el cloruro de acetilo - en anhídrido acético, en presencia de dimetilanilina para fijar el ácido clorhídrico liberado.

#### 3.2.4.3.3 Reactivos.

Sulfato de sodio anhidro, R.A. N,N-dimetilanilina libre de monometilanilina, R.A. Cloruro de acetilo, R.A. Anhídrido acético, 99 - -

100% en Vol., R.A. Acido sulfúrico al 5%, R.A. Carbonato de sodio, solución al 10%, R.A. Solución saturada de cloruro de sodio.

#### 3.2.4.3.4 Procedimiento.

Introducir en un matraz de fondo plano de 125 ml con tapón esmerilado, 10 ml del aceite esencial o alcohol puro secado previamente -- con sulfato de sodio anhidro. Enfriar con agua helada al menos durante 5 minutos y añadir 20 ml de dimetilanilina después de haber humedecido el tapón esmerilado. Mezclar con enfriamiento dentro del agua helada y añadir 8 ml de cloruro de acetilo y 5 ml de anhídrido acético para evitar la cristalización de la mezcla. Mantener la mezcla dentro del agua helada durante 5 minutos y dejarla a temperatura ambiente otros 30 y después mantenerla durante 16 horas a  $40 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Transvasar la mezcla a un embudo de separación de 250 ml que contenga un poco de hielo. Lavar el matraz 3 veces con 10 ml de agua helada, que se vierten al embudo de separación. Evitar cualquier elevación rápida de la temperatura. Después de la separación, eliminar la fase acuosa. Lavar enseguida 3 veces con 75 ml de agua helada. Eliminar la dimetilanilina por medio de algunos lavados, usando porciones de 25 ml de ácido sulfúrico al 5%. Proseguir los lavados hasta que la alcalinización de la solución de lavado con el hidróxido de sodio ya no permita descubrir el olor de la dimetilanilina. En general, son suficientes 5 lavados con ácido sulfúrico al 5%.

Lavar enseguida el aceite esencial acetilado con 10 ml de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 10% y por último con 10 ml de agua saturada de cloruro de sodio hasta reacción neutra. Secar el producto con sulfato de sodio anhidro y filtrar. Pesar la cantidad de producto acetilado indicada en la monografía y proseguir la cuantificación como en 3.2.2 (índice de saponifica---



ción) y efectuar un ensayo en blanco.

### 3.2.4.3.5 Cálculos.

- a. En ausencia de ésteres, la concentración en alcoholes libres, expresada como linalool, está dada por la fórmula:

$$\% \text{ linalool} = \frac{M \times (a - b) \times f}{20 \times [p - 0.021 \times (a - b)] \times f}$$

donde:

a = ml HCl 0.5N utilizados en la titulación del ensayo en blanco

b = ml de HCl 0.5N utilizados en la titulación de la muestra

f = factor de corrección del KOH 0.5N

p = peso en gramos de la muestra

M = peso molecular del linalool = 154.14

- b. Si la concentración en ésteres, calculada como acetato de linalilo es superior al 5%, la concentración de linalool total en el aceite esencial original está dada por la fórmula:

$$\% \text{ linalool total} = \frac{M \times (a - b) \times f \times (1 - 0.021 E)}{20 \times [p - 0.021 (a - b)] \times f}$$

donde E = % de ésteres

### 3.2.5 Determinación de Fenoles. Cuantificación Volumétrica.

#### Método de Cassia.

Numerosos aceites esenciales contienen fenoles tales como el - timol, carvacrol, chavicol, eugenol, isoeugenol, guayacol y p-cresol.

#### 3.2.5.1 Principio.

El aceite esencial o el fenol puro, después de la eventual eliminación de los metales presentes, se calienta con la solución de KOH. Los fenoles se transforman así en fenolatos, solubles en la fase acuosa.

La disminución del volumen de producto se lee directamente.

### 3.2.5.2 Reactivos y material.

Solución acuosa de KOH de 3 a 5% Acido tartárico pulverizado

R.A.

Un matraz aforado de 100 ml con cuello largo de 10 ml, graduado en décimas de ml (matraz de Cassia).

### 3.2.5.3 Procedimiento.

- a. Preliminar. Para eliminar los metales eventualmente presentes en el producto, agitar enérgicamente 15 ml del mismo con 0.3g de ácido tartárico pulverizado y después filtrar.
- b. Cuantificación. Introducir 5 ml del producto en el matraz de Cassia. Añadir 85 ml de KOH 3 ó 5% según la monografía. Calentar 20 minutos en baño maría a ebullición y agitar ocasionalmente. Enfriar y completar el total con la solución de KOH prescrita. Dejar reposar hasta que el producto sin reaccionar quede en el cuello del matraz, lo cual requiere algunas horas. Leer el cuello del matraz el volumen de producto sobrenadante.

### 3.2.5.4 Cálculos.

$$\% \text{ fenoles} = 100 - [20 \times a]$$

donde a = volumen de producto sobrenadante expresado en ml.

### 3.2.6 Determinación de Aldehídos y Cetonas.

Muchos aceites esenciales contienen derivados carbonílicos, entre los que se pueden citar el citral, el citronelal, benzaldehído, aldehído o-toluico, aldehído fenilacético, aldehído cinámico y algunos aldehídos alifáticos saturados e insaturados como el octanal, nonanal, decanal, undecanal y undecenal, por ejemplo. Entre las cetonas se encuen---

tran cetonas alifáticas y cíclicas saturadas e insaturadas como la mentona, la carvona, la piperitona, la pulegona, la tujona, el alcanfor, la fenchona, las iononas y las metil iononas.

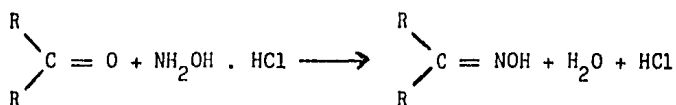
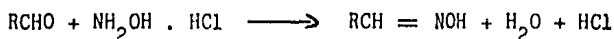
Los métodos que se mencionarán a continuación son aplicables - para la determinación de los compuestos antes mencionados en los aceites esenciales y obviamente, para el ensayo de los productos sintéticos y artificiales puros.

### 3.2.6.1 Determinación de aldehídos por oximación.

Este método se aplica preferentemente para la determinación de aldehídos alifáticos saturados e insaturados presentes en aceites esen-- ciales de frutos cítricos, como en los de naranja, tangerina y toronja, o como productos puros.

#### 3.2.6.1.1 Principio.

El clorhidrato de hidroxilamina reacciona prácticamente con todos los aldehídos y la mayoría de las cetonas que existen, de acuerdo -- con la siguiente reacción general:



El HCl liberado se titula con KOH 0.5N y se cuantifica la cantidad de aldehído o cetona.

#### 3.2.6.1.2 Reactivos.

Solución de clorhidrato de hidroxilamina . Disolver 50g de --

$\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$  R.A. en 90 ml de agua y diluir a 1000 ml con etanol libre de aldehídos. Ajustar la solución a un pH de 3.4 con KOH alcohólico 0.5N.

### 3.2.6.1.3 Procedimiento.

Pesar exactamente la cantidad de muestra indicada en la monografía en un vaso de precipitados de 125 ml. Agregar 30 ml de solución de  $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$  y agitar cuidadosamente durante el tiempo que indique la monografía (15 a 30 min. generalmente). Titular con KOH alcohólico 0.5N usando como indicador azul de bromofenol hasta el vire que iguale el color de 30 ml de solución de clorhidrato de hidroxilamina en un vaso de 125 ml cuando se le ha agregado la misma cantidad de indicador que al problema, o preferiblemente titular hasta un pH de 3.4 utilizando un potenciómetro. Correr al mismo tiempo un ensayo en blanco.

### 3.2.6.1.4 Cálculo.

$$\% \text{ aldehído} = \frac{(S - b) \times M \times f}{20 p}$$

en donde S = ml de KOH 0.5N utilizados en la titulación de la muestra,

b = ml de KOH 0.5N consumidos en el blanco,

M = peso molecular del aldehído,

f = factor de corrección del KOH alcohólico 0.5N y

p = peso de la muestra en gramos

### 3.2.6.2 Determinación de aldehídos y cetonas por el método de hidroxilamina libre.

Con éste método se pueden cuantificar aldehídos puros, como el citral, por ejemplo o cetonas puras como la mentona o la 1-carvona, o de terminar esos compuestos carbonílicos en los aceites esenciales.

### 3.2.6.2.1 Reactivos.

Solución de hidroxilamina. Pesar en un matraz aforado de 100 ml 3.5g de clorhidrato de hidroxilamina y se disuelven con la menor cantidad posible de agua (6 ml). Aforar el matraz con una solución alcohólica de hidróxido de potasio 0.5N. Dejar reposar un instante, después - filtrar para eliminar el precipitado de cloruro de potasio. La solución no es estable por lo que debe prepararse en el momento de su uso.

Indicador. Disolver 0.4g de azul de bromofenol con 12 ml de - hidróxido de potasio 0.05N y completar a 100 ml con agua.

#### Acido clorhídrico 0.5N

### 3.2.6.2.2 Procedimiento.

Pesar exactamente la cantidad de muestra especificada en la monografía individual y transferirla a un matraz erlenmeyer de 250 ml con tapón esmerilado. Añadir 75 ml de solución de hidroxilamina a este ma-- traz y a otro similar al que se efectuará el ensayo en blanco. Si el -- componente de la muestra es un aldehído, tapar los matraces y dejarlos a la temperatura ambiente durante 1 hora, a menos de que en la monografía indique otro lapso. Si el componente que se va a determinar es una cetona, adjuntar los matraces cada uno a un refrigerante adecuado y reflujar durante 1 hora o el tiempo que indique la monografía, después del cual - se enfría el matraz a temperatura ambiente. Se titulan ambos matraces - al mismo punto final usando azul de bromofenol como inidcador, o prefe-- rentemente a un pH de 3,4 usando un potenciómetro.

### 3.2.6.2.3 Cálculos.

$$\% \text{ aldehído o cetona} = \frac{(a - b) \times M \times f}{20 p}$$

donde:

- a = ml de HCl 0.5N consumidos en el blanco
- b = ml de HCl 0.5N consumidos en la titulación de la muestra
- M = peso molecular del aldehído o cetona
- p = peso de la muestra en gramos
- f = factor de corrección del HCl 0.5N

### 3.2.6.3 Determinación de Aldehídos y Cetonas por el Método del - - Clorhidrato de Hidroxilamina - Alcohol terbutílico.

El Manual de Especificaciones y Estándares de la "Essencial Oil Association" de los E.U.A. recomienda este método para la determinación de aldehídos y cetonas en los siguientes aceites esenciales: lima exprimida, limón destilado, mandarina exprimida, naranja amarga, naranja destilada y tangerina exprimida.

#### 3.2.6.3.1 Reactivos.

Solución de clorhidrato de hidroxilamina. Se disuelven 45g -- del reactivo (grado analítico) en 130 ml de agua. Añadir 850 ml de alcoh<sub>ol</sub> ter-butílico. Mezclar y neutralizar con NaOH 0.5N a un pH de 3.4. - Debe evitarse el calentamiento.

#### 3.2.6.3.2 Procedimiento.

Pesar exactamente 5g del aceite esencial y transferirlo a un - matraz erlenmeyer de 250 ml con tapón esmerilado. Agregar 50 ml de la - solución de clorhidrato de hidroxilamina y agitar vigorosamente. Dejar reposar a temperatura ambiente durante una hora y después titular con -- NaOH 0.5N hasta un pH de 3.4.

## 3.2.6.3.3 Cálculos.

$$\% \text{ aldehído o cetona} = \frac{S \times M \times f}{20 p}$$

donde:

S = ml de NaOH 0.5N utilizados para titular la muestra

M = peso molecular del aldehído o cetona

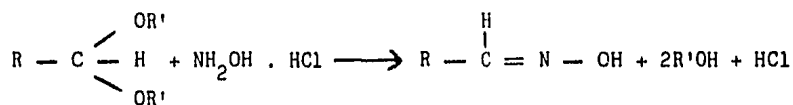
p = peso de la muestra en gramos

f = factor de corrección de la solución de NaOH 0.5N

## 3.2.6.4 Determinación de Acetales. Método del clorhidrato de hidroxilamina.

## 3.2.6.4.1 Principio.

Los acetales reaccionan en caliente con el clorhidrato de hidroxilamina, de acuerdo con la siguiente reacción general:



El HCl liberado se titula con solución alcohólica de KOH 0.5N y se calcula el porcentaje de acetal. Debe hacerse una corrección por los aldehídos presentes en la muestra.

## 3.2.6.4.2 Procedimiento.

Pesar exactamente la cantidad de muestra indicada en la monografía y transferirla a un matraz erlenmeyer de 125 ml con cuello esmerilado. Agregar 30 ml de la solución de clorhidrato de hidroxilamina preparada de la misma manera que en 3.2.6.1 y refluja con baño de vapor durante 1 hora exactamente. Dejar drenar el condensador en el matraz du--

rante 5 min. y enfriar rápidamente a temperatura ambiente. Titular la mezcla con solución alcohólica de KOH 0.5N hasta un pH de 3.4. La cantidad de ml de KOH 0.5N consumidos por g de muestra es (A).

Usando una porción separada de la muestra, proceder conforme a 3.2.6.1. La cantidad de ml de KOH 0.5N consumidos por gramo de muestra es (B).

#### 3.2.6.4.3 Cálculos.

$$\% \text{ de acetal} = (A - B) \times f$$

$$\text{donde } f = \frac{\text{peso molecular del acetal} \times 0.5 \times 100}{1000}$$

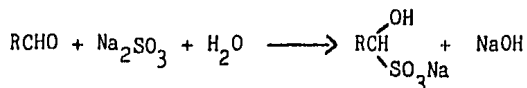
#### 3.2.6.5 Cuantificación volumétrica de compuestos carbonílicos.

##### Método del Sulfito de Sodio.

Este método volumétrico permite cuantificar la carvona, la pulegona, la piperitona, el citral y el aldehído cinámico. El sulfito de sodio no reacciona más que con el citral, en presencia de metil heptenona, mientras que el bisulfito reacciona con los dos compuestos. Es por esta razón que conviene cuantificar el citral ya sea puro o en el aceite esencial de zacate de limón (lemongrass) con el método del sulfito de sodio.

##### 3.2.6.5.1 Principio.

El sulfito de sodio en solución acuosa reacciona con la función carbonilo, ante todo con los aldehídos y cetonas hidroaromáticas alfa y beta insaturadas, liberando hidróxido de sodio, conforme a la reacción siguiente:





### 3.2.6.5.2 Reactivos.

Solución recientemente preparada de sulfito de sodio al 30%. - Fenolftaleína al 1% en etanol. Acido acético al 50%.

### 3.2.6.5.3 Procedimiento.

Introducir 10 ml del producto en un matraz de Cassia. Añadir 50 ml de la solución sulfito de sodio y 2 gotas de fenolftaleína. Neutralizar con ácido acético al 50% hasta reacción débilmente alcalina. - Calentar en un baño maría a ebullición con agitación constante. Neutralizar poco a poco con el ácido acético para mantener siempre un medio ligeramente alcalino.

Cuando la reacción parece terminar, se añaden todavía de 15 a 20 ml de solución de sulfito de sodio. Proseguir con la neutralización hasta que la mezcla ya no se colorea de rosa. Enfriar y después de la separación de las dos fases, completar el volumen del matraz con solución de sulfito de sodio para hacer coincidir el menisco del residuo con el cero de la escala graduada del matraz.

### 3.2.6.5.3 Cálculos.

$$\% \text{ en volumen de aldehído o cetona} = 10 \times (10 - V)$$

donde V = volumen expresado en ml de residuo, leído en la escala graduada del matraz.

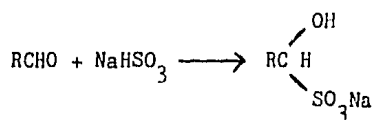
### 3.2.6.6 Cuantificación volumétrica de compuestos carbonílicos.

Método del bisulfito de sodio.

Este método ofrece buenos resultados en la evaluación de los aceites esenciales de "lemongrass" y de "cassia" en los que se determina citral y aldehído cinámico respectivamente.

Por el contrario, el citronelal, los aldehídos benzoico, fenilacético, fenilpropiónico, anísico, cumínico y decílico pueden formar con el bisulfito sales insolubles del ácido hidroxisulfónico correspondiente. La metil heptenona no reacciona cuantitativamente con el bisulfito. El aldehído fenilacético puede polimerizarse y volverse insoluble. La mentona, carvona, pulegona, tujona y el alcanfor no reaccionan por completo.

3.2.6.6.1 El método del bisulfito es un proceso de absorción, basado en la siguiente reacción general:



El producto de adición obtenido es la sal sódica del ácido hidroxisulfónico correspondiente.

Al agitarse una cantidad medida de producto con una solución caliente de bisulfito de sodio, se forma un compuesto de adición, el cual generalmente es soluble en agua y se disuelve en la solución caliente de bisulfito.

#### 3.2.6.6.2 Procedimiento.

Introducir 10 ml de producto en el matraz de Cassia, así como 20 ml de solución saturada de bisulfito de sodio. Agitar la mezcla después de calentarla en un baño maría en ebullición con agitación constante. En cuanto desaparecen todas las partículas sólidas, se agregan 20 ml más de solución de bisulfito de sodio y se procede de la misma manera. Llenar el matraz con agua justamente hasta la base de su cuello. Calentar en el baño maría sin agitar hasta que se separe el residuo. Después de enfriar, añadir más agua hasta hacer coincidir el menisco del residuo

con el cero de la escala graduada del matraz.

### 3.2.6.6.3 Cálculo.

$$\% \text{ en volumen de aldehído o cetona} = 10 \times (10 - V)$$

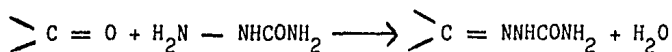
donde V = volumen expresado en ml de residuo, leído en la escala graduada del matraz.

### 3.2.6.7 Cuantificación de alcanfor.

El alcanfor debe cuantificarse por el método de la semi-carbazida.

#### 3.2.6.7.1 Principio.

Condensación en caliente del alcanfor con el clorhidrato de semi-carbazida en presencia de ácido acético glacial y acetato de sodio -- fundido, para formar la semi-carbazona, de acuerdo con la siguiente reacción:



#### 3.2.6.7.2 Reactivos.

Clorhidrato de semi-carbazida, R.A. Acetato de sodio fundido, R.A. Acido acético glacial, R.A.

#### 3.2.6.7.3 Procedimiento.

pesar exactamente 1g de aceite esencial o de producto en un matraz de 100 ml de fondo redondo y disolverlo con 2 ml de ácido acético - glacial; añadir 1g de clorhidrato de semi-carbazida y 1.5g de acetato de sodio fundido. Agitar y tapar el matraz con algodón y calentar durante 3 horas a 70°C. Enseguida añadir a la mezcla 15 ml de agua y agitar. - Colocar los cristales de la semi-carbazona en un crisol de vidrio calci-

nado, tarado. Lavar enseguida con agua y secar con vacío. Lavar con -- éter de petróleo y por último secar a la temperatura ambiente hasta peso constante y pesar.

#### 3.2.6.7.4 Cálculos.

$$\% \text{ alcanfor} = \frac{72.8 \times S}{p}$$

donde:

p = peso de la muestra

S = peso en gramos de la semi-carbazona

### 3.3 Métodos Espectrofotométricos.<sup>84, 85</sup>

#### 3.3.1 Principio.

El espectro electromagnético consiste en varios tipos de ondas: luz (visible, ultravioleta e infraroja), rayos X, de radio y radar. Estas son una parte del espectro total que abarca desde los rayos gamma, - cuyas longitudes de onda se miden en fracciones de Angstrom, hasta las - ondas de radio, cuyas longitudes de onda se miden en metros o aún en kilómetros. Todas estas ondas tienen la misma velocidad, 300, 000 Km/seg. Su frecuencia está relacionada a su longitud de onda por la expresión:

$$f = c/l$$

donde: f = frecuencia en "Hertz" (ciclos/seg)

l = longitud de onda en cm

c = velocidad de la luz (300,000 Km/seg)

Cuanto más pequeña es la longitud de onda, mayor es la frecuen  
cia.

Quando un haz de radiación electromagnética pasa a través de -

una sustancia, la radiación puede ser absorbida o transmitida, dependiendo de su frecuencia y de la estructura de la molécula que encuentra. La radiación electromagnética es energía, por lo que cuando una molécula -- absorbe radiación, incrementa su energía. La cantidad de energía que gana depende de la frecuencia de la radiación: cuanto más alta sea la frecuencia (menor longitud de onda), mayor incremento de energía.

$$E = hf$$

donde: E = incremento de energía, en ergs

h = constante de Planck

f = frecuencia, en Hz

La energía ganada por la molécula puede traer de esta forma un incremento en la vibración o en la rotación de los átomos, o puede subir a los electrones a niveles más altos de energía. La frecuencia particular de radiación que puede absorber una molécula, depende de los cambios en las vibraciones, o en las rotaciones o de los estados electrónicos -- que le son permitidos a una molécula en función de su estructura. El aspecto de un compuesto es una gráfica que muestra cuánta radiación elec--tromagnética se ha absorbido o transmitido en cada frecuencia, lo cual -- es altamente característico de la estructura del compuesto.

Las técnicas espectrofotométricas más empleadas en el Control -- de Calidad de los saborizantes están basadas en la capacidad que tienen -- las sustancias de interactuar con frecuencias de radiación característi--cas, que están comprendidas en las regiones visible, ultravioleta e infraroja del espectro electromagnético.

### 3.3.1.1 Absorción. Ley de Lambert-Beer

Dos leyes fundamentales sostienen la práctica de la fotometría. La ley de Bourguier (1729) o de Lambert (1760), que establece que cuando - un haz de luz monocromática, previamente puesto en plano paralelo, entra en un medio absorbente por ángulos rectos al plano, superficies paralelas del medio (o contenedor de una solución), la velocidad de disminución es su poder radiante con la longitud de su trayecto de luz a través del medio absorbente  $b$ , es proporcional al poder radiante del haz; esto es, la luz disminuirá en una proporción geométrica o exponencial. En otras palabras, si cierto espesor absorbe la mitad de la luz, entonces el espesor - que sigue al primero y es igual a él, no absorbe totalmente la otra mitad, sino la mitad, sino la mitad de esta mitad y, por consiguiente, la reducirá a un cuarto. Por lo que:

$$\frac{dP}{P} = -kdb \quad (1)$$

En la integración y cambiando a logaritmos de base 10 y poniendo  $P = P_0$  cuando  $b = 0$ , se obtiene:

$$2.303 \log (P_0/P) = kb \quad (2)$$

donde  $P_0$  simboliza la energía radiante del haz incidente y  $P$  la cantidad remanente no absorbida.

Esto es equivalente a declarar que el poder radiante de una luz no absorbida decrece exponencialmente conforme al espesor del medio absorbente aumenta aritméticamente; esto es:

$$P = P_0 e^{-kb} = P_0 10^{-0.434 kb} \quad (3)$$

La ley de Bernard (1852) o Beer (1852) establece que el poder -

radiante de un haz de radiación monocromática paralela decrece en una forma similar a como aumenta la concentración del constituyente absorbente de la luz. Así que,

$$2.303 \log (P_0/P) = k' C \quad (4)$$

Las dos leyes se pueden combinar y representar por una sola constante:

$$\log(P_0/P) = abC \quad \text{ó} \quad P = P_0 10^{-abC} \quad (5)$$

en donde  $a$  es la absorbencia (no índice de absorbencia, extinción específica o coeficiente de extinción), una constante dependiente de la longitud de onda de la radiación y de la naturaleza del material absorbente, cuya concentración  $C$  se expresa en gramos por litro. El producto de la absorbencia por el peso molecular de la sustancia se llama absorbencia molar y se le da el símbolo  $A$ . A la ley combinada, por lo general, se le llama ley de Beer o ley de Lambert-Beer.

La absorbencia es el producto de la absorbencia, la longitud del trayecto óptico y la concentración analítica, es decir:

$$A = abC \quad \text{ó} \quad A = bC \quad (6)$$

El término  $A_{1\text{cm}}^{1\%}$  representa la absorbencia de una capa de 1 cm de solución que contiene 1% por peso de soluto absorbente.

La proporción del poder radiante transmitido por una muestra al poder radiante incidente en la muestra, es la transmitancia  $T$ .

$$T = P/P_0 \quad (7)$$

El logaritmo a la base 10 del recíproco de la transmitancia es la absorbencia

$$A = \log_{10} (1/T) \quad (8)$$

### 3.3.2 Espectrofotometría Ultravioleta (UV)

La región que está más allá del final del violeta del espectro

visible, es la ultravioleta y comprende longitudes de onda entre 200 y - 400 milimicrones.

Los espectrómetros ultravioleta comunmente usados miden la absorción de luz en la región visible y en la "cercana" al ultravioleta, - esto es, en el rango de 200 a 750 milimicrones. Esta luz es de mayor -- frecuencia (y mayor energía) que la luz infraroja y, cuando es absorbida por una molécula, produce cambios en sus estados electrónicos, que son - los que requieren de mayor energía.

La espectrofotometría UV tiene una gran aplicación en la eva-- luación de los aceites esenciales de frutos cítricos, de tal manera que el espectro de absorción en el UV de estos es un criterio muy importante para conocer una posible adulteración de los mismos.

Los aceites esenciales de cítricos presentan una absorción máxi ma característica para cada aceite esencial a cierta longitud de onda.

Por ejemplo, los aceites esenciales de limón presentan una absorción máxima a los  $315 \pm 3$  nm y los de naranja dulce a  $330 \pm 3$  nm.

También es posible diferenciar las diferentes variedades de aceites esenciales de un mismo género, ya que la cantidad de absorción es diferente para cada variedad.

Por ejemplo, el aceite esencial de limón tipo california tiene una absorción de 0.2; el de limón tipo italiano 0.49; el de naranja dulce de California 0.13; el de naranja dulce de Florida 0.24, el de naranja - dulce de Italia 0.16 y el de la naranja dulce de México de 0.32.



Las características espectrofotométricas en la región UV de los aceites esenciales exprimidos en frío son debidas a la presencia de algunos derivados de la cumarina en la fracción no volátil del aceite.

A la máxima absorción que presentan los aceites esenciales cíclicos a determinada longitud de onda se le conoce como valor CD y se determina de la siguiente manera:

### 3.3.2.1 Determinación del valor CD de un aceite esencial de limón.<sup>98</sup>

#### 3.3.2.1.1 Principio.

Medir la absorción de una solución de aceite esencial de limón de concentración conocida entre 260 y 400 nm, empleando etanol como solución de referencia.

La longitud de absorción máxima del aceite esencial de limón es a  $315 \pm 3$  nm.

#### 3.3.2.1.2 Reactivos.

Etanol al 95% en Vol. para espectrofotometría UV.

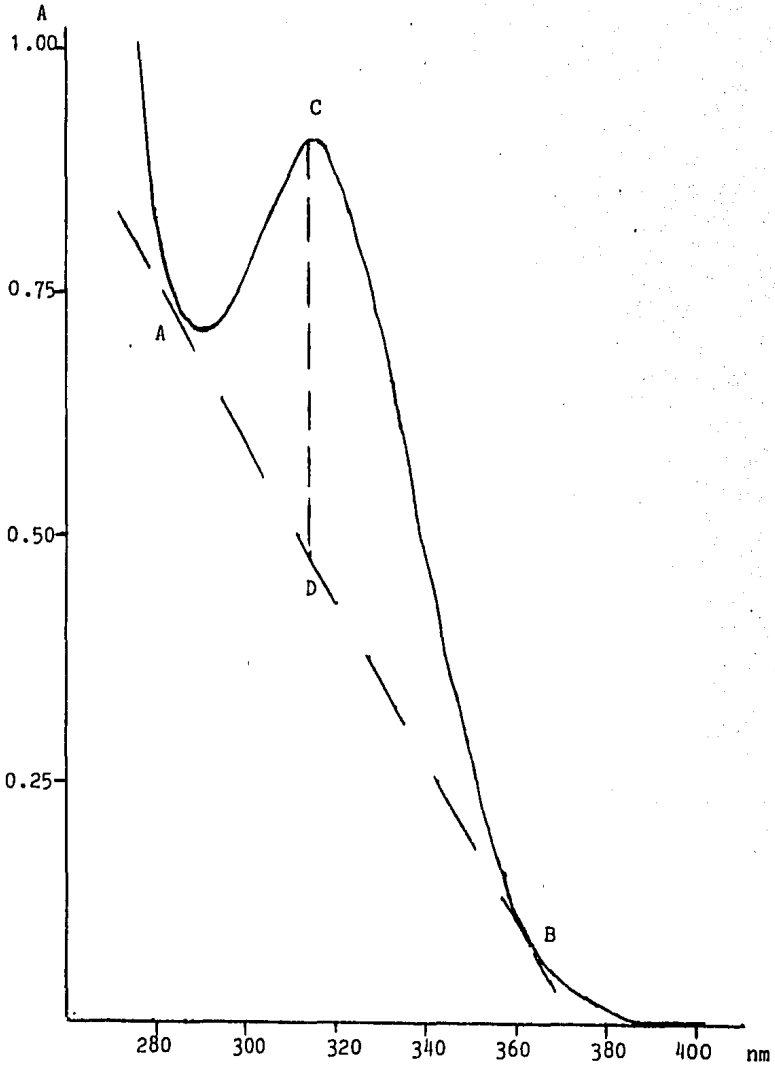
#### 3.3.2.1.3 Procedimiento.

Pesar exactamente 250 mg de aceite esencial en un matraz aforado de 100 ml. Completar a 100 ml con etanol. Correr el espectro entre 260 y 400 nm.

#### 3.3.2.1.4 Cálculos (ver la figura 3).

Trazar la tangente entre los puntos A (280 - 300 nm) y B (355 - 380 nm). Bajar la vertical del punto máximo C ( $315 \pm 3$  nm). Esta vertical corta la recta AB en D.

FIGURA Nº 3



Cálculo del valor CD a partir de un espectro de absorción UV.

Leer la absorbancia correspondiente al punto C y al del punto D. Sustraer la absorbancia D de la absorbancia C.

El resultado debe ser de, al menos 0.20; un valor menor haría suponer una adulteración.

### 3.3.3 Espectrofotometría infraroja (IR)

De todas las propiedades de un compuesto orgánico, la única -- que por sí misma da la mayor información acerca de la estructura del com puesto es su espectro infrarojo. La región infraroja está justamente -- más allá del final del rojo de la región visible y está comprendida en-- tre 2.5 y 15 micrones.

Una molécula constantemente está vibrando: sus enlaces se alar gan, se contraen y se doblan uno con respecto a otro. Los cambios en -- las vibraciones de una molécula son causados por la absorción de la luz infraroja, que es una luz de baja frecuencia, mayor longitud de onda y -- menor energía que la del espectro visible.

Una parte especial del espectro infrarojo se refiere ya sea -- por su longitud de onda o, preferentemente por su frecuencia. La longi- tud de onda se expresa en micrones. La frecuencia se expresa no en -- Hertz sino en números de onda,  $\text{cm}^{-1}$ ; el número de onda es simplemente el número de ondas por centímetro y es igual al recíproco de la longitud de onda en centímetros.

Al igual que un espectro de masas, un espectro infrarojo es una propiedad altamente característica de un compuesto orgánico y puede usar se para establecer su identidad o para revelar la estructura de un nuevo compuesto.

Dos sustancias que tengan idéntico espectro infrarojo son, en efecto, idénticos en muchas propiedades físicas diferentes y deben ser, casi seguramente, el mismo compuesto. Una región del espectro infrarojo se llama, apropiadamente, la región de la "huella digital".

El espectro infrarojo ayuda a revelar la estructura de un nuevo compuesto diciéndonos qué grupos funcionales están presentes o ausentes en la molécula. Un grupo particular de átomos da origen a las "bandas de absorción características"; es decir, un grupo particular absorbe luz de ciertas frecuencias que son casi las mismas compuesto a compuesto. Por ejemplo, el grupo  $-OH$  de los alcoholes absorbe fuertemente a los  $3200 - 3600 \text{ cm}^{-1}$ ; el grupo  $C=O$  de las cetonas a  $1710 \text{ cm}^{-1}$ ; el grupo  $C \equiv N$  a  $2250 \text{ cm}^{-1}$ ; el grupo  $-CH_3$  a  $1450$  y  $1375 \text{ cm}^{-1}$ .

En el control de calidad se utiliza por lo general, el método de comparar el espectro de las sustancias que se están ensayando contra los espectros de muestras de referencia, los cuales deben coincidir.

También es posible usar la espectroscopía infraroja para determinar cuantitativamente contenido de aldehídos alifáticos, de citral y de N-metilantranilato de metilo en los aceites esenciales de limón, de mandarina y de naranja exprimidos en frío.

### 3.3.4 Espectrofotometría en el rango visible.

Este tema se tratará en el inciso referente al análisis de las oleoresinas.

## 3.4 Métodos Cromatográficos.<sup>95, 99</sup>

El término "Cromatografía" cubre actualmente una variedad de -

técnicas de separación basadas en la participación de una muestra entre una fase móvil, que puede ser un gas o un líquido y una fase estacionaria, líquida o sólida.

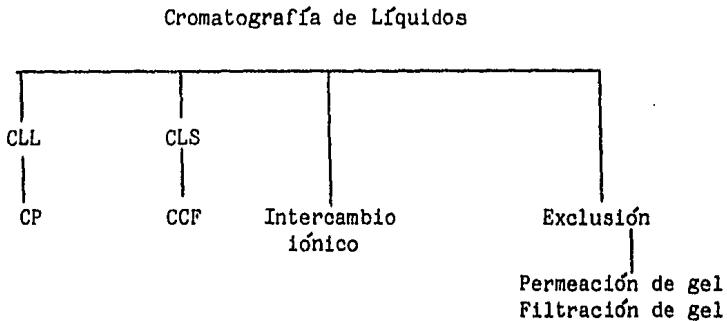
Todas las formas de cromatografía pueden definirse como procesos de migración diferencial en donde los componentes de la muestra son retenidos selectivamente por una fase estacionaria. La fase estacionaria puede ser un sólido activo o un líquido inmóvil. Las técnicas cromatográficas son esencialmente procesos de separación de los componentes de una mezcla, muchos de los cuales pueden cuantificarse.

#### 3.4.1 Tipos de Cromatografía.

La cromatografía se divide en dos ramas principales. Una rama es la Cromatografía de gases y otra la Cromatografía de líquidos.

La cromatografía de gases se subdivide en cromatografía gas-líquido (GLC) y en cromatografía gas-sólido (GSC), dependiendo de que la fase estacionaria sea un líquido o un sólido.

La cromatografía de líquidos se subdivide de la siguiente manera:



Donde:

- CLL = cromatografía líquido - líquido
- CLS = cromatografía líquido - sólido
- CP = cromatografía en papel
- CCF = cromatografía en capa fina

#### 3.4.1.1 Cromatografía Gas-Sólido (CGS)

La CGS está basada en las propiedades de adsorción de la fase estacionaria (un sólido) para separar las mezclas, principalmente gases. Las fases estacionarias más comunes son la gel de sílice, la criba molecular y el carbón activado.

#### 3.4.1.2 Cromatografía Gas-Líquido (CGL)

En la CGL, la fase líquida se esparce como una película delgada sobre un sólido inerte y el principio de la separación es el de partición de la muestra dentro y fuera de esta película líquida. La gran variedad de fases líquidas con temperaturas de uso hasta de 400°C hacen de la CGL la forma más versátil y selectiva de la cromatografía de gases. - Se emplea para analizar gases, líquidos y sólidos y es la técnica cromatográfica que más se utiliza en el Control de Calidad de los saborizantes en general.

#### 3.4.1.3 Cromatografía Líquido-Líquido (CLL)

La CLL es cromatografía de partición o cromatografía de solución. La muestra es retenida por partición entre el líquido móvil y el líquido estacionario. Aquí se requiere que la fase móvil no sea un solvente de la fase estacionaria. De hecho, se emplea a menudo el agua como fase estacionaria y los solventes orgánicos no solubles en agua como fase móvil. Como un subgrupo de la CLL, está la cromatografía en papel,

en la cual la fase estacionaria es agua, contenida en las fibras de celulosa.

#### 3.4.1.4 Cromatografía Líquido-Sólido (CLS)

La CLS es cromatografía de adsorción. Los adsorbentes como la gel de sílice, alúmina, o vidrio poroso se empaquen en una columna y los componentes de la mezcla son desplazados por la fase móvil. La cromatografía en capa fina se considera que es, esencialmente, CLS. Puede decirse que la columna es la placa de vidrio sobre la cual se extiende una película fina de gel de sílice. Esto todavía es cromatografía de adsorción.

#### 3.4.1.5 Cromatografía de Intercambio Iónico.

En este tipo de cromatografía se usan zeolitas y resinas sintéticas orgánicas e inorgánicas para efectuar separaciones cromatográficas por un intercambio de iones entre la muestra y las resinas. Los compuestos que tienen iones con diferentes afinidades hacia las resinas, pueden ser separados. El análisis de aminoácidos es quizá el más común, efectuado por intercambio iónico. También se analizan de esta manera los ácidos nucleicos.

#### 3.4.1.6 Cromatografía de Exclusión.

Es otra forma de cromatografía de líquidos. En este proceso se utiliza un gel uniforme, altamente poroso, no iónico, para separar compuestos de acuerdo a su tamaño molecular. Las moléculas pequeñas pueden entrar por la malla del polímero y quedarán retenidas, mientras que las grandes no pueden atravesar la malla del polímero y pasan rápidamente por la columna. El orden de elución entonces es: primero las moléculas grandes, enseguida las de tamaño intermedio y por último las más pe-

queñas.

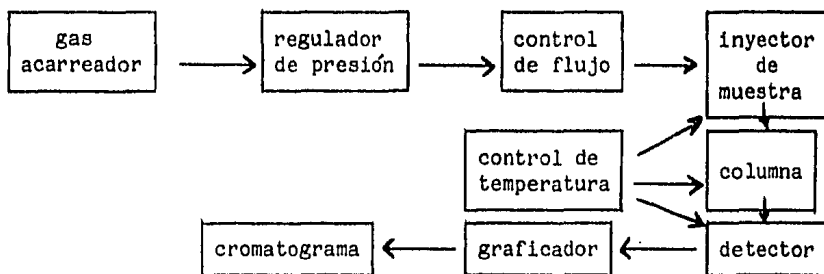
Como se mencionó anteriormente, la Cromatografía Gas-Líquido es la técnica analítica más empleada en el control de calidad de los saborizantes en general, por lo que se analizará un poco detalladamente -- desde el punto de vista práctico.

### 3.4.2 Equipo Cromatográfico de Gases.

Las partes principales de un cromatógrafo de gases son:

- a. cilindro de gas acarreador
- b. regulador de presión y control de flujo
- c. puerto de inyección (entrada de la muestra)
- d. columna
- e. detector
- f. graficador
- g. termostatos para el inyector, la columna y el detector.

Su funcionamiento se puede ver mediante el siguiente diagrama de bloques:



#### 3.4.2.1 Técnica.

En la CGL, la mezcla a separar es arrastrada a través de la columna por un gas inerte (gas acarreador) que puede ser Helio o Nitrógeno. La fase líquida retarda selectivamente los componentes de la muestra de



acuerdo con su coeficiente de distribución, hasta que forman bandas separadas en el gas acarreador, las cuales abandonan la columna junto con la corriente de gas y se registran en función del tiempo por un detector, - que puede ser de Conductividad Térmica o de Ionización de Flama.

Las ventajas de esta técnica son:

- a. La columna se regenera continuamente con el flujo del gas inerte.
- b. Generalmente, los componentes de la muestra se separan completamente y se mezclan únicamente con el gas inerte, resultando fácil su colección y determinación cuantitativa
- c. El tiempo de análisis es muy corto. Generalmente de 30 a 60 min.

Una desventaja es que algunos compuestos son fuertemente retenidos por la columna, o viajan muy lentamente o, en algunos casos no se mueven en lo absoluto. Esta dificultad puede resolverse empleando la programación de temperatura de la columna y aumentando el flujo del gas acarreador para disminuir el tiempo de elución.

#### 3.4.2.2 Resultados

Cuando se emplea un registrador con tira de papel, la gráfica que se obtiene de un análisis cromatográfico se llama "cromatograma". Usualmente el tiempo es la abscisa y los milivolts la ordenada. La figura Nº 4 ilustra un cromatograma típico.

#### 3.4.2.3 Detectores.

Los detectores más ampliamente usados en el análisis de los sa borizantes son el de Conductividad Térmica (DCT) y el de Ionización de Flama (DIF). El DCT emplea un filamento de tungsteno que se calienta al pasar por él una corriente eléctrica constante. El gas acarreador fluye

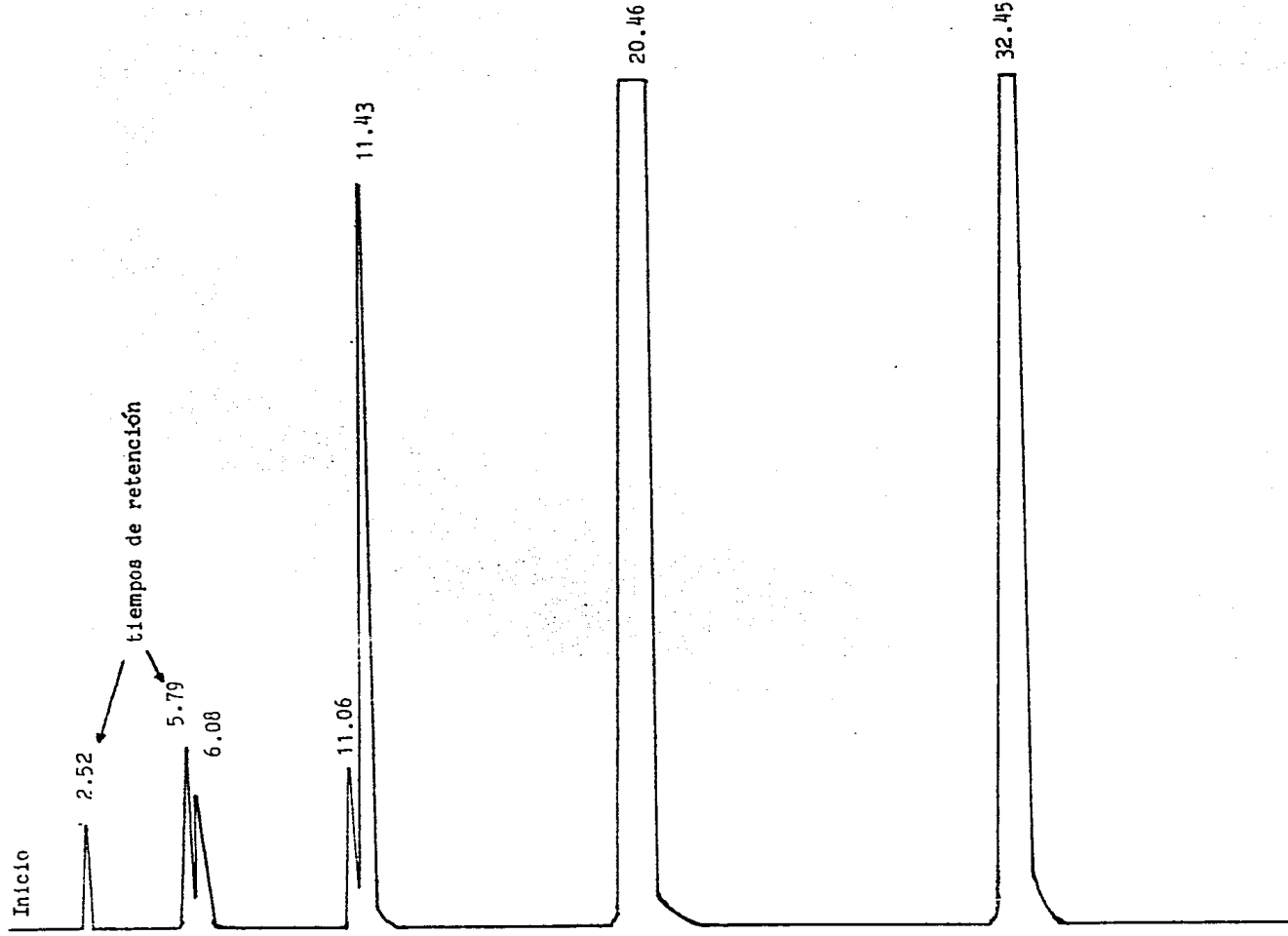


FIGURA No. 4 CROMATOGRAMA TIPICO

constantemente a través de este filamento y disipa calor a razón constante. Cuando las moléculas de la muestra mezcladas con el gas acarreador pasan a través del filamento caliente, se reduce la razón de pérdida de calor y aumenta la resistencia del filamento. Este cambio de resistencia es medido por un puente de Wheatstone y se conduce la señal amplificada a un registrador, donde aparece como un "pico". El principio de operación consiste en que la capacidad de conducir calor del filamento es una función del peso molecular del componente gasificado.

En el DIF se emplean aire e hidrógeno para producir la flama. Se coloca un electrodo colector con potencial de corriente directa sobre la flama y mide su conductividad. Al fluir la mezcla gaseosa de la columna y llegar al detector, se quema con la flama. Los iones formados en la flama son colectados por el electrodo, disminuyendo su resistencia y originando un flujo de corriente eléctrica que se amplifica y se envía al registrador en donde la señal aparece en forma de "pico".

#### 3.4.2.4 Columnas y Condiciones de Análisis.

1. Las columnas cromatográficas empleadas para el análisis de los saborizantes en general, tienen las siguientes características:

- a. Material de la columna: acero inoxidable
  - Longitud: de 10' a 12' ó 3m
  - Diámetros: externo 0.125" ó 3.18 mm  
interno de 0.101" a 0.085" ó de 2.57 a 2.16 mm
- b. Sustrato (Fase líquida):
  - Para la Columna Polar Carbowax 20M<sup>(R)</sup>
  - Para la Columna no Polar OV - 101<sup>(R)</sup>
- c. Concentración del sustrato: de 2% a 10% en peso

d. Soporte sólido: Chromosorb W G H P 80/120

e. Densidad de empaque: Al menos 0.24 g/cc.

2. Gas Acarreador: Helio cuando se trabaja con el Detector -  
de Conductividad Térmica.

Flujo: de 25 a 50 ml/min.

Nitrógeno cuando se utiliza el Detector de ionización de Flama: de 20 a  
30 ml/min.

### 3. Condiciones Analíticas:

a. Temperatura de la columna: isotérmico o con programación de tempera-  
tura.

#### 1. Columna Polar:

Temperatura inicial: 75°C mínimo  
Temperatura final: 225°C máximo  
Incremento de temp.: de 2°C a 8°C/min.

#### 2. Columna no Polar:

Temperatura inicial: 75°C mínimo  
Temperatura final: 275°C máximo  
Incremento de temp.: de 2°C a 8°C/min.

b. Temperatura de entrada: de 225 a 250°C

c. Tamaño de la muestra: de 0.1 a 1 microlitro

d. El tamaño de la muestra y la atenuación deben ajustarse para produ-  
una deflexión de aproximadamente la mitad de la escala para un compo-  
nente de 5%.

Las condiciones analíticas antes mencionadas pueden modificarse  
un poco, dependiendo de los requerimientos del producto que se desea ana-  
lizar.

Es conveniente poner particular atención a los siguientes pun-  
tos:

1. En la estabilidad de la línea de base, regreso a la línea de base an-  
tes y después de cada pico de interés y un uso mínimo de la atenua--

ción del registrador.

2. En cualquier incompatibilidad entre el componente sensitivo de una muestra y el soporte de la columna, sustrato líquido o material de construcción.
3. La actividad de la columna y sus parámetros de resolución deben de probarse periódicamente usando una mezcla de prueba con la siguiente composición en por ciento en peso:

alcohol bencílico	5%
alcohol feniletílico	10%
acetofenona	15%
linalool	25%
hidroxicitronelal	45%

La composición cuantitativa de la muestra determinada por normalización de área, (factor de respuesta igual a 1) no debe desviarse de la composición en por ciento en peso en más de un diez por ciento de error relativo. Las pérdidas debidas a la actividad de la columna se apreciarán especialmente en la cuantificación del alcohol bencílico y de la acetofenona.

4. En la respuesta de los detectores para diferentes componentes. Debido a que pueden encontrarse errores apreciables al correlacionar el por ciento de área directamente en por ciento en peso, deben conocerse los métodos para calcular los factores de respuesta.

#### 3.4.2.5 Cálculos y Métodos para Determinar el Area del Pico.

1. Altura del pico por ancho.

Este es el método más comúnmente usado. Cada pico es tratado como un triángulo y su área se calcula multiplicando la altura del pico por su ancho. Para determinar el porcentaje del componente individual, se multiplica el área individual por 100 y se divide entre la suma total de las áreas (área total). Este método se conoce como Normalización de Areas.

La altura del pico se define como la altura medida desde la línea de base hasta su cima, multiplicada por la atenuación.

La anchura del pico se define como el ancho del pico, medido a la mitad de su altura.

2. Integración Automática.

## 2. Integración Automática.

El cromatógrafo moderno cuenta con integradores automáticos que calculan el área total bajo cada pico. Se suman todas las áreas y cada área individual se multiplica por 100 y se divide entre el área total para obtener el porcentaje de área de cada componente.

## 3. Estándar interno.

Los resultados obtenidos usando el método anterior, están basados en la suposición de que la muestra ha eluído en su totalidad y que los picos de todos los componentes se han incluido en los cálculos. Serán erróneos los resultados si cualquier parte de la mezcla no eluye o si no se consideran todos los picos. En tales casos y en todos los métodos descritos anteriormente, puede usarse el método del Estándar Interno para determinar los porcentajes basados en el total de la mezcla. Para este método se requieren mediciones de los picos de los componentes que están siendo ensayados y del estándar interno. Se prepara una mezcla cuidadosamente pesada del estándar interno con la muestra y se cromatografía. Se calculan las razones de las áreas y los porcentajes de los componentes con el área y porcentaje del estándar interno.

$$\frac{\% \text{ del componente en la mezcla}}{\% \text{ de estándar interno en la mezcla}} = \frac{\text{Area del componente}}{\text{Area del Estándar Interno}}$$

ó

$$\% \text{ Componente en la mezcla} = \% \text{ Estándar Interno} \times \frac{\text{Area del Componente}}{\text{Area del Estándar Interno}}$$

$$\% \text{ Componente en la muestra} = \frac{\% \text{ Componente en la mezcla}}{\% \text{ muestra en la mezcla}} \times 100$$

Lo anterior supone que las razones de peso del componente con el peso del estándar interno son exactamente proporcionales a la razón de áreas de sus picos y que no se necesita un factor de corrección.

El estándar interno debe tener las siguientes características:

- a. Su respuesta al detector debe ser similar a las de los componentes que se van a cuantificar.

En general, entre más parecida sea la estructura química del componente y del estándar, sus respuestas serán más parecidas.

- b. Su tiempo de retención debe ser cercano al del componente, pero no idéntico.
- c. Su tiempo de elución debe ser diferente al de cualquier otro componente de la mezcla, de tal manera que su pico no se sobreponga con ningún otro.

Se cromatografía primero la muestra sola para determinar si el estándar interno podría enmascarar cualquier componente por superposición de picos. Si no hay interferencia, se prepara una mezcla de la muestra con el estándar interno con la relación de peso especificada en la monografía y se calculan los porcentajes del estándar interno y de la mezcla. Se cromatografía la mezcla y se calculan las áreas -- del pico del componente y del estándar interno con alguno de los métodos mencionados anteriormente.

Si se requiere calibración, deben prepararse mezclas de estándar interno y de componente con una pureza de 100% o una pureza conocida. Usualmente se requieren tres mezclas.

La razón en peso de la primera, se elige de tal manera que las alturas del componente y del estándar son iguales. Las razones de las otras dos pueden ser 2 tercios y 4 tercios de este valor. Cada mezcla debe cromatografiarse al menos tres veces, calculándose las áreas respectivas. Se calcula el factor como sigue a continuación y se toma el promedio para cada mezcla. La calibración debe efectuarse periódicamente.

$$4. \text{ Factor} = \frac{\text{Peso Componente} \times \% \text{ Pureza}}{\text{Peso Estándar Interno} \times \% \text{ Pureza}} \times \frac{\text{Área Estándar Interior}}{\text{Área Componente}}$$

$$5. \% \text{ Componente en la Mezcla de la Muestra} = \frac{\text{Área Componente} \times \text{Factor} \times \text{Est. Int. en Mezcla de Muestra}}{\text{Área de Estándar Interno}}$$

$$6. \% \text{ Componente en la Muestra} = \frac{\% \text{ Componente en la Mezcla de la Muestra} \times 100}{\% \text{ de Muestra en la Mezcla de la Muestra}}$$

### 3.4.3 Análisis de Aceites Esenciales y Sustancias Aromatizantes Artificiales y Sintéticas por Cromatografía de Gases.<sup>83</sup>

La cromatografía de gases es una herramienta muy útil en el análisis de los saborizantes en general, debido a la rapidez con que obtienen los resultados. Sin embargo, dichos resultados deben tomarse solamente como un dato más que, junto con los demás obtenidos en las pruebas físico-químicas, ayude a evaluar la calidad de un producto.

Los aceites esenciales generalmente se cromatografían en las mismas condiciones en que se ha corrido una muestra de referencia (misma temperatura inicial, programa de temperatura, columna, detector, temperatura final, cantidad de muestra inyectada y flujo de gas acarreador). En el cálculo de las áreas de los picos de los cromatogramas de aceites esenciales se utiliza generalmente el método de Normalización de Areas.

El cromatograma obtenido se compara con el de la muestra de referencia o con el que incluya la monografía y estos deben coincidir tanto en la cantidad de picos principales como en su porcentaje. Cualquier diferencia notable en la calidad y la cantidad de los componentes, supondría un producto de mala calidad, quizás un producto adulterado.

La cromatografía de gases es muy útil para detectar las adulteraciones de la menta "piperita", de alto precio en el mercado, con menta "arvensis", cuyo precio es inferior.<sup>47, 69</sup>

Las sustancias aromáticas sintéticas o artificiales susceptibles de cromatografiarse, también deben analizarse en las mismas condiciones en que se ha corrido una muestra de referencia, o en las condiciones que indique la monografía. En estos productos debe tomarse en cuenta



ta la cantidad del producto principal, la de los isómeros, si los tiene, y la relación entre estos. En general el cromatograma de un saborizante sintético o artificial debe coincidir con el de la referencia.

#### 4. Especificaciones y Monografías

Todos los productos naturales, idénticos a los naturales y algunos artificiales que se utilizan como saborizantes, tienen especificaciones internacionales, contenidas, entre otras publicaciones en el "Food - Chemicals Codex"<sup>79</sup>, el "EOA Book of Standards and Specifications"<sup>80</sup> y la "US Pharmacopeia"<sup>81</sup>, principalmente.

El "Food Chemicals Codex" contiene monografías de productos -- que se utilizan como saborizantes y de sustancias que se emplean como -- aditivos alimentarios.

La "US Pharmacopeia" contiene monografías de productos farmacéuticos principalmente y algunos saborizantes y aditivos alimentarios.

El "EOA Book of Standards and Specifications" incluye monografías tanto de saborizantes como de productos empleados en perfumería.

Las monografías dadas en las tres publicaciones para un mismo producto, generalmente coinciden en todos sus puntos.

Dichas monografías contienen la siguiente información:

Descripción del producto, en donde se menciona su origen, sus propiedades físicas (color, solubilidad), y sus cualidades organolépticas (olor y sabor).

Requerimientos. Aquí se menciona el procedimiento de identificación del producto (químico o espectrofotométrico), así como los rangos que deba cumplir en cuanto a ensayo, gravedad específica, índice de refracción, rotación óptica, valor CD, solubilidad en alcohol, valor ácido, número de éster, etc.

Pruebas. Se indican en esta sección de la monografía los métodos y procedimientos analíticos que se deben emplear para determinar lo mencionado en los Requerimientos.

#### 4.1 Ejemplo de una Monografía.

A manera de ejemplo, se transcribirá a continuación la monografía del Aceite Esencial de Naranja Exprimida en Frío.

#### DESCRIPCION

Es el aceite volátil que se obtiene por expresión, sin el empleo de calor, a partir del fruto maduro de "Citrus sinensis" L. Osbeck, (Fam. "Rutaceae"). Es un líquido de color intensamente amarillo, naranja o naranja profundo que tiene el olor y gusto de la parte exterior de la cáscara fresca de la naranja dulce. Es miscible con alcohol deshidratado y con disulfuro de carbono. Es soluble en ácido acético glacial. Puede contener un antioxidante adecuado.

Nota: No debe usarse un aceite de naranja dulce que tenga olor a turpentina.

#### REQUERIMIENTOS

Identificación. El espectro de absorción infraroja de la muestra

tra debe exhibir los máximos relativos (pueden variar en intensidad) a -- las mismas longitudes de onda (o frecuencias) que los que exhibe el espectro de la muestra de referencia, usando las mismas condiciones de prueba.

Ensayo. No menos de 1.2% y no más de 2.5% de aldehídos, calculados como aldehído cecílico ( $C_{10}H_{20}O$ ).

Rotación óptica. Entre  $+94^{\circ}$  y  $+99^{\circ}$

Índice de refracción. Entre 1.472 y 1.474 a  $20^{\circ}C$

Gravedad específica. Entre 0.842 y 0.846 a  $25^{\circ}C$

Valor CD. Tipo California: no menos de 0.13;  
Tipo Florida: no menos de 0.240

Arsénico (como As). No más de 3 ppm

Metales Pesados (como Pb). No más de 0.004%

Plomo. No más de 10 ppm.

#### PRUEBAS

Ensayo. Pesar exactamente 10 ml de muestra y proceda como se indica en Determinación de Aldehídos y Cetonas - Método de la hidroxilamina/alcohol terbutílico. Dejar reposar la mezcla 15 min. con agitación ocasional antes de titular y usar 156.280 como equivalente en los cálculos.

Rotación óptica. Determinése en un tubo de 100 mm conforme al método.

Índice de refracción. Determinése con un refractómetro Abbé u otro de igual o mayor exactitud.

Gravedad específica. Determinélese por cualquier método confiable.

Valor CD. Proceda como se indica en "Determinación del Valor CD en Aceites Cítricos", usando 250 mg de muestra exactamente pesados. - La absorbancia máxima ocurre a los  $330 \pm 3$  nm.

5. Procedimientos Analíticos Empleados para la Evaluación de las -- Oleoresinas.

Como ya se ha mencionado, las oleoresinas son los productos obtenidos por la extracción de plantas con la ayuda de diversos solventes - que posteriormente son eliminados. Las oleoresinas así obtenidas están - constituidas de aceites esenciales y de otros compuestos solubles en el - solvente de extracción, en particular de materiales resinosos. Las principales oleoresinas utilizadas como saborizantes son las que se preparan a partir:

- a. De frutos, de granos o de sus partes: anís, apio, cardamomo, cilantro, comino, chiles, eneldo, macia, nuez moscada, paprika, perejil, pimienta negra, pimienta de cayena, pimienta y vainilla.
- b. De hierbas: albahaca, mejorana, orégano, salvia y tomillo.
- c. De cortezas: canela de Ceylán y canela de China.
- d. De rizomas: cúrcuma y jengibre.
- e. De partes florales: clavo.

La evaluación de las oleoresinas está basada principalmente en las siguientes investigaciones:

1. Cuantificación del contenido de aceite esencial por arrastre con vapor de agua, en todas las oleoresinas, excepto las de chiles y paprika.

- a. Medición de los índices físicos y químicos del aceite esencial -- extraído.
  - b. Cuantificación de los constituyentes característicos del aceite esencial extraído.
  - c. Examen comparativo del aceite por cromatografía de gases. La comparación debe hacerse en relación con un aceite esencial obtenido a partir de una oleoresina extraída en las mismas condiciones, en particular extraída con el mismo solvente y en las mismas condiciones de maceración.
2. Investigación y cuantificación de solventes residuales por cromatografía de gases, en todas las oleoresinas.
  3. Valor de Color, en las oleoresinas de Capsicum (chiles) y Paprika.
  4. Determinación de Curcumina en la oleoresina de cúrcuma.
  5. Determinación de Piperina en la oleoresina de Pimienta Negra y
  6. Determinación de Capsaicina en las oleoresinas de Capsicum (chiles).

#### 5.1 Cuantificación del contenido de aceite volátil.

Método Clevenger.

##### Procedimiento:

Pesar suficiente cantidad de oleoresina (para obtener aproximadamente 5 ml de aceite) en un matraz de 500 ml. Añadir 250 ml de agua, - piedras de ebullición o una barra de agitación magnética. Colocar una -- trampa Clevenger y reflujar durante 6 horas o hasta que no se colecte más aceite volátil. Enfriar a temperatura ambiente. Leer el volumen de aceite colectado en la trampa y calcular el porcentaje (VP) de aceite volátil en la muestra con la fórmula  $100 \times (V/P)$ , donde V es el volumen de aceite volátil colectado y P es el peso de la muestra en gramos. En la figura 5 se observa el aparato empleado.

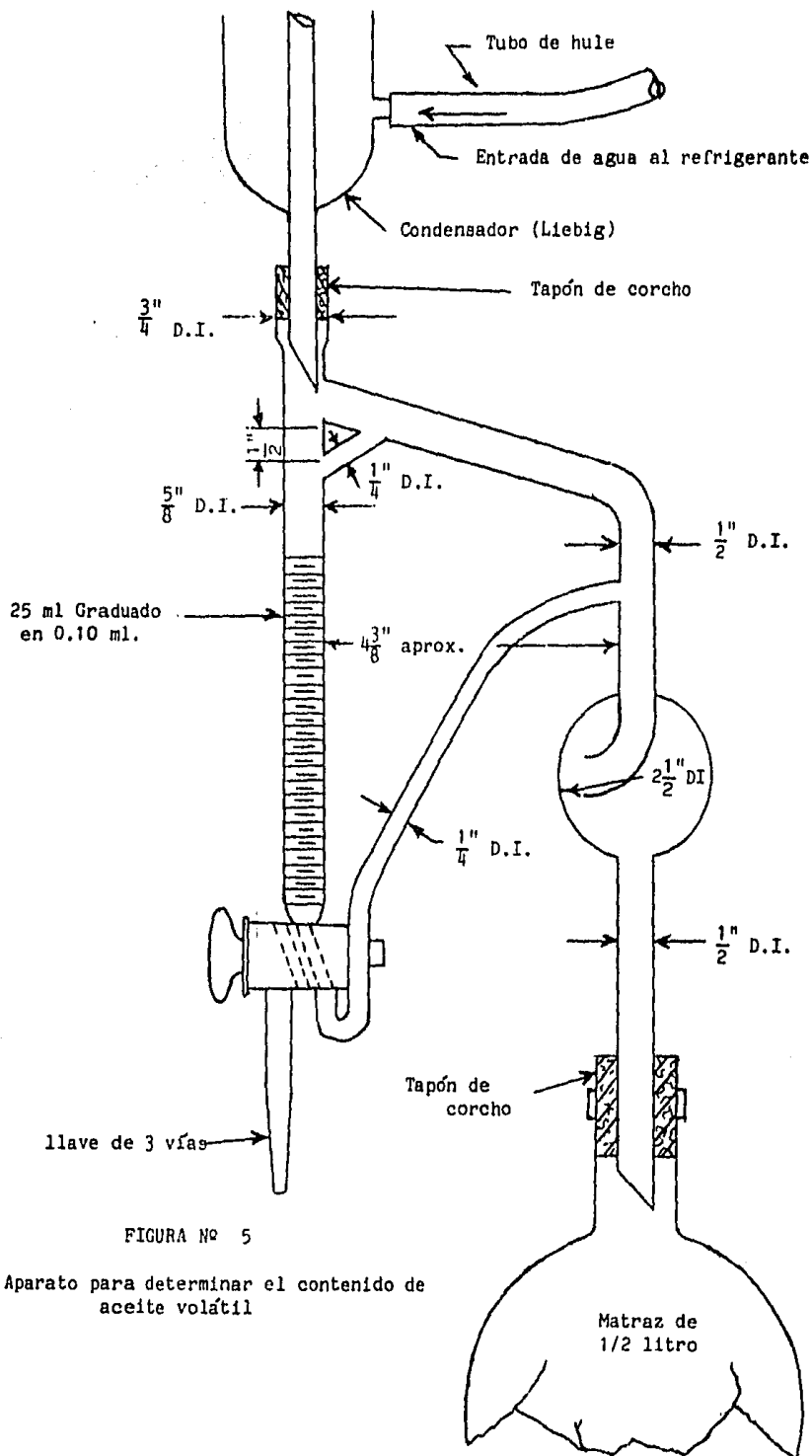


FIGURA Nº 5

Aparato para determinar el contenido de aceite volátil

En el caso de las oleoresinas de Canela, Clavo y Pimiento - - (Allspice), en las que se obtienen fracciones de aceite más ligeras y más pesadas que el agua, extraer de la trampa y pasar a un matraz de Cassia - de 100 ml y añadir NaCl al matraz para elevar el nivel del aceite a la -- porción graduada del matraz.

El aceite puede ser separado y secado para examinar sus propiedades con los métodos mencionados anteriormente en este capítulo.

## 5.2 Determinación de solventes residuales en las oleoresinas.

Este procedimiento es para la determinación de acetona, cloruro de metileno, dicloruro de etileno, hexano, isopropanol, metanol y tricloroetileno como solventes residuales en las oleoresinas. Para el cálculo de la cantidad de solvente residual se emplea el método de Estandarización Interna.

### 5.2.1 Equipo y Materiales.

1. Aparato de destilación. Se puede usar el mismo aparato diseñado para la determinación de aceites volátiles.
2. Tolueno. El tolueno usado en este procedimiento no debe contener ninguno de los solventes determinados por este método. La pureza del tolueno puede determinarse por cromatografía de gases, empleando cualquiera de las siguientes columnas: (1) 17% en peso de Ucon 75-H- -- 90,000 sobre Chromosorb W 35/80 mallas; (2) 20% Ucon LB-135 sobre - Chromosorb W 35/80 mallas; (3) 15% Ucon LB-1715 sobre Chromosorb W 60/80 mallas ó (4) Porapak Q 50/60 mallas. Seguir las condiciones - descritas en el Procedimiento y inyectar la misma cantidad de tolueno que se inyectará en el análisis de los solventes. Si existen impurezas que puedan interferir con la prueba, aparecerán como picos que salen antes del pico de tolueno y deben removerse por destilación fraccionada.

3. Benceno. El benceno usado para este análisis debe estar libre de impurezas interferentes. La pureza puede determinarse de la misma manera que el tolueno.
4. Detergente y antiespumante. Son necesarios para evitar que se forme espuma durante la extracción del solvente.
5. Solución de Referencia A. Preparar una solución de 2500 ppm de benceno en tolueno. Si el tolueno disponible contiene benceno como única impureza, puede determinarse su nivel por cromatografía de gases y entonces añadir suficiente benceno para alcanzar el nivel de 2500 ppm.
6. Solución de Referencia B. Preparar una solución que contenga 0.63% V/P de acetona en agua.

#### 5.2.2 Preparación de la muestra.

1. Método A (todos los solventes excepto metanol). Colocar 50g de la oleoresina, 1.0 ml de Solución de Referencia A, 10g de sulfato de sodio anhidro, 50 ml de agua y una pequeña porción de detergente y antiespumante en un matraz de fondo redondo de 250 ml con cuello esmerilado de 24/40. Anexar a la cabeza de destilación a un condensador de agua fría de 400 mm y a un receptor y coleccionar 15 ml del destilado. Agregar 15g de carbonato de potasio al destilado, enfriar mientras se agita y dejar separar las fases. Extraer la capa acuosa para usarla en el Método B.
2. Método B (únicamente metanol). Colocar la capa acuosa obtenida del Método A en un matraz de destilación de fondo redondo de 50 ml con cuello esmerilado 24/40; añadir unas piedras de ebullición y 1.0 ml de la Solución de Referencia B y coleccionar aproximadamente 1 ml del destilado, el cual contendrá el metanol de la muestra, junto con la acetona como estándar interno. El destilado se usa en el Procedimiento.

#### 5.2.3 Procedimiento.

Emplear un cromatógrafo equipado con detector de conductividad térmica. Bajo condiciones típicas, el instrumento tiene una columna de --



1/4" d.e. x 6 a 8 pies de longitud, mantenida isotérmicamente entre 70° y 80°C. El flujo del gas acarreador es de 50 a 80 ml por minuto y el tamaño de la muestra es de 15 a 20 microlitros. La columna seleccionada depende de los componentes que se van a analizar y, en cierto modo, de la preferencia del analista. Las columnas 1, 2, 3 y 4 descritas en el punto 2 del inciso 5.2.1 pueden usarse como sigue: (1) Esta columna separa acetona y metanol de la solución acuosa. Puede usarse para la separación y análisis de acetona, hexano y tricloroetileno en la capa de tolueno del Método A. El orden de elución es acetona, metanol y agua o hexano, acetona, isopropanol más cloruro de metileno, benceno, tricloroetileno y dicloruro de etileno más tolueno. (2) Esta columna separa cloruro de metileno e isopropanol y dicloruro de etileno. El orden de elución es hexano más acetona, cloruro de metileno, isopropanol, benceno, dicloruro de etileno, tricloroetileno y tolueno. (3) Esta es la mejor columna de propósito universal, excepto para la determinación de metanol. El orden de elución es hexano, acetona, benceno, dicloruro de etileno y tolueno. (4) Esta columna se usa para la determinación de metanol, el cual eluye justamente después que el agua.

#### 5.2.4 Calibración.

Determinar la respuesta del detector para razones conocidas de solventes inyectando mezclas conocidas de solventes y benceno en tolueno. Los niveles de los solventes y el benceno en tolueno deben ser de la misma magnitud en que estarán presentes en la muestra de análisis.

Calcular las áreas de los solventes con respecto a benceno y entonces calcular el factor de calibración F, como sigue:

$$F(\text{solvente}) = \frac{\% \text{ en peso solvente}}{\% \text{ en peso benceno}} \times \frac{\text{área benceno}}{\text{área solvente}}$$

La recuperación de los diferentes solventes de la muestra de oleoresina con respecto a la recuperación de benceno, es como sigue:

hexano	52%	tricloroetileno	113%
acetona	85%	dicloruro de etileno	102%
isopropanol	100%	metanol	87%
cloruro de metileno	87.5%		

### 5.2.5 Cálculos.

Calcular las partes por millón (ppm) de solvente residual (excepto metanol) con la fórmula:

$$\text{solvente residual} = \frac{43.4 \times F(\text{solvente}) \times 100}{\% \text{ de recuperación del solvente}} \times \frac{\text{área solvente}}{\text{área benceno}}$$

en la cual 43.4 son las ppm de benceno como estándar interno, relacionados a los 50g de la muestra de oleoresina tomados para el análisis.

Calcular las ppm de solvente residual metanol con la fórmula:

$$\text{Metanol} = \frac{100 \times F(\text{metanol})}{0.87} \times \frac{\text{área metanol}}{\text{área acetona}}$$

en donde 100 son las ppm de acetona como estándar interno, relacionadas a la muestra de 50g de la oleoresina tomada para el análisis.

## 5.3 Valor de color en las oleoresinas de Capsicum y Paprika.

### 5.3.1 Aparatos.

- Spectrofotómetro UV-VIS o Colorímetro
- Celdas de absorción de 1 cm de espesor

- c. Filtro estándar de vidrio
- d. Matraces volumétricos de 100 ml con tapón esmerilado
- e. Pipetas graduadas de 10 ml

#### 5.3.2 Preparación de la muestra.

Transferir de 70 a 100 mg de muestra, previamente uniformizada por agitación y exactamente pesada, a un matraz aforado de 100 ml; disolver en acetona R.A., aforar hasta la marca con la acetona y mezclar perfectamente. Dejar reposar la solución durante 2 min. y entonces pipetear 10 ml a un segundo matraz aforado, diluir con acetona hasta la marca y --mezclar.

#### 5.3.3 Procedimiento.

Determinar la absorbancia de la muestra preparada a una longitud de onda de 460 nm, usando acetona como blanco. Anotar el valor obtenido como As. De la misma manera, determinar la absorbancia de un Filtro de Vidrio NBS Nº 2030 y registrar el valor obtenido como Af. El rango de valores de absorbancia recomendado está entre 0.30 y 0.70. Las soluciones que tengan absorbancias mayores que 0.70, deben diluirse con acetona a la mitad de la concentración original y aquellas que tengan absorbancias menores que 0.30 deben descartarse y preparar una muestra mayor. Deben hacerse los ajustes apropiados en el peso de la muestra (P) usado en los cálculos.

#### 5.3.4 Cálculos.

Determinar el factor de corrección del instrumento, F, con la fórmula  $A_n/A_f$ , en donde  $A_n$  es la absorbancia del filtro establecida por la N.B.S. ("National Bureau of Standards"). Calcular el valor de color -

de la muestra con la fórmula:

$$(As \times 164 \times F)/P$$

#### 5.4 Determinación del Contenido de Curcumina en la Oleoresina de Cúrcumá.

##### 5.4.1 Equipo.

- a. Un espectrofotómetro adecuado, preferentemente de doble haz, capaz de registrar absorbancia en las longitudes de onda de 420 a 425 nm.
- b. Un par de celdas de cuarzo de 1 cm de espesor.
- c. Matraces aforados de 50 y 100 ml.

##### 5.4.2 Procedimiento.

###### 1. Preparación de la muestra.

Pesar exactamente aproximadamente 0.250g de la oleoresina bien mezclada en un matraz volumétrico de 100 ml, registrando el peso como "p" en mg. Añadir suficiente acetona y agitar hasta disolver totalmente la muestra. Aforar y mezclar perfectamente. Pipetear 1 ml de la solución a un matraz volumétrico de 100 ml, aforar hasta la marca con acetona y mezclar. Pipetear 5 ml de esta solución a un matraz volumétrico de 50 ml, aforar a al marca con acetona y mezclar. Leer la absorbancia (Au) de esta solución a una longitud de onda de 420-422 nm. usando acetona como - - blanco.

###### 2. Preparación del Estándar.

Transferir aproximadamente .250g de curcumina pura, exactamente pesados a un matraz volumétrico de 100 ml y registrar el peso como "p" en mg. Disolver con acetona, diluir hasta la marca y mezclar. Pipetear

1 ml de esta solución a un segundo matraz volumétrico de 100 ml, aforar con acetona y mezclar. Finalmente, pipetear 5 ml de la solución a un matraz volumétrico de 50 ml, aforar con acetona y mezclar.

3. Determinar la absorbancia de cada solución en celdas de 1 cm de espesor a la longitud de onda de máxima absorción, a los 421-422 nm, aproximadamente, usando acetona como blanco. Ambas determinaciones deben hacerse lo más rápidamente posible para evitar pérdidas de color.

4. Calcular el porcentaje de curcumina en la muestra con la fórmula:

$$\% \text{ curcumina} = 100 \times \frac{P}{p} \times \frac{Au}{As}$$

## 5.5 Determinación de Piperina en la Oleoresina de Pimienta Negra.

### 5.5.1 Método Kjeldahl.

#### 1. Procedimiento.

Pesar exactamente 1g de la muestra de oleoresina de Pimienta Negra y transferirlo a un matraz Kjeldahl de 800 ml. Añadir 0.65g de Hg metálico, 17g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 25 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado (93-98%) y unas cuantas piedras de ebullición. Colocar el matraz en posición inclinada y calentar suavemente hasta que cese la formación de espuma (si es necesario, añadir una pequeña cantidad de parafina para reducirla); hervir vigorosamente hasta que la solución sea clara y continuar la ebullición durante 1 hora más. Enfriar y agregar 250 ml de agua y agitar bien para disolver los sulfatos; añadir 50 ml de  $\text{Na}_2\text{S}$  (40 g/l) para precipitar el Hg. Agregar entonces 80 ml de solución acuosa de NaOH (450 g/l) y conectar rápidamente a un condensador. Sin agitación, destilar al menos 150 ml y colec-

tarlos en un matraz erlenmeyer de 500 ml conteniendo 50.0 ml de HCl 0.1N y aprox. 100 ml de agua. Asegurarse de que el final del condensador quede totalmente inmerso en la solución valorada de ácido clorhídrico. Titular el exceso de HCl con NaOH 0.1N usando rojo de metilo como indicador - (1 g/200 ml etanol) hasta que vire a color amarillo.

El matraz Kjeldahl usado en la digestión debe ajustarse con un tapón de hule a través del cual pasa el extremo inferior de una trampa para evitar que el hidróxido de sodio sea acarreado durante la destilación. Conectar el extremo superior de la trampa al condensador con un tubo de hule.

### 3. Cálculos.

Calcular el % de Nitrógeno total, usando la fórmula:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{0.1401 \text{ (ml HCl 0.1N consumidos)}}{\text{peso de la muestra}}$$

Calcular el % de Piperina usando la fórmula:

$$\% \text{ Piperina} = \frac{2.851 \text{ (ml HCl 0.1N consumidos)}}{\text{peso de la muestra}}$$

$$\text{ml HCl 0.1N usados} = (\text{ml blanco} - \text{ml muestra}) \times \text{factor HCl}$$

### 5.5.2 Método Instrumental.

#### 1. Aparatos.

Espectrofotómetro UV (270 a 400 nm)

2. Reactivos: piperina (p.f. = 129-130°C) purificada por cristalizaciones repetidas de isopropanol. Solvente: dicloruro de etileno.

3. Calibración: Preparar una gráfica de concentración contra absorbancia de 4 a 5 soluciones de piperina, en el rango de 0 a 1 mg de piperina por 100 ml de dicloruro de etileno, usando celdas de 1 cm de espesor. Graficar la absorbancia a 341-342 nm vs concentración de piperina en mg/100 ml.

#### 4. Preparación de la Muestra.

Calentar una porción de muestra de oleoresina a 100°C en un baño de vapor o en un horno (no en un plato caliente), mezclar bien con un agitador de vidrio y transferir 100 mg exactamente pesados a un matraz volumétrico de 100 ml. Disolver en dicloruro de etileno, aforar hasta la marca con dicloruro de etileno y mezclar. Pipetear 1.0 ml de esta solución a un segundo matraz volumétrico de 100 ml, diluir hasta la marca con cloruro de etileno y mezclar.

5. Determinación. Determinar la absorbancia de la última solución a una longitud de onda de 341-342 nm, usando dicloruro de etileno como blanco.

6. Cálculos. A partir de la curva estándar, determinar la concentración de piperina de la última solución efectuada "Preparación de la Muestra", registrando su valor como C, en mg/100 ml. Calcular el porcentaje de piperina en la muestra con la fórmula:

$$\% \text{ piperina} = 100 (100 \text{ c/p}),$$

en donde p es el peso de la muestra en mg.

#### 5.6 Determinación de Capsaicina en las Oleoresinas de Capsicum (chiles).

1. Instrumento: Espectrofotómetro UV.
2. Reactivos: Capsaicina purificada. Dicloruro de etileno - R.A.
3. Calibración: Preparar una gráfica de concentración vs. absorbancia de 4 ó 5 soluciones de capsaicina, en el rango de 0 a 10 mg/100 ml. Usar dicloruro de etileno como solvente de referencia y celdas de sílice de 1 cm de espesor. Correr el espectro desde 250 nm hasta 320 nm. Trazar una línea de base tangente a los mínimos de absorbancia (a -- 260 nm y a 255 nm). Medir la absorbancia de la altura del pico (280 nm) a la línea de base.
4. Determinación. Pesar de 20 a 50 mg de muestra en un ma--- traz volumétrico de 100 ml, disolver con dicloruro de etileno, diluir has ta la marca con dicloruro de etileno y analizar inmediatamente, barrien- do desde 255 nm a 320 nm. Trazar una línea de base tangente a los míni-- mos de absorbancia y calcular la absorbancia a la longitud de onda de 280 nm, midiendo la altura del pico a la línea de base.
5. Cálculos: Determinar la concentración de capsaicina en mg/100 ml a partir de la gráfica.

$$\% \text{ capsaicina} = \frac{(\text{capsaicina mg/100 ml}) \times 100}{\text{peso de la muestra mg/100 ml}}$$

#### 5.6.1 Otros métodos.

Existen otros métodos para la determinación de la capsaicina, entre otros, por cromatografía de gases<sup>87</sup> y por cromatografía en papel<sup>88</sup>.



## VIII. CONCLUSIONES

1. En este trabajo se presenta una revisión general de los saborizantes empleados en los alimentos, sin comentar sus cualidades o desventajas como tales.

2. La seguridad en el uso de los saborizantes está apoyada por el trabajo y la investigación de organismos nacionales, como la S. S. de México, e internacionales, como la FDA y FEMA, quien publica las listas positivas (sustancias permitidas como saborizantes), conocidas como FEMA---GRAS (Generally Recognized as Safe), entre otras.

3. En el control de la calidad de los saborizantes se cuenta con las técnicas y la metodología apropiadas para ofrecer a los consumidores productos óptimos y seguros. Dichas técnicas están al alcance de cualquier empresa, ya sea pequeña o grande ya que, por lo general, para el análisis de los productos no se requiere de equipo muy sofisticado.

4. De lo expuesto en el trabajo también se puede concluir la enorme importancia que tienen los saborizantes dentro de la industria alimentaria en general, ya que, actualmente, existen muy pocos productos que --no incluyen en su formulación algún "saborizante artificial", como se les nombra generalmente en nuestro país.

Sin embargo, la elaboración y el empleo de muchos de ellos está supeditada a la importación de la mayoría de los productos que se utilizan como materia prima, lo cual ofrece una amplia gama de posibilidades de creación de nuevas industrias químicas que pudieran proveer a las de --saborizantes de la materia prima necesaria.

En nuestro país se producen solamente aceites esenciales de ---frutos cítricos en escala comercial, pero también se podrían obtener ----aceites esenciales de muchos otros materiales vegetales, como el de apio, cardamomo, cilantro, naranja amarga, orégano, perejil, pimienta gorda, --

romero, yerbabuena, zacate limón, etc., ya que los diversos tipos de climas de México podrían permitir el cultivo en gran escala de dichos materiales.

## B I B L I O G R A F I A

1. Anónimo. Food-additives market will double in 1980s. Chemical -- Week. Feb. 20, 1980 pp.55-66
2. Reglamento de Aditivos para Alimentos. Diario Oficial. México 1-6 (1958)
3. Short, G.R.A. "Flavours Past and Present". "The Flavour Industry". 3, (2), 80-83 (1973)
4. Pisano, C. "The American Flavour Industry-Its Growth and Development and Relations with Government". "The Flavour Industry" 3, (9), 384-6, (1973)
5. Nursten, H.E. "Chemistry of Flavours. Past, Present and Future". - "Flavours", Marzo-Abril 1975
6. Ohloff, G. "Classification and Genesis of Food Flavours" "The Flavour Industry" 2, (10), 501-2, (1972)
7. Klimes, I., Lamparsky, D. "Vanilla Volatiles-A Comprehensive Analysis". I.F.F.A., 7, (6), 272-273, (1976)
8. Parry, J.W.  
Spices  
Volume I  
Chemical Publishing Co, Inc.  
N.Y. (1969)
9. Parry, J.W.  
Spices  
Volume II  
Chemical Publishing Co, Inc.  
N.Y. (1969)
10. Wendt, A.S. "F.D.A. Proposals for Regulation of Labelling and Promotion of Food Products". "The Flavour Industry", 3, (2), 106-7, (1973)
11. Merory, J.  
Food Flavorings.- Composition, Manufacture and Use  
2nd. Ed.  
The A.V.I. Publishing Co., Inc.  
Westport, Conn. (1960)
12. Lenane, G. "U.S.A. legislation on flavourings". I.F.F.A. 7, (6), 267 (1976)
13. Knowles, M.E. "Flavour legislation". I.F.F.A. 9, (1), 33 (1978)

14. Code of Practice for the Flavour Industry. International Organization of the Flavour Industry. I.O.F.I.
15. Cowley, E. "Food and flavours for the future". I.F.F.A. 7, (6), 263-4 (1976)
16. Swaine, Robert L. "Natural and Synthetic Flavorings" "Handbook of Food Aditives" pp. 457-473
17. Manuel Suisse des Denrées Alimentaires. Vol. II Substances Aromatizantes. 5<sup>ta</sup> Edición 1978. pp 265-267
18. Agaric acid determination. I.O.F.I. Recommended Methods of analysis. F.F. & I.P. 1, (4), 193 (1979)
19. Hydrocyanic acid-photometric determination. I.O.F.I. Recommended methods of analysis. F.F. & I.P. 1 (3), 140 (1979)
20. Beta-Asarone - Gas Chromatographic Determination. I.O.F.I. Recommended Methods of Analysis. Int Flav. Food Add. 9, (5), 228 (1978)
21. Manuel Suisse des Denrées Alimentaires Vol. II Substances Aromatizantes 5a. Edición 1978 pp. 268-289
22. Coumarin in Certain Foods-Isolation by Extraction. I.O.F.I. Recommended Methods of Analysis. Int. Flav. Food Add. 9, (5), 223 (1978)
23. Coumarin-Gas Chromatographic Determination. I.O.F.I. Recommended Methods of Analysis. Int. Flav. Food Add. 9, (5) 223-228 (1978)
24. Coumarin in Certain Foods-Isolation by Steam Distillation. I.O.F.I. Recommended Methods of Analysis. Int. Flav. Food Add. F.F. & I.P. 1, (2), 93 (1979)
25. 6-Methylcoumarin in Certain Foods-Isolation by Extraction and Determination by Gas Chromatographic. I.O.F.I. Recommended Methods of -- Analysis. Z. Lebensm.- Unters. Forsch 174, 401 (1982)
26. Wilson, J.B. Dosage du salicylate de methyle par colorimetrie. J. AOAC 42, 696 (1959) c.f. Ref. 21
27. Methyl Salicylate-Determination by Gas Chromatographic. Methods of Analysis AOAC (1975) p. 206 c.f. Ref. 21
28. Larry, D.-Determination of beta-asarona by Gas Chromatographic J. AOAC 56, 1281 (1973) c.f. Ref. 21
29. Pulegone-Gas Chromatographic Determination I.O.F.I. Recommended Methods of Analysis. Int. Flav. Food Add. 8, (4), 161 (1977)
30. Quassin-Gas Chromatographic Determination. I.O.F.I. Recommended -- Methods of Analysis. F.F. & I.P. 1, (1), 24 (1979)

31. Quinine-Spectrophotometric Determination I.O.F.I. Recommended Methods of Analysis. Int. Flav. Food Add. 6 (2), 128 (1975)
32. Safrole e Isosafrole-Gas Chromatographic Determination. I.O.F.I. Recommended Methods of Analysis. Int. Flav. Food Add. 8 (1), 27 (1977)
33. Thujone-Gas Chromatographic Determination. I.O.F.I. Recommended Methods of Analysis. Int. Flav. Food Add. 8 (1), 28 (1977)
34. Pavolini, T. Dosage de la pulégone. Riv. Ital. Essenze, Profumi - (59), 14 (1932) c.f. Ref. 21
35. Martin, E., Berner, Ch., Trav. chim. alim. et hyg, 63, 132 (1972) c.f. Ref. 21
36. Beand, P., Ramuz, A. Trav. chim. alim. et hyg. 66, 384 (1975) c.f. Ref. 21
37. Rogers and Eiserle. Journal of the American Oil Chemists' Society. 49, (10), 573-577.
38. The Oleoresin Handbook. Fritzsche Dodge & Olcott, Inc. Edited by Basic Products División, FDO, Inc. 3a. Edición, Mayo 1981.
39. Basic Products Technical Handbook. Fritzsche Dodge & Olcott, Inc. Edited by Basic Products División, FDO, Inc. Sept. 1978
40. Masada, Y. Analysis of Essential Oils by Gas Chromatography and Mass Spectrometry. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1976.
41. Heath, H. Herbs and Spices- A Bibliography. Part I. The Flavour Industry. 3, (1), 24-26 (1973)
42. Part II 3 (2), 65-69 (1973)
43. Part III 3 (4), 169-172 (1973)
44. Part IV 3 (5), 217-219 (1973)
45. Part V 3 (6), 263-266 (1973)
46. Mathew, A. G., et al, Oil of Ginger The Flavour Industry. 3 (5), - 226-228 (1973)
47. Lawrence, B. M. et al. Essential Oils and Their Constituents. X. Some New Trace Constituents in the Oil of Mentha piperita L. The Flavour Industry. 2, (9), 467-472 (1972)
48. Herbs and Spices - A Bibliography. Part VI. The Flavour Industry. 3 (8), 346-351 (1973)

49. Maarse, H, Van Os, F.H.L., Volatile oil of Origanum vulgare. Quantitative composition of the oil. The Flavour Industry. 3 (11), 477-484 (1973)
50. Heath, H. Herbs and Spices-A Bibliography. Part VII. The Flavour Industry. 3 (9), 394-396 (1973)
51. Lawrence, B.M., Recent progress in essential oils. Perfumer and -- Flavorist 1 (3), 17-19 (1976)
52. Ibid 3 (1), 54 (1978)
53. Ibid 3 (3), 48 (1978)
54. Ibid 3 (4), 54-56 (1978)
55. Ibid 3 (4), 58 (1978)
56. Ibid 3 (5), 36-37 (1978)
57. Ibid 4 (1), 48-54 (1979)
58. Ibid 4 (2), 53-56 (1979)
59. Ibid 4 (4), 49-55 (1979)
60. Ibid 4 (5), 10 (1979)
61. Ibid 4 (6), 31-34 (1980)
62. Ibid 5 (1), 55-58 (1980)
63. Ibid 5 (2), 33-34 (1980)
64. Ibid 5 (3), 63-67 (1980)
65. Ibid 5 (4), 33 (1980)
66. Ibid 6 (1), 43-45 (1981)
67. Ibid 6 (5), 27-34 (1981)
68. Ibid 6 (6), 43-48 (1982)
69. Lawrence, B.M., Recent Progress in Essential Oils. Perfumer and -- Flavorist. 4 (5), 13 (1979)
70. Castro Cid del Prado, Víctor. Determinación de Capsaicina en Algunas Variedades Mexicanas de Capsicum. Tesis 1979
71. Jacobs, M.B., A Study of the garlic flavour. American Perfumer -- (April 1951) p. 301 et seq. c.f. Ref. 44

72. Jacobs, M.B., Composition of onion oil. *American Perfumer*, 70 - (Nov. 1957) pp. 53-56 c.f. Ref. 48
73. Freeman, George G., Whenham, Robert J., Nature and Origin of Volatile Flavour Components of Onion and Related Species. *Flavours* - - sept/oct (1976) pp. 222-227
74. F.E.M.A. Flavor Materials 1981. Reference list of flavoring substances in use in the United States. Allured Publishing Corp. Wheaton, Il.
75. Guzmán, Luis Haro y Huet, R. El Aceite Esencial de "Limón" en México (Citrus Aurantifolia Swingle) Perfumería. Año II Número 24 -- pág. 16-23 (1971)
76. Baldry, J. et al. Composition and Flavour of Nutmeg Oils. *Flavours*. Jan/Feb. 1976 pp. 28-30
77. Guenther, E.  
The Essential Oils  
Vol. III pp. 333-344  
D. Van Nostrand Co. Inc.  
1952
78. Ibid pp. 347-357
79. Taskinen, Jyrki, Nykänen, Lalli, Volatile Constituents of an Alcoholic Extract of Juniper Berry. *Flavours* Sept/Oct. (1976) pp.228-229
80. Guenther, E.  
The Essential Oils  
Vol. III pp. 48-54  
D. Van Nostrand Co. Inc.  
N.Y. (1952)
81. Ibid pp. 384-386
82. Arctander, Steffen  
Perfume and Flavor Chemicals  
Published privately by the author  
1969  
2 Volúmenes
83. Redstone, M. Analysis of Essential Oils by Gas Chromatography Application Note. Hewlett Packard August, 1969
84. Morrison and Boyd  
Organic Chemistry  
3rd Edition pp. 409-414  
Allyn and Bacon  
Boston (1974)

85. Strobel, H.A.  
Instrumentación Química.- Estudio Sistemático  
del Análisis Instrumental  
1ª Edición pp.179-182  
Editorial Limusa Wiley, S.A.  
México (1968)
86. Hernández P.V. Estudio del Aceite Esencial de Pimienta Gorga Mexicana (Pimienta "Officinalis") Tesis (1979) ENEPC-UNAM.
87. Holló, J. et al Direct Gas Chromatography of Capsaicine. Method -- for the Determination of the Capsaicine Content of Paprika Oil. -- Lebensm.- Wiss. u. Technol./vol. 2 (1969)
88. Govindaratan, V.S., Ananthakrishna, S.M. Paper Chromatographic Determination of Capsaicin. The Flavour Industry July/August 1974 pp 176-178
89. Nambudiri, E.S. et al Quantitative Determination of the Pungent - Principle in Ginger. Flavours. March/April 1975 pp. 137-139
90. Salzer, Uwe-Jens, Analytical Evaluation of Seasoning Extracts (oleo resins) and Essential Oils from Seasonings. I. Flavours. May/June 1975
91. Ibid II. Flavours. July/August 1975 pp.206-210
92. Ibid III. Flavours. Sept/Oct. 1975 pp. 253-258
93. Aiquel, Germán R. et al Aceite Esencial de "Mentha pulegium" Linnaeus. Rivista Italiana E.P.P.O.S. LIX-n.10 - Octubre 1977 pp.541-543
94. Food Chemicals Codex  
3rd. Edition  
National Academy of Sciences.  
Washington, D.C. 1982
95. E.O.A. Book of Specifications and Standards.  
Last Revision  
Essential Oil Association of U.S.A. Inc.  
New York, N.Y. 1976
96. U.S. Pharmacopeia.  
Eighteenth Revision  
The U.S. Pharmacopeial Convention, Inc.  
1970
97. Guenther, E.  
The Essential Oils  
Vol. I pp. 218-222-232-236-279-287  
D.Van Nostrand Co, Inc.  
N.Y. 1952



98. Manuel Suisse des Denrées Alimentaires. Vol. II Substances Aromatizantes. 5ª Edición 1978 pp. 19 - 117
99. Baumann, Fred; Hadden Nina  
Basic Liquid Chromatography  
Varian Aerograph  
California (1971)  
pp. 1-3
100. Bagnis Rivadeneyra Patricia  
Análisis Técnico Económico del C.C. en la Industria  
de Sabores y Fragancias  
Tesis. 1980
101. Chemistry of Terpens and Terpenoides  
Edited by A.A. Newman  
Academic Press  
London (1972)
102. Lawrence, B.M., Recent Progress in Essential Oils. Perfumer and -  
Flavorist. 7 (2), 35-36 (1982)
103. Ibid 7 (2), 37-38 (1982)
104. Ibid 7 (2), 39-40 (1982)
105. Ibid 7 (6), 20-21 (Dec. 1982 - Jan. 1983)
106. Ibid 7 (6), 22-25 (Dec. 1982 - Jan. 1983)
107. Ibid 8 (2), 67 (1983)
108. Ibid 8 (4), 63 (1983)
109. Ibid 8 (4), 65-74 (1983)
110. Ibid 8 (6), 69-70 (Dec. 1983 - Jan. 1984)
111. Ibid 8 (6), 70-76 (Dec. 1983 - Jan. 1984)
112. Ibid 8 (6), 76-79 (Dec. 1983 - Jan. 1984)
113. Ibid 9 (2), 23-24 (1984)
114. Ibid 9 (2), 24 (1984)
115. Ibid 9 (2), 26-27 (1984)
116. Ibid 9 (2), 28-31 (1984)
117. Ibid 9 (3), 35-37 (1984)
118. Ibid 9 (3), 37-38 (1984)

119. Ibid 9 (3), 38-40 (1984)
120. Ibid 9 (3), 40-44 (1984)
121. Ibid 9 (3), 44-45 (1984)