

## UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA



## ACEITES ESENCIALES

Profesor Alejandro Martínez M.,  
*amart@muisca.udea.edu.co*  
 Facultad Química Farmacéutica  
 Medellín, Febrero 2003

## ACEITES ESENCIALES

### 2.1. DEFINICION

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes).

Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden ser:

- Compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos),
- Monoterpenos,
- Sesquiterpenos y
- Fenilpropanos.

En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable como por ejemplo los del ajo y la cebolla, los cuales contienen compuestos azufrados.

### 2.2. CLASIFICACION

Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las Esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los Bálsamos son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización, son ejemplos el bálsamo de copaiba,

el bálsamo del Perú, Benjuí, bálsamo de Tolú, Estoraque, etc. Las Oleorresinas tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (caucho, gutapercha, chicle, balata, oleorresina de paprika, de pimienta negra, de clavel, etc.).

De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecida con linalool, o la esencia de anís enriquecida con anetol. Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, etc.).

Desde el punto de vista químico y a pesar de su composición compleja con diferentes tipos de sustancias, los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de sustancias que son los componentes mayoritarios. Según esto los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (p.ej. hierbabuena, albahaca, salvia, etc.). Los ricos en sesquiterpenos son los aceites esenciales sesquiterpenoides (p.ej. copaiba, pino, junípero, etc.). Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides (p.ej. clavo, canela, anís, etc.). Aunque esta clasificación es muy general nos resultará útil para propósitos de estudiar algunos aspectos fitoquímicos de los monoterpenos, los sesquiterpenos y los fenilpropanos, sin embargo existen clasificaciones más complejas como la de González Patiño que tienen en cuenta otros aspectos químicos.

### 2.3. DISTRIBUCION Y ESTADO NATURAL<sup>1,2</sup>

Los aceites esenciales se encuentran ampliamente distribuidos en unas 60 familias de plantas que incluyen las Compuestas, Labiadas, Lauráceas, Mirtáceas, Pináceas, Rosáceas, Rutáceas, Umbelíferas, etc. Se les puede encontrar en diferentes partes de la planta: en las hojas (ajeno, albahaca, buchú, cidrón, eucalipto, hierbabuena, limoncillo, mejorana, menta, pachulí, quenopodio, romero, salvia, toronjil, etc.), en las raíces (angélica, asaro, azafrán, cálamo, cúrcuma, galanga, jengibre, sándalo, sasafrás, valeriana, vetiver, etc.), en el pericarpio del fruto (limón, mandarina, naranja, etc.), en las semillas (anís, cardamomo, eneldo, hinojo, comino, etc.), en el tallo (canela, caparrapí<sup>3</sup>, etc.), en las flores (arnica, lavanda, manzanilla, piretro, tomillo, clavo de olor, rosa, etc.) y en los frutos (alcaravea, cilantro, laurel, nuez moscada, perejil, pimienta, etc.).

Los monoterpenoides se encuentran principalmente en plantas de los órdenes Ranunculales, Violales y Primulales, mientras que son escasos en Rutales, Cornales, Lamiales y Asterales. Por el contrario, los sesquiterpenoides abundan en Magnoliales, Rutales, Cornales y Asterales<sup>4</sup>.

Aunque en los aceites esenciales tanto los mono-, los sesquiterpenos y los fenilpropanos se les encuentra en forma libre, más recientemente se han investigado los que están ligados a carbohidratos<sup>5</sup>, ya que se considera que son los precursores inmediatos del aceite como tal.

<sup>1</sup>Stashenko, E.; En: Memorias del IV Congreso Nacional de Fitoquímica, Universidad Industrial de Santander, Escuela de Química, Bucaramanga, febrero de 1996, pp. 29-53.

<sup>2</sup>González P., D. J.; "Utilización Terapéutica de Nuestras Plantas Medicinales", Universidad de La Salle, Bogotá, 1984, Capítulo VI.

<sup>3</sup>J. NAT. PROD. 59 (1) 77-79 (1996).

<sup>4</sup>Guignard, J-L., Cosson, L., Henry, M.; "ABREGÉ DE PHYTOCHIMIE", Masson, Paris-New York-Barcelone, 1985, Capítulo 8.

<sup>5</sup>D Manns, Phytochemistry 39: 5 (JUL 1995) 1115-1118.

## 2.4. EXTRACCION Y AISLAMIENTO

Los aceites esenciales se pueden extraer de las muestras vegetales mediante varios métodos como son: expresión, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles, enfleurage y con fluidos supercríticos.

En la expresión el material vegetal es exprimido para liberar el aceite y este es recolectado y filtrado. Este método es utilizado para el caso de las esencia de cítricos.

En la destilación por arrastre con vapor de agua<sup>6</sup>, la muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños, es encerrada en una cámara inerte y sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado, la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias fluidas, especialmente las utilizadas para perfumería. Se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada.

En el método de extracción con solventes volátiles<sup>7</sup>, la muestra seca y molida se pone en contacto con solventes tales como alcohol, cloroformo, etc. Estos solventes solubilizan la esencia pero también solubilizan y extraen otras sustancias tales como grasas y ceras, obteniéndose al final una esencia impura. Se utiliza a escala de laboratorio pues a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los solventes, porque se obtienen esencias impurificadas con otras sustancias, y además por el riesgo de

---

<sup>6</sup> J. Chem. Educ. 57 138 (1980).

<sup>7</sup> J. Chem. Educ. 68 946 (1991).

explosión e incendio característicos de muchos solventes orgánicos volátiles.

En el método de enflorado o enfleurage, el material vegetal (generalmente flores) es puesto en contacto con un aceite vegetal. La esencia es solubilizada en el aceite vegetal que actúa como vehículo extractor. Se obtiene inicialmente una mezcla de aceite esencial y aceite vegetal la cual es separada posteriormente por otros medios físico-químicos. Esta técnica es empleada para la obtención de esencias florales (rosa, jazmín, azahar, etc.), pero su bajo rendimiento y la difícil separación del aceite extractor la hacen costosa.

El método de extracción con fluidos supercríticos, es de desarrollo más reciente<sup>8,9</sup>. El material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaca en una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de la muestra un líquido supercrítico (por ejemplo bióxido de carbono líquido), las esencias son así solubilizadas y arrastradas y el líquido supercrítico que actúa como solvente extractor y se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, y finalmente se obtiene una esencia pura. Aunque presenta varias ventajas como rendimiento alto, es ecológicamente compatible, el solvente se elimina fácilmente e inclusive se puede reciclar, y las bajas temperaturas utilizadas para la extracción no cambian químicamente los componentes de la esencia, sin embargo el equipo requerido es relativamente costoso, ya que se requieren bombas de alta presión y sistemas de extracción también resistentes a las altas presiones.

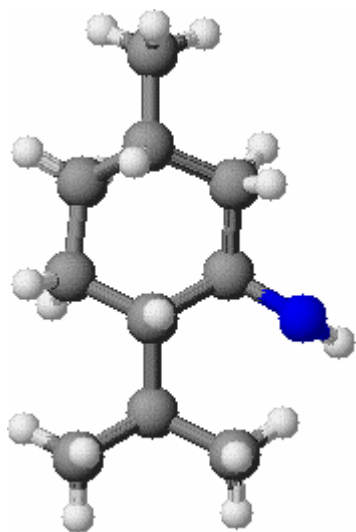
---

<sup>8</sup> Kerrola, K., Kallio, H., J. AGRIC. FOOD CHEM. 41 785-790 (1993).

<sup>9</sup> Yonei, Y. y col., J. SUPERCRIT. FLUIDS 8 156-161 (1995).

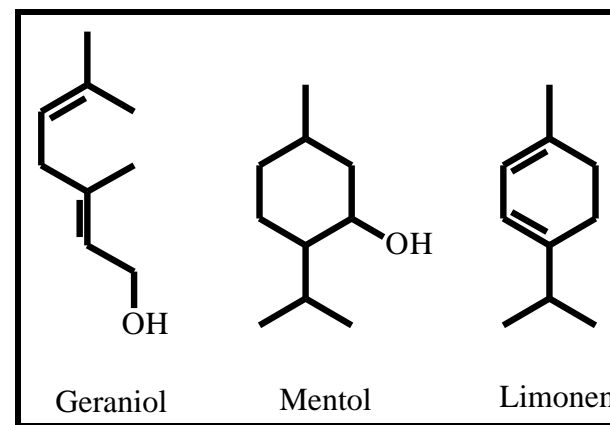
Para la elaboración de esencias florales puede consultarse el trabajo de Rojas<sup>10</sup>.

## 2.5. MONOTERPENOS Y SESQUITERPENOS

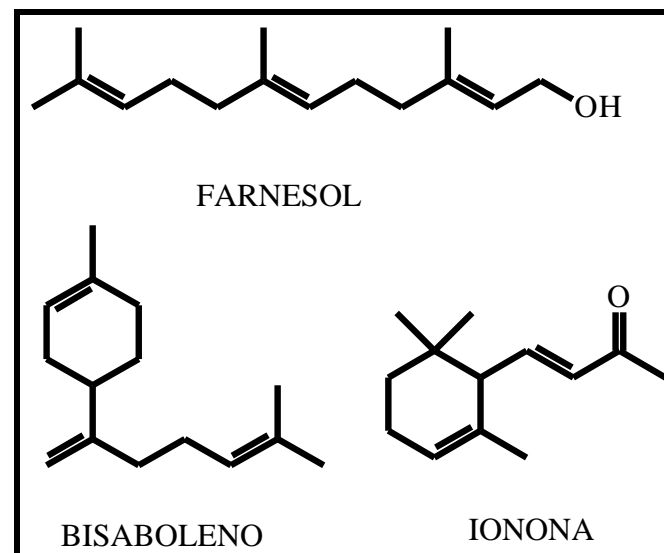


### DEFINICION Y CLASIFICACION

Los monoterpenos y sesquiterpenos son terpenos de 10 y 15 átomos de carbonos derivados biosintéticamente de geranilpirofosfato (GPP) y farnesilpirofosfato (FPP) respectivamente. La Figura 1 muestra ejemplos de monoterpenos y sesquiterpenos naturales. De acuerdo con su estructura se les clasifica según el número de ciclos como acíclicos, monocíclicos, bicíclicos, etc.



Monoterpenos



Sesquiterpenos

Figura 1. Ejemplos de mono- y sesquiterpenos naturales

<sup>10</sup>Rojas, S., CUADERNOS ACADEMICOS (QUIRAMA) (12) 77-82 (1992) Medellín.

## BIOSINTESIS<sup>11,12,13</sup>

Los monoterpenos y en general todos los compuestos terpenoides naturales se biosintetizan por la ruta de la acetilcoenzima a través de un intermedio común que es el ácido mevalónico. Sin embargo, recientemente se ha propuesto que algunos terpenoides no se originan por esta ruta, sino por una ruta alterna que puede involucrar piruvato, gliceraldehído-3-fosfato y un intermedio de 5 átomos de carbono: 1-desoxi-xilulosa-5-fosfato<sup>14</sup>.

### a. Biosíntesis del ácido mevalónico

La Figura 2 esquematiza el proceso de biosíntesis del ácido mevalónico. Inicialmente se condensan dos moléculas de acetilCoA, con la participación hipotética de una  $\beta$ -cetotiolasa y una enzima condensante. Enseguida esta unidad es atacada por otra unidad de acetilCoA que ha perdido un H- $\alpha$ . La hidrólisis de una de las dos funciones tioéster da lugar a la  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilglutarilcoenzima-A. Una segunda hidrólisis del otro grupo tioéster seguida de dos reducciones sucesivas con una reductasa NADPH-dependiente se llega al ácido mevalónico.

### b. Biogénesis de IPP y DMAPP

El ácido mevalónico es el precursor de las dos unidades básicas que dan origen a los terpenoides: Isopentenilpirofosfato (IPP) y gama,gama-dimetilalilpirofosfato (DMAPP) tal como se esquematiza en la Figura 3.

Inicialmente, una molécula de ácido mevalónico es pirofosfatada por dos unidades de ATP para originar mevalonil-pirofosfato. Enseguida

<sup>11</sup>J Chappell, *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 46 (1995) 521-547.

<sup>12</sup>DJ Mcgarvey, R Croteau, *Plant Cell* 7: 7 (JUL 1995) 1015-1026.

<sup>13</sup>K Nabeta, K Kigure, M Fujita, T Nagoya, T Ishikawa, H Okuyama, T Takasawa, *Journal of the Chemical Society - Perkin Transactions 1* : 15 (AUG 7 1995) 1935-1939.

<sup>14</sup> Adam, K. P., Zapp, J., *PHYTOCHEMISTRY* 48(6) 953 (1998).

la molécula sufre un proceso concertado de descarbonatación con la participación de otra molécula de ATP. De esta manera se origina una molécula de Isopentenilpirofosfato (IPP). La simple isomerización del enlace doble del IPP da origen a la unidad de DMAPP.

### c. Condensación cabeza-cola de IPP y DMAPP

Una unidad de IPP puede condensarse con muchas unidades DMAPP mediante un proceso de condensación comúnmente denominado condensación "cabeza-cola", siendo la cabeza la función pirofosfato y la cola el extremo donde están ubicados los metilos. La Figura 4 esquematiza el proceso de condensación de dos moléculas de 5 átomos de carbono (IPP y DMAPP) para dar origen a una molécula de 10 átomos de carbono: Geranilpirofosfato. Esta sustancia es el precursor inmediato de todos los monoterpenos naturales. La condensación de geranilpirofosfato con una nueva unidad IPP da origen al farnesilpirofosfato, el cual es el precursor de todos los sesquiterpenos naturales.

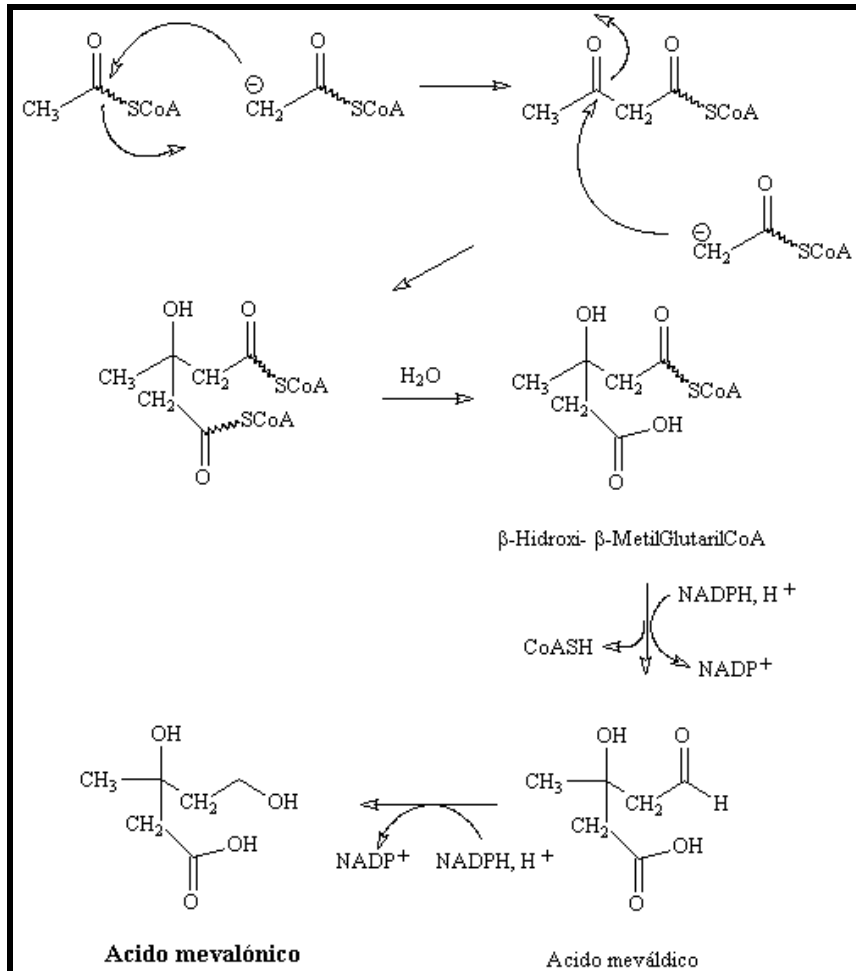


Figura 2. Biosíntesis del ácido mevalónico

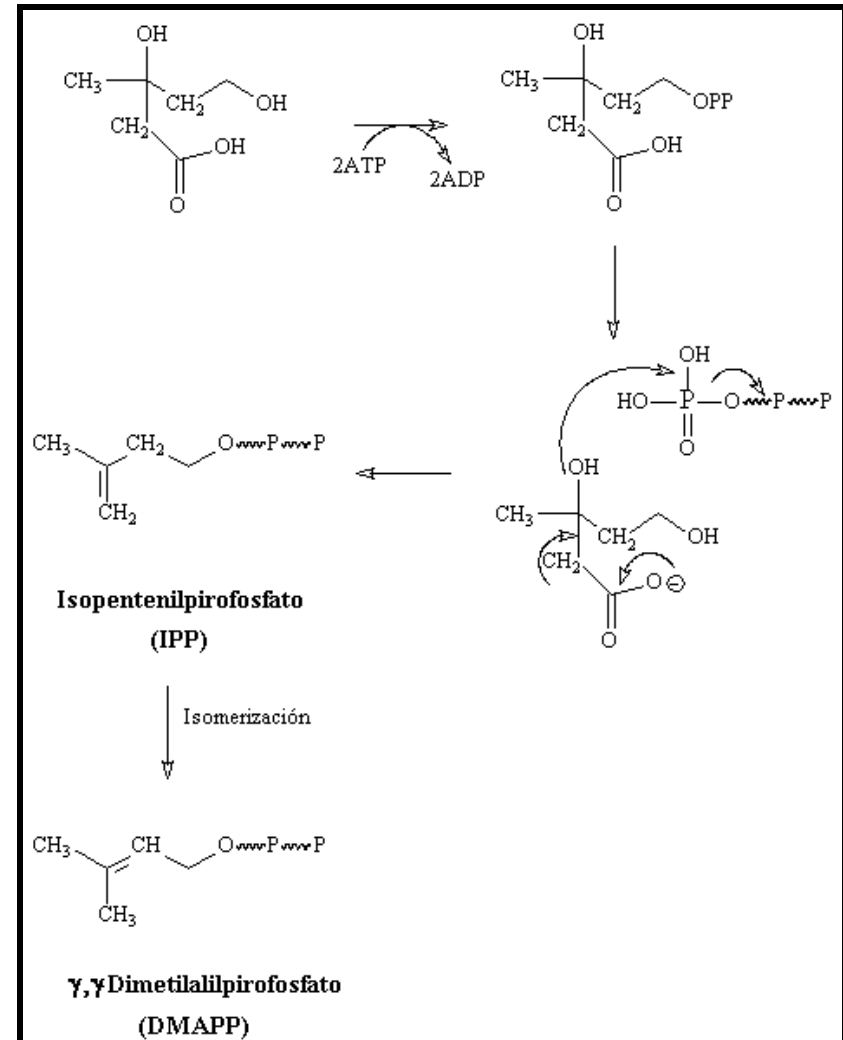


Figura 3. Biogénesis de las unidades isoprénicas básicas : Isopentenilpirofosfato (IPP) y γ,γ-Dimetilalilpirofosfato (DMAPP)

#### d. Biosíntesis de monoterpenos en *Mentha piperita*

La Figura 5 esquematiza las relaciones biogénicas entre varios componentes monoterpénicos del aceite esencial de *Mentha piperita*<sup>15</sup>.

Nótese como la piperitona puede originarse por tres rutas diferentes.

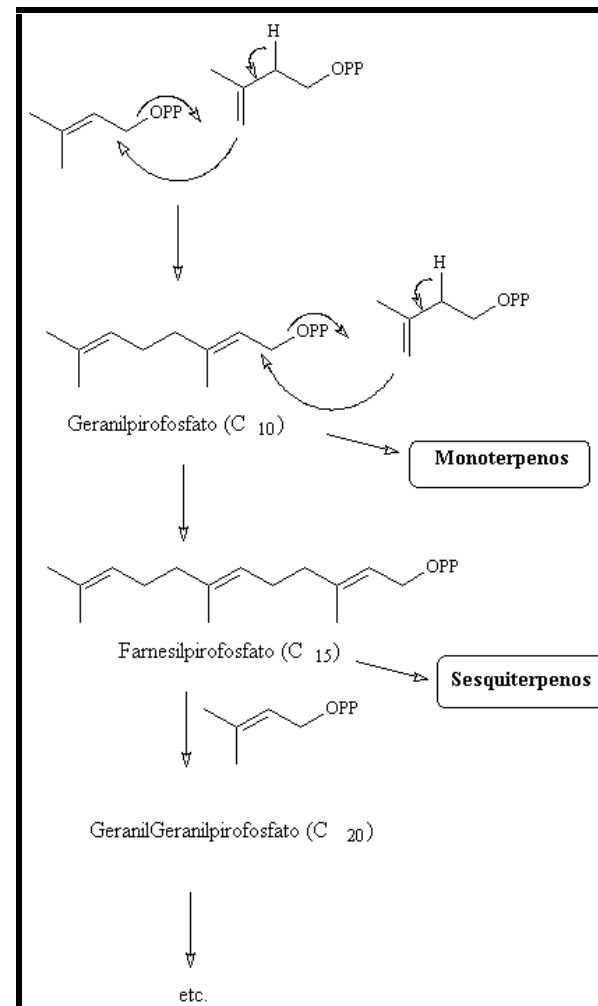


Figura 4. Formación biogénica de los terpenoides a partir de IPP y DMAPP

<sup>15</sup>Guignard, J-L., Cosson, L., Henry, M.; "ABREGÉ DE PHYTOCHIMIE", Masson, Paris-New York-Barcelone, 1985, Capítulo 8.

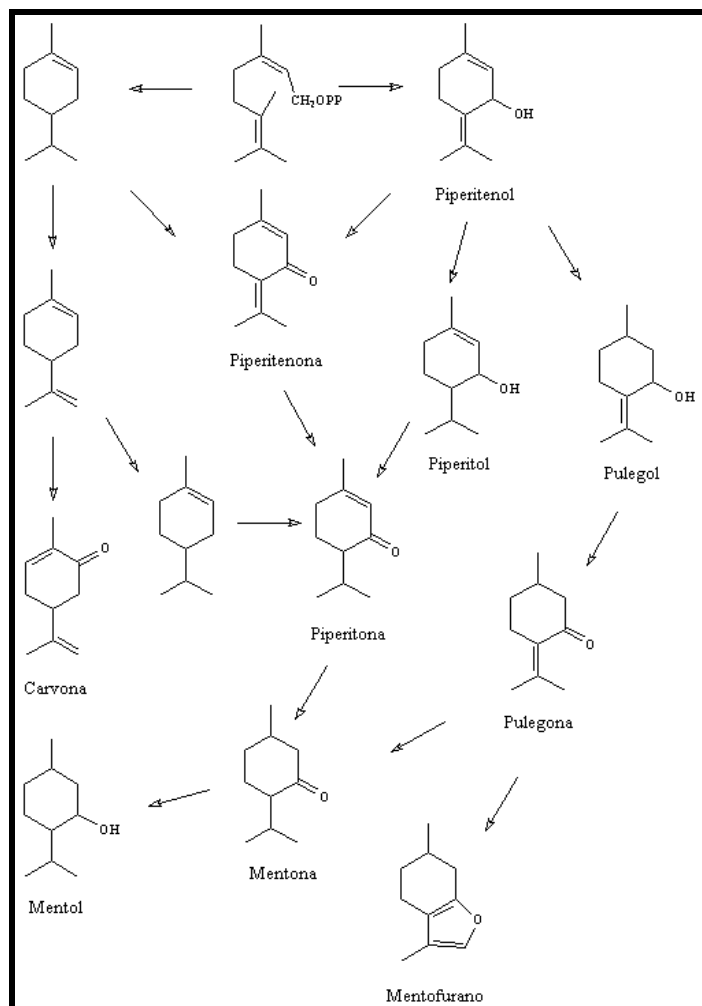


Figura 5. Relaciones biogénicas de monoterpenos presentes en el aceite esencial de *Mentha piperita*

e. Ejemplos de monoterpenos y sesquiterpenos naturales

La Figura 6 muestra varios ejemplos de monoterpenos naturales representantes de varias clases de esqueletos como mentano, pinano, canfano, etc.

La Figura 7 muestra ejemplos de sesquiterpenos naturales con varias clases de esqueletos (mentano como el limoneno, pinano como el  $\alpha$ -pineno, canfano como el alcanfor, carano como el car-3-eno, thuyano como la thuyona, y fenchano como el alcohol fenchílico), y dos con esqueletos irregulares la  $\gamma$ -thuyaplicina y la nepetalactona.



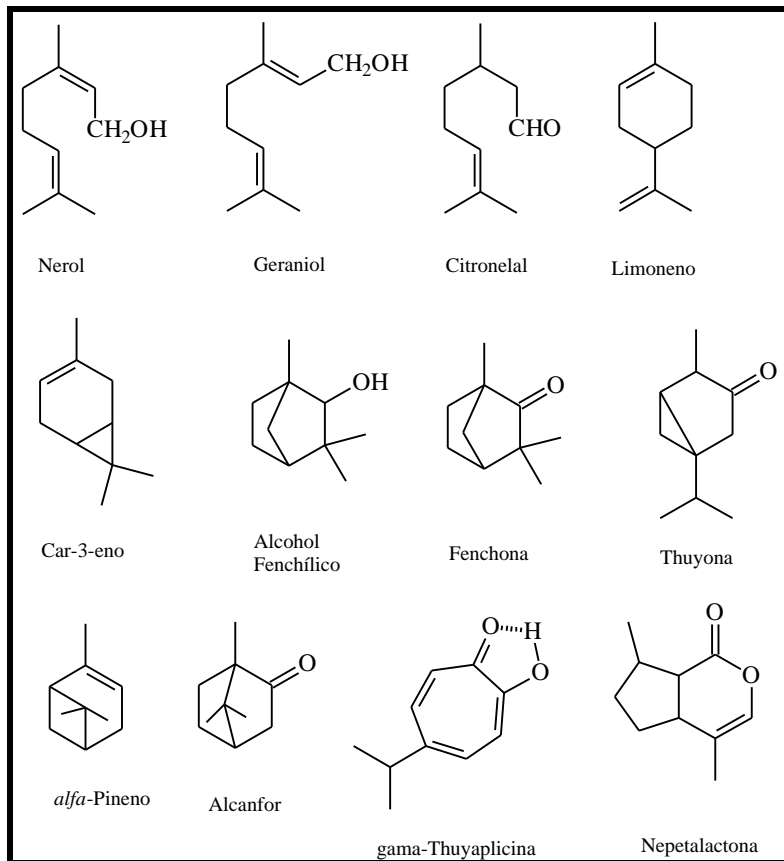


Figura 6. Ejemplos de monoterpenos

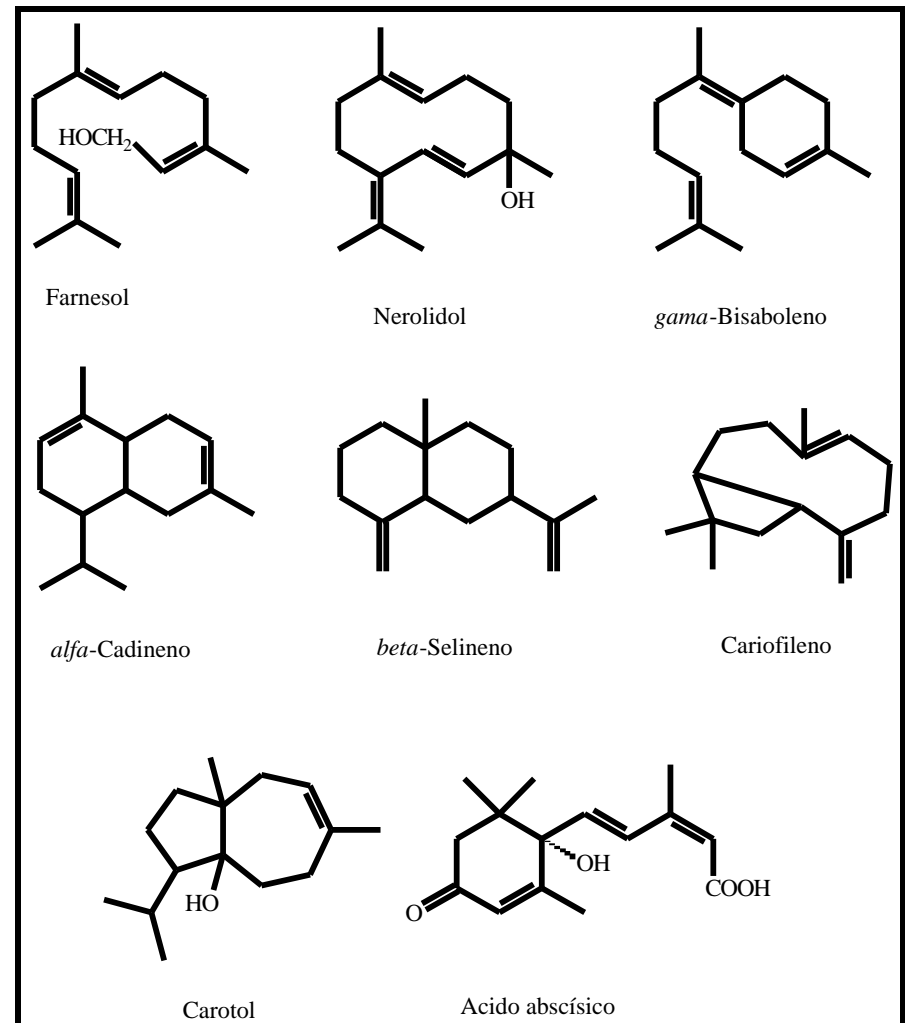


Figura 7. Ejemplos de sesquiterpenos

## METODOS DE ANALISIS

### a. EXTRACCION Y AISLAMIENTO<sup>16</sup>

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de monoterpenos y sesquiterpenos se encuentran presentes en los aceites esenciales de diversas plantas. A partir de dichos aceites es posible realizar su aislamiento mediante la utilización de uno o varios métodos cromatográficos tales como la cromatografía en columna, en capa fina y HPLC. Para las cromatografías en columna y en capa fina se utiliza ampliamente la sílica gel como fase estacionaria. Como fase móvil se emplean solventes apolares puros o mezclados tales como: Tolueno-acetato de etilo 93:7, benceno, cloroformo, diclorometano, benceno-acetato de etilo 9:1, benceno-acetato de etilo 95:5, cloroformo-benceno 75:25, cloroformo-etanol-ácido acético 94:5:1<sup>17</sup>, cloroformo-benceno 1:1<sup>18,19</sup>.

Sin embargo actualmente se utilizan técnicas de separación más eficientes y rápidas como la cromatografía líquida de alta eficiencia HPLC<sup>20</sup>, y la cromatografía de gases (CG)<sup>21,22,23,24</sup>, así como

<sup>16</sup> *J. Chem. Educ.* **68** 267 (1991).

<sup>17</sup> Wagner, H., Bladt, S., Zgainski, E. M., "Plant Drug Analysis", Traducido al inglés por Th. A. Scott, Springer-Verlag, Berlin-heidelberg-New York-Tokyo, 1984, 5-8 pp.

<sup>18</sup> Harborne, J.B., "Phytochemical Methods", Chapman & Hall, London, 1973, 92-105 pp.

<sup>19</sup> Stahl, E. ed., "Thin Layer Chromatography. A Laboratory Handbook", 2nd. edition, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1969, 236-239 pp.

<sup>20</sup> Corresponde a la sigla inglesa de: High Performance Liquid Chromatography.

<sup>21</sup> Dugo, G. y col., *PERFUM. FLAVOR.* **17** (5) 57-74 (1992).

<sup>22</sup> Dugo, G. y col., *J. ESSENT. OIL RES.* **4** 589-594 (1992).

<sup>23</sup> Griffiths, D. W. y col., *PHYTOCHEM. ANAL.* **3** 250-253 (1992).

<sup>24</sup> Ingham, B.H. y col., *J. AGRIC. FOOD CHEM.* **41** 951-954 (1993).

también combinaciones "ON-LINE" HPLC-CG-EM<sup>25,26</sup>. Estos mismos métodos se utilizan para el análisis de las esencias florales<sup>27</sup>.

Esta última técnica gracias al desarrollo reciente de columnas capilares de alta resolución, permite analizar mezclas complejas presentes en aceites esenciales, e identificar los componentes a partir de los tiempos de retención a través de los denominados Índices de Retención de Kovats (Ik)<sup>28</sup>. Estos valores son característicos para cada componente y existen bases de datos con los índices de muchos componentes de aceites esenciales.

Los valores Ik se determinan en dos columnas cromatográficas una polar (por ejemplo CARBOWAX 20M) y una apolar (por ejemplo OV-101 también llamada DB-1).

La Figura 8 muestra un cromatograma de gases obtenido para el aceite esencial de piña<sup>29</sup>. La Figura 9 muestra el cromatograma de gases obtenido para el aceite esencial de la cáscara de naranja<sup>30</sup>.

<sup>25</sup> Mondello, L. y col., *CHROMATOGRAPHIA* **39** 529-538 (1994).

<sup>26</sup> Mondello, L. y col., *J. CHROMATOG. SCI.* **34** 174-181 (1996).

<sup>27</sup> Barkman, T.J. y col., *PHYTOCHEMISTRY* **44**(5) 875 (1997).

<sup>28</sup> Denayer, R., Tilquin, B., *RIV. ITAL. EPPOS* **5** 7-12 (1994). CA 122(1995)247999x.

<sup>29</sup> Flath, R.A., Forrey, R.R., *J. AGRIC. FOOD CHEM.* **18** (2) 243 (1970).

<sup>30</sup> Blanco Tirado, C. y col., *J. CHROMATOG.* **697A** 501 (1995).

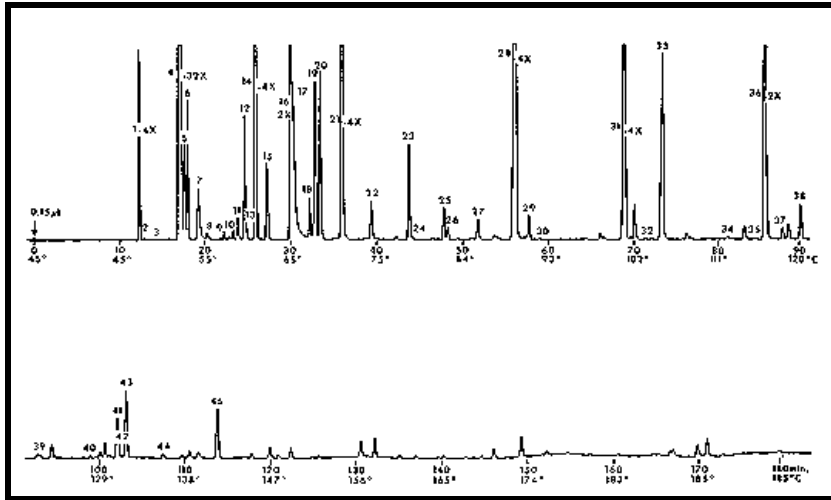


Figura 8. Cromatograma de gases del aceite esencial de pinya

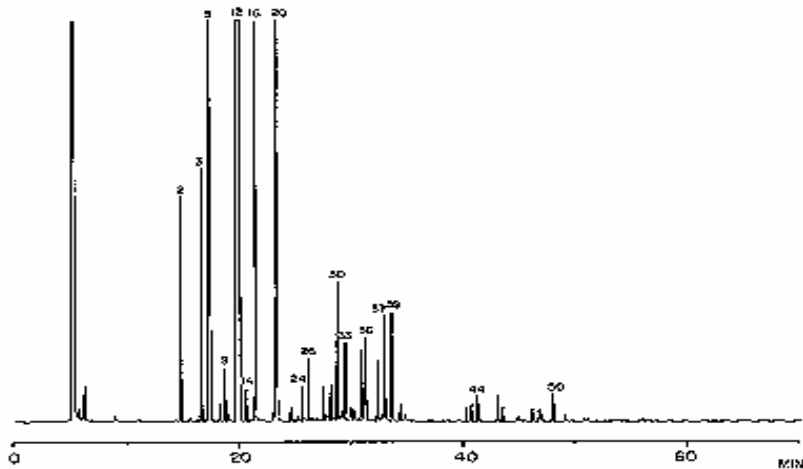


Figura 9. Cromatograma de gases del aceite esencial de la cáscara de naranja

Adicionalmente, la técnica acoplada Cromatografía de Gases-Espectrometría de masas, permite obtener el espectro de masas de cada componente con el cual se obtiene el peso molecular e información estructural<sup>31</sup>. Así mismo existen bases de datos con los espectros de masas de muchos componentes, por lo cual el índice de Kovats (determinado en dos columnas de diferente polaridad) y el espectro de masas son criterios para la asignación química de muchos componentes de aceites esenciales, no solo monoterpenos sino también otros tipos de sustancias características de dichos aceites.

Más recientemente se han desarrollado columnas cromatográficas quirales para la separación de componentes ópticamente activos<sup>32</sup>, y se han desarrollado métodos para el análisis combinado HPLC-Espectrometría de Masas y HPLC-RMN de mezclas de sesquiterpenos<sup>33</sup>.

#### b. ENSAYOS DE RECONOCIMIENTO

Debido a la diversidad de grupos funcionales que pueden estar presentes en los componentes mono- y sesquiterpénicos de un aceite esencial no existe una prueba específica para su reconocimiento. Sin embargo existen unos pocos procedimientos experimentales que permiten reconocer algunos de ellos por su coloración con diferentes reactivos, su absorción de luz UV de 254 nm y su R<sub>f</sub> en cromatografía en capa fina. A manera de ejemplo la Tabla 3 resume las características de varios monoterpenos y su comportamiento al analizarlos por cromatografía en capa fina con

<sup>31</sup>Maat, L. y col., *J. ESSENT. OIL RES.* 4 615-621 (1992).

<sup>32</sup>Ochocka, J. R. y col., *PHYTOCHEMISTRY* 44(5) 869 (1997).

<sup>33</sup>Vogler, B. y col., *J. NAT. PROD.* 61 (2) 175 (1998).

varios agentes reveladores<sup>34</sup>. Por ejemplo, el limoneno se reconoce en las placas de CCF porque no absorbe luz UV 254 nm, adiciona bromo, no forma un derivado 2,4-dinitrofenilhidrazona y produce color pardo con el ácido sulfúrico.

Existe un procedimiento que combina la CCF con microreacciones (oxidación, reducción, deshidratación, hidrólisis, etc.) descrito en el libro de Ikan<sup>35</sup>.

Otros reactivos útiles para revelar monoterpenos y sesquiterpenos son anisaldehído-ácido sulfúrico, vainillina-ácido sulfúrico y ácido fosfomolibdico<sup>36</sup>.

Tabla 3. Reconocimiento de Monoterpenos por CCF

TERPENOS	UV	ENSAYO BROMO	ENSAYO 2,4-DNFH	ENSAYO H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Limoneno	-	+	-	Pardo
α-Pineno	-	+	-	Pardo
Pulegona	+	+	+	Amarillo
Geraniol	-	+	-	Púrpura
Carvona	+	+	+	Rosa
p-Cimeno	+	-	-	-
α-Terpineol	-	+	-	Verde
1,8-Cineol	-	-	-	Verde

<sup>34</sup>Harborne, J.B., "Phytochemical Methods", Chapman & Hall, London, 1973, 92-105 pp.

<sup>35</sup>Ikan R., "Natural Products. A Laboratory Guide", pp. 161-167.

<sup>36</sup>Wagner, H., Bladt, S., Zgainski, E. M., "Plant Drug Analysis", Traducido al inglés por Th. A. Scott, Springer-Verlag, Berlin-heidelberg-New York-Tokyo, 1984, 5-8 pp.

### c. CARACTERIZACION ESPECTRAL

Los monoterpenos y sesquiterpenos en un buen número se pueden caracterizar químicamente a partir de los datos de cromatografía de gases y los espectros de masas tal como se anotó anteriormente, pero cuando existen dudas de tal caracterización se recurre a los métodos espectrales como Infrarrojo, Ultravioleta y Resonancia Magnética Nuclear.

#### Infrarrojo

El espectro infrarrojo permite detectar la presencia de grupos hidroxilo, carbonilo, anillos aromáticos, enlaces dobles C=C cis y trans, etc. Para determinar el espectro basta con colocar una gota del componente en una celda de NaCl. Por ejemplo, en el espectro infrarrojo del 3-p-menten-7-al presente en el aceite de comino. La banda intensa en 1725 cm<sup>-1</sup> indica un grupo carbonilo no conjugado. El pico a 2710 cm<sup>-1</sup> se asigna a la tensión C-H de un protón aldehídico. El doblete centrado en 1375 cm<sup>-1</sup> indica un grupo isopropilo, y la banda de intensidad media en 817 cm<sup>-1</sup> indica un enlace doble trisustituido<sup>37</sup>.

El espectro UV de los monoterpenos y sesquiterpenos permite el reconocimiento de grupos funcionales y grupos cromóforos. Por ejemplo el limoneno presenta un máximo de absorción en 262 nm (E=6400).

#### Resonancia Magnética Nuclear

Gracias a los desarrollos de la RMN se cuenta con bases de datos de los espectros, especialmente de RMN-<sup>13</sup>C para los monoterpenos y sesquiterpenos más distribuidos. A continuación se presentan los desplazamientos químicos de los carbonos de varios monoterpenos como son: geraniol, linalool, mirceno, cis-citral, trans-citral, mentano, mentol, α-terpineol, α-pineno, β-pineno, limoneno,

<sup>37</sup>Varo, P. T., Heinz, D. E.; J. AGRIC. FOOD. CHEM. 18 234 (1970).

carvona, cineol, alcanfor,  $\alpha$ -terpineno y pulegona; y varios sesquiterpenos como: Farnesol,  $\beta$ -bisaboleno, trans-retinal, 9-cis-retinal y 11-cis-retinal<sup>38,39</sup>.

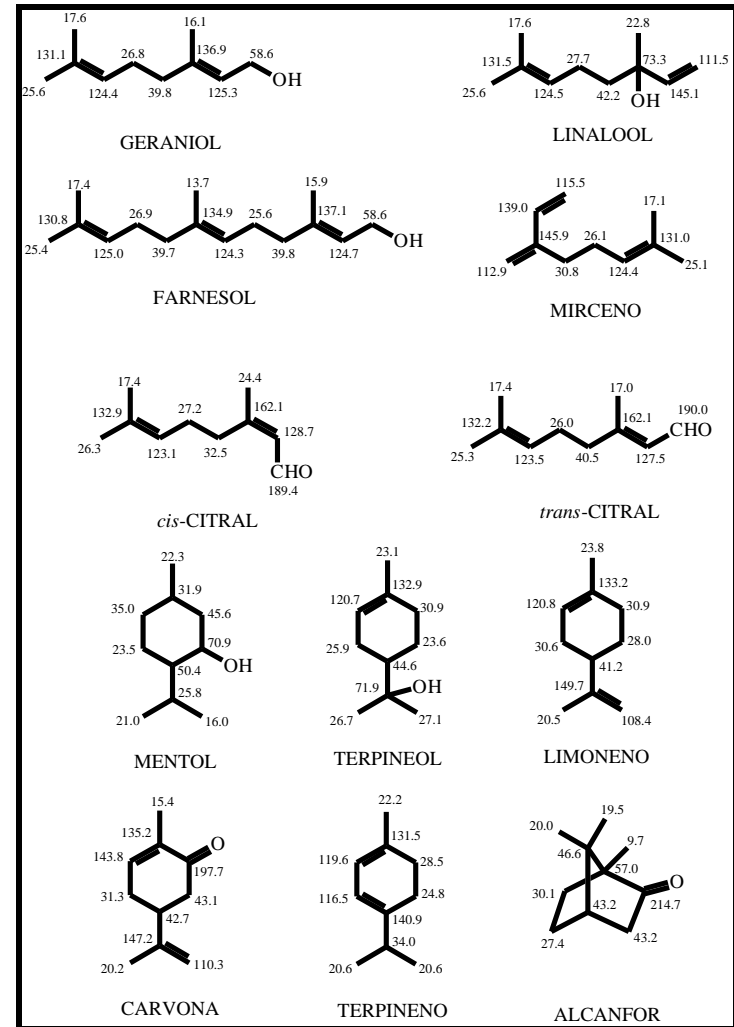


Figura 10. Desplazamientos químicos (ppm) de varios mono- y sesquiterpenos

<sup>38</sup>Kalinowski, H-O., Berger, S., Braun, S., "Carbon-13 NMR Spectroscopy", John Wiley & Sons, Chichester-New York-Brisbane, 1984, 432-433 pp.

<sup>39</sup>Breitmaier, W. V., "Carbon-13 NMR Spectroscopy", 3rd. edition, VCH Publish., Weinheim, 1987, pp. 328.

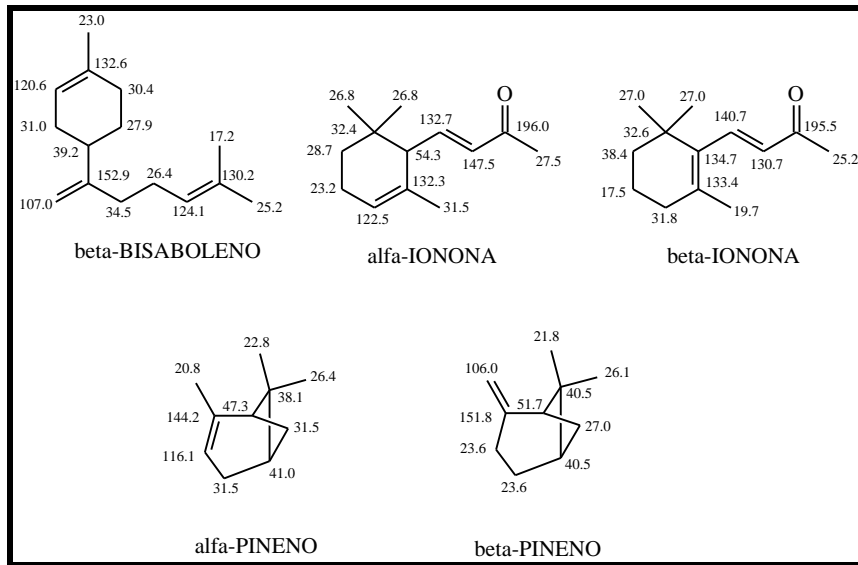
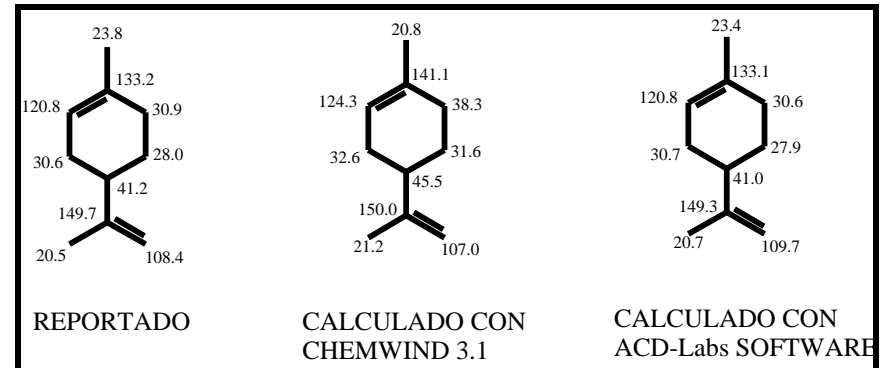


Figura 10. Continuación

La Espectrometría de RMN- $^{13}\text{C}$  presenta la ventaja adicional de que los desplazamientos químicos de los carbonos de terpenoides (y otras sustancias naturales y sintéticas) pueden calcularse mediante programas de computador disponibles en el comercio como Chemwind®<sup>40</sup> y ACD®<sup>41</sup>. A manera de ejemplo se presentan a continuación los desplazamientos químicos en ppm para el limoneno reportado en la literatura, calculado con el módulo de  $^{13}\text{C}$  de Chemwind® 3.1 y con ACD/CNMR®.

<sup>40</sup> E-mail : <http://www.bio-rad.com>

<sup>41</sup> Internet : <http://www.acdlabs.com>



Adicionalmente, el desarrollo reciente de los métodos bidimensionales homo- y heteronucleares, han permitido la determinación estructural fina de los terpenoides y demás sustancias naturales, eliminando la ambigüedad en la asignación de las señales observadas<sup>42</sup>.

La Figura 11 muestra el espectro de RMN- $^{13}\text{C}$  J-resuelto del  $\alpha$ -pineno.

<sup>42</sup> Mölleken, U., y col., PHYTOCHEMISTRY 47 (6) 1079-1083 (1998).

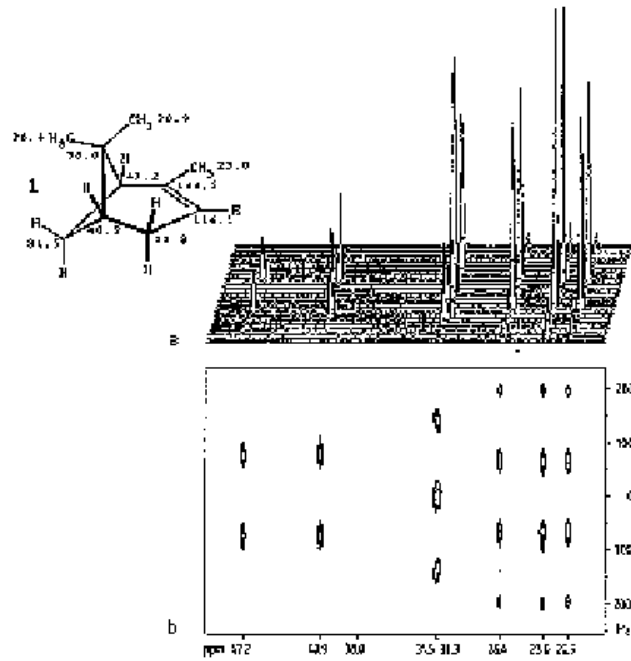


Figura 11. Espectro de RMN-13C J-resuelto del  $\alpha$ -pineno  
En acetona perdeuterada, 25°C, 50 MHz. a) Diagrama en estacas  
b) Diagrama de contornos<sup>43</sup>

A partir de este espectro es fácil determinar el tipo de carbono (primario, secundario, terciario o cuaternario). Así por ejemplo las dos señales a la izquierda muestran dos manchas<sup>44</sup> verticales indicando que se trata de dos carbonos terciarios (CH), la señal del centro muestra tres manchas indicando un carbono secundario (CH<sub>2</sub>)

<sup>43</sup> Breitmaier, E., "Structure Elucidation by NMR in Organic Chemistry. A Practical Guide", John Wiley & Sons, Chichester-New York-Brisbane, 1993.

<sup>44</sup> Nota : Es más conveniente llamarlas señales de correlación.

y se observan a la derecha series de 3 manchas, lo que indica que se trata de carbonos primarios o metílicos (CH<sub>3</sub>).

La Figura 12 muestra el espectro de masas RMN-13C obtenido con la técnica DEPT para el  $\alpha$ -pineno.

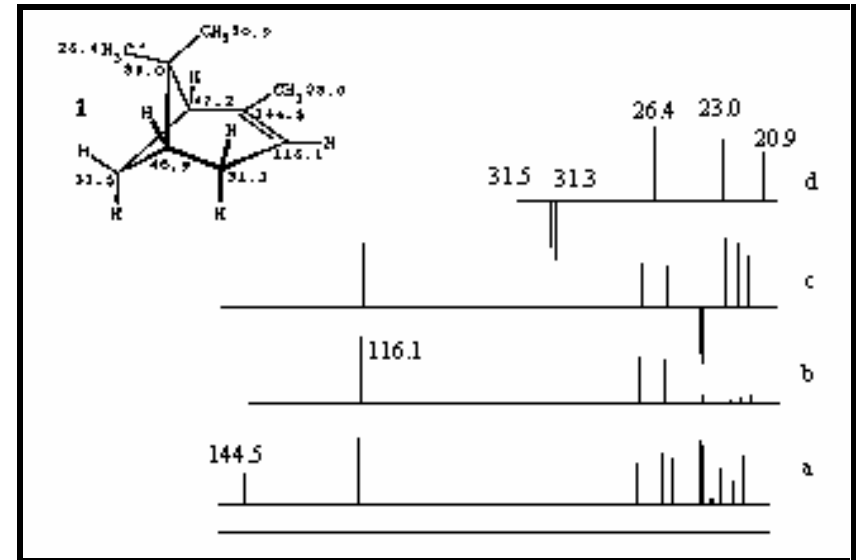


Figura 12. Espectro de RMN-13C DEPT del  $\alpha$ -pineno (50MHz, acetona perdeuterada). a) Espectro con desacoplamiento de 1H de banda ancha. b) Subespectro CH. c) Subespectro C-protonados, metilenos hacia abajo. d) Expansión de una porción del subespectro c.

Otros espectros muy útiles para la asignación estructural de productos naturales son COSY H-H (Figura 13), COSY C-H (Figura 14), COLOC C-H (Figura 15) y NOE H-H (Figura 16).

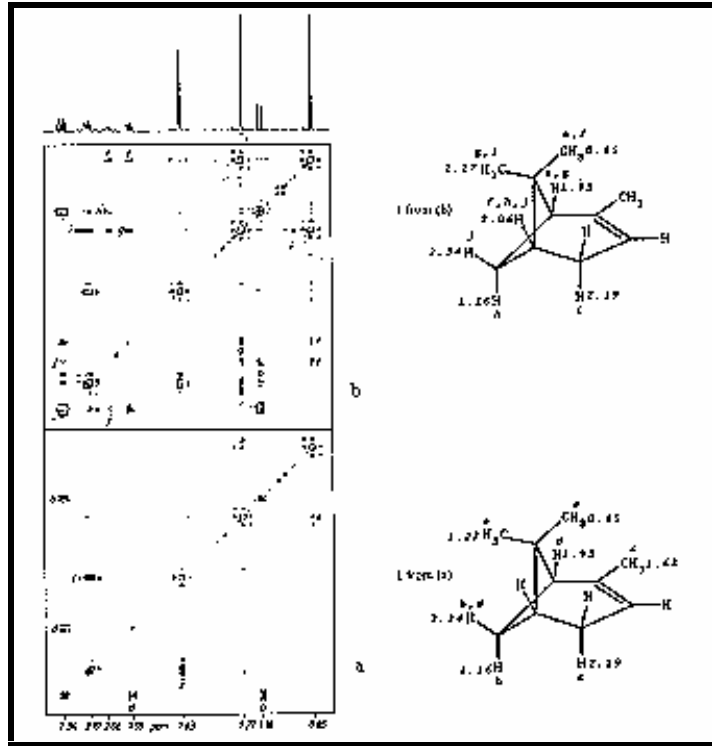


Figura 13. Espectro COSY H-H del  $\alpha$ -pineno.

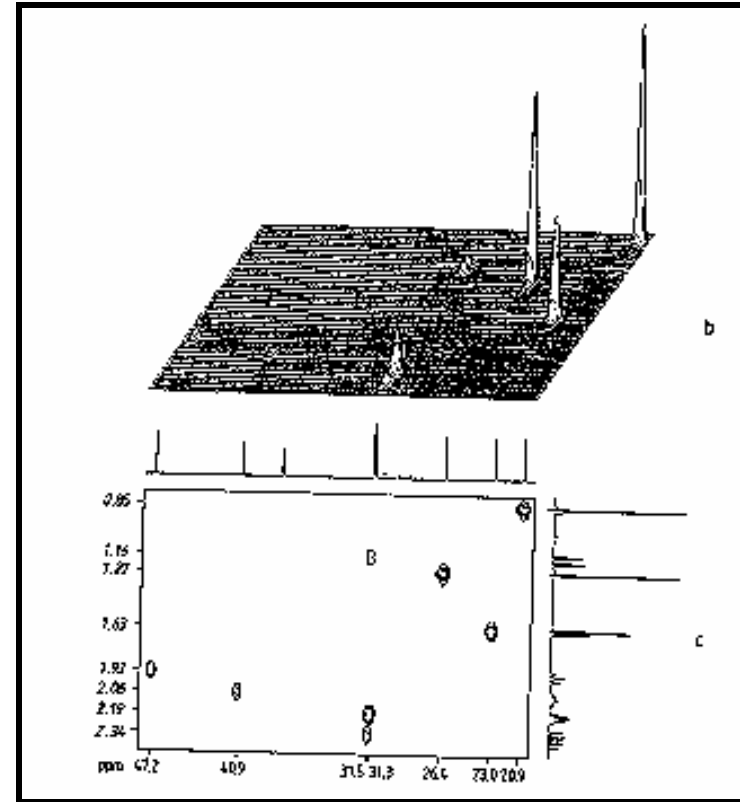


Figura 14. Espectro COSY C-H del  $\alpha$ -pineno



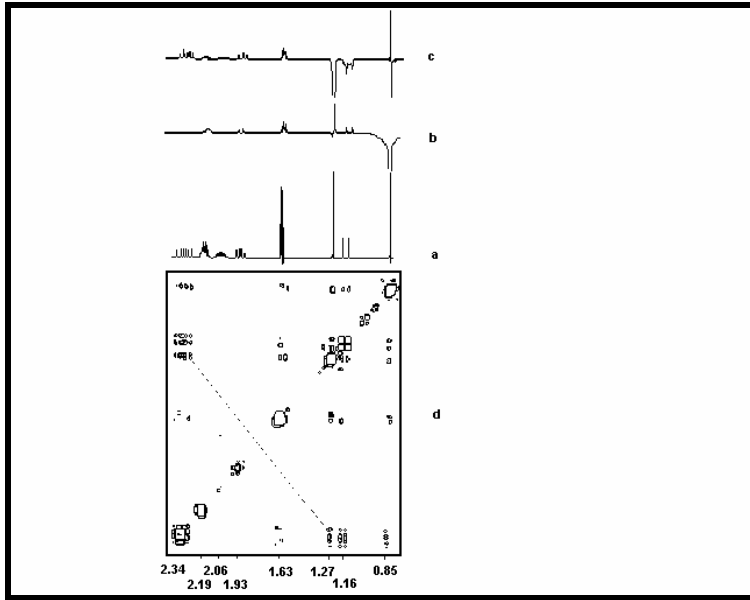


Figura 15. Espectro COLOC C-H del  $\alpha$ -pineno

Figura 16. Espectro NOE H-H del  $\alpha$ -pineno

Espectrometría de Masas  
Actualmente existen bases de datos que contienen información y espectros de masas de los componentes mono- y sesquiterpenoides de aceites esenciales. Estas bases de datos ya están disponibles en muchos instrumentos comerciales de análisis como cromatógrafos de gases acoplados a espectrómetros de masas.

#### SINTESIS

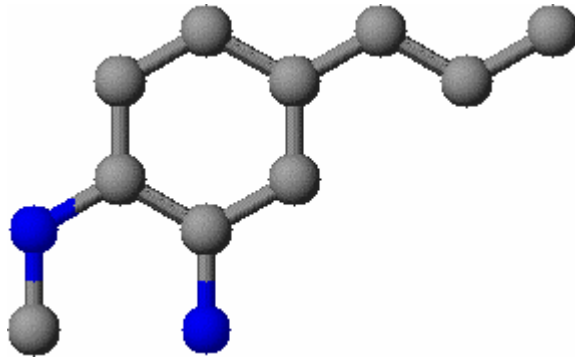
Se han reportado métodos sintéticos para mono- y sesquiterpenos<sup>45,46,47</sup>.

<sup>45</sup>K Mori, Y Matsushima, *Synthesis* - Stuttgart : 7 (JUL 1995) 845-850.

<sup>46</sup> L Fitjer, M Majewski, H Monzooltra, *Tetrahedron* 51: 32 (AUG 7 1995) 8835-8852.

<sup>47</sup>P Weyerstahl, R Schwieger, I Schwope, MA Hashem, *Liebigs Annalen* : 7 (JUL 1995) 1389-1392.

## FENILPROPANOS



## DEFINICION

Los fenilpropanos son sustancias naturales ampliamente distribuidas en los vegetales caracterizadas por un anillo aromático unido a una cadena de 3 carbonos y derivados biosintéticamente del ácido shikímico. La Figura 11 muestra varios ejemplos de fenilpropanoides ampliamente distribuidos. Nótese como la cadena lateral puede presentar varios estados de oxidación (grupos metilo, hidroximetileno, aldehído y carboxilo) e insaturación. El anillo aromático generalmente está sustituido en los carbonos 3, 4 y 5, siendo estos sustituyentes grupos hidroxilo, metoxilo o metiléndioxi, principalmente.

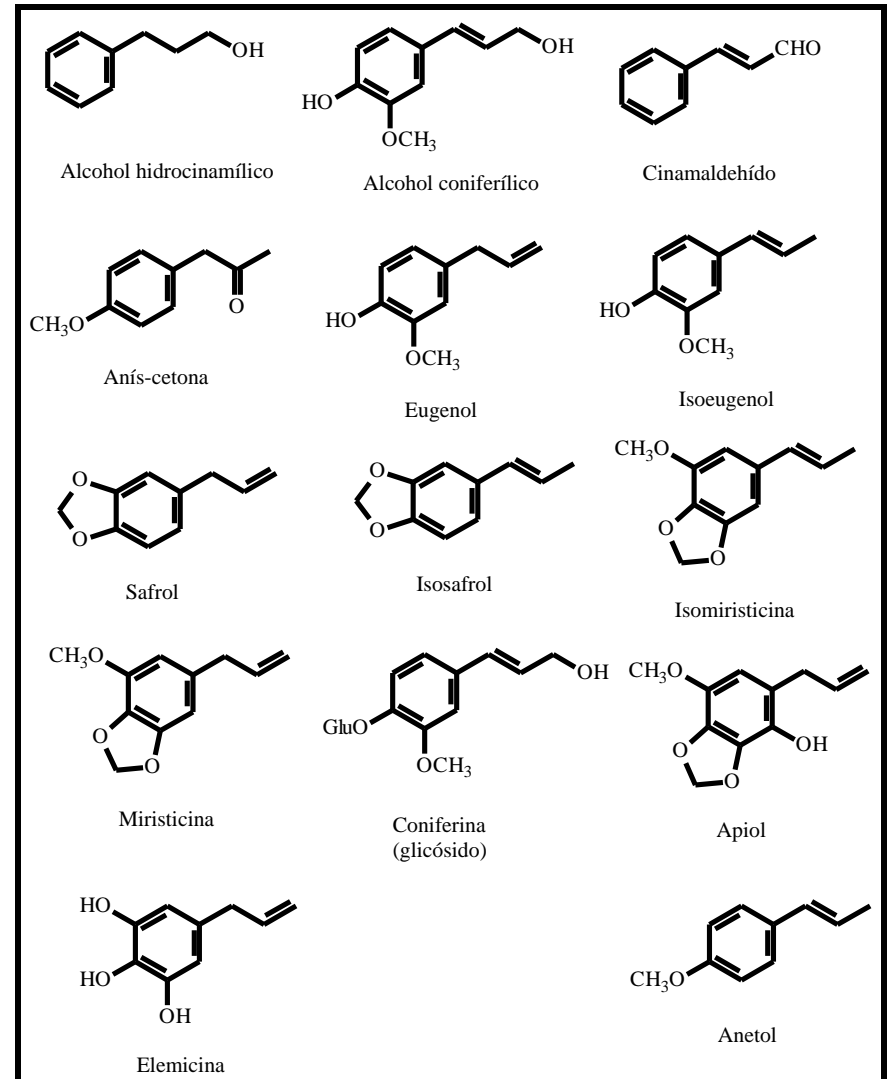


Figura 11. Ejemplos de fenilpropanos naturales presentes en aceites esenciales

## BIOGENESIS

Los fenilpropanos presentes en los aceites esenciales se originan biosintéticamente a partir del ácido shikímico<sup>48</sup>. El ácido shikímico se aisló inicialmente de la planta asiática *Illicium* sp. (Fam. Illiciaceae) y es reconocido como un compuesto que es el punto de partida para un vasto número de compuestos naturales de muchas clases. Aunque es un discreto constituyente vegetal, no hay duda de que es un metabolito universal de las plantas superiores.

El ácido shikímico es el precursor de los constituyentes vegetales que contienen anillos aromáticos diferentes a los formados por la ruta de la malonilcoenzima-A<sup>49</sup>. Hay en muchos casos dos patrones estructurales claros que permiten reconocer los compuestos aromáticos derivados biosintéticamente desde el ácido shikímico, y son: el patrón de oxigenación, y la presencia de anillos aromáticos ligados a cadenas de tres átomos de carbono (patrón C<sub>6</sub>C<sub>3</sub>). Mientras que en los metabolitos aromáticos originados por la vía de la malonilcoenzima-A, los grupos oxigenados se hallan en disposición meta entre sí, en el caso de los originados a partir del ácido shikímico, los grupos oxigenados están en disposición orto ó diorto entre sí<sup>50</sup>.

El descubrimiento de B.D. Davis y col. acerca del papel central del ácido shikímico en procesos metabólicos que llevan a aminoácidos aromáticos (fenilalanina y tirosina), y a los compuestos C<sub>9</sub> derivados

---

<sup>48</sup> PHYTOCHEMISTRY 39 (4) 737 (1995).

<sup>49</sup>Nota: La ruta de la malonilcoenzima-A también es denominada por muchos autores como la "ruta del malonato".

<sup>50</sup>Nota: Algunos autores se refieren a los patrones de oxigenación aromática de tres tipos: resorcinol, catecol y pirogalol. Los metabolitos tipo resorcinol son meta-oxigenados, los del tipo catecol son orto-oxigenados, y los del tipo pirogalol son diorto-oxigenados.

de estos, representó un avance notable en el conocimiento sobre biosíntesis en organismos vivos.

La Figura 12 esquematiza el proceso de formación del ácido shikímico. La formación del ácido shikímico ocurre a partir de precursores de 3 y 4 átomos de carbono como son el fosfoenolpiruvato (FEP) y la eritrosa-4-fosfato (E4P) a través de la serie de etapas descritas.

Este precursor es convertido posteriormente en los aminoácidos fenilalanina o tirosina (Figura 13), los cuales por acción de amoniasas dan origen bien sea al ácido cinámico o p-hidroxicinámico<sup>51</sup> (también llamado ácido p-cumárico por otros autores) (Figura 14). Estos dos ácidos aromáticos son los precursores directos de los fenilpropanos naturales.

---

<sup>51</sup>Towers, G.H.N., Wat, C-K., *Planta med.* 37 (1979) 97.



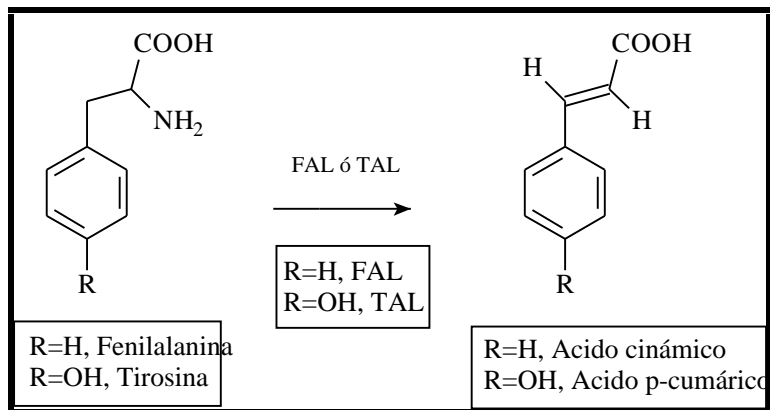


Figura 14. Biogénesis de los ácidos cinámico y p-cumárico. FAL: Fenilalaninaamonioliasa, TAL: Tirosinaamonioliasa

## MÉTODOS DE ANALISIS

### a. EXTRACCION Y AISLAMIENTO

Los fenilpropanos de aceites esenciales se extraen con la misma metodología descrita anteriormente para mono- y sesquiterpenos. Sin embargo, debido a su anillo aromático presentan ventajas en su detección por CCF y HPLC pues absorben luz ultravioleta (254 nm) y no requieren ser revelados con agentes químicos, ni necesitan ser derivatizados, y por lo tanto pueden aislarse y analizarse más fácilmente.

### b. ENSAYOS DE RECONOCIMIENTO

Existen ensayos de reconocimiento para el anillo aromático como la reacción con formaldehído y ácido sulfúrico. Así mismo en el caso de fenilpropanos con hidroxilos fenólicos estos pueden reconocerse por el ensayo del cloruro férrico, el cual produce coloraciones verdes y azules con sustancias fenólicas en general.

La tabla 3 presenta los valores Rf y coloraciones con dos reactivos reveladores para varios fenilpropanos<sup>52</sup>. Bajaj y col. reportaron la utilidad del reactivo Cloramina-T para la detección de varios compuestos fenólicos<sup>53</sup>.

Tabla 3. Valores Rf en sílica gel y colores de algunos fenilpropanos

Compuesto	Rf en Benceno	Rf en n-hexano/CHCl <sub>3</sub> (3 :2)	Color con Vainillina-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Color con Gibbs
Safrol	0.74	0.86	-	Gris
Estragol	0.72	-	Rosado	-
Anetol	0.69	-	Rojo	-
Miristicina	0.50	0.71	Pardo	Pardo
Apiol	0.39	0.41	Pardo	Pardo
Timol	0.38	-	Rojo	-
Eugenol	0.20	0.31	Pardo	Pardo
Isoeugenol	0.29	0.27	Rojo	Amari
Metileugenol	-	0.42	-	Rojo
Metiliseoegenol	-	0.42	-	Púrpura
Elemicina	-	0.27	-	Amari

<sup>52</sup>Harborne, J.B., "Phytochemical Methods", Chapman & Hall, London, 1973, 41-52 pp.

<sup>53</sup>Bajaj, K.L., y col., *J. CHROMATOGR.* 196 309-313 (1980).

### c. CARACTERIZACION ESPECTRAL

#### Infrarrojo

Por tratarse de sustancias con anillo aromático, sus espectros infrarrojo muestran las señales características de estos compuestos y dan información sobre el tipo de sustitución del anillo aromático además de los grupos funcionales presentes en la molécula<sup>54</sup>. Por ejemplo, el espectro IR del eugenol muestra entre otras bandas en 3500 (ancha) debida al grupo hidroxilo, 1510 característica de aromáticos, y tres bandas en 990, 920 y 938 cm<sup>-1</sup> características de un grupo vinilo monosustituido. El espectro IR del cinamaldehído muestra bandas en 3330 (débil), 3050, 2820, 2750, 1660 (intensa, debida al grupo carbonilo), 975, 740 y 695 cm<sup>-1</sup> entre otras.

A manera de ejemplos, la Figura 15 muestra el espectro IR del trans-anetol<sup>55</sup>, y la figura 16 muestra el espectro IR del safrol.

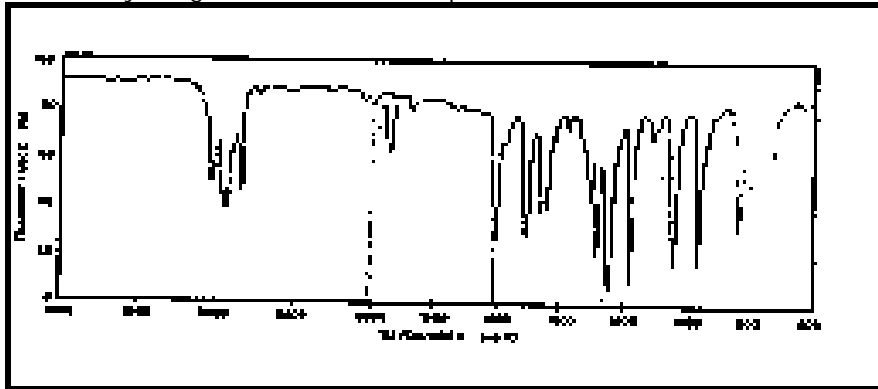


Figura 15. Espectro infrarrojo del anetol

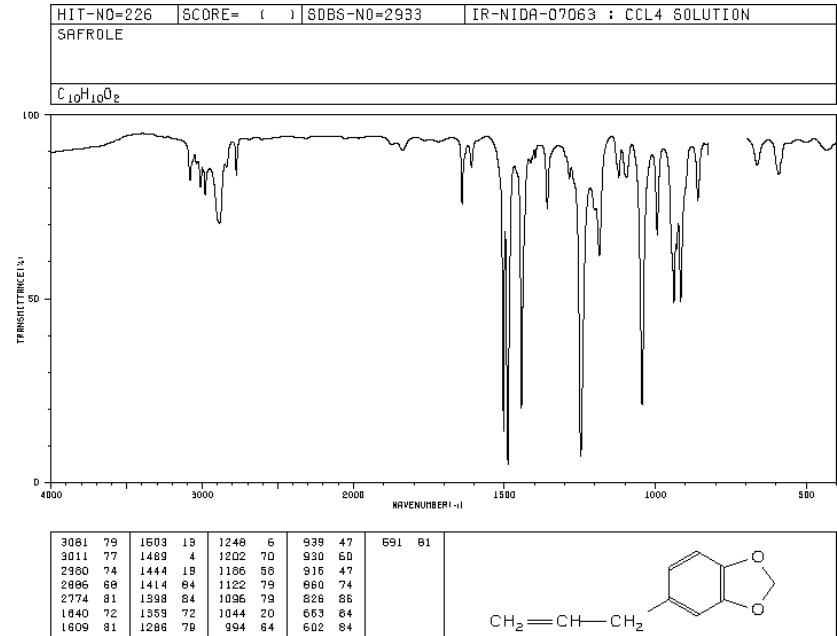


Figura 16. Espectro IR del safrol (en película líquida)

#### Ultravioleta

A diferencia de la mayoría de mono- y sesquiterpenos, los fenilpropanos absorben luz UV con máximos alrededor de 254 nm dependiendo de los grupos cromóforos presentes en la molécula. Por ejemplo el isoeugenol muestra máximos en 260 (15850) y 305 (7000), el safrol en 286 nm, la miristicina en 276 nm, el isosafrol en 264 nm, el ácido trans-cinámico en 273 nm y el ácido cis-cinámico en 264 nm<sup>56</sup>.

<sup>54</sup>ANALYST 109 1039 (1984).

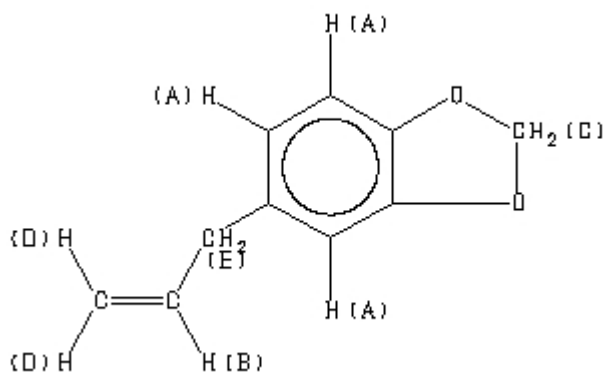
<sup>55</sup>Marcus, C. y col., J. AGRIC. FOOD CHEM. 27 (6) 1217-1221 (1979).

<sup>56</sup>Scott, A.I., "Interpretation of the Ultraviolet Spectra of Natural Products", Pergamon Press, Oxford-London-Edinburgh, 1964.

### Resonancia Magnética Nuclear

Los espectros de RMN-<sup>1</sup>H de los fenilpropanos muestran señales de protones aromáticos alrededor de 6-8 ppm cuyas multiplicidades y constantes de acoplamiento permiten realizar una asignación estructural clara aún con espectros de baja resolución. La Figura 17 muestra a manera de ilustración el espectro RMN-<sup>1</sup>H del trans-anetol<sup>57</sup>. Se aprecia una señal doblete alrededor de 1.9 ppm debida a los protones del grupo metilo, un singlete en 3.9 debido a los protones del grupo metoxilo, una señal compleja alrededor de 6.1 ppm debida a los dos protones olefinicos en disposición trans entre sí, y un doble doblete alrededor de 6.9 ppm característico de los 4 protones de un anillo aromático p-disustituído.

La figura 18 muestra el espectro RMN-<sup>1</sup>H (90 MHz) del safrol. Para la asignación de las señales la estructura es:



Las señales asignadas son H<sub>A</sub>, 6.53-6.80 ppm, H<sub>B</sub> 5.69-6.16, H<sub>C</sub> 5.889, H<sub>D</sub> 5.18-4.91 y H<sub>E</sub> 3.283 ppm.

<sup>57</sup>Marcus, C., Lichtenstein, E. P., J.AGRIC. FOOD CHEM. 27 1217-1220 (1979).

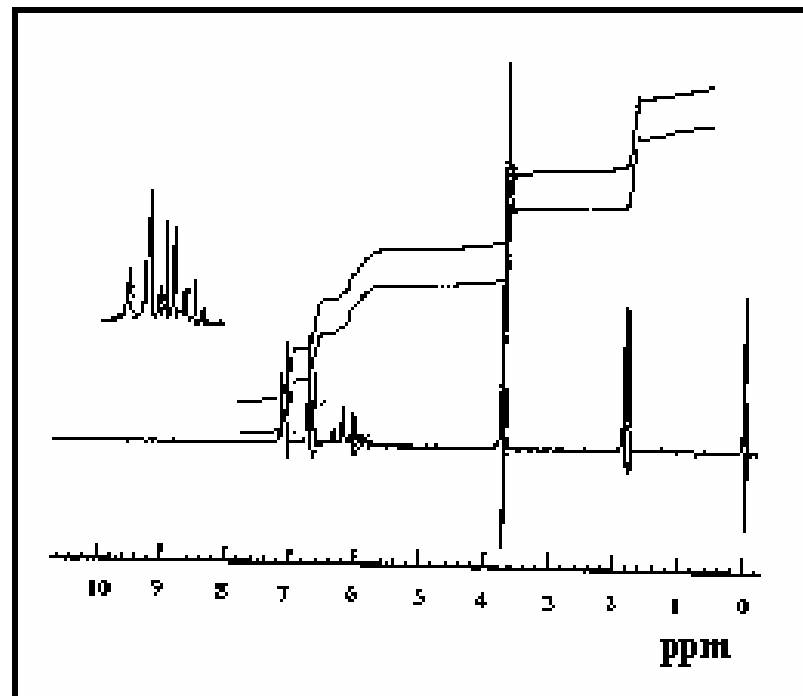


Figura 17. Espectro RMN-<sup>1</sup>H del trans-anetol

La figura 19 muestra el espectro de RMN-<sup>13</sup>C en cloroformo deuterado, para el safrol.

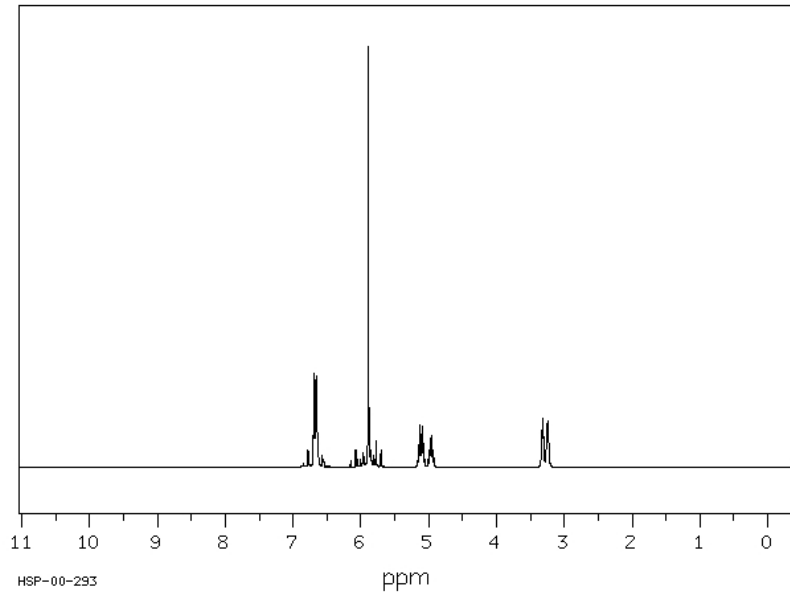


Figura 18. Espectro RMN-1H del safrol en cloroformo deuterado (90 MHz)

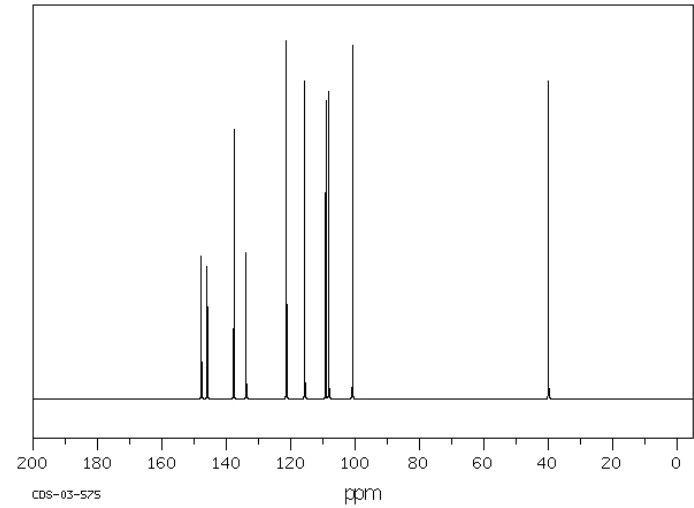


Figura 19. Espectro RMN-<sup>13</sup>C de safrol en cloroformo deuterado

#### Espectrometría de Masas

Debido también a su anillo aromático, los fenilpropanos presentan espectros de masas con iones moleculares intensos, lo que facilita la determinación de su peso molecular.

A manera de ejemplo, la Figura 20 muestra el espectro de masas del trans-anetol, donde se alcanza a apreciar el fragmento m/z 148 correspondiente al ion molecular.



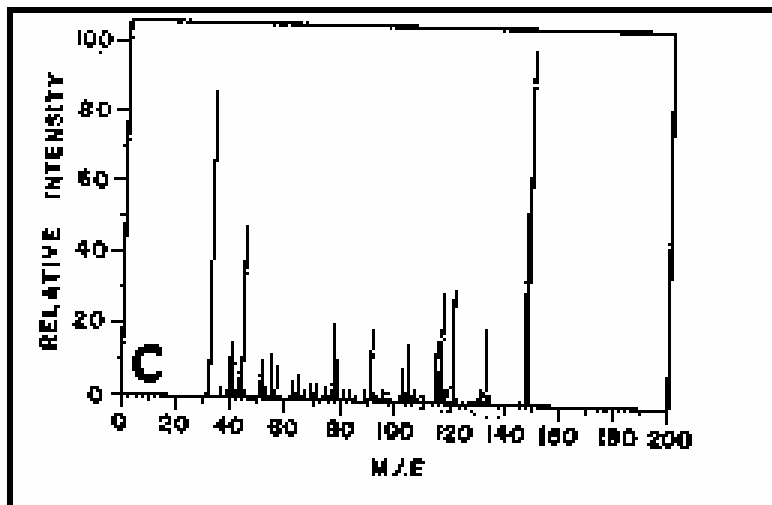


Figura 20. Espectro de masas del trans-anetol

En el caso de compuestos con grupos carboxilo e hidroxilo es conveniente derivatizarlos para obtener sustancias más volatilizables y térmicamente más estables, ya que esto facilita por ejemplo su análisis en mezclas mediante la Cromatografía de Gases o la combinación Cromatografía de Gases-Espectrometría de masas. Un ejemplo de esto último son los espectros de masas obtenidos para los derivados trimetilsililéteres de los compuestos: ácido p-hidroxicinámico y ácido ferúlico mostrados en la Figura 21<sup>58</sup>.

Puede observarse que ambos espectros muestran como pico base al fragmento  $m/z$  73 correspondiente al grupo trimetilsilil, y los fragmentos M (ión molecular), M-15, M-59 y M-89, los cuales se observan también en los derivados TMS de otros ácidos fenólicos como p-hidroxibenzoico, vanílico, protocatequico y siríngico citados en la misma referencia bibliográfica.

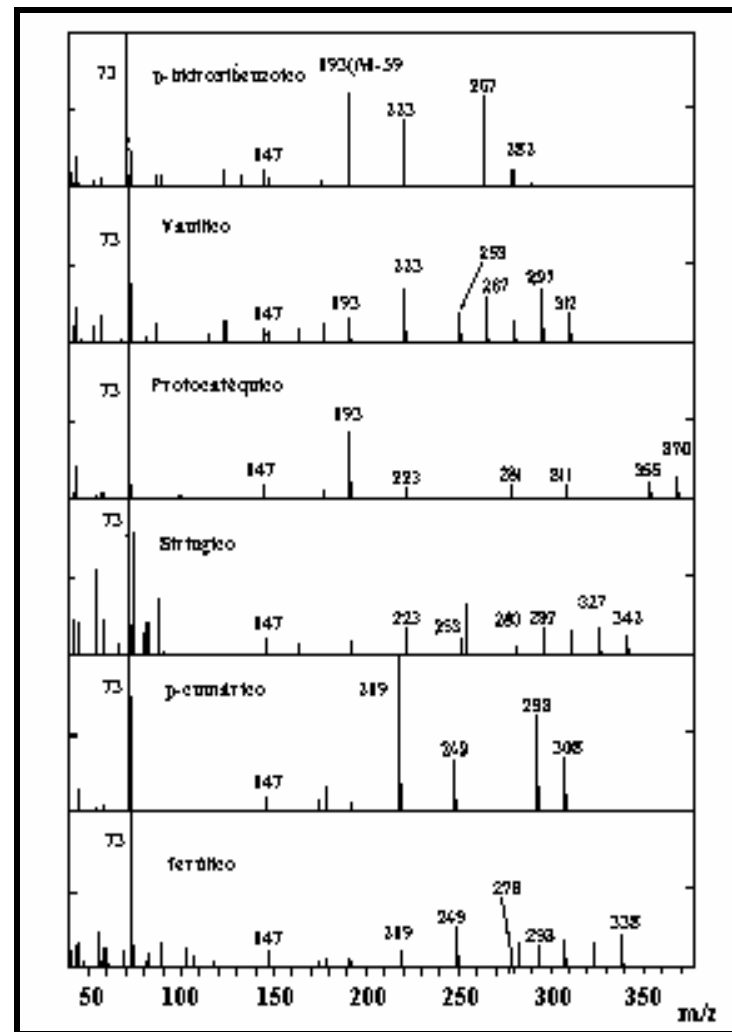


Figura 21. Espectros de masas de derivados TMS de ácidos fenólicos

<sup>58</sup>Matsumoto, G. y col., *J. CHROMATOGR.* 193 89-94 (1980).

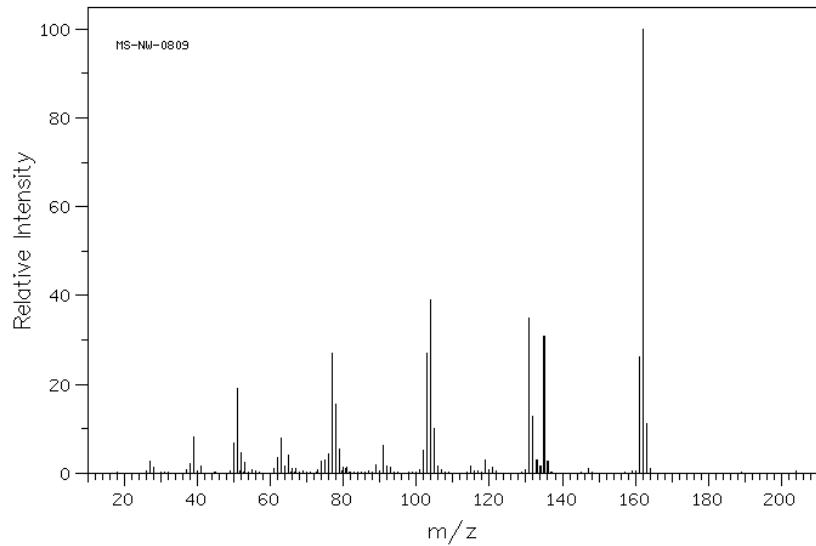


Figura 23. Espectro de masas IE del safrol (70 eV)

## 2.6. PRINCIPALES DROGAS QUE CONTIENEN ACEITES ESENCIALES

Alcanfor

Albahaca



El aceite de albahaca se obtiene de *Ocimum basilicum* y ha sido utilizado en la medicina tradicional como un estimulante del sistema nervioso central y para el tratamiento de desórdenes nerviosos menores, dolor de cabeza y dolores musculares. Es de gran valor en estados de ansiedad, ya que se dice que clarifica y fortalece la mente.

Es un repelente de insectos y suaviza las picaduras. Tiene actividad antimicrobiana a bajas diluciones. En ensayos realizados en la India mostró buenos resultados en el tratamiento antibacterial del acné. También se usa como enjuague bucal contra el mal aliento. En las zonas rurales africanas se usa una infusión de las hojas para tratar las quemaduras causadas por el sol<sup>59</sup>.

<sup>59</sup>Dweck, A. C.; COSM. TOIL. 112 47 (1997).

## Anís



Las semillas de *Pimpinella anisum* L. contienen aceite esencial cuyo componente principal es el trans-anetol<sup>60</sup> y presenta actividad insecticida<sup>61</sup>. Las semillas de anís se utilizan como condimento, en la preparación de licor anisado, y en medicina como un estimulante y antiflatulento. El anís también tiene propiedades analgésicas y rubefacientes y se usa en el tratamiento de infecciones de la piel, en fiebres, resfriados y contra el dolor de cabeza. En Africa se usa contra infestaciones de nemátodos. También se utiliza en perfumería<sup>62</sup>.

---

<sup>60</sup>Stashenko, E.E. y col., *J. HIGH RESOLUT. CHROMATOGR.* 8 501-503 (1995).

<sup>61</sup>Marcus, C., Lichtenstein, E. P., *J.AGRIC. FOOD CHEM.* 27 1217-1220 (1979).

<sup>62</sup> Basaran, P., Espino, N., Basaran, N., *CEREAL FOODS WORLD* 175-177 (2002).

Bergamota  
CG<sup>63</sup>

## Buchú



Corresponde al aceite obtenido de *Agathosma betulina* que tiene no solo una fragancia agradable sino que es de importancia cosmética para la piel<sup>64</sup>.

---

<sup>63</sup>Juchalka, D. y col., *PHARMAZIE* 51, 417-422 (1996).

<sup>64</sup>Dweck, A. C.; *COSM. TOIL.* 112 47 (1997).

## Canela



La droga corresponde a la corteza desecada de *Cinnamomum zeylanicum*, Laurácea, nativa de la India. El aceite esencial contiene cinamaldehído y eugenol entre otros<sup>65,66</sup>. La canela se ha usado para el tratamiento de dolores bucales y desórdenes periodontales. Se ha encontrado que contiene resinas cianogénicas y ácido hidrocianico, los cuales tienen propiedades antibacteriales, y taninos con acción hemostática y astringente. También se utiliza para el tratamiento de amenorrea, como emenagogo en India, Mexico y Europa. En las drogas abortivas utilizadas en la medicina china siempre se incluye la canela como uno de sus ingredientes<sup>67</sup>.

## Cardamomo

Corresponde al aceite obtenido de las semillas de *Elettaria cardamomum*<sup>68</sup>, el cual ayuda a la digestión y estimula el apetito<sup>69</sup>.

<sup>65</sup>Ross, M.S.F., *J. CHROMATOGR.* 118 273-275 (1976).

<sup>66</sup>Angmor, J.E. y col., *PLANTA MED.* 21 416-420 (1972).

<sup>67</sup> Basaran, P., Espino, N., Basaran, N., *CEREAL FOODS WORLD* 175-177 (2002).

<sup>68</sup>Moya, L. y col., *POLITECNICA (QUITO)* 18 (2) 109-122 (1993).

Se le atribuyen propiedades afrodisíacas y de que ayuda a aclarar la mente de ruido y confusión<sup>70</sup>.

## Cidra

Extracción en fase sólida y CG-EM<sup>71</sup>.

## Cidrón

## Cilantro

Las semillas de cilantro además de su uso como condimento para alimentos, mezcladas con miel se usa para reducir la presión sanguínea<sup>72</sup>. Análisis del aceite esencial por CG<sup>73</sup>

---

<sup>69</sup> Basaran, P., Espino, N., Basaran, N., *CEREAL FOODS WORLD* 175-177 (2002).

<sup>70</sup>Dweck, A. C.; *COSM. TOIL.* 112 47 (1997).

<sup>71</sup>Mangas, J.J. y col., *CHROMATOGRAPHIA* 42 101-105 (1996).

<sup>72</sup> Basaran, P., Espino, N., Basaran, N., *CEREAL FOODS WORLD* 175-177 (2002).

<sup>73</sup>Frank, C. y col., *J. AGRIC. FOOD CHEM.* 43 1634-1637 (1995).

Clavo de olor



Comino

Corresponde a las semillas de *Cuminum cyminum* L., de la familia de las umbelíferas. Su aceite esencial contiene  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, mirceno,  $\alpha$ -felandreno,  $\alpha$ -terpineno, limoneno,  $\beta$ -felandreno, 1,8-cineol, p-cimeno,  $\gamma$ -terpineno, 3-p-menten-7-al, mirtenal, cuminaldehído, felandral, 1,3-p-mentadien-7-al, cis-sabineno hidrato, trans-sabineno hidrato,  $\alpha$ -terpineol, alcohol cumínico,  $\beta$ -cariofileno,  $\beta$ -farneseno y  $\beta$ -bisaboleno<sup>74</sup>. La planta es nativa de la región Mediterránea y fue cultivada por los egipcios. Estos la usaron contra enfermedades de la piel y abscesos. Un emplasto de semillas de comino se aplica tópicamente en la piel irritada<sup>75</sup>.

Cymbopogon

CG<sup>76</sup>


---

<sup>74</sup>Varo, P. T., Heinz, D. E.; J. AGRIC. FOOD. CHEM. 18 234 (1970).

<sup>75</sup>Basaran, P., Espino, N., Basaran, N., CEREAL FOODS WORLD 175-177 (2002).

<sup>76</sup>Kreis, P. y col., FLAVOUR FRAGRANCE J. 9 257-260 (1994).

Eucalipto



El aceite esencial ha mostrado utilidad contra el dolor de cabeza<sup>77</sup>

Fresa

CG-EM<sup>78</sup>

Ginger




---

<sup>77</sup>Gobel, H. y col., HERBALGRAM 38 16 (1996).

<sup>78</sup>Schumacher, K. y col., PHYTOCHEM. ANAL. 6 258-261 (1995).

Corresponde a *Zingiber officinalis*, zingiberácea...CG<sup>79,80</sup>

Lavanda

Extracción y caracterización<sup>81</sup>

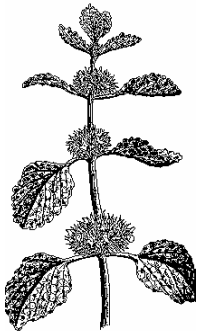
Limón

CG-EM<sup>82,83</sup>

Marrubio

El aceite esencial de las hojas del *Ageratum conyzoides*, Asteraceae, contiene principalmente  $\beta$ -cariofileno y precoceno<sup>84</sup>.

*Marrubium parviflorum*



CG<sup>85</sup>

<sup>79</sup>Nishimura, O., *J. AGRIC. FOOD CHEM.* 43 2941 (1995).

<sup>80</sup>Yonei, Y. y col., *J. SUPERCRIT. FLUIDS* 8 156-161 (1995).

<sup>81</sup>Pascual T. y col., *ANALES DE QUIMICA* 87 (3) 402-404 (1991).

<sup>82</sup>Combariza, M.Y. y col., *J. HIGH RESOLUT. CHROMATOGR.* 17 643-646 (1994).

<sup>83</sup>Blanco Tirado C. y col., *J. CHROMATOGR.* 697A 501-503 (1995).

<sup>84</sup>Wandji, J. y col., *FITOTERAPIA* (5) 427 (1996).

Matricaria



Corresponde a la *Matricaria camomila*...HPLC<sup>86</sup>

<sup>85</sup>Bal, Y. y col., *FITOTERAPIA* 66 179-180 (1995).

<sup>86</sup>Zekovic, Z. y col., *CHROMATOGRAPHIA* 39 587-590 (1994).

## Menta



Menta

Menta verde

El aceite esencial ha mostrado utilidad contra el dolor de cabeza<sup>87</sup>. La menta conocida en las farmacopeas europeas y norteamericanas corresponde a la especie *Mentha piperita*, muy diferente a la existente en Colombia que es la *Mentha viridis*. La primera ha sido usada desde tiempos remotos contra problemas estomacales, sin embargo el uso actual más difundido es su uso en perfumería por su alto contenido en mentol (50%) y mentona (10%)<sup>88</sup>. Para el análisis del aceite con CG quirál<sup>89</sup>.

<sup>87</sup>Gobel, H. y col., HERBALGRAM 38 16 (1996).

<sup>88</sup> Basaran, P., Espino, N., Basaran, N., CEREAL FOODS WORLD 175-177 (2002).

<sup>89</sup>J. CHROMATOLOG. 666A 163 (1994).

Naranja  
HPLC<sup>90,91</sup>

## Orégano



Corresponde a *Origanum vulgare*, Labiatae, su aceite esencial contiene principalmente  $\gamma$ -terpineno, p-cimeno, timol y carvacrol<sup>92</sup>. En Turquía se prepara un té para problemas estomacales. El orégano tiene un aroma y sabor fuertes debido a que contiene sustancias volátiles como el timol, al que se atribuyen propiedades anti-envejecimiento. Es una hierba conocida por sus propiedades calmantes y como reductora de stress, y se utiliza como tónico para el sistema nervioso. El orégano también se aplica tópicamente para inflamaciones menores de la piel y pequeñas heridas. Las flores

<sup>90</sup>Buiarelli, F. y col., J. CHROMATOLOG. 730A 9-16 (1996).

<sup>91</sup>ESSENZE DERIV. AGRUM. 64, 471-516 (1994) (Revisión).

<sup>92</sup>Kokikini, S. y col., PHYTOCHEMISTRY 44(5) 883 (1997).

secas tienen propiedades antisépticas, antimicrobianas y antimicóticas. El efecto antibacterial es similar al del ajo y la cebolla<sup>93</sup>.

#### Perejil

Las semillas de perejil, *Petroselinum crispum*, se usan actualmente contra la calvicie, mientras que el jugo se usa para enfermedades renales. Los frutos del perejil contienen apiol y miristicina y se usan como diuréticos<sup>94</sup>.

#### Pino

CG-EM<sup>95</sup>

#### Ruda

CG-EM<sup>96</sup>

#### Salvia

Composición del aceite esencial<sup>97</sup>

#### Sándalo

CG<sup>98</sup>

#### Toronjil



Esta planta ha sido utilizada ampliamente como fragancia para vino, té y cerveza, y como planta medicinal contra diferentes enfermedades como desórdenes gastrointestinales y nerviosos, y contra el reumatismo, especialmente en Europa. El eugenol presente en su aceite esencial tiene actividad antiespasmolítica, y una fracción de taninos presentó actividad antiviral. Recientemente se aisló de sus hojas un compuesto antioxidante tipo 1,3-benzodioxol<sup>99</sup>. CG<sup>100,101</sup>

<sup>93</sup> Basaran, P., Espino, N., Basaran, N., CEREAL FOODS WORLD 175-177 (2002).

<sup>94</sup> Basaran, P., Espino, N., Basaran, N., CEREAL FOODS WORLD 175-177 (2002).

<sup>95</sup> Tazerouti, F. y col., *PLANTA MED. PHYTOTHER.* 26 (3) 161-176 (1993).

<sup>96</sup> Stashenko, E.E. y col., *J. MICROCOLUMN SEP.* 7 117-122 (1995).

<sup>97</sup> Perry, N. B., y col., *J. AGRIC. FOOD CHEM.* 47 (5) 2048-2054 (1999).

<sup>98</sup> Naqvi A.A. y col., *INDIAN PERFUM.* 39 (1) 62-63 (1995).

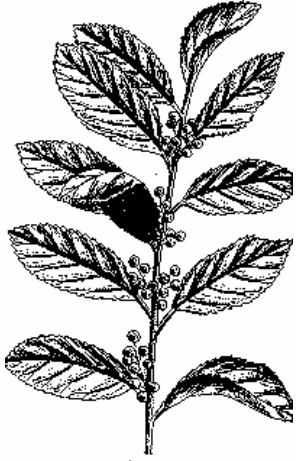
<sup>99</sup> Tagashira, M., y col., *PLANTA MED.* 64, 555-558 (1998).

<sup>100</sup> Hener, U. y col., *PHARMAZIE* 50 60-62 (1995).

<sup>101</sup> Kreis, P. y col., *FLAVOUR FRAGRANCE J.* 9 249-256 (1994).



Yerba mate



Corresponde a las hojas del *Ilex paraguayensis*, Fam. aquifoliaceae. En la fracción arrastrada por destilación con vapor de agua se identificaron entre otros: linalool,  $\alpha$ -ionona,  $\beta$ -ionona,  $\alpha$ -terpineol, geraniol, nerolidol, geranilacetona y eugenol, siendo el nerolidol activo contra la bacteria *Streptococcus mutans* causante de las caries dentales<sup>102</sup>.

#### Ylang-Ylang

Corresponde a *Cananga odorata*, ... CG-EM<sup>103</sup>

#### Otros

*Kaempferia galanga* fam. zingiberáceas, contiene en sus raíces un aceite esencial con 50% del éster isoamilico del ácido p-

<sup>102</sup>Kubo I., Muroi H., Himejima, J. AGRIC. FOOD CHEM. 41 107 (1993).

<sup>103</sup>Stashenko, E.E. y col., J. HIGH RESOLUT. CHROMATOGR. 19 353-358 (1996).

metoxicinámico, el cual llevó al desarrollo de un filtro solar natural de interés cosmético<sup>104</sup>.

#### 2.7. ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Los componentes de aceites esenciales como el limoneno y derivados hidroxilados han mostrado potencial uso en la quimioterapia del cáncer mamario<sup>105</sup>.

El nerolidol, presente en la yerba mate, posee actividad anticáncer<sup>106</sup>, el  $\beta$ -cariofileno es antiinflamatorio y citoprotector gástrico<sup>107</sup>.

El caparratrieno aislado del aceite de la especie colombiana *Ocotea caparrapi*, Lauraceae, presenta actividad contra células de leucemia CEM<sup>108</sup>. Los aceites esenciales de varias especies de *Sideritis* sp., Lamiaceae, y otras plantas, presentan actividad antimicrobiana (hongos patógenos al hombre), y en menor grado presentan actividad antimicrobiana<sup>109,110</sup>. El aceite esencial de *Cymbopogon densiflorus* tiene actividad contra varias bacterias Gram-positivas y Gram-negativas<sup>111</sup>.

Se reporta una "arnica" como *Heterotheca inuloides*, Asteráceas, cuyas flores contienen  $\beta$ -cariofileno y otros terpenos con propiedades antioxidantes y citotóxicas, lo que sugiere su uso

<sup>104</sup>Langner, R., Surburg, H., COSM. TOIL. 112 74-76 (1997).

<sup>105</sup>MN Gould, Journal of Cellular Biochemistry : Suppl. 22 (1995), 139-144.

<sup>106</sup>Kubo I., Muroi H., Himejima, J. AGRIC. FOOD CHEM. 41 107 (1993).

<sup>107</sup>Tambe, Y. y col., PLANTA MED. 62 (5) 469 (1996).

<sup>108</sup>Palomino, E., y col.; J. NAT. PROD. 59, 77-79 (1996).

<sup>109</sup>Adam, K. y col., J. AGRIC. FOOD. CHEM. 46 (5) 1739 (1998).

<sup>110</sup>Ezer, N. y col., FITOTERAPIA (5) 474 (1996).

<sup>111</sup>Takaisi-Kikuni, N. B., y col., FITOTERAPIA 71, 69-71 (2000).

potencial para el tratamiento del cáncer<sup>112</sup>. En Australia el aceite esencial del árbol de té *Melaleuca alternifolia* (Mirtáceas) se le atribuyen propiedades contra el acné, forúnculos e infecciones por levaduras<sup>113</sup>, y existen industrias alrededor de este producto<sup>114</sup>. El aceite esencial de *Tetradenia riparia* (Labiadas), contiene 22.6% de  $\alpha$ -terpineol y posee actividad antimalárica<sup>115</sup>.

## 2.8. FUNCION BIOLOGICA

### 2.9. TRANSFORMACIONES MICROBIOLOGICAS

Gracias al desarrollo de la biotecnología existen estudios que demuestran la conversión microbiológica de mono- y sesquiterpenoides<sup>116</sup>, por ejemplo se ha evaluado la producción de aceites esenciales en fermentados de especies de *Mentha*<sup>117</sup>, la biotransformación de la pulegona por hongos<sup>118</sup>.

### 2.10. PROBLEMAS

1. (Anetol: IR, RMNH, EMIE) Marcus, C., Lichtenstein, E. P., J.AGRIC. FOOD CHEM. 27 1217-1220 (1979).
2. ( $\gamma$ -Gurgujeno, un sesquiterpeno del bálsamo Gurjun: EMIE, RMNH, RMNC, SINTESIS), Lombarda, I. y col., J. AGRIC. FOOD CHEM. 45 (1) 221-226 (1997).

---

<sup>112</sup>Kubo, I. y col., PLANTA MED. 62 (5) 427 (1996).

<sup>113</sup> Osborne, F., Chandler, F., CAN. PHARM. J. 131 (2) 42 (1998).

<sup>114</sup> <http://www.maincamp.com.au>

<sup>115</sup> Campbell, W. E. y col., PLANTA MED. 63, 270-2 (1997).

<sup>116</sup>E Gand, JR Hanson, H Nasir, *Phytochemistry* 39: 5 (JUL 1995) 1081-1084.

<sup>117</sup>MG Hilton, A Jay, MJC Rhodes, PDG Wilson, *Applied Microbiology and Biotechnology* 43: 3 (JUL 1995) 452-459.

<sup>118</sup>Ismailialaoui, M. y col., TETRAHEDRON LETT. 33 (17) 2349-2352 (1992).