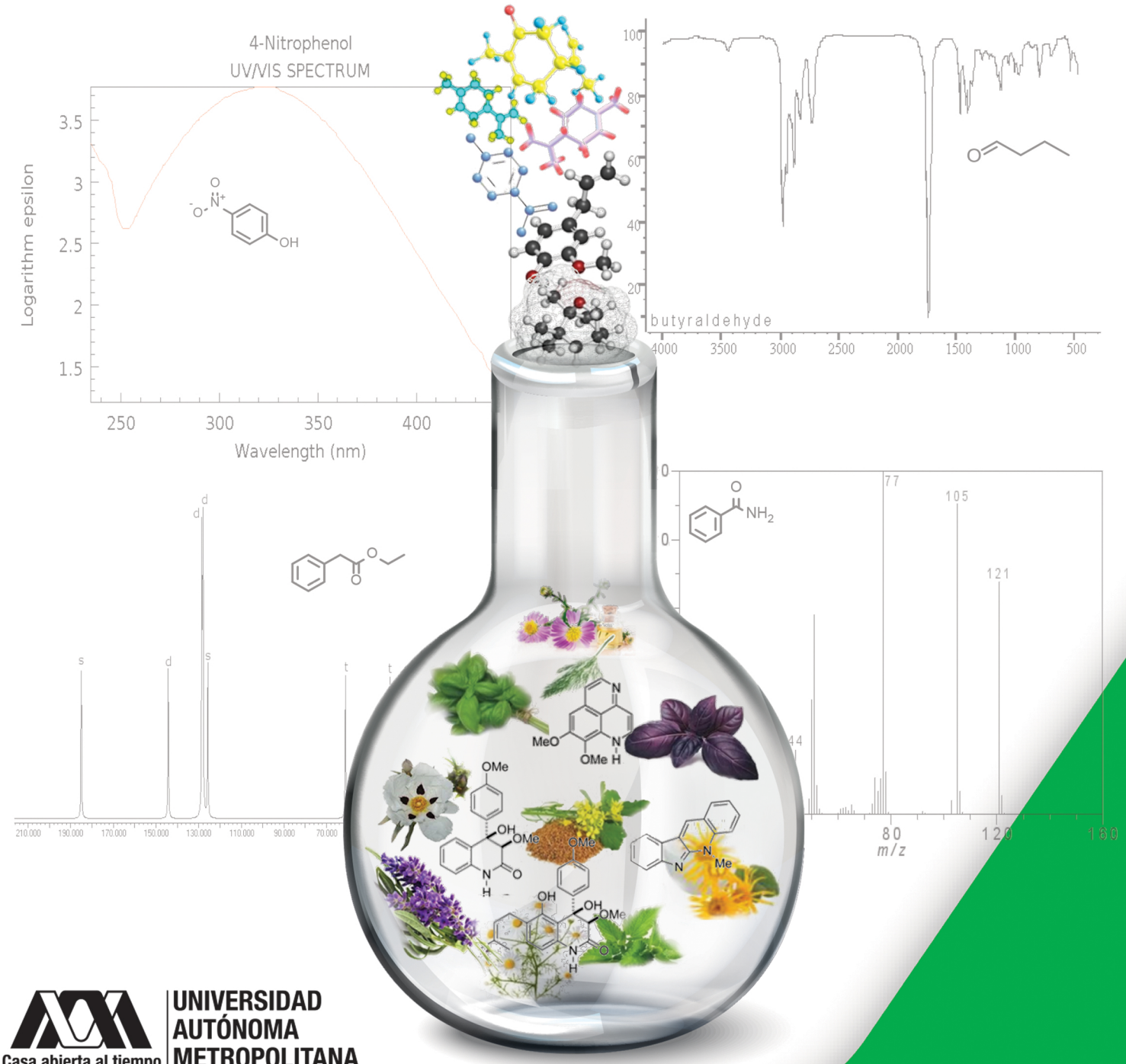
Sinopsis de Aceites Esenciales en Plantas Medicinales



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Iztapalapa

José María Adolfo Barba Chávez

DEDICATORIA

A mi esposa, Frida Malpica, por su apoyo continuo a tener éxito en mi vida personal y profesional, su paciencia y comprensión fueron esenciales para permitir superar los numerosos obstáculos encontrados durante el desarrollo de este proyecto. El amor y las enseñanzas que me han dado mis hijos: José María David, María Alicia y Yaretzi, que han sido fuentes de apoyo e inspiración para lograr mis contribuciones y aspiraciones, por enseñarme grandes lecciones de fuerza personal.

AGRADECIMIENTO

A mis colegas muy estimados: M en C. Pilar Enríquez D†., Dr. Héctor González C†., Dra. Elsa Bosques M., Dra. María Flores C., Dr. Ponciano García G. y Dr. Jorge Miranda C., que enriquecieron este proyecto a través de su contribución y sus comentarios que me permitieron mejorar el contenido y presentación de este libro.

Así mismo, agradezco el apoyo que he recibido del Lic. Adrián Valencia jefe de la Sección de Producción Editorial, por su ayuda con el formato del libro y la gestión durante la etapa final de producción.

Sinopsis de Aceites Esenciales en Plantas Medicinales

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD IZTAPALAPA

Dr. Eduardo Peñaloza Castro
Rector General

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia
Secretario General

UNIDAD IZTAPALAPA

Dr. José Octavio Nateras Domínguez
Rector

Dr. Miguel Ángel Gómez Fonseca
Secretario

Dra. Edith Ponce Alquicira
Directora de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Dra. Milagros Huerta Coria
Coordinadora de Extensión Universitaria

Lic. Adrián Felipe Valencia Llamas
Jefe de la Sección de Producción Editorial

Sinopsis de Aceites Esenciales en Plantas Medicinales
Primera Edición Diciembre 2016
ISBN:978-607-28-0949-9

© UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD IZTAPALAPA
Av. Michoacán y La Purísima
Iztapalapa, 09340. México, D. F.
Impreso y hecho en México / *Printed in Mexico*

Índice

		Página
Introducción		7
Prólogo		9
Capítulo I	Breve Historia de las Plantas Medicinales *José María Adolfo Barba Chávez*	11
Capítulo II	Química de los Aceites Esenciales *José María Adolfo Barba Chávez*	21
Capítulo III	Captación de Aromas y Olores *José María Adolfo Barba Chávez*	61
Capítulo IV	Aceites Esenciales en Plantas Medicinales *José María Adolfo Barba Chávez* *María Flores Cruz*	75
Capítulo V	Aceites Esenciales Azufrados y Nitrogenados *Elsa Bosquez Molina*	157
Capítulo VI	Importancia Económica de los Aceites Esenciales *María del Pilar Enríquez Domínguez* † *Héctor González Cerezo* †	183
Capítulo VII	Métodos de Extracción e Identificación de Aceites Esenciales *José María Adolfo Barba Chávez*	195
Capítulo VIII	Identificación de Compuestos Orgánicos de Origen Natural por Técnicas Espectroscópicas *Ponciano García Gutiérrez* *Jorge Miranda Calderón*	215
Apéndice		319
Glosario		331

Introducción

La diversidad biológica expresada en sus diferentes reinos nos plantea, cuán importante sigue siendo para la humanidad el Reino vegetal. En el contexto de las plantas con fines medicinales, se ha considerado su empleo tan antiguo como el hombre mismo, comprendiendo un gran número de plantas de reconocido valor terapéutico y varias de ellas se encuentran incluidas en la farmacopea herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos, (FHEUM) así como en la europa.

Las plantas medicinales incluyen a las aromáticas y especias o condimentos y deben sus propiedades a principios activos o metabolitos, los cuales, algunos de ellos han sido aislados, purificados y elucidados, para utilizarlos como medicamentos. Los principios activos especialmente los alcaloides, heterósidos, saponósidos y algunos terpenoides, son en ocasiones tóxicos y algunos vegetales que los contienen, deben ser utilizados con prudencia. Sin embargo, la mayoría, no ofrecen ningún peligro mientras su uso, aplicación y/o consumo sea correcto. De esta manera la fitoterapia es la forma más barata para tratar diversos padecimientos, que por cultura popular son arraigados en algunos sectores.

En años recientes ha surgido un renovado interés en todo el mundo por estudiar los productos naturales derivados de vegetales y el descubrimiento de nuevos compuestos químicos o metabolitos secundarios, en particular los aceites esenciales, con nuevas aplicaciones fitoterapéuticas.

Entre la gran cantidad de compuestos químicos generados en estos eficaces laboratorios que son las plantas, en la producción de metabolitos, los aceites esenciales y otros grupos de sustancias químicas, tales como fenoles, alcaloides, flavonoides, esteroles etc., tienen un lugar prominente en la naturaleza de éstas, algunos de estos como defensas contra depredadores naturales y, sin embargo, otros sirven como atractivos de algunos insectos y aves dando pauta a que participen en la polinización.

Los aceites esenciales son componentes vegetales, que debido a sus características estructurales son muy volátiles, aunque en el agua difícilmente se disuelven o resultan incluso insolubles. Su olor es intenso, aunque salvo unas pocas excepciones resulta agradable. Son muy frecuentes en el reino vegetal; sin embargo, hay plantas que carecen de ellos por completo.

No todas las plantas medicinales que contienen aceites esenciales poseen propiedades curativas o aplicaciones sobre algunos malestares comunes, algunas se aplican como: antiinflamatorias, en irritación cutánea, más o menos intensa; como expectorante, diurética, antiespasmódico y tonificante sobre el estómago y el intestino, la bilis y el hígado. Las plantas con aceite esencial combaten a los agentes patógenos, a las bacterias, levaduras y posiblemente algunos virus a probar; aquí se puede aclarar que "combatir", no es sinónimo de matar sino de eliminar bajo observación y cuidado.

En años recientes, tanto en universidades, centros de investigación y en la industria misma, se han venido estudiando con mucho interés, y científicamente los productos naturales derivados de vegetales por su aplicación en diferentes áreas como la medicina, cosmetología, agricultura, gastronomía y la contaminación ambiental entre otras. Lo anterior representa quizás un rescate al abandono temporal en este campo, ya que de las 200,000 a 400,000 variedades o especies, que se calcula existen en el mundo, sólo se ha estudiado desde el punto de vista farmacéutico, aproximadamente un 10%.

El reto actual es obtener el estudio general de estas especies vegetales, más aún de aquellas que se encuentran en peligro de extinción por muchos y diversos factores. El desarrollo de nuevas técnicas de elucidación estructural, así como el avance de las técnicas de bioensayo, han abierto un camino a la comprensión de nuevas rutas biogenéticas y fisiológicas, las cuales se hacen patente en el panorama general de la biotecnología y otras áreas afines.

Prólogo

El análisis de las plantas en su contexto general no se agota, ya que sólo un bajo porcentaje de éstas se ha estudiado fitoquímicamente. El desarrollo evolutivo en el conocimiento del contenido de metabolitos secundarios de las plantas, es tan sorprendente que muchos químicos han sintetizado una amplia gama de compuestos para el consumo humano, ya sea como medicamento o su aplicación en muchos productos diferentes como: cosmetología, aromatizante, saborizante, atrayente o repelente en muy diversas presentaciones como cremas, jabones, lociones, etc.

El propósito de esta obra es ofrecer una revisión parcial de literatura afín al tema considerada como básica para investigadores y estudiantes, interesados en la fitoquímica y el aislamiento de compuestos con actividad biológica. Tomando en cuenta este creciente interés, se pretende a través de esta obra, poner al alcance algunos conocimientos complementarios sobre plantas medicinales, basándose en los trabajos de autores especializados que han aplicado métodos científicos a su estudio.

La obra presenta ocho capítulos. El capítulo uno trata una breve historia de las plantas medicinales. El siguiente capítulo presenta la química de los aceites esenciales considerados compuestos insaponificables como los terpenos y esteroles estos presentan características de terpenoides, no volátiles. Dichos compuestos también son importantes. Un tema interesante en el capítulo tres, trata la forma de cómo percibimos los olores o aromas y la diferencia de éstos. El capítulo cuatro está estructurado por la revisión de varios libros y revistas especializadas, explica la estructura y funcionamiento de los organismos vegetales, además presenta el origen y ensayo de algunas plantas con sus propiedades usos y aplicaciones. Para cada una de estas plantas se denotan las fórmulas de los principales compuestos químicos y un procedimiento de análisis por cromatografía de capa fina interesante en estudios de química y biología.

Los criterios de selección de las plantas que aquí se describen, fueron principalmente por su contenido de aceites esenciales que oscila entre el 0.3 y 4% de éstos en la planta, aunado al interés en recopilar y presentar esquemáticamente la mayoría de las estructuras químicas de importancia, que presenta cada una de las plantas escogidas; que si bien y aunque se conocen en muchos estados y regiones en nuestro país, no todas son plantas mexicanas. Aunque se menciona la actividad en la fitoterapia de sus aplicaciones, se debe tener cuidado, ya que el uso indicado en la mayoría de los casos constituye solamente una referencia del empleo popular, sin implicación científica comprobada. Este tema puede ser de mucho interés tanto para biólogos y/o agrónomos, como para químicos y médicos, en especial puede ofrecer una buena fuente de información confiable al tema para diversos alumnos de estudios superiores. El capítulo cinco, involucra un tema poco conocido como es el estudio de compuestos volátiles con presencia de azufre y/o nitrógeno. El capítulo seis presenta datos económicos básicos que se aplican en la obtención de aceites y su aplicación para la elaboración de otros productos. Un capítulo interesante es el siete, donde se presentan los procedimientos de extracción, separación y purificación de estos metabolitos. Por último, el capítulo final presenta una descripción del estudio espectroscopia y espectrometría que se sigue en los metabolitos secundarios para elucidar su estructura química, tales como HPLC, UV, RMN, Masas y Raman, copilando una información importante y que puede servir de referencia a muchos estudiantes tanto de licenciatura como de posgrado.

Este texto presenta el inicio de una serie de temas sobre estudios de principios activos; su importancia, extracción, identificación, aplicación y usos que posteriormente se presentaran algunos otros, sobre los que se basan los estudios de los productos naturales, como son, por mencionar algunos: alcaloides, flavonoides, quinonas, terpenoides y esteroides, como los más representativos.

Capítulo I

Breve Historia de las Plantas Medicinales

Relación del oriente y el continente Europeo

El hombre primitivo también se sintió atraído por los aromas de las hierbas curativas. Se frotaba el cuerpo con hierbas de olor fuerte para repeler insectos y ocultar su olor a animales que temía o cazaba. Además, se adornaba con hierbas fragantes. Sin embargo, no fueron los olores fragantes sino los fétidos los que desempeñaron un papel clave en el desarrollo de la medicina herbaria. Para cubrir el hedor de la carne podrida, el hombre prehistórico usó hierbas de romero, tomillo, eneldo y prácticamente todas las especias de la actualidad. Hoy usamos las hierbas y especias culinarias sólo para realzar sabores. Para nuestros antepasados, en cambio, el sabor era efecto de la conservación del alimento. La putrefacción destruía valiosas reservas de alimento y la experiencia enseñó al hombre, dolorosamente, que el consumo de carne podrida produce enfermedades y a veces, la muerte. Sin duda algún cazador nativo colocó por accidente un poco de carne descompuesta sobre un lecho de poleo, salvia albahaca u otra hierba aromática, con la esperanza de que su fragancia cubriera el hedor de la carne, asombrosamente así sucedió, observando que la carne no se descomponía tan rápido[1].

En los orígenes de la historia, cuando la sabiduría popular iba aumentando por los constantes cambios, la noción de planta activa englobaba tanto a la que cura como la que mata. La exploración de secretos aportó a la medicina moderna plantas tan fundamentales como el estrofanto que se utilizaba para emponzoñar flechas de caza o de guerra, o el haba de calabar o *Phisostigma venenosum* que servía para elaborar un veneno de contraste, que en antaño se utilizaba para los llamados "juicios por ordalías" y que actualmente su alcaloide es utilizado en oftalmología[2, 3].

Al cabo de un largo proceso de ensayos, en el transcurso del cual el hombre inmerso en la naturaleza y en íntimo contacto con ella, mantiene una lucha incesante para sobrevivir y surge la necesidad de adquirir conocimientos, para distinguir lo útil de lo pernicioso, de identificar lo que nutre, lo que cura y lo que mata. Esos conocimientos se resumen luego en lo que ahora puede tomarse a broma.

Sin embargo, es difícil admitir que las hojas de la pulmonaria sirvan para medicar el pulmón por mero hecho de que sus nervaduras evoquen los alvéolos pulmonares, que las saxifragáceas ataquen los cálculos biliares con la misma pertinencia que las rocas en las que brotan, y que los tallos de bambú contribuyan a enderezar la espina dorsal, porque la sucesión de sus nudos guarde semejanza con una serie de vértebras.

El uso de plantas en la cura y control de diferentes enfermedades tiene orígenes muy remotos. Los primeros indicios de su empleo medicinal se reportan a los pueblos asiáticos y posteriormente a los egipcios, hebreos y fenicios, entre 8000 y 2000 años a.C. Más tarde, su uso se difundió entre los griegos y posteriormente en el mundo occidental antiguo, como también en América. A principios de nuestra era, surgen las primeras descripciones de plantas medicinales por Teofrasto, Galeno y Celso[4].

En Egipto con el gran florecimiento de la medicina árabe, conocieron muy pronto ciertos preparados con plantas y algunos tratamientos médicos practicados en Tebas hacia el año 1600 a.C. En esa misma epoca, la medicina árabe se apoyó en los textos griegos originales que Hipocrates y Galeno traducidos por sus eruditos, a mediados del siglo IX ya conocían integro el *corpus Hipocraticum* la obra monumental del Galeno y varios textos de Aristóteles[5]. Además se usó una lista de 700 plantas entre las que figuran purgantes como el sen y el ricino, así como tónicos cardiacos como

la escila. Con Hipócrates, y después con Dioscórides, la medicina griega confiere a la planta medicinal y reconoce su eficacia al margen de toda connotación religiosa o mágica[6] en la conservación de numerosos papiros con referencias médicas redactados. El papiro Ebers (1550 a.C.), uno de los más importantes y de los más extensos documentos escritos encontrados del antiguo Egipto, contiene 877 apartados que describen numerosas enfermedades en varios campos de la medicina y sus correspondientes prescripciones[7]. George Ebers, revela muchos datos importantes, que documenta la medicina en el antiguo Egipto.

En otro ámbito, la medicina tibetana, ampliamente practicada en gran número de países del sudeste asiático desde hace dos o tres mil años, fue en realidad una síntesis de la medicina tradicional del Tíbet, India, China, Mongolia y otros países.

La concepción tibetana de la medicina se basaba en la noción de integridad o totalidad de los organismos y el tratamiento médico, era una combinación de drogas de origen animal, vegetal y mineral, estaba destinada a todo el cuerpo y no a curar una parte de él.[8]

Entre los numerosos tratados y manuales de medicina tibetana, destacaba como la obra más autorizada y el manual más completo el *Rgyud-bzhi* (literalmente, "Los Cuatro Principios": I "Principios Básicos", II "Fundamentos Teóricos", III "Fundamentos del Arte Médico", IV "Principios Complementarios"). Estos principios o "técnicas médicas" fueron centradas corporalmente sobre alguna disciplina concreta. En la obra completa de cuatro tomos, se incluye alrededor de 156 capítulos y formas de 80 pinturas y tapices muy importantes hasta nuestros días.

Se cree generalmente que fue escrito en sánscrito en el siglo V antes de la era cristiana y traducido al tibetano por *Vairotsana*. El manuscrito original se perdió hace mucho tiempo y constaba de cuatro tomos:

La medicina tradicional forma parte del patrimonio cultural de China. Ya en la época de los "Estados Guerreros" (475-221 a.C.), los rudimentos de la medicina vegetal empezaron a cobrar forma como rama independiente de las ciencias médicas chinas. Con el transcurso del tiempo se descubrió un número cada vez mayor de hierbas medicinales y se enriqueció la experiencia en relación con su empleo contra las enfermedades. Hasta la fecha, se han catalogado en China más de 5,000 especies de hierbas medicinales en comparación con unas 2,000 antes de la fundación de la República Popular. En 1972, el Instituto de Materia Médica de la Academia de Medicina China Tradicional, los especialistas extrajeron el *Chig Hao Su* (cloroquina), una sustancia antipalúdica obtenida, mediante métodos científicos, a partir de un ajenjo opiáceo, que según documentos médicos chinos, esta planta se utilizaba ya para combatir el paludismo hace más de mil años[9].

Muchos de los grandes medicamentos contemporáneos nacieron en el curso de "procesos análogos". La mayoría de las plantas de las que se derivan, eran conocidas desde la antigüedad más remota. Las efedras, remedios adecuados contra el asma, que proporcionan la efedrina, vienen utilizándose en China por lo menos desde hace tres mil años antes de Jesucristo[1]. Los grandes analgésicos, como el beleño, la mandrágora, el opio y la asafétida, figuran en las farmacopeas más antiguas, que datan de las épocas sumeria y babilónica, porque mucho antes de aprender a curar las enfermedades, la facultad de aliviar el dolor fue, sin duda, el primer éxito señalado de la medicina.

Relación del continente Europeo y Americano

Con la invención de la imprenta, por Gutemberg en 1450, y el descubrimiento de América por Cristóbal Colón en 1492 tuvo como consecuencia directa, la creación de numerosos herbarios impresos además de enriquecerse por la ruta marítima de las Indias que incorporan otras plantas y especies a las farmacopeas antiguas europeas, contribuyendo también a enriquecer el vasto repertorio de las que usa la medicina moderna.

Un hecho que pone de manifiesto y que se remonta desde épocas prehispánicas es la importancia que tenían en el pueblo mexicano las plantas medicinales: la existencia de magníficos jardines botánicos, que eran colecciones de plantas útiles, en donde cada una tenia destinado un lugar, como las medicinas que, según los cronistas, de estos jardines

botánicos se abastecían los médicos y los pacientes. Entre ellos, cabe mencionar el jardín que fundara Netzahualcóyotl en Tetzcotzinco, y el de Moctezuma en Tenochtitlan. Sin embargo, el jardín que estuvo más involucrado con la medicina fue el de Huaxtepec que contaba principalmente con plantas medicinales y algunos otros lugares anteriores a los que se construyeron en Europa.

Si bien no es posible disponer de las fuentes indígenas prehispánicas originales, si es importante destacar que afortunadamente contamos con valiosa información recogida por distintos cronistas españoles que participaron en la conquista, colonización y evangelización del septentrión novohispano.

Cuando Hernán Cortés es herido durante la batalla de Otumba, es curado y salvada su vida por los curanderos o médicos indígenas y sus plantas con virtudes maravillosas; quienes afirmaban que tenían plantas para todos los dolores. A partir de ese momento prefieren sustituir los servicios del cirujano que los acompañaba por los de sus salvadores y no duda en escribir a Carlos V, en el año 1522, rogándole no enviar a médicos españoles a la Nueva España, puesto que con los indios es más que suficiente para sanar sus heridas y enfermedades y sus hombres los prefieren.

Así, el descubrimiento de América hace que lleguen numerosas semillas a España originarias del Nuevo Mundo. Lo anterior provoca la atracción de botánicos de todos los países europeos, que se interesan por estudiar la flora tan basta y maravillosa, que describen los escritos de los estudiosos Diego Álvarez de Chanca y Rodrigo Fernández, profesores de Ciencias que acompañaron a Cristóbal Colón en su segundo viaje.

A partir del siglo XVI destacan primordialmente tres fuentes sobre plantas medicinales. En primer lugar, está la obra de fray Bernardino de Sahagún, que después de llegado en 1529 a la Nueva España y permanecer en el imperial Colegio de Santa Cruz de Tlatelolco, en 1557, se le comisiona para recabar una buena cantidad de datos sobre los indígenas y sus costumbres de la Nueva España, elaborando su trabajo con indígenas en su lenguaje original náhuatl. Años más tarde completa su trabajo de campo con el análisis del material recopilado formando la obra conocida como Códice Florentino[10] en náhuatl y una versión al español, La Historia General de las Cosas de la Nueva España[11].

En 1552, en el mismo Colegio de Santa Cruz de Tlatelolco se encomendó a Martín de la Cruz, un médico indígena, la descripción de los métodos terapéuticos por él conocido. En este mismo año aparece un códice ilustrado con dibujos de plantas medicinales, los nombres, así como la descripción de sus efectos y formas de aplicación médica escritos en lenguaje náhuatl. Más tarde aparece la versión en latín, realizada por Juan Badiano cuya obra se conoce en la actualidad con su mismo nombre. Dicha obra fue hallada a principios de este siglo en la biblioteca del Vaticano por Emmart, editando una versión moderna en 1940[12], seguida de otra edición Mexicana[13].

A finales del siglo XVI, el protomédico de Indias, Francisco Hernández, es comisionado por el Rey Felipe II para estudiar la medicina indígena. Hernández viaja por la Nueva España por algunos años acompañado de escribanos, dibujantes y médicos indígenas, con los que explora sistemáticamente la distribución, efectos y utilidad de las plantas medicinales según su orientación galénica[14]. En la Universidad Nacional Autónoma de México existe una excelente edición de su historia de las plantas[15].

En los albores del siglo pasado surge la nueva era de estudio de las plantas medicinales con las exploraciones predominantemente botánicas de Sessé y Mociño, estos médicos junto con el farmacéutico Víctor Cervantes, fueron inspirados en parte por la mencionada edición de Hernández en 1790, y sus resultados se editaron casi un siglo después de obtenidos en 1893. De la misma época, cabe citar los estudios del pionero y sabio naturalista, el presbítero Antonio Álzate, poco después de la independencia, en 1832, cuando aparece en Puebla el ensayo para la materia médica de México, la primera de las farmacopeas Mexicanas[16].

A partir de ahí estas farmacopeas fueron editadas por la Sociedad Farmacéutica de México[17]. Siendo la última edición en 1952[18], que se destacó tanto por escribir los medicamentos vegetales de uso antiguo como las múltiples formas de preparación.

Años más tarde, en 1889, el Instituto Médico Nacional se comisiona el estudiar e impulsar la investigación nacional de nuestros recursos médicos[19], siendo voluminosa la producción de tomos con diferentes temáticas, publicando la información sobre herbolaria medicinal en uno de ellos llamado La Naturaleza[20]. Más tarde en 1917. Se puede destacar la obra del botánico Maximino Martínez, quien recopiló información sobre plantas medicinales conocidas desde el siglo XVI[8] y los datos de Cabrera[21].

Actualmente, con el crecimiento del número de investigadores y botánicos dedicados a la herbolaria, no es difícil saber con exactitud, si muchas de las plantas que utilizamos eran autóctonas de la península Ibérica o fueron traídas en expediciones de los conquistadores por los religiosos, médicos y botánicos.

En México, gracias a su riqueza ecológica y cultural, nos hemos visto favorecidos con la existencia de numerosas especies vegetales con propiedades medicinales atribuidas empíricamente por la población. Como se menciona anteriormente, el uso de muchas de estas plantas data de épocas prehispánicas y los conocimientos que se tenían acerca de algunas de sus propiedades curativas, se encuentran documentados en el Códice Badiano y el Códice Florentino[22], entre otros. Muchos de estos conocimientos se han ido trasmitiendo de generación en generación y aún persisten, pero con el correr del tiempo; el conocimiento empírico que se tenía acerca de las plantas medicinales se ha incrementado.

A finales del siglo XVI, materias tales como la medicina galénica y botánica, farmacéutica, farmacología y farmacognosia, empiezan a adquirir un carácter de "disciplinas autónomas". Después algunas de ellas terminan por jugar un papel secundario en la medicina moderna, donde comienzan a tomar relevancia los medicamentos de síntesis, más fáciles de dosificar y controlar. A consecuencia de esto, las preparaciones tradicionales a partir de plantas medicinales tendieron a desaparecer, mientras que los medicamentos de síntesis tomaron mayor relevancia[22].

Así, la aspirina tiene su origen a base de dos plantas, en la corteza del sauce blanco *Salix spp*, y la ulmaria. El viejo nombre científico lo obtuvo de la *Ulmaria spirea* el spirina de aspirina. Este árbol sólo se desarrolla bien en la orilla del rio. En 1829, el farmacéutico francés Leroux consigue extraer de ella una sustancia a la que da el nombre de salicina.

A partir del siglo XIX van evolucionando las formas de utilización de las plantas medicinales, se pasa del empleo terapéutico de la planta al de las moléculas activas que contienen o de sus derivados. Las ideas productivistas de las nacientes sociedades industriales se revolucionan a fondo, en esa época la imagen tradicional de la naturaleza ya no es más que un depósito de materias primas y el hombre moderno su explotador.

Relación de uso y estudio

A pesar de lo anterior, hoy en día las plantas medicinales siguen siendo importantes. Por un lado tenemos que las plantas medicinales continúan siendo utilizadas sobre todo en aquellos países en donde los servicios de salud son insuficientes para cubrir las necesidades de la población.

Ya en el siglo XIX, existen muchos ejemplos de importancia que apoyan la idea de iniciar la búsqueda de nuevos medicamentos tomando como base los conocimientos surgidos de la medicina tradicional. Entre ellos destaca el descubrimiento de la reserpina, aislada de *Rauwolfia serpentina*[1]. Una de las hierbas mencionadas por los curanderos ayurvédicos usada por la medicina occidental para controlar la hipertensión arterial. En 1954 se aislaron alcaloides de *Catharanthus roseous* (vincristina y vinblastina), los cuales actualmente son utilizados en la quimioterapia del cáncer. Así mismo, el descubrimiento de los efectos alucinógenos de la dietilamida del ácido lisérgico (LSD), estimuló el interés por la investigación de plantas con propiedades psicotrópicas. En 1958 se aislaron los principios activos de *Psilocybe*, psilocibina y psilocina; en 1964 el δ-tetrahidrocanabinol se identificó como el más importante principio activo de la "marihuana" o *Cannabis sativ*a y actualmente, este compuesto se perfila como un medicamento útil en la supresión de la náusea y el vómito resultantes de la quimioterapia del cáncer. En 1968 se aisló la silimarina (silibina) del fruto de *Silybium marianum*, potencial agente terapéutico para el tratamiento de desordenes hepáticos; hepatitis y cirrosis[23, 24].

Por otro lado, a partir de la década de los años setentas, la idea de que dentro de los recursos terapéuticos vegetales empleados por la medicina no institucionalizada era posible descubrir nuevos medicamentos, despertó el interés de la industria farmacéutica. Y de manera paralela llevó al fortalecimiento de la etnobotánica, como una nueva disciplina científica al encargarse de realizar la exploración y la recolecta de materiales de uso medicinal[25].

Al inicio de los 80´s surgieron grupos e instituciones abocados al estudio y la valoración de tales recursos. A pesar de que, en los últimos años, los resultados no han sido muy notorios, se han logrado avances importantes en campos que antes no se conocían bien. Así se ha logrado reconocer la función que la medicina tradicional cumple en los países en vía de desarrollo, que por definición según la OMS considera a las plantas, aquellas que, puestas en contacto con un organismo humano o animal, desarrollan en éste una acción benéfica con el mínimo de inconvenientes[26]. De tal manera, ha motivado la aparición de nuevas disciplinas científicas[3]. Todo lo anterior con la finalidad de seguirla utilizando como diuréticas, antitusígenas, antiparasitarias, antimicrobianas, abortifacientes, analgésicas, hipotensoras, antidiabéticas, tranquilizantes, cicatrizantes etc., y corregir todos estos malestares.

En 1985, Farnsworth y sus colaboradores mostraron que al menos 119 sustancias químicas de origen vegetal se pueden considerar como fármacos importantes de uso común en diferentes partes del mundo. En un intento de correlacionar el uso de las plantas en la medicina tradicional y la obtención de drogas útiles a partir de ellas, estos investigadores encontraron que, de las 119 drogas aisladas a partir de plantas, el 74% era resultado de estudios químicos dirigidos al aislamiento de la sustancia activa responsable del uso reportado por la medicina tradicional[23].

Algunas sustancias biológicamente activas se han aplicado como medicamento, o bien han servido como modelo para el diseño de diversos medicamentos en procesos de síntesis o semisíntesis química. Analgésicos como la aspirina mencionado anteriormente y, obtenido principalmente de sauce blanco o las drogas sintéticas meperidina, propoxifeno y pentazcocina, se obtuvieron de los opiáceos morfina y codeina, ejemplo de compuestos naturales remplazados por un producto de origen sintético[23, 27].

En la actualidad las plantas continúan siendo fuentes importantes de nuevos medicamentos. Por ejemplo, en 1983 se aisló de *Podophyllum peltatum* el etopósido, un agente antineoplásico. Como resultado de la metodología empleada en la herbolaria como un seguimiento científico, se sigue considerando como una alternativa importante para la obtención y descubrimiento de nuevos medicamentos[28].

Hoy en día, términos tales como medicina tradicional, plantas medicinales o herbolaria, hierbas aromáticas u otras terapias alternas, se encuentran conviviendo con disciplinas científicas del tipo de la etnobotánica, etnomedicina o antropología médica, etnofarmacología y fitoquímica[3], entre otras. La relación global entre estos términos y estas disciplinas se encuentra en un campo de conocimiento que, por ser multidisciplinario, es más general y, por lo tanto, más complejo. Dicho campo está dirigido al descubrimiento de nuevos medicamentos y aceites esenciales a partir de productos naturales, aprovechando en lo que tienen de válido las tradiciones milenarias y reduciendo a lo estrictamente indispensable las costosas importaciones de medicamentos extranjeros, cuya superioridad no es siempre evidente. Hoy, como ayer, las plantas medicinales son un campo muy basto, abierto a la investigación y al progreso de la medicina y la industria.

Plantas aceites esenciales y otros compuestos

En forma paralela, al descubrimiento de los principios activos en plantas, la historia de los aceites esenciales tiene mucho en común con el descubrimiento de cada especie. Del clásico libro Hindú sobre la vida el *Ayur-Veda*[29, 30], se observa que ya se tenía el conocimiento para preparar un destilado de los aceites de las rosas y el cálamo. Los persas también estaban familiarizados con el proceso de la destilación[9]. El primer documento evidente se encontró en escritos y pinturas egipcias. Con la llegada de la edad de oro de la cultura Árabe, se abrió un campo basto para la ciencia, logrando el manejo de más de 500 plantas medicinales principalmente para la producción de aceites esenciales[3], desarrollando una técnica para su destilación[31]. Por otro lado, Salidini[32] describe varias especies y plantas odoríferas.

Los árabes fueron los primeros en destilar el alcohol, y de aquí que se proveyó como un nuevo solvente para la extracción de aceites esenciales provenientes de aceites de verduras usadas previamente. Se creyó que muchas especies y aceites esenciales eran benéficos para la salud, especialmente durante la gran plaga y epidemias de cólera que azotaron a Europa. El médico Hieronymus Brunschwing de Estrasburgo, en el periódo 1450-1534 a.C., publicó un estudio basado en la destilación en general, con la producción de aceite de terpentina y otras resinas, a partir de *Juniperus communis*[17].

La historia se ha encargado de sobreponer a los aceites esenciales y las especias puesto que éstos son usados como saborizantes aromáticos e ingredientes en perfumes.

La siguiente lista[33] muestra en orden cronológico la introducción de los aceites esenciales:

Hasta 1500: Aceites de cedro, cálamo, rosa, costo, romero, espliego, te rebinto salvia, canela, benjuí y mirra.

1500-1540: Aceites de angélica, anís, cardamomo, cubeba, hinojo, al cara vea, macis, nuez moscada, pimienta, apio, junípero, sándalo y pánace.

1540-1590: Aceites de énula caro pana, albahaca, acino, lavanda, mirra lima, coriandro, limón, gálbano, guayacol, manzanilla, labdano, clavel, hierba buena, mandarina, hisopo, perejil, poleo, ruda, azafrán, raíz de lirio, ajenjo, zeodoria, elemí, eneldo y citronela.

1590-1730: Aceites de menta, cedro, ciprés, valeriana, jengibre, neroli, vergamota y, almendras amargas.

El progreso real para el conocimiento de los aceites esenciales fue posible sólo con la llegada de los químicos H. Cavendish, C.J. Scheele. J. Priestley, A. L. Lavoisier, J.J. Berzelius, J. B. Dumas y F. Wöler en el periodo de 1743-1794. Alrededor del año 1700 se inició la primera corporación para la obtención de soluciones alcohólicas, con aromas producidos a través de plantas bajo el nombre de "La Quinta Esencia"; creada en Grasse, Francia. Desde 1800 hasta nuestros días, se sigue manteniendo una importancia comercial de los aceites esenciales[33].

La investigación en un desarrollo específico de la química básica de las plantas, resulta de particular interés y ha alcanzado ya éxitos notables. La síntesis de los compuestos en que se basa la píldora anticonceptiva, por ejemplo, ha sido un detonador de una revolución quimioterapéutica, demográfica y social. Por su parte la producción de nuevos plaguicidas, tan potentes como el DDT, pero sin los nocivos efectos colaterales de éste, ofrece una esperanza mayor de evitar algunas enfermedades humanas muy difundidas y de reducir las pérdidas de cosechas debidas a las plagas.

En todo el mundo se observa un renacimiento de considerable interés por las plantas medicinales. Además es alentador el interés que los países subdesarrollados muestran por sus fármacos tradicionales que, bajo el auspicio de la OMS, se procura satisfacer[6]. Son cada vez más numerosas las personas e instituciones que, inquietas ante los excesos de las civilizaciones industriales y amenazas que proyectan sobre la salud física y moral recurren en primera instancia a las plantas curativas.

Desde tiempos inmemoriales, los aceites esenciales se conocieron y se emplearon como perfumes, condimentos y remedios para las enfermedades que van desde el resfriado común hasta el "Mal de Ojo". En la actualidad, juegan un papel de creciente importancia en la industria moderna[34].

La presencia de los aceites esenciales en la planta constituye parte del amplio conjunto de metabolitos secundarios de los vegetales, ya que funcionan como atrayente o repelente de insectos sobre las flores, ayudando con ello a la selección natural. Los aceites de las raíces, leño y hojas tal vez protegen contra plantas parásitas y depredaciones por animales. Las exudaciones oleorresinosas formadas cuando el tronco se hiere, parecen actuar como obturación protectora contra enfermedades, parásitos y para evitar la pérdida de savia.

Químicamente hablando, los aceites esenciales son una mezcla de 50 a 300 compuestos, principalmente terpénicos así como precursores, con características fisicoquímicas y organolépticas definidas. Esta mezcla está constituida por los componentes volátiles líquidos, almacenados intracelularmente en vegetales completos o en parte de ellos. En algunos

casos su composición química difiere, según sea la parte de la planta de la cual se extrae, como es el caso del aceite esencial de canela de Ceilán, donde el aceite extraído de la corteza tiene como componente principal el aldehído cinámico; el extraído de las hojas, el eugenol y el extraído de la raíz, el alcanfor[34].

Los aceites volátiles son llamados también aceites etéreos, aceites esenciales y esencias, porque se creyó que, por su olor y sabor, en ellos se concentraba la quinta esencia de las plantas, además de que difieren en composición y en las propiedades de los ácidos grasos fijos, que se componen de glicéridos y de aceites minerales, compuestos de hidrocarburos.

Una definición absolutamente científica de los *aceites volátiles* es difícil; sin embargo, para todos los fines prácticos pueden definirse como cuerpos odoríferos de naturaleza oleosa, obtenidos casi exclusivamente de fuentes vegetales; generalmente líquidos (algunas veces semisólidos o sólidos), a tales temperaturas ordinarias y volátiles sin descomposición.

Los aceites esenciales se pueden encontrar en concentraciones variantes y en secciones diferentes de la planta, por ejemplo: flores, hojas, frutos, semillas, cáscaras de los frutos, corteza, troncos, tallos, gomas, resinas, bulbos o raíces o bien en toda la planta.

Actualmente los métodos de obtención de los aceites esenciales:

- Destilación por arrastre con vapor
- Maceración
- Expresión
- Extracción

La importancia comercial de los aceites esenciales deriva de su aplicación en una gran diversidad de productos. Son ingredientes indispensables en la fabricación de esencias para la industria de los perfumes, cosméticos y alimentos.

Debido a su facilidad de manejo, estabilidad química durante largos períodos de tiempo y su resistencia a la contaminación bacteriana, estas sustancias tienen un uso creciente en la industria de alimentos, como es en la fabricación de esencias para sabores, así como en la industria chiclera.

En la industria farmacéutica, los aceites esenciales son utilizados por sus efectos medicinales y como agentes saborizantes en jarabes y suspensiones. Asimismo, su utilización es cada vez mayor en la manufactura de productos para la higiene, como son los detergentes, insecticidas, limpiadores y toallas desechables, entre otros. Además, los aceites esenciales sirven como materias primas para producir compuestos separados de ellos mismos que son fundamentalmente sus componentes mayoritarios, aislados por procedimientos físico-químicos con igual o mayor importancia comercial. Este es el caso, por ejemplo, del eugenol y el cedrol, extraídos de los aceites esenciales de clavo y cedro, respectivamente. Aunado a ello, muchos pueden ser procesados químicamente, igual que los aislados para dar una gran variedad de productos utilizados en grandes cantidades en la industria química aromática, como por ejemplo: el hidroxicitronelal, del aceite esencial de citronela; el isopulegol, del Eucalyptus citriadora, y del acetato de eugenilo, del eugenol[35].

En la Medicina Tradicional los aceites asenciales se han utilizado para caracterizar aquellos procedimientos terapéuticos que han demostrado importancia social y riqueza de recursos y modalidades curativas, por ejemplo, la acupuntura China, que se ha incorporado a las terapias actuales de la medicina oficial[2]. Aunque estos procedimientos empleados por la medicina tradicional suelen ser muy variados, es importante señalar que la mayoría de ellos se basan en tres recursos principales: plantas, animales y minerales, según datos de la OMS. La población recurre en un 70% a la medicina tradicional, de la cual las plantas son el recurso más empleado[23].

A partir de los años 70´s, la medicina experimental inicio la revalorización de los conocimientos empíricos sobre la acción de muchas de estas plantas. Sin embargo, solamente 5000 especies vegetales se han estudiado exhaustivamente, lo cual representa una minoría del total estimado de especies (más de 250,000) y de las reportadas como medicinales

por las investigaciones etnobotánicas. Sin embargo realizar esta investigación no es tan sencillo como parece, pues existen diversos problemas en la colecta de los datos ya que la primera condición requiere que la información acerca de las plantas y sus usos se obtenga por etnobotánicos que son investigadores especializados[36].

Aunque se han descrito diferentes métodos para obtener la información, existen algunas reglas generales que deben cumplirse: El investigador debe preferentemente hablar el lenguaje local y entender la cultura; debe anotar con sumo cuidado los nombres locales de las plantas, partes usadas, métodos de preparación y terapéutica.

Un hecho de especial interés en las investigaciones de química básica de las plantas de las que se extraen aceites esenciales, es que actualmente el tiempo que transcurre entre la investigación pura y las aplicaciones prácticas es relativamente corto. Además, se trata de una esfera de actividad que brinda posibilidades virtualmente ilimitadas de realizar un trabajo original con un alto rendimiento económico y al cual tienen acceso personas de muy variadas aptitudes y de diversa formación. Algunos proyectos de considerable valor educativo pueden llevarse a cabo incluso al nivel de enseñanza secundaria o superior. De ahí que para muchos países en desarrollo esta rama de la investigación científica sea un campo particularmente fértil para la promoción del crecimiento económico y científico. Tomando en cuenta los resultados obtenidos en las investigaciones de plantas medicinales, el gran número de especies vegetales que aún no se han estudiado y el gran auge tecnológico de los últimos años, es de esperarse que la evaluación apropiada de las plantas, tanto científica y experimental, hará factible el descubrimiento de nuevos medicamentos y la obtención de nuevos aceites enciales.

En los últimos veinte años, en vísperas del siglo XXI ha venido resurgiendo el interés por el uso de las plantas medicinales, lo que ha permitido que la herbolaria recobre una posición científica que parecía perdida después del auge de la industria química farmacéutica[37].

La cifra de especies vegetales en México oscila en 30,000 catalogadas en 220 familias y 2410 géneros, del total de esta flora se considera que el 50% de las especies son utilizadas para satisfacer alguna necesidad humana, siendo las plantas medicinales las que ocupan el principal porcentaje, calculado en 3500 especies de éste total se considera que el 11%, es un promedio fluctuante de 350 a 400 especies medicinales que se comercializan en mercados de la capital mexicana con un volumen de 20,000 toneladas de plantas seca al año proveniente de 15 regiones y subregiones del país.

Hoy como ayer, las plantas medicinales son un campo muy basto, abierto a la investigación y al progreso químico farmacéutico[6].

Bibliografía

1. **Castleman, M.** 1991. "The Healing Herbs. Rodale Press". *Inc. Emmaus. PA. U.S.A.* pp.10-15.
2. **Lozoya, X.** 1987. "Medicina Tradicional y Salud en México". *GAC. MED. MEX.,* 23: 281-285.
3. **Lozoya, X.** 1985. "Medicina Tradicional y Herbolaria". *REV. MED. IMSS.,* 23: 85-87.
4. **Capasso, F.** 1985. "Medicinal Plants an Approch to the Study of Naturally Ocurring Drugs". *ETHNO PHARMACOL,* 13:111-114.
5. *http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/154/html/sec_11.html*
6. **Pelt, J. M.** 1979. "Las Plantas Florecen de Nuevo". Rev. El Correo de la UNESCO. *Una ventana al mundo, año XXXII.* pp. 9-13.
7. **Cárdenas, Arévalo Jorge** 2001. "La maravillosa historia de la medicina". Trujillo – Perú Consultado el 6 de marzo 2016. *http://www.cardenashistoriamedicina.net.*

8. **Jundanova, L.** 1979. "La Medicina Tibetana. Rev". El Correo de la UNESCO. *Una ventana al mundo, año XXXII*. pp. 20-24.
9. **Schmieder, G.** 1832. "Geschichte der Alchemie". *Halle.* P.34.
10. **Sahagún, Fray B,** de. *Florentine codex.* Traducido por C. E. Dibble, y A. J. O. Anderson. 1950-1969. The School of American Research and The University of Utah. Santa Fe. Nuevo México.
11. **Sahagún, Fray B.** de. 1956. "Historia General de las Cosas de la Nueva España". Tres tomos. Porrua. México.
12. **Emmart, E. W.** 1940. "The Badianus Manuscript". The Johns Hopkins Press. Baltimore.
13. **De la Cruz, M.** 1552. "Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis". Edición Facsimilar (1964). Ed. IMSS. México.
14. **Del Pozo, E. C. D.** 1975. "Las Fuentes Históricas de las Drogas Vegetales Mexicanas". En: Plantas Alucinógenas de Latinoamérica. (Díaz J. L., *ed*.) Cuaderno científico Centro Mexicano de Estudios en Farmacodependencia.
15. **Hernández, F.** 1570-1576. Historia Natural de las Plantas de la Nueva España, edición facsimilar (1959-1967), vols.I,II y III. Ed. UNAM. México.
16. **Cal, Y Bracho A.** 1889. "Ensayo para la Materia Médica Mexicana". Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento. México.
17. **Sociedad Farmacéutica de México.** 1904. "Nueva Farmacopea Mexicana". Oficina Tipográfica de la Secretaría de omento.
18. **Morales, A.** 1952. "Nueva Farmacopea Mexicana". Secretaría de Fomento México.
19. Secretaria de Fomento, Colonización, Industria y Comercio. Documentos relativos a la creación de un Instituto Médico Nacional en la Ciudad de México. Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento. México.
20. Sociedad Mexicana de Historia Natural. 1910. "La Naturaleza. Tercera serie". México.
21. **Cabrera, L. G.** 1958. "Plantas Curativas de México". Ed. Cicerón. México.
22. **Viesca, C.** 1976. *La Herbolaria en el México Prehispánico en Estado Actual del Conocimiento en Plantas Medicinales Mexicanas.* Editado por X. Lozoya., pp. 11-26.
23. **Farnsworth, N., Akerele O., Bingel A., Soejarto D., Guo Z.** 1985. "Medicinal Plants in Therapy". *Bull Who*, 63: 965-981.
24. **Tyler, V. E.** 1988. Medicinal Plants Research: 1953-1987. *Planta Médica* 54: 95-100.
25. **Martínez, M. A.** 1969. "Las Plantas Medicinales de México". Ed. Botas última Edición. México.
26. **Capasso, F., Balestrieri B. y Macolo N.** 1980. *Actualidad de Plantas Medicinales.* Medicina Tradicional.
27. **Balandrin, M., Klocke J., Syrkin E., Bollinger H.** 1985. *SCIENCE*, 228: 1154-1160.
28. **Duk, J.** 1985. "Medicinal Plants". *SCIENCE*, 229: 1037-1038.
29. **Hessler, Fr**. Ayur Veda (Erlangen, 1844); Sri Madhusudana Gupta (calcuta, 1835).
30. **Stol, M.** 1980. "Oils Essential". *Chemistry Organic Technology.* Vol. 14. p.179.
31. **Mésuë, J.** 1939. "Antidotarium, Lib. XII", Cited by Naves R., Manzuyer G. In Les Parfums Naturels. Gaunter-Villars. Paris.
32. **Saladini, de A.** 1939. "Compendium Aromatariorum". Cited by Y R. Naves., G. Mazuyer, in Parfums Naturels. Gauthlier-Villars. París.
33. **Gildemeistere, E., Hoffmann Fr.** 1956. "Die ätherischen Ole". 4th. Ed. Vol.1. Akademie–Verlag. G.m.b.h. Berlin.

34. **Engel, Ma.** 1979 *La Industria de los Aceites Esenciales.* Revista de Tecnología LANFI. Vol. V. Nº5. Oct.-Dic. P.3-10. México.

35. **Martínez, M. A.** 1976. "Historia de las Exploraciones Etnobotánicas en Plantas Medicinales". *Estado Actual del Conocimiento de las Plantas Medicinales*, editado por X. Lozoya pp.71-96.

36. **Abelson, P. H.** 1990. "Medicine Fron Plants". *SCIENCE*; 247:513.

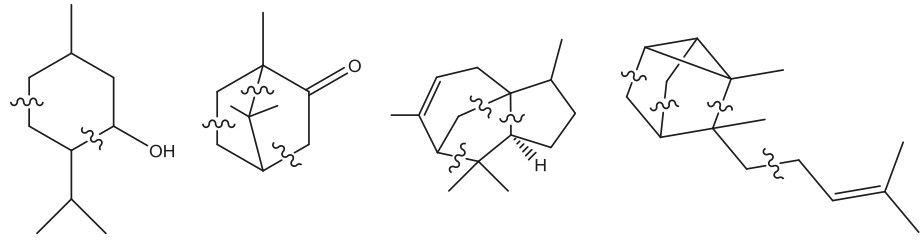
37. *http://www.yerbatex.mx/plantas.html*

Capítulo II

Química de los Aceites Esenciales

Los terpenos, constituyen un amplio conjunto de metabolitos secundarios de los vegetales, que junto con los esteroides, se elaboran a partir de los mismos precursores. La inmensa mayoría de los terpenos es específica del reino vegetal[1], pero esta especificidad no es absoluta. En animales marinos (Celentéreos, Esporangios) no es rara la presencia de sesquiterpenos y diterpenos de estructura variada, y las feromonas monoterpénicas contenidas en algunos insectos, no tienen por qué estar elaboradas a partir de monoterpenos vegetales, incorporados a estos insectos en su alimentación. Los esteroides animales se forman a partir del escualeno, lo mismo que los esteroles vegetales, pero por un mecanismo ligeramente diferente; salvo raras excepciones, son específicos (alcaminas esteroídicas, cardenólidos saponósidos, fitosteroles, etc.)[2].

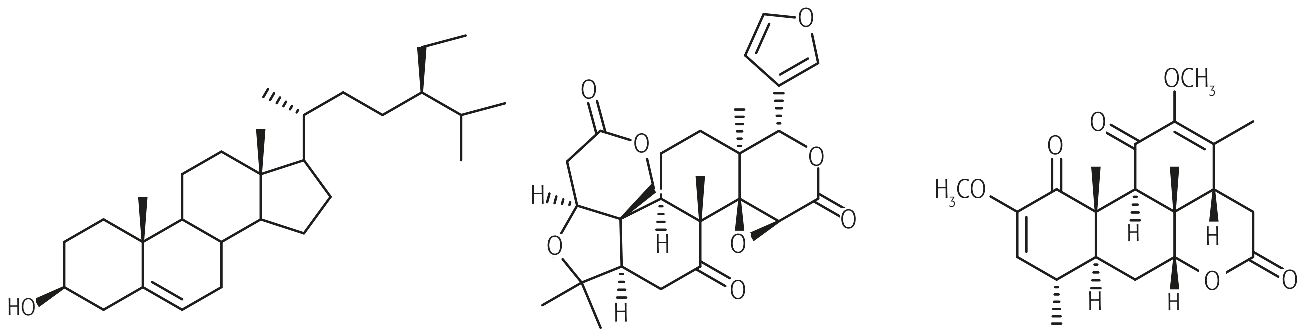
Todos los terpenos, tienen algo esencial en común, se puede considerar que se forman por el acoplamiento de un número entero de unidades pentacarbonadas ramificadas, derivadas del 2-metil-1,3-butadieno, como las que se muestran a continuación, (figura II.1) siendo ésta una "división" teórica de "unidades isoprénicas".



Neomentol Alcanfor (-)-α-Cedreno α-Santaleno

Figura II.1. Representación teórica de unidades isoprenicas en algunas moléculas.

El propio isopreno no interviene en la biosíntesis, y esta "regla isoprénica" es por tanto teórica. Sin embargo, tiene la ventaja de mostrar la unidad biosintética de este grupo y de presentar, según sea el número que intervengan de monoterpenos (C_{10}), sesquiterpenos (C_{15}), diterpenos (C_{20}), sesterterpenos (C_{25}), triterpenos (C_{30}), carotenos (C_{40}) y poliisoprenos $(C_5)_n$. Las estructuras esteroídicas parecen no obedecer a esta "regla isoprénica". De hecho, un examen cuidadoso muestra que no ocurre nada de esto y que una serie de degradaciones y recombinaciones de un esqueleto triterpénico, originan estas anomalías aparentes. Lo mismo ocurre para compuestos como los limonoides o los cuasinoides[4,5,6,] (figura II.2).

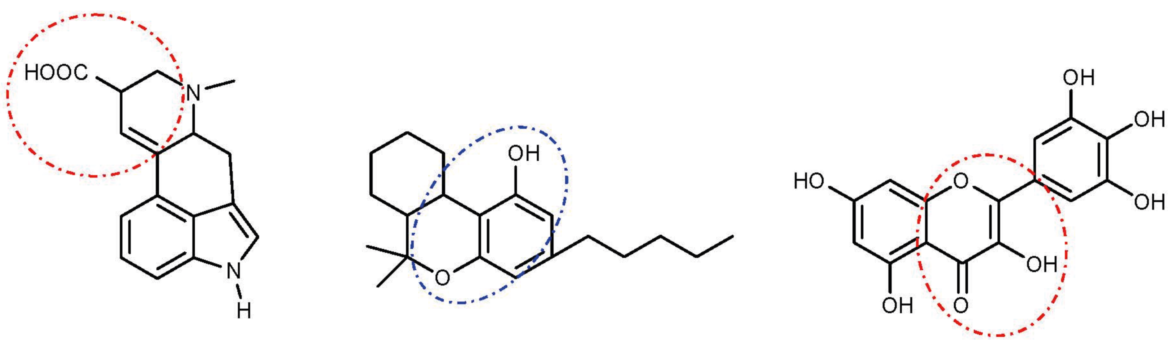


Sitosterol Limonina Quasina

Figura 11.2. Algunas estructuras que no llegan a cumplir con la "regla de isoprenica".

Si bien las estructuras "hemiterpénicas" de C_5 no existían en la naturaleza, por el contrario era frecuente encontrar el elemento isopránico en diferentes moléculas naturales como: alcaloides, cumarinas y flavonoides (figura II.3). Lo anterior es debido a la enorme reactividad del pirofosfato de dimetilalilo como un intermediario biosintético[7]. El pirofosfato de dimetilo interfiere con otros elementos fundamentales del metabolismo básico, actuando como alquilante, para dar lugar a otros compuestos".

Existen datos actuales del isopreno que es emitido en animales y vegetales, entre ambos con rangos significativos. Hay evidencia para una enzima específica, el isopreno sintetasa, que produce isopreno del pirofosfato de dimetilalilo, uno de los intermediarios envueltos en la síntesis de isoprenoides de orden superior como el colesterol, carotenoides y monoterpenos. El papel del isopreno en animales es desconocido, pero hay evidencias recientes de que el isopreno envuelve las membranas de las plantas protegiéndola durante en la fotosíntesis de daños térmicos.



Ácido lisérgico d-tetrahidrocanabinol Miricetina

Figura 11.3. Diferentes moléculas que registran elementos isoprenicos y con grupos funcionales diferentes.

Generalidades sobre la biosíntesis

Cualquier intento de generalizar es comprometido por la diversidad de estructuras terpénicas naturales. Por ello se considera únicamente los mecanismos particulares, que justifiquen los principales esqueletos encontrados, a medida que se describa la estructura de los mismos.

Es importante hacer incapie en que la existencia de los terpenos o terpenoides y de los esteroides está condicionada por tres secuencias fundamentales:

1. Formación del isopreno a partir del acetato vía ácido mevalónico.
2. Acoplamiento "cabeza-cola" de las unidades de C_5 que justifica la existencia de mono, sesqui, di, sester y politer penos.
3. Acoplamiento "cola-cola" de las unidades de C_{15} o C_{20}, que justifican la existencia de triterpenos, esteroides y carotenos.

1. Origen del isopreno

Se ha demostrado por medio de ensayos sistemáticos, que el ácido mevalónico es el precursor de los terpenos. Sin embargo, en la última década se conocen rutas biosintéticas de terpenos que no proceden vía ácido mevalónico, en este caso, el precursor es el pirofosfato de isopentenilo (IPP) y de dimetil alilo[4].

La etapa inicial implica a tioésteres del ácido acético: condensación aldólica del acetilcoenzima A sobre el acetoacetil-CoA. El compuesto formado: (3S)-3-hidroxi 3-metil glutarilCoA, en seguida se reduce irreversiblemente (NADPH) formando el ácido (3R)-mevalónico (AMV) (el otro enantiómero no actúa como precursor).

La conversión del AMV en pirofosfato de isopentenilo (figura II.4), comienza por una fosforilación seguida de una descarboxilación asistida (eliminación E2) por pérdida del IPP se isomeriza reversiblemente en un compuesto altamente reactivo, el dimetilalilpirofosfato (DMAPP), y es susceptible de alquilar diversos puntos nucleófilos: prenilación de IPP y también de núcleos aromáticos y otros sustratos[4]

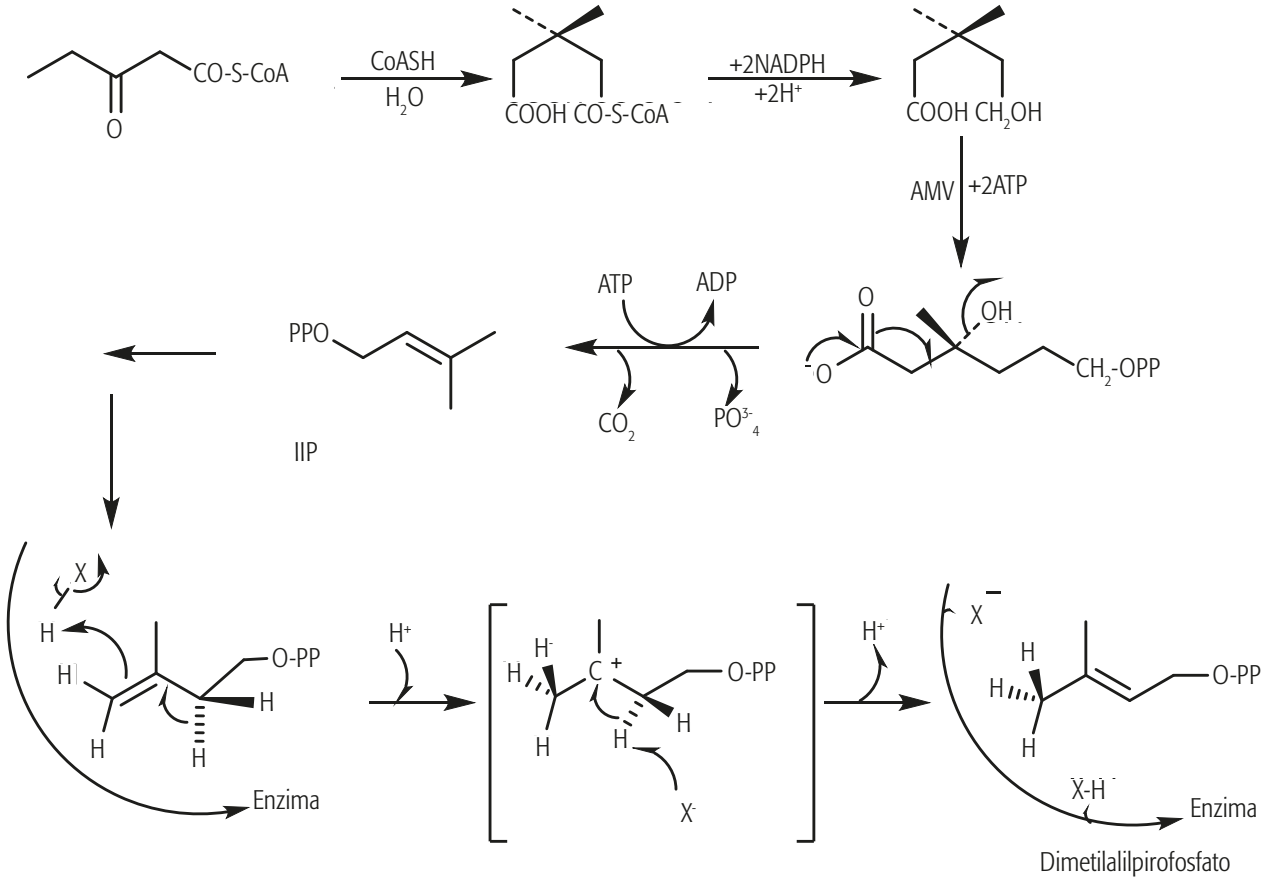


Figura II.4. Reacción biosintética del isopreno.

2. Condensación de dos unidades de C_5: prenilación del IPP

En esta parte, la existencia de ionización del pirofosfato de alilo sincronizado con la alquilación del IPP y eliminación del protón explica la formación de una unidad de C_{10}, del geranil pirofosfato (GPP) (figura II.5).

La misma reacción de prenilación puede continuar: la alquilación del GPP por DMAPP, da lugar al farnesilpirofosfato (FPP), el cual a su vez es alquilado por un DMAPP en geranilgeranilpirofosfato (GGPP), y así sucesivamente.

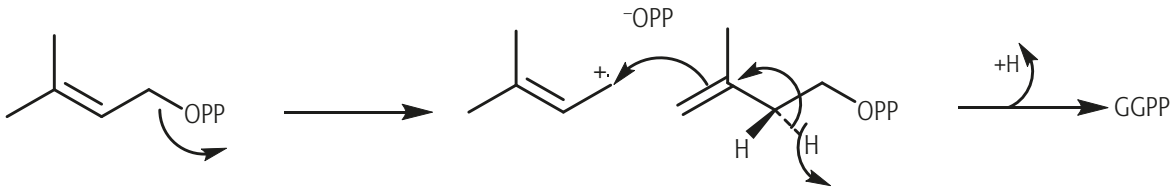


Figura II.5. Formación del geranil pirofosfato.

3. Acoplamiento "cola-cola" de unidades de C_{15} (FPP) o C_{20} (GGPP)

Sí se observa con atención una estructura triterpénica, "parece" que existe una simetría alrededor del enlace C_{11}-C_{12}. Así, en el esqueleto tetracíclico representado a continuación, es fácil encontrar dos unidades de FPP unidas por sus extremidades opuestas (figura II.6); sin embargo, el término de simetría es muy concreto, una secuencia lineal se encuentra en un hidrocarburo de C_{30}, aislado inicialmente de hígado de escualos: Este último es el precursor real de los esteroides y triterpenos.

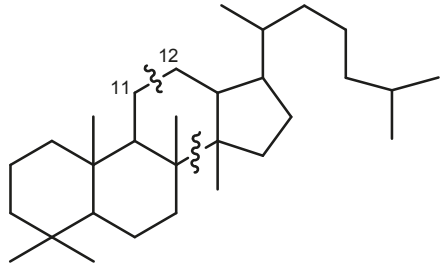
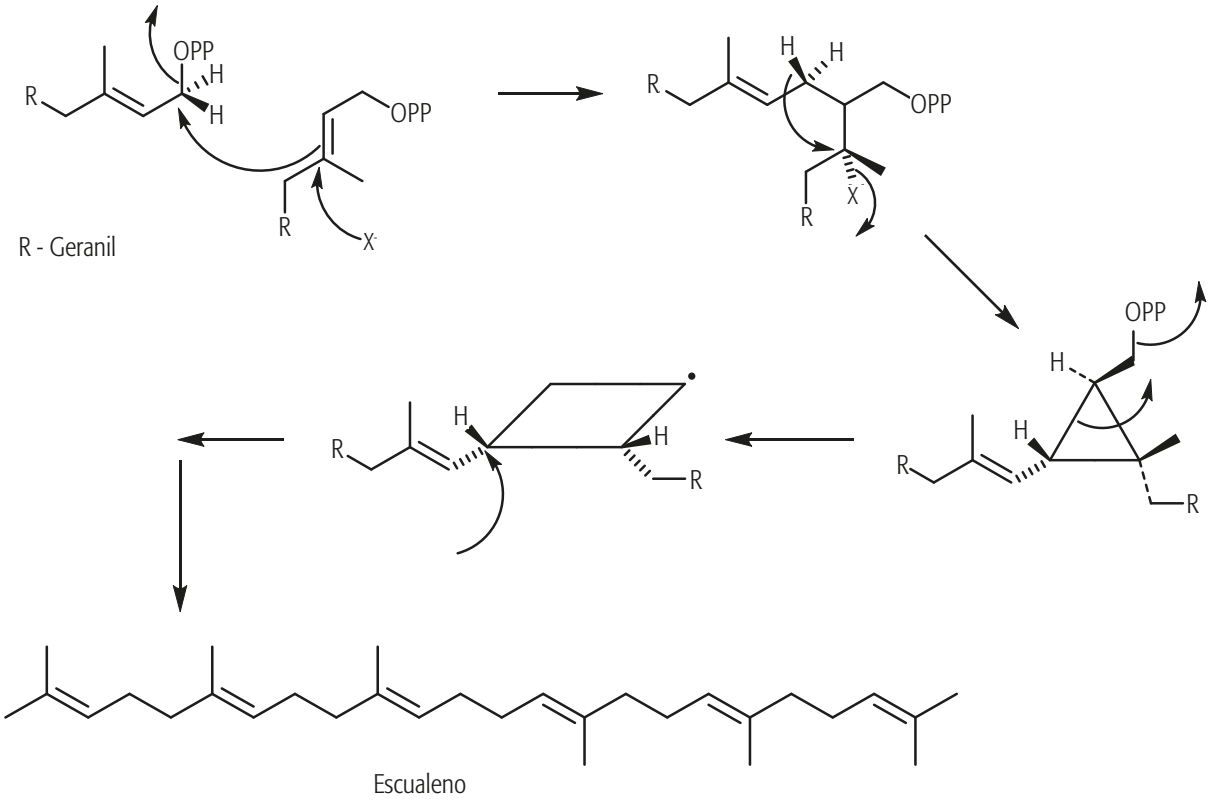


Figura II.6. Acoplamiento de unidades C_{15} "cola-cola".

Se ha tardado en elucidar el mecanismo del acoplamiento "cola-cola" (figura II.7), y se ha hecho gracias al aislamiento de otro intermediario: el pirofosfato de prescualeno, de estructura ciclopropánica. El doble enlace 2,3 de un FPP se alquila con otra molécula de FPP, y la eliminación estereoespecífica de un protón, permite la formación del ciclopropánico. Si el medio es deficiente en NADPH, el pirofosfato de prescualeno se acumula, pero en caso contrario, se reordena en escualeno vía carbocatión ciclobutánico.



Escualeno

Figura II.7. Acoplamiento "cola-cola de la estructura del escualeno.

Un mecanismo idéntico, lleva a la formación de los carotenos (de C_{40}); éste implica dos moléculas de GGPP y un intermediario ciclopropánico: pirofosfato de prefitoeno.

Los aceites esenciales son aquellos que forman la fracción volátil de una destilación de vapor, y son éstos terpenoides, los responsables de las características olorosas encontradas en muchas plantas. Se localizan naturalmente en órganos y tejidos de diversas plantas, se les conoce también con el nombre de aceites etéreos y esencias. Sin embargo, el término esencia puede presentar confusiones, porque así se les denomina a las soluciones alcohólicas sintéticas de los aceites esenciales.

Constituyen por otra parte, los principios sápidos y olorosos de las plantas en las que se encuentran, ya sea preformados en los tejidos vegetales o sintetizados por la reacción de ciertos componentes que se encuentran en dichos tejidos al ponerlos en solución.

Los aceites esenciales se utilizan principalmente en la industria alimentaria, de perfumería o como fuentes de algunas materias primas. Se pueden encontrar además distribuidos en diversos órganos del vegetal como son las raíces, hojas, flores, frutos o aún en toda la planta. Su composición puede ser la misma en los diferentes tejidos o presentarse en cada

uno de ellos con una composición diferente, ejemplo: las flores de naranjo (azahar) contienen sustancias muy diferentes a las que se encuentran en la esencia de las naranjas.

La importancia biológica de los aceites esenciales se le ha atribuido que, por ser aromáticos, actúen como atrayentes de insectos polinóforos, además de actuar como hormonas en la polinización, reguladores de la transpiración o por ser desecho de actividades metabólicas.

La composición de una esencia puede variar de acuerdo a la época de la recolección, situación geográfica o debido a cambios genéticos que ocurren en el interior de las células vegetales.

Las familias de plantas, ricas en aceites esenciales incluyen a las Asteraceae, *Matricaria*, Lamiaceae (las mentas, *Mentha spp.*), Myrtaceae (*Eucalyptus*), Pinaceae (*Pinus*), Rosaceae (Rosa spp.), *Rutaceae* (*Citrus spp.*) y Apiaceae (*Pimpinella anisum*), etc.

Composición Química

Químicamente los terpenos de los aceites esenciales son mezclas complejas y de constituyentes muy variables, que pertenecen "de forma casi exclusiva" a dos series: los mono y sesquiterpenos, de $C_{10}H_{16}$ y $C_{15}H_{24}$ respectivamente, que difieren en su punto de ebullición (140-180°C, >200°C) respectivamente, y la serie mucho menos frecuente, de los compuestos arénicos derivados del fenilpropano.

Los monoterpenos cuya fórmula general es $C_nH_{2n-4,}$ así como los sesquiterpenos de formula molecular $C_{15}H_{24}$ se pueden representar teóricamente en las siguientes configuraciones[8] y dependiendo de la estructura básica de esqueleto de carbono se divide en:

a) *Acíclicos*: con tres enlaces dobles y ningún ciclo
b) *Monocíclicos*: con dos enlaces dobles y un solo ciclo
c) *Bicíclicos*: con dos ciclos
d) *Sesquiterpenolactonas* (monocíclicas, bicíclicas)

También se registran algunas moléculas dentro del grupo de los monoterpenos como las monoterpenolactonas (conocidas como Iridoides), y las tropolonas. Una monoterpenolactactona por ejemplo, es la esencia o aceite esencial cuyo olor tiene la particularidad de atracción especial para los gatos domésticos presente en la *Nepeta cataria*, perteneciente a las *Lamiaceae*. La tropolona más conocida es la Tuyaplicina, que se encuentra en algunos hongos y también como constituyente del duramen de las *Cupressaceae*.

Otro iridoide como la loganina también es de interés, ya que son intermediarios en la biosíntesis de los alcaloides indólicos.

Además de los compuestos anteriormente mencionados, se conocen más de 1,500 sesquiterpenos con sus estructuras bien definidas, derivándose de unos 100 diferentes tipos de esqueletos. Dos derivados importantes de los sesquiterpenos son el ácido abscísico y las Xantininas (que tienen propiedades en la regulación del crecimiento de las plantas)[1, 9].

Ácido abscísico: es un sesquiterpeno con un grupo carboxílico, uno ceto y otro hidroxi, es conocido como la principal hormona de control del aletargamiento en las semillas de las plantas herbáceas y los brotes de las plantas leñosas.

Xantininas: se localizan en las bardanas, no tienen un papel muy bien definido en la fisiología vegetal, como una auxina antagónica.

Se encuentran distribuidas principalmente en la familia *Compositae* y forman parte de las sesquiterpenolactonas. Una propiedad muy particular de este grupo es su habilidad para actuar como alérgenos. Por otra parte, muchos de los aceites esenciales deben sus caracteres y su valor comercial a componentes que no son hidrocarburos, entre los cuales se hallan los ácidos orgánicos, tales como el acético, benzoico, cinámico, fenilacético[10], etc.; alcoholes, como el bencílico,

el borneol, cinamol, el citronelol, geraniol, linalol, mentol, alcohol feniletílico, terpineol, etc.; aldehídos, como el anísico, cinamal, benzaldehído, citral, piperonal o heliotropina, aldehido salicílico, vainillina, etc.; cetonas, como la carbona, el alcanfor, la tuyona, la pulegona, etc.; ésteres, como el acetato de bornilo, salicilato de metilo, etc.; fenoles, como el timol, calvacrol, chavicol, etc.; ésteres fenólicos, como el anetol, eugenol, safrol etc.; y muchos compuestos complejos más, como la cumarina, el indol, etc.

La clasificación de los aceites esenciales recae principalmente sobre la composición estructural con oxigeno formando: aldehídos, cetonas, alcoholes, óxidos y fenoles; aunque también pueden estar presentes otros compuestos sulfurados y nitrogenados; en general, este tipo de compuestos se muestran en el capítulo V, mostrandose de manera particular tanto su extracción como su análisis y composición por los métodos de comatografía de gases y espectrometría de masas.

Propiedades físicas de los aceites esenciales

De manera general, las principales propiedades fisícas[11] se mencionan a continuación:

a) **Color:** la mayoría de estos aceites son líquidos incoloros a temperatura ambiente en estado natural (aunque es mezcla de terpenos), y cuando están recién preparados, o pueden volverse incoloros mediante la redestilación o muy raramente tienen color. Si se les deja en contacto con el aire pueden adquirir diversos colores. Por ejemplo, el aceite de ajenjo se vuelve verde, el de menta amarillo, etc. El aceite de manzanilla es de color azul en estado natural y se dice que es causado por un hidrocarburo insaturado conocido como azuleno ($C_{10}H_8$).

b) **Olor:** es una de las propiedades más características, los olores pueden ser de una gran variedad y pueden modificarse cuando están en contacto con el medio. Algunos aceites que contienen terpenos se oxidan rápidamente, lo que hace que pierdan mucho en cuanto a la delicadeza de su olor, sabor, etc., lo cual sucede frecuentemente en los aceites de limón y de naranja.

c) **Sabor:** este es casi tan invariable como el olor, algunos son dulces, otros más o menos picantes, acres, cáusticos o ardientes.

d) **Densidad:** es así mismo variable en el peso específico de los aceites volátiles oficiales (desde 0.842-1.172 g/mL). La mayor parte de ellos presentan una densidad inferior a la del agua (los aceites de sasafrás o de clavo constituyen excepciones, cuando se obtienen se separan formando una esfera oleosa al fondo del matraz).

e) **Actividad óptica:** casi siempre dotados de poder rotatorio, tienen un índice de refracción elevado. Esta importante propiedad física sirve para investigar la pureza e identidad de muchos aceites, sin embargo hay algunos aceites que no presentan actividad óptica.

f) **Solubilidad:** son miscibles en alcoholes, con solventes orgánicos habituales, son liposolubles y muy poco solubles en agua; son arrastrables por el vapor de agua.

De forma resumida, en el cuadro (1) se muestran las clases de terpenos que se han clasificado en las plantas en función de su número de carbonos o unidades de isopreno y denotando el origen del isoprenoide.

Apreciación de algunas clases de terpenoides más comúnes[13,14]

Cuadro (1). Clases principales de terpenoides de las plantas

Nombre	*Tipos principales y existencia*	*Carbonos*	*Origen del isopreno*	*No. de unidades de isopreno*	*Subclase*
Monoterpenos	• Monoterpenos en los aceites esenciales de las plantas, por ejemplo: el mentol de la Menta • Monoterpenlactonas, por ejemplo: la nepetalactona • Tropolones, en las maderas de las gimnospermas.	10	GPP	2	Iridoides
Sesquiterpenos	• Sesquiterpenos en aceites esenciales • Sesquitepenlactonas, especialmente comunes en las Compósitae; • Abscisinas, por ejemplo, el ácido abscísico	15	FPP	3	sesquiterpenoides, Lactonas, Ac. Abscisico,
Diterpenos	• Diterpenos ácidos en las resinas de las plantas • Giberelinas, por ejemplo: ácido giberélico	20	GGPP	4	Giberelinas
Sesterterpenos	• Terpenos: Furospinulosina, de espoja, • Ácido ceriférico, de insectos • Ofiobolina, de hongo • Ácido retigeránico, de liquen	25	GGPP + IPP	5	Giberelinas, Fitosteroles
Triterpenos	• Esteroles, por ejemplo: sitosterol • Triterpenos, por ejemplo: β-amarina • Saponinas, por ejemplo: Yamogenina • Glicósidos cardiacos.	30	Escualeno	6	Fitosteroles, Saponinas, Cardenólidos
Tetraterpenos y/o Poli-isopreno	• Carotenoides por ejemplo: β-Caroteno • Hule por ejemplo en *Hevea brasiliensis*	40 >40	Fitona GGPP+$(C_5)_n$	8	– –

En el caso de los aceites esenciales[12], únicamente se encontrarán los terpenos más volátiles: mono y sesquiterpenos. La diversidad de las estructuras, se explica por la gran reactividad de los carbocationes implicados en los procesos biosintéticos.

Conocimiento químico de los olores, aromas y/o fragancias (aceites esenciales) de Origen Vegetal

Grupo de los Compuestos del Isopentano.

Un amplio grupo de productos vegetales entre los que se incluyen compuestos tan diversos como aceites esenciales, alcanfor, caucho, caroteno y fitosteroles se forman como lo señaló Ruzicka[15,16,] unidos a partir de unidades C_5, en las que los átomos de carbono se disponen como en el isopreno (figura II.9).

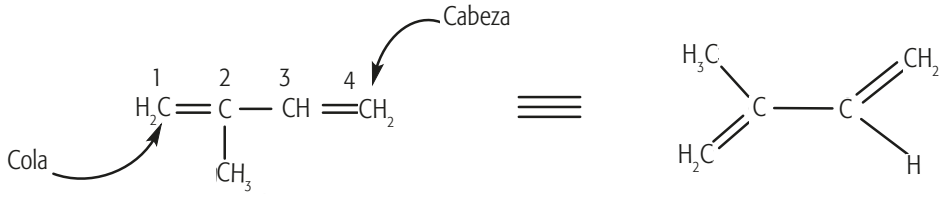
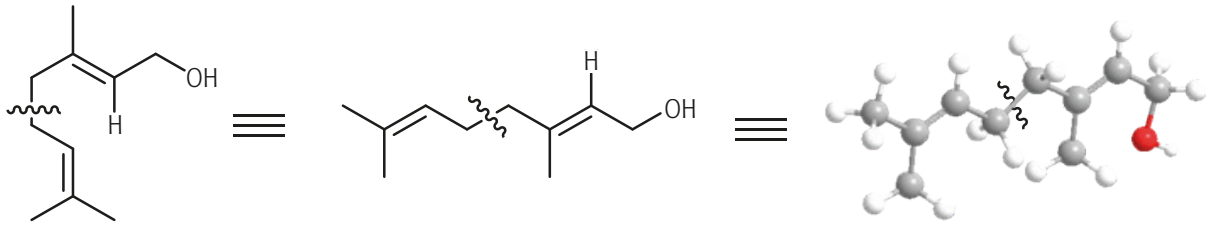


Figura 11.9. Disposición de unión de la molécula de isopreno o 2-metil-1,3-butadieno.

Así, el orden de enlace o unión de las unidades de isopreno, ha conducido a la formulación de varias reglas del isopreno, siempre y cuando los compuestos terpénicos deriven de unidades de isopreno.

Otto Wallach (Premio Nobel de Química 1910) y Leopold Ružička (Premio Nobel de Química 1939) contribuyeron al establecimiento de la denominada **regla isoprénica** final, según la cual, los esqueletos carbonados de los terpenos son divisibles en un número entero de unidades **isoprénicas** unidas cabeza con cola, como en el monoterpeno geraniol. (figura II.10).



Geraniol

Figura II.10. Unión "cabeza-cola" conforme a la regla de Ruzicka.

La regla especial, sin embargo, tiene cierto número de excepciones y es aplicable únicamente a los compuestos isoprenoides más sencillos como los monoterpenos y sesquiterpenos. Así los carotenoides, esteroides y triterpénos tienen una unión de cola a cola usualmente en el centro de la molécula, aunque en el caso de los esteroides y los triterpénos la posición de enlace no se debe por supuesto a la ciclización. Finalmente, la *regla isoprena biogenética* establece que los miembros del grupo del isopentano derivan de precursores sencillos hipotéticos, tales como el farnesol, geraniol y escualeno.

La destilación a vapor del material vegetal libera los llamados aceites esenciales que contienen sustancias que poseen 10, 15 ó 20 átomos de carbono. Éstos compuestos son mono, di, y sesquiterpenos respectivamente y colectivamente forman terpenos inferiores[12]. La fragancia de muchas especies es prueba de que desprenden compuestos volátiles, y cuantitativamente tal pérdida o desprendimiento puede ser significativa. Un estudio realizado como caso excepcional del *Dictamus albus*, donde se observó que libera la cantidad suficiente de un volátil; olor a naranja determinando que toda la planta arde cuando se sostiene un cerillo encendido a cierta distancia de esta por el contenido de un hidrocarburo flamable presente en la planta. Los aceites esenciales o volátiles contienen varios compuestos como sustancias aromáticas, hidrocarburos de cadena lineal y sus derivados. Algunos de estos compuestos cuya estructura de carbono puede ser construidos a partir de unidades ramificadas de isopreno. El nombre de terpenos deriva de turpentina o trementina, que es la fracción volátil obtenida de la oleoresína que exuda la superficie del corte del pino resinero. Muchos arbustos y árboles exudan resinas que son secretadas en ciertos conductos o canales por células especializadas. Puede producirse un flujo de resina (resinosis) a consecuencia de una herida en la planta o de una infección por hongos. Entre las resinas de importancia comercial se incluyen el Copal[17], extraído de árboles tropicales de la familia de las *Burseraceae, como Bursera aloexylon, B. jorullensis y Protium copal* entre otros[18]. El Damar o resina oriental de los árboles tropicales de la familia de las *Dipterocarpaceae*, y la goma Kauri neozelandesa del *Agathis autralis*.

La resina comercial es una mezcla compleja de ácidos de resina que son diterpenos de fórmula general $C_{10}H_{18}COOH$.

Monoterpenos

Con pocas excepciones los monoterpenos se derivan de 2 unidades de isopreno, con lo que sugieren lo que Leopold, Ruzicka[15] ha llamado la regla del geraniol. El geraniol puede ciclizarse mediante un intermediario (a), que se ha representado como un carbenio, aunque puede ser otra su identidad. El fenchol y el α-pineno, pueden originarse siguiendo

la vía (c) y el borneol mediante la (b). De otra forma el ciclizarse, puede ocurrir mediante los birradicales (d) y (e), que conducen a la formación de α-pineno, al limoneno y al β-pineno (figura II.11). Este mecanismo asume la reversibilidad de apertura de anillo de (1) α-pineno, demostrada experimentalmente, para producir limoneno y aloocimeno (formado por isomerización del producto primario ocimeno) y (2) β-pineno para producir mirceno y limoneno.

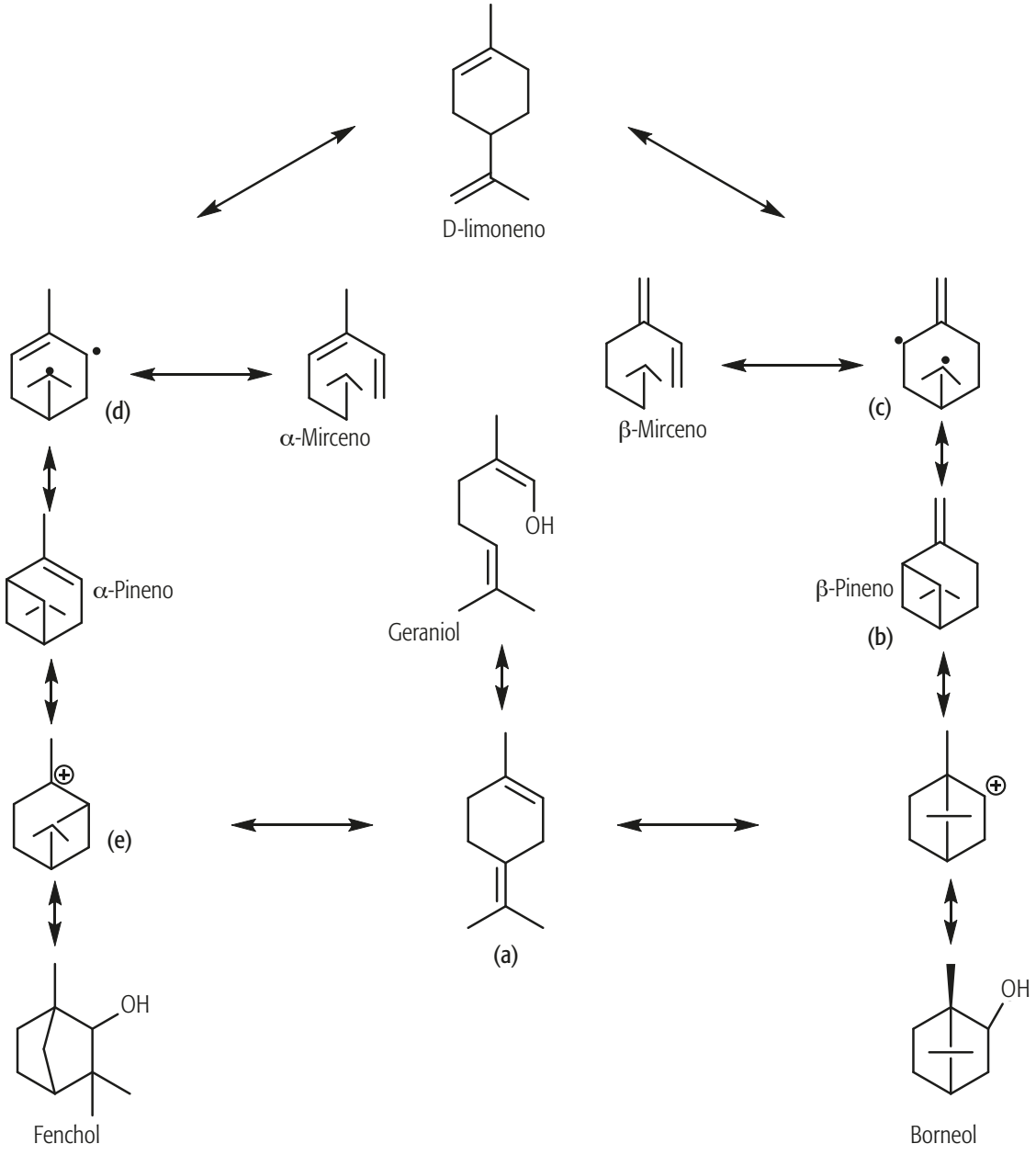


Figura II.11. Conversión de limoneno.

Se conocen más de 100 monoterpenos, pero son pocas las formas posibles de ciclizarse que han sido demostradas. Se supone generalmente que las enzimas llevan a cabo la necesaria colocación de los intermediarios y son la causa de que la ciclización siga un curso específico. Una especie determinada puede formar un diterpeno principal o un número limitado de ellos como se observa en el análisis de las trementinas obtenidas de los pinos, como se muestra en el cuadro (2).

Cuadro (2). Componentes obtenidos de trementinas

Especie	Componente	Porcentaje
Pinus ponderosa	α–pineno	01
	β-pineno	50
	Δ-3-careno	30
	Limoneno	3-4
	Sesquiterpenos	10
Pinus monticola (Idaho)	α-pineno	45
	β-pineno	32
	Limoneno	07
	Acetato de bornilo	02
	n-undecano	02
	n-heptano	01
	Sesquiterpenos	4-5
P. attenuata *P. contorta* *P. pinea*	α–pineno	98
	β-felandreno	98
	Limoneno	95

Los principales monoterpenos constituyentes de esta serie son hidrocarburos acíclicos, monocíclicos, bicíclicos o policíclicos. Van acompañados de sus derivados oxigenados como pueden ser alcoholes, aldehidos, cetonas, ésteres, etc., algunos se muestran en la (figura II.12) con las siguientes formulas:

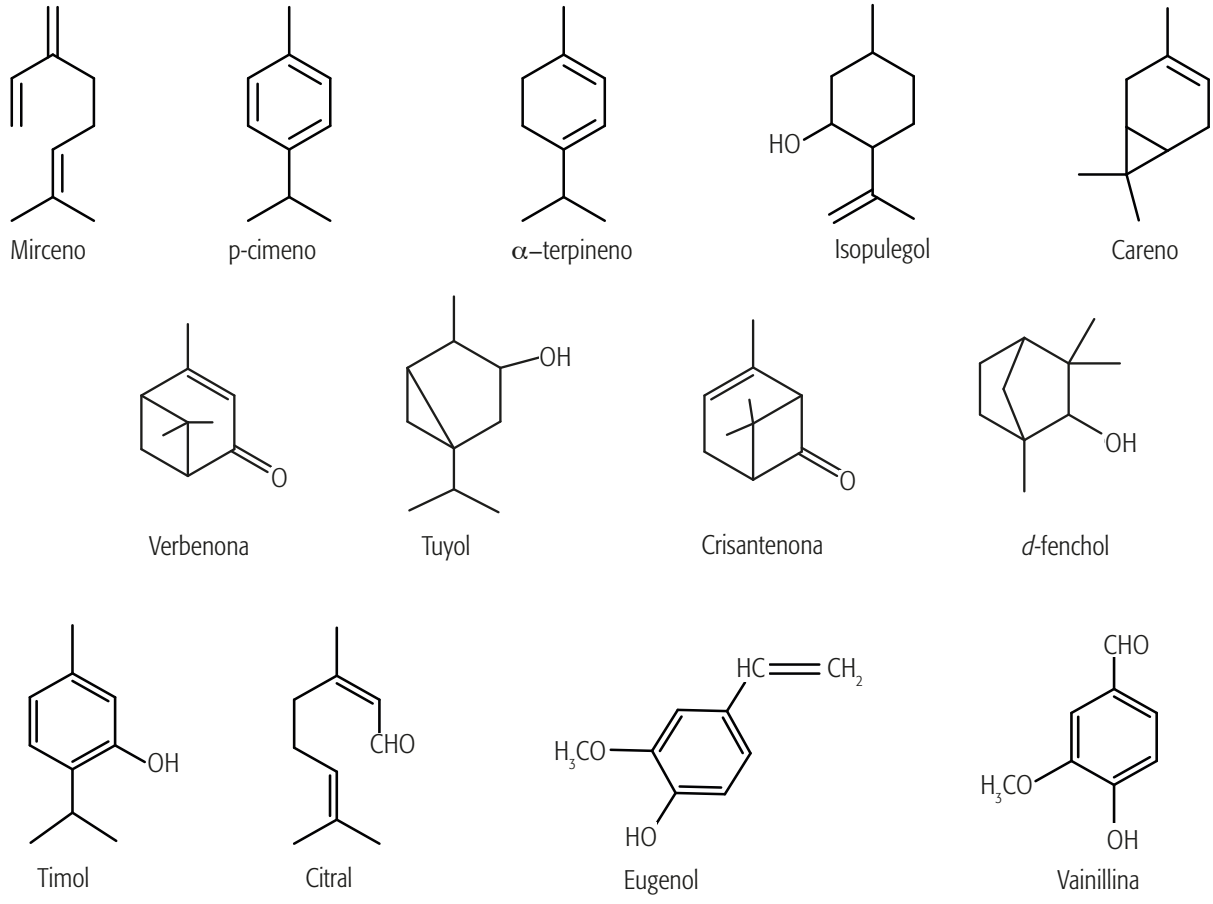


Figura 11.12. Algunos monoterpenos con diferentes grupos funcionales.

Origen de los monoterpenos

Aunque la formación de hidrocarburos, alcoholes y aldehídos acíclicos a partir del 2-E geranil pirofosfato[1,19] se explica fácilmente, la de los compuestos cíclicos implica el paso por un carbocatión terpinilo, que no puede formarse más que a partir del 2-Z nerilpirofosfato. La isomerización 2-E → 2-Z necesita, bien un intermediario aldehído (con eliminación de un protón situado en el carbón 1), o bien debido al impedimento de rotación; un intermediario alílico terciario: el pirofosfato linalilo (figura II.13).

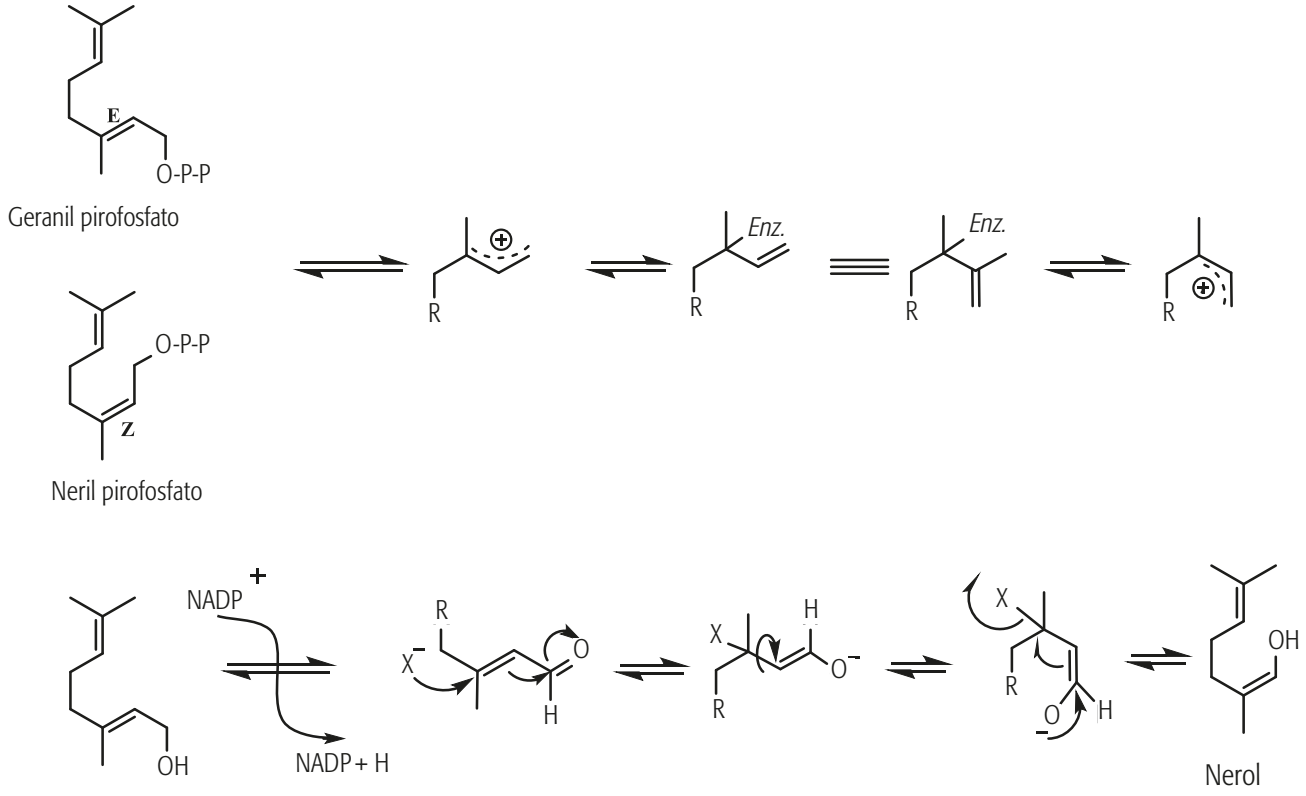


Figura II.13. Origen de monoterpenos a partir de isomeros de pirofosfato de geranilo.

La formación del conjunto de monoterpenos cíclicos (figura II.14), puede comprenderse a partir de un único carbenio: el catión terpinilo. Con toda probabilidad, este catión deriva del neril pirofosfato vía una reacción concertada (SN_2 con el pirofosfato como grupo de partida). A continuación, el catión se transforma por ciclación electrófila; la serie de reacciones termina con la eliminación de un protón o con la adición de una molécula de agua. Los carbocationes involucrados sin duda no existen *in vivo*: probablemente se trata de emplazamientos catiónicos potenciales (ésteres tiólicos, pirofosfato, como se ve en el círculo). Figura 11.14.

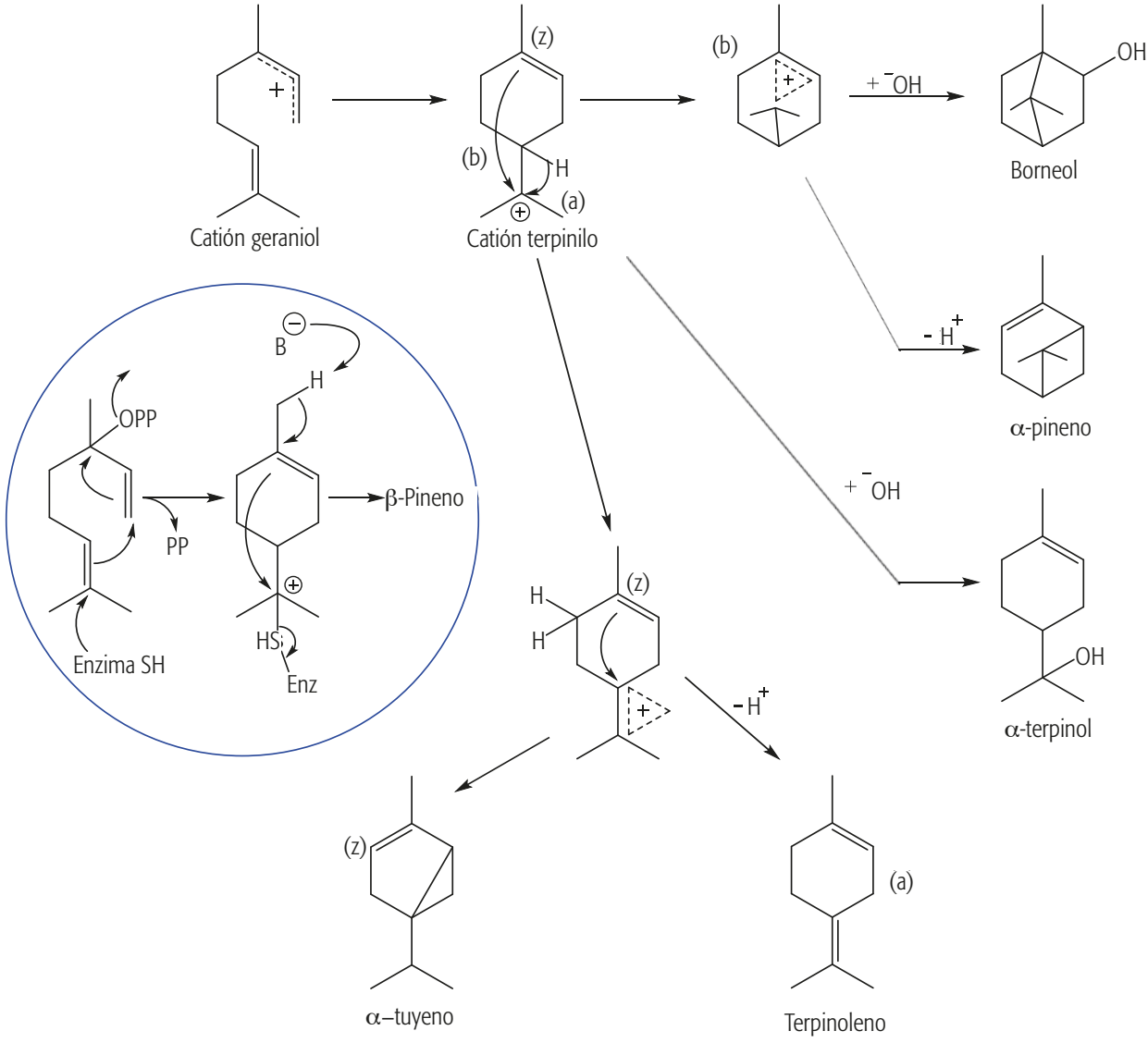


Figura 11.14. Formación de monoterpenos ciclicos.

Monoterpenos acíclicos

Los aceites esenciale pueden dividirse químicamente en dos clases: monoterpenos y sesquiterpenos, con caracretisticas físicas diferentes principalmente en su punto de ebullición. Existen numerosos ejemplos de monoterpenos aciclicos (figura II.15), monociclicos y biciclicos (figuras II.16a,b), dentro de estos tres tipos de compuestos pueden ser hidrocarburos no saturados, o pueden tener grupos funcionales como alcoholes, aldehídos o cetonas. Se ejemplifican algunos[20] de los más conocidos. de estructuras planas[20] y su similar en 3D realizadas, con ChemDraw.

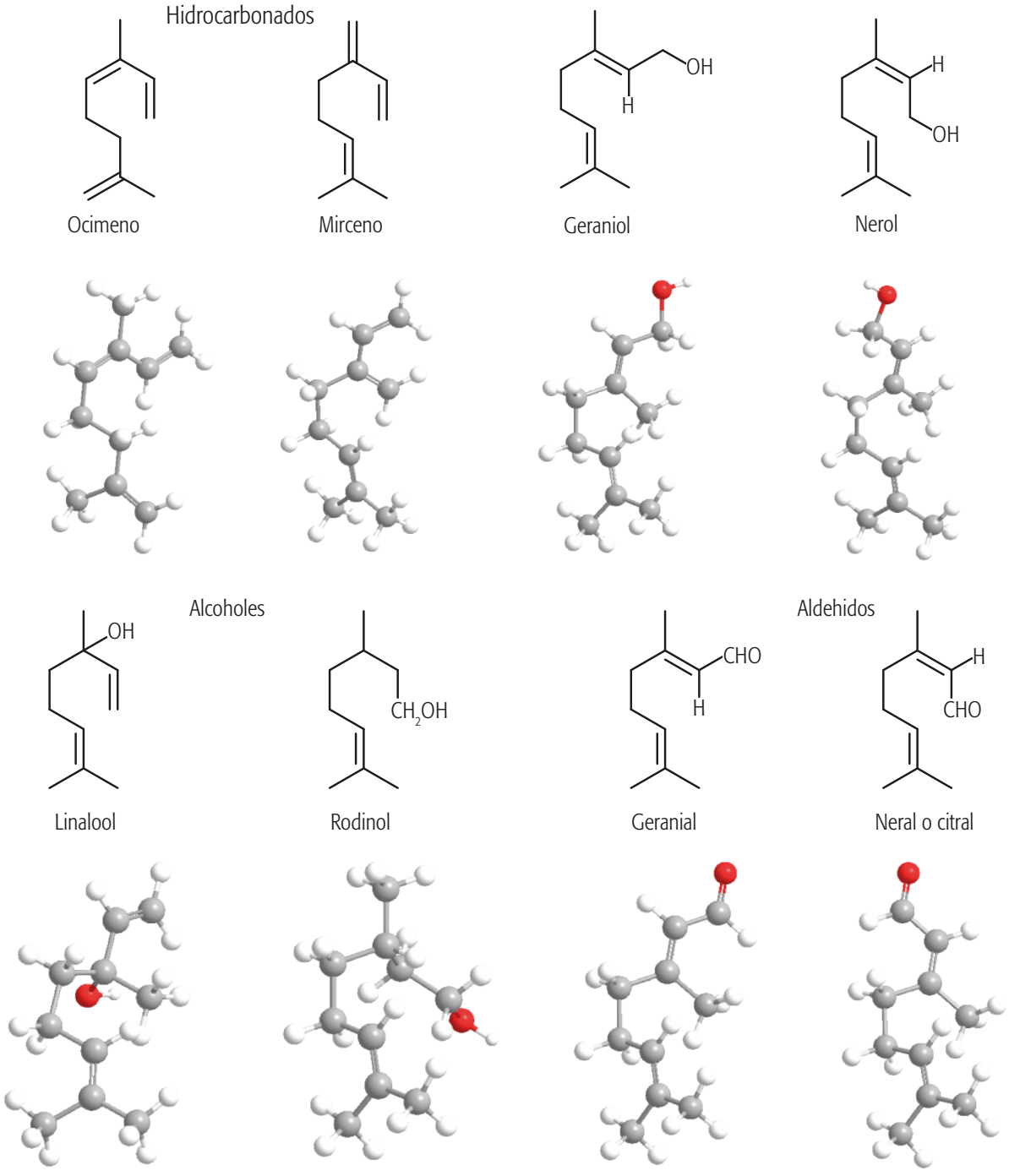


Figura II.15. Monoterpenos acíclicos con diferentes grupos funcionales, mostrando estructuras planas y su correspondiente en 3D realizadas con ChemDraw.

Monoterpenos cíclicos

Los monoterpenos pueden ciclarse de varias formas, al formar un nuevo enlace C-C, La unión de dos restos de isopreno para formar una molécula cíclica se produce en las plantas de la misma forma que tiene lugar la dimerización artificial del isopreno para formar dipenteno, pero la estructura cíclica más común es la correspondiente al mentano (metilisopropilciclohexano). Existen varios hidrocarburos con esta estructura desde el saturado mentano hasta el tetrainsaturado (1-metil-4-isopropenilbenceno) que es aromático. Todos los terpenos y alcanfores monocíclicos son, por tanto, derivados de metilisopropilciclohexano, que recibe el nombre vulgar de p-mentano como producto de hidrogenación del menteno natural.

La mayoría de los terpenos naturales de la serie del p-mentano sigue teniendo el mismo grado de hidrogenación del isopreno, por lo tanto contienen aún dos dobles enlaces en la molécula. Entre los numerosos isómeros posibles únicamente han sido encontrados en la naturaleza[19] los siguientes:

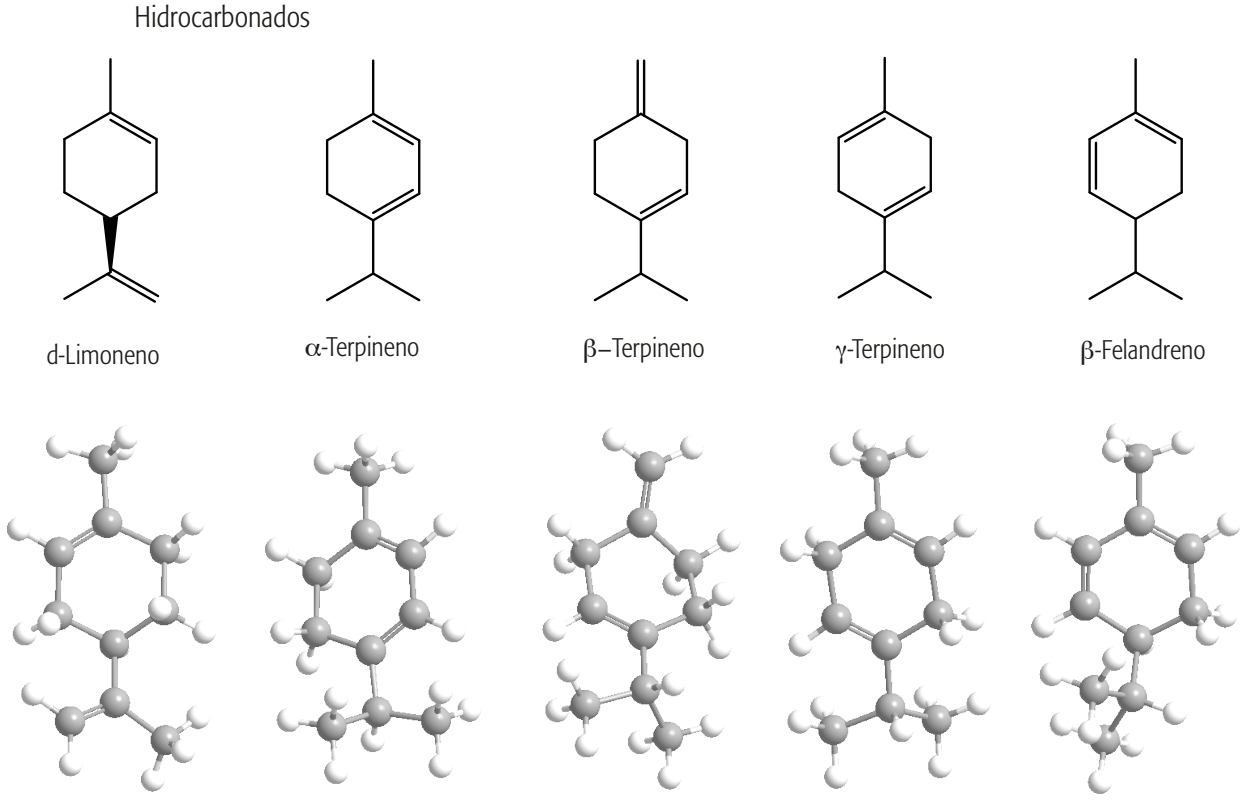
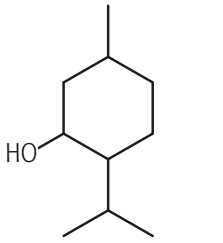


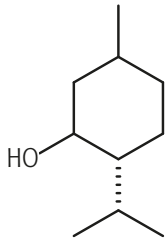
Figura 11.16.a. Monoterpenos ciclicos hidrocarbonados.

El limoneno tiene un carbón asimétrico[21] en el carbono 4, es (destrógiro: esencia de lemongras, de alcanfor, etc., levógiro: esencia α, pineno de hojas de pino, obtenidos de la trementina española, etc.), α–terpineno (encontrados en mejorana, coriandro, cardamomo *C. indica* etc.) γ-terpineno (en coriandro, limón, ajowan etc.), terpinoleno (esencia de trementina), α-felandreno (dextrógiro: esencia de lemongras, de *anerthum graveolus*, etc., levógiro: esencia de bayas de Bermuda, pimiento etc.), β-felandreno (esencia de eucaliptus) (dextrogiro: esencia de limón, hinojo etc., levógiro: esencia de monodora *Myristica dunal*)[22], etc.

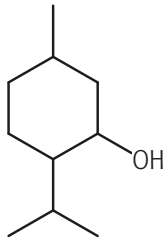
Alcoholes. La hidroxilación del *p*-mentano da lugar a la formación de alcoholes, entre los que se pueden mostrar los siguientes:



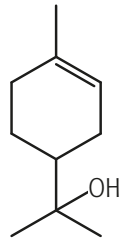
(-)-Cis-carveol



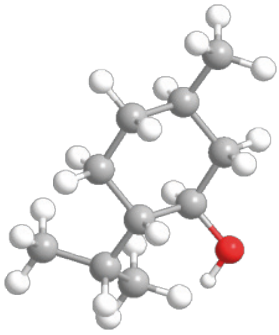
(+)-Trans-piperitol

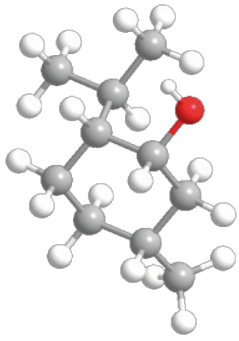


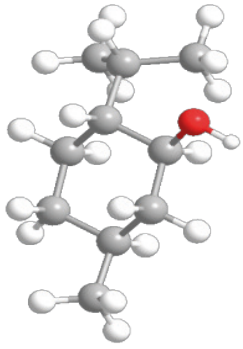
α-Mentol

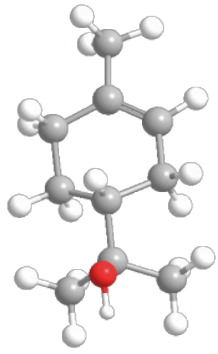


α-Terpineol

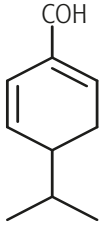




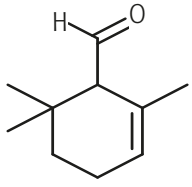




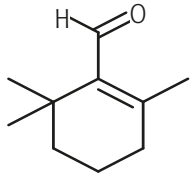
Aldehídos. Los aldehídos están presentes en numerosos productos naturales 21,23 entre los aldrhídos se encuentran:



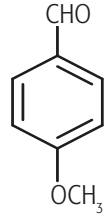
Felandral



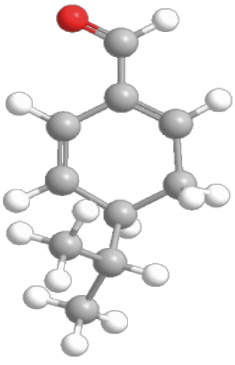
β-Ciclocitral

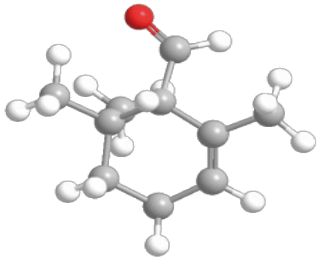


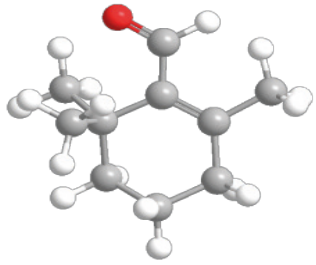
α-Ciclocitral

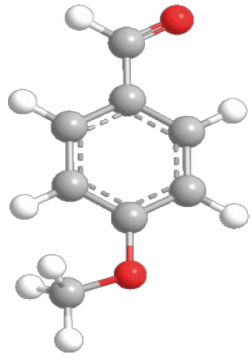


Aldehido anísico

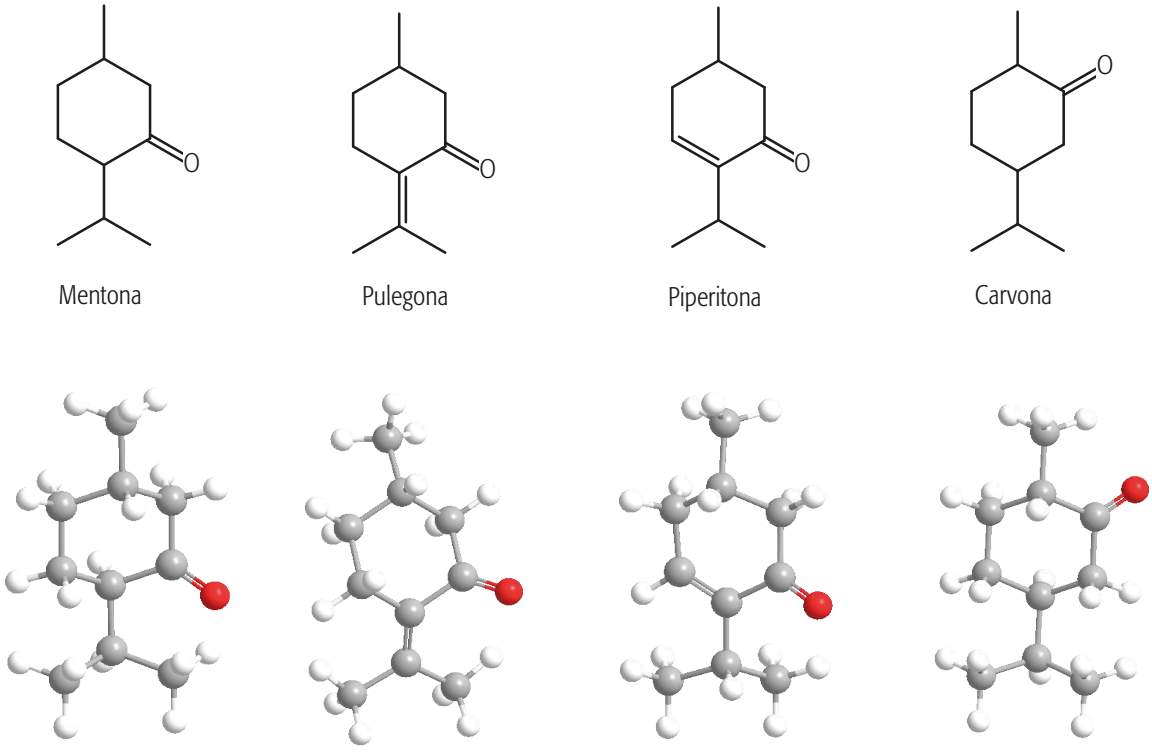








Cetonas



Óxidos. Algunos derivados de monoterpenos monocíclicos

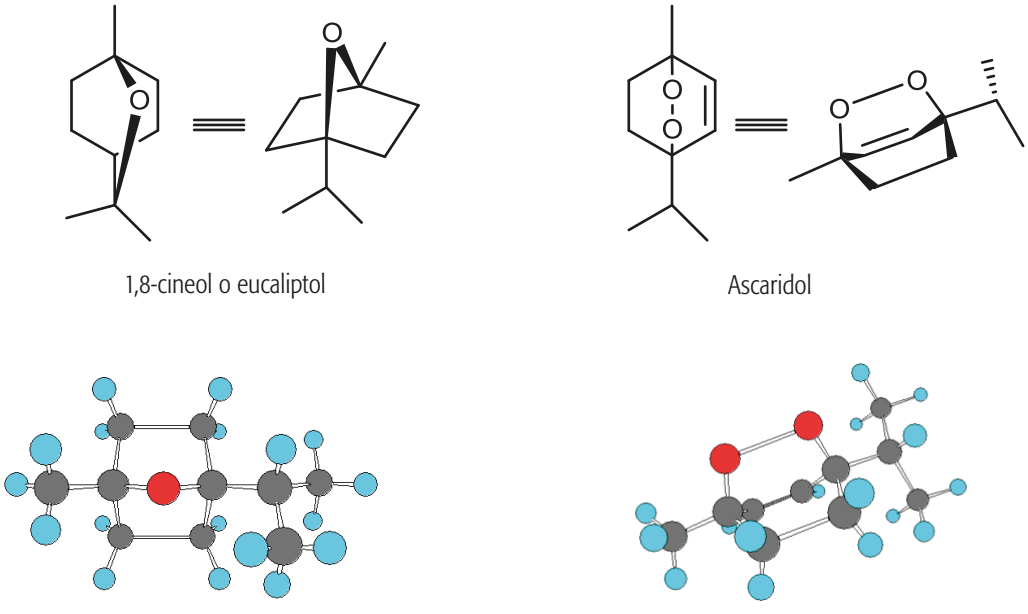


FIgura II.16.b. Monoterpenos cíclicos con diferentes grupos funcionales, mostrando estructuras planas y su correspondiente en 3D realizadas con ChemDraw.

Monoterpenos bicíclicos

La formación de biciclación más extendida de los monoterpenos correspondendietes se dividen en cinco grupos, esto debido a la estructura del compuesto hidrocarbonado saturado del que deriven. Y todos se relacionan con la estructura del p-mentano en el que se forma el nuevo anillo del ciclopropano enlazándose en los carbones 1,5 como en el caso del grupo tuyano (figura II.17a), o bien, donde el segundo anillo se cierra en el carbono 7 del radical isopropilo que se une a las tres posiciones posibles del anillo. Si el nuevo enlace esta en 1,6,7, se forma el ciclopropano, dando forma al grupo carano (figura II.17b); si es *meta*, se forma el pinano (figura II.17c), pero si la posición es en *para* se forma un ciclopentano dando lugar al grupo canfano (figura II.17d), del grupo del fencano, se derivan algunos compuestos como la fencona y otros de menor importancia (figura II.17e), el fencano está considerado como un sistema biciclico natural que no guarda relación con el p-mentano. En términos generales algunos de los más importantes[24] son los siguientes:

Grupo Tujano o tuyano. Pocos son los compuestos relacionados a este grupo y que pueden encontrarse en el reino vegetal.

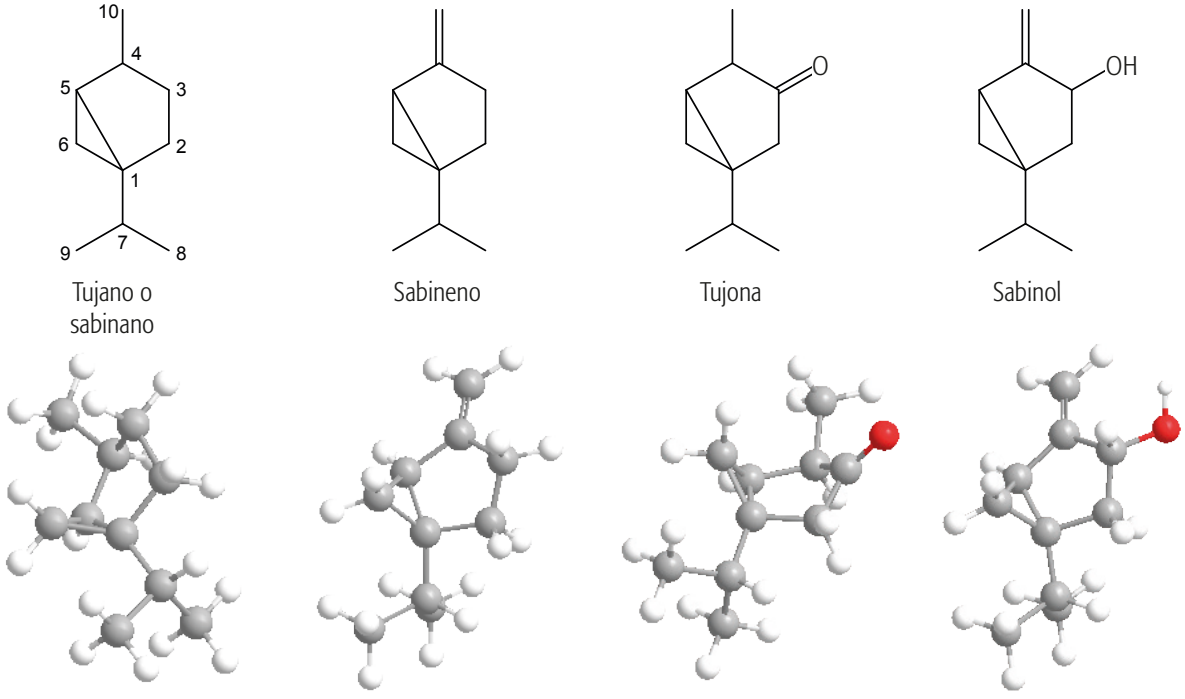


Figura II.17a. Grupo tuyano con enlaces 1-5 formando el ciclopropano.

Grupo carano. Es uno de los compuestos que se encuentra en la resina (trementina) de Pinos longifolia. El derivado más importante y que no se encuentra en la naturaleza es la carona, con cierto olor a menta-alcanfor.

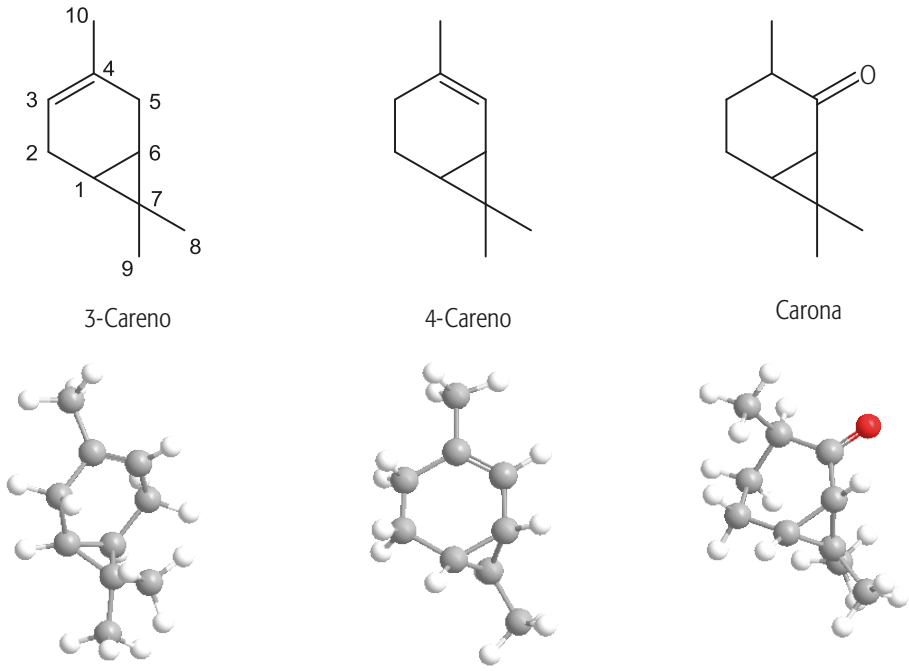
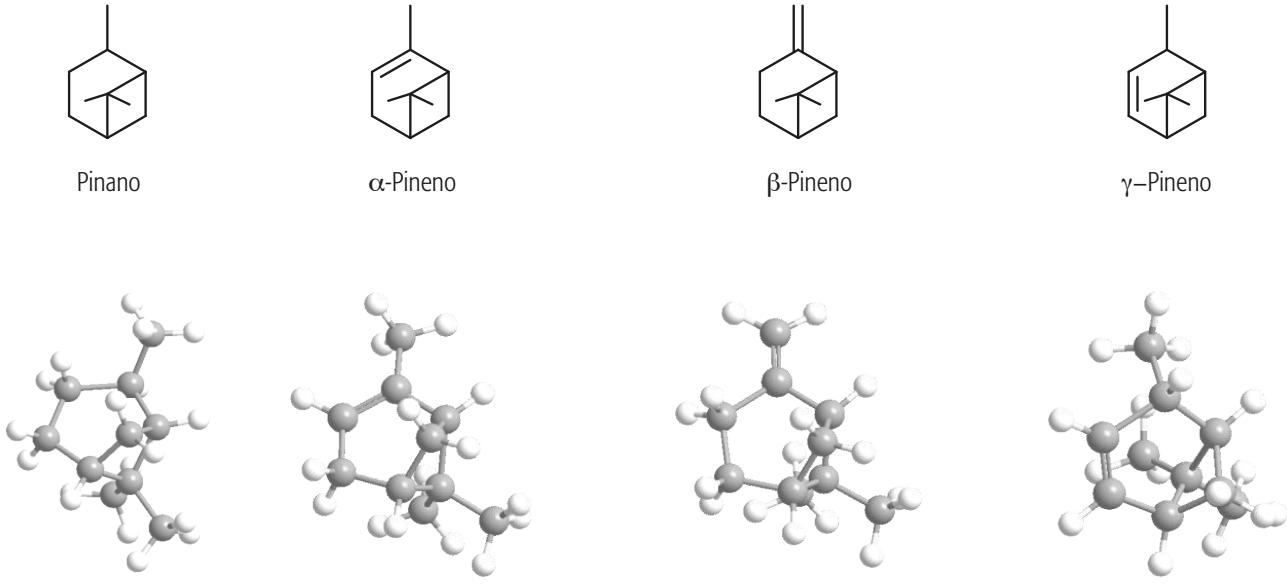


Figura II.17b. Grupo carano con el ciclopropano en posición *orto*.

Grupo pinano. El pinano no se encuentra en la naturaleza, sin embargo se puede decir que el β-pineno que se encuentra en el destilado de la trementina (aguarras) siendo el que más se obtiene; se encuentra también en otros vegetales como en el laurel (*Litsea glaucescens*), artemisa (*Artemisia vulgaris*) y marihuana (*Cannabis sativa*) entre otras.



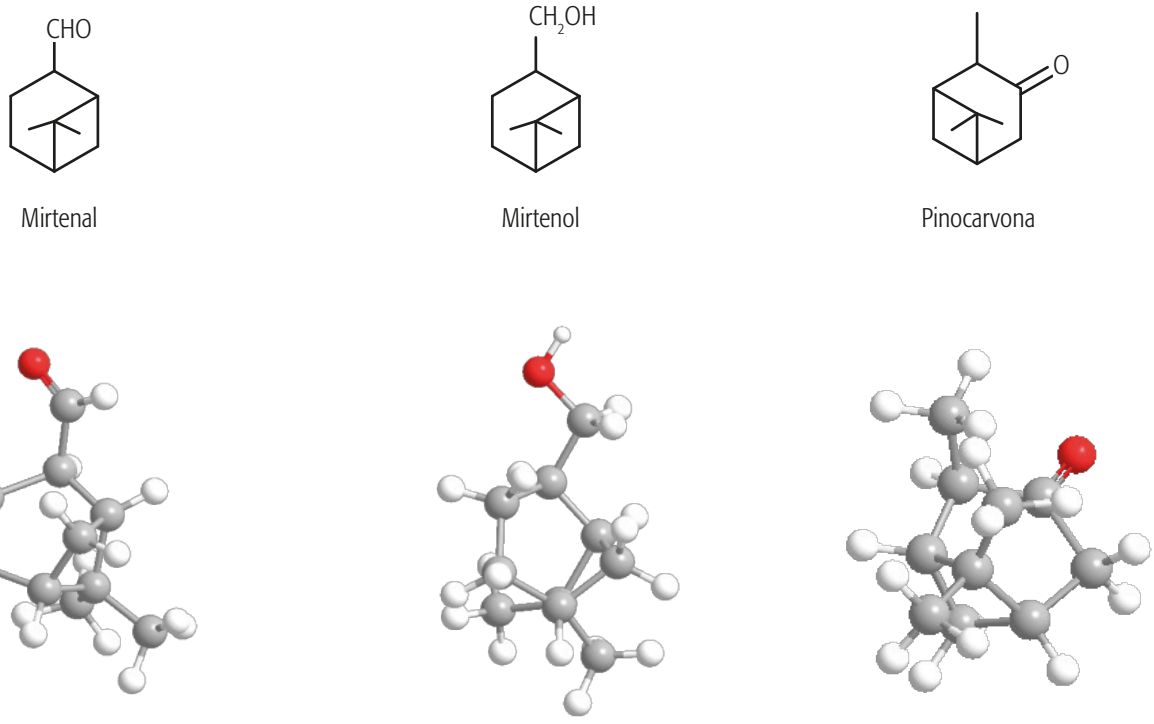


Figura II.17c. Grupo pinano con el ciclopropano en posición *meta*.

Grupo canfano. Conciderado como el grupo más numeroso, en el que se encuentra el alcanfor (*Cinamomun camphora*) y el borneol (*Dryobalanop aromático*)[25]:

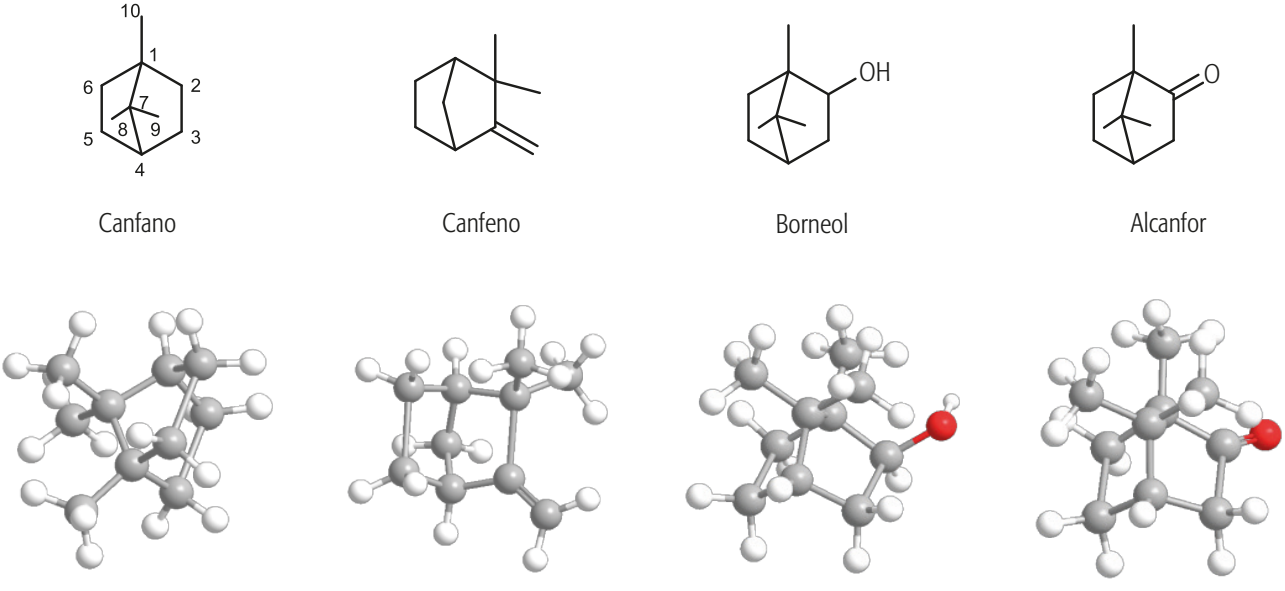


Figura II.17d. Grupo carano con el ciclopropano en posición *para*.

Grupo fencano. Se forma a partir de las modificaciones a grupos anteriores.

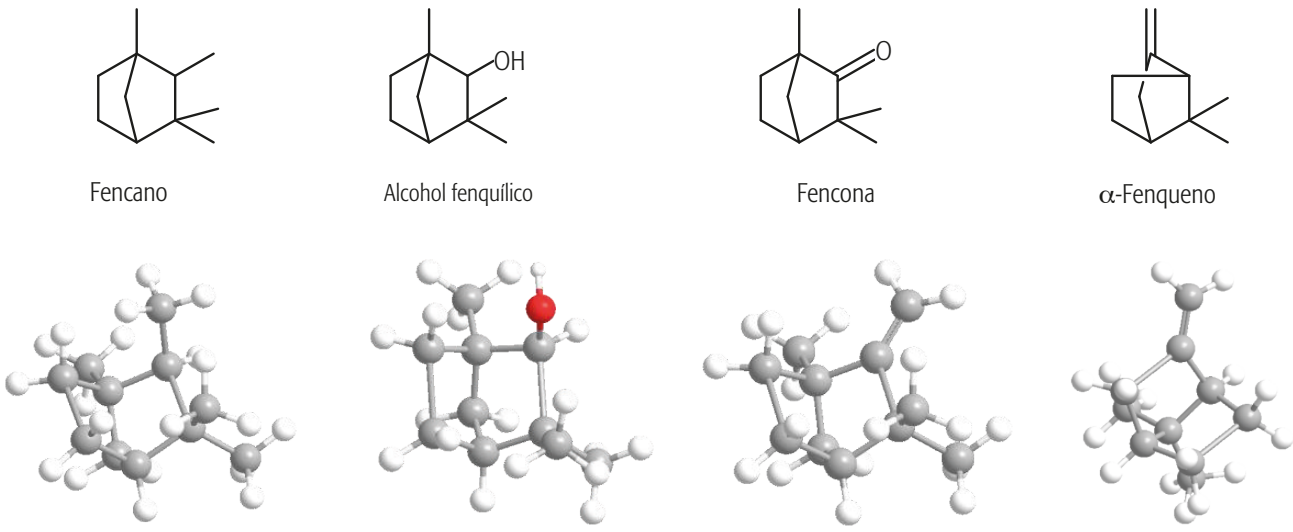


Figura II.17e. Grupo fencano, compuestos que derivan de un sistema biciclico natural.

Numerosos ejemplos de ciclización de monoterpenos acíclicos a compuestos alicíclicos o aromáticos se han demostrado por síntesis, por ejemplo la conversión de citral a α- y β-ciclocitral y la ciclización del limoneno. Son conocidas también algunas otras conversiones, como la del D-limoneno a L-carvona y carvacrol (figuras II.11, 18,19), y también a fencol y borneol.

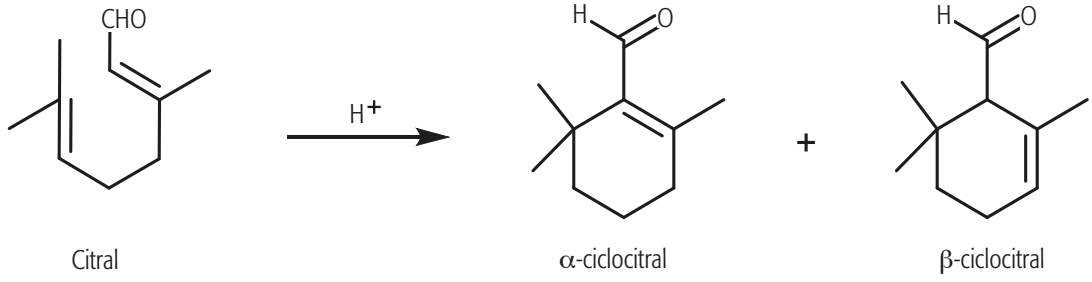


Figura II.18. Conversión de citral a α- y β-ciclocitral.

Conversión de D-limoneno a L-carvona y carvacrol

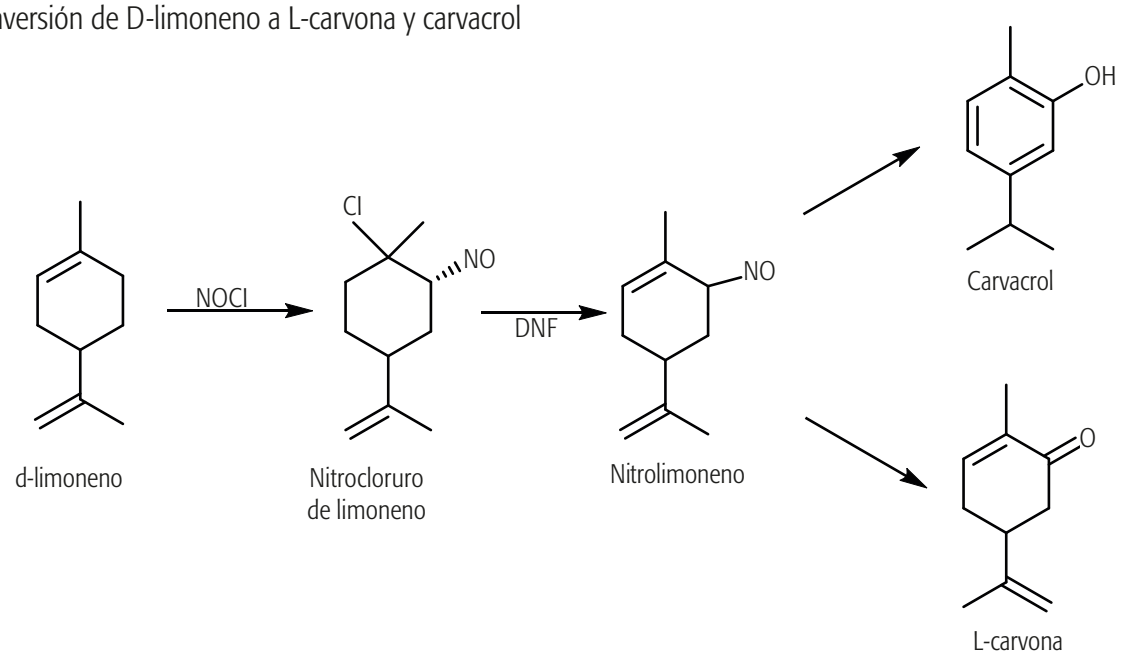


Figura II.19. Conversión de D-limoneno a carvacrol y L-carvona.

Otro ejemplo de ciclización de monoterpenos biciclicos, es el del alcanfor. En la reacción (figura II.20), se observa el desplazamiento de un pirofosfato alílico por un par de electrones proveniente del doble enlace -C-C-, lo cual se considera un paso importante en la biosíntesis del alcanfor que mediante reacciones enzimáticas se llega a la obtención del bornil pirofosfato que es el primer producto de la ciclización.

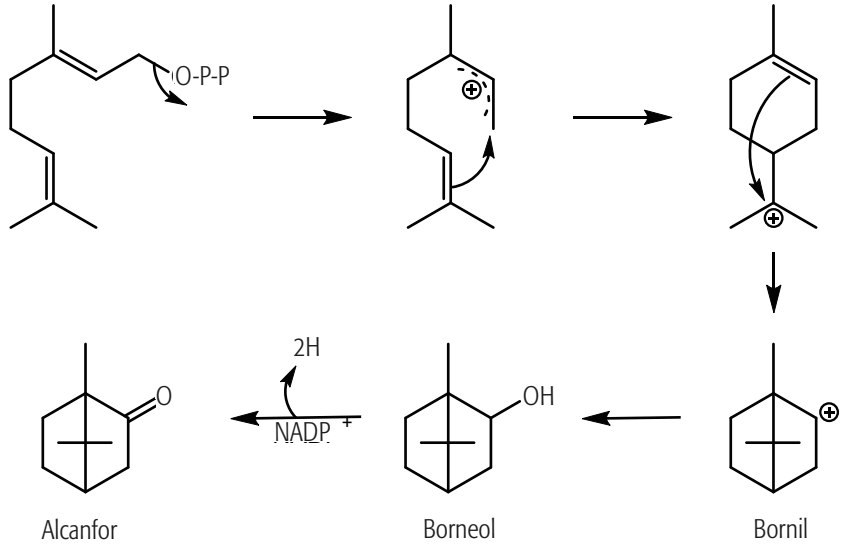


Figura II.20. Ciclización del alcanfor formando pirofosfato de bornil y borneol.

La formación de los monoterpenos cíclicos está catalizada por las terpenociclasas y también procede mediante la formación de carbocationes. El carbocatión (catión mentilo), puede reaccionar con nucleófilos (especialmente el agua (figura 11.21a)) perder un protón, ciclarse o experimentar transposiciones de Wagner-Meerwein (W-M) como se muestra en la (figura II.21b) las distintas posiciones para el catión de tipo mentano.

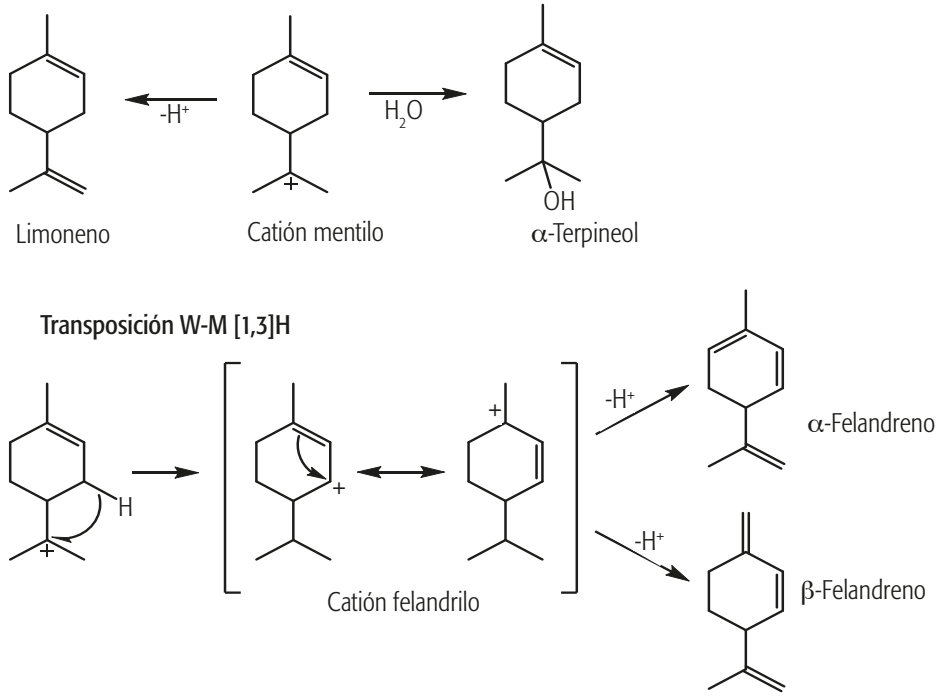


Figura 11.21a. Reacción del catión mentilo.

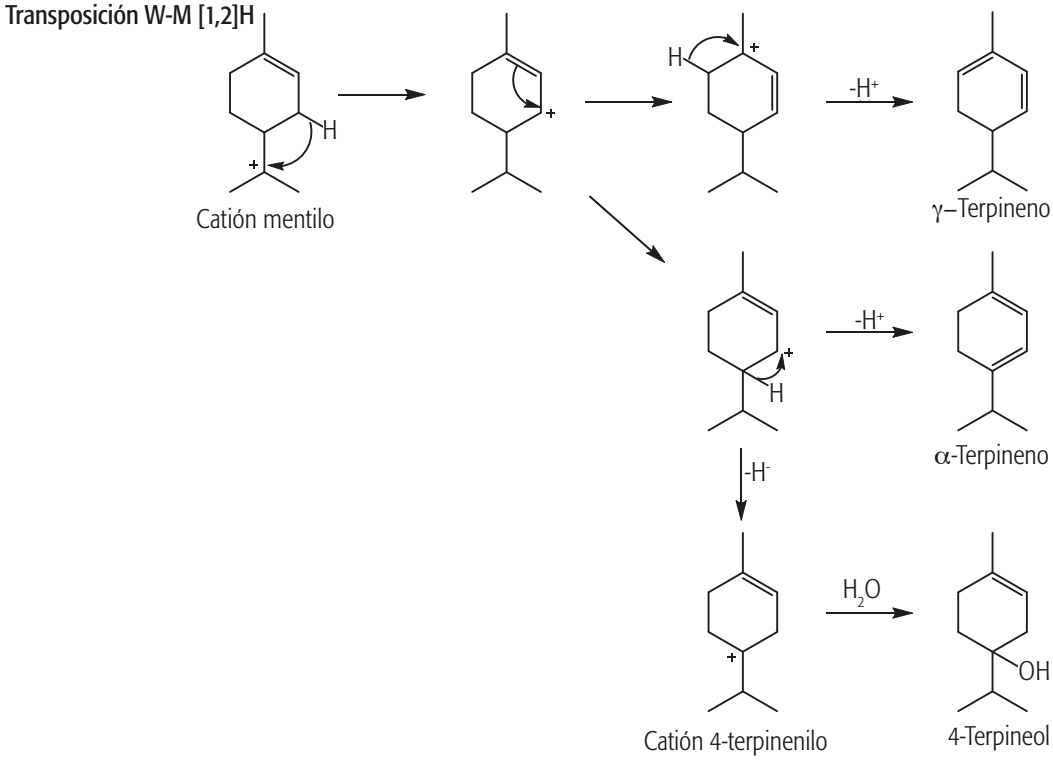


Figura II.21b. Distintas transposiciones para el catión de tipo mentano en la formación de monoterpenos cíclicos.

Muchos terpenos conocidos son compuestos cíclicos biosintetizados a partir de precursores de cadena abierta por reacciones de ciclación a través de iones carbónio, por ejemplo la estructura del mirceno debe relacionarse con los del limoneno, α-pineno y β-pineno. Llegando a formar en algunos casos estructuras biciclicas[26].

Los monoterpenos bicíclicos también derivan del catión mentilo por plegamiento de la cadena lateral hacia el doble enlace lo que permite repetir el mecanismo de ciclación y obtener los cationes bicíclicos pinilo y bornilo. Como se muestra en seguida (figura II.22).

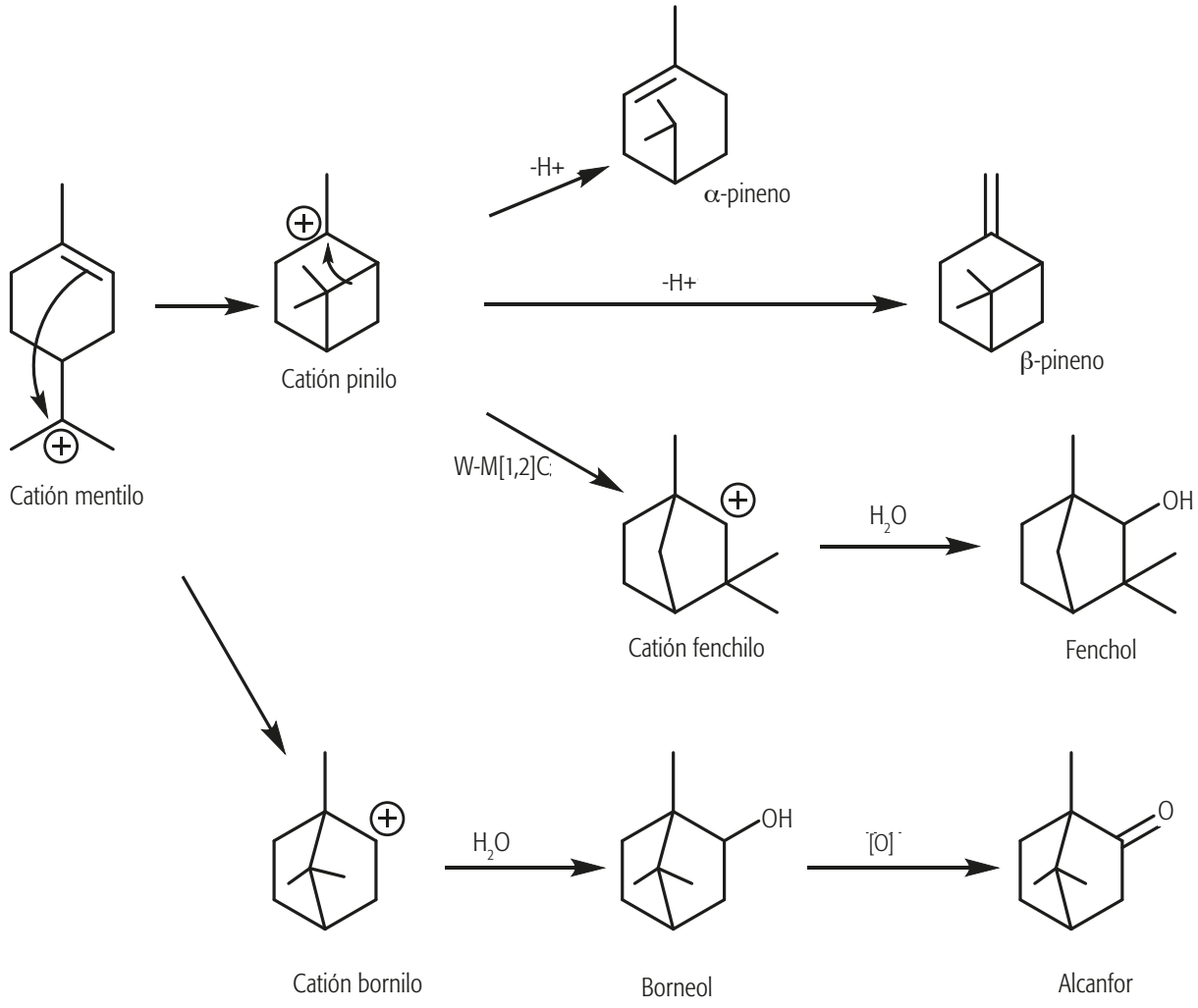


Figura II.22. Reacciones de ciclación a través de iones carbónio vía catión mentilo.

Siguiendo el mismo esquema de reaciones de ciclaciones y conversiones, también se muestra en la (figura II.23) que resume las interconversiones en compuestos monoterpenicos de la menta piperita. La hoja de menta contiene varios compuestos: triterpenos, carotenoides, flavonoides (heterósidos de flavonas). Los principales constituyentes están representados en el esquema de la biosíntesis de las mentas en diferentes porcentajes, así como hidrocarburos. Es interesante señalar que en la menta piperita el terpineol, se deshidrata preferentemente a terpinoleno mientras que en otras especies (spicata) existe un gen dominante que dirige la deshidratación a (-)-limoneno y la formación subsiguiente de (-)-carvona.

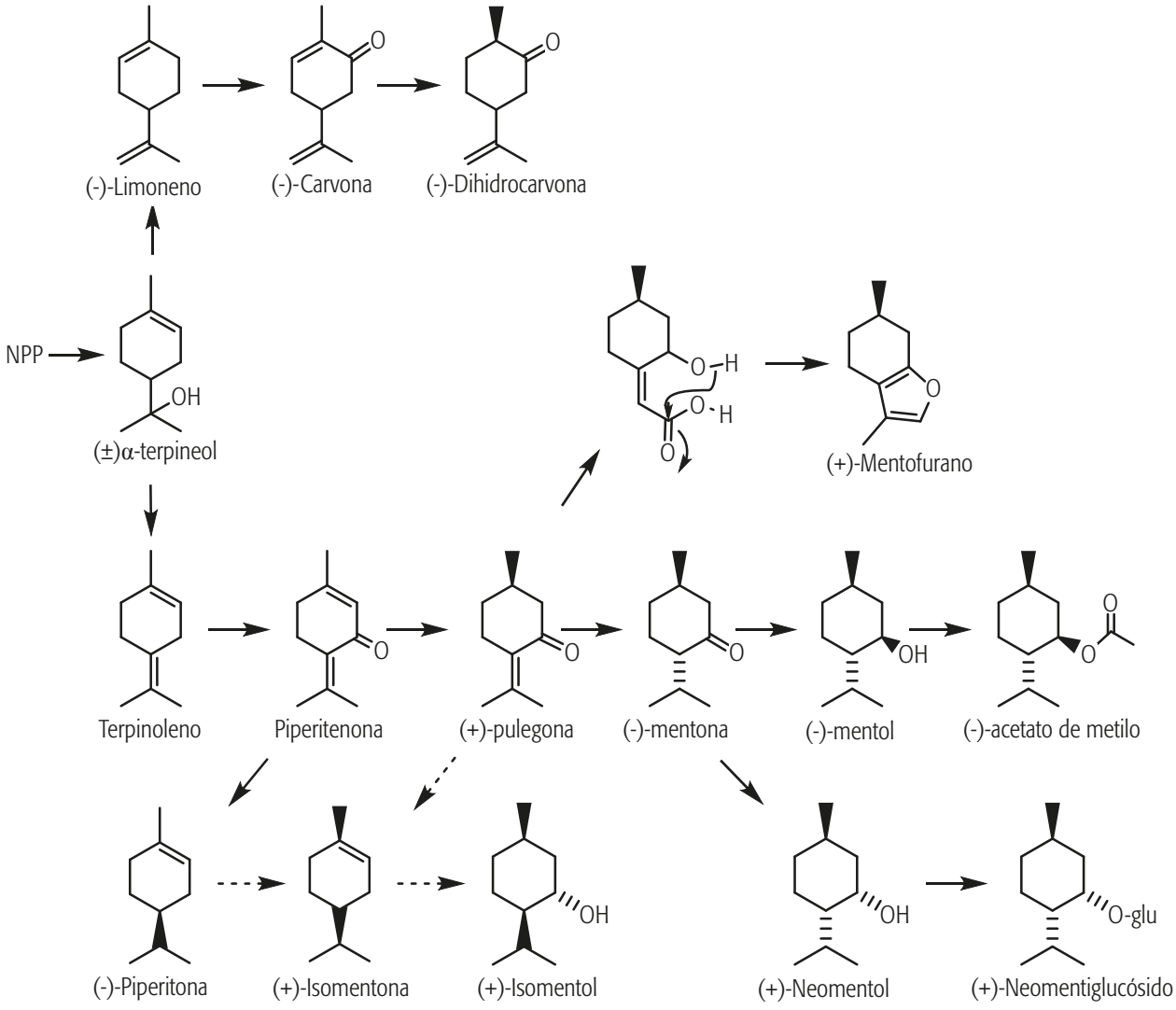


Figura II.23. Constituyentes principales en la Biosíntesis de las mentas.

Sesquiterpenos

Según Ruzicka[15,27,28], la mayoría de los sesquiterpenos siguen la *Regla del Farnesol*, (figura II.24) que consta de 3 unidades de isopreno. Son terpenoides de 15 carbonos cuyo esqueleto está formado regularmente por $C_{15}H_{26}O$. . El grupo de

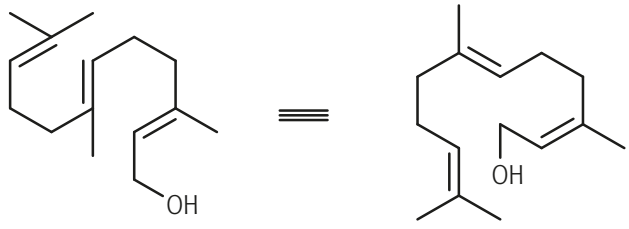
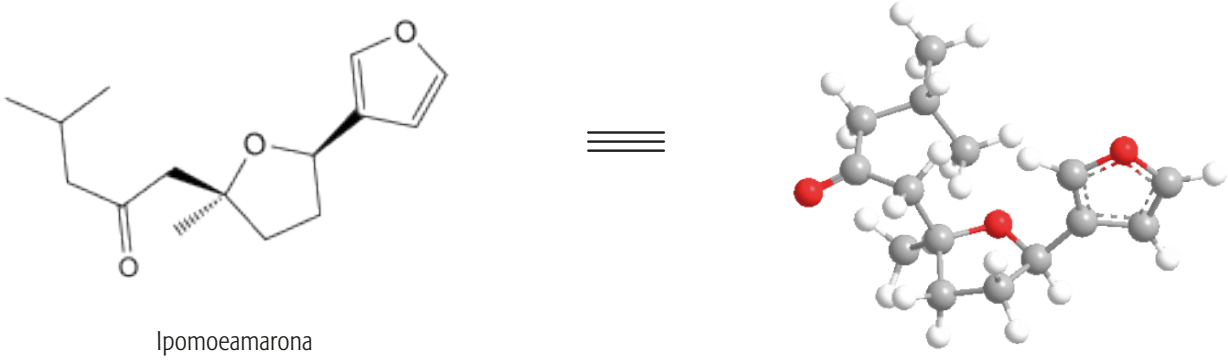


Figura II.24. Diferente representación de la etructura del farnesol.

El grupo de Uritani [31,32,] ha demostrado que la ipomeamarona es fungitóxica para el tejido hospedador y que existe una estrecha relación entre la cantidad de ipomeamarona producida y la resistencia de la infección.



Ipomoeamarona

La **ipomeamarona** o ipomoeamarona con fórmula $C_{15}H_{22}O_3$ perteneciente a la familia de los furanoterpenoides *ipomoeamarone $C_{15}H_{22}O_3$ - PubChem (nig.gov) ipomeamarona - frwili.wiki*

Algunos sesquiterpenos muestran compuestos de estructura más grande y un ejemplo lo tenemos en el cariofileno.

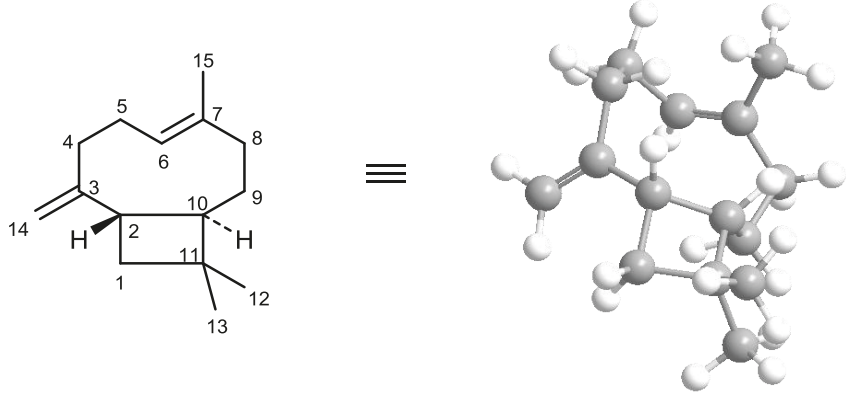


Figura II.25. Estructura del cariofileno.

Otro tipo de compuestos triterpénicos son los azulenos (figura II.26). Muchos aceites esenciales tienen un color azul o violeta, o pueden tomar tales colores después de deshidrogenación con azufre, selenio o paladio.

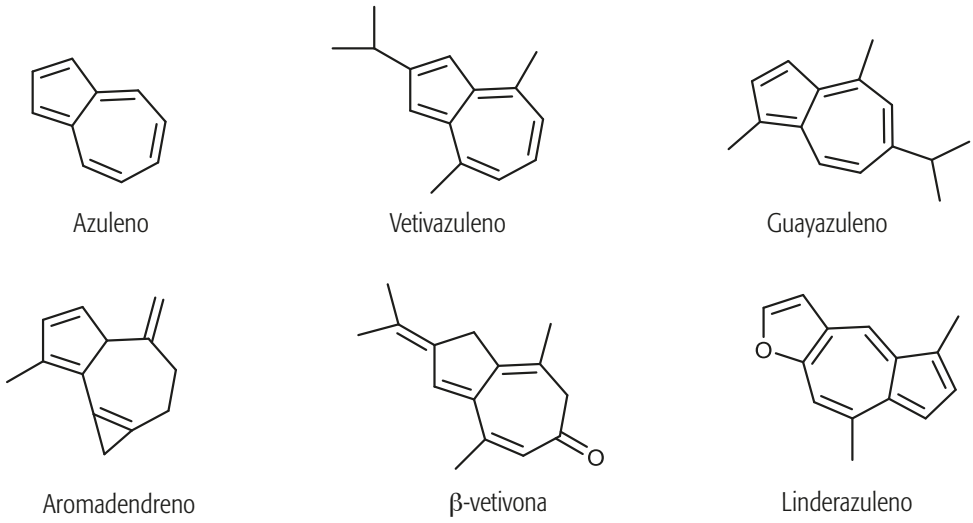


Figura II.26. Estructuras correspondientes al grupo de los azulenos.

Las transformaciones del farnesol han sido estudiadas en condiciones ácidas, el farnesol se cicla para producir bisaboleno (figura II.27). Los sesquiterpenos forman la fracción de ebullición más alta de los aceites esenciales. Según el modo de unión pueden ser acíclicos, monociclicos, bicíclicos etc., y éstos con acoplamiento de distintos tipos.

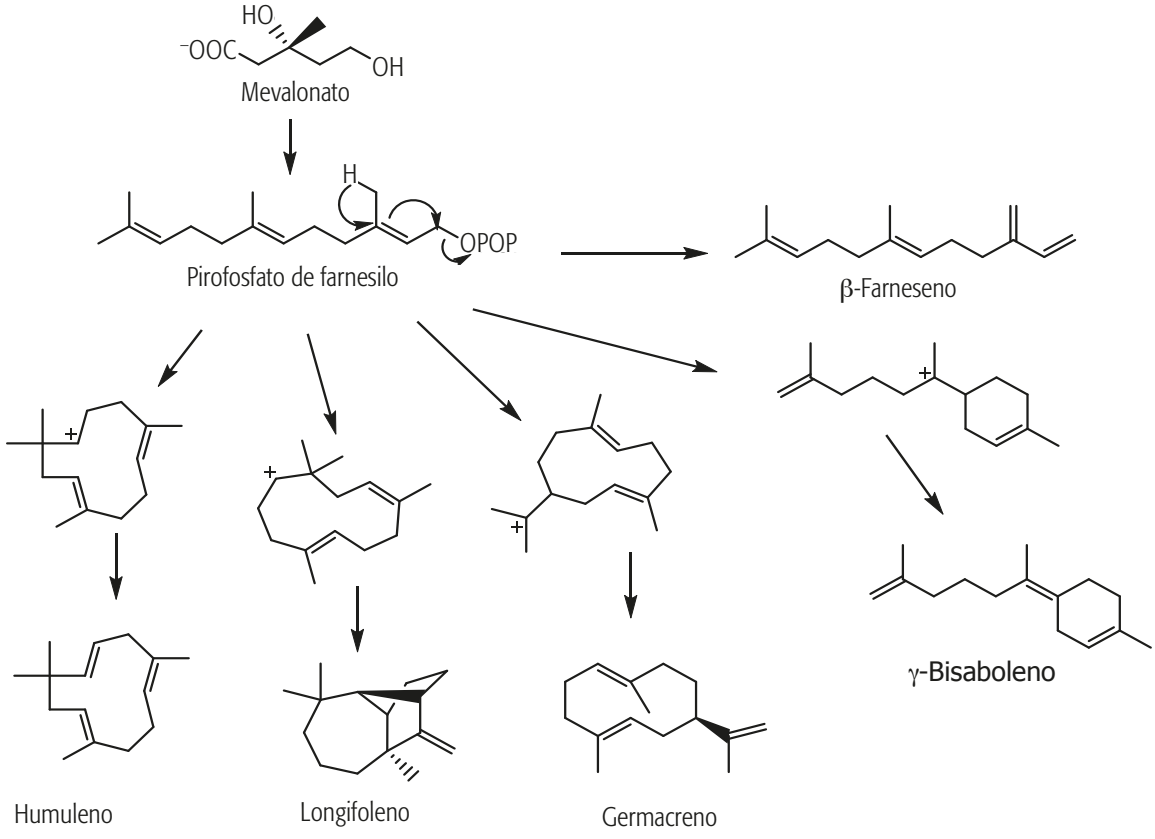


Figura II.27. Ruta abreviada de ciclización posibles a partir de farnesol que contribuye a la formación de los aceites esenciales de las plantas.

En las siguientes figuras II.28, 29, 30) se muestran ciclaciones, conversiones y algunas rutas resumidas de sesquiterpenos.

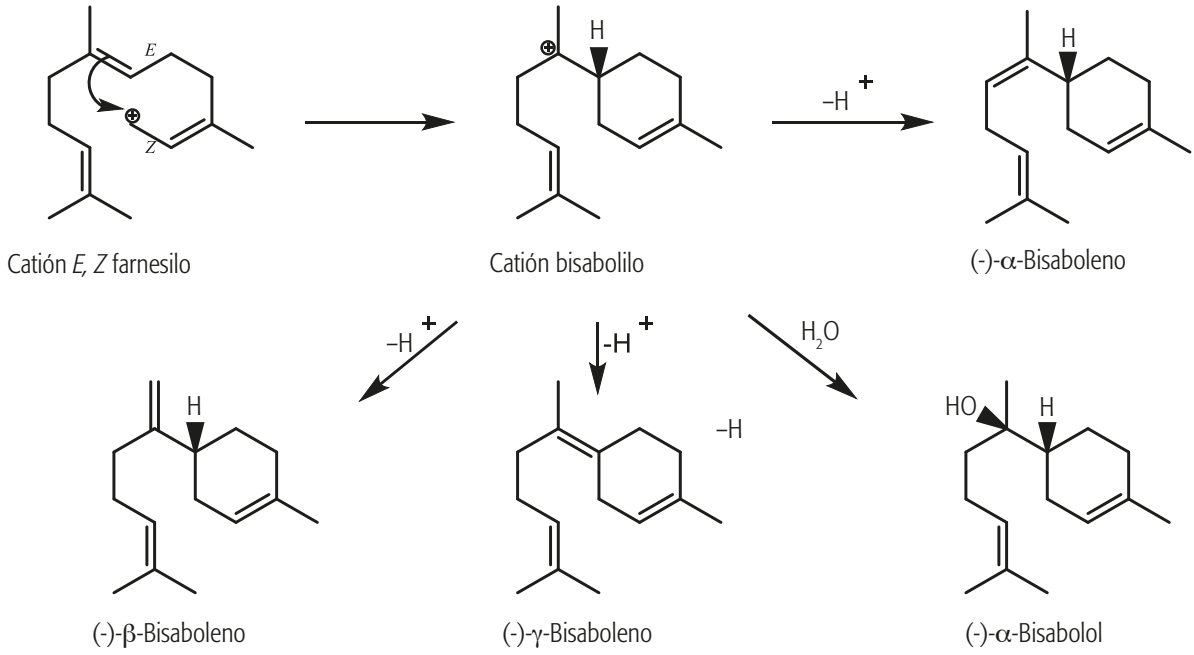
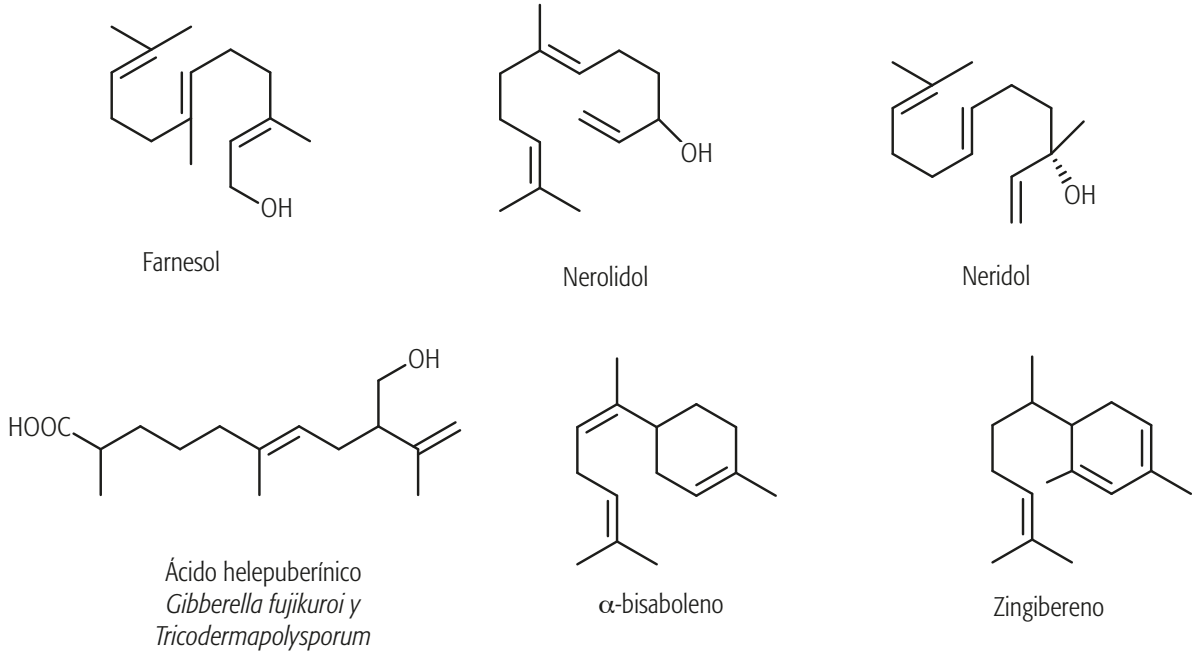


Figura II.28. Conversión de farnesol a bisaboleno.

Los sesquiterpenos derivados de estos esqueletos existen en muchas plantas así también se han encontrado en insectos mohos y especies de mar como el coral, estos registran acción de hormonas juveniles y como feromonas (repelentes atrayentes, feromonas de alarma, etc). Como inhibidores de la alimentación "antialimentario" de los herbívoros oportunistas. En el siguiente esquema (figura II.29) se muestran algunos sesquiterpenos interesantes de estos distintos tipos.



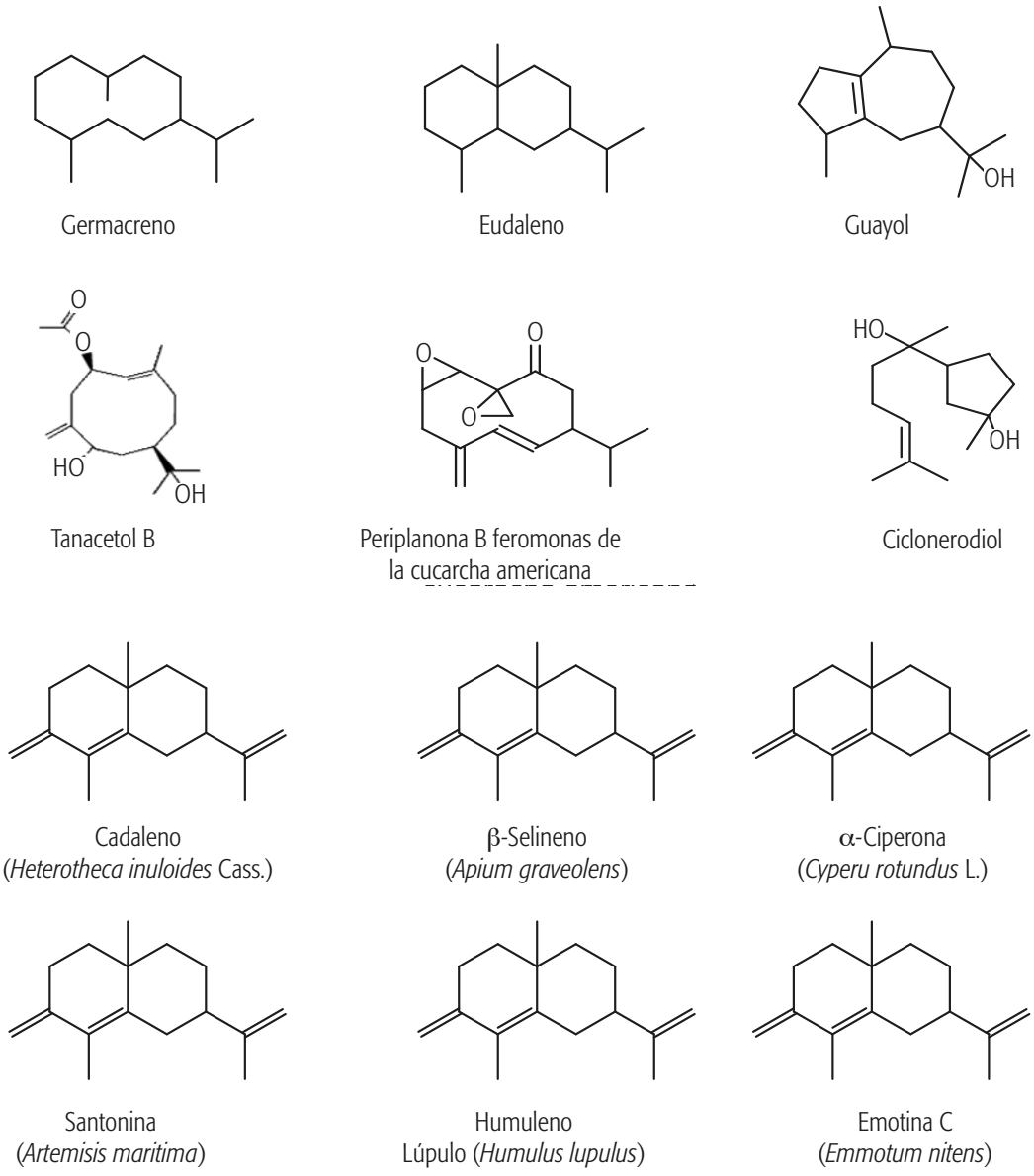


Figura II.29. Algunos sesquiterpenos registran propiedades de hormonas, feromonas (repelentes atrayentes, de alarma, etc), antialimentario de herbívoros oportunistas.

Como se ha mencionado, el difosfato isopentenilo y su isómero difosfato dimetilalilo (DMAPP) son los precursores activados en la biosíntesis de terpenos en reacciones de condensación catalizadas por preniltransferasas para dar lugar a prenil difosfatos como geranil difosfato (GPP), precursor de monoterpenos, farnesil difosfato (FPP) precursor de sesquiterpenos y geranilgeranil difosfato (GGPP) precursor de diterpenos[33, 34]. Los 4 de calinas conforman también una amplia formación de compuestos.

Los sesquiterpenos muestran en su origen ciclaciones apropiadas del 2-E y del 2-Z farnesil difosfato que son interconvertibles. Los derivados se siguen formando biosinteticamente por carbocationes que evolucionan preferentemente mediante adicciones intramoleculares (figura 11.30). Los bisabolanos son completos ampliamente distribuidos en la naturaleza y constituyen el aroma de los aceites aromàticos de *Larix leptolepsis* (conifera, especie de alerce nativo de Japón), del jengibre, (*Zingiber officinale*), ***Aydendron barbeyana, Boronia megastigma*** entre otras especies.

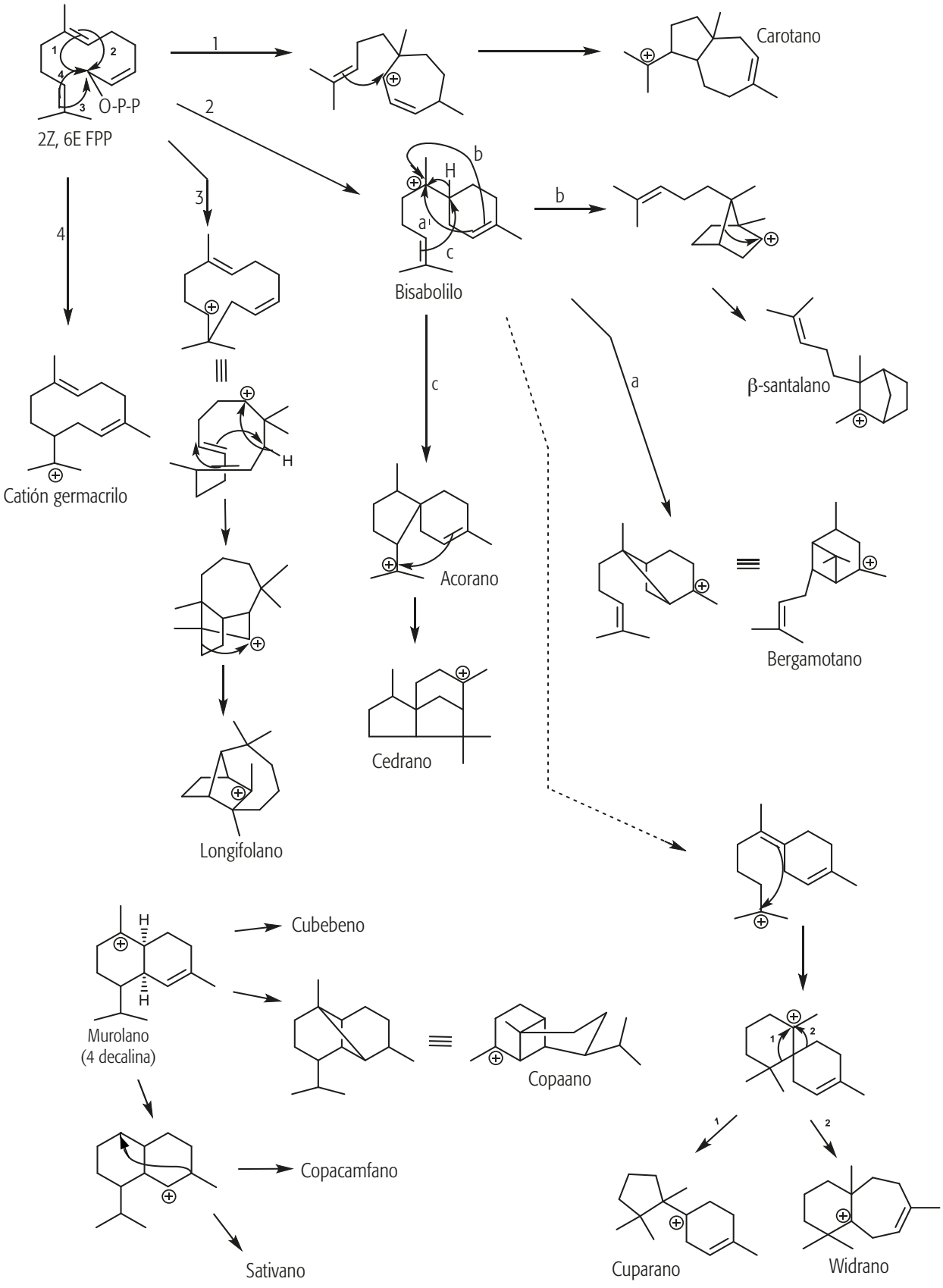


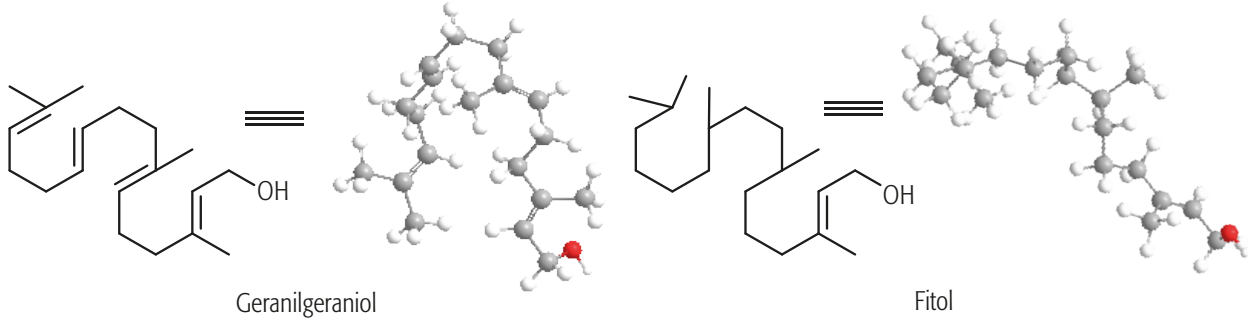
Figura II.30. Algunas interconversiones participantes en el origen de los sesquiterpenos.

Diterpenos

Estos grupos de terpenos restantes (di,Tri, tetraterpenos) no tienen las características propias de los aceites esenciales como objetivo del libro, es importante mencionar que este tipo de compuestos guarda algunas propiedades de los terpenoides en cuanto a su estructura por esta causa, en lo que resta del capítulo lo mencionaremos de forma general.

Al igual que en los sesquiterpenos, la forma diferente de los terpenoides está dividida por acíclicos, monocíclicos, bicíclicos y tricíclicos para este tipo de compuestos; los ácidos resinosos forman la mayor parte no volátil de muchas resinas naturales especialmente las coníferas.

El diterpeno más importante es el fitol (figura 11.31), que no se encuentra libre sino formando la unidad terpeno de compuestos tan importantes como la clorofila y las vitaminas K y E. Los diterpenos pueden proceder del geranilgeraniol, que no ha sido encontrado aún en la naturaleza. Por ejemplo uno de los compuestos derivados de este es el que se conoce como fitol.

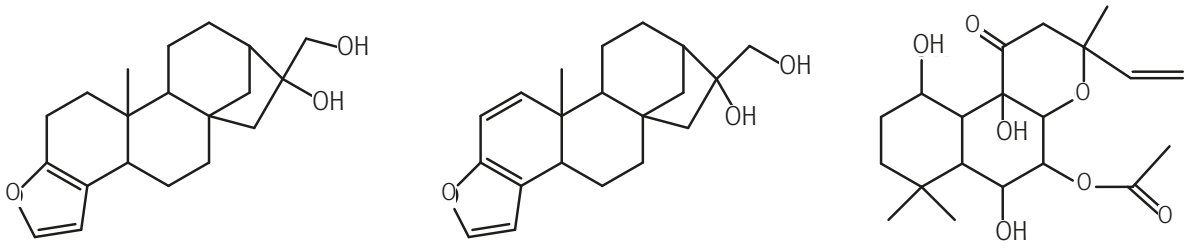


Geranilgeraniol Fitol

Figura II.31. Geraniol que da origen al fito y que es un alcohol que en su forma esterificada forma parte de la clorofila.

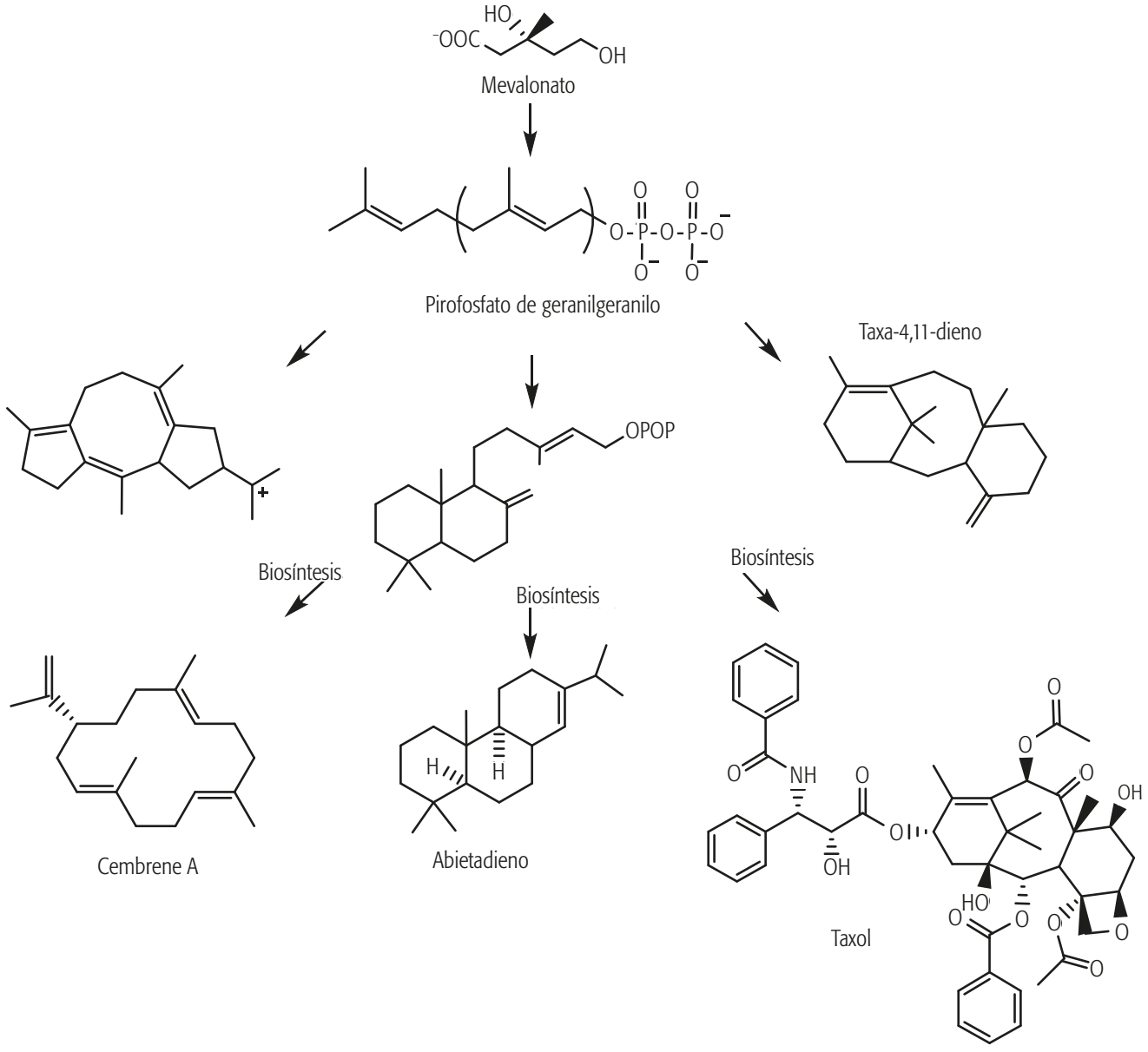
Entre los diterpenos más ampliamente distribuidos[35] están los ácidos de resina. Se obtienen al destilar en vapor la oleorresina del pino irritante del mismo, la fracción no volátil (resina) de la colofonia contiene como componente principal el ácido abiético. En la oleoresina no tratada, el ácido abiético es un componente secundario, pero durante la separación de la trementina, la acción del calor sobre los precursores se isomeriza, y da lugar a una producción abundante de este ácido. La oleoresina recién recogida cristaliza al enfriarse, de la cual se obtienen varios ácidos de la resina. Otros diterpenos importantes son el cafestol, diterpenos hallados en los granos del café (*Coffe arábiga*) sobre todo en el café considerado como fuerte no filtrado, como el cubano o el europeo. El kahweol es un compuesto que esta estructuralmente relacionado con el cafestol y con ciertas propiedades benéficas en la inibición celular del mesotelioma 35a. Otro diterpeno es el forskolina[36,37] compuesto presente en la planta Coleus forkolii (*Plectranthus barbatus*) con apliación como complemento para reducir de peso por sus propiedades termogénicas.

Por otro lado, en muchas de las reacciones que tienen lugar después de la ciclización, pueden dificultar el reconocimiento de la naturaleza terpenoide de ciertos compuestos según los ejemplos siguientes (figura II.32, 33).



Cafestol Kahweol Forskolin

Figura II.32. Diterpenos que muestra cierta complejidad en la naturaleza terpenica en su estructura.



Cembrene A Abietadieno Taxol

Figura II.33. Ciclación biosintética de diterpenos. Dejando ver la dificultad del reconocimiento de la naturaleza terpenoide de ciertos compuestos.

Así también algunas estructuras como, las giberelinas, aisladas a partir del hongo *Giberella fujikuroi* que infecta las plántulas del arroz. Investigadores de la Universidad de Tokio 1935 y 1945, aislaron un compuesto cristalino, Giberelina A, que producía los síntomas patológicos usuales al ser aplicado a la semilla de arroz (alargamiento del tallo y hojas y posteriormente su muerte). Trabajos posteriores revelaron que la *Giberella*, elabora otros compuestos estrechamente relacionados (figura II.34), a los que se les ha aplicado el nombre de Giberelinas[38,39].

Todas son diterpenoides ácidos derivados del hidrocarburo heterocíclico ent-Kaureno. Existen dos tipos de formas libres: las que tienen 20 C (inactivas) y las de 19 C (originadas por la pérdida de 1 C en determinada posición).

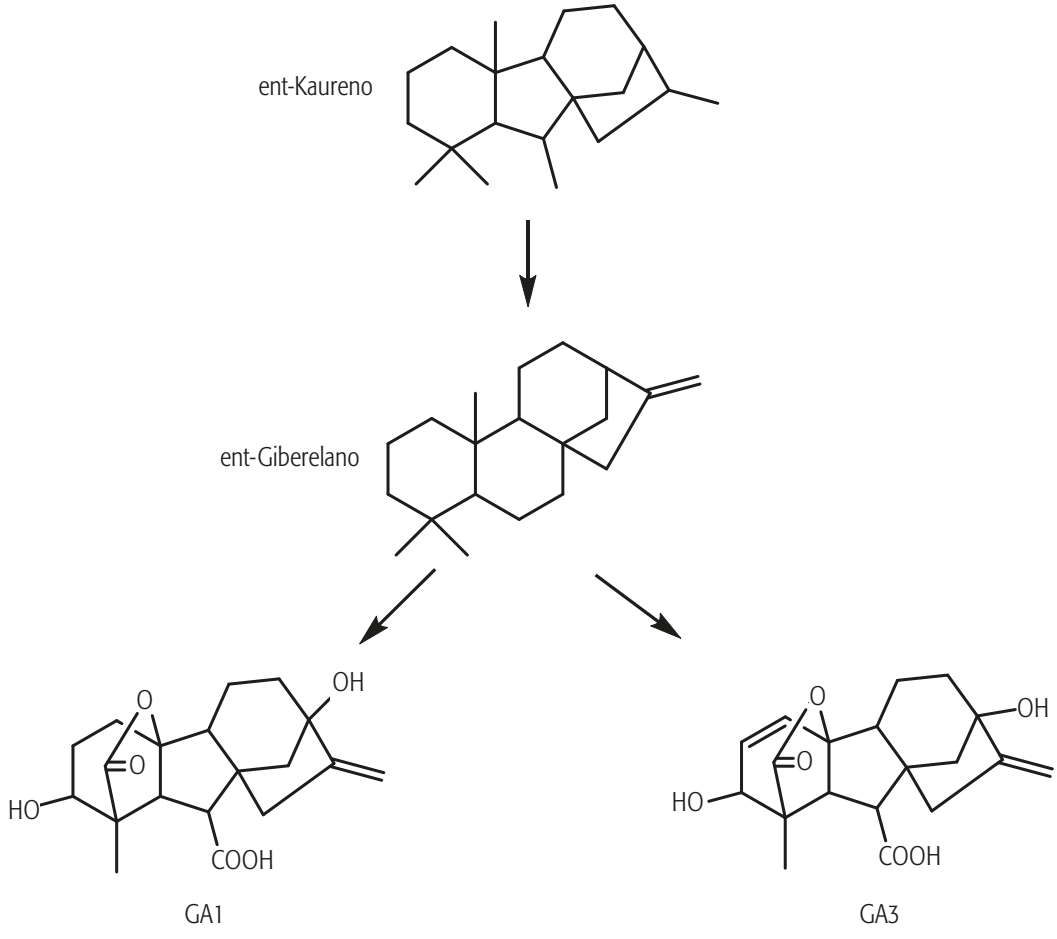


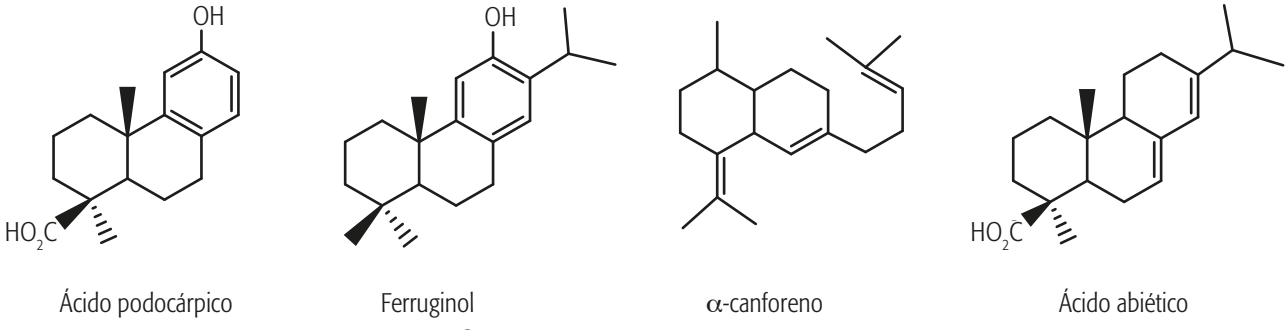
Figura II.34. Formas triterpenicas de giberelinas derivadas de ent-Kaureno.

Otros ejemplos[40,41] de diterpenos mas sencillos se muestra en en la siguiente (figura II.35).

Triterpenos

Los triterpenos derivan del escualeno[11,31] que consta de dos cadenas de farnesilo unidas cola a cola. El escualeno se aisló por primera vez del aceite de hígado de tiburón, pero en la actualidad se sabe que se encuentra en pequeñas cantidades en varios aceites vegetales. Casi todos los triterpenos tienen esqueletos de carbono irregulares pentacíclicos, pero algunos los tienen como núcleo tetracíclico, que es característico de los esteroides.

Los triterpenos están ampliamente distribuidos en los reinos vegetal y animal, donde se representan en estado libre como ésteres o glicósidos. Muchas conversiones de un grupo a otro son realizadas como con el lanosterol (figura II.36). Algunas de estas transformaciones involucran el cambio de –COOH al correspondiente -CH_3 o –CH_2OH.



Ácido podocárpico | Ferruginol | α-canforeno | Ácido abiético

Figura II.35. Algunos compuestos di, y tricíclicos correspondientes a diterpenos.

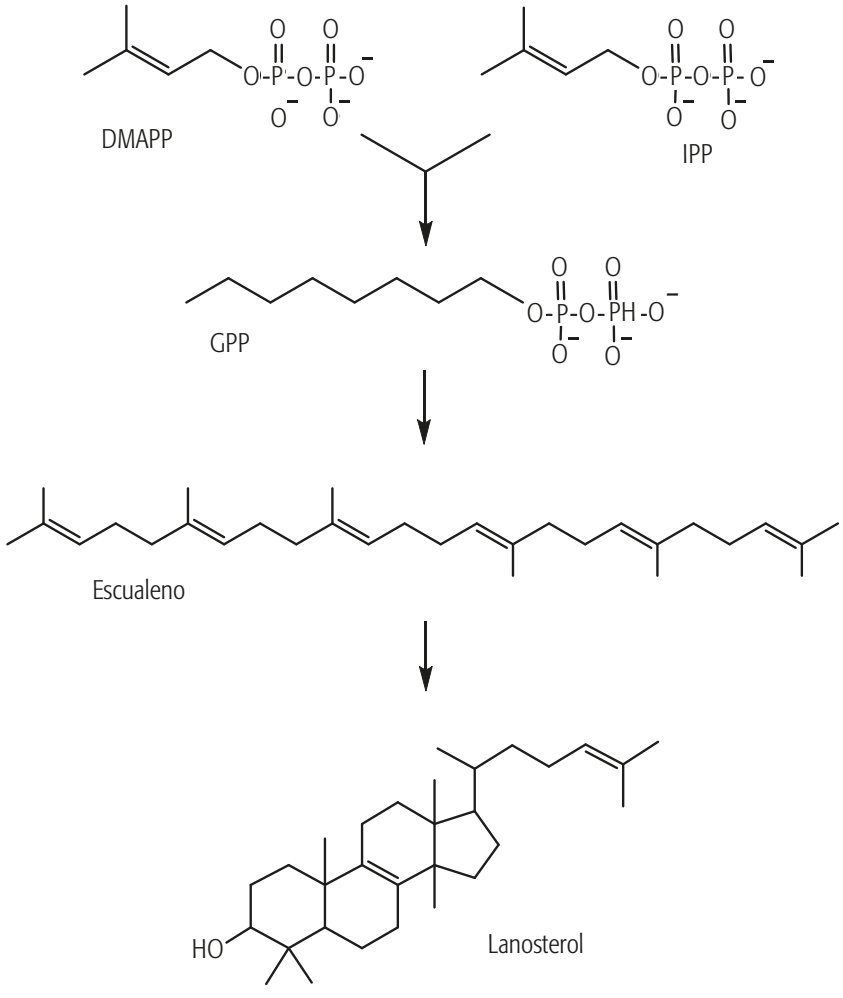
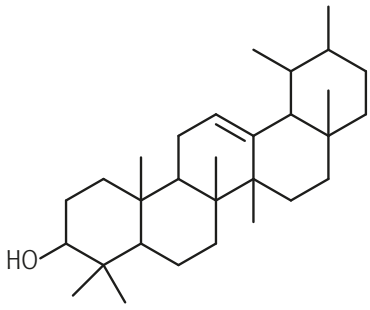


Figura II.36. Ruta biosintética abreviada del origen de lanosterol como uno de los principales precursores de los esteroles.

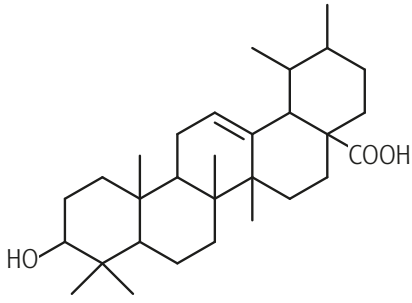
De los triterpenos pentacíclicos algunos están representados por los más conocidos: α y β-amirina y sus derivados, lupeol, ácido ursólico etc., (figura II.37).

Ciertos triterpenos llaman la atención por su sabor amargo; la limonina, principio amargo de los citrus es un ejemplo pertenece a la serie de compuestos de los limonoides y quasinoide. Se encuentran en Rutáceas, Meliáceas y Simarrubáceas[42]. Entre otros.

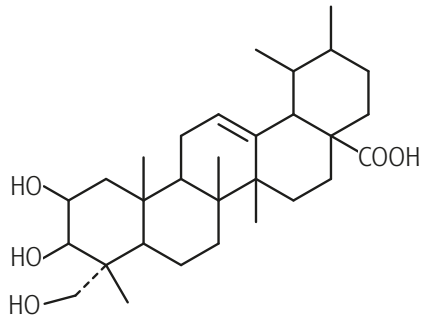
Terpenos pentacíclicos



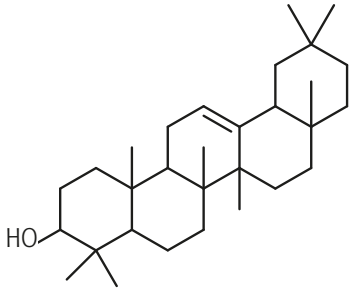
α-Amirina
(Taraxacum)



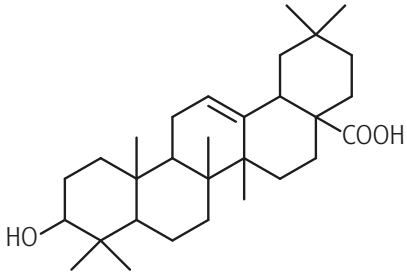
Ácido ursólico
(Arctostaphylus uvaursi)



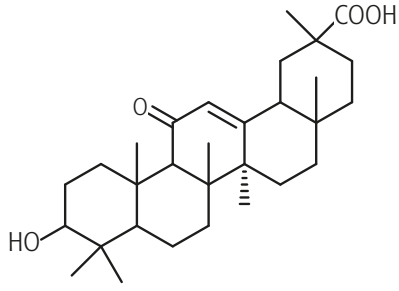
Ácido asiático
(Centella asiática)



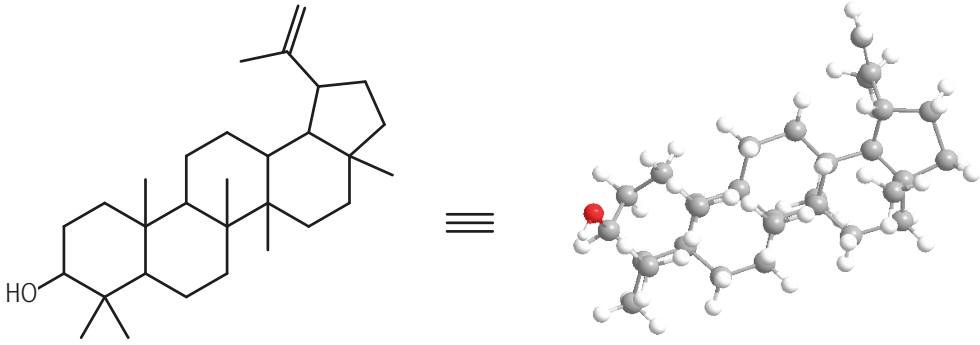
β-amirina
(*Erythroxylum confusum* Britton)



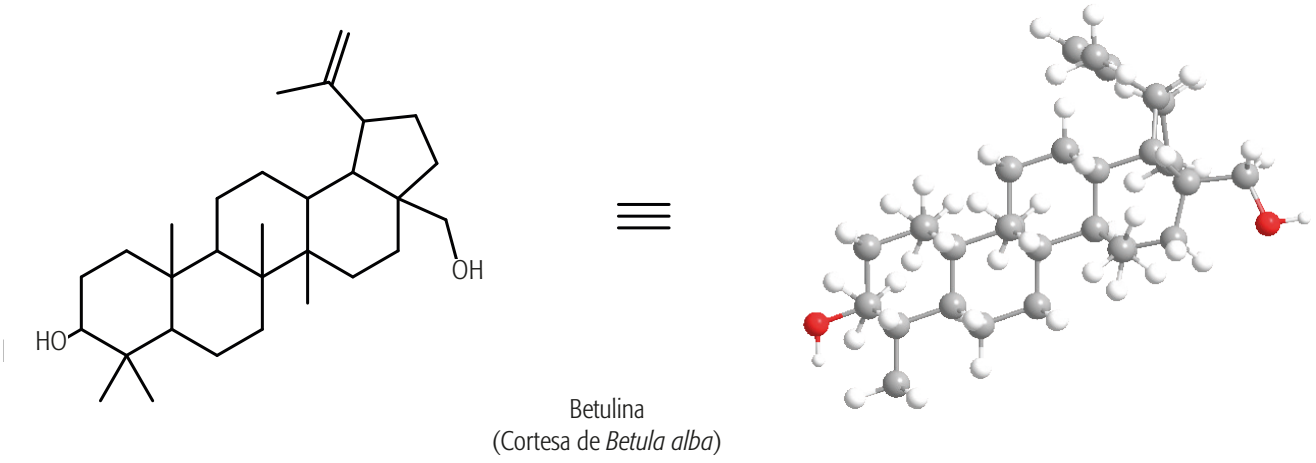
Ácido oleanólico
(*Olea europea*)



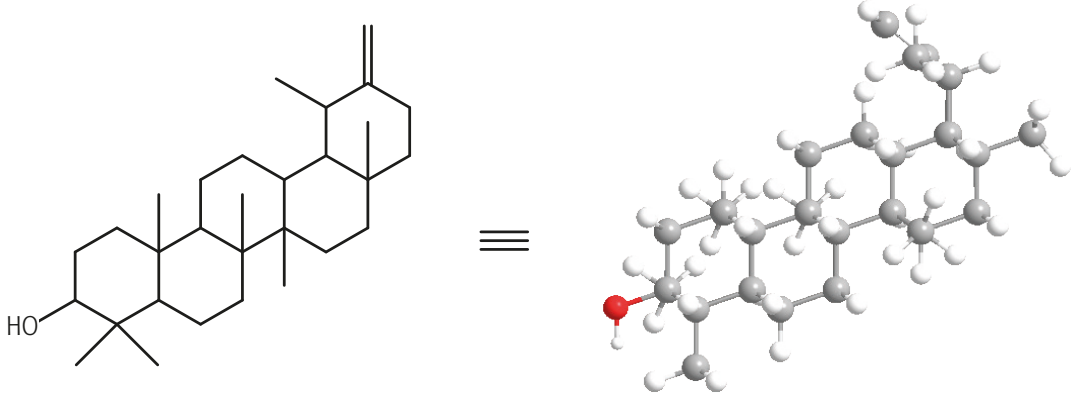
Ácido glicirrético
(*Glycyrrhyza glabra* L.)



Lupeol
Taraxacum officinalis Weber
Diente de León



Betulina
(Cortesa de *Betula alba*)



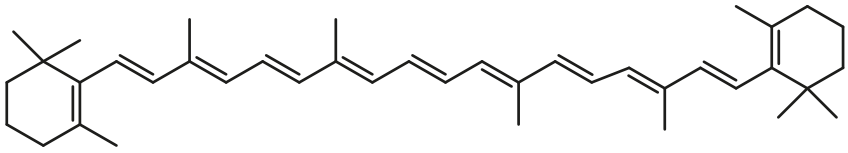
Taraxasterol
(*Calendula arvensis*)

Figura II.37. Representación de algunos triterpenos basado en algunos de los que son más conocidos.

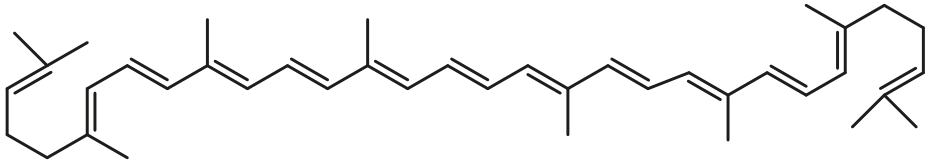
Tetraterpenos

Representan a los compuestos hidrocarbonados (carotenos) de ocho unidades de isopreno. Los más prevalentes son los pigmentos carotenoides que presentan colores amarillo a rojo; compuestos que cumplen funciones esenciales en la fotosíntesis (figura II.38). Tienen la fórmula molecular $C_{40}H_{56}$. Biologicamente importantes se conocen más de 300, estos incluyen al licopeno compuesto acíclico del jitomate, el monociclico gamma-caroteno y al biciclico alfa y beta-caroteno de las zanahorias, el pigmento amarillo es producto de la citraurinas obtenidas de la naranja.

Los carotenoides presentan estructuras más sencillas que los triterpenos. Son compuestos asociados a las clorofilas. Los derivados oxigenados de los carotenos se les conoce como xantofilas (figura II.39) como la crocina[43] que se encuentra en el *Crocus sativus*; la capsantina del chile *Capsicum*; la fucoxantina que se encuentra en las algas cafés, entre otros.

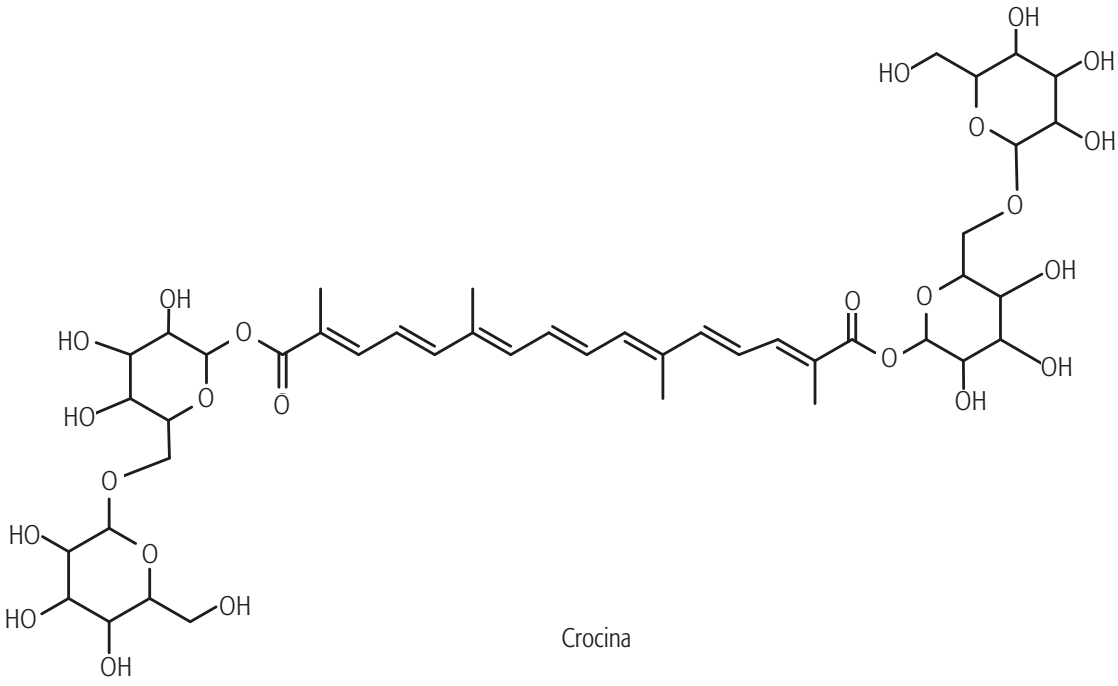


β-Caroteno

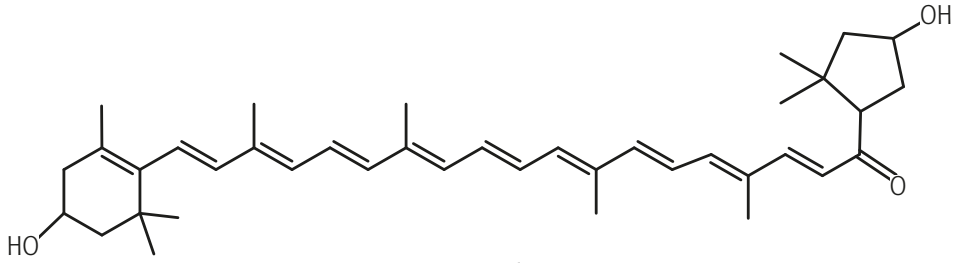


Licopeno

Figura II.38. Compuestos carotenoides pigmentos de colores amarillo a rojo; que cumplen funciones esenciales en la fotosíntesis.



Crocina



Capsantina

Figura II.39. Derivados oxigenados de los carotenos que corresponden a los tetraterpenos se les conoce como xantofilas.

Bibliografía

1. **Baerheim Swendsen, A. et Scheffer, J. J. C.** 1985. *Essential Oils and Aromatic Plants*, Martinus Nijhoff, Dr W. Junk Pub., Dordrecht.
2. **Furia, T. E. Bellanca, N.** (*eds*). 1975. *Fenaroli's Handbook of Flavor* Ingredients, 2éme ed., 2 vols., CRC Press, Cleveland.
3. **Rohr, M.; Naegeli, P. Daly, J.** 1979. *Phytochemistry* 18, pp 279-281. Pergamon Press Ltd.
4. **Krogsgaard-Larsen, Christensen S. B. et Kofod H.** 1984. *Natural Products and Drug Development, Munksgaard, Copenhague*.
5. **López Saéz, J. A. Pérez Soto, J.** 2008. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 7 (5), 234.246.
6. **Polonsky.** 1985. "*Quassinoid Bitter Principles 11*", Fortschr. Chem. Org Naturst, Progress in the Chemistry of Organic Natural Products, 47, 221.
7. **Bodem, G. Et Dengler H. J.,** 1978. Cardiac Glycosides, Springer Verlag, Berlin.
8. **Hbert, R. B.** 1981. The Biosyntesis of Secondary Metabolites, Chapman *et* Hall, londres.
9. **Nakanishi Goto, T. Ito, S. Natori, S. Et, Nozoe.** vol 1, 1974; vol 2, 1975; vol 3, 1985. *Natural Products Chemistry, kodansha-Academic Press*, new York.
10. **Formacek V. Et Kubeska L. H.** 1982. *Essential Oils Analysis by Capillary Gas Chromatography and Carbon-13*, john Wiley new York.
11. **Guenther, E.** 1982. *The Essential oils*, 6 vol., R. E. Krieger Publishing Co., malbar, 1949-1952, reimpression Van Nostrand, New York.
12. **Torsell, K. B. G.** 1983. *Natutal Products Chemistry*, (a mechanistic and biosynthetic Approach to Secondary Metabolism), John Wiley, new York.
13. **Haslam, E.** 1985. Metabolites and Metabolism: A Commentary on Secondary Metabolism, Clarendon Prees, Oxford.
14. **Robinson, T.** 1980. *The Organic Cosntituents of Higher Plants*, 4éme *éd*., Cordus Press, north Amserst.
15. **Ruzicka, L.** 1963. *Pure Appl- Chem*., 6, pág. 493.
16. **Weiss, U. Et Edwars, J. M.** 1980. *The Biosynthesis of Aromatic Compounds, John Wiley*, New York.
17. **Copal,** 2009. *Diccionario Enciclopédico de la Medicina Tradicional Mexicana*, UNAM, México.
18. **Linares, E. y R. Bye.** 2008. El copal en México. CONABIO. Biodiversitas, 78:8-11.
19. **Primo Yúfera, Eduardo.** 2007. *Química orgánica básica y Aplicada*. De la molécula a la industria. *Ed*. REVERTE, S. A. Barcelona.
20. **González Alcaraz, Francisco.** 1991. *Nomenclatura de química orgánica*. Universidad de Murcia.
21. **Requena, L.** 2001 *Química Orgánica*. Ediciones ENEVA, España.
22. **Claramunt, Vallespí Rosa Mª., Farrán Morales Angeles., López García Concepción., Pérez Torralba Marta., Santa María Gutiérrez Mª Dolores.** 2013. *Química Bioorgánica y Productos Naturales*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.
23. **Buttery, R.G., Teranishi, R., Flath, R.A., and Ling, L.C.** 1990a. Identification of additional tomato paste volatiles. J. Agri. Food Chem. 38:792-795.

24. **Klages, F.** 1968. *Tratado de Química Orgánica Tomo III*., pag. 393-415. Editorial REVERTE España.

25. **Patente: Yang Mooi LIM,** *et.al*. 2013 (*Dryobalanop aromatico*). N° de publicación WO02013187754-A1. Universiti Tunku Abdul Rahman, Eu Yan Sang International Ltd.

26. **Allingen, Cava de Jongh, Johnson Lebel Stevens.** 1984. *Química Orgánica*, pag. 1051. Editorial REVERTE. España.

27. **Mann, J. Secondary Metabolism, Oxford University press,** 1978.

28. **Asolkar, L. V. Chadha Y. R. Et Rawal.** 1979. Diosgenine and Other Steroids Drug Precursors, CSIR, New Dheli.

29. **Eduardo, Dellacassa**. 2010. Proyecto CYTED IV.20, edi PURCRS. Porto Alegre.

30. **Stephen, J. Weininger, Frank R. Stermitz.** 1985. *Química Orgánica.* Editorial REVERTE, Barcelona.

31. **Kim and Uritani Fungal extracts that induce phytoalexins in sweet potato roots.** 1974. Plant Cell Physiol 15: 1093-1098.

32. **Kazuko, Oba and Ikuzo Uritani** 1979. Biosynthesis of furano-terpenes by sweet potato cell culture Plant and Cell Physiology, Vol. 20, No. 4 819-826.

33. **Jean Brueton.** 1991. Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia. Ed. Acibia, S.A. Zaragoza España, pag. 235.

34. **Y. P. S.** Bajaj. 1994. Biotechnology in Agriculture and Forestry 28. Medicinal and Aromatic Plants VII. Edited by Springer-Verlag Berlin. Heidelber GmbH.

35. **Overton K. H.**, 1971-76. Terpenoids and Steroids, A Speacilist periodical Report, The Royal Society of Chemistry, Londres, Editión 1-6.

35a. **Jeong Hyeon Sim.** 2013. "Cafestol and Kahweol from coffee extracts for treating malignant pleural mesothelioma", KR Patent CN 2,013,119,032.

36. **Falé, P.L., Borges, C., Madeira, P.J.A., Ascensão, L.** *et al*. (2009). "Rosmarinic acid, scutellarein 4'-methyl ether 7-O-glucuronide and (16S)-coleon E are the main compounds responsible for the antiacetylcholinesterase and antioxidant activity in herbal tea of Plectranthus (falso boldo)". Food Chem. 114: 798-805.

37. **Porfírio, S, Falé PL, Madeira P.J.A., Florêncio MH, Ascensão L, Serralheiro M.L.M** 2010. "*Antiacetylcholinesterase and antioxidant activities of Plectranthus barbatus tea, after in vitro gastrointestinal metabolism*". Food Chem. 122: 179–187.

38. **MacMillan, J, Takahashi N.** 1968. *Proposed procedure for the allocation of trivial names to the gibberellins. Nature* 217: 170-171.

39. **C. Menor-Salván.** 2016. La composición molecular del ámbar de el Soplao-Rábago como biomarcador paleobotánico. "Avances en el Investigación de la Cueva El Soplao y su entorno". Centro de Astrobiología (CSIC-INTA). Ctra. Torrejón-Ajalvir, km 4. 28850 Torrejón de Ardoz. Pag.1-19.

40. **Bruneton Jean. 1984. Eléments de phytochimie et de pharmacognosie, 1ª edición.**

41. **Talón, M.** 2000. Giberelinas. En: *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Azcón-Bieto J y Talón M (*eds*). Interamericana Mc Graw Hill, España, pp. 325-341.

42. **Connoly, J. D.,** *et al*. 1970. "*The chemistry and biochemistry of the limonoids and quassinoids*". Prog. Phytochem, 2, págs. 385-450.

43. **Papandreou MA, Kanakis CD, Polissiou MG, Efthimiopoulos S, Cordopatis P, Margarity M, Lamari FN.** (2006). "Inhibitory activity on amyloid-beta aggregation and antioxidant properties of Crocus sativus stigmas extract and its crocin constituents". *J Agric Food Chem*. **54**(23): 8762-8.

Paginas de internet revisadas, no citadas.

http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/termino.php?l=1&t=copal

http://www.cibernetia.com/tesis_es/QUIMICA/BIOQUIMICA/TERPENOS/1

http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/441686#section=MeSH-Synonyms

Todas las estructuras fueron realizadas con ChemDraw.

Capítulo III

Captación de Aromas y Olores

Desde la existencia misma el hombre, las plantas han sido parte integral de su vida; en todo el mundo se descubren día tras día pruebas de su uso y de las tradiciones basadas en ellas.

Antes de que aprendiera a cazar animales, el hombre primitivo dependía de las plantas para obtener alimentos y medicinas. Incluso después, cuando la carne formaba ya parte de la dieta humana fue un lujo durante siglos y los alimentos más corrientes fueron el pan y otros productos a partir de cereales. Solo había un medio de dar a un régimen así variedad y sabor: añadir plantas silvestres (las hortalizas cultivadas son relativamente recientes). Aparte de mejorar el sabor de los alimentos, las hierbas o plantas aromáticas (especias), contribuían a conservarlas y hacerlas más digeribles[1].

Con el paso de los años se acumularon más y más conocimientos sobre el tema de plantas o hierbas finas y frutos, que pasaban de una civilización a otra y venían mezclados en ocasiones con los ritos y tradiciones de diferentes pueblos, pero aún así se basaban en un buen conocimiento de las plantas.

Uno de los documentos más antiguos conocido sobre el uso de las hierbas, es un papiro egipcio del año 2,000 A.C. apróximadamente, que menciona la existencia de herboristas. Se sabe que al personal que trabajaba en la construcción de las pirámides se les daba ajo, para mantenerlos sanos. Otros documentos muestran su importancia en la cocina y en los ritos religiosos, tales como el embalsamado de cadáveres. Estos conocimientos pasaron a los griegos y después a los romanos. En el Nuevo y Antiguo Testamento hay confirmación de su importancia[1].

Las obras de conocidos médicos y filósofos griegos, como Aristóteles y su discípulo Hipócrates (siglo II, A.C.), y más tarde Dioscórides, muestran un amplio conocimiento de la naturaleza botánica y del uso médico de centenares de especies de hierbas. En el capítulo sobre hierbas medicinales se trata con más detalle de estas obras y de su influencia de los herbários que coleccionaban algunos botánicos y médicos posteriores, como Galeno, Tusser, Gerard y Gulpeper aunque su influencia fue más amplia.

En la época en que gobernaron los romanos se dependía hasta tal punto de las hierbas para la cocina, la medicina y en gran parte le prestaban gran atención a las plantas en cuanto a la inventiva de sus supersticiones herbarias. Sus mitos, como todos, se crearon para justificar los fenomenos naturales ó para justificar la intervención de lo sobrenatural. Además sus guerreros las llevaban entre sus provisiones en todas las campañas y desplazamientos. El cultivo y uso de especies antes desconocidas, adquirieron importancia al mismo tiempo muchas otras procedentes de sus colonias las incorporaron a sus usos[2].

Por un lado, Plinio el viejo (23-79 D.C.), dentro de su recopilación monumental sobre historia natural, que abarca 37 volúmenes, trata datos que consigna aunque gran parte de ellos no son hechos sino leyendas, mitos y superticiones sobre plantas medicinales. Algunas plantas también se utilizaban para mantener la salud de los guerreros o soldados y tratar algunas enfermedades, no limitándose a su uso curativo[2]. Mientras se desarrollaba este proceso en occidente, en países como la India y China, donde el uso de remedios tradicionales de hierbas se consideraban como medicinas ortodoxas, se escribían libros, en gran número y con rasgos similares[1]. Aún después de la caída del Imperio Romano perduró el uso de las plantas, para aprovechar su sabor, olor y propiedades curativas. Posteriormente, con la introducción del

Cristianismo y otras zonas no cristianas, se contribuyó a incrementar el uso de las plantas, donde hubo y hay un gran y variado manejo de las mismas, importancia quizás, caída en un relativo olvido, pero muy relativo, ya que nunca se ha descuidado u olvidado el uso de las plantas.

Ricos y pobres las cultivaron también en sus jardines y huertos. Las empleaban en la preparación de los alimentos, cerveza, vino, cosméticos, perfumes, repelentes contra insectos y como medicina. Los nobles utilizaban las pociones y ungüentos preparados para restañar la sangre y curar las heridas de sus soldados que en algún momento caían contra el enemigo. Estos primitivos huertos de plantas eran muy hermosos como los de ahora, puesto que albergaban plantas que ahora relacionamos sólo con el color y el aroma, tales como las clavelinas, peonías, dedaleras y rosales, aunque por entonces toda planta estaba destinada a algo. Así puesto que la única fuente de dulcificante era la miel, se insistía en el cultivo de las plantas que atraían a las abejas: bergamota, melisa, hisópo, cantueso, tomillo y ajedrea.

A mediados del siglo XVI, el uso de las plantas se había extendido tanto que los jardines de los monasterios fueron tomando mayor importancia. Aún subsisten con ejemplos de las grandes instalaciones que fueron creadas entonces para beneficio de la salud del público en general como las de Padúa.

A parte de su uso funcional, el carácter de las plantas, que suponía a veces la diferencia entre la vida y la muerte, les otorgó una considerable importancia en la magia y superstición. Antigüamente y basados en el empleo de la astrología y posteriormente en la astronomía se escogian las épocas más propicias para plantarlas y recolectarlas[2]. Actualmente existe mucha literatura sobre fisiología vegetal y fases lunares.

Al conocer el poder y la utilidad de las plantas en su vida cotidiana, algunas personas acudian a ellas en busca de ayuda contra los malos espíritus y la magia negra. Se creía, por ejemplo, que el romero, el cantueso, el eneldo, el hisópo, la angélica y el abrotano macho les protegería contra la brujería y el mal de ojo. El último día de abril se cogían las hojas del saúco que se fijaban alrededor de puertas y ventanas para proteger a los habitantes contra encantos y hechizos. El sauco era un árbol mágico, bajo cuya protección estaban todas las plantas y aunque amaba al género humano había que pedirle perdón antes de cortar una hoja. En un sentido positivo, algunas especies, como *Artemisia abrotanum* (abrótano) se usaban para preparar filtros amorosos y pócimas de encantamiento[2]. Más su utilización práctica no terminaba en sus aplicaciones culinarias y sanitarias ya que se extendía a las mezclas y ungüentos protectores contra diversos males Servían además para dar buen olor a la persona y como desinfectantes.

No es de extrañar, pues, que hayan tenido un papel tan importante en los ritos religiosos de antiguas civilizaciones, y por ello son aún motivo de veneración y temor, como elementos sagrados para ciertas personasque siguen viviendo en culturas menos desarrolladas, y en relación a tradiciones y modos de vida ancestrales[3].

La influencia y uso de las plantas se extendió en Europa hasta el Nuevo Mundo, gracias a los colonos que llevaron a América hierbas y especies procedentes de toda Europa. Una secta de cuáqueros se contó entre los primeros grupos que lograron con éxito comercial en el cultivo, envasado y venta de plantas finas y medicinales.

La popularidad de estas especies permaneció constante hasta los siglos XVIII y XIX.

En esta época los conocimientos científicos alcanzaron el suficiente desarrollo para que el hombre fabricara muchos productos sintéticos, para muchas de las propiedades obtenidas de las plantas que se aplicaban. Por consiguiente disminuyó el uso de gran número de plantas y muchas otras solo se cultivaron por su belleza y aroma, como la menta y el perejil.

En estos últimos años, la ciencia ha desprejuiciado y ha contribuido a resaltar la importancia el valor nutritivo y médico de las plantas e incorporarlas a los medicamentos y cosméticos modernos.

Socialmente al aumentar nuestra capacidad de autodistribución, se ha desarrollado un interés creciente por la ecología, que ha llevado a revalorizar los productos naturales. Así revive el interés por las plantas, a medida que la gente vuelve al cultivo y al uso de las plantas en los distintos aspectos de la vida.

La Sensación del olor y sabor

Una rosa es una rosa y un zorrillo es un zorrillo y la nariz fácilmente encuentra la diferencia. Sin embargo este fenómeno no es fácil de describir o explicar. Nos sorprendemos continuamente al conocer muy poco acerca del sentido del olor en relación con la influencia importante que tiene o puede tener en nuestra vida diaria.

Todavía en la literatura científica al respecto, no permite hacer gran distincion entre lo que huele y lo que sabe a pesar de que existe gran cantidad de experiencias científicas al respecto. Por lo tanto, se considera que no se debe ser tan exigentes como para limitar la expresión de un conocimiento científico a la génesis y química de los sabores de los productos vegetales.

Como la información, que se puede obtener en relación con este tema es voluminosa, se considera importante hacer algunas descripciones de interés básico[4]; esperando que los ejemplos seleccionados sean lo suficientemente afortunados en expresión, para que se permita en algunos casos generalizar. Mientras se debe considerar que la apreciación de un buen o mal olor o sabor es una apreciación humana que le permite rechazar lo que no le agrada, los niños recién nacidos no distinguen estos extremos. Por esta razón, se considera que sin mencionar más la palabra la recordaremos como una base de lo que se pretende explicar del poder olfativo o gustativo. La química de las sustancias de origen vegetal.

El sentido del olor obviamente es un sentido químico y su sensibilidad es proverbial. Para un químico la habilidad que tiene la nariz para caracterizar las sustancias está más allá de lo imaginable. En el estudio de compuestos complejos que puede tomar a un químico meses para analizar y describir, la nariz lo identifica instantáneamente; aún cuando alguno de los componentes se encuentre en cantidades muy pequeñas (tanto así como un diezmillonésimo de gramo), casi comparativamente pero no igual que un instrumento sensible de un laboratorio moderno.

Hace 2000 años el poeta Lucrecius[5] sugirió una simple explicación del sentido del olfato. Él especulaba que el paladar contiene pequeños poros de varios tamaños y formas. Cada sustancia olorosa, decía él, proporciona pequeñas "moléculas" de una forma particular y el olor puede percibirse cuando estas moléculas penetran los poros del paladar. Es de presumirse que la identificación de cada olor depende de cuáles poros abrieron las moléculas.

Actualmente se considera que la teoría es esencialmente correcta. Desde hace pocos años nuevas evidencias han demostrado la conveniencia de que la geometría de las moléculas es importante, para determinar un olor y la teoría del proceso olfatorio se ha desarrollado en términos modernos. Por lo tanto este tema resulta importante si tomamos en cuenta que la nariz está siempre en posición de alerta, para distinguir los olores. El aire es transportado por las narinas o fosas nasales, calentado y filtrado, pasa a través de tres barreras de huesos, helicoides localizados en la parte superior de la nariz, donde el olor se detecta; más el aire es vigorosamente aspirado para conducirlo a unas cavidades que tienen los órganos de la nariz para oler (figura III.1). Estos órganos están constituídos por dos capas de tejido amarillo de apróximadamente 2.5 cm^2 de área, embebido en este tejido amarillo están dos tipos de fibras nerviosas cuyas terminales reciben y detectan moléculas olorosas. El tipo principal está representado por las fibras de un nervio olfatorio; en el extremo de cada una de estas fibras, está una célula olfatoria que contiene una estructura de filamentos semejantes a cabellos los cuales actúan como receptores. El otro tipo de fibra es un largo y delgado nervio trigémino (figura III.1), el cual es sensible a cierta clase de moléculas. Cuando es estimulado por las moléculas olorosas, las terminales del nervio olfatorio mandan sus señales al bulbo olfatorio, (figuras III.1,2) quien lo transmite al cerebro; donde las señales son integradas e interpretadas en términos de característica e intensidad de olor.

La anatomía que representa al sentido del olfato[6] está expresada en el dibujo. El aire acarrea las moléculas olorosas que son aspiradas hacia tres barreras de huesos en espiral que desemboca en el área olfatoria.

Por la naturaleza de este sistema, es natural que al ser olido todo un material, o una sustancia según la teoría de Moncrieff, éste debe tener ciertas propiedades básicas, en primer lugar debe ser volátil. Una sustancia tal como una sopa de cebolla, por ejemplo, es altamente olorosa porque continuamente proporciona vapores que alcanzan la nariz. A temperaturas ordinarias algunas sustancias son inodoras, porque no alcanzan a evaporar moléculas al aire[7].

En segundo lugar, un requerimiento de una sustancia olorosa es que debe ser soluble en agua, aunque solamente lo haga en una cantidad casi infinitesimal. Si es completamente insoluble será barrida de las terminales nerviosas por la capa acuosa que cubre la superficie de la nariz. Otra propiedad común de los materiales olorosos es su solubilidad en lípidos (sustancias grasas), ya que ésta facilita la penetración a las terminales nerviosas a través de la capa de lípidos que forman parte de la superficie de la membrana de cada célula.

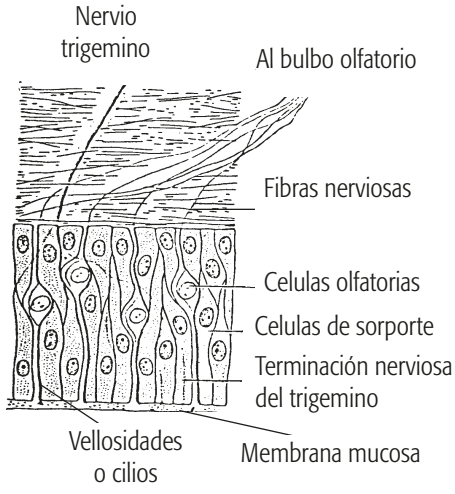


Figura III.1. Mosaico de epitelio con las terminales de nervios olfatorios células trigéminas terminales y las de soporte.

Fig. (III.5) Bulbo olfatorio

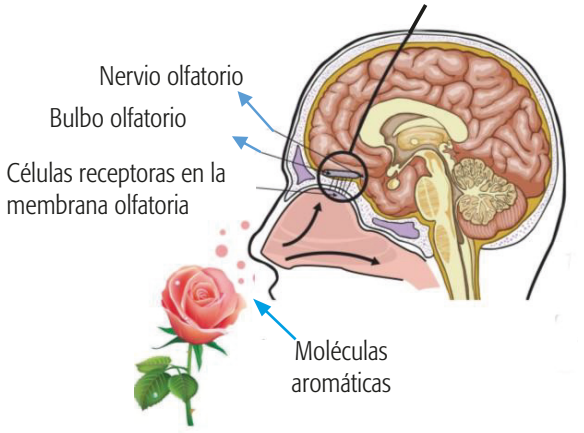


Figura III.2. Corte mostrando nervio y bulbo olfatorio[6].

Más allá de estas propiedades elementales, las características de los materiales olorosos son ya vagas y confusas. En los últimos años los químicos sintetizaron empíricamente una gran cantidad de compuestos olorosos, tanto para perfumería como para estudios de olor; pero en lugar de clarificar las propiedades responsables del olor; estos compuestos solamente agregaron más confusión. Unos cuantos principios generales fueron descubiertos, por ejemplo se encontró que agregando una estructura ramificada a una de cadena recta de átomos de carbono en una molécula de perfume se incrementaba marcadamente la potencia del perfume, la fuerza del olor también estaba asociada con las cadenas de cuatro a ocho átomos de carbono en las moléculas de ciertos alcoholes y aldehídos.

La mayoría de los químicos analizaron la estructura química de las sustancias olorosas, sin embargo más acertijos emergieron. Desde el punto de vista de la composición química la estructura de las sustancias demostró ser marcadamente inconsistente.

Curiosamente las inconsistencias mismas llegaron a formar un patrón, tal es el caso de dos isómeros ópticos (moléculas idénticas en casi todo excepto que una es la imagen en espejo de la otra), pueden tener diferentes olores; por ejemplo, en un compuesto cuyas moléculas contienen un pequeño anillo bencénico con seis átomos de carbono guar-

dando la posición de un grupo de átomos unidos al anillo puede fácilmente cambiar el olor del compuesto, en tanto que un compuesto cuyas moléculas contengan un gran anillo de 14 a 19 miembros de átomos pueden considerarse sin mayores alteraciones en el olor.

Los químicos fueron conduciendo estos hechos para especular sobre la posibilidad que el factor primario que determina el olor de una sustancia puede ser la forma geométrica de su molécula, más que algunos detalles de su composición o estructura[8].

Según Johnston[9], R. W. Moncrieff[10] en 1994 en Escocía dio formas a estas ideas y propuso una hipótesis, Moncrieff indico que el sistema olfatorio está compuesto de células receptoras de unos cuantos tipos diferentes y que, cada uno representa un distinto "olor primario" y que las moléculas olorosas producen sus efectos abriéndose camino hacia los "sitios receptores" que están en las células. Su hipótesis es una ampliación relacionada con la teoría de la "la llave y cerradura" (figura III.3). aplicada a enzimas con sustratos y también entre los anticuerpos y antígenos.

De acuerdo con la teoría estereoquímica, diferentes células nerviosas olfatorias son estimuladas por diferentes moléculas, en base a su tamaño y forma o la carga de la molécula; éstas propiedades determinan en donde, arribarán, considerando que hay varios huecos y ranuras en las terminales olfatorias dándose a entender que las las moléculas se unen al receptor olfativo selectivamente en un sistema llave-cerradura.

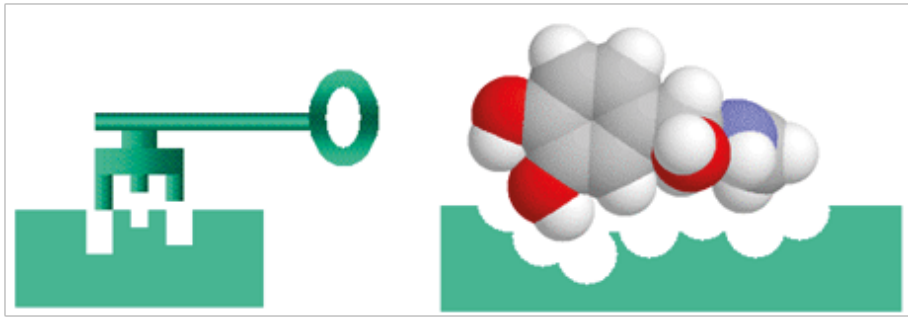


Figura III.3. Esquematiza los huecos y ranuras que encuentran acomodo ciertas moléculas aromáticas.

Para trasladar la hipótesis de Moncrieff a una aplicación práctica en las investigaciones sobre el olfato se necesitaba contestar dos preguntas:

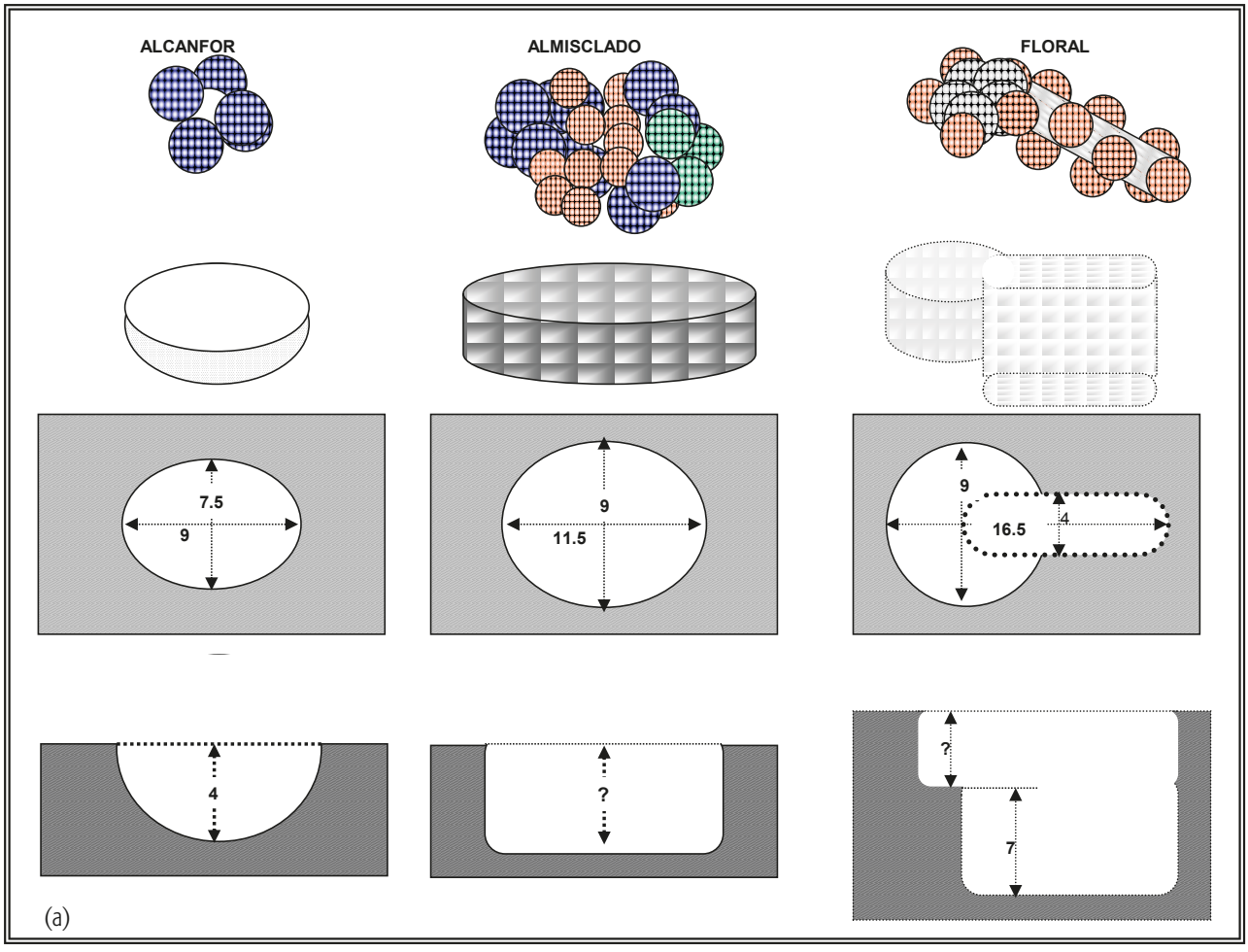
¿Qué son los olores primarios? Y ¿Cuál es la forma del sitio receptor de cada uno?.

La teoría de Amoore de la Universidad de Oxford[11] dio como resultado de una investigación, que son siete olores primarios. A partir de 1952 sus deducciones fueron agregadas a una teoría estereoquímica del olfato, que identificó los siete olores y presento una descripción del tamaño, forma y afinidades químicas de los siete receptores correspondientes.

La identidad de los olores primarios de Amoore está de acuerdo con las descripciones de 600 compuestos orgánicos anotados en la literatura sobre olores. Si la hipótesis del sitio receptor es correcta, los olores primarios deben reconocerse, mucho más frecuentemente que las mezclas de olores hechas con dos o más primarios; indicando en las descripciones químicas que ciertos olores cambian mucho más frecuentemente que otros. Por ejemplo, las descripciones mencionan que 100 compuestos tienen un olor semejante al alcanfor, mientras que solamente seis se han localizado en la categoría que se caracteriza por el olor de "bosque de cedros". Esto indica que en todos los olores semejantes al alcanfor, estos pueden caer en el olor primario. Con esta prueba de frecuencia y otras consideraciones, fue posible seleccionar los siete olores que pueden considerarse primarios. Estos son: alcanforado, almisclado, floral, menta, etéreo (semejante al éter),

pungente y pútrido. De estos siete olores primarios, cada olor conocido puede ser elaborado por la mezcla de ellos en ciertas porciones. A este respecto, los olores primarios son semejantes a los tres colores primarios; rojo, verde y azul y a los cuatro sabores primarios; dulce, salado, agrio y amargo. El juego de siete olores primarios considera que debe haber siete diferentes clases de receptores olfatorios en la nariz (figura III.4 (a,b)).

Las sustancias químicas no relacionadas con los olores semejantes al alcanfor no muestran semejanza en las fórmulas empíricas y poco en las fórmulas estructurales. Además por el tamaño y la forma de sus moléculas son similares, todas ellas tienen la forma de tazón receptor de las moléculas alcanfóricas. Un cambio en la forma de una molécula cambia su olor, la molécula de la izquierda huele a frutas porque actúa en tres sitios. Cuando se modifica, por sustitución de un hidrógeno con un metilo, huele a algo etéreo. Probablemente la rama metílica penetre en dos sitios originales, pero también penetren en la cavidad de olor etéreo.



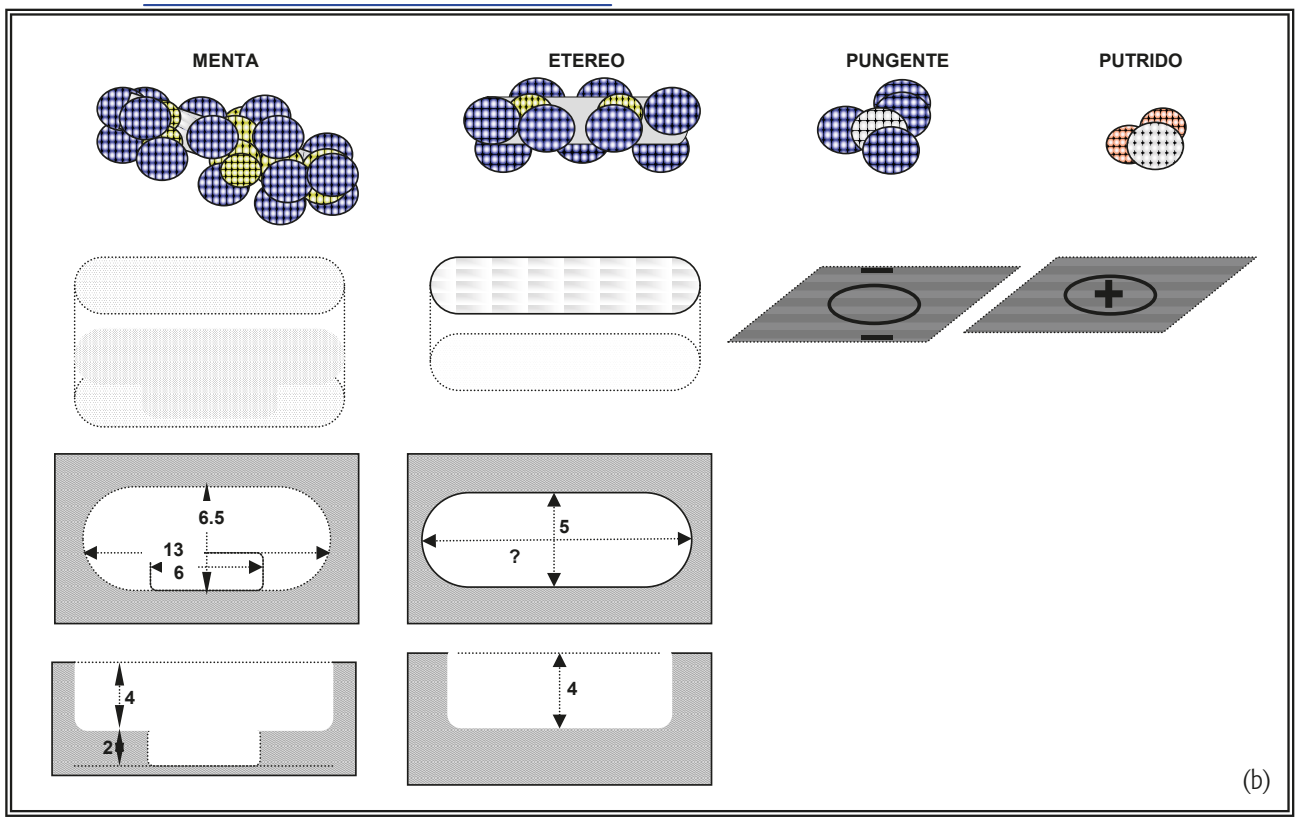


Figura III.4 a,b Sítios olfatorios para cada uno de los olores primarios, y sus moléculas representativas de cada olor.

Sustancias químicas simples tienen solamente un olor primario cuando su molécula puede penetrar en solamente un sitio. El acetilen tetrabromuro por ejemplo, se describe como una sustancia que tiene olor alcanfórico y etéreo. Si la molécula se voltea puede penetrar en otro sitio, dependiendo de cómo se comporte.

Se muestran los sítios olfatorios para cada uno de los olores primarios, junto con sus moléculas representativas de cada olor. Las formas de los primeros sitios se muestran en perspectiva y (con la molécula marcada en ellas hacia arriba y de lado; las dimensiones conocidas se dan en unidad Angstrom. Las moléculas son (de izquierda a derecha): hexacloroetano, xileno, amilpirina, l-mentol y dietiléter, los olores pungente (ácido fórmico) y pútrido (ácido sulfhídrico), estas moléculas diferentes penetran por la carga no por la forma (figura III.4b).

Podemos imaginarnos a los sitios receptores como aperturas ultramicroscópicas o huecos en la membrana de la fibra nerviosa, cada una de una forma y tamaño distinto. Se presume que cada una acepta una molécula con configuración apropiada, justamente como un enchufe o conección, algunas moléculas pueden ser capaces de penetrar en dos diferentes enchufes o conecciones presentando una amplia recepción o uno restringido como se muestra en la (figura III.5). En tales casos las sustancia con sus moléculas, ocupa ambos tipos de receptor lo que indica la presencia de un olor complejo en el cerebro.

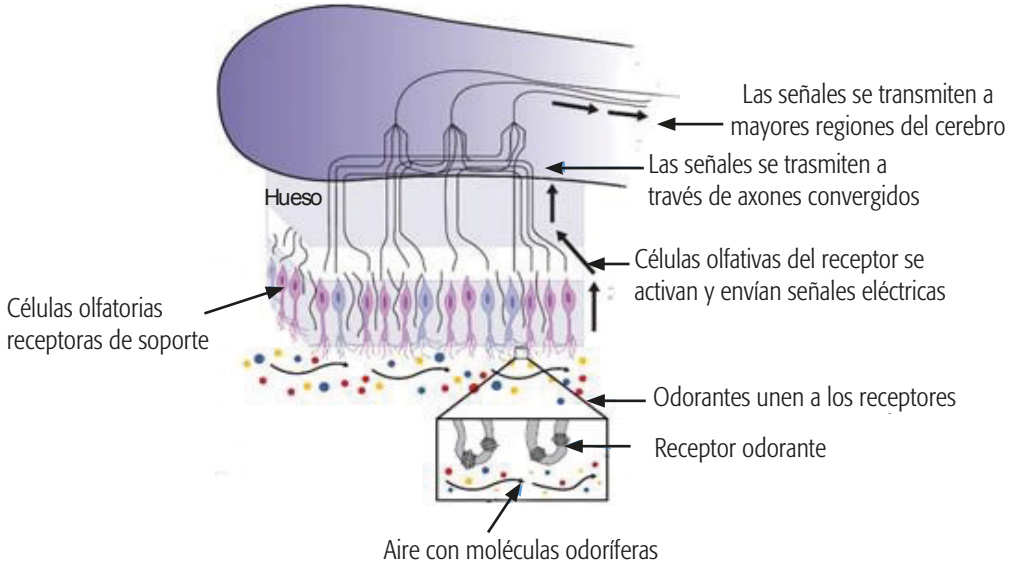


Figura III.5. Corte representativo del bulbo olfatorio.

Los modelos de las estructuras alcanforáceas, son aproximadamente esféricas y también cuando se les voltea, por lo tanto pueden tomar varias dimensiones moleculares. Todas las moléculas también tienen el mismo diámetro, aproximadamente siete unidades Angstrom (diez millonésima de milímetro), para las moléculas alcanforáceas puede ser una copa semiesférica que tiene aproximadamente siete Angstroms de diámetro. La mayoría de las moléculas alcanforáceas son esferas rígidas, por esto inevitablemente penetran tales copas. Las otras copas son ligeramente flexibles y pueden fácilmente tomar ellas mismas la forma de copa.

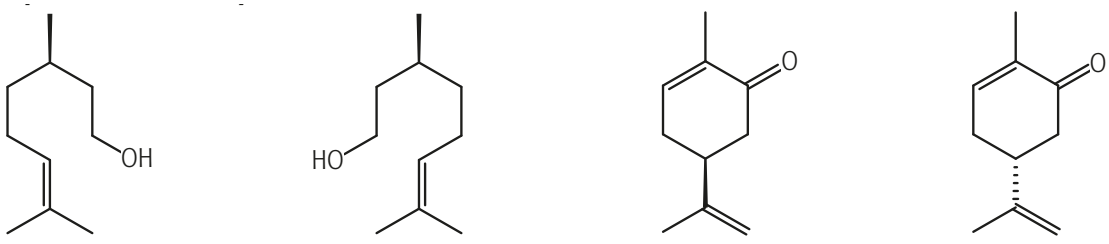
Cuando otros modelos fueron construidos, las formas y tamaños de las moléculas representaron los otros olores primarios. El almizcle le corresponden moléculas con la forma de un disco de aproximadamente 10 Angstrom de diámetro, el agradable olor floral es causado por moléculas que tenían la forma de un disco con una cola flexible adherida. El olor a menta fresca es producido por moléculas que tienen la forma de una cuña y con un grupo de átomos eléctricamente polarizado, capaz de formar una unión hidrógeno, cerca del punto de la cuña. El olor etéreo se debe a la forma de varilla. En cada uno de estos casos el sitio receptor en las terminales nerviosas se presume tiene una forma y tamaño que corresponde a estas moléculas.

Las moléculas responsables de estos olores son de formas y tamaños diferentes que tiene en su caso una determinada carga eléctrica de las moléculas. Los olores de la clase pungente son producidos por compuestos cuyas moléculas, deficientes de electrones, tienen una carga positiva y una fuerte afinidad por los electrones[9], son electrofílicas. Los olores pútridos por otro lado son causados por moléculas que tienen un exceso de electrones y se les denomina nucleofílicas, porque son fuertemente atraídas por el medio de los átomos adyacentes. Este argumento contesto las preguntas de Moncrieff. se sujetó a seis pruebas severas de precisión habiendo pasado cada una de ellas. Por otro lado, se considera que la forma de la molécula debe ser capaz de predecir su olor, se supone que si se sintetizan moléculas de ciertas formas y después se verifica si proceden o no olores, se ha logrado una predicción.

Si consideramos que una moflécula está constituida de tres cadenas unidas a un solo átomo de carbono, con la cuarta unión del átomo central ocupado solamente por un hidrógeno. Esta molécula penetra en la apertura en forma de disco (olor floral), en una apertura en forma de cuña (menta); o por medio de una de sus cadenas en una apertura en forma de bastón (etéreo).

La teoría predice que la molécula debe tener también olor a frutas compuesto de estos tres olores primarios[9,10]. Supongamos ahora que sustituimos el hidrógeno por un grupo metilo. Esta introducción de cuatro ramas deberá hacer que la molécula alcance la forma discoidal o de cuña, pero una de sus ramificaciones, también será capaz de ocupar un sitio en la forma de bastón, en consecuencia la teoría predice que el olor a éter será dominante.

Amoore y colaboradores[12] sintetizaron las dos estructuras en su laboratorio en la Universidad de Georgetown de Medicina, también sometieron los productos a un panel de catadores por olfato entrenados. Utilizaron un instrumento conocido como olfatómetro (figura III.7), Desarrollado por Johnston, al cual se le hace pasar por medio de válvulas una mezcla los olores en proporciones precisas y la libera; es recibida por un catador en el cono de la nariz, el diagrama esquemático de la figura 6, muestra dos elementos principales. (a) El aire burbujea a través de un líquido en uno de los saturadores, (b) las moléculas olorosas son arrastradas para ser diluidas con aire puro o mezclado; aire que acarrea otros olores. En cada experimento se controlan las válvulas selenoides en el equipo para cada uno de los dos compuestos sometidos a ensayo. Al final, el catador fue interrogado después de oler alternativamente cada compuesto, obteniendo los resultados esperados que verificaron las predicciones. El panel reportó que el compuesto A tenía un olor a frutas (actualmente a la de uva) y el compuesto B, con el grupo metilo sustituido por un átomo de hidrógeno tenía un pronunciado olor a éter. Este experimento y la teoría misma han hecho comprensible ciertos hallazgos de que el olor de ciertos compuestos cíclicos o incluso aromáticos cambian fácilmente cuando la posición de átomos o grupos funcionales es cambiada. El cambio de olor se debe a una modificación en la forma de la molécula[13] por ejemplo, el R-citronelol, (encontrado en el aceite de citronela, lemongrass), y el S-citronelol, se halla en el aceite de rosa y de geranio con aroma parecido a rosa; el R-carvona (olor a menta) y su enantiómero el S-carvona (olor a alcaravea) poseen los mismos grupos funcionales, en este caso solo cambia su estereoquímica y (figura III.6).



R-Citronelol S-Citronelol S-Carvona R-Carvona

Figura III.6. Enantiomeros de la menta y alcaravea.

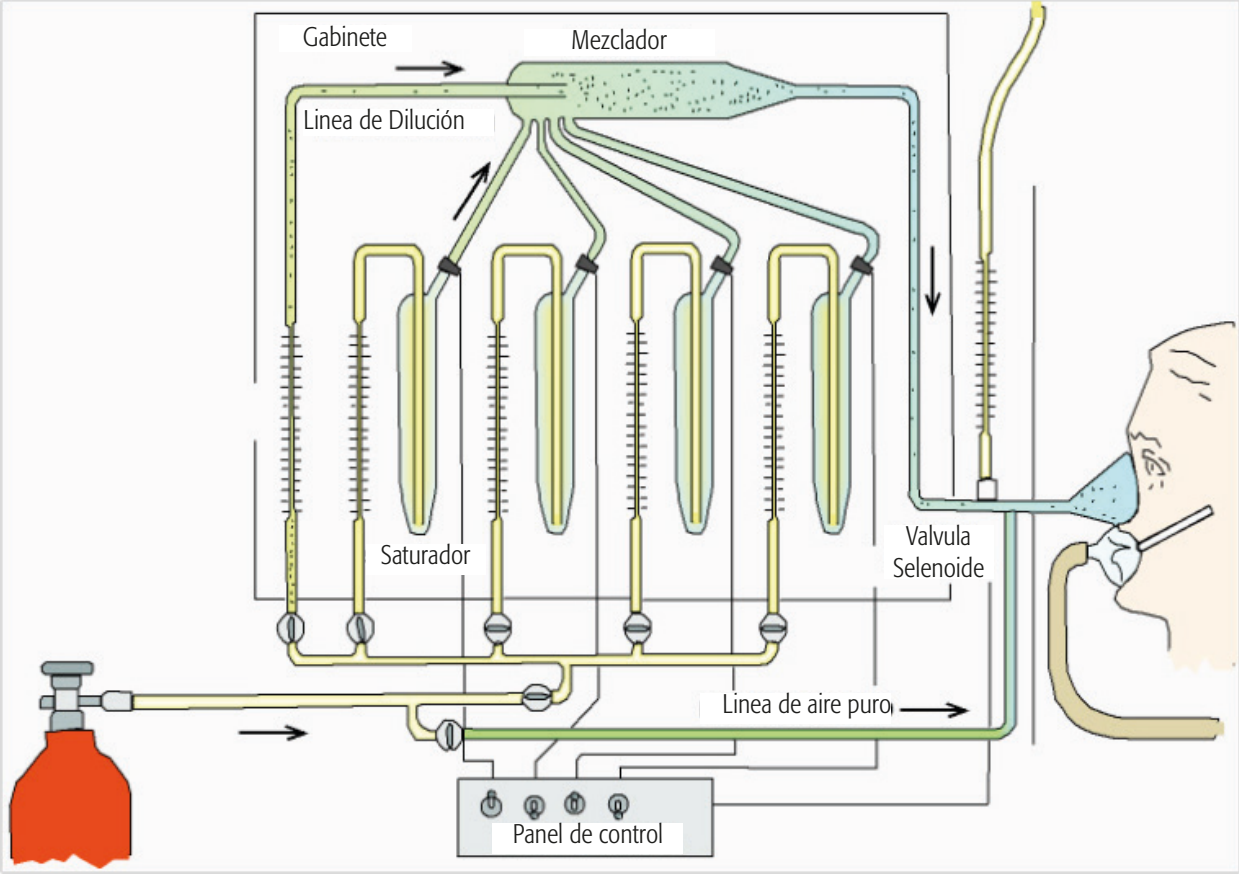


Figura III.7. Olfatometro desarrollado por Johnston[9,12], para la determinación ciertos compuestos de una mezcla de olores.

Una segunda prueba sugerida previamente por Crocker y Henderson[14], se efectuo con un olor complejo encontrado naturalmente y consistente en una mezcla de olores primarios; tomando un olor semejante a un bosque de cedros. Amoore dice que las sustancias químicas conocidas poseen este olor, tienen moléculas que deben introducirse en sitios receptores para alcanforáceos, almiscle, floral y menta. Johnston en 1963 procedió a efectuar varias combinaciones de estos cuatro olores primarios para duplicar el olor a cedros; comprobó cada mezcla con ocho catadores entrenados, que compararon el olor sintético con aquel de aceites de cedros. Después de 86 intentos fue capaz de producir una mezcla altamente parecida al olor de cedros natural. Con los mismos cuatro primarios han efectuado una síntesis para el olor a sándalo.

Las siguientes dos pruebas fueron efectuadas para la identificación de olores puros (primarios). Si la teoría era correcta, una molécula penetraría sólo en un sitio receptor con una forma particular y de un tamaño, no otro; debe representar un olor primario en forma pura. Las moléculas de la misma forma y tamaño deben oler en forma muy semejante; aquellas que pertenecen a diferente forma primaria deben oler en forma diferente.

Los catadores escogidos fueron preparados en este aspecto, utilizando los olores de un par de diferentes sustancias cuyas moléculas no tenían la forma primaria (por ejemplo el olor floral). Los catadores apreciaron los olores como altamente similares él uno del otro. Cuando el par de sustancias presentadas tuvieron tratamiento molecular puro de diferentes categorías (por ejemplo, forma discoidal de olor floral, y la carga nucleofílica característica de los compuestos pútrido), los catadores encontraron que los olores eran extremadamente diferentes.

Johnston volvió a efectuar el mismo experimento utilizando abejas, preparo un diseño para comprobar la habilidad de discriminación entre dos olores, uno que consideró el correcto (asociado con miel de azúcar) preparado en viales, y el otro el "equivocado" (asociado con un choque eléctrico). El par de olores pueden estar en el mismo grupo primario o en diferentes grupos primarios, por ejemplo, floral y menta. Las abejas fueron primero acondicionadas al hecho de que un olor del par usado es correcto y el otro está equivocado. Después el concentrado del jarabe de miel fue reemplazado con agua destilada y los viales recientemente deodorizados fueron sustituídos por aquellos utilizados en el período de entrenamiento. Las visitas de las abejas marcadas a los respectivos viales en la encuesta de la miel fueron contadas. Debemos presumir que ellas deben tender a visitar el olor que ha sido favorablemente condicionado y evitarán el que fue asociado con el choque eléctrico, comprobando que pueden distinguir entre los dos. Las abejas claramente demostraron que tenían dificultad en detectar una diferencia entre dos porciones dentro del mismo grupo primario (es decir menta), pero fueron capaces de distinguir fácilmente entre los diferentes primarios (menta y floral). En el último obstáculo, ellas casi invariablemente cambiaron el juego sin equivocarse. Estos experimentos indican, que el sistema olfatorio de las abejas es semejante al de los humanos; esta basado en los principios estereoquímicos, aunque el órgano olfativo de la abeja sea diferente; no huele con la nariz, lo hace con las antenas. Aparentemente el sitio del receptor sobre las antenas está diferenciando la forma, de la misma manera que los receptores de la nariz humana.

Se efectuaron 50 ensayos con catadores humanos entrenados en la discriminación de olores, quienes se enfrentaron con un número de sustancias que eran bastante diferentes desde el punto de vista químico pero con moléculas que prácticamente tenían la misma forma. Se emplearon cinco compuestos para este ensayo y los catadores los clasificaron en tres familias químicas diferentes unas de otras en la estructura interna de sus moléculas pero en los cinco casos tenían la forma de disco, característica de las moléculas con olor a almizcle. Los catadores se expusieron a los vapores de estos cinco compuestos químicos y algunos otros por medio del olfatómetro y todos identificaron el material como olor a almizcle. Por la prueba del olor ellos fueron capaces de distinguir cinco sustancias químicas diferentes unas a otras.

Básicamente toda esta evidencia que apoya la teoría estereoquímica fue más o menos directa para probar la existencia de sitios de recepción individuales el órgano olfativo.

Otra teoría sugiere que las vibraciones de las moléculas de un compuesto oloroso causan que choquen de una forma específica con la superficie olfatoria, causando así la respuesta olfatoria[1,15]. De acuerdo con esta teoría, muchos sitios receptores pueden tener contacto con una molécula única, explicando esto, la gran sensibilidad del sentido del olfato. Existe otra teoría que propone que los compuestos olorosos migran a través de la mucosa olfatoria en una forma análoga a la cromatografia de capa fina y que un olor se distingue de otros por su velocidad de paso[16].

En un diseño posterior se hace notar una manera de controlar los impulsos electrónicos de las células nerviosas olfatorias utilizando microelectrodos aplicados a una rana.

Aplicando estos electrodos el órgano olfatorio de la rana, se le presentó varios olores al órgano que contiene las células olfatorias, uno por uno, para ver si respondían con impulsos electrónicos. Se encontró que diferentes células respondían selectivamente a diferentes olores y su exploración indicó que la rana tiene cerca de ocho diferentes receptores. Es más, cinco de estos receptores corresponden a cinco de los olores (alcanfor, almizcle, etéreo, pungente y pútrido), identificados como primarios en la teoría estereoquímica, por lo cual disponemos de muchos indicios que apuntan y refuerzan a que la teoría estereoquímica (*modelo del candado combinatorio*) puede ser la más acertada. Esto permite que se continue investigando y, posteriormente hará factible analizar con fino detalle los sabores complejos en nuestros alimentos y bebidas eliminando los que son ociosos, para desarrollar nuevas fragancias y eventualmente sintetizar algún olor que se desee, mientras se pueda defender de lo pestilente y lesionante para la nariz.

Sin embargo, en la actualidad; con las técnicas de separación por cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas (GC-MS), han establecido procedimientos para obtener mejor información sobre los compuestos importantes de un aroma, esto permite un análisis global sobre diferentes mezclas de un extracto volátil de plantas o bien de productos por síntesis que son de interés comercial.

Es la técnica más utilizada, sin embargo, no permite obtener información sobre los compuestos clave responsables del aroma de las especias en este caso. La cromatografía aplicada a la olfatometría (GC-O), es una técnica que combina la separación cromatográfica con la identificación de los olores mediante un olfatómetro o puerto de "sniffing", permitiendo determinar de manera global la importancia de cada uno de los compuestos volátiles de las especias. Mencionando un caso específico de un análisis de volátiles, en este caso de alimentos, está dirigido a determinar cada uno de los compuestos químicos responsables y que conforman al aroma por ejemplo de especias como clavo, tomillo, laurel, romero albahaca, menta, entre otros, que son utilizados en la preparación de alimentos, y que su contenido de aceites esencial puede variar ampliamente dependiendo de la región en la que crezcan[17,18] y del tratamiento al que son sometidos. Dicha técnica se está utilizando ampliamente en estudios relacionados con el aroma de los alimentos[19].

Recordando que los compuestos volátiles por ejemplo como los de las especias, pueden pertenecer a distintos grupos dependiendo de la ruta metabólica de la que deriven. Por ejemplo los grupos más característicos encontrados en los aceites volátiles son terpenoides (derivan de la vía metabólica del ácido mevalónico), arilpropanoides (derivan de la ruta metabólica del ácido shikímico, compuestos alifáticos lineales no ramificados que proceden de la biosíntesis de los ácidos grasos, y en ocasiones podemos encontrarnos compuestos azufrados o glucosinolatos (derivan de la vía metabólica de los aminoácidos) como los tratados en el capítulo V.

Bibliografía

1. **Volák J. y Stodola, J.** 1988. "*El gran libro de las plantas medicinales*". *Ed.* Susaeta. S. A. España., p 7-9.
2. **Plantas Medicinales.** 1990. "*Virtudes insospechadas de plantas conocidas*". *Ed.* Selecciones del Reader´s Digest.
3. **Evans S. R. Y Hofmann A.** 1993. Plantas de los Dioses. "*Orígenes del uso de los alucinógenos*". *Ed.* Fondo de Cultura Económica., p 9.
4. **Charley H.** 1997. *Fodd Science*. *Ed.* Macmillan Publishing Co. Inc., p. 15-22.
5. **Leo Strauss.** 2007. *Liberalismo antiguo y moderno*. Katz Editores, Buenos Aires.
6. *https://isqch.files.wordpress.com/2014/12/8160ad1108b8ba82ab80260f3e7b5161.jpg*
7. **Wark Kenneth., Warner Cecil.** 1990. *Contaminación del aire, origen y control.* México. Limusa & Noriega.
8. **Rossiter K. J.** 1996. *Structure-odor relationships.* Chemical Reviews, 96, 3201-3240.
9. **Johnston Jr.** 1964. *The stereochemical theory of odor.* Sci. American 210(2): 46-49.
10. **Moncrieff, R. W.** 1944. *The chemical sense.* The chemical sense. pp. vii + 424 pp.
11. **Perfumes Flavors Symphony of Nature.** 1982. Intenational Congress of Essential Oil. Nueva York., p714.
12. **Amoore J. E. Johnston Jr., Rubin M.** 1964. *The stereochemical theory of odor.* Sci. American 210(2): 42-45.
13. **Turin L. Yoshi F.** 2003. Structure odor-relations: *a modern perspective in handbook of olfactation and gustation* (2nd. *Ed*.). New York.
14. **Crocker E. C., Henderson C.** 1945. Flavor. Nueva York: *McGraw-Hil*l., p15.

15. **Mozell M. M.** 1970. *Evidence for chromatografic model of olfaction. J. Gen. Physiol.* 56: 46-63.

16. **Largo R. J. y Ruiz de Sola Fco.** 1987. Medicina Natural. "*hierbas Curativas*". *Ed.* Edisan. S. A., p3-6.

17. **Voirin, B. Brun, N. Bayet, C.** 1990. "*Effects of daylength on the monoterpene composition of leaves of Mentha x piperita*," Phytochemistry 29, 749-755.

18. **Díaz Maroto, M. C. E. Sánchez-Palomo, L. Castro, M. A. González-Viñas, M. S. Pérez-Coello.** 2004. *Changes produced in the aroma compounds and structural integrity of basil* (Ocimum basilicum L) during drying. J. Csi. Food Agric. 84, 2070-2076.

19. **Shaath, N. A. Azzo, N. R.** 1994. *Spices, herbs and edible fungi. Eds.*: G. (Charalambous), Elsevier, Amsterdam, pp. 427-438.

Capítulo IV

Aceites Esenciales en Plantas Medicinales

Los constituyentes de todas las plantas y animales son biosintetizados en los organismos mediante reacciones enzimáticas. El conocimiento de la química de productos naturales empezó a crecer por los años 30, algunos investigadores en química organica elaboraron teorías de las rutas biogenéticas y biosintéticas de los productos naturales en los organismos vivos en base a su regularidad estructural. Como la explicación de la formación de los terpenoides por la ruta del ácido mevalónico.

La fuente de carbono más frecuentemente utilizada es la glucosa, la cual es fotosintetizada en las plantas verdes, gracias al maravilloso compuesto de la clorofila; proceso catalítico que se desarrolla dentro de las membranas de las hojas mediante el cual el bióxido de carbono y el agua en presencia de la energía solar se producen los "metabolitos primarios" (como azúcares, aminoácidos, ácidos grasos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos). La evolución que se ha dado hasta nuestros días en bioquímica y otras ciencias han clarificado mucho la interrelación entre las reacciones enzimáticas de los "metabolitos primarios", que dan lugar a los "metabolitos secundarios", Este paso es muy importante en el proceso porque su papel no es obvio en el metabolismo de muchos organismos como los primarios.

Por esto mismo y por todas las características socioeconómicas que representan, las plantas medicinales son un patrimonio reconocido no solo de las culturas de México prehispánico sino de otras aún más antiguas como la China, Egipcia e Hindú por mencionar quizás las más importantes y que constituyen una riqueza ancestral producto de una inmensa variedad de climas y altitudes, lo cual se refleja en una diversidad de nichos ecológicos. El conocimiento preciso de sus características y de sus efectos ha sido fruto del ejercicio de una observación detallada y cuidadosa de la naturaleza, lo que hace que las plantas, y en este caso particular las medicinales, se inscriban en un sitio de privilegio entre las diferentes culturas. Incluso actualmente su uso se ha mantenido por trasmisión de conocimientos de generación en generación.

Las plantas aparte de ser participe de compuestos alimenticios, también son una fuente de síntesis de una variedad importante de productos naturales con los cuales se seguirá aportando al hombre de alimento y permitir otras productos de provecho y bienestar que su ingenio le permita, como combustible, materiales de construcción medicinas entre muchos otros.

Un ejemplo actual es el incremento que tienen diversos aceites esenciales sobre ciertos desordenes específicos de tipo médico; aplicación considerada como "aromaterapia" sugiriendo que se trata de una herramienta curativa que funciona exclusivamente a través del sentido del olfato, corporal y sobre las emociones, sobre todo si consideramos que la acción de los aceites esenciales interactúan con el cuerpo humano de forma tanto farmacológica como fisiológica y psicológica. En los primeros dos aspectos, la aromaterapia tiene mucho en común con la tradición de la fitoterapia o medicina a través de las plantas, esto quiere decir que el aroma no es precisamente lo más importante, sino también la interacción química que se registra entre los aceites que son aplicados y el organismo, sobre todo porque se registran ciertos cambios físicos ocasionados por esta causas. La selección de las treinta plantas que se describen, se realizó considerando algunos criterio; fueron, entre una amplia variedad de especies de plantas vasculares reportadas, es decir, aquellas que han sido colectadas, catalogadas de manera científica y depositadas en algún herbario nacional e interna-

cional, muchas especies son desconocidas y con diferentes puntos de vista. Esto implica, que parte de su característica química, fisiológica y ecológica entre otras se conocen muy poco.

Dentro de las características químicas de estas plantas; presentan un cierto número de compuestos aromáticos considerandos por la presencia de aceites esenciales por lo cual se ofrece una revisión parcial de la literatura sobre el tema, material básico para investigadores interesados en la fitoquímica y el aislamiento de compuestos con actividad biológica entre otras. El interés es por una parte, su amplio uso regional y nacional tan diverso como nuestros grupos ednicos aun cuando no todas son plantas mexicanas y por otra, el interés por recopilar y aprovechar el conocimiento empírico de una terapeútica no exenta de riesgos cuando el uso de estas es aplicado como remedios o bien utilizadas en diversos platillos culinarios.

Se da a conocer después de una amplia busqueda, su composición o ensayo químico, propiedades terapéuticos y sus análisis parcial por cromatografía en capa fina.

Finalmente se enfatiza en este capítulo, la orientación fundamental al contenido de aceites esenciales presentes, además de resaltar que la actividad farmacológica de los compuestos de cada planta no siempre coincide con su uso e indicaciones tradicionales. Por tanto el uso indicado constituye solamente una referencia del empleo etnobotánico sin inplicación científica probada en la mayoría de los casos. Por esto mismo, la responsabilidad en caso de usarse es propia de quien la utilise.

AJENJO

Nombre científico: *Artemisia absinthium L.*

Nombres comunes: *hierba santa", "asenso", "artemisa amarga", "maestra","alosna", hierba maestra"*

Familia: *Asteraceae (Compositae)*

Características: arbusto de fuerte olor aromático, de 40 a 120 cm de alto, las ramas ramificadas y erguidas. Las hojas son simples, pecioladas, lobuladas, verdosas en el haz y de color plateado en el envés, blancas y sedosas. Los capítulos dispuestos en racimos, están formados por flores tubulares amarillo-verdosas[1,2].

Distribución: Europa, Asía, África, América. En México se cultiva en el Estado de México, Morelos, Puebla y Valle de México[2].

Floración: en verano de julio a septiembre; crece espontáneamente en terrenos áridos y secos, no requiere demasiada humedad[4].

Composición o ensayo químico: contiene aceite esencial[4,5] compuesto principlamente por α y β-tujona, tujol, proazuleno, felandreno, trans-sabinil acetato, tuyano, linalol, cineol, α-bisaboleno, β-cumareno, espatulenol y ácido caféico[6],

Principios amargos por glucósidos y lactonas guianólidos, absentina, sesquiterpenolactonas como artabsin, matricin, anabsentina; pelenólidos como el hidroxipelenólido.

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo (altihelmíntico), sistema nervioso[6] (estimulante), aparato urinario (diurético), sistema visual, sistema endócrino, y aplicacxión sobre afecciones de la piel[2,7,8] (vulnerario), antipirético (similar a la aspirina), antimicrobiano (actividad sobre *Candida albincans y Sacharomyces cerevisiae var chevalieri*)[9, 10].

Usos: las hojas y flores superiores, recolectadas durante la floración, son desecadas a la sombra, se preparan en infusión o tintura, se emplean como tónico digestivo y para curar la anorexia, la atonía del estomago[11], contra cólicos intestinales, bilis, hígado y enfermedades del estómago[12]. También es utilizada para alteraciones en el período mestrual, el mal de ojo y el mal aire. Da sabor a licores y aperitivos. Como infusión, se prepara con 2 a 3 g de tallo y hoja por tasa de agua caliente.

Análisis por cromatografía en capa fina: el análisis se efectúa para determinar sustancias amargas y componentes de aceite esencial de la manera siguiente[13]:

- **Solución problema:** 1g de planta molida se agita con 10 mL de diclorometano por 2 a 3 min, se filtra y se reduce a la mitad del volumen por calentamento a baño María. Se tapa para que no se descomponga el extracto.
- **Solución de referencia:** 50 µL de tujona y 2 mg de rojo de metilo, floroglucinol y resorcinol en 10 mL de metanol.
- **Aplicación:** 30 µl de la solución problema y 10 µL de la solución de referencia, se aplican a 2 cm del borde del cromatofolio o placa respectiva de sílica gel GF_{254}.
- **Sistema de Solventes:** la cámara se satura con diclorometano: acetona (9:1) y se deja que corran 10 cm en la placa.
- **Revelado:** la placa del problema se rocía finamente con reactivo de anisaldehído y para evaluarse se calienta a 110°C por 3 min y se compara con la placa de referencia que también se rocía finamente con reactivo de anisaldehído y se calienta por 3 min a 110°C y se comparan las manchas. Con otra aplicación en placas limpias se observan en la luz UV a 365 nm, se marcan y se compara[14]. Ambas manchas deben dar Rf similar, con igual o diferentes tonalidades.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.39.
2. **Estrada, L. E.** 1985. Jardín Botánico de plantas medicinales *"Maximino Martínez"*. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. p.41.
3. **Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana**. *Atlas de las Plantas de la Medicina* Tradicional Mexicana. *http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/biblio_atlas.html?l=A*
4. **Gupta, Mahabir P.** 1995. 270 plantas medicinales iberoamericanas. *Programa de Ciencia y Tecnología para el desarrollo-Cyted-Subprograma de Química Fina Farmacéutica, Convenio Andres Bello, Cyted-Secab,* Talleres Editorial Presencia, Santafé de Bogota, p.71.
5. **Gruenwald, Joerg; Brender, Thomas; Jaenicke, Chistof** (Editores). 2004. *PDR form Herbal Medicines.* Third Edition. Thompsom PDR *at* Montvale, N. J., p.894.

6. **Guenther, E.** 1947-1952. *The Essential Oils*. Van Nostrand. N. Y. Vol. V, p.487.

7. **Rodríguez, R. M., R. L. López G. y J. C. Casas B**. 2002. *Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud*: Disponibilidad y Uso. Acta Farm. Bonaerense. 21 (3): pp.213-7.

8. **Guerin, P. Rastoin S. Guyot A. Thiebaut P.** 1980. *Le Balcon Medicinal* Editions Stock/Opera Mundi. Paris.

9. **Li, Y. Ohizumi, Y.** 2004. *Search for constituents with neurotrophic factor-potentiating activity from the medicin plants of Paraguay and Thailand.* Yakugaku Zasshi, 124(7): pp.417-24.

10. **Juteau, F. Jerkovic I. Masotti V. Milos M. Mastelic J. Bessiere J. M. Viano J.** 2003. *Composition and antimicrobial activity of the essential oil of Artemisia absinthium from Croatia and France.* Planta Med. Feb; 69(2): pp.158-61.

11. **Volák, J. y Stodola J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales*. Editorial Susaeta, S. A. p.83.

12. **Ruiz, S. M.** 1993. *Efecto antihelmítico del aceite volátil de Artemisis absinthium L., sobre Ascaris lumbricoides var suum*. Tesis Bach. Farmacia Universidad Nacional de Trujillo-Perú.

13. **Stahl, y E. Gerard D.** 1982. *Planta Med*. 45.147.

14. **Stahl, y E. Gerard D. Lebensm Z.** 1983. *Unters. Forch.* 176. 1.

ALBAHACA

Nombre científico: *Ocimun basilicum L.*

Nombres comunes: *"basílico", "albahaca de castilla", "hierba real", "albacaron", "albahaca basílica", "albahaya", laab thekw´oel" (Huasteco).*

Familia: *Lamiaceae (Labiatae)*

Características: hierba aromática, de tallo auguloso, cuadrado, ramificado. Las hojas son simples, opuestas, pecioladas, ovaladas u oblongas, de color verde claro, ciliado y dentado por los bordes[1,2]. Los racimos alargados y ramificados con flores aromáticas de color blanco, rosáceas o de color amarillo, brotan en la parte superior del tallo, formando verticilos impares.

Distribución: sur de Europa, Asia meridional. En México[2] es cultivada en Morelos, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Tabasco, Tamulipas, Valle de México y Veracruz.

Floración: de junio a septiembre y se cosecha en la misma fecha[3], se recolecta cortando la parte superior de los tallos, repitiendo varios cortes al año. Se cultiva en campos y jardines[4].

Composición o ensayo químico: dependiendo de la variedad, el por ciento de aceites esenciales varía de 0.04 a 0.7%. El aceite esencial contiene[5,6]: estragol, linalol, lineol, alcanfor, metilchavicol (estragol), eugenol, contiene otros mono-

terpenos como ocimeno y ceneol[7], sesquiterpenos, metilcinamato, fenilpropano, taninos, flavonoles como quercetina y camferol y ácido caféico.

Propiedades terapéuticas: sistema nervioso (antiséptica intestinal), aparato digestivo (antiespasmodico, tónico, gástrico, carminativo) y aparato reproductor.

Usos: en infusiones, contra la neusosis gástrica y los espasmos, como digestivo[3,8]. En gargarismos, desinfectantes y antiinflamatorios[8], en solución como enjuague y con fricción contra la caída del cabello, también se usa en té contra la flatulencia y dispepsia. Se ha empleado en tratamientos de parálisis facial, insolación, parto rápido y limpias. El té se prepara de 2 a 3 g de planta en medio litro de agua hirviendo, dejando reposarla por 10 min. También se emplea el aceite esencial en perfumería[9,10,11] y en la fabricación de incienso. La industria alimentaria la usa como especie aromática en diferentes guisos[12,13,14,].

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 0.5 mL de aceite se disuelven en 10 mL de tolueno.
- **Solución de referencia:** 1 mL de eugenol y linalol se disuelven en 1 mL de tolueno[15].
- **Aplicación:** en cromatofolios de sílica gel GF^{254}, se colocan 20 µL de cada una de las soluciónes a 2 cm del borde de la placa[16].
- **Sistema de solventes:** tolueno: acetato de etilo (90:10), y se dejan correr aproximadamente 15 cm.
- **Revelado:** en luz UV se observan a 254 nm, posteriormente se rocían o esparcen con el reactivo de anisaldehído, se secan a 105°C por 3 min y se observan a una longitud de 365 nm, comparando respectivamente las manchas.

Bibliografía

1. **Estrada, L. E.** 1985. *Jardín Botánico de plantas medicinales* "Maximino Martínez". Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. 41 pp.
2. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica. p.43.
3. **Lozoya, X.** 1987. *Medicina Tradicional y Salud en México.* GAC. MED. MEX, 123: 281-285.
4. Tropicos Mo. Base de datos del Missouri Botanical Garden. *http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx*
5. **Baerheim, Swendsen A.** 1985. *et Scheffer, J. J. C., Essential Oils and Aromatic Plants*, Martinus Nijhoff, Dr W. Junk Pub., Dordrecht.
6. **Formacek, V. Et Kubeska L. H.,** 1982. *Essential Oils Analysis by Capillary Gas Chromatography y Carbon-13,* john Wiley new York.
7. **Deleveau, P. Histoire** 1982. *et Renouveau des Plantes Médicnales*, Albin Michel, París.
8. **Rodríguez, R. M., R. L. López G. y J. C. Casas B.** 2002. *Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud*: Disponibilidad y Uso. Acta Farm. Bonaerense. 21 (3): 213-7.
9. **Vernin, G.** *et al*. 1984 *Perfum Flavor*. 9. 71.
10. **Peter, H. H. y Remy M.** 1978. *Parfums Cosmetiques Aromes*. 21. 61.

11. **Furia, T. E. y Bellanca N.** 1975. (*eds*) *Fenaroli's handbook of Flavor Ingredients, 2éme ed*., 2 vols., CRC Press, Cleveland.

12. **Wagner, H. Bladt S. and Zgainski E. M.** 1984. *Plant. Drug Analysis. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg-New York; Tokio*, p. 26.

13. **Craker, L. E. y Simon J. E.** 1986. herbs, Spices and Medicinal Plants: *Recent Advances in Botany, Horticulture, and Pharmacology,* vol 1 Oryx Press, Phoenix.

14. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. A. Handbook for Practice on a Scientific Basis. Medplan Scientific Publishers* CRC Press., pp105.

15. **Stahl, y E. Gerard D. Lebensm Z.** 1983. *Unters. Forch.* 176.

ANGELICA

Nombre científico: *Angelica archangelica L.*

Nombres comunes: *"hierba de espíritu santo", "raíz de Angelica", "hierba de los Angeles".*

Familia: Apiaceae (Umbelliferae)

Características: hierba bianual de 80 cm a 2 m de alto[1,2], con raíces gruesas fusiformes y carnosas de color pardo grisáceo. Tallo ramificado y erguido, hueco en su interior. Las hojas compuestas bi o tripartidas, con un peciolo grueso y carnoso hacia la base[2]. Las umbelas dispuestas en umbelas de otro orden, formadas por abundantes flores verdosas. Los frutos se componen de dos partes unidas, cada una tiene una prolongación lateral que forma un ala[2].

Distribución: de Europa, Asía y Afríca[2]. En México se localiza en Nuevo León.

Floración: en abril (primavera), pero se puede retrazar de mayo a junio Sus frutos maduran en verano; crece espontáneamente en regiones altas, en terrenos áridos y secos y no requiere demasiada humedad; también se cultiva en jardines.

Composición o ensayo químico: toda la planta desprende un aroma característico, presenta aceites esenciales[3,4] incoloro o amarillo palido que se vuelve marrón al envejecer, con una nota corporal herbácea y terrosa. El aceite de semilla en incoloro con una nota más fresca y especiada. Combina con los aceites de pachulí, opopanax, kostos, salvia romana, vetiver, *Evernia prunastri* y los cítricos[4]. Contiene ácidos orgánicos entre ellos el ácido angélico, sustancias amargas, taninos, monoterpenos como principales α-pineno, α,β felandreno[5,6] un éster de los ácidos metiletilacético y oxipentadecílico, β-terebangeleno, sesquiterpenos como él β-bisaboleno, bisabolol, β-cariofileno y compuestos macrocíclicos como lactonas, tri, penta, heptadecanólidos y 12-metil tridecanólido; además otros compuestos furanocumarinas como bergapteno, ombeliprenina, isoimperatorina, xantotoxina, angelicina, arcangelicina (Kwannina) umbeliferona y el cro-

mona pencenin, 7-metil éter[5,7,8]. Cumarinas como umbeliferona[9], ácidos fenol-carboxílicos, la flavona, archangelenona y algunos esteroles[3,4].

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo (antiespasmódico, tónico, carminativo, estomacal, eupéptico), sistema muscular (antirreumático), antimicrobiano, anticeptico, expectorante como diurético y emenagogo[4].

Usos: las hojas se emplean en tisana, en té se agrega 1.5 g por tasa de agua caliente de los frutos o raíces. El aceite esencial extraído de la raíz es reconstituyente y tónica que provoca aversión contra el alcohol, se emplea también en dispépcias, anorexias y como antiulceroso[10]. La esencia se utiliza de manera externa en fricciones contra reumatismo y artritis[11,12]. Se emplea también para el retraso menstrual[13]; como uso popular en susto o espanto[7]. Los frutos se utilizan como condimento en la cocina[2] y en la fabricación de licores[14].

Análisis por cromatografía en capa fina: se trata por separado con eluentes y compuestos de referencia diferentes[3].

- **Solución problema:** 3 g de planta molida se extrae con 30 mL de éter etílico, se filtra y el extracto se guarda para su aplicación, posteriormente se extrae con 30 mL de metanol por 30 min, se filtra y concentra a presión reducida a un volumen de 9 mL para su aplicación.
- **Solución de referencia:** 10 µL de felandreno y 10 µL de pineno se disuelven en 3 mL de tolueno. Así mismo se disuelven 5 mg de umbeliferona en 20 mL de metanol, para su aplicación.
- **Aplicación:** 10 µL de la solución de referencia y de los compuestos terpenos, se aplican a 2 cm del borde del cromatofolio o placa respectiva de sílica gel G F_{254} y en otra placa se aplica 15 µL del compuesto de la coumarina (umbeliferona) y se deja correr 10 cm.
- **Sistema de Solventes:** en cámaras separadas se preparan los siguientes eluentes.
  a) Tolueno:acetato de etilo relación (9:1).
  b) Eter etílico: tolueno relación (1:1), saturado con 12% de ácido acético acuoso al 5%.
- **Revelado:** se observan con UV a 365 nm, se marcan y comparan las manchas observadas, previamente se rocia con una solución de amoniaco-metanol (20:80) a 25-27°C[4]. También se revela rociando finamente con anisaldehído y se seca a 110°C por 3 min se marcan y comparan las manchas.

Bibliografía

1. **Atlas Ilustrado de las Hierbas** y Plantas Aromáticas, Medicinales y Culinarias. Editorial Susaeta, S.A.
2. **Font Quer, P.** 1980. Plantas Medicinales: *El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A., p 502.
3. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*. Medpharm. Scientific Publishers CRC Press. p. 70.
4. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de aceites escenciales. Guía complete del uso de aceites esenciales en aromaterapia y fitoterapia.* Edicines Tikal.
5. **Harkar, S. y Radzan T. K.** 1984. *Fitochemistry*, 23. 419.
6. **Hethelyl, I.** *et al.* 1985. *Herb. Hung*. 24. 149.
7. **Harmala, P.** *et al.* 1992. *Phitochem. Anal.* 3. 42.
8. **Gautier**, *et al*. 1987. *Pharm. Weekbl* (*Sa. ed.*). 9. 234.
9. **Sun, H. and Jakupovie J.** 1986. *Pharmazie*. 41. 888P.

10. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales*. Editorial EVEREST S.A. p. 87-114.

11. Plantas medicinales. 1990. Plantas Medicinales. Selecciones del Reader's Digest, México, S.A., p. 21, 86, 403.

12. **Rodríguez, R. M., R. L. López G. y J. C. Casas B.** 2002. *Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud:* Disponibilidad y Uso. Acta Farm. Bonaerense. 21 (3): 213-7.

13. **Volák, J. y Stodola, J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales*. SUSAETA, S.A., p. 73.

14. **Anne, Iburg.** 2007. *Lexicón de los remedios ed. Iberlibro*. Barcelona España.

Imagen tomada de: *http://www.awl.ch/*

ANÍS

Nombre científico: *Pimpinella anisum L.*

Nombres comunes: *"simiente verde", "hierba dulce" "pimpinela", "anís", "anís verde", "mbaj inix (Huave).*

Familia: Apiaceae (Umbellifeae)

Características: hierba de 35 a 60 cm de alto[1], de raíz fusiforme. El tallo redondo y estriado, se ramifica en la parte superior[2]. Las hojas inferiores son pecioladas, redondeadas, dentadas y truncadas en su base; las del centro son trilobuladas y en la parte superior partidas, bi y tripinadas. Las flores forman umbelas de 7 a 15 radios, de color blanco con una sola bráctea o carente de ella[3]. El fruto es ovoide, cubierto de una película azulosa; es rugozo y con pubescencia. Las semillas son aromáticas[4].

Distribución: es una especie del cercano oriente y se cultiva en Europa en la zona mediterránea, existen así mismo cultivadas en América[2], se cultiva también en Chile y otros paises del centro-américa[3]. En México se cultiva[1] en los estados de Michoacán, Nuevo León, Oaxaca y Veracruz.

Floración: en verano, crece aisladamente, en su estado cimarrón. Actualmente es una planta de cultivo y crece en lugares húmedos y cálidos[1,2].

Composición o ensayo químico: principalmente los frutos o semillas desprenden agradable aroma, se separan entre 1.5 a 5% de aceites esenciales compuestos por un 80% de anetol, principalmente así como estragol, carburos terpénicos, anisaldehído, himacaleno, metil cavicol, 2-metil de 4-metoxi-2-(1-propenil)-fenol, aceites, grasas, colina, azúcares, proteínas y ácido málico[4].

Propiedades terapéuticas: aparato urinario (diurético)[5], aparato digestivo (estomacal, carminativo), aparato respiratorio (expectorante, balsámico), sistema nervioso (estimulante). Sisterma reproductor (galactógeno)[6].

Usos: los frutos o semillas se preparan en té, como esencia o tónico, como espectorante en la secreción bronquial, como carminativo en cólicos y flatulencias, mejora la digestión[7,8], además de emplearse como condimento por un rico sabor a orozuz, es muy apreciado en la cocina y para la preparación de licores, repostería y dulces[9,10,11].

Análisis por cromatografía en capa fina: se usa sílica gel GF_{254} como soporte fijo[12].

- **Solución problema:** 0.1g de anís molido se agita por 15 min con 2 mL de diclorometano, filtrar el extracto y eliminar el solvente a menos de 60°C; se redisuelve con 0.5 mL de tolueno para su aplicación.
- **Solución de referencia:** se toman 3 µL de anetol y 40 µL de aceite de olivo y se disuelven en 1mL de tolueno.
- **Aplicación:** en la placa se colocan en distintos carriles 2 a 3 µL de la solución problema y 2 o 3 µL en otros carriles de la solución de referencia a dos centímetros del borde de la placa.
- **Sistema de Solventes:** se utiliza cloruro de metileno y tolueno, con una relación (7:3).
- **Revelado:** rociar finamente la placa con reactivo de ácido fosfomolibdico en etanol, seguido de un calentamiento a 110°C por 3 min para comparar los corrimientos. En la revisión con luz UV a 254 nm, las manchas de la solución problema aparecen obscuras en el centro, parte correspondiente al anetol[6].

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. *Fondo de Cultura Económica*. p.59.
2. **Berdonces, J. L.** 2001. *Especias y Plantas Aromáticas*. Editorial Oceano, S.A. p.264.
3. **Barnes, J. Anderson, L. A. y Phillipson J. D.** 2007. *Herbal Medicines*. Third Edition, p.118.
4. **Font Quer, P.** 1980. Plantas Medicinales: *El Dioscórides Renovado*, Editorial Labor S.A. p.493.
5. Plantas medicinales. Plantas Medicinales. *Selecciones del Reader's Digest*, México, S.A. pp.60, 68, 114, 180,350.
6. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. Medpharm. Scientific Publishers CRC Press.* p.70.
7. **Castleman, M.** 1994. *The Healing Herbs. Ed. Rodale Press.Inc.Emmaus PA. USA.* pp. 96-99,389, 399.
8. **Lewis, W. H. y Elvin-Lewis, M. P.** 1977. *Medical botany; plant effecting man´s health. USA.* p.515.
9. **Rodríguez, R. M., López, R. L. y Casas, B J. C.** 2002. *Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud: Disponibilidad y Uso.* Acta Farm. Bonaerense. 21 (3). pp.213-7.
10. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de aceites escenciales. Guía complete del uso deaceites esenciales en aromaterapia y fitoterapia.* Edicines Tikal. p.196.
11. **Guerin, H. P. Rastoin S. Guyot A. Thiebaut P.** 1980. *Le Balcon Medicinal*. Editions Stock/Opera Mundi. Paris. pp. 33, 57, 152.
12. **Dzido, T.H. Tuzimski T.** 2008. *Chambers, Sample Application and Chromatogram Development. In: Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.Waksmundzka-Hajnos M. Sherma J. y Kowalska T.* (*eds.*). CRC Press: Boca Ratón, Florida. pp. 119-168.

Imagen tomada de: *http://www.tukuenda.net/*

ARTEMISA

Nombre científico: *Artemisia vulgaris L.*

Nombres comunes: *"sisim "(lengua maya),"hierba de San Juan, "H. de los Cien Gustos", "corona de San Juan artemisa".*

Familia*:* Asteraceae (Compositae)

Características: planta herbácea de 70 y 95 cm de altura, de rizoma grueso y leñoso, con tallos herbáceos, rojizos, estriados, erguidos, y ramificados en su ápice, hojas diseccionadas de color verde en la parte superior y blanquecinas por la parte inferior, son pecioladas y partidas, son dentadas y lanceoladas, de flores color amarillo-verduzcas, tiene brácteas con pubescencia y forman cabezuelas acampanadas, que completan un ramillete terminal con bracteas y hojas entremezcladas[1,2].

Distribución: origen asiático. Especie ampliamente distribuida en Europa central y meridional, en México se encuentra sobre bordes de caminos y terrenos baldíos[3].

Floración: en verano, Julio y Agosto.

Composición o ensayo químico: contiene aceites esenciales[4] como la tuyona, (linalol), 1,8-cineol, alcanfor, 4-terpineol, borneol, un azuleno que la colorea de azul-verde, α-cadinol, espatulenol, vulgarin (tauremisina), psilostacyina y psilostacyina C[5], adenina, colina, algunos otros monoterpenos[6] y sesquiterpenos, eudesmano y sus derivados[7] y sesquiterpenolactonas. Algunos flavonolglucósidos como: quercetin 3-o-glucósido y 3-o-ramnoglucósido (rutina)[5], algunas cumarinas

como aesculetina, aesculina, escopoletina, coumarina y 6-metoxi-7,8-metilen-dioxicoumarina[9]; sitosterol y stigmasterol[10]. Combina bien con los aceites de pachuli, romero, lavandín pino, salvia romana y cedrol[3].

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo (antihelmítico, tónico, aperitivo astringente y antibacteriano)[6], sistema endócrino (atiespasmodico) aromático, regulador de la menstruación (emenagoga), carminativo, tónico estimulante (uterino y de la matríz), vermífugo[3].

Usos: contra dolores abdominales propios del ciclo menstrual, además de provocarlo, la raíz reducida a polvo se usó en algún tiempo contra la epilepsia, las amenorreas y dismenorreas[11]. Se emplean hojas, flores y raíz por separado; se puede utilizar como insecticida. Tiene un uso limitado en la preparación de licores y aperitivos caseros por la presencia de tuyona[12], se emplea como aromatizante en carnes de todo tipo y para condimentar sopas y ensaladas[12].

Grado de Toxicidad: contraindicada en el embarazo, el aceite o esencia tiene un marcado efecto congestionante uterino, con acción abortificante[3,12]. Se cree que en exceso puede dar lugar a convulsiones.

Análisis por cromatografía en capa fina: se utiliza silica gel G F_{254}.

- **Solución problema:** se toman 0.5 mL de aceite esencial y se disuelven con 10 mL de tolueno, de estos, se toman 1 mL y se disuelve en 5 mL de cloruro de metileno para su aplicación en la placa[13].
- **Solución de referencia:** se toman 10 µL de alcamfor, 15 µL de borneol y 10 µL de linalol, se disuelven por separado con 3 mL de tolueno, de estos, se toman 1 mL de cada uno y se mezclan.
- **Aplicación:** para su aplicación, se toman 10 µL de cada una de las soluciones preparadas anteriormente, y se colocan en cada uno de los carriles especificos de las muestras, a 2 cm del borde de la placa.
- **Sistema de solventes:** se mezclan cloroformo acetona, con una relación (8:2), se colocan en la cámara y se satura esta antes de correr la placa. Se deja que corra 15 cm a partir del punto de aplicación.
- **Revelado:** una vez corrida y seca la aplicación, se puede observar la placa con luz UV y se marcan las manchas, posteriormente se rocia finamente con reactivo de anisaldehído al 5% en etanol y se seca durante 5 min, sobre 105ºC y se comparan las manchas con ambos métodos.

Bibliografía

1. **Tropico Mo.** Base de datos del Missouri Botanical Garden. *http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx.*
2. **Font Quer, P.** 1980. Plantas Medicinales: *El Dioscórides Renovado*, Editorial Labor S.A. p.815.
3. Atlas Ilustrado de las Hierbas y Plantas Aromáticas, Medicinales y Culinarias. Susaeta Ediciones, S.A. p.65.
4. **Nano, G. M. Bicchi, C. Frattini, C. y Gallino, M.** 1976. *Planta Med*. 30. p.211.
5. **Stephanovic, M. Jokic, A. y Behbud, A.** 1974. *Glas Hem Drus* (Beograd) 37. 463 (1972); C.A. 80 80080.
6. **Naef-Muellr, R. Pickenhagen W. y Wilhalm B.** 1981. *Helv. Chim.* Acta. 64. p.1424.
7. **Marco, J. A. Sanz, J. F. y Del Hierro P.** 1991. *Phytochemistry* 30, 2403.
8. **Hoffman, B. y Hermann K. Lebensm Z.** 1982. *Unters Forsch*. 174. 211.
9. **Murray, R. D. H. y Stephanovic.** 1986. *J. Nat. Prod.* 49, 550.
10. **Kundu, S. K. Chatterjee A. y Rao A. S.** 1968. *Autr. J. Chem.* 21, 1931.

11. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and hytopharmaceuticals*. Medpharm.Scientific Publishers, CRC. Press. p. 88.

12. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de aceites escenciales. Guía completa del uso de aceites en aromaterapia y fitoterapia*. Edicines Tikal. P.92.

13. **Wallnofer, B. Hofer O. y Greger H.** 1989. Phytochemistry. 28, 2687. *Imagen tomada de: https://www.google.com.mx*

Imagen tomada de: *https://www.google.com.mx*

AZAFRÁN

Nombre científico: *Crocus sativus L. "azafrán amarillo", "azafrán croco", "azafran verdadero".*

Familia: Iridáceae

Nombres comunes: Crocus sativus L.

Características: hierba pequeña (con bulbo), presenta un tubérculo radicular, de donde surgen estrechas hojas lineares de color verde, con nervaduras centrales más claras[1,2]. Las flores son de color lila, tubulares con 6 segmentos y 3 estambres, el estilo con 3 estigmas largos y naranjas[3,4]. Los estigmas producen materia colorante.

Distribución: Europa, Asia, Irán, Grecia y Francia, rara vez se ve en México.

Floración: entre septiembre y noviembre, el azafrán se multiplica por bulbos hijos 2 o 3 casa año, en la cosecha se recolectan los estigmas como especie perfumada, además de pigmentos y planta medicinal[1].

Origen: se cree que es originaria de Irán, concretamente de los campos y llanuras de Alvand, en las montañas de Zagros. Existen 6 o 7 plantas diversas que reciben el nombre pero el más importante es el *Crocus sativus*, o azafrán verdadero, o azafrán oficinal[2,3], en México no se cultiva.

Composición o ensayo químico: contiene un aceite esencial conocido como safranal, safranol, oxisafranol, cineol, terpineol y pineno además de compuestos colorantes como el β-caroteno, licopeno y derivados ácidos como la crocetina y crocina[4] (ester de una osa (crocetina di-β-D-gentiobiosilester)[5] y de un ácido caroténico de C_{20}), croceínan, metil crocetina, zeaxantina licopeno, kaempferol miricetina xantofila. Además de otros compuestos a partir del aglicon de picrocrocina[3] del cual se obtiene el 4-Hydroxy-β-ciclocitral y D-glucosa, por el desdoblamiento e hidrólisis durante el proceso de secado, y por perdida de agua llega a formar el safranal, principal componente del aceite esencial del azafrán y responsable de su aroma[6,7].

Propiedades terapéuticas: sistema nervioso (sedativo suave), aparato digestivo (antiespasmódico), sistema respiratorio, digestivo (contra diarreas), se usa contra la artritis, la decocción de las hojas es buena contra la fiebre y como cataplasma sirve para hemorragias, ulceras, lavar heridas leves y rosaduras[8].

Usos: se emplea comúnmente en la cocina como condimento[3], siendo una excelente especie culinaria para salsas, sopas y ensaladas[9]. En la industria se emplea como agente colorante, en licores, cosméticos y medicina.

Análisis por cromatografía en capa fina: el análisis se efectúa para determinar los componentes de aceite esencial[5,10,11] de la siguiente manera:

- **Solución problema:** 1g de planta molida se agita con 10 mL de diclorometano por 2 a 3 min, se filtra y se reduce a la mitad del volumen por calentamento a baño María. Se tapa para que no se descomponga el extracto.
- **Solución de referencia:** 50 µL de safranal se disuelven en 10 mL de tolueno, para su aplicación.
- **Aplicación:** 30 µL de la solución problema y 10 µL de la solución de referencia, se aplican a 2 cm del borde de la placa respectiva de sílica gel G_{F254}.
- **Sistema de Solventes:** la cámara se satura con diclorometano: acetona (9:1v/v) y se deja que corran 10 cm en la placa.
- **Revelado:** la placa del problema se rocía finamente con reactivo de anisaldehído; para evaluarse se calienta a 105°C por 3 min y se compara con la placa de referencia que también se rocía finamente con reactivo de anisaldehído calentandose por 3 min a 105°C y se comparan las manchas. Con otra aplicación en placas limpias una vez corrida la muestra, se observan en la luz UV a 365 nm, se marcan y se compara. Ambas manchas deben dar Rf similar, con igual o diferentes tonalidades.

Bibliografía

1. **Tropicos Mo.** Base de datos del Missouri Botanical Garden. *http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx*.
2. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica.* 1247 pp.
3. **Volák, J. y Stodola, J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales*. SUSAETA, S.A. p. 133.
4. Planta del Azafrán. *http://www.botanical-online.com/azafran_planta.htm*
5. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*. Medpharm. Scientific Publishers CRC Press. p.167.
6. **Álvarez, J. M. y Mallor, C.** 2013. *http://azafrandelpirineo.es/wp-content/uploads/2013/12/Pincha-aqu%C3%AD-para-descargar-el-PDF.pdf*

7. **Álvarez, J. M. y Mallor, C.** 2009. *Evaluación de parametros de calidad del azafrán de Jiloca* (Teruel). INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. 105 Nº 1 (61-66).

8. **Berdonces, J. L.** 2001. *Especias y Plantas Aromáticas*. Editorial Oceano, S.A., p.185.

9. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales*. Editorial EVEREST S.A., p. 169, 411, 420.

10. Aplicación de las técnicas cromatográficas al análisis químico de los Bienes Culturales *www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/download/686/686*

11. **Wagner, H. Bladt, S. y Zgainski E. M.** 1984. *Plant Drug Analysis. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio,* p. 275.

Imagen tomada de: *http://www.luontoportti.com/suomi/es/*

CALAMO AROMÁTICO

Nombre científico: *Acorus calamus L.*

Nombres comunes: *"acoro verdadero", "acoro dulce", "lirio dulce", "lirio de raíz", "calomel dulce".*

Familia: Araceae

Características: hierba semiacuática, con un rizoma rastrero, aromático de color naranja pálido, escamoso[1,2]. Las hojas son lineares hasta de 2 m de largo, con nervaduras rectas y paralelas. Las diminutas flores nacen en un espádice lateral, amarillo-verdoso. Los frutos son bayas gelatinosas[3].

Distribución: Canadá, India, Ceylan e islas Célebes. En México se extiende de Guerrero y centro, hasta Coahuila y Tamaulipas.

Floración: en verano.

Ensayo de Compuestos Químicos: contiene aceites esenciales[4] entre 1.5-3.5% de β-asarona, según las variedades, que consisten también de sesquiterpenos cis-isoasarona, que varia con la poliploidía, eugenol (0.3%) y geraniol, cineol, aldehído asarílico, éster metílico del isoeugenol (1%), calameno (4%)[2] y sesquiterpenos selinánicos (acalamona, calamenol etc.)[2] sesquiterpencetonas. Predominando otros compuestos como aldehído azarílico y sesquiterpenos miscibles con tolueno y fenilpropano, vitaminas, minerales, proteínas, glucósidos amargos conocidos como aconina, acorina y acoretina, alcaloides (calamina), taninos, aminas, ácido palmítico y acorico, mucílagos y fecula[2,5].

Propiedades terapéuticas: sistema muscular, sistema nervioso (estimulante, aromático), sistema digestivo (estomacal carminativo y rubefaciente), espasmolítico y diaforético[4,5]. Mal empleada presenta alta toxicidad relacionada principalmente a la β-asarona[5,6].

Usos: se emplea como aceite esencial (acuoso) o como extracto alcohólico (tintura), en medicina popular como ungüento para las dolencias de tipo reumático, en dipepsia atónica y en cólicos intestinales[7], contra la fatiga, el dolor de muelas, el dolor de cabeza y asma[8]. El rizoma masticado por indígenas crees en el noreste de Canadá se utiliza para obtener efectos alucinantes. Las variedades asiáticas producen tumores cancerosos en ratas, de acuerdo a resultados reflejados en estudios fisiológicos, por lo que se considera peligrosa. Con los derivados de fenil-propano se ha mostrado un efecto carcinogenico con animales, según Stahl y Keller, (1981)[9] recomiendan la selección de variedades para uso farmacéutico. Es considerada como una hierba insegura[5], el uso del rizoma y sus derivados se prohíben en la alimentación humana registrado por la (FDA).

Aplicación: se puede tomar en té tibio (no más de 3 g de rizoma por taza de agua). En una taza de agua hirviendo se vierte sobre unos 3 g de rizoma, se deja reposar 15 min y se toma tibio.

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** una vez extraído el aceite se prepara una solución problema con 0.5 mL del aceite extraido, en 10 mL de tolueno[6,10].
- **Solución de referencia:** se prepara mezclando 15 µL de cis-isoasarona y 10 µL de eugenol, con 5 y 10 mL de tolueno respectivamente. Las muestras anteriores se colocan en la placa de cromatografia de capa fina, marcando cada una como sigue:

  a) 5 µL de la solución problema
  b) 3 µL de la solución de referencia

- **Sistema de solventes:** se usa una mezcla de tolueno más acetato de etilo (93:7 v/v) y/o (97:7 v/v).
- **Revelado:** se puede detectar directamente primero con luz UV corta y comparar las manchas, observadas, rocíando la placa con una solución de ácido sulfúrico concentrado en etanol al 5%, seguido de un rocío fino con una solución de vainillina en etanol al 1%. Posteriormente calentar la placa a 110°C entre 5 min para su observación, y comparar entre una y otra detección. La solución problema presenta una buena mancha de β-asarona y presencia de eugenol.

Bibliografía

1. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinale*s. Editorial EVEREST S.A. pp. 169, 411, 420.
2. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones*. Editorial Oceano. p.264.
3. **Tropicos Mo.** Base de datos del Missouri Botanical Garden. *http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx*
4. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal. p.76.
5. **Barnes, J. Anderson, L: A. Phillipson, J. D.** 2007. *Herbal Medicines.* Third Edition. p.118.
6. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. Medpharm. Scientific Publishers CRC Press.* p.70.
7. **Plantas Medicinales:** *Virtudes Insospechadas de Plantas Conocidas, Selecciones Reader's Digest.* Mexico S.A.de C.V. p.137, 239, 401.

8. **Rodríguez, R. M., R. L. López G. y J. C. Casas B.** 2002. *Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud: Disponibilidad y Uso.* Acta Farm. Bonaerense. 21 (3): 213-7.

9. **Kellr, K. and Stahl E.** 1981. *Planta Med.* 43, 128.

10. **Wagner, H. Bladt, S. y Zgainski, E. M.** 1984. *Plant Drug Analysis. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. New York. Tokio.* p.24.

CEMPAZÚCHIL

Nombre científico: *Tagetes erecta L.*

Nombres comunes: *"cempalxóchitl", cempasúcil", "flor de muerto", "zempoal", "tiscoque", (Totonaco), "cempoaxxochitl". (Náhuatl).*

Familia: Asteraceae (Compositae)

Características: hierba de 0.5 a 1.8 m de alto, de olor penetrante[1,2] Su tallo es estriado, glabro o pubescente. Las hojas son compuestas, opuestas en la parte inferior, alternas en la parte superior, con 11 a 17 folíolos, lanceolados o linear lanceolados, agudos o acuminados, con bordes aserrados a subenteros. Las flores son grandes, dispuestas en cabezuelas terminales, consisten de 150 a 250 florecillas del disco y de 5 a 8 flores liguladas de color amarilllo, naranjas o de color rojizo[3]. El fruto es un aquenio de 7 a 10 mm de largo[4].

Distribución: especie probablemente nativa de México[4,5,6], se cultiva en algunos estados como Aguscalientes, Campeche, Chiapas, Coahuila, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Valle de México, Veracruz, Yucatán y Zacatecas entre otros. Se cultiva también en la cuenca del Mediterráneo, sur de Europa y Estados Unidos. Es una planta silvestre en Mesoamérica[7,8].

Floración: se colecta toda la planta en otoño, aproximadamente en octubre y noviembre[4], para veneración de día de Muertos[5], Las cabezuelas florales deben cultivarse cuando hayan abierto completamente[6].

Composición o ensayo químico: los brotes contienen algunos monoterpenos[4] como la cinerina, jazmolina[6], piretrina; en hojas geraniol[9], d-limoneno, linalool, acetato de linalil[10], tagetona, nona-1-al[11]; en las flores el mentol, o-ocimeno, β y α-pineno; ácidos orgánicos[4].

Propiedades terapéuticas: antibacterial sistema endócrino (emenagogas), Sistema digestivo (antihelmítico), febrífugo.

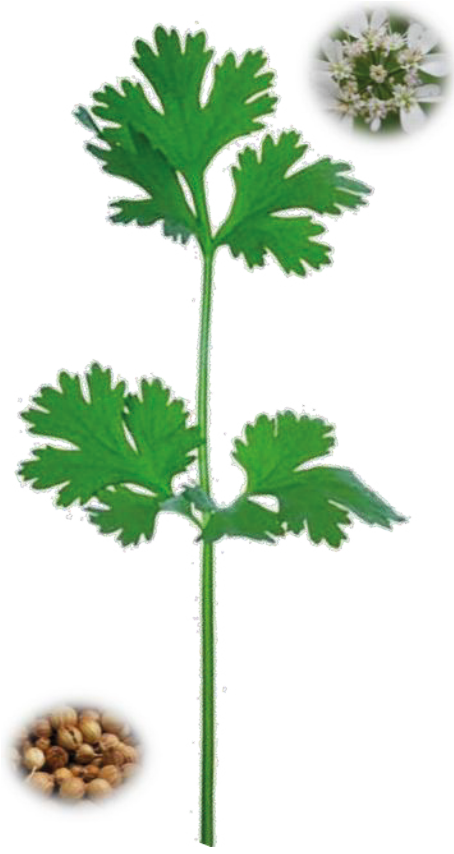
Usos: se emplea el té para molestias de empacho y cólicos, utilizando 1 g de la planta en una tasa con agua hervida[12], se usa contra la inflamación de vientre y estómago. Para lavados intestinales[13]. Las hojas machacadas y tomadas con agua o vino provocan flujos menstruales, orina y sudor[14].

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 1 g de planta se muele y se extrae a reflujo, con una mezcla de 20 mL de éter etílico y 5 mL de dicloro metano por 10 min. Enseguida se elimina la mitad de solvente por baño maría.
- **Solución de referencia:** se disuelven por separado, de 0.1 mL de cinerina, geraniol jazmolina y linalol con 5 mL de tolueno o dicloro metano, para su aplicación[15].
- **Aplicación:** se toman 10 µL de cada una de las soluciones problema y de referencia y se aplican en placas de sílica gel G, a dos centímetros del borde de la misma.
- **Sistema de Solventes:** se mezclan acetona: tolueno (6:4 v/v) se deja correr 15 cm.
- **Revelado:** una vez seca la placa se rocía finamente con reactivo de anisaldehído al 5% en etanol y se secan a 105ºC por 3 min, para su comparación con placa sin anisaldehído.

Bibliografía

1. **Farmacopea Herbolaria** de los Estados Unidos Mexicanos 2010. Con fundamento en el numeral 4.11.1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SSA1.
2. **BADEPLAM**. Base de datos Etnobotánicos de las Plantas Mexicanas. Consulta de ejemplares del Herbario Nacional. *http://www.ib.unam.mx/botanica/herbario/*
3. **Rzedowski, G. C. y J. Rzedowski** 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional del Bajío, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
4. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano., p.268.
5. **Martínez, M.** 1959. *Plantas Úiles de la Flora Mexicana.* Ed. Botas México., p. 146.
6. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. 1247 pp.
7. **Tropicos Mo.** Base de datos del Missouri Botanical Garden. *http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx*
8. **Malezas de México** *http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm*
9. **Baslas, R. K.** *et al*. 1980. *Indian Perfum.* 24, 163.
10. **Baslas, R. K.** *et al.* 1981. *J. Indian Chem. Soc.* 58, 104.
11. **Kamal, R.** 1977. *Patente India* 142, 643.
12. **Meckes-Lozoya, M.** *et al.* 1993. *Fitoterapia.* 64, 1, 35.
13. **Khanna, P.** *et al.* 1976, *Indian J. Exp. Biol.,* 14, 630.
14. **Saxena, R. C.** *et al.* 1992. *Indian J. Med. Res.* 95, 4, 204.
15. **Mata, R., Calzada F., Díaz E. y Toscano R. A.** 1990. *Chemical Studies on Mexican Plants Used in Traditional Medicine, XV. Sesquiterpene Evoninoate Alkaloids from Hippocratea excelsa. J. Nat. Prod.,* 53 (5), 1212-1219.



CILANTRO

Nombre científico: *Coriandrum sativum L.*

Nombres comunes: *"culantro", "parsley", cilantro de zopilote", "kulantro" (Huasteco).*

Familia: Apiaceae (Umbelliferae)

Características: hierba de olor fuerte, de 20 a 80 cm de alto. El tallo es liso y ramificado[1]. Las hojas compuestas, pecioladas, las inferiores ovadas en contorno general, en las superiores los foliolos son flabeliformes[2]. Las umbelas tienen pedúnculos largos, las flores son de color rosa o blanco[3]. Los frutos de 2 mm, son esféricos, glabros de color paja o pardos, de olor picante al madurar[4].

Distribución: Mediterráneo y norte de África[3,4], es cultivada en Marruecos, URSS, Rumania, Bulgaria, Turquía y Norteamérica. Los primeros españoles que llegaron a México lo llevaron entre sus más preciadas posesiones. En México se cultiva en Chihuahua, el Estado de México, Puebla, San Luis Potosí, Tamulipas, Veracruz y Yucatán[1].

Floración: anualmente en junio, julio y agosto (primavera-verano), como planta de cultivo[1,2,3,5].

Composición o ensayo químico: líquido de incoloro a amarillo pálido, con una fragancia dulce, a especiada amaderada y algo almizclada. Combina bien con los aceites de salvia romana, jazmín, bergamota, nerolí petitgrain, madera de sándalo, citronela, cipres, pino, canela, jengibre y otros aceites especiados[6].

Principios activos: se le conocen el conriandrol (linalol)[3], cineol, borneol, linalol, algunos otros monoterpenos, α-Pineno, limoneno, p-cimeno[4]. Otros como: alcanfor, geraniol y acetato de geranil[4]. Ácido acético, taninos, vitamina C[7], citosterina, proteínas y aceite graso[8].

Propiedades terapéuticas: sistema circulatorio, sistema digestivo (tónico estomacal, carminativo, gastrico), depurativo de la sangre, aparato respiratorio (contra la tos) y trastornos biliares, analgésico, afrodisiaco, bactericida, citotóxico, fungicida, larvicida, estimulante (cardiaco, circulatorio y del sistema nervioso[6,7,8].

Usos: 1 cucharada de las semillas ligeramente machacadas, se utilizan en una taza con agua recién hervida en infusion durante 5 minutos, en las diversas afecciones, de tres cucharaditas en un cuarto de litro de agua, calentadas y reposadas unos 10 min[3,6,9,10]. Empleado como condimento, siendo uno de los componentes del curry para aderezar con los platos de verduras, hortalizas y legumbres. Se relaciona con asociaciones místicas: los chinos creen que está dotado del poder de la inmortalidad, los judíos lo eligen para la Pascua Judía[11].

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución de referencia:** se disuelven 10 µL de linalol y 10 µL de alcanfor en 5 mL de tolueno[4,12,13].
- **Solución problema:** 20 µL de del extracto de aceite esencial se disuelven en 5 mL de tolueno.
- **Sistema de solventes:** se mezclan acetato de etilo: hexano, (7:3 v/v).
- **Aplicación de la muestra:** 10 µL de las soluciones de referencia y testigo, se colocan en cada uno de los carriles de la placa o cromatofolio de silica gel G F_{254}, a 2 cm del borde, y se deja correr 15 cm con el eluente.
- **Revelado:** la placa se puede observar con luz UV a 365 nm y se marcan las manchas que se observen para su comparación con las que se observen con el reactivo de anisaldehído[4] al rociar y secar, por 5 min a 105ºC. se marcan y se comparan.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. pp.1247.
2. **Reader's Digest.** 1990. *Plantas Medicinales.* Reader's Digest de México, S.A., p. 376, 390.
3. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones*. Editorial Oceano., p.360.
4. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. A handbook for practice on a scientific basis. Medpharm.* Scientific Publishers CRC Press. p.70.
5. **Tropicos Mo.** Base de datos del Missouri Botanical Garden. *http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx*
6. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal., p.127.
7. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.82.
8. **Font Quer, P.** 1980. Plantas Medicinales: *El Dioscórides Renovado*, Editorial Labor S.A., p 482.
9. **Guerin, H. P. Rastoin S. Guyot A. Thiebaut P.** 1980. *Le Balcon Medicinal.* Editions Stock/Opera Mundi. Paris. p. 33, 57, 152.

10. **Rodríguez, R. M., R. L. López G. y J. C. Casas B.** 2002. *Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud: Disponibilidad y Uso.* Acta Farm. Bonaerense. 21 (3): 213-7.

11. **Trease, G. E. Evans W. C.** 1988. *Tratado de Farmacognosia* Editorial Interamericana 12ª edición. p.98, 444.

12. **Wagner, H. Bladt, S. y Zgainski, E. M.** 1984. *Plant Drug Analysis. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. New York. Tokio.* p.24.

13. **Ceska, O.** 1988. *et al. Phytochemistry,* 27, 2083.

Imagen tomada de: ***http://waste.ideal.es/junipero.htm***

ENEBRO

Nombre científico: *Juniperus communis L.*

Nombres comunes: *"enebro mayor", "cade", "cada", "oxicedro".*

Familia: Cupressaceae / Coniferae.

Características: arbusto dioico, frondoso, perene que llega a tener una altura entre 3 y 6 m, con hojas laceoladas o lineares, provistas de una raya blanca en el envés. Tiene flores masculinas (se agrupan en ametos axilares) y femeninas (tripartidas) Los frutos son carnosos, oblongos de tipo drupa o bayas de color pardo castaño o negro-azulado cuando es maduro[1,2].

Distribución: sur de Europa, Francia, España, Yugoslavia, Alemania, norte de Africa e Iran y América[1,3].

Floración: en primavera.

Composición o ensayo químico: en fruto o drupa, su aroma es menos intenso y en la madera (partes leñosas), se obtiene por destilación una resina y ferruginol[1]. El aceite esencial es un líquido oleoso de color pardo rojizo oscuro. Olor empireumático; sabor aromático, amargo y acre. Está compuesto por sesquiterpenos como el α y β cadieno, canfeno, sabineno, limoneno, borneol, terpinen-4-ol, α y β-pineno, cariofileno, sabineno, mirceno, cineol, terpineno, acetato de terpenilo, alcanfor y epoxidihidrocariofileno[1,2,3,4].

Propiedades terapéuticas: se ha utilizado en molestias como artritis, hipertensión insuficiencia cardiaca congestiva, control en afecciones de gota y reuma son depurativas[1,6,7].

Usos: se utiliza el aceite esencial y las bayasde que pueden tomarse en decocción o infusión, en estractos o tinturas. Tiene propiedades diuréticas con tomas moderadas, aumenta la filtración glomerular, sus principios amargos le confieren actividad tónica y estomaca[9,10].

Moderadamente tóxico, se debe utilizar bajo contro médico y evitar su uso en la insuficiencia renal, en la cistitis, en la infancia o en el embarazo[1].

Análisis por cromatografía en capa fina: se usa sílica gel G como soporte fijo y como eluente diclorometano[2,11,12].

- **Solución problema:** 0.5 g del fruto-hoja frescos, se agitan con 5 mL de diclorometano por tres min, se filtra sobre una capa de sulfato de sodio anhidro y se aplica inmediatamente.
- **Solución de referencia:** se prepara con 1 mL de cineol y 4 mg de guaiazuleno disuelto en 10 mL de diclorometano.
- **Aplicación:** 20 µL de la solución problema y 10 µL de la solución de referencia se aplican por separado en una placa de sílica gel G, a 2 cm del borde y se deja correr aproximadamente 15 centimetros.
- **Revelado:** la placa se rocia o espraya de forma nebulosa, con reactivo de anisaldehído e inmediatamente colocados a 105°C por 5 min.
- **Detección:** la zona de las muestras de referencia presenta una coloración violeta para el cineol y naranja-café para guaiazuleno. Las zonas para las muestras problemas en la zona del cineol y rojo violeta en zona del guaiazuleno y de (mono y sesquiterpenos), entre estas dos zonas, como rojo o azul violeta.
- **Aplicaciones:** es antiparasitario, eczema crónico, psoriasis y antihelmítico. Se usa en ungüento de aceite compuesto y linimento jabonoso blando compuesto. En té se emplea de 2 a 3 de partes de hojas en agua hervida por 1 minuto y reposo de 10 min.

Bibliografía

1. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones*. Editorial Oceano., p.454.
2. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*. Medpharm.Scientific Publishers CRC. Press, p.283.
3. **Reader's Digest.** 1990. *Plantas Medicinales*. Reader's Digest de México, S.A., p. 376, 390.
4. **Bruneton, J.** 2001. Farmacognosia. *Fitoquímica, Plantas Medicinales.* Editorial Acribia., p.579.
5. **Atlas Ilustrado de las Hierbas** y Plantas Aromáticas, Medicinales y Culinarias. Susaeta Ediciones, S.A. p.101.
6. **Castleman, M.** 1994. *The Healing Herbs.* Ed. Rodale Press.Inc.Emmaus PA. USA., p. 96-99,389, 399.
7. **Kuklinski, C.** 2000. Farmacognosia. *Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural.* Editorial Omega., p.310.
8. **Braun, H. and Frohne D.** 1987. *Heilpflanzenlexikon furÄrzte un Apotheker*. Gustav Fischer, Stuttgart, New York.
9. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal. p.157.
10. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.82.
11. **Cretti, L.** 1986. *Guía Practica: Bayas y Frutos Silvestres.* Ed, Daimon., p. 2.
12. **Pachaly, P.** 1983. *Dünnschichtchromatographic in der Apotheke.* 2nd ed. Wissenschaftliche Verlag-sgesell-schaft m.b.H., Stuttgart.

Imagen tomada de:
http:www.bing.com/images/search?g=Lavandula+angustifolia+Mill.&FORM=HDRSC2

ESPLIEGO

Nombre científico: *Lavandula angustifolia Mill.*

Nombres comunes: *"flores de espliego".*

Familia: Lamiaceae (Labiatae)

Características: hierba de tallo erguido de 50 cm abundanete Las hojas lineares lanceoladas en su desarrollo se tornan de color verde grisáceo a verde oscuro. Espigas impares ininterrumpidas de flores, pequenas, bilabiadas, de color azul-violeta, agrupadas en forma de espigas terminales de 6 a 10 flores[1,2].

Distribución: crece espontáneamente en el oeste de la cuenca del Mediterráneo, en los jardines familiares y campos de cultivo mucho en zonas con piedras calcáreas. Los principales cultivadores son Francia Gran Bretaña, Australia, América de Norte y Rusia[2].

Floración: con frecuencia aparece plantada en los jardines y cultivada en los campos. Su florecimiento y cosecha es en verano, entre junio y julio[2,3].

Composición o ensayo químico: contiene de 0.5 a 3% de aceite esencial, que presenta acetato de linalino o linaloil, linalol, geraniol, limoneno, α-pineno[3], β-ocimeno, cineol, alcanfor, borneol[4], sesquiterpenos como el cariofileno y el isocariofileno en un 12 % cumarinas, taninos derivados del ácido rosmarínico, ácido ursólico, saponinas, heterósidos, cumarina, flavonoides[3] y fitosteroles.

Propiedades terapéuticas: sistema digestivo (antiespasmódico), sistema urinario (diurético), sistema muscular (antirreumático), sistema nervioso (sedante), aparato circulatorio (hipotensor), colagogo, espamolítico, contra migrañas, vértigo, asma, tos ferina, faringitis y lanringítis[3,5].

Usos: de agradable olor y sabor amargo, en té no más de 2 g de planta; de 50 a 60 flores se emplean para aplicación externa en baños y compresas; el aceite de espliego es una preparación antirreumática[6]. El mayor uso en la industria cosmética como aditivo perfumado, principal componente del agua de colonia (agua de lavanda), se dice que perfuma ropa y ahuyenta a las polillas, en jabón de tocador[3,5]. El modo de preparar el té, es agrgando dos cucharaditas llenas de flores, sobre una taza de agua hirviendo y se deja unos 10 a 15 minutos, se cuela y se enduza con miel (pero no en casos de dolor de estómago o vientre), se bebe lentamente a sorbos logrando una acción tranquilizante sobre los nervios hiperexitados[7,8].

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 0.5 g de la planta en polvo, se extrae en caliente con 5 mL de diclorometano, se filtra y se seca. El residuo se disuelve en 0.5 mL de acetato de etilo para su aplicación[1,9].
- **Solución de Referencia:** 0.01 mL de Linalool y 0.01 mL de acetato de Linaloil se disuelven en 5 mL de metanol y 2mL de ésta, se redisuelven en 5 mL de metanol para su aplicación.
- **Aplicación:** se aplican 20 µL de la solución problema y 10 µL de la solución de referencia en una placa de sílica gel GF_{254} y se colocan dentro de la cámara de corrimiento.
- **Sistema de solventes:** que se utiliza es diclorometano, se deja correr 10 cm, se saca por 5 min para que se seque y se deja correr nuevamente 10 cm.
- **Revelado:** la placa se rocía o se espraya finamente con reactivo de anisaldehído al 5% y se deja secar a 105°C por 5 min, para comparar su corrimiento y coloración de las manchas.

Bibliografía

1. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals.* Medpharm.Scientific Publishers CRC Press. p.292.
2. **Atlas Ilustrado de las Hierbas** y Plantas Aromáticas, Medicinales y Culinarias. Editorial Susaeta, S.A. p.108.
3. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi., p.168.
4. **Guenther, E.** 1947-1952. *The Essential Oils. Van Nostrand.* N. Y. Vol. III., p. 440.
5. **Trease, G. E. Evans W. C.** 1988. *Tratado de Farmacognosia* Editorial Interamericana 12ª edición. p.440.
6. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.82.
7. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales.* Editorial EVEREST S.A. pp179, 179.
8. **Tola, J. y Infiesta, E.** 2001 *"Las principales flores curativas de Europa y América".* Guía Natura, Ediciones Robin Book. Barcelona.
9. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press., pp456-480.

Fotografía tomada de:
http://snowbirdpix.com/images/sd/plants/jorgensen/lartrifr.jpg
http://snowbirdpix.com/habitats/sd_habitat_valleys.php

GOBERNADORA

Nombre científico: *Larrea divaricata subsp. tridentata (Sessé & Moc. Ex Dc.) Felger & Lowe.*

Nombre común: *"hediondilla", "falsa alcaparra", "háaxat", "maa xat" (Seri).*

Familia: Zygophyllaceae

Características: arbusto perennifolio de 1 a 2 m de alto, sus ramas poseen anillos negros en los nudos. La hojas estipuladas, opuestas, compuestas, encorvadas de 0.5 a 10 mm, brillantes, formadas por dos foliolos, de color verde oliva[1,2], cubiertos por una sustancia resinosa de olor penetrante[s]. Las flores son amarillas de 8 a 10 mm, con 5 petalos, 10 estambres.

Los frutos son globulares cubiertos por una densa capa de pelos blancos, las semillas son alargadas y un poco encorvadas. Toda la planta despide un olor penetrante y tiene un sabor amargo[3,4].

Distribución: crece en América del norte y México en los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Quéretaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas entre otros[3].

Floración: florece de enero a mayo y casi crece durante todo el año[2,4].

Composición o ensayo químico: como aceites esenciales se reportan monoterpenos[4,5]: camfeno, Δ-3-careno, limoneno, α,β-pineno; trazas de α-fencheno, β-ocimeno. Monoterpenos oxigenados[4,5,6]: borneol, acetato de bornilo, alcanfor, linalol; trazas de copeno, 2-rosaleno. Sesquiterpenos[7]: a-bergamoteno, calamoneno, cupareno, α-curcumeno, edulano, β-santaleno. Sesquiterpenos oxigenados[7]: α-agarofurano, β-eudesmol, γ-eudesmol, farnesol. Triterpenos como la larreagenina A, ácido larreíco[6,7]; otros compuestos como hidrocarburos aromáticos[5]: benzaldehido, acetato de bencilo,

butanoato de bencilo, *p*-cimeno, 1,2-dihidro-1,5,8-trimetil-naftaleno, benzoato de etilo, *o*-metil anisato, metil naftaleno[5,6]; ceras y ácidos grasos[8]. Esteroles: campesterol, β-sitosterol, Stigmasterol, colesterol[8,9,10,11]. Entre otros.

Los métodos analíticos que se han utilizado para la determinación de varios componentes de la gobernadora incluyen GLC, HPLC, y análisis de lignanos por espectrometría de masas[11,12,13].

Propiedades terapéuticas: sistema nervioso (antipalúdico), sistema digestivo, sistema de piel y anexos, sistema muscular, sistema urinario (diurético), sistema reproductor, sistema endócrino[14].

Usos: a escala doméstica como purgante, cicatrizante externo, antipalúdico, en fomento para las escoriaciones[2,4]; los baños y fricciones contra dolores reumáticos; disuelve cálculos renales y vesicales; es analgésico, antibacteriano (*E. coli*)[4] y relajante uterino, dismenorrea, cólicos menstruales[4]. Se ha usado durante el dolor de parto, en las dificultades de la respiración, el vértigo. La infusión tomada sirve contra la disuria y disuelve cálculos renales y vesicales[4]. Forma de prepararse, 1 g de las hojas se agrgan en agua hirbiendo y se deja en infusción durante 10 min, se toman 2 veces al día, dos veces a la semana.

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 1 g de hojas molidas se agitan o extraen con éter etílico a temperatura de ebullición en baño María, por reflujo, durante 15 min, se filtra y elimina el éter a temperatura ambiente; se redisuelve con tolueno o dicloro metano para su aplicación posterior[15].
- **Solución de referencia:** 0.5 mL de al menos 3 compuestos como canfeno, farnesol y linalol, se disuelven cada uno, en 5 mL de tolueno para su aplicación.
- **Aplicación:** se toman de 10 a 15 µL de las muestras problema y referencia para ser aplicadas a 2 cm del borde de la placa de sílica gel, en sus respectivos carriles marcados para su comparación.
- **Sistema de Solventes:** la cámara de corrimiento se satura con una mezcla de tolueno: cloroformo (1:1 v/v) y se deja correr apróximadamente 15 cm.
- **Revelado:** se puede emplear agentes cromógenos para los análisis de cromatografía en capa fina: solución de sulfato sérico 12 g en 350 g de hielo y 22 mL de H_2SO_4 se rocia finamente se seca y se observa con luz UV (254-365nm). Como revelador universal se emplea H_2SO_4 concentrado la placa una vez seca, es rocíada finamente y calentada por 5 min a 110ºC para su comparación.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.372.
2. **Plantas Medicinales** 1990. Virtudes Insospechadas de Plantas Conocidas, Selecciones Reader's Digest. Mexico S.A.de C.V. pp.137, 239, 401.
3. **Estrada, L. E.** 1985. *Jardín Botánico de plantas medicinales "Maximino Martínez".* Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. p.41.
4. **Mabry, T. J. Hunkiker, J. H. DiFeo, D. R.** 1977. *Creosote Bush: Biology and Chemestry of Larrea in New World Deserts.* Stroudsburg, PA: Dowden, Hutchinson & Ross.

5. **Bohnstedt, C.F. Mabry, T.J.** 1979. *The volatile constituents of the genus Larrea (Zygophyllaceae).* Rev. Latinoamer Quim 10: 128–131.

6. **Habermehl, G. Moeller, H.** 1974. *Isolation and structure of larreagenin A.* Justus Liebigs AnnChem vol: 169. p.175.

7. **Waller, C.W. y Gisvold, O.** 1945. *A phytochemical investigation of Larrea divaricata.* J Am Pharm Assoc. Sci Ed 34:78. Abstract.

8. **Habermehl, G, Christ, B.** 1974. *Die freiensteroide in Larrea divaricata.* Phytochem vol: 1293-1294.

9. **Konno, C. Martin, A. Ma, B-X. Lu, Z-Z. Xue, H-Z. Erdelmeier, C. Nuzzo, N.A. Soejarta, D.D. Cordell, G.A. Waller, D.P. Fong, H.H.S.** 1987. *Search for fertility regulating agents from Larrea tridentata.* Proceedings: The First Princess Chulabhorn Science Congress 1987, International Congress on Natural Products 2:328–337.

10. **Xue, H-Z. Lu, Z.Z. Konno, C. Soejarto, D.D. Cordell, G.A. Fong, H.H.S. Hodgson, W.** 1988. *3 Beta-(3,4-dihydroxycinnamoyl)-erythrodiol and 3 beta-(4-hydroxycinnamoyl)-erythrodiol from Larrea tridentata. Phytochemistry* 27: 233–235.

11. **Valentine, J. L. McKenzie, L. Kovarik, F.** 1984. *Gas chromatographic determination of nordihydroguaiaretic acid in Larrea divaricata.* Analycal Letters 17:1617-1626.

12. **González-Coloma, A. Wisdom, C.S. Undel, P.W.** 1988. *Ozone impact on the antioxidant nordihydroguaiaretic acid content in the external leaf resin of Larrea tridentata.* Biochem Syst Ecol 16:59-64.

13. **Obermeyer, W.R. Musser, S.M. Betz, J.M. Casey, R.E. Pohland, A.E. Page, S.W.** 1995. *Chemical studies of phytoestrogens and related compounds in dietary suplements: flax and chaparral.* Proc Soc Exp Biol Med 208: 6-12.

14. **Rodríguez, R. M. López, R. L y Casas J. C.** 2002. *Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud:* Disponibilidad y Uso. Acta Farm. Bonaerense. 21 (3): 213-7.

15. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press., pp.456-480.

Imagen tomada de: *http://www.luontoportti.com/suomi/images/11575.jpg*

HIERBA GATERA

Nombre científico: *Nepeta cataria L.*

Nombres comunes: *"nébeda", "toronjil de China", "menta de gato".*

Género: *Nepeta*

Familia: Lamiaceae (Labiatae)

Características: hierba de 0.5 a 1 m de altura. El tallo erguido, pubescente, estriado[1]. Las hojas opuestas, pecioladas, ovales o acorazonadas, con bordes dentados, pubescentes de color gris-verdoso[2,3].

Las flores dispuestas en verticilos cerrados, cáliz tubular, pubescente, con 5 segmentos triangulares, corola bilabiada con los pétalos de color blanco, rosadas o púrpura[3,4]. Los frutos son tetraquenios lisos de color café, presentan un olor parecido a la menta.

Distribución: Europa, Asia, traída a América como planta culinaria y medicinal[4].

Floración: de junio a octubre y se cultiva en huertos domésticos en diferentes estados de la República Mexicana[1].

Composición o ensayo químico: una vez secos los tallos y hojas poseen sabor fuertemente balsámico y un intenso olor aromático[5]; la esencia de nébeda, contiene de 0.8 a 2.5% de aceite esencial compuesto de carvacrol, timol, pulegona, acetato de dihidrocarveol, compuestos con iridoides, como nepetol y nepetolactona[6,7], y otros monoterpenos. También están presentes flavonoides, taninos y sustancias amargas.

Propiedades terapéuticas: sistema digestivo (antiespasmódico, carminativa), ejerce un efecto tónico amargo, aperitivo, estomacal y anti diarreico, regula la digestión pesada sistema génitourinario (emenagoga, regulariza la menstruación alterada y las reglas dolorosas o escasas)[2], sistema urinario (diurético), sistema nervioso (sedante).

Usos: su fuerte olor aromático ahuyenta insectos como un mecanismo de defensa, pero su olor penetrante atrae a los gatos y éstos se revuelcan sobre ellas, que tienden a desprender mayor olor y por lo tanto los gatos llegan a destruir la planta. Al masticar las hojas frescas calma el dolor de muelas; en infusión para casos de cólicos y gases se preparan 30 g

por litro de agua durante 3 min[5,6], tomando tres tasas al día. El té se prepara con 1 a 1.5 g por tasa con agua hirviendo, durante tres min y reposos de 10 min también tres veces al día.

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 1 g de la planta se seca y molida se refuljan con 5 mL de diclorometano a 60°C por 15 min, se enfría y se filtra para su aplicación[7].
- **Solución de referencia:** 5 mg de carvona y 5 mg de mentol se disuelven en 2 mL de tolueno.
- **Aplicación:** en cromatofolios de sílica gel GF_{254}, se colocan 4 µL de solución problema y 1 µL de solución de referencia.
- **El sistema de eluentes es:** Hexano:acetato de etilo 9:1 o bien 9.5:0.5 de tolueno:acetato de etilo y se deja correr 10 cm.
- **Revelado:** después se seca la placa, se rocía finamente o se espraya con el reactivo de anisaldehído al 5% en etanol y posteriormente calentado por 3 min a 100-105°C.

Las manchas se comparan con luz del día como con luz UV a 366 nm.

Bibliografía

1. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. p.803.
2. **Font Quer, P.** 1980. *Plantas Medicinales: El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A., p 664.
3. **Volák, J. y Stodola, J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales.* SUSAETA, S.A., p.204.
4. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. pp.901, 1170.
5. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.116.
6. **Dewick, P. M.** 2002. *Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach.* Second Edition. p.188.
7. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press. pp.456-480.

HINOJO

Nombre científico: *Foeniculum vulgare Mill.*

Nombres comunes: *"hinojo dulce", "eneldo", "hierba santa", "enojo", "oneldo", "anís de campo".*

Familia: Umbeliferae (Apiaceae)

Características: hierba o arbusto con raíces carnosas de 1 a 2 m de alto. El tallo principal es grueso, hueco, de color verde[1,2]. Las hojas pecioladas con vainas foliares, divididas, filiformes, de color verde azulado. Las umbelas presentan flores amarillas[3,4]. Los frutos son oblongos fusiformes, estriados y glabros. Toda la planta produce olor a anís[5,6].

Distribución: región mediterránea, se cultiva en Europa y Asia, introducida en América[2,3,4]. En México se cultiva en Coahuila, Estado de México, Morelos, Nuevo León, Puebla y Tamaulipas.

Floración: entre junio y septiembre y las semillas se recolectan a finales del verano.

Composición o ensayo químico: el aceite es incoloro a amarillo palido de olor y sabor dulce, anisado, que después amarga un poco, combina con los aceites de geranio, lavanda, rosa y sándalo[5]. Toda la planta contiene de 2 a 6% de aceite esencial compuesto por anetol[6], fenchona, metilchavicol, anisaldehído, α-pineno, α-felandreno, limoneno y otros compuestos como ácidos clorogénico, cafeico[7] y anísico, aldehído anísico[5], pectinas, proteínas y flavonoides[7].

Propiedades terapéuticas: sistema digestivo (antiespasmódico), sistema respiratorio (expectorante), sistema urinario (diurético) y sistema nervioso, analgésico (cólicos) y carminativo (eliminación de gases intestinales)[7,9,10].

Usos: las hojas son empleadas como galactogogo, emoliente, expectorante, carminativo, digestivo, diurético, antiflatulento[7] y como alivio de la tos y asma, catarros (molestias en la garganta y bronquios), también activa la producción de la leche durante la lactancia, inflamaciones oculares[4,7], la infusión se utiliza para adelgazar[9,10]. Los frutos o semillas se utilizan para el tratamiento de la tos, resfríos, contra las diarreas fétidas, con flatulencias abundantes, contra la inflamación de los ojos[4,7], se emplea también como carminativo y digestivo, diurético y aperitivo, galactogogo, expectorante y antianémico[7]. La raíz se puede aplicar como diurético y en aperitivos. Comúnmente se usa en la cocina en diversas preparaciones como sazonar berenjenas y aliñar aceitunas y en la preparación de licor. Los frutos o semillas son utilizados para condimentar el pan[7].

El té se prepara con 2.5 a 5 g de semilla ligeramente machacadas para una taza de agua recién hervida (250 mL), o bien 25 g de la planta en 1 L de agua caliente, dejando reposar por 10 min dejando infundir 10 min por 3 veces al día, así como la tintura de 1 a 3 mL[9,10]. La tintura se preara mezclando 100 g de semilla con 1 L de alcohol etílico al 70% por 20 dias, agitando periódicamente. O bien dejar macerando 165 g de semilla con 1 L de vino blanco, por 12 días en maceración, ambos preparados se deben filtrar y guardar en recipiente cerrado[11].

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 0.30 g de planta fresca bien trozada, se extrae por agitación con 5 mL de diclorometano y se filtra agregando 2 g de sulfato se sodio anhidro[4,12].
- **Solución de referencia:** 3 µL de anetol y 5 µL de anisaldehído y 0.5 mL de aceite de oliva, se disuelven en 1 mL de diclorometano.
- **Aplicación:** 20 µL de la solución problema y 10 µL de la solución de referencia, se aplican a 2 cm del borde de la placa de sílica gel G_{F254}.
- **Sistema de Solventes:** la cámara se satura con diclorometano y se deja que corran 15 cm en la placa.
- **Revelado:** se observa con luz UV a 254 nm después de marcar las manchas se rocían finamente la misma placa u otra similar con una solución al 5% de fosfomolibdato de sodio en alcohol y calentado a 105°C para su observación[4]. Posteriormente se rocía con una solución fresca con 0.5% de permanganato de potasio en ácido sulfúrico concentrado y calentado a 105°C por 3 a 5 min, se marca y compara las manchas.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. pp.901, p. 441.
2. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones*. Editorial Oceano., p.594.
3. **Berdonces, J. L.** 2001. *Especias y Plantas Aromáticas. Guia completa de condimentos que refuerzan los sabores y la salud.* Editorial Oceano. p.128.
4. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals.* Medpharm.Scientific Publishers CRC Press. p.200.
5. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal. p.127.

6. **Dewick, P. M.** 2002. *Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach.* Second Edition. pp.138, 140.
7. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.127.
8. **Volák, J. y Stodola J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales.* Editorial Susaeta, S.A. p.153.
9. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.94.
10. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales.* Editorial Everest S.A. p.179.
11. **Lovatis, Castellani, F.** 1994. *Alimentos y plantas medicinales* 1a Edición NORMA S. A. Colombia. pp.138-9.
12. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press. pp.456-480.

Imagen tomada de: *http://www.teblanco.org/index_archivos/laurel.html*

LAUREL

Nombre científico: *Laurus nobilis L.*

Nombres comunes: *"laurel de poeta", "hojas de laurel".*

Familia: Lauraceae

Características: arbusto con copa cónica y ramas ascendentes. El tallo con corteza lisa y oscura[1,2]. Las hojas son simples, alternas, coriáceas, pecioladas, lanceolado-oblongas, persistentes, de un verde brillante[2,3]. Las flores con un tubo corto son de color beige-amarillento. Los frutos son bayas globosas[2,3].

Distribución: Europeo en región Mediterránea y posteriormente traido a América. En México se cultiva ornamentalmente[2,3,4].

Floración: en primavera y las hojas se recolectan en otoño. Puede crecer en cualquier lugar e incluso en macetas, siempre que tenga suficiente agua[2,3,4].

Composición o ensayo químico: los frutos contienen cineol (30 a 40%), linalol, geraniol, sabineno, limoneno, eucaliptol, eugenol[6], terpinol, acetato de terpineol, y trazas de metil eugenol[6,7] además las hojas contienen otros compuestos como ácidos linoleico, valeriánico y capróico, laurenobiólido, costulónido[7], taninos y sustancias amargas.

Propiedades terapéuticas: aromatizantes, eupépticas,-digestivas[4], balsámicas, anticépticas[6], sistema de piel y anexos (antiséptico)[7,8], sistema nervioso, sistema digestivo (antiespasmódico), reumatológico, dermatológico respiratorio[8,10].

Usos: en té hojas y frutos estimulan las funciones digestivas, en ungüento o linimentos se aplica para problemas reumáticos, golpes, contusiones y neuralgias[8]. Es sedante de la tos, regula las palpitaciones cardíacas y la crisis asmática. En uso dietético se emplea como saborizante, es aromatizante en preparados alimenticios[7,9,10].

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 1.5 g de planta fresca bien trozada, se extrae por agitación con 50 mL de diclorometano o cloroformo y se filtra agregando 2 g de sulfato se sodio anhidro una vez filtrado[11].

- **Solución de referencia:** 3 µL de linalol, 5 µL de cineol y 0.5 mL de eugenol, se disuelven en 1 mL de diclorometano o cloroformo.
- **Aplicación:** 20 µL de la solución problema y 10 µL de la solución de referencia, se aplican a 2 cm del borde de la placa de sílica gel GF_{254}.
- **Sistema de Solventes:** la cámara se satura con diclorometano y se deja que corran 15 cm en la placa.
- **Revelado:** se observa con luz UV a 254 nm después de marcar las manchas se rocían finamente la misma placa u otra similar con una solución al 5% de anisaldehido en alcohol y calentado por 3 min a 105°C para su observación.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.529.
2. **Font Quer, P.** 1980. Plantas Medicinales: *El Dioscórides Renovado.* Editorial Labor S.A., p.199.
3. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales.* Ed. Everest S.A. p.381.
4. **Atlas Ilustrado de las Hierbas** y Plantas Aromáticas, Medicinales y Culinarias. Susaeta Ediciones, S.A. p.140.
5. **Guenther, E.** 1947-1952. *The Essential Oils. Van Nostrand.* N. Y. Vol. IV. p.207.
6. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.167.
7. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal. p.161.
8. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. p.659.
9. **Berdonces, J. L.** 2001. *Especias y Plantas Aromáticas. Guia completa de condimentos que refuerzan los sabores y la salud.* Editorial Oceano. p.141.
10. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales. 2ª edición.* Editorial Acribia. p.546.
11. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press. pp.456-480.

Imagen tomada de:
http://plantamedicinales.net/category/lupulo

LÚPULO

Nombre científico: *Humulus lupulus L.*

Nombres comunes: *"hombresillo", "lobito".*

Familia: Cannabaceae

Características: hierba trepadora de 4 a 6 m de alto[1,2]. El tallo es áspero del que emergen raíces adventicias que le ayudan a sujetarse. Las hojas son simples, pecioladas de color verde pálido, la lámina es de base acorazada, presenta de 3 a 7 lóbulos con márgenes dentados y peciolo largo[2,3,4]. Los racimos contienen capítulos globosos con flores unisexuales, son dióicos, las flores son amarillo-verdosas, cada flor está protegida con una bráctea cubierta con pelos pubescentes. El fruto es de color pajizo, amargo, glanduloso y aromático[4,5].

Distribución: Oeste de Europa, India, China, traida a América[3] y se cultiva en EE. UU (California y Washington)[6].

Floración: en verano, planta cultivada, pero también se encuentra silvestre en los matorrales húmedos, en orillas de zonas húmedas, linderos de bosques[1,3,4]. A finales del verano se recolectan las flores femeninas (conos maduros) que son los de mayor aplicación en la industria cervecera y farmacéutica[7,8,9].

Composición o ensayo químico: los principales compuestos se encuentran en la oleoresina de los pelos secretores de 10 a 15% de resina o resinósidos que contiene principios amargos (acilfloroglucósidos) cetónicos: lupulona, humulona[4,5,6,9], y otros como colina, luparenol, algunos estrogenos y alcaloides; el aceite, taninos y flavonoides, aproximadamente de 1 a 3%, contiene mono y sesquiterpenos como mirceno, linalool, farneseno, cariofileno en su mayor proporción[5,6,8,10,12], ya

que han sido identificados más de cien compuestos aromáticos, además de otros compuestos mono y diglicósidos como xanthohumol y otras chalconas[4,5,6,14]. Combina con aceites de pino, Jacinto, nuez moscada, copaiba, cítricos y especiados[6].

Propiedades terapéuticas: sistema endócrino, sistema nervioso (sedante), insomnio, digestión, espamos de vejiga, diurético, neuralgia[6], analgésico, anafrodisíaco, estrogénico, soporífero[10].

Usos: los conos desecados y extractos para preparar infusiones, como sedante hipnótico. El extracto se emplea industrialmente como bacteriostático[4,8,15]. En dietética se usa como amargo aromático en la fabricación de cerveza[1,4,7,12]. Algunas personas consumen los brotes jóvenes como si fueran espárragos[9]. Tiene propiedades narcóticas, alivia a aquellos que padecen insomnio, mitigan el dolor de oídos. El te de lúpulo calma, tonifica y ayuda a hacer la digestión. En Rusia, se cubre la cabeza de la recién casada con hojas de lúpulo[6,15], como señal de alegría, de embriaguez y de abundancia.

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** se prepara con 1 g de flores molidas y extraídas con 10 mL de metanol por 10 min en un baño ultrasónico, se filtra y se aplican las muestras[5].
- **Solución de referencia:** se usan placas[16] o folios de sílica Gel F_{254}, las soluciones son 3 mg de curcumina y 2 mg de p-Aminoazobenceno disueltos en 10 mL de metanol.
- **Aplicación:** sistema de eluentes, se emplea ciclohexano: acetato de etilo: ácido propiónico (60:38:2 v/v/v).
- **Revelado:** se rocían o esprayan con una solución de H_2SO_4 al 5% en etanol, seguida de una solución de vainillina al 1% en etanol y se secan durante 3 a 5 min a 105°C. La identificación de los compuestos etéreos se procede igual que para la mayoría de los monoterpenos, diterpenos y sesquiterpenos[5].

Bibliografía

1. **Castleman, M.** 1994. *The Healing Herbs.* Ed. Rodale Press. Inc. Emmaus PA. USA. pp.323-328.
2. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.548.
3. **Font Quer, P.** 1980. Plantas Medicinales: *El Dioscórides Renovado.* Editorial Labor S.A. pp.125-127.
4. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. p.450.
5. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals.* Medpharm.Scientific Publishers CRC. Press, pp.305, 306.
6. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi., p.149.
7. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales.* Editorial EVEREST S.A. pp.187, 235.
8. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.102.
9. **Atlas Ilustrado de las Hierbas** y Plantas Aromáticas, Medicinales y Culinarias. Susaeta Ediciones, S.A. p.146.
10. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal., p.149
11. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. p.702.
12. **Plantas medicinales.** 1990. Plantas Medicinales. Selecciones del Reader's Digest, México, S.A., pp.59, 226, 243.

13. **Song-San, S. Watanabe, S. and Saito, T.** 1989. *Phytochemistry.* 28, p.1776.

14. **Trease, G. E. Evans W. C.** 1988. *Tratado de Farmacognosia* Editorial Interamericana 12ª edición. pp.186, 545.

15. **Volák, J. y Stodola J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales.* Susaeta, S.A. p.175.

16. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press. pp456-480.

MANZANILLA COMÚN

Nombre científico: *Chamomilla recutita L.*

Nombres comunes: *"manzanilla".*

Familia: Asteraceae (Compositae)

Características: hierba de 20 a 60 cm de alto. El tallo es erguido y ramificado, glabro[1,2]. Las hojas son compuestas con foliolos lineares, de color verde. Las flores están agrupadas en cabezuelas; las flores del disco son de 300 a 500, tubulares, pentameras y amarillas y las liguladas son de 10 a 20 de color blanco[3]. Aquenio de 1 mm de largo[2].

Distribución: muy popular en Europa, Asia, introducida en América y cultivada ampliamente en México.

Floración: en primavera entre mayo y junio, crece en diferentes terrenos de siembra, aunque es cultivada y mejorada por sus potentes virtudes medicinales; fácilmente en jardines, huertos y macetas[4,5,6].

Composición o ensayo químico: contiene de 0.5 a 1.5% de aceite esencial, de color azul claro. Compuestos como: camazuleno (5-16%), que no esta en la plnta fresca sino que se forma en el proceso de obtención de la esencia por arrastre con vapor. En la planta fresca hay matricin (incolora)[7], que solo tiene dos dobles enlaces pero posee dos ésteres, uno de ellos cíclico (lactona), y que al destilar se transforma en ácido camazulencarboxílico. Éste, por descarboxilación, origina el camazuleno con su característico color azul[7]. α-bisabolol[1,2,5], α-farneseno, terpineol, sesquiterpenlactonas[7,8], matricina desacetilmatricaria, matricaria heterósidos flavónicos[9], quersetol, apigenina y glucósidos cumarínicos[9].

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo[8] (carminativo), sistema piel y anexos (antiinflamatorio), sistema nervioso, sistema inmunológico, antibacterial, por su contenido en aceite esencial (camazuleno y bisabolol) posee una acción

antibiótica, antimicrobiana (sobre todo frente al estafilococo) y antifúngica (candida), firbre intermitente, neuralgia, insomnio[10,11,12].

Usos: principalmente las flores (cabezuela floral) se emplean en infusiones 40 g de flores en 500 mL de agua hirviente dejando reposar por 25 min para combatir afecciones del aparato digestivo como espasmos intestinales y en reglas dolorosas[13]. En uso externo como antiinflamatorio se aplican cataplasmas[8], para inflamaciones, cutáneas, bucales y de la garganta y como antiséptico; también se emplea como colirio en caso de conjuntivitis[9,10]. Se emplean como tintura vinosa en cólicos hepáticos y digestión dificil[8,14], en casos de reumatismo se aplica como linimento[10]. En cosmética forma parte en la composición de cremas, lociones, ungüentos y tónicos para la piel, o en ricos licores caseros digestivos.

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 1g de planta molida se agita con 10 mL de diclorometano por 2 a 3 min se filtra y se reduce a la mitad del volumen por calentamento a baño María. Se tapa para que no se descomponga el extracto[2,15].
- **Solución de referencia:** 0.5 mL de bisabonol y 0.5 mL de farneseno se disuelven en 5 mL de diclorometano, para su aplicación.
- **Aplicación:** 30 µL de la solución problema y 10 µL de la solución de referencia, se aplican a 2 cm del borde del cromatofolio o placa respectiva de sílica gel GF_{254}.
- **Sistema de Solventes:** la cámara se satura con diclorometano: acetona (9:1 v/v) y se deja que corran 10 cm en la placa.
- **Revelado:** la placa del problema se rocía finamente con reactivo de anisaldehído y para evaluarse se calienta a 105°C por 3 min y se compara con la placa de referencia que también se rocía finamente con reactivo de anisaldehído y se calienta por 5 a 10 min a 110°C y se comparan las manchas. Con otra aplicación en placas limpias se observan en la luz UV a 365 nm, se marcan y se compara. Ambas manchas deben dar Rf similar, con igual o diferentes tonalidades.

Bibliografía

1. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. p.514.
2. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals.* Medpharm.Scientific Publishers CRC Press. pp. 322, 325.
3. **Font Quer, P.** 1980. Plantas Medicinales: *El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A. pp 435, 808-810.
4. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.75.
5. **Atlas Ilustrado de las Hierbas** y Plantas Aromáticas, Medicinales y Culinarias. Susaeta Ediciones, S.A. p.154.
6. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales.* Editorial EVEREST S. A. pp. 206, 242.
7. **Kuklinski, C.** 2003. *Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural.* Editorial Omega. pp.275-76.
8. **Luppold, E.** 1984. *Pharmazie in unserer. Zeit* 13, 65 R.
9. **Becker, H. y Reichling J.** 1981. *Dtsch. Apoth. Ztg.* 121. p.1285.
10. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.190.
11. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal., p.168.

12. **Castleman, M.** 1994. *The Healing Herbs.* Ed. Rodale Press.Inc.Emmaus PA.USA., pp.336-341.
13. **Hernández, R. M. y Gally, J. M.** 1981. Plantas Medicinales: *Usos y dosificación.* Arbol editorial. S. A. México. p.122.
14. **Volák, J. y Stodola, J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales.* SUSAETA, S.A. p.111.
15. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press. pp.456-480.

MEJORANA

Nombre científico: *Origanum majorana L.*

Nombres comunes: *"mayorana".*

Familia: Lamiaceae (Labiatae)

Características: subarbusto de 30 a 60 cm de alto, perenne, con muchas ramificaciones de color rojizo[1,2]. Las hojas olorosas, son simples, opuestas, oblongo-ovadas[2,3], blanquecinas, tomentosas. Las espigas presentan pequeñas flores rosas y blancas con corolas tubulares, bilabiadas[2,3,4].

Distribución: crece en el Mediterraneo, Europa, norte de Africa y sur-oeste de Asia. En México se encuentran en Michoacán y Puebla[1], y en los establecimientos de los horticultores.

Floración: de la primavera al otoño, se cuida de temperaturas muy bajas, se multiplica mejor en primavera[2,3].

Composición o ensayo químico: contiene una oleorresina y aceite esencial de 3 a 7% en planta seca formado por α-terpineno, D-α-terpinol, terpinen-4-ol, alcanfor, sabineno[4,5], timol, linalol, carvacrol, ocimeno, cadineno, acetato de geranilo, citral y eugenol[5,6]; los siguientes ácidos fenólicos (rosmarínico, caféico, clorogénico y ursólico)[2,6], además de otros compuestos como hidroquinona, compuestos flavonónicos (glucosidos de luteolina, luteolol, apigenol dismentol)[2,4] y taninos.

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo[2], aparato urinario (antiespasmódico, emenagogo y diurético), sistema de piel (antiséptico), sistema nervioso (sedante), dermatólogico, endócrino[2], diaforético, expectorante, fungisida, laxante, vasodilatador y vulnerario[6].

Usos: la parte más utilizada son las flores aunque toda la planta es muy aromática. Se emplea como antiséptico de vías urinarias; ayuda a producir la menstruación[7]. Externamente se usa para lavados nasales (infusión de 10 g en un litro de agua hirviente)[6], en caso de sinusitis,[8,9,10,11] herpes y heridas. Suaviza las vías respiratorias; el aceite ayuda a calmar el dolor de oídos. La usan como carminativo[4,6,8]. También es utilizada como ornamental o como condimento de carnes y verduras[2,11,12].

Nota: suele confundirse con el orégano y aunque sus aplicaciones son similares, botánicamente se diferencian por las flores más numerosas y de color rosa.

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 10 g de planta pulverizada se extraen con 20 mL de dicloro metano, se filtra se seca y se redisuelve con 1 mL de acetato de etilo para su aplicación posterior[13].
- **Solución de referencia:** se disuelven por separado 0.05 mL de linalol y 0.05 mL de terpinol en 20 mL de metanol.
- **Aplicación:** se colocan 20 µL de solución problema y 10 µL de solución de referencia en una placa de silica gel GF_{254}, a dos centímetros del borde de la placa.
- **Sistema de Solventes:** se utiliza diclorometano, se deja correr 10 cm; se saca de la cámara, se seca durante 5 min y se corre nuevamente 10 cm más.
- **Revelado:** una vez seca la placa se rocía o espraya con reactivo de anisaldehido, se deja secar a 105ºC por 5 min y se compara el corrimiento y coloración de las manchas.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.596.
2. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones*. Editorial Oceano. p.659.
3. **Font Quer, P.** 1980. Plantas Medicinales: *El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A. p. 696.
4. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.211.
5. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal., p.187.
6. **Rojas, C.** 1997. *Guía de Salud Natural. Hierbas y Plantas Medicinales.* Distr. Antonio L. Mateos, S. A España., p. 133-134.
7. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. p.514.
8. **Volák, J. y Stodola, J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales.* SUSAETA, S.A., p.211.
9. **Rodríguez, R. M., R. L. López G. y J. C. Casas B.** 2002. *Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud:* Disponibilidad y Uso. Acta Farm. Bonaerense. 21 (3): 213-7.
10. **Berdonces, J, L.** 2001. *Especias y Plantas Aromáticas. Guia completa de condimentos que refuerzan los sabores y la salud.* Editorial Oceano. p.141.

11. **Guerin, H. P. Rastoin S. Guyot A. Thiebaut P.** 1980. *Le Balcon Medicinal.* Editions Stock/Opera Mundi. Paris, p.45, 209.
12. **Atlas Ilustrado de las Hierbas** y Plantas Aromáticas, Medicinales y Culinarias. Susaeta Ediciones, S.A. p.156.
13. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press., pp456-480.

TORONJIL

Nombre científico: *Melissa officinalis L.*

Nombres comunes: *"melisa", "toronjil de monte".*

Familia: Lamiaceae (Labiatae)

Características: arbusto de 30 a 1 m de alto. Los tallos son cuadrados. Las hojas son aromáticas, opuestas, ovadas, crenado-dentadas, fuertemente nervadas[1,2]. Las flores salen de las axilas de las hojas, se disponen en verticilos, son bilabiadas de color amarillo o blanca son melíferas[2,3].

Distribución: originario del oeste y el occidente de Asia; cultivado en el occidente de España y en el sur y oriente de Alemania y traída a América[2,3,4]. En México crece diferentes Jalisco, Michoacán, Puebla, Tabasco, Veracruz, Valle de México.

Floración: en los meses de junio a agosto[1,2,3], en bosques de coníferas, de encinos o mixtos; zonas altas de clima templado o frio. Se debe cosechar antes de la floración[2,4,5].

Composición o ensayo químico: flores y hojas frescas contiene de 0.1 a 0.3% de aceites esenciales, con más de 70 compuestos (60% terpenos; 35% sesquiterpenos), como principal componente del aceite esencial es el citral, citronelal, linalol, geraniol[3,5,6], metilcitronelato, β-ocimeno[4,5.6], nerol, sesquiterpenos como β-cariofileno[5], α-cubebeno, α-copaeno, β-burboneno, α-humuleno[6], germacraneno, farnesol, 10-epi-α-cadinolgermacreno, D-β-cariofileno, algunos aldehídos[6,7], taninos, principios amargos y ácidos triterpénico (ácidos ursólico y oleánico), flavonoides[4] (luteolol 7-glucosido, ramnocitrósido y quersitrócido).

Propiedades terapéuticas: sistema nervioso central (sedante), aparato digestivo[7] (antiespasmódico, tonificante, carminativa)[5], sistema muscular y piel (emoliente) también bajas propiedades astringentes, hipotensor, diaforético[8,9].

Usos: contra trastornos gástricos, hepáticos y estimular la secreción biliar[10], se le atribuye acción anticonvulcionante, antiespasmódico cardiotónico[11], usado también en casos de asma bronquial cefaleas[7], resfrios[10,11,12], insomnio, mareos, calambres, enteritis colitis, infecciones víricas y bacterianas[12], estómaquico[7] y carminativo[4,10,11,13], se emplea como té, tres veces al día. Apróximadamente 1.5 g de planta seca en una taza de agua hierviente y se deja reposar por 10 min[10] tomar dos o tres tazas al día. La toma de tintura de 2 a 3 mL tres veces al día. Además de usarse como condimento de diversas dietas[13] y en la industria de los licores[4]. Se colectan poco antes de su floración (como hojas jóvenes y brotes de flor, según se necesiten), ya que la planta da flor no presenta ni olor, ni sabor agradable.

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 2.5 g de la planta fresca y molida se agitan con 10 mL de diclorometano por 2 a 3 min se agregan 1 g de Na_2SO_4 anhídro más 2 mL de solvente. Secar a baño María cuidadosamente y agregar de 0.2 a 0.5 mL de acetato de etilo para su aplicación[3,14].
- **Solución de referencia:** 5 µL de citral y 4.0 mg de guaiazuleno son disueltos en 10 mL de tolueno para su aplicación.
- **Aplicación:** en cromatofolios de sílica gel GF_{254}, se colocan 20 µL de la solución problema y 10 µL de la solución de referencia, se aplica a 2 cm del borde de la placa.
- **Sistema de Solventes:** se utiliza hexano: acetato de etilo (9:1 v/v) y se dejan correr aproximadamente 10 cm.
- **Revelado:** se observa en luz de día y en cámara de UV a 365 nm; después se espraya con reactivo de anisaldehído y se calienta de 100 a 105°C, por 5 min y se observa en la luz normal, para su comparación con la referencia, marcando la zona y coloración de las manchas.

Bibliografía

1. **Font Quer, P.** 1980. Plantas Medicinales: *El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A., p.685.
2. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales.* Editorial EVEREST S.A. p.320.
3. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals.* Medpharm.Scientific Publishers CRC Press. p.329.
4. **Barnes, J. Anderson, L. A. y Phillipson J. D.** 2007. *Herbal Medicines.* Third Edition, p.425.
5. **Kuklinski, C.** 2000. Farmacognosia. *Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural.* Editorial Omega., p.310.
6. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. p.763.
7. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.194.
8. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.82.
9. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. p.524.
10. **Peris, J. B. Stubing, G. y Vanaclocha, B.** 1995. *Fitoterapia Aplicada.* Colegio oficial de farmacéuticos de valencia. Valencia-España. p.828.
11. **Humán, J. A.** 1996. *Evaluación de Melissas officinalis (toronjil) como cardiotónico en insuficiencia cardiaca experimental.* Tesis Fac. de Medicina. Universidad San Antonio Abad del Cuzco Perú.
12. **Hili, P.** 2001. *The antimicrobial Properties of Essential Oils. Winter Press.* p.19.
13. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal. p.173.
14. **Schultze, W. Zänglein, R. Klosa, R. y Kubeczka, K. H.** 1989. *Dtsch. Apoth. Ztg.* pp.129.155.

http://ppc.innatia.info/wp content/uploads/2009/12/milenrama.jpg

MILENRAMA

Nombre científico: *Achillea millefolium L.*

Nombres comunes: *"milhojas", "aquilea", "alcanfor", "micenrama", "plumajo", "plumajilla".*

Familia: Asteraceae (Compositae)

Características: hierba rizomatosa, de 0.5 a 1 m de alto. El tallo es erguido y resistente[1]. Las hojas son aromáticas y de sabor amargo, compuestas y alternas, de color verde oscuro y pubescente[2,3]. Las inflorescencias están agrupadas en cabezuelas, dispuestas en densos corimbos[3,4], las flores del disco son 20, tubulares y amarillas, mientras que las exteriores son 5, liguladas de color blanco. Los frutos son aquenios blanquecinos[3,4,5].

Distribución: Europea, Oeste de Asia, naturalizada en Norteamérica[1,3,4], en México en los estados de Chiapas, Coahuila, Hidalgo, Nayarit, Puebla y Valle de México**1**.

Floración: de mayo a noviembre. Se colectan hojas y flores[3,4,5].

Composición o ensayo químico: contiene de 0.2 a 1% de aceite esencial que contiene los siguientes compuestos: sesquiterpenos[4,6], camazuleno, procamazuleno[10], monoterpenos como linalool, nerol, geraniol, citrolenol, citrolenal, geranial, neral[11] y otros en menor proporción como: alcanfor, sabineno, 1,8-cineol, α,β-pineno, isoartemisiacetona, cariofileno, achillicina (8-acetoxiartabsina), identificado como matricina; guaianolidos[4] como: 2,3-dehidrodesacetoci, desacetilmatricina y leukodin; germacranólidos como millefin, acetato de balcanólido, dehidropartenólido[4]. Flavonoides como: apigenina[4] y luteolina, glicosilflavonas swertisisna, vicemin 2 y 3 scaftosido e isoscaftósido; cis y trans-matricaria éster. También presenta otros compuestos del tipo de las alcamidas como acillein (betonicin), stacidrina, colina, glicina, betaína y glicósidos cianogénicos otros como la prumasina, coumarinas y taninos[4,6,7,10].

Propiedades terapéuticas: aparato circulatorio, aparato digestivo[8,9,10], aparato, respiratorio, aparato genito-urinario[11], sistema nervioso[8,9].

Usos: en emplasto como planta fresca o seca se aplica a alergias, picaduras de insectos, a concentraciones bajas el aceite se aplica para tratar eczema y otros problemas de piel[9,10,11]. Cortaduras, control de hemorragias y contusiones, estimula la circulación y la transpiración y elimina el mal aliento, indigestión, cólicos[9,10] y náuseas[8,10,11]. Trata la atonia nerviosa, cólicos ventósos[7,8] y la hipocóndria, es antinflamatorio, astringente y analgésico. Transtornos mestruales, asma, bronquitis, tos crónica, tensión nerviosa, vértigo[10,11]. Se utiliza ampliamente en la preparación de perfumes y fragancias, en la elaboración de refrescos y licores[10,11]. La infusión de hojas y flores se toma para bajar la fiebre, como tónico suave y para abrir el apetito[12].

Análisis por cromatografia en capa fina:

- **Solución problema:** 1 g de planta molida se extrae por con 10 mL de cloruro de metileno, se filtra y se deja evaporar hasta 2 mL aproximadamente se tapa y se conserva para su aplicación[4,13].
- **Solución de referencia:** 0.03 g de alcanfor, 0.03 mL de cineol y 0.03 de linalol, se disulelven en 15 mL de acetato de etilo para su aplicación.
- **Aplicación:** de 10 a 15 µL de la solución problema y 10 µL de la de referencia, se aplican a 2 cm del borde de la placa de sílica gel GF_{254}, y se colocan dentro de la cámara de corrimiento.
- **Sistema de Solventes:** se mezclan cloruro de metileno: acetato de etilo (9:1 v/v), y se deja correr 15 cm.
- **Revelado:** la placa se observa con luz UV a 266 nm y se comparan las manchas. Posteriormente se esprayan con reactivo de anisaldehido, se dejan secar a 105ºC por 10 min y se comparan las manchas[4].

Bibliografía

1. **Font Quer, P.** 1980. *Plantas Medicinales: El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A., p 685.
2. **Barnes, J. Anderson, L. A. y Phillipson J. D.** 2007. *Herbal Medicines.* Third Edition, p.604.
3. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales.* Editorial EVEREST S.A. p.320.
4. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals.* Medpharm.Scientific Publishers CRC Press. pp.342-44.
5. **Hoffmann, L.** *et al.* 1992. *Phytocheistry* 31, 537.
6. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. p.763.
7. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p194.
8. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.82.
9. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. pp.333-36.
10. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal. p.173.
11. **Rodríguez, R. M. López, R. L. Casas, B.** 2002. *Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud: Disponibilidad y Uso.* Acta Farm. Bonaerense. 21 (3): 213-7.

12. **Sanecki, K. N.** 1998. *El libro de las plantas aromáticas y medicinales.* Ed. Susaeta. p.127.

13. **Pachaly, P.** 1983. *Dünnschichtchromatographie in der Apotheke.* 2nd ed Wissenchaftliche Verlagsgesell-schaft. Stuttgart.

NARANJA

Nombre científico: *Citrus aurantium L.*

Nombres comunes: *"naranjo agrio", "naranjo amargo", no shrow (Chinanteco), "suuts´pak´aal (Maya), "thimaloon lanaax (Huasteco), "nalaso"-lima" (Tarahumara).*

Familia: Rutaceae

Características: árbol espinoso ramificado, de 3 a 5 m de altura[1]. Las hojas son perennes, con borde entero o ligeramente dentado, son ovadas, agudas o acumindas, coriáceas, el pecíolo tiene unas pequeñas alas cordiformes. Sus flores son blancas y perfumadas con 20 a 24 estambres[1,2]. Los frutos de 7 a 8 cm de diámetro, de color verde con corteza rugosa y moteada con pequeñas gotitas de aceite aromático, cambian a una coloración anaranjada al madurar[1,2,3].

Distribución: árbol de origen Indu, muy popular de China[2,3,4]. En México crece en Chiapas, Chihuahua, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán[1].

Floración: en primavera y crece en zonas cálidas y semi-húmedas.

Composición o ensayo químico: varía según los órganos de la planta. Las hojas son ricas en aceites esenciales, compuesto por geraniol, linalool, limoneno, citral, acetato de linalilo, antranilato de metilo, α-pineno, nerolidol, canfeno[5], nerol, de estas se obtiene esencia denominada "petit grain"[3,4,6]. Contiene otros compuestos como principios amargos, heterósidos flavónicos, especialmente hesferidósido[3,4]. Las flores contienen de 0.05 a 0.1% de esencia de nerolí (azahar)[6], constituído por los mismos compuesto de las hojas. La cáscara contiene un aceite esencial llamado "esencia de

naranja amarga" o de "curazao" en proporciones de 1 a 2%, sobre todo limoneno; además contiene pectina, ácidos orgánicos (cítrico y málico) y hesterósidos flavónicos en un 5 a 8%, el fruto contiene jugo rico en vitaminas C y D.

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo (antiespasmódico), sistema oftálmico, es eupéctico, bacteriostático. Es rubefaciente en uso tópico[6], carminativo, colerético fungisida[7].

Usos: partes utilizadas corteza, hojas, flores, piel y zumo[8,9]. Las hojas y las flores principalmente se utilizan en tisana por sus propiedades digestivas, provocan la sedación, prevensión de caries, sudorífico, dolor de cabeza[6,7], antiinsomnio y la gripe. Se emplea en la preparación de diferentes alimentos como licores caseros, mermeladas, dulces entre otros. Las flores frescas de naranjo amargo sirven para preparar el agua destilada de flores de naranjo como aperitivo (hojas, jugo y pericarpio abren el apetito),[7,9,10] y el pericarpio se usa en la preparación de jarabe y tintura. Ampliamente utilizadas en productos de perfumería y cosmética[6]. En Sicilia con las ramas del naranjo se decora el día de Pascua y las coronas de naranjo tienen un uso nupcial[2].

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 1 g de planta se muele y se extrae a reflujo, con una mezcla de 20 mL de éter etílico y 5 mL de dicloro metano por 10 min. Enseguida se elimina la mitad de solvente por baño maría[3,11].
- **Solución de referencia:** se disuelven por separado, de 0.1 mL de limoneno, nerol y linalol con 5mL de tolueno o dicloro metano, para su aplicación.
- **Aplicación:** se toman 10 µL de cada una de las soluciones problema y de referencia y se aplican en placas de sílica gel GF_{254}, a dos centímetros del borde de la misma.
- **Sistema de Solventes:** se mezclan acetona: tolueno (6:4 v/v) y se deja correr 15 cm.
- **Revelado:** una vez seca la placa se rocía finamente con reactivo de anisaldehído (como revelador universal), y se secan a 105ºC por 5 min, para su comparación.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.626.
2. **Font Quer, P.** 1980. *Plantas Medicinales: El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A. pp.435, 436.
3. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals.* Medpharm.Scientific Publishers CRC Press. pp.91-94.
4. **Trease, G. E. Evans W. C.** 1988. *Tratado de Farmacognosia* Editorial Interamericana 12ª edición. p.454-455.
5. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal. pp.116-17.
6. **Kuklinski, C.** 2000. *Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural.* Editorial Omega. p.408.
7. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. pp.554-55.
8. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.95.
9. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. p.801.

10. **Rojas, C.** 1997. *Guía de Salud Natural. Hierbas y Plantas Medicinales.* Distr. Antonio L. Mateos, S. A España. pp.142-143.

11. **Wagner, H. Bladt, S. y Zgainski, E. M.** 1984. *Plant Drug Analysis.* Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. New York. Tokio. p.15, 44.

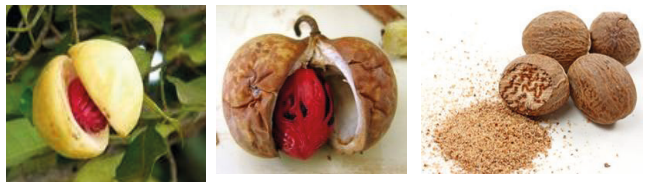


Imagen tomada de: *http://www.epharmacognosy.com/ y http://www.rdnattural.es/*

NUEZ MOSCADA

Nombre científico: *Myristica fragrans Houtt.*

Nombres comunes: *"mirística", "pala gula", "macis" "fruto narcótico".*

Familia: Myristicaceae

Características: árbol de 10 a 20 m de alto[1,2]. Las hojas simples, alternas, persistentes, lanceoladas de 8 a 10 cm de largo con bordes lisos[2,3]. Las flores son pequeñas de color amarillo pálido. Él fruto es una nuez subglobosa de 20 a 25 mm, de color café oscuro rojizo-amarillento que se abre en dos valvas; las semillas rodeadas de un arillo escarlata[2,3,4]. Tanto la almendra como el arilo son aromáticos[4].

Distribución: Nueva Guinea, Islas Banda en las Malucas provincia de Indonesia, Malasia, Ceylan y la Isla de Granada en el Caribe[3,4].

Floración: normalmente en todo el año se ven flores en diferentes estadíos[5].

Composición o ensayo químico: el aceite obtenido contiene el 88% de hidrocarburos monoterpénicos: canfeno, α-pineno (15-28%), dipenteno sabineno (14-19) y cimeno, con cantidades menores de geraniol, borneol, terpineol, miristicina (4 a 8%), elemicina[3,6,7], safrol, miristicina o miristicol(5-12%), α-tuyeno[6], en menor cantidad se encuentran: limoneno (2-7%), g-terpineno (2-6), terpinen-4-ol,(2-6% 9, safrol (< 2.5%)[3,6,7]. El aceite fijo se encuentran del 30 a 40%, que da lugar a la manteca de nuez moscada y lo componen el ácido mirístico libre y trimiristina como derivado del glicerol y ácido mirístico, además presenta otros ácidos como el láurico, tridecanoico, palmítico y esteárico. Además otros compuestos que se encuentran en menor cantidad como el metileugenol, metoxieugenol, metilisoeugenol e isoeugenol, obtenidos en la destilación por arrastre de vapor[5] de las nueces o almendras del fruto. Algunas células de la nuez moscada contienen cristales prismáticos o discoidales de tartrato de potasio[5].

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo, estomáquico, antidiarreico, carminativo y espevtorante, sistema urinario (diurético), sistema nervioso.

Usos: se usa para aliviar el insomnio, stress, nervios, dolor de cabeza, enfermedades del riñón, mal aliento, afecciones intestinales y para bajar la fiebre. Como antibacteriano, analgésico[3,6,8,9], afrodisiaco, alucinógeno[8,11]. En la India antigua ocasionalmente se utilizaba como sucedáneo del hachís en Egipto. El aceite es muy usado para la preparación de linimentos para molestias reumáticas[6,10]. Industrialmente se emplea la industria el aceite para la fabricación de sabores sintéticos, perfumería y la industria farmacéutica y alimenticia[3,8].

Análisis por cromatografía en capa fina: se usan cromatofolios de sílica gel G F_{254}.

- **Solución problema:** se toman 0.5 mL del aceite esencial y se disuelven con 10 mL de tolueno[12].
- **Solución de referencia:** se disuelve 10 µL de α y β-pineno, 10 µL canfeno y 10 mL borneol cada uno en 10 mL de tolueno, para su aplicación.
- **Aplicación:** se toman 10 µL de las soluciones de referencia y problema, y se aplican en su respectivo carril a 2 cm del borde de la placa; se dejan correr 15 cm.
- **Sistema de Solventes:** se mezclan cloroformo acetona (8:2 v/v), y se colocan en la cámara de corrimiento a saturación.
- **Revelado:** una vez secas las placas se observan con luz UV a 366 nm y se comparan con las reveladas con las placas rociadas con reactivo de anisaldehido o vainillina[7] y calentadas a 105°C por 5 min.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.641.
2. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales.* Editorial EVEREST S.A. p. 44, 387.
3. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. pp.561-62.
4. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.95.
5. **Trease, G. E. Evans W. C.** 1988. *Tratado de Farmacognosia* Editorial Interamericana 12ª edición., p. 460-463.
6. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal. p.178.
7. **Bravo, D. L.** 2006. *Farmacognosia.* p.229-31.
8. **Berdonces, J, L.** 2001. *Especias y Plantas Aromáticas. Guia completa de condimentos que refuerzan los sabores y la salud.* Editorial Oceano. p.166.
9. **Duke, J. A. Bogenschutz-Godwin, Ma. J. duCellier, J. Duke, P-A. K.** 2002. *CRC Handbook of Medicinal Spices. CRC PRES.* pp.216-21.
10. **Rodríguez, R. M., López, R. L. y Casas, B.** 2002. *Fitofármacos en la Atención Primaria de la Salud: Disponibilidad y Uso.* Acta Farm. Bonaerense. 21 (3): 213-7.
11. **Schultes, R. E. y A. Hofmann** 1979. *Plantas de los Dioses.* Ed. Fondo de Cultura Económica. p.191.
12. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry. CRC Press.* pp.456-480.

ORÉGANO

Nombre científico: *Origanum vulgare L.*

Nombres comunes: *"oriéngano".*

Familia: Lamiaceae (Labiatae)

Características: hierba de 20 a 80 cm de alto. El tallo es cuadrangular ramificado, recto y rojizo. Las hojas son aromáticas, simples, sésiles, opuestas, ovaladas y ligeramente dentadas con una pubescencia glandular[1,2]. Las espigas son anchas o alargadas, con flores de color rosa purpúreo y brácteas púrpuras, con 4 estambres[2,3,4].

Distribución: cuenca del Mediterráneo, naturalizado en Norteamérica[2]. En México se cultiva en escala comercial y doméstica en los estados de Guanajuato, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca y Puebla[1].

Floración: en verano entre julio y septiembre, se le encuentra en colinas, matorrales, lugares secos y pedregosos, suelos alcalinos y silíceos[3,4]. En verano se colectan las puntas floridas[2,5].

Composición o ensayo químico: dependiendo de la variedad el porcentaje de aceites esenciales varía de 1 a 2%, formada principalmente de origaneno, α,β-pineno, borneol, alcanfor[6], terpineno carvacrol, timol[5,7], Al estrujar la planta entre los dedos desprende un olor aromático parecido al del tomillo, linalol, cimol, sabineno, metilchavicol (estragol)[8,9], eugenol, contiene otros monoterpenos como ocimeno y cineol, sesquiterpenos, metilcinamato, fenilpropano, taninos, flavonoles como quercetina, camferol y ácido caféico, ursólico y rosmarínico[2].

Propiedades terapéuticas: aparato respiratorio (antiespasmódico, expectorante)[10], sistema muscular (antirreumático), digestivo, antipruriginoso, ginecología-andrología y dermatológico[2].

Usos: en infusiones, en afección de vías respiratorias como catarro[2,7], bronquitis y tos espasmódica, en uso externo se usa en fricciones para dolores reumáticos, en afecciones dermatológicas (grietas cortaduras, excoriaciones)[7]. También es utilizada como emenagogo[2], carminativo, béquica y tónica. En la cocina se emplea como condimento culinario para condimentar carnes, verduras y legumbres y en otros platillos principalmente griegos e italianos[8].

Análisis por cromatografía en capa fina: se utiliza cromatofolios de silica gel G F_{254} y reactivo de anisaldehido como revelador universal[11].

- **Solución problema:** se toman 0.5 mL del aceite esencial y se disuelven con 10 mL de tolueno para su aplicación.
- **Solución de referencia:** se disuelven 0.1 mL de cada uno de los siguientes compuestos: timol, pineno y linalol en 3 mL de tolueno, por separado para su aplicación en la placa.
- **Aplicación:** se toman 10 µL de la solución problema y 5 µL de la de referencia y se aplican en la placa a 2 cm del borde de esta, para su corrimiento con el eluente correspondiente.
- **Sistema de Solventes:** se mezclan diclorometano y tolueno con una relación de (9:1 v/v), y con esta se satura previamente la cámara del corrimiento de la placa.
- **Revelado:** primero se observa la placa una vez corrida, en la cámara de luz UV y se marcan las manchas, posteriormente se rocía finamente con reactivo de anisaldehido y se seca a 105ºC por 3 min para marcar las manchas y compararlas con las observadas con luz UV.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.654.
2. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. p.801.
3. **Font Quer, P.** 1980. *Plantas Medicinales: El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A. p 695.
4. **Castleman, M.** 1994. *The Healing Herbs. Ed. Rodale Press.Inc.Emmaus PA.USA.,* p. 382-384.
5. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.212.
6. **Kuklinski, C.** 2000. *Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural.* Editorial Omega. pp.143, 295.
7. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. pp.533.

8. **Berdonces, J, L.** 2001. *Especias y Plantas Aromáticas. Guia completa de condimentos que refuerzan los sabores y la salud.* Editorial Oceano. p.174.

9. **Chichester.** 1977. *Hager* Vol 6 p. 542.

10. **Heber, W. Young, K.** 1956. *Tratado de Farmacognosia.* Editorial Atlante S.A., México 53. pp. 938-941.

11. **Stahl, E. y Jork, H.** 1964. *Arch Pharm (Weinheim).* pp.273,297.

PEREJIL

Nombre científico: *Petroselinum hortense Hoffm.*

Nombres comunes: *"salsa"*

Familia: *Apiaceae (Umbelliferae)*

Características: hierba de hasta 1 m de alto, de intenso olor característico, de raíz simple o ramificada blanca-amarillenta[1,2]. El tallo es rollizo. Las hojas compuestas, divididas en segmentos anchos sobre un largo peciolo. Las flores, forman umbelas de 6 a 20 radios desiguales con el involucro compuesto de solo 1 a 3 hojitas, más numerosas en las umbelas, de color verde-amarillo[2,3]. El fruto es redondeado de 2 a 3 mm de largo, maduro se divide en dos medios frutos arqueados con 5 costillas[1,3,4].

Distribución: nativa del Mediterráneo, cultivada ampliamente en países del sur de Africa, Sur de América, Japón[1,2,5]. En México se cultiva en varios estados.

Floración: en primavera y las hojas se recolectan todo el año. Puede crecer en cualquier lugar e incluso en macetas, siempre que tenga suficiente agua[2,4].

Composición o ensayo químico: depende del origen y variedad, contiene de 2 al 6% de aceite esencial[2,6]; como principales compuestos tiene al apiol, miristicina, ocasionalmente 1-alil-2,3,4,5-tetrametoxibenceno en el fruto[7]; representando estos compuestos un 60% del aceite, fenil propanos, α y β-pinenos, limoneno β-felandreno, terpinoleno, β-elemeno[4,7] como terpenos y otros mono y sesquiterpenos, como también trazas de flavonoides como luteol[3], apiína (heterosido flavonico derivado de la apigenina), furanocumarinas (bergapteno, oxipeucedanina, heraclenol)[2,7].

Propiedades terapéuticas: digestivo, sistema urinario (diurético), sistema nervioso (estimulante), reumatológico, endocrino genecología-andrología[8].

Usos: el aceite esencial es un eficaz espasmolítico, por su contenido de apiol y miristicina. En dosis altas el apiol actúa como abortivo porque produce congestión pélvica[8], también se emplea como regulador menstrual (emenagoga)[7,8,9], se indica en casos de dismenorrea y amenorrea, sobre sistema digestivo es un buen carminativo, antiflatulento y estomacal[8,9]. Las semillas presentan efectos espasmolíticos y oxitócicos. Menos de 1g de la planta se utiliza para una taza de agua hervida, 1 cucharada es igual a 1.4 g aproximadamente, dejando un reposo por 10 min, tomándose 2 tasas al día. En Europa se pensaba que el perejil hacia crecer los pechos y aumentaba la leche. En la industria alimentaria se utiliza como componente aromático en alimentos[1,8], bebidas y licores suaves[7].

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 0.5 mL del aceite esencial obtenido se disuelve con 5 mL de tolueno, para su aplicación en la placa[2].
- **Solución de referencia:** se prepara disolviendo eugenol y apiol al 3% en tolueno.
- **Aplicación:** 5 µL de la solución problema y 3 µL de la solución de referencia se colocan en sus respectivos carriles o bandas en la placa de sílica gel GF_{254}.
- **Sistema de solventes:** se mezclan tolueno: acetato de etilo (93:7 v/v) y se deja que corran 15 cm aproximadamente.
- **Revelado:** la placa es rociada finamente con H_2SO_4 al 1% en etanol, seguido inmediatamente de vainillina al 1% en etanol, se secan a 110°C por 10 min y se observa con luz normal, comparando las manchas. Se observarán otras manchas que aparecen en las zonas coloreadas internas[10].

Bibliografía

1. **Font Quer, P.** 1980. *Plantas Medicinales: El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A. p 489-490.
2. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. Medpharm.Scientific Publishers CRC Press.* p. 369.
3. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.212.
4. **Kuklinski, C.** 2000. *Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural.* Editorial Omega. pp.143, 295.
5. **Volák, J. y Stodola J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales.* Susaeta, S.A. p. 219.
6. **Stahl, E. and Jork H.** 1964. *Arch Pharm (Weinheim)* pp.273,297.
7. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. pp.533.
8. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. p.905.
9. **Hernández, R. M. Gally J. M.** 1981. *Plantas Medicinales. Usos y dosificación.* Arbol editorial. S. A. México. p. 156.
10. **Wagner, H. Bladt, S. y Zgainstki, E. M.** 1984. *Plant Drug Analisys. Springer-Verlag, Berlin, Helderberg. New York, Tokio.* p 28.

ROMERO

Nombre científico: *Rosmarinus officinalis L.*

Nombres comunes: *"hierba romera", "romaní", "rosmarino".*

Familia: Lamiaceae (Labiatae)

Características: arbusto perenne de 1 a 2 m de alto. Las hojas son simples aromáticas de unos 2 cm, lineares, opuestas, coriáceas, enrolladas en su borde, verde oscuras en el haz y blancas por el envés[1,2,3]. Las flores son bilabiadas de color azul y nacen en las axilas de las hojas, dispuestas en forma de racimos[2,4].

Distribución: originaria de Europa, principalmente de Francia e Italia, típica de países mediterráneos[4,5]. En México se cultiva en el Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Puebla, Oaxaca, Tamaulipas[1].

Floración: en primavera y otoño, la recolección de las hojas, se hace antes de la floración[2,4].

Composición o ensayo químico: se ha determinado entre 1 a 2.5% de aceite esencial y en mayor porcentaje compuestos como: dismetina, diosmina[6,7], borneol, 1,8-cineol, α,β-pineno, alcanfor, canfeno, acetato de bornilo[7,8,9], todos estos entre 15 y 30% del total del aceite y otros monoterpenos como limoneno, linalool, verbinol, terpineol, 3-octanona y acetato de isobornilo[6]; sustancias amargas diterpenicas como carnosol, rosmanol (diterpenos), rosmadiol, ácidos carno-

sólico, rosmarínico, triterpenos, como el ácidos ursólico, oleanolico (triterpenos)[6] β-amirina, betulina, flavonoides como: luteolina y derivados, hispidulin, nepetin nepitrin y apigenin, con sus respectivos glucósidos y colina; ácidos caféico y clorogenico[6,7].

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo (antiespasmódico, colerético estomacal, carminativo, estimulante aromático, colitis, dispepsia[5,10], flatulencia, hipercolesterolemia, ictericia), aparato genito-urinario (diurético, dismenorrea, leucorrea emenagogo suave)[5,8,10], sistema circulatorio (hipotensor), inmunológico (resfriados, gripe, tos bronquitis, infecciones)[8], antiparasitario, antimicrobiano[10] dermatológico[5]. No se recomienda en el embarazo[5], antitumor[6].

Usos: hojas y ramitas en infusión, 1 o 2 cucharaditas de planta molida se deja infundir tapado en una taza con agua hirviente 10 a 15 min[10], favorecen la digestión y limpian el hígado, el macerado en alcohol se utiliza para darse fricciones, contra la alopesia; los gargarismos tienen efecto antiséptico o tomados como té, revitaliza el organismo sobre todo después de enfermedades infecciosas[5] y gripe, el humo de romero para la bronquitis[8,11], también es utilizado contra la hipotensión, baños posparto, dolor de estómago, en infecciones de la piel y contra la bilis. El estracto hidroalcoholico al 70% inibe las células KB por 87% cuando se aplican concentraciones de 50 µg/mL[6]. En la cocina se utiliza como buen aromatizante en una diversidad de guisos. Su uso debe ser con medida, en forma de vino o licor se toma una o dos copitas al día como digestivo. En Europa se consideraba al romero como una planta aromática utilizada en la elaboración de productos de belleza, cosméticos, jabones, detergentes, perfúmes[8,10,11,12].

Análisis por cromatografía en capa fina: se usan cromatofolios de sílica gel GF_{254}.[3,13].

- **Solución problema:** 20 µl de aceite de disuelven en 1 mL de tolueno.
- **Solución de referencia:** 5 µL de borneol y 5 mg de acetato de bornilo y 10 µL de cineol, se disuelven con 3.5 mL de tolueno, respectivamente, para su aplicación, se toma 1 mL de cada una de las disoluciones y se mezclan para su aplicación y comparación de corrimiento.
- **Aplicación:** se toman 10 µL de las soluciones disueltas primero y mezcladas despues, y cada una se aplican a 2 cm del borde de la placa de sílica gel GF_{254}.
- **Sistema de Solventes:** se utiliza diclorometano y se deja correr solo 10 cm en la placa.
- **Revelado:** la placa se rocía finamente con reactivo de anisaldehído, se pone a secar a 105°C por 3 a 5 min y se comparan las manchas con las que se observan con luz UV.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.785.
2. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. pp.533-34.
3. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. Medpharm.Scientific Publishers CRC Press.* p.428.
4. **Font Quer, P.** 1980. *Plantas Medicinales: El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A. p.651.
5. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. p.994.
6. **Barnes, J. Anderson, L. A. y Phillipson J. D.** 2007. *Herbal Medicines. Third* Edition, pp.508-11.
7. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.266.

8. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal. p.178.

9. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. pp.508.

10. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.136.

11. **Volák, J. y Stodola J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales.* Susaeta, S.A. p.258.

12. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales.* Editorial EVEREST S.A. p. 280, 293.

13. **Wagner, H. Bladt, S. y Zgainstki, E. M.** 1984. *Plant Drug Analisys.* Springer-Verlag, Berlin, Helderberg. New York, Tokio. p 142.

Imagen tomada de:
http://aplicaciones2.colombiaaprende.edu.co/concursos/expediciones_botanicas/fotos/114_261_3.jpg

RUDA

Nombre científico: *Ruta graveolens L.*

Nombres comunes: *"ruda común", "ruda fètida" "roda", "arruda", "akutsi varirakua" (Purépecha).*

Familia: Rutaceae

Características: arbusto de 45 a 120 cm de alto, de color verde-grisáceo[1,2]. El tallo es ramificado, liso, leñoso y rígido. Las hojas son compuestas, con folíolos lobulados y finamente dentados[1,3]. En los corimbos se agrupan las flores que son de color amarillo-verdoso. Los frutos son cápsulas que contienen semillas de forma reniforme de color negro[2,3].

Distribución: distribuída en Europa. En México se cultiva en Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Morelos y Puebla.

Floración: en verano (mayo-agosto)[1,3] y se recolecta toda la planta.

Composición o ensayo químico: planta con aroma muy intenso característico y de sabor acre. Las hojas y tallos contienen aproximadamente 1% de aceite esencial, cuyo principal constituyente es la metilnonil-cetona[1] (undecanona-2), metil-heptil cetona (nonanona-2), metilnonilcarbinol limoneno, pineno, cineol. Las hojas contienen además pineno, eucaliptol, salicilato de metilo, azuleno. Algunas cumarinas[4] como la rutina, bergapteno, suberona, naftohermicrina; glucósidos (rhamnósido, y cianidina) y en raíz se ha determinado algunos alcaloides quinolínicos[1,4] (arborinina, skimianina, graveolina, o rutamina, graveolinina, cocusoginina, y α-fagarina), utacridorea; algunos ácidos rutilínico, salicílico, caprílico, entre otros como xantotoxina, psoraleno, rutamarinal, isorutarina, un heterósido antociáno e hibalactona[1,5,9].

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo (antiespasmódico), sistema nervioso (sedante), sistema urinario (diurético, emenagoga), sistema visual., sistema de piel y anexos (rubefaciente), vermífugo[9,10,11].

Usos: el té se utiliza como espasmolítico y diurético, regulador menstrual[9], puede provocar aborto[8,11], contra el dolor de estómago y cabeza (como compresa fría aplicada a las sienes alivia el dolor de cabeza). En algunos casos se emplea como estimulante del apetito. Se atribuye la propiedad de repeler las infecciones, mejora la vista, es rubefaciente, contra el dolor reumático[10,11], para tratar abscesos de la boca y ulceraciones[8], asma y catarro[10], Se usa de 2 a 3 g de planta fresca en 1 tasa de agua recién hervida o 1 cucharadita de planta seca dejando reposar por 5 a 10 min tomar tres veces al día[12]. La dosis debe ser baja para evitar riesgos de intoxicaciones. Se puede combinar con escutelaria cola y avena (en casos de depresión)[12]. Tambien tiene valor culinario para la elaboración de licores[13,14,15].

Análisis por cromatografía en capa fina: el análisis se efectúa para determinar sustancias amargas y componentes de aceite esencial[16] de la manera siguiente:

- **Solución problema:** 1g de planta molida se mezcla con 10 mL de éter –tolueno (1:1 v/v) por 15 min, se filtra y se concentra el aceite, que se redisuelve en 1 mL de cloruro de metilo para su aplicación.
- **Solución de referencia:** 0.5 mg de undecanona-2, 0.5 mg de limoneno y pineno se redisuelven cada uno en 5 mL de tolueno para su aplicación.
- **Aplicación:** de 10 a 15 µL de cada una de las soluciones, se aplica a 2 cm del borde de la placa de sílica gel.
- **Sistema de Solventes:** se mezclan acetona: tolueno (6:4 v/v) y se deja correr 15 cm.
- **Revelado:** las placas secas, se rocían finamente con reactivo de anisaldehído y se dejan a 105ºC por 5 min. Se observan y comparan las manchas.

Bibliografía

1. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. p.1001.
2. **Trease, G. E. Evans W. C.** 1988. *Tratado de Farmacognosia* Editorial Interamericana 12ª edición., p. 84.
3. **Font Quer, P.** 1980. *Plantas Medicinales: El Dioscórides Renovado,* Editorial Labor S.A., p 426.
4. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.272.
5. **Peris, J. B. Stubbing, G. Vanaclocha, B.** 1995. *Fitoterapia aplicada. Colegio official de farmacéuticos de Valencia.* Valencia-Espña. pp.444-5.
6. **Villavicencio Vargas, O. Villar López, M.** 2001. *Manual de Fitoterapia, EsSalud; Organización Panamericana de la Salud* Lima-Perú.
7. **Mejía, K. Rengifo, G.** 1996. *Plantas Medicinales de Uso Popular en la Amazonia Peruana. AECI-GRLIIAP, Lima Perú.* p.294.
8. **Galvez, A. I.** 1983. *Estudio Fitoquímico de la especie Ruta graveolensm "Ruda".* Tesis Bach. Farmacia, Universidad Nacional de Trujillo –Perú.
9. **Lovatis, Castellani, F.** 1994. *Alimentos y Plantas Medicinales.* 1a ed. NORMA S.A. Colombia. pp.158-9.

10. **Scull, R. Miranda, M. Infante, R. E.** 1998. *Plantas medicinales de uso tradicional en Pinar del Rio.* Estudio etnobotánico. I Rev. Cubana Farm. 32(1):57-62.

11. **Lawless, J.** 1995. *Guía Familiar de Aceites Esenciales.* Editorial Tikal. p.210.

12. **Hoffmann, D.** 1996. *Guia Familiar de Plantas Medicinales.* Editorial Tikal. p.137.

13. **Volák, J. y Stodola J.** 1988. *El Gran Libro de las Plantas Medicinales.* Susaeta, S.A., p. 262.

14. **Pahlow, M.** 1982. *El gran libro de las plantas medicinales.* Editorial EVEREST S.A., p. 279, 295.

15. **Reader's Digest.** 1990. *Plantas medicinales. Plantas Medicinales.* Selecciones del Reader's Digest. México, S.A., p. 297, 386, 400.

16. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry. CRC Press.* pp.456-480.

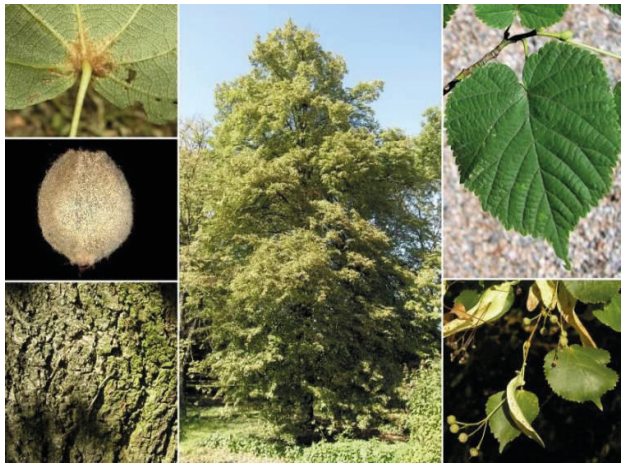


Imagen tomada de: *http://luirig.altervista.org/cpm/albums/bot-units81/tilia-cordata37293.jpg*

TILA

Nombre científico: *Tilia cordata Mill.*

Nombres comunes: *"tilo de Europa", "tillón", "argema", ezki", "lima", "tilo común".*

Familia: Tiliaceae

Características: árbol grande considerado longevo, de ramaje globuloso de 30 a 40 m de altura[1,2]. El tallo tiene corteza lisa, de color pardo oscuro[2,3]. Las hojas son cordiformes con un límbo ligeramente asimétrico y dentado, de forma acorazonada, color verde fuerte en el haz y glauco en el envés, con pelos rojizos en los huecos de los nervios.

En las axilas de las hojas nacen inflorescencias pedunculadas compuestas de cimas, que comprenden entre 3 y 15 flores amarillas, provistas de una bráctea membranosa. Los frutos son aquenios globulosos.

Distribución: nativa de Europa, crece de forma espontánea en regiones arboladas, en bosques humedos y se utiliza como árbol ornamental en calles y parques[3].

Floración: en verano de Julio a Septiembre; crece espontáneamente y puede cultivarse. Las inflorescencias se colectan con todo y brácteas de ambas especies entre el 1º y 4º día después de que abran, ya que es cuando tienen mayor porcentaje de aceites esenciales.

Composición o ensayo químico: contiene pequeñas cantidades de aceites esenciales (0.2%) variando la composición según la localización, predominando monoterpenos en la flores y aldehídos en las brácteas que tienen una gran cantidad de mucílago[1], tanto en flores como en brácteas se encuentran monoterpenos y sesquiterpenos oxigenados[1,3,4] farnesol[1,2,3,5] y geraniol y sus respectivos acetatos (acetato de farnesil[2], acetato de geranil), 2-feniletanol, geraniol, acido 2-fenietilen bencénico[2,3], contiene también flavonoides[1,4,5] como la quercetina, rutina, quercitrina, isoquercitrina, kaemferol[4,5], astragalin[2], ester tilirósido, el 3-gluco-7-ramnósido[2,3]; además contiene algunos ácidos orgánicos como el ácido caféico, ácido 6-p-cumárico y el ácido clorogénico, glucósidos cianogenéticos (sambunigrina).

Propiedades terapéuticas: sistema nervioso (sedante), aparato digestivo (antiespasmódico), cardiovascular hipotensora y dilatadora de las arterias coronarias (debido a los polifenoles y cumarinas presentes en la corteza y albura)[1,2,3,5], sistema urinario (diurético), vasodilatadora, emoliente, antiinflamatoria[3,5], y antitusiva (por presencia de musilagos), con efecto diurético y sudoríparo (baja la fiebre acción debida a la presencia de flavonoides).

Usos: infusión de las flores y brácteas desecadas, efectiva contra resfriados[1], se utiliza también como compresas o baños de vapor[3], estimula el apetito, elimina la flatulencia (las ramitas secas, se usan como carbón de tila) se aplica contra el exceso de acidez gástrica, las enfermedades hepáticas y biliares[5,6], tiene acción diaforética. Se emplea también en tinturas y en cosmética (limpia y suaviza la piel)[3].

Análisis por cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 2 g de las flores molidas, se agitan primero con 10 mL de eter etílico suavemente durante 10 min, enseguida se filtra y el éter se elimina. El aceite resultante se disuelve con 3 mL de tolueno para su aplicación posterior. Se extrae el material molido con 10 mL de metanol por 5 min en baño María a 65°C, se enfría y se filtra para su ensayo.
- **Solución de referencia:** se preparan dos soluciones por separado con los siguientes compuestos:
  1. Para el extracto etéreo, 10 µL de farnesol y 10 µL eugenol en 5 mL de tolueno.
  2. Para el extracto metanolico, 5 mg de rutina, 2 mg de ácido cefeíco y 2 mg de kaemferol se disuelven en 10 mL de metanol[2,4].
- **Aplicación:** en 2 placas se colocan 10 µL de cada solución a 2 cm del borde de la placa de sílica gel GF_{254}.
- **Sistema de Solventes:** para los terpenos se satura la cámara con cloroformo: acetona (9:1 v/v) ó acetona: tolueno (6:4 v/v) y se deja correr 15 cm en la cámara saturada.
- **Revelado:** se observan las placas secas con el corrimiento de terpenos luz UV a 266 nm y se marcan las manchas para su comparación. Posteriormente se rocían finamente con reactivo de anisaldehído, se secan a 105°C por 10 min y se marcan las manchas comparándolas con las anteriores.

Las placas con las aplicaciones de referencia número 2, una vez secas, se rocían finamente con el reactivo de difenil-boriloxietil amina al 1% en metanol, seguido por otra solución de Macrogol 400 al 5% en metanol y se comparan las manchas observadas para este método[2].

Bibliografía

1. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. pp.1084-5.
2. **Grainger, B. N.** 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals.* Medpharm.Scientific Publishers CRC Press, p. 496-497.
3. **Kuklinski, C.** 2000. Farmacognosia. *Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural.* Editorial Omega. pp.190-1.
4. **Bravo, D. L.** 2006. *Farmacognosia.* pp.325-27.
5. **Cecchini, T. y Ticli, B.** 2007. *El Libro de las hierbas Medicinales.* Editorial De Vecchi. p.272.
6. **Bruneton, J.** 2001. *Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales.* 2ª edición. Editorial Acribia. pp.113-14.
7. **Font Quer, P.** 1980. *Plantas Medicinales: El Dioscórides Renovado*, Editorial Labor S.A., p. 408-410.
8. **Rojas, C.** 1997. *Guía de Salud Natural. Hierbas y Plantas Medicinales.* Distr. Antonio L. Mateos, S. A España., 177.
9. **Sthal, E. and Juell S.** 1982. *Dtsch. Apoth. Ztg.* 122: 1951.
10. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press. pp.456-480.

TORONJIL MORADO

Nombre científico: *Agastache mexicana (Kunth) Lint & Epling.*

Nombre común: *"tlalahuéhuet"l, "tlalamat", "polvo de cerro", "toronjil rojo", "atóchietl", "noriten", "toronjil morado", "tsitsuntseraki" (Purépecha) .*

Familia: Lamiaceae

Características: hierba de 0.4 a 1 m de alto. Los tallos son erguidos, angulosos, tetragonales, casi glabros[1,2]. Las hojas son opuestas, pecioladas, lanceoladas u ovado-lanceoladas de 4 a 6 cm, aserradas de color verde. Las hojas de color rojizo-morado, dispuestas en vrticilos y espigas ininterrunpidas de cáliz tubular morado rojizo; la corola es labiada, los estambres son 4, iguales y 1 estilo largo, con estigma saliente, bifurcado y bífido[1,3,4].

Las flores son de color rojizo-morado, dispuestas en verticilos y espigas ininterrumpidas de cáliz tubular morado rojizo; la corola es bilabiada, los estambres son 4, dídimos y 1 estilo largo, con estigma saliente, bifurcado y bífido. Los frutos son ovoides, lisos y de color pardo oscuro de 1.5 a 2 mm de largo[1,2,3].

Distribución: es nativa de México, crece en el Estado de México, y los estados de Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Oaxaca, Querétaro, Valle de México, Veracruz y Zacatecas entre otros[1,3,4].

Floración: florece de enero a mayo.

Composición o ensayo químico: contiene un aceite volátil amarillo compuesto por citral, citronelal, geraniol y linalool, camfeno, β-pineno, limoneno, cineol, furfural, mentona, pulegona y acetato de bornilo, como principales monoterpenos[5,6]. Los diterpenoides como la breviflorina en hojas, tallos y flores[5,6] también algunos flavonoides como crisina, diosmetina y un alcano (nonano).

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo (antiespasmódico), sistema nervioso (sedante), sistema endócrino, aparato respiratorio, sistema circulatorio.

Usos: su efecto se debe a su aceite esencial, que es emoliente; es astringente, carminativo, diaforético, tiene efecto sedante para las cardiopatías de tipo nervioso, para las fiebres, dolores de estómago de tipo nervioso, retraso mestrual, epilepsia, tos, amigdalitis, además se utiliza para estimular la contracción del músculo, aorta, vesícula, intestino, útero y corazón[4]. Las flores y hojas se usan en infusiones al 5%, se utiliza para obtener la esencia de toronjil, que es utilizada para la preparación de cosméticos y perfumería[5]. Dosis de la esencia: 0.075-0.25 mL. Mediante 2 cucharaditas de hojas cortadas, por taza de té, sirve para conciliar el sueño. Si se utiliza miel, se intensifica la acción somnífera, debiéndose beber tres tazas al día. Se vierte ¼ de agua hirviendo sobre dos cucharaditas de hojas por cada taza, se tapa y se deja reposar por espacio de 10 min, también tomado durante 9 días para el tratamiento del "susto". En baños 50 ó 60 hojas en un litro de agua, se calienta a ebullición y se cuela al cabo de 10 min.

Análisis por Cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 3 g de la planta se macera con 20 mL de éter etílico o por extracción a baño María y se reduce a 5 mL para su aplicación. Para su análisis por CCF se puede aplicar la información de (Waksmundzka-Hajnos, M)[7].
- **Solución de referencia:** se disuelven 0.3 mL de muestras de mentona, furfural y pineol en 1 a 3 mL de tolueno para su aplicación.
- **Aplicación:** 10 µL de cada una de las muestras anteriores son colocadas en la placa de sílica gel G en sus respectivas posiciones independientes una de otra y se colocan en la cámara de corrimiento.
- **Sistema de Solventes:** la cámara se satura con una mezcla de solventes, benceno: acetato de etílo (9:1 v/v) y se deja correr 15 cm.
- **Revelado:** una vez seca la placa se rocía finamente con reactivo de anisaldehído, se pone a calentar 5 min a 105ºC y se comparan las manchas.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.900.
2. **Base de datos de Global Biodiversity** Information Facilite (GBIF). Consultado en 2016. *http://www.gbif.org/species/search?q=Agastache+mexicana&dataset_key=d7dddbf4-2cf0-4f39-9b2a-bb099caae36c&highertaxon_key=2497wqaaw*
3. **Atlas de las Plantas** de la Medicina Tradicionall Mexicana. Biblioteca Digital, de la Medicina Tradicional Mexicana. Consultado en marzo 2016. *http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/flora2.php?l=4&po=otomí&te=Olotillo&id=6217&clave_region=14*
4. **Reader's Digest** 1990. *M., Plantas Medicinales. Selecciones del Reader's Digest,* México, S.A., p. 325.

5. **Manjarrez, M. A**. *et al.* 1966. *Perfumery Essent*. Oil Recrd. 57 (9), 561.

6. **Contreras, B.** 1986. *"Metabolitos aislados del toronjil blanco"* (Agastache sp)." Tesis. Instituto de Química. UNAM.

7. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press. pp.456-480.

http://fichas.infojardin.com/

TRONADORA

Nombre científico: *Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth.*

Nombre común: *hierba de San Nicolás", "flor de San Pedro", "hierba de San Pedro", "retama", nixta malxóchitl", "trompeta", "guibelchi", "tu lasúchil", "ycucuii" (Mixteco).*

Familia: *Bignoniaceae*

Características: arbusto o árbol pequeño, siempre verde de 2 a 8 m de alto, con tallos cilíndricos, las ramas con pubescencia glandular[1,2,3]. Las hojas con sabor muy amargo, opuestas y compuestas con 5 a 13 foliolos sésiles o de peciolo corto; los foliólos agudos, oblongos y aserrados, de color verde opaco. Las flores gamopétalas, amarillas, con 5 lóbulos y 4 estambres[2]. El fruto una cápsula linear de 10 a 20 cm de largo, con semillas aladas.a 13 cm, lanceolados. Las flores monopétalas, bisexuales, zigomorfas; de corola amarilla, simpetala, infudibuliforme y cáliz quinquepartido, corto y aplanado; los 4 estambres son didínamos y uno rudimentario, terminada en 5 lóbulos, su fruto es una cápsula negruzca, de unos 15 a 20 cm de largo y 6 mm de ancho, lineal, pardusca al madurar, con semillas aladas numerosas y aplanadas. La inflorescencia terminal en rácimo o panícula.

Distribución: nativa de América, se extiende al suroeste de EEUU. En México crece en forma silvestre en la Ciudad de México y en algunos estados como Chihuahua, Estado de México, Michoacán, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán entre otros y hasta Argentina[2,3].

Floración: florece de agosto a noviembre y algunas veces vulve a hacerlo al principio de la primavera.

Composición o ensayo químico: en las hojas, brotes y tallo los aceites esenciales, contienen monoterpenos como la adtinidina, aucubina, estansido, α-estansiosido[3,7], plantarenalosido[3,7,8,9]; triterpenos como α-amirina, ácidos olanólico, ursólico[11] y oleanólico[3,4,11] en brotes; algunos compuestos aromáticos contenidos en los aceites[10,11] como el ácido p~hidroxibenzoíco, ácido caféico[11,12], ácido florético, ácido protocatéquico, ácido p~hidroxifenil acético, ácido salicílico, ácido vainíllico[11,12] aunque se pierden rápidamente en la extracción; en brotes y tallos están presentes algunos alcaloides[3,4,12] como el ácido antranílico, indol; la eskitantina un alcaloide monoterpénico en el tallo, además de la tecostidina; y en casi toda la planta bencenoides, prótidos como el triptofano; sacáridos, esteroles y flavonoides como la cianina. Las hojas contienen taninos, alcaloides como noractinidina, boschniakina, tecomina y skitantina[3,4,10], están presentes en los tallo, y en hojas, algunos fenoles, glucósidos, iridoides como amarielósido, stansiósido[3].

Propiedades terapéuticas: aparato digestivo, sistema urinario (diurético), respiratorio, ginecología-andrología, dermatológico, endocrino, reumatológico, nervioso[3].

Usos: aunque las hojas se han empleado tradicionalmente para tratar la diabetes, no es concluyente; es de naturaleza caliente,es un buen estomáquico y tónico general, para el tratamiento del riñón, las flores y hojas se usan en infusiones combinadas con otras plantas a las que se les atribuye las propiedades de tratamiento de la diabetes[3]. A su raíz se le atribuye propiedades diuréticas, tónicas y antisifilíticas, también se emplea contra el catarro, bilis y disentería, calmar los nervios, la gastritis La *Farmacopea mexicana* atribuye a la planta propiedades eupépticas y la prescribe para la debilidad gastrointestinal (pirosis, cólicos, diarrea, empacho, enteritis aguda, úlceras estomacales, evacuaciones fétidas, flatulencias, gastritis de origen alcoholico, disentería); estimula el apetito, entre otros[3]. Se colocan los frutos y flores en una taza con agua hirviente y se deja reposan por 15 min, tapando para que no escape los volatiles. Posteriormente se hacen tomas en cucharaditas cada rato durante todo el día, y despues 3 veces por semana. No se debe agregar azúcar en el tratamiento de la diabetes, puesto que disminuye su nivel como tonificante y supuesta acción hipoglucemiante. Se usa contra la anemia, asma, antiamebiana, ciertas molestias del corazón[3].

Análisis por Cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** 5g de las hojas molidas se extraen con 25 mL de tolueno a reflujo con baño María; se filtra y se reduce el volumen a 10 mL para su aplicación[13,14].
- **Solución de referencia:** se preparan en viales independientes 0.1 mL de estansiosido y plantarenalosido disuelto en 5 mL de cloruro de metileno para su aplicación.
- **Aplicación:** se toman de 10 a 20 µL de muestras referidas y se colocan a 2 cm del borde de la placa de sílica gel G, dejando correr 15 cm.
- **Sistema de Solventes:** se mezclan tolueno: acetato de tilo (9:1 v/v) y se satura la cámara de corrimiento.
- **Revelado:** las placas secas se rocían finamente con reactivo de H_2SO_4 concentrado y se comparan las manchas.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. p.911.
2. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. Biblioteca Digital, de la Medicina Tradicional Mexicana. Consultado en marzo 2016. *http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Tronadora&id=7502*
3. **Berdonces, J. L.** 2009. Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones. Editorial Oceano. pp.1085-6.
4. **Lozoya, Meckes, M. y Mellado Campos, V.** 1985. Is the Tecoma stans infusion an antidiabetic remedy. J. Ethnopharmacol. 14: 1-9.
5. **Pérez, R. Ocegueda, G. Muñoz, J. Avila, L. y Morrow, W.** 1984. A estudy of the hypoglycemic effect of some Mexican plants. J. Ethnopharmacol. 12(3): 253-262.
6. **Cáceres, A, Cano, O, Samayoa, B. y Aguilar, L.** 1990. Plants used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. 1. Screening of 84 plants against enterobacteria. J Ethnopharmacol. 30 (1): 55-73
7. **Bianco, A.** *et al.* 1980. *Plant. Med.* 39, 268 A.
8. **Bianco, A.** *et al.* 1981. *Phytochemestry.* 20, 1871.
9. **Bianco, A.** *et al. Gazz Chim. Ital.* 1982, 112, 199.

10. **Dohnal, B.** 1976. *Acta Soc. Bot. Pol.* 45,369.

11. **Dohna, l B.** 1977 *Acta Soc. Bot. Pol.* 46 (2) 187.

12. **Saleh, N.** 1969. *Qual. Plant Mater. Veg.* 17 (4), 384.

13. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.* CRC Press., pp.456-480.

14. **Ibarra, Ma. de J. Cantú, P. C. Verde, Ma. J. y Oranday A.** 2009. *Caracterización Fitoquímica y Efecto Hipoglucemiante de Tecoma stans y su Relación con la Presencia del Cromo como Factor de Tolerancia a la Glucosa.* Información Tecnológica, Vol. 20 Nº5. pp.55-64. Revisado en marzo de 2016. *http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642009000500008&script=sci_arttext*

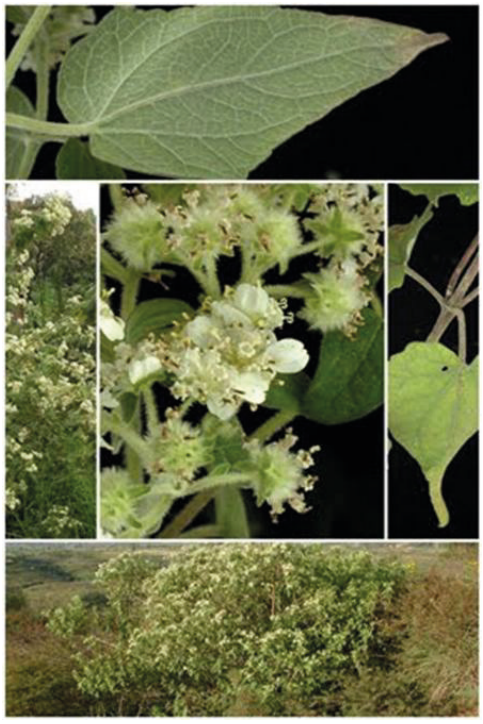


Imagen tomada de: *http://fotosdepedrotenorio.blogspot.mx*

ZOAPATLE

Nombre científico: *Montanoa tomentosa Cerv.*

Nombres comúnes: *"ciguapatle", "zihuapatle", "ciuapatli", "zompantle", "cuana-xana", "guapiojo", "hierba de la parida", "hierba de to"*

Familia: Compositae (Asteraceae)

Características: arbusto de 1 a 2 m de alto, con tallos erguidos[1,2]. Las hojas opuestas, pecioladas, enteras, acorazonadas y ovado-triangulares, agudas, tomentosas por el envés y pubescentes por el haz, trinervadas de 3.5 a 11 cm de largo por 2 a 8.5 cm de ancho, aromáticas si se estrujan[2,3]. Las cabezuelas son blancas en corimbos, con pedúnculos puebescentes. Los frutos son aquenios comprimidos, negruzcos, sin vilano[3,4].

Distribución: crece en bosques xerófilis de pino y encina América Central[4,5], nativa de México, crece en los estados de Hidalgo, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sonora y Valle de México entre otros[1,3].

Floración: florecen después de las lluvias.

Composición o ensayo químico: algunos compuestos aislados del aceite esencial de toda la planta, contienen terpenos[6] como el o-thujeno, α,β-pineno, canfeno, miraceno, limoneno, o-cimeno, linalool, borneol, α-terpineol, acetato de bornilo, eugenol[7,8], β-cariofileno, β-eudesmaneno, β-cubebeno*, α-copaeno, mirtenol y 4-terpineol[6]; un diterpeno como el ácido kaurenóico[4,7,8]; triterpeno como el ácido monoginoico[4,9], flavonoides como la nicotiflonina. Se han aislado en hojas secas de esta planta, tallo y raíz algunas sesquiterpenolactonas como la zoapatlina, tomentosina, y monoginol[4], germacranólidos, (montafrusina)[4], diterpenoides oxepanos montanol[10], zoapatanol[9,11,12], guayanólidos, heliangólidos (zoapatanólidos A y B)[4].

Propiedades terapéuticas: sistema reproductor, ginecología-andrología, sistema endócrino.

Usos: las flores y hojas se usan en infusiones, para aumentar la fuerza y frecuencia de las contracciones uterinas[3,4]. La infusión de las hojas se emplea para la regulación del ciclo menstrual, facilitar el parto y aumentar la secreción de la leche[3]; estimula la la musculatura uterina y provoca el aborto y facilita el parto[4]. Al parecer, no sólo actúa sobre la matriz, sino que produce cambios a nivel de la progesterona, por lo que es un buen anticonceptivo y emenagogo. Se recomienda hervir primero agua hasta perder la mitad de su volumen inicial, añadiendo éste a las hojas secas y se hierve nuevamente, se retira del fuego, se tapa y deja reposar por espacio de 10 a 15 min para después tomarse 1 o dos tazas. No se debe recalentar porque el vapor arrastra los principios activos, ni tomarlo muy a menudo (una vez por semana) puede ser abortivo[3].

Análisis por Cromatografía en capa fina:

- **Solución problema:** se macera 5 g de planta molida con 30 mL de acetato de etilo por 8 h, se filtra y se concentra a un volumen de 3 mL para su aplicación con micropipeta[14,15].
- **Solución de referencia:** se disuelven muestras de 0.1 mL de o-tuyeno, eugenol y α-copaeno, cada uno en 5 mL de tolueno para su aplicación.
- **Aplicación:** en placas de sílica gel G y G F_{254}, se colocan or separado de 10 a 20 µL de las muestras problema y de referencia a 2 cm del borde de la placa y se deja correr 15 cm.
- **Sistema de Solventes:** se mezclan tolueno: cloroformo (6:4 v/v) o tolueno: acetona (8:2 v/v); la cámara se satura y se colocan las placas para ser el corriemiento.
- **Revelado:** una vez secas las placas de sílica gel, se rocían finamente con reactivo de anisaldehído y se secan a 105ºC por 5 min para su comparación con las aplicadas en placas de sílica gel G F_{254} vistas y marcadas en UV a 266 nm.

Bibliografía

1. **Martínez, M.** 1994. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica. p.1028.
2. **Estrada, L. E.** 1985. *Jardín Botánico de plantas medicinales "Maximino Martínez".* Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. 41 pp.
3. **Biblioteca Digital, de la Medicina Tradicional Mexicana.** Consultado en 2016. *http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Zoapatle&id=7819*
4. **Berdonces, J. L.** 2009. *Gran Diccionario Ilustrado de las Plantas Medicinales, descripción y aplicaciones.* Editorial Oceano. pp.580-1.
5. **Reader's Digest.** 1990. *Plantas Medicinales.* Selecciones del Reader's Digest, México, S.A., p. 59, 342.
6. **Compadre, C. M.** *et al.* 1987. *Planta Med.* 53, 495.
7. **Quijano, L.** *et al.* 1985. *Phytochemistry.* 24, 4861.
8. **Márquez, M. A.** 1984. *"Determinación de las estructuras moleculares de nuevas lactonas sesquiterpénicas aisladas del zoapatle, M. frutescens".* Tesis. Facultad de Química Universidad Veracruzana.
9. **Zhi-Zhen, L.** *et al.* 1987. J. Nat. Prods. 50. 995.

10. **Seaman, F. C.** 1984. *Phytochemistry.* 23, 4817.

11. **Cotter, M. L.** 1981. Org. Magn. Res. 17, 14.

12. **Castro, V.** 1985. *Phytochemistry.* 24, 10, 2449.

13. **Waller, D. P.** *et al.* 1987. *Contraception.* 35, 147.

14. **Enriquez, R. G.** 1983. *J. Chromatog.* 258, 297.

15. **Waksmundzka-Hajnos, M. Sherma, J. Kowalska, T.** 2008. *Thin Layer Chromatography in Phytochemistry. CRC Press.* pp.456-480.

Capítulo V

Aceites Esenciales Azufrados y Nitrogenados

Introducción

Los metabolitos de las plantas que contienen azufre, tienen diferentes estructuras variando desde los metabolitos primarios, tales como los aminoácidos, metionina y cisteína por ejemplo, hasta los secundarios como los glucosinolatos o tioglucósidos (fig. V.1.).

Debido al carácter no polar y el bajo peso molecular de algunos metabolitos azufrados, estas moléculas son volátiles.

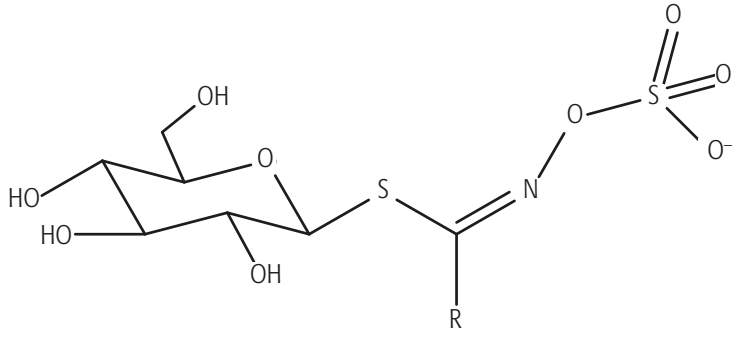


Figura V.1. Estructura básica de glucosinolatos.

Los compuestos volátiles azufrados y nitrogenados (COVANs) son una clase particular de productos naturales que se encuentran en plantas terrestres y marinas, también en animales y microorganismos; comparando estos sistemas, se ha encontrado que la mayor variedad de estructuras químicas de COVANs proviene de las plantas terrestres, por lo que el presente capítulo se centra en éstas.

Dentro de los metabolitos secundarios conteniendo azufre se encuentran aceites esenciales cuya característica distintiva es que son más densos que el agua y los vegetales que los contienen son principalmente de la familia de las liliáceas como el ajo (*Allium sativum*) y la cebolla (*Allium cepa*), ricos en alil sulfuros de dos, tres y hasta cuatro átomos de azufre[1,2], así como también de la familia de las crucíferas *Brassica oleracea*, como el brócoli, la coliflor, las coles de Bruselas (figura V.2.) etc. ricos en metil sulfuros y algunos isotiocianatos como el alil y el fenil etil isotiocianato[3a,b,c,4].

Estos aceites son más viscosos, no solidifican a –20°C, aunque existen algunas excepciones como el aceite esencial de *Rosa spp* y el de anís *Pimpinella anisum*, que son poco solubles en etanol, muy solubles en cloroformo y en aceites fijos como el de oliva[4,5,6].

Los compuestos volátiles azufrados tienen un olor "sulfuroso" desagradable y por ello se les considera de un perfil olfativo altamente dependiente; también poseen un valor de umbral de sabor muy bajo en agua (0.1 ppt; parte por

trillón) y generalmente se les considera olores-clave. Por esta razón los compuestos volátiles azufrados desempeñan un papel importante en la determinación del olor y sabor de muchos alimentos.

Figura V.2. Aceites esenciales de ajo, cebolla y brócoli obtenidos por hidrodestilación.

En el caso particular de los aceites del género *Allium*, los sabores y olores característicos de cada especie son generados por la transformación química de una serie de compuestos volátiles de azufre generadas por la ruptura de sulfóxidos de S-alquil y S-alquenil cisteínas. El más representativo es la aliína. Al trozar los tejidos del bulbo, se activan las enzimas alinasa (EC 4.4.1.4) y la sintetasa del factor lacrimógeno (LFS). Las células intactas de los bulbos de cebolla y ajo, virtualmente no tienen el sabor que los caracteriza hasta que ocurre su rompimiento (cortado, triturado, masticado, etc.); solo segundos después del daño celular, el ajo y la cebolla desarrollan su sabor y olor.

Los COVANs poseen importantes propiedades biológicas entre las que destacan su efecto antioxidante, prevención de cáncer, inducción de apoptosis[7] y actividad antimicrobiana[4,8]. Por otro lado, también se ha reportado que desempeñan funciones ambientales importantes[9].

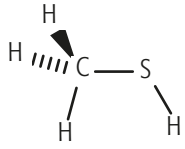
Estructura química y clasificación

Las estructuras químicas de los compuestos volátiles azufrados varían desde las más simples como el metil mercaptano (metanotiol) hasta estructuras mucho más complejas como por ejemplo el sulfuro de menta, o el 5-(4-acetoxi-1-butil)-2,2'-bitiofeno, e incluso, pueden contener átomos de nitrógeno como los isotiocianatos y tiocianatos.

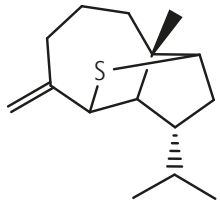
Cabe destacar que los compuestos volátiles como los dimetil-sulfuros, dimetil-disulfuros, dimetil-trisulfuros y alil isotiocianatos se encuentran ampliamente distribuidos en diferentes familias de plantas. Actualmente existen reportes de aproximadamente 554 compuestos volátiles azufrados y nitrogenados[10].

En la excelente revisión de compuestos volátiles azufrados (COVANs) hecha por Iranshashi[10] se propone un sistema de clasificación basado en el número de átomos de S en las estructuras de éstos que permite distinguir en primera instancia, 4 grupos principales:

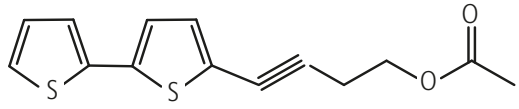
Compuestos volátiles azufrados conteniendo un átomo de azufre (S_1), con dos átomos de azufre (S_2), con tres átomos de azufre (S_3) y con cuatro átomos de azufre (S_4).



Metil mercaptano



Sulfuro de menta



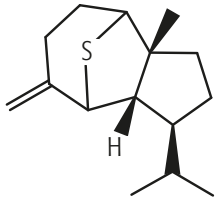
5-(4-acetoxi-1-butil)-2,2′-bitiofeno

A su vez, los grupos S_1 y S_2 se sub-clasifican de acuerdo con el número de átomos de oxígeno y nitrógeno presentes; el grupo S_3 se divide en tres subgrupos con base en la presencia de oxígeno (S_3O) y si el compuesto tiene una estructura lineal (S_3 L) o cíclica (S_3 C). De manera similar el grupo S_4 se subdivide en dos subgrupos uno con estructuras lineales (S_4 L) y otro con cíclicas (S_4 C). Finalmente, los isotiocianatos y tiocianatos se consideran en esta clasificación como un grupo separado.

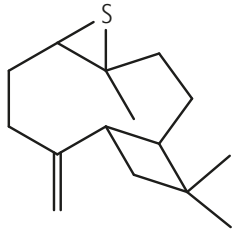
- **S_1** = S_1, $S_1N_{1(2)}$ (conteniendo uno o dos átomos de N), $S_1N_1O_{1(2)}$, S_1O_1, S_1O_2
- **S_2** = S_2, $S_2N_{1(2)}$ (O), $S_2N_2O_{1(2)}$, S_2O_1, S_2O_2
- **S_3** = S_3(N)O, S_3L, S_3C
- **S_4** = S_4L, S_4C
- **SCN**

De acuerdo con este criterio, existen 16 clases diferentes de compuestos volátiles azufrados y nitrogenados como se ejemplifican en las siguientes estructuras[10] (figura V.3).

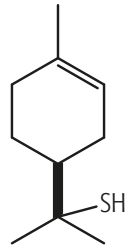
Clase: S_1



β-Mentasulfuro

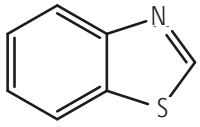


4,5-Epitiocariofileno

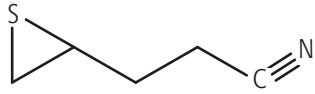


1-p-menteno-8-tiol

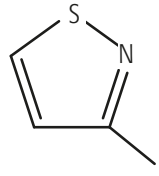
Clase: $S_1N_{1(2)}$



Benzotiazol

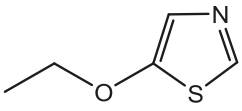


1-Ciano-3,4-epitiobutano

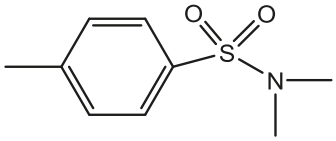


3-Metilisotiazol

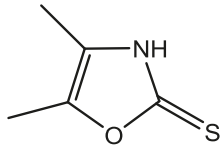
Clase: $S_1N_1O_{1(2)}$



5-Etoxi tiazol

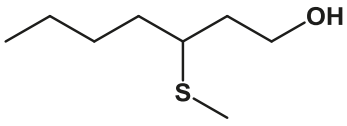


N,N-Dimetil-p-tolueno sulfonamida

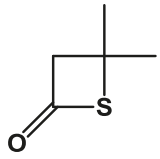


4, 5-Dimetil oxazolidina-2-tiona

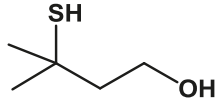
Clase: S_1O_1



3-Metiltio-1-hexanol

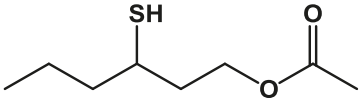


4,4-Dimetil tiaciclobutano-2-ona

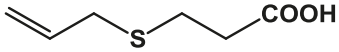


3-Metil-3-sulfanil-1-ol

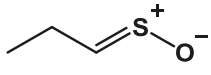
Clase: S_1O_2



3-Mercaptohexanol acetato

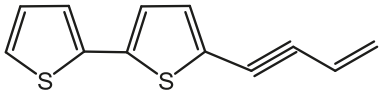


Ác. 2-allitiopropanoico

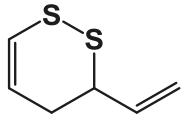


Tiopropanal S-óxido

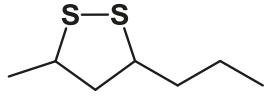
Clase: S_2



5-(3-Buten-1-inil)-2,2´-bitiofeno

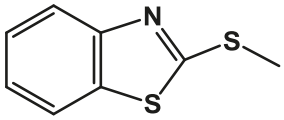


3-Vinil-4H-1,2-ditiína

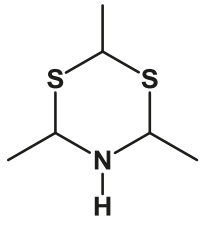


3-Metil-5-propil-1,2-ditiolano (isómeros)

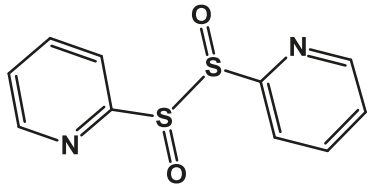
Clase: $S_2N_{1(2)}(O)$ y $S_2N_2O_{1(2)}$



2-Metil tiobenzotiazol

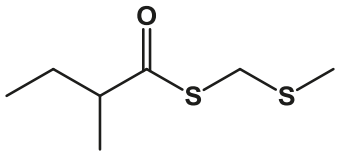


5,6-Dihidro-2,4,6-trimetril 4H-1,3,5-ditiazina

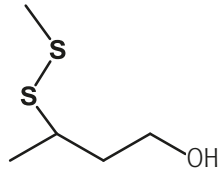


2-Dipiridil-disulfinato

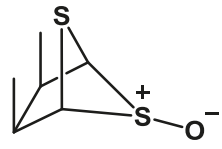
Clase: S_2O_1



Metil tiometil 2-metil butanotionato

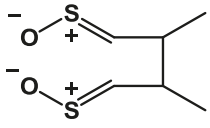


3-(Metilditio) 1-butanol

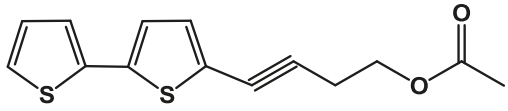


cis-Zwiebelano

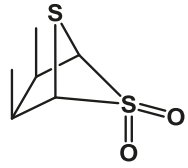
Clase: S_2O_2



Z,Z)-d, 1,2,3-Dimetil-
1,4-butanoditiol 5,5´-dióxido

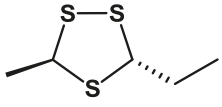


5-(4-Acetoxi-1-butinil)-2,2´-bitiofeno

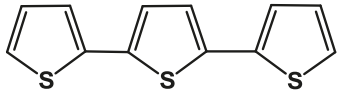


2,3-Dimetil-5,6,ditiabiciclo
[2.2.1]hexano-5,5´-dioxido

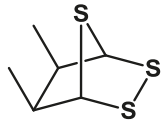
Clase: S_3C



trans-3-Etil-5-metil-1,2,4-tritiolano

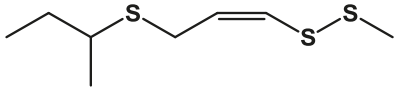


α–Tertiofeno

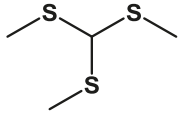


5,6-Dimetil-2,3,7-tritiabiciclo
[2.2.1]heptano

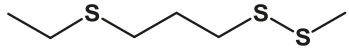
Clase: S_3L



1-(Metilditio)-3-(*sec*-butiltio)-(*Z*)-propano

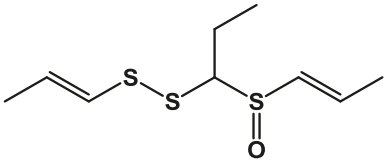


Tris(metiltio)metano

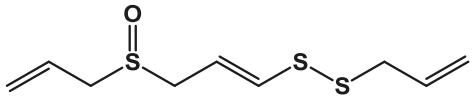


Etil 1-(metiltio)propildisulfuro

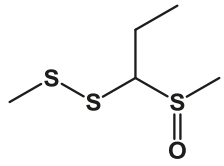
Clase: $S_3(N)O$



1-(1-(*E*)-Propenilsulfinil)-1(1-(*E*)-propenilditio) propano

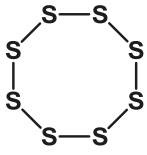


Ajoeno

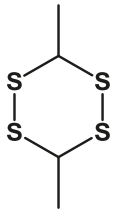


Metil-1-(metilsulfinil) propildisulfuro

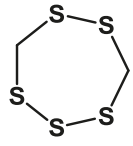
Clase: S_4C



Ciclo-S_8 (ciclo-octasulfuro)

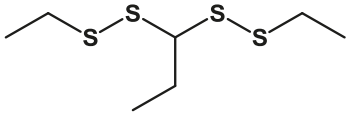


3,6-Dimetil-1,2,4,5-tetrationato

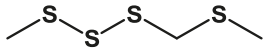


1,2,3,5,6-Pentatiepano

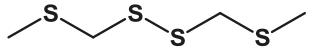
Ciclo: S_4L



1-(Etilditio)-1-(etiltio)propano

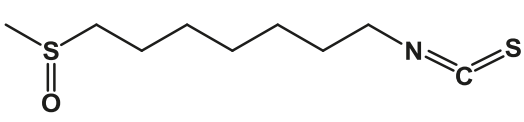


Metil-metiltio-metiltrisulfuro

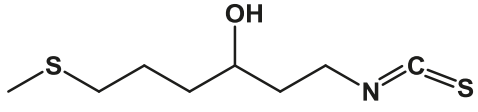


Bis(metiltiometil)disulfuro

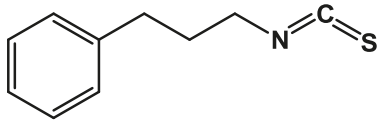
Ciclo: SCN



7-(Metil sulfinil) heptil isotiocianato



3-Hidroxi-6-(metiltio)hexil isotiocianato



3-Fenilpropil isotiocianato

Figura V.3. Ejemplos de estructuras de volátiles azufrados y nitrogenados pertenecientes a cada clase.

"Artefactos"

Está ampliamente documentado que la alicina se produce por la interacción del aminoácido aliína, abundante en el ajo, con la enzima aliinasa como se ilustra en la figura V.4. Cabe señalar que los compuestos volátiles azufrados como la alicina, poseen al mismo tiempo una baja estabilidad y una alta reactividad asociada con el enlace S–S débil (enlace de energía de 46 kca/mol o menos) por lo que estos compuestos son susceptibles a su descomposición conduciendo a la generación de compuestos inusuales que no se encuentran naturalmente en las plantas, y se les denomina "artefactos". La producción de artefactos puede deberse a la acción enzimática, a factores ambientales como la oxidación y degradación térmica, o a la combinación de éstas[11]. Así, la alicina, componente activo del ajo y otras especies del género *Allium*, junto con compuestos bioactivos relacionados como el 3-vinil 4-H-1,2-ditiína y el 2-vinil 4-H-1,3-ditiína, se han reportado que provienen del ajo pero no están presentes naturalmente como tales en la planta intacta.

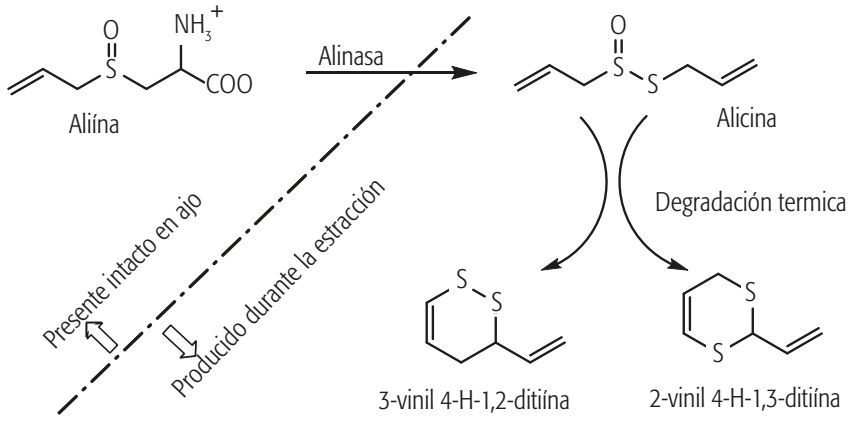


Figura V.4. Producción de los artefactos alicina y ditiínas en ajo[10].

Debido a este fenómeno es que un gran número de los COVANs identificados son productos provenientes de rearreglos químicos de las mismas moléculas, o de la oxidación y/o degradación enzimática que se han generado durante la extracción y análisis de COVANs naturales.

Así por ejemplo, se ha reportado que los principales metabolitos secundarios de la aliina son:

- Sulfóxido de S-metil cisteína (MCSO, metiina, presente en la mayoría de las especies de *Allium* y en algunas *brasicáceas*)
- Sulfóxido de1S-*trans*-1propenil cisteína (PECSO o isoaliína; característica de la cebolla),
- Alicina (principal responsable del aroma a ajo)
- Sulfóxido de S-propilcisteína (PCSO, propina, en la cebolla y especies afines).
- Ajoenos (*E* y *Z*)
- Sulfóxido de tiopropanal
- Vinilditiínas
- Tioacroleína, y
- Sulfuros de alilo

Respecto a los isotiocianatos y tiocianatos, éstos son productos de la hidrólisis enzimática de glucosinolatos. Los isotiocianatos se generan por la acción de la enzima tioglucósido glucohidrolasa llamada comúnmente mirosinasa, como se ilustra en la reacción química de la figura V.5. (a)*. Este proceso enzimático también se lleva a cabo cuando las células presentan algún trastorno o se dañan. Los tiocianatos también se producen en este proceso pero en menor grado.

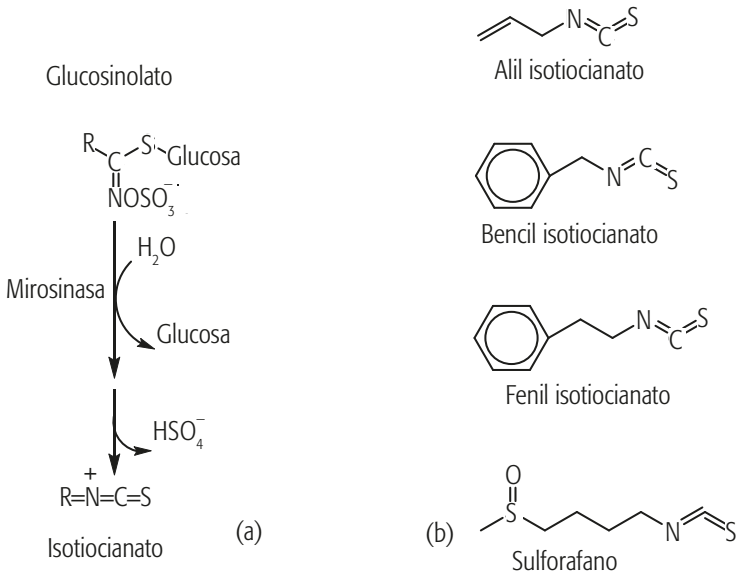


Figura V.5. (a) Reacción de formación de isotiocianatos, (b) Isotiocianatos comunes.

Biosíntesis

Los estudios de los compuestos de azufre en ajo y cebolla sugieren la ruta de su biosíntesis[12,13] mostrada en la figura V.6.

La contribución de los compuestos azufrados de la familia de las crucíferas también se origina de precursores de sulfóxidos de alquil cisteína.

El sulfóxido S-Metil-L-cisteína es el principal derivado sulfóxido encontrado en esta familia y se ha reportado que del aroma de col fresca, el 6% de los volátiles son dimetil-disulfuros, 6% dimetil-trisulfuros, 3% dimetil-tetrasulfuros y 1.5% metil-etil trisulfuros[14].

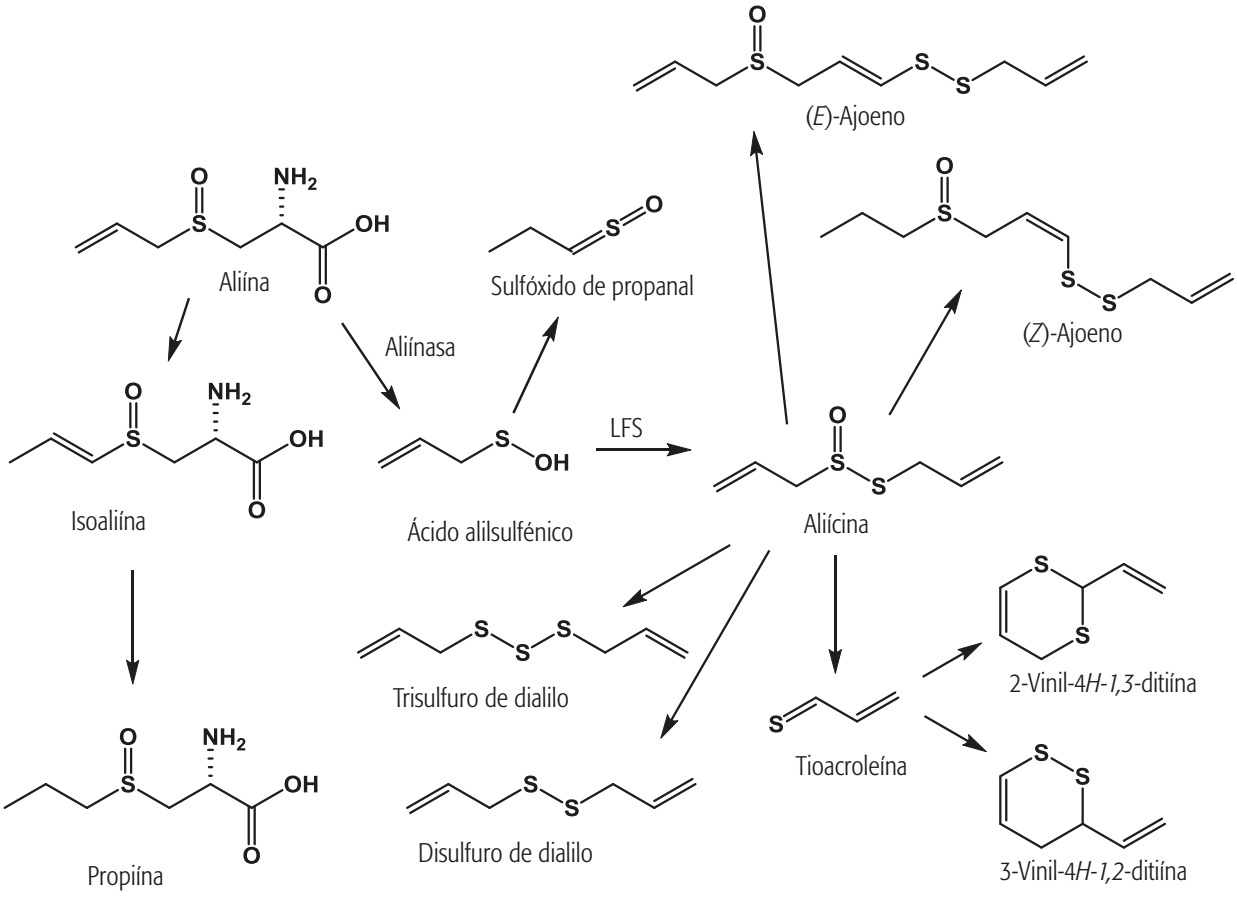


Figura V.6. Ruta biosintética de compuestos azufrados en ajo y cebolla.

La mayoría de las investigaciones sobre las rutas biosintéticas de los compuestos volátiles azufrados y nitrogenados se han concentrado en los tiosulfuros de las especies de *Allium* y los isotiocianatos en la familia Brassicaceae; y si bien se han identificado varios compuestos volátiles azufrados y nitrogenados, muchas de las enzimas y genes involucrados en su biosíntesis aún se desconocen[15,16,17].

En el caso de los tiosulfuros, éstos son producidos por la acción enzimática sobre los S-alquenil-L-cisteína-sulfóxidos tales como la metiína, propiína, aliína, e isoaliína presentes como precursores del sabor (Fig. V.7).

La biosíntesis de los glucosinolatos comienza con una N-hidroxilación de un α-aminoácido precursor seguida por una descarboxilación para formar una aldoxima intermediaria que a través de un rearreglo estructural forma el ácido tiohidroxámico (mediante un mecanismo aún desconocido); los pasos posteriores involucran la adición del S del tioglucósido de la cisteína y la transferencia del S-glucosilo de la UDP-glucosa. Los isotiocianatos, tiocianatos y nitrilos son los productos típicos de la acción enzimática de los glucosinolatos relacionados, siendo la mirosinasa la enzima clave de este proceso (Figura V.8).

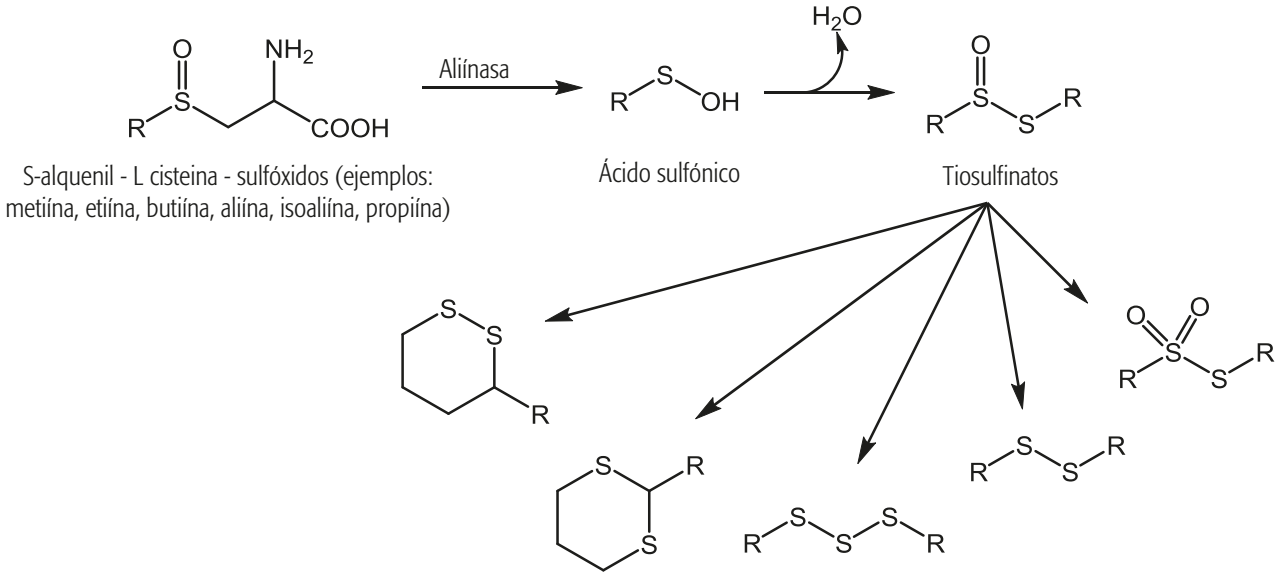


Figura V.7. Ruta biosintética para los tiosulfuros.

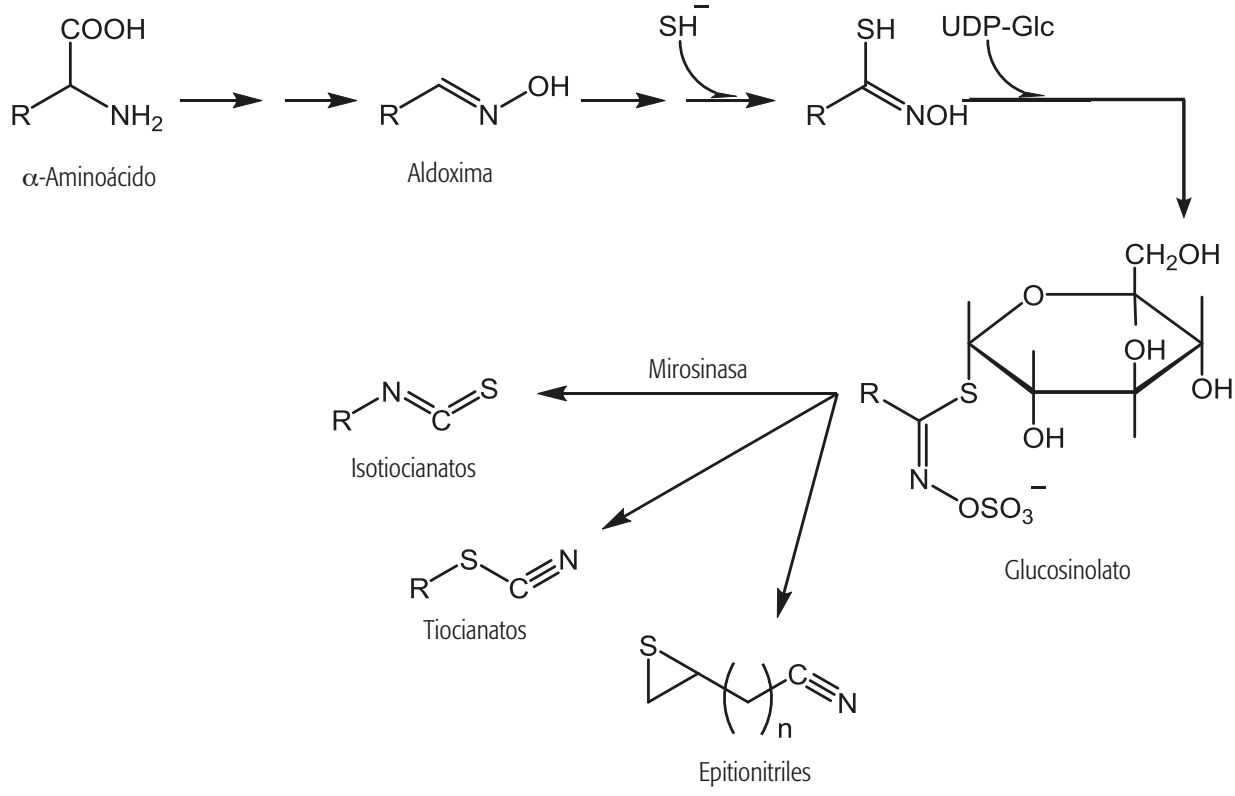


Figura V.8. Ruta biosintética de los isotiocianatos.

Extracción y caracterización

No hay dos aceites esenciales iguales en su composición química. Algunos compuestos de los aceites esenciales pueden constituir hasta el 85%, el resto se encuentra en pequeñas cantidades[18]. Los factores principales que determinan la composición química de los aceites esenciales son:

1. Variedad genética y el estado de desarrollo de la planta.
2. Geográficos y ambientales como la temperatura, luminosidad, humedad relativa, composición química del suelo.
3. Prácticas culturales: la fertilización de los suelos, podas,
4. Corte y manejo postcosecha
5. Método de extracción, que según Reineccius[19], es el más importante de todos.

Los cinco métodos usados mencionados en el capítulo VII para la extracción de los aceites esenciales y resumidos en esta sección son:

Enfleurage
Prensado o compresión
Extracción por solventes
Extracción con fluidos supercríticos
Hidrodestilación que es el más usado de todos[20]

Enfleurage. Proceso en dos pasos durante el cual los aceites son absorbidos en una cera o grasa y posteriormente extraídos en alcohol. Este método se usa principalmente en flores.

Compresión o Prensado. Tradicionalmente se usa para la obtención de los aceites del flavedo o piel de los cítricos.

Extracción por solventes o maceración. Comúnmente se utiliza en la extracción de aceites esenciales en la industria perfumera. Los materiales son sumergidos y agitados en un solvente que usualmente es el hexano y/o dimetil éter. Se obtienen además de los aceites esenciales otros componentes como ceras, pigmentos y resinas.

Extracción con fluidos supercríticos. Método relativamente nuevo, se usa CO_2 líquido como solvente de extracción. Cuando el CO_2 se somete a altas presiones (100 atmósferas o más) a temperatura ambiente, cambia su estado gaseoso a líquido y actúa como solvente. Extracción con etanol. Se usa para la extracción de los volátiles de material seco. Son llamados tinturas, el alcohol se elimina usualmente por destilación a baja presión.

Hidrodestilación. Es el más común para la obtención de los aceites esenciales. El material vegetal molido, usualmente en agua, se calienta en un alambique hasta la ebullición para condensar los vapores[20].

La ventaja de la destilación en agua o hidrodestilación es que no requiere solventes orgánicos y con este método se obtienen aceites denominados como "aromas y sabores naturales" son aptos para el consumo humano[21]. En el Código Federal de Regulaciones (CFR), clasificados con el número 101.22.a.3 y son sustancias seguras o GRAS (por sus siglas del idioma inglés).

Caracterización

Actualmente existen varios métodos altamente sensibles y confiables para separar e identificar los compuestos volátiles azufrados y nitrogenados[22]. Los métodos de separación más comunes incluyen la cromatografía de gases (CG) y la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Entre los métodos de identificación se encuentran la espectroscopía de

ultravioleta (UV), resonancia magnética nuclear (NMR) y transformada de Fourier infrarroja (FT-IR[23]). De éstas, la cromatografía de gases acoplada a masas (GC-MS) ha sido la principal que se ha empleado para la identificación de volátiles azufrados y nitrogenados.

Los patrones de fragmentación de masas junto con los índices de retención (índices Kovats) obtenidos por espectrometría de masas proporcionan información útil para determinar la estructura de estos volátiles azufrados o nitrogenados, sin embargo no hay un banco de datos completo de los índices de retención. Con base a cálculos reportados, Iranshashi[10] propone una regla simple para predecir índices de retención de compuestos volátiles azufrados que no se han reportado aún, de la siguiente forma: En series homólogas, los índices de retención aumentan en 210-240 (~225) unidades y de 300-330 (~315) unidades por cada átomo de S en columnas de CG polares y no polares, respectivamente.

Los compuestos volátiles azufrados y nitrogenados son de tan variada estructura que no siempre es suficiente un GC-MS para determinarlas y para confirmarlas algunos investigadores sintetizan el compuesto que se cree es el buscado y se obtiene datos espectrales de IR, MS, NMR, GC, GC-MS e incluso cristalografía de rayos X para comparar los compuestos sintetizados con las muestras auténticas.

En los capítulos IV, VII y VIII de esta misma obra se describen los fundamentos de la obtención de aceites esenciales así como su análisis cualitativo, por cromatografía en capa fina y las ventajas de los métodos actualmente disponibles para la extracción y caracterización de los compuestos volátiles que son los métodos de espectroscopia y espectrometría.

Ejemplos de COVANs caracterizados

En las Figuras V.9 a V.18 se presentan los espectros de masa/carga (*m/z*) característico de cada sustancia analizada en algunas liliáceas y crucíferas. En el eje X se representa al radio del ion molecular o cociente (*m/z*) contra su abundancia en el eje Y, datos que proporcionan la información suficiente para conocer la fórmula estructural de cada compuesto detectado. En complemento se presentan a continuación los cromatogramas y datos específicos de los compuestos volátiles azufrados y nitrogenados (Cuadro V.1) encontrados en los aceites esenciales de ajo y cebolla (liliáceas), así como de coliflor, col y brócoli (crucíferas)[3a,b].

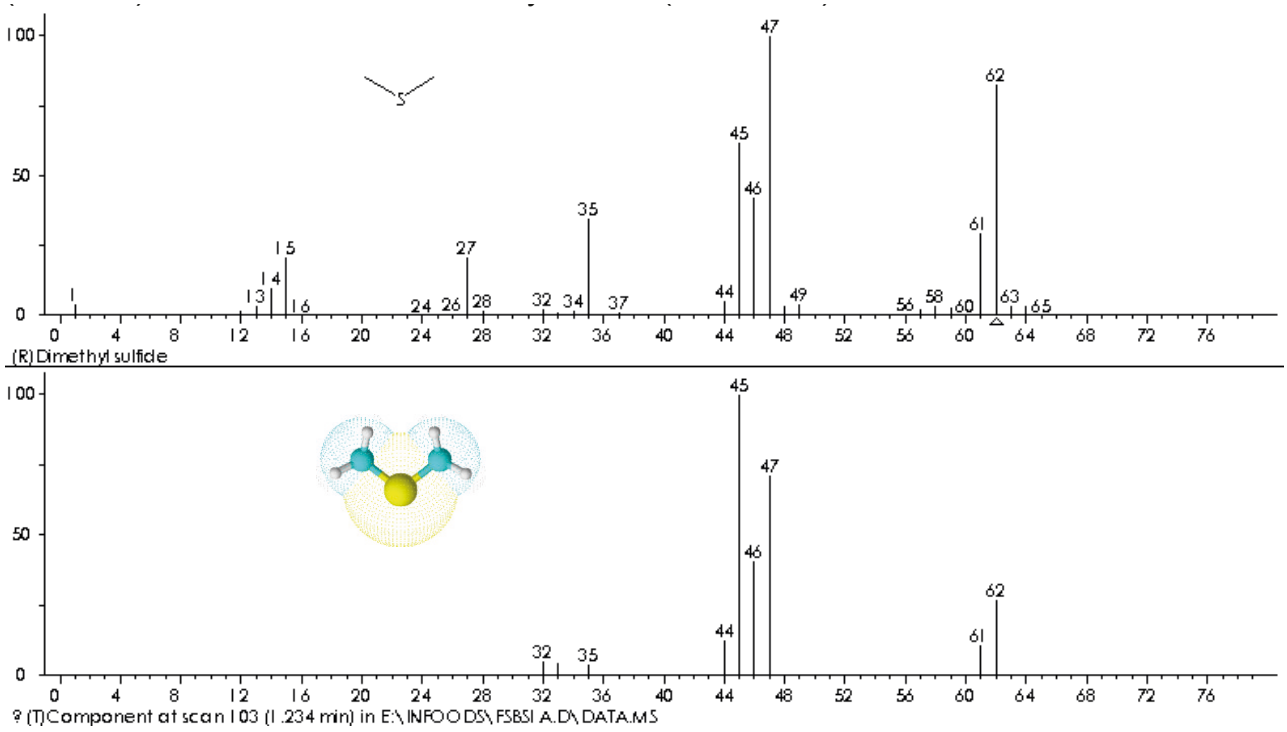


Figura V.9. Espectros con sus respectivos patrones de fragmentación del dimetil sulfuro encontrado en crucíferas como brócoli, coliflor y coles de Bruselas[3a,b].

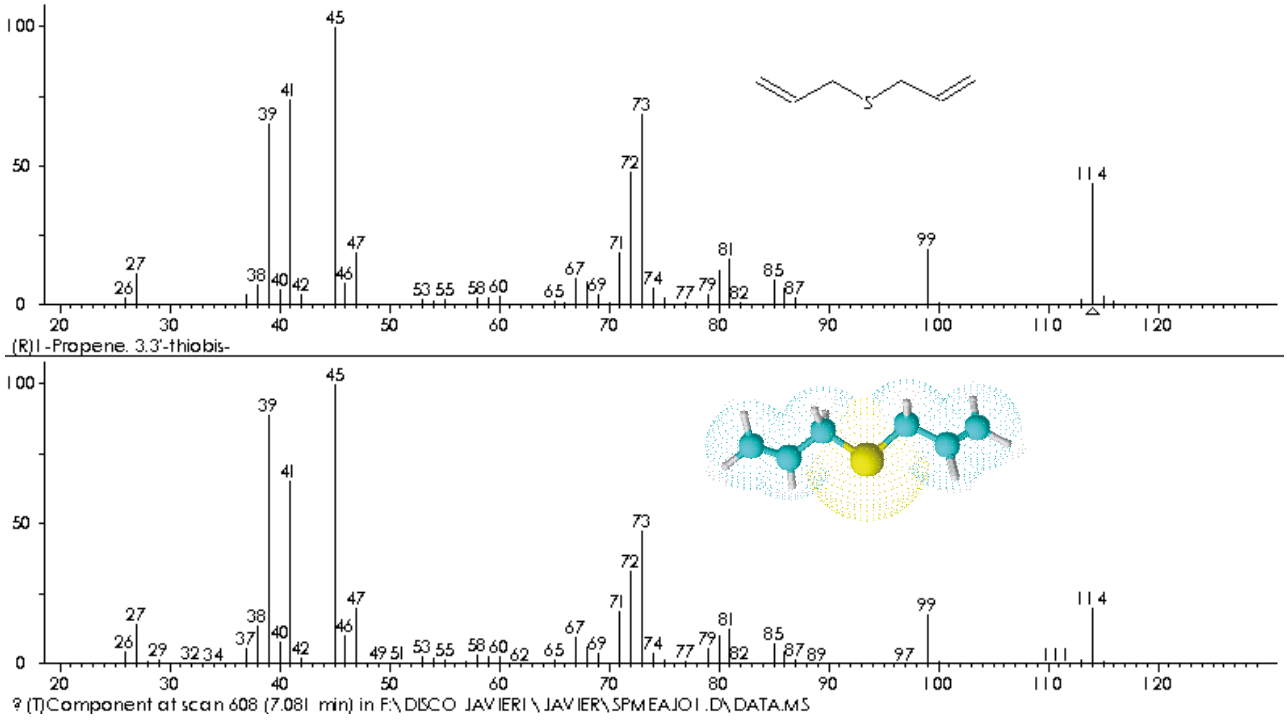


Figura V.10. Espectros con sus respectivos patrones de fragmentación del dialil sulfuro encontrado en liliáceas como el ajo.

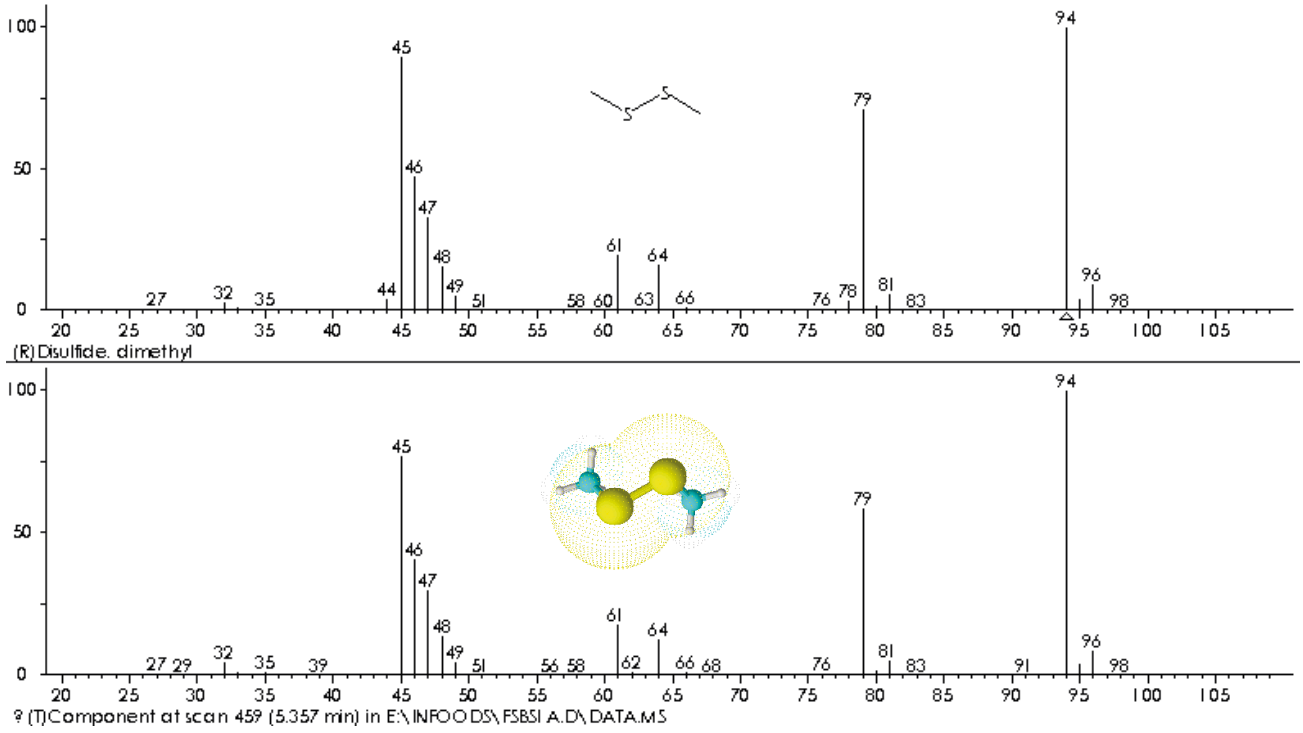


Figura V.11. Espectros con sus respectivos patrones de fragmentación del dimetil disulfuro encontrado en crucíferas como brócoli, coliflor y coles de Bruselas[3a,b].

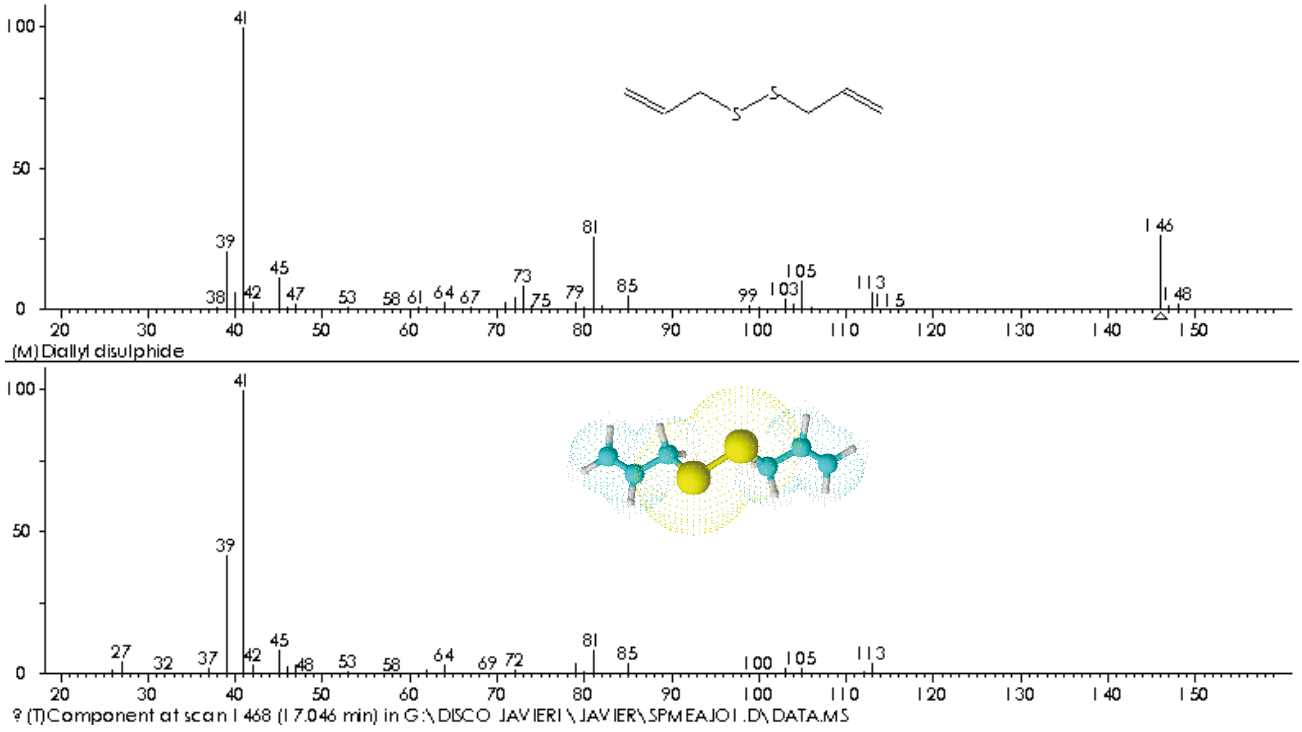


Figura V.12. Espectros con sus respectivos patrones de fragmentación del dialil disulfuro encontrado en liliáceas como el ajo.

Comparado con el patrón de la biblioteca NIST/EPA/NIH 75K (National Institute Standard Test/ Enviromental Protection Agency/ National Institute Health), parte inferior. Se puede apreciar que el fragmento más abundante tiene 41 unidades de masa atómica.

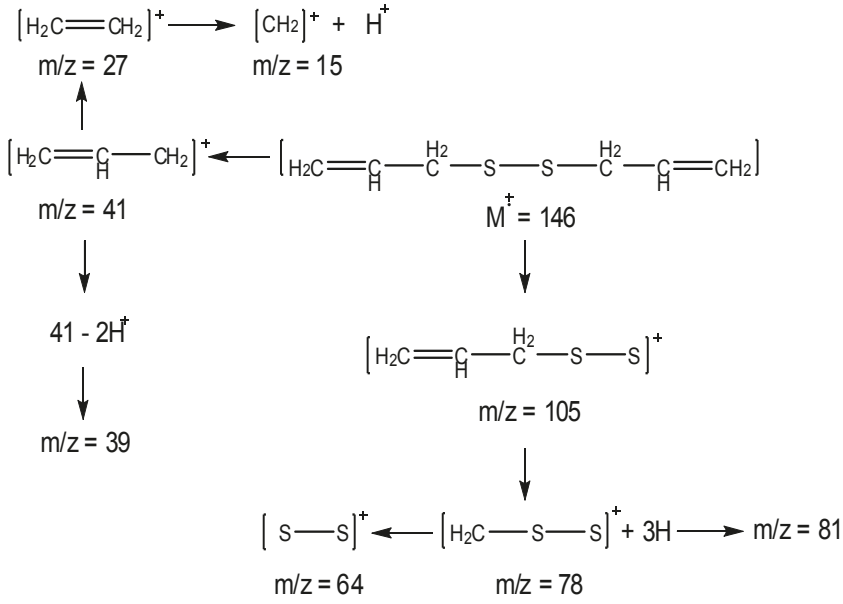


Figura V.13. Patrón de fragmentación del dialil disulfuro.

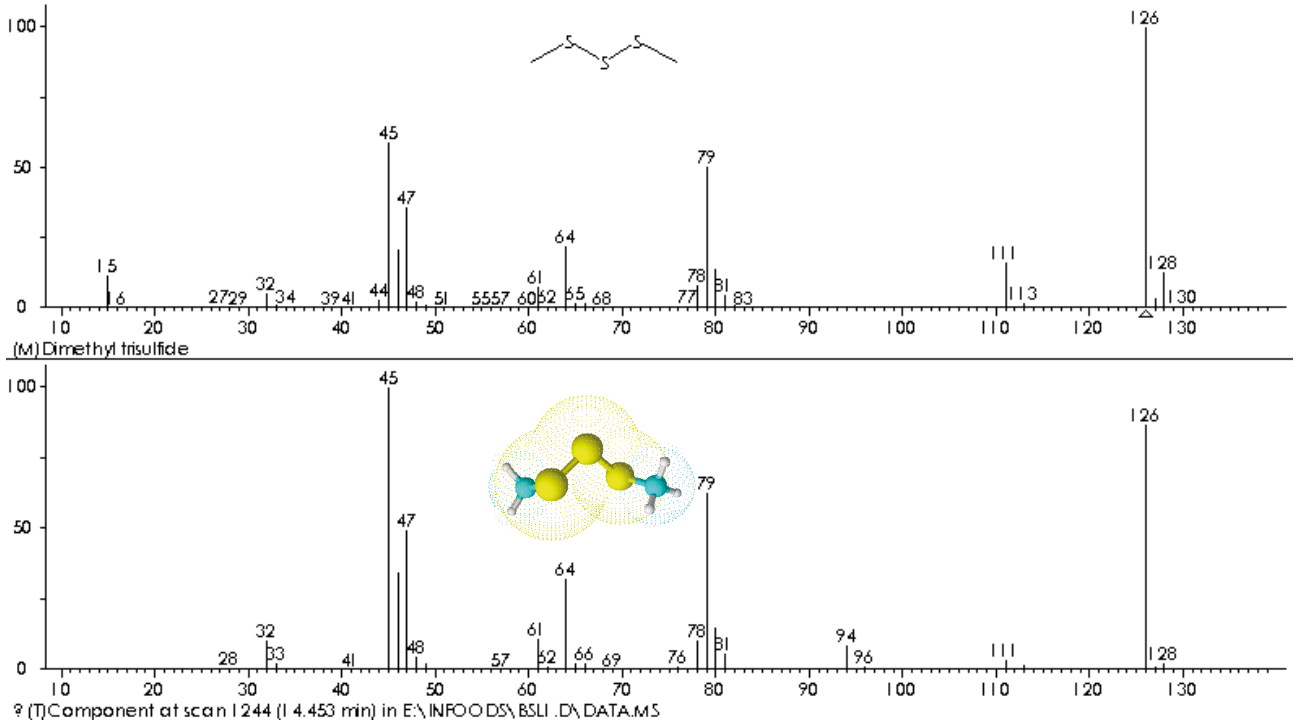


Figura V.14. Espectros con sus respectivos patrones de fragmentación del dimetil trisulfuro encontrado en crucíferas como brócoli, coliflor y coles de Bruselas[3a,b].

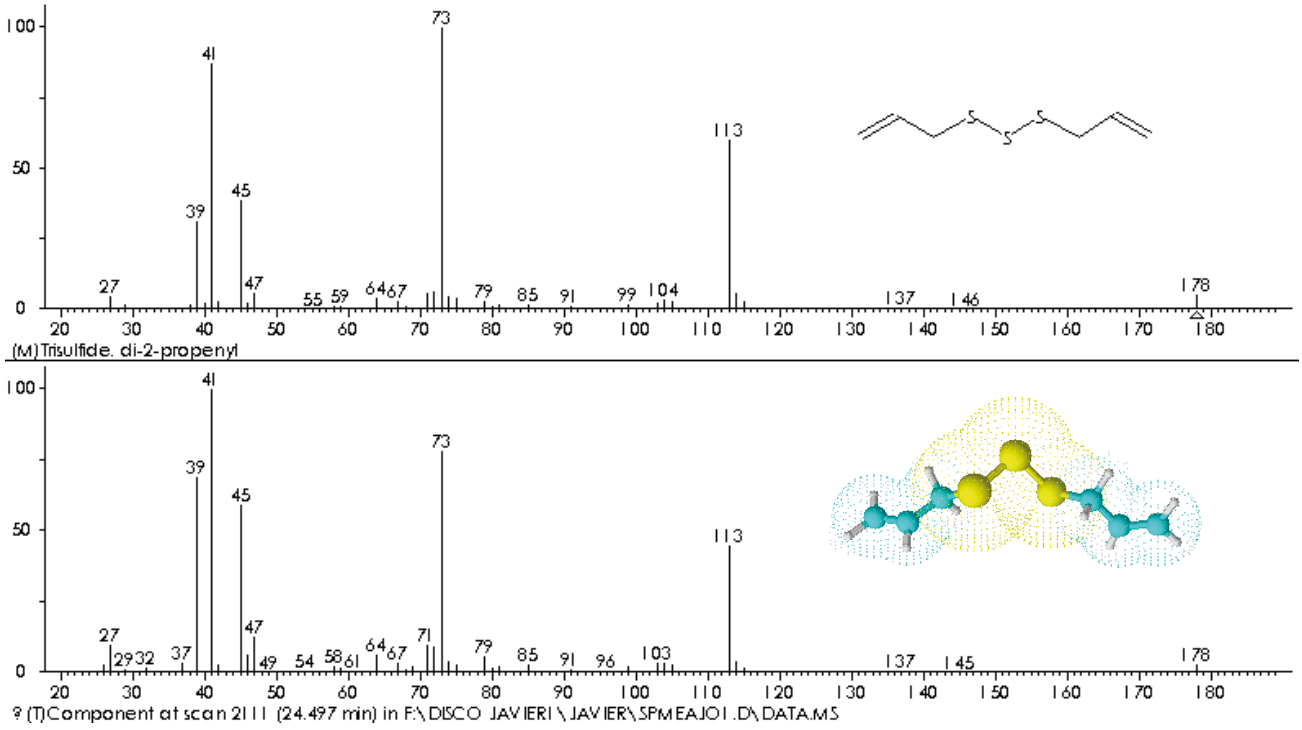


Figura V.15. Espectros con sus respectivos patrones de fragmentación del dialil trisulfuro encontrado en liliáceas como el ajo.

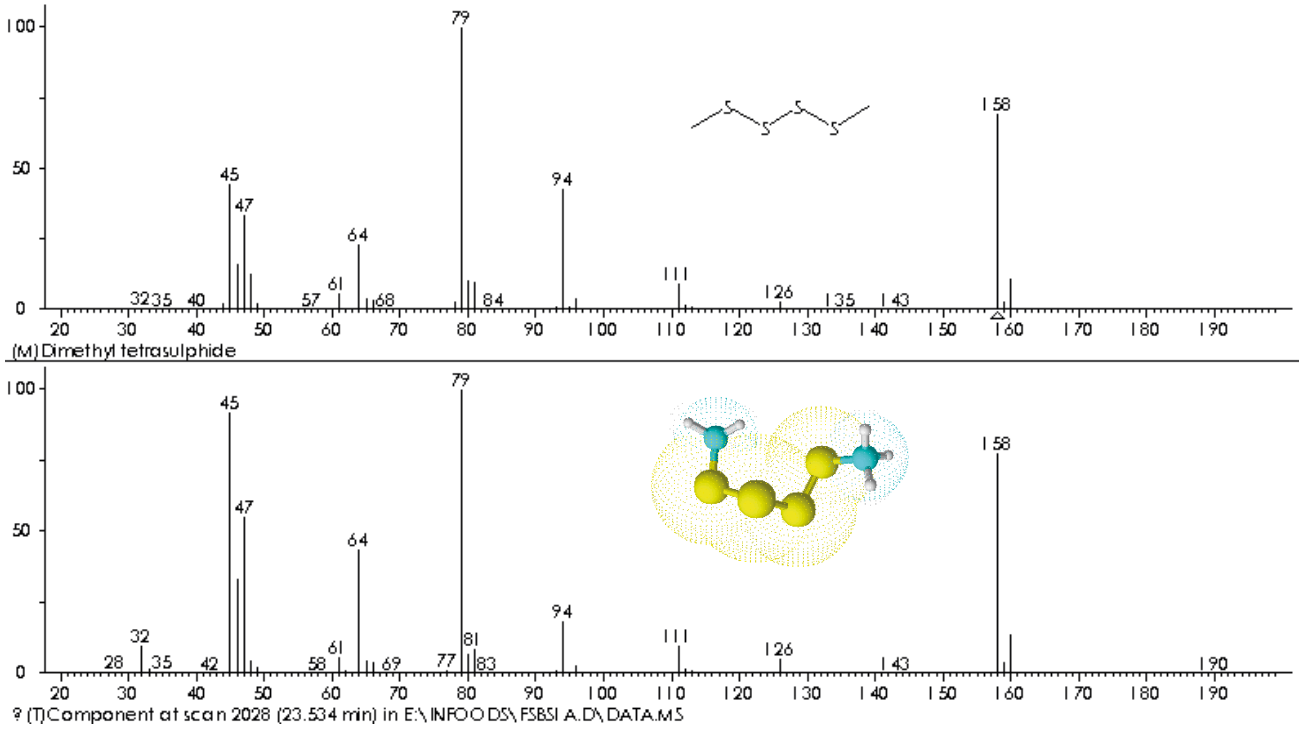


Figura V.16. Espectros con sus respectivos patrones de fragmentación del dimetil tetrasulfuro encontrado en crucíferas como brócoli, coliflor y coles de Bruselas[3b].

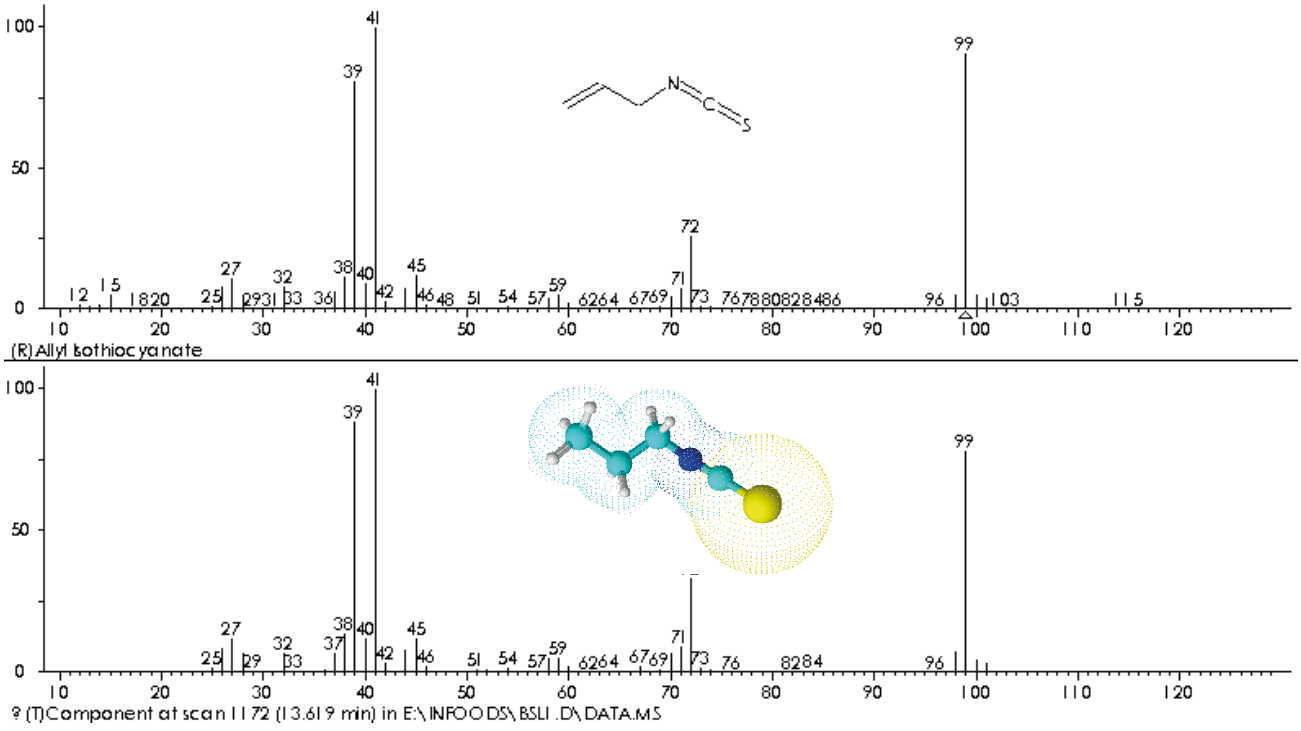


Figura V.17. Espectros con sus respectivos patrones de fragmentación del alil isotiocianato encontrado en crucíferas como brócoli, coliflor y ausente en coles de Bruselas[3b].

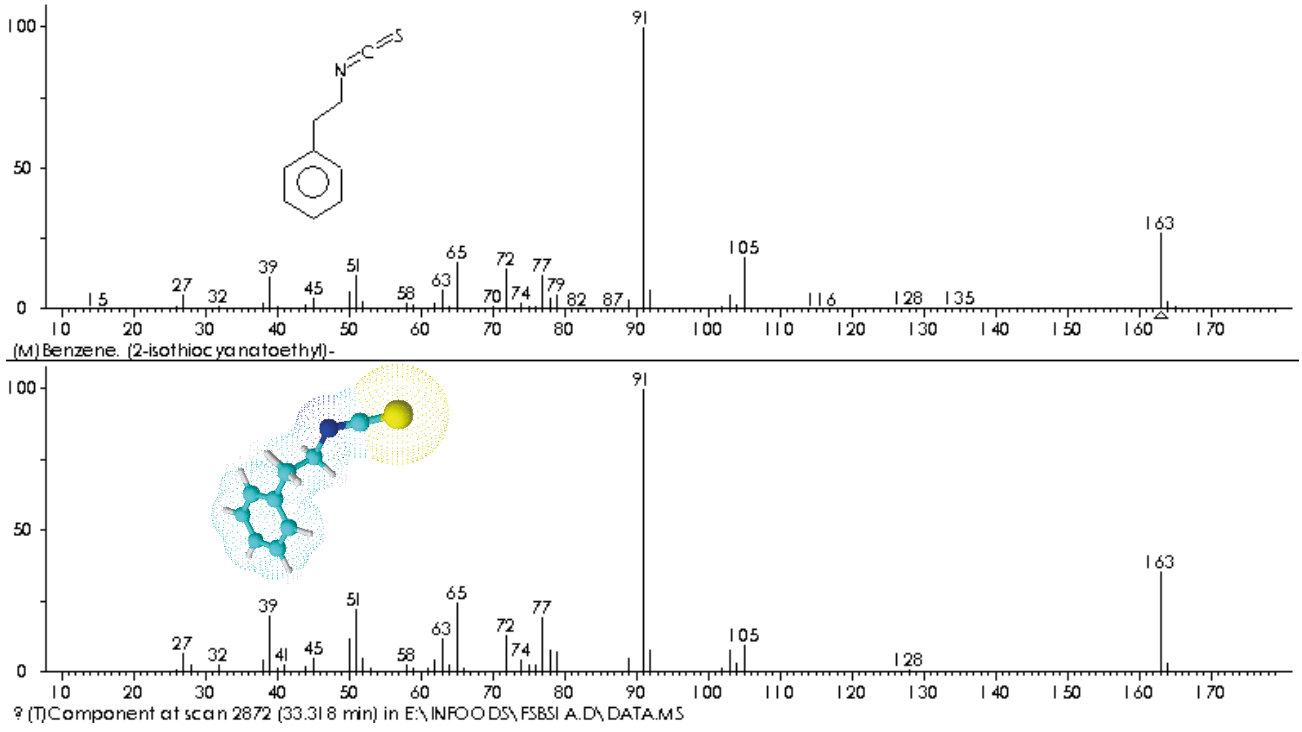


Figura V.18. Espectros con sus respectivos patrones de fragmentación del fenil etil isotiocianato encontrado en el brócoli, coliflor y coles de Bruselas entre otros[3b].

Cromatogramas

Los cromatogramas de los aceites esenciales de ajo, cebolla, brócoli, coliflor y coles de Bruselas se presentan a continuación en las figuras V.19 a V.23. El tipo y abundancia de los COVANs detectados se presentan en el cuadro V.2.

Análisis de compuestos presentes en aceites esenciales de ajo y cebolla

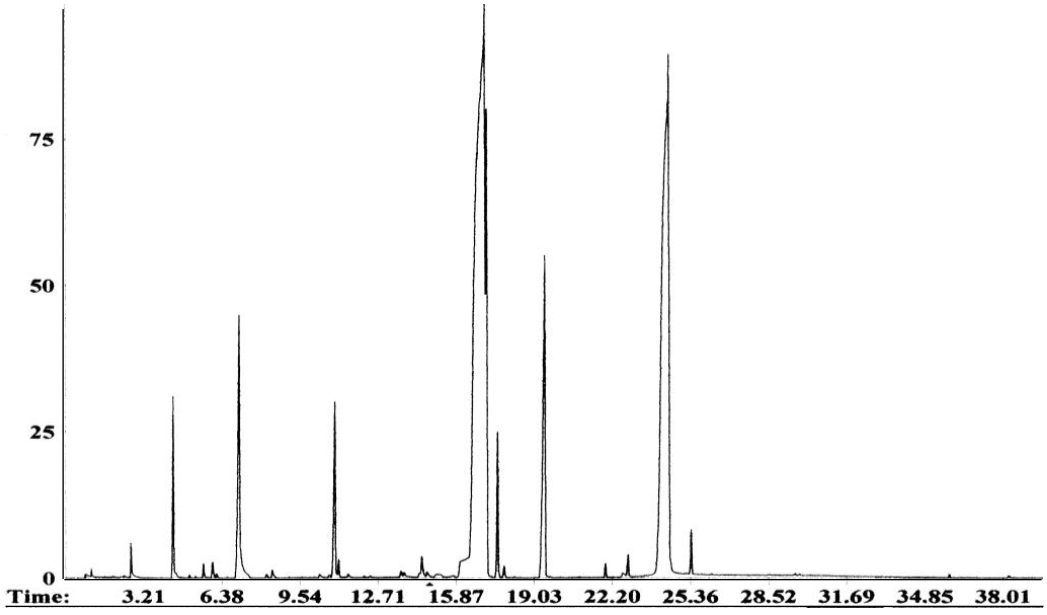


Figura V.19. Ajo (*Allium sativum*).

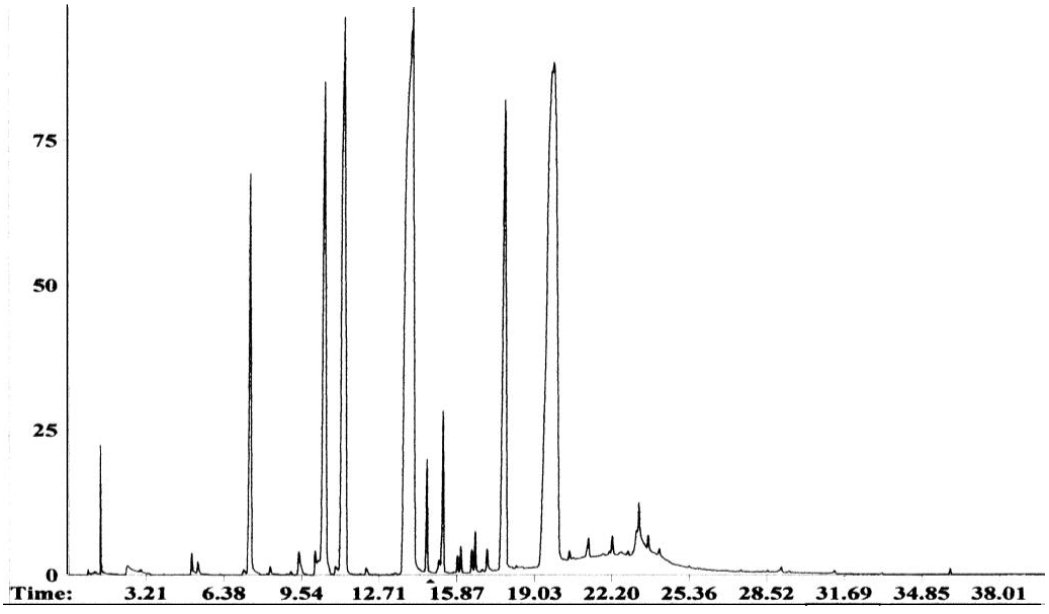


Figura V.20. Cebolla (*Allium cepa*).

Análisis de compuestos presentes en aceites esenciales de broccoli, coliflor y coles de Bruselas

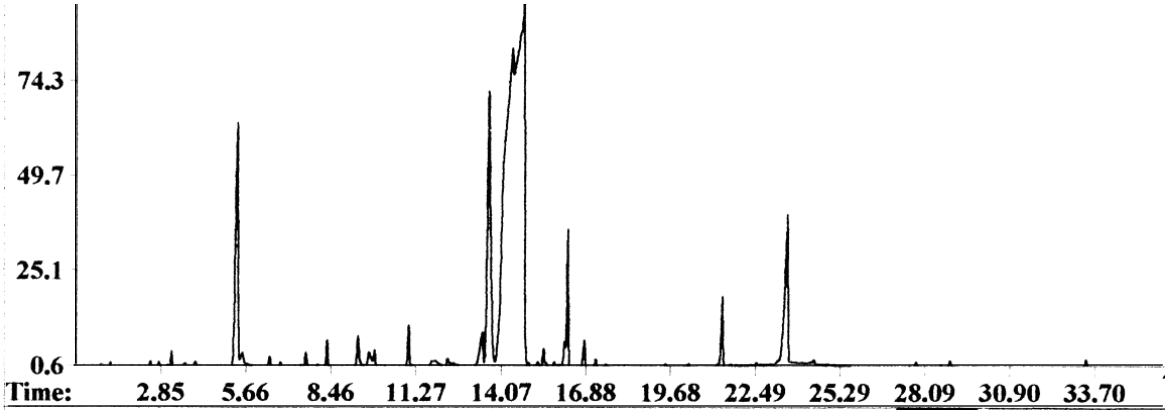


Figura V.21. Brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. itálica).

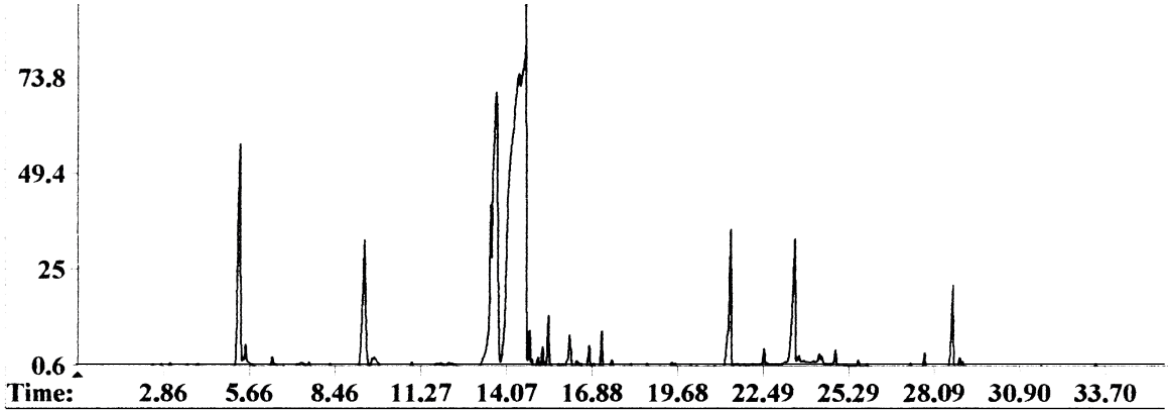


Figura V.22. Coliflor (*B. oleracea* L. Var. botrytis).

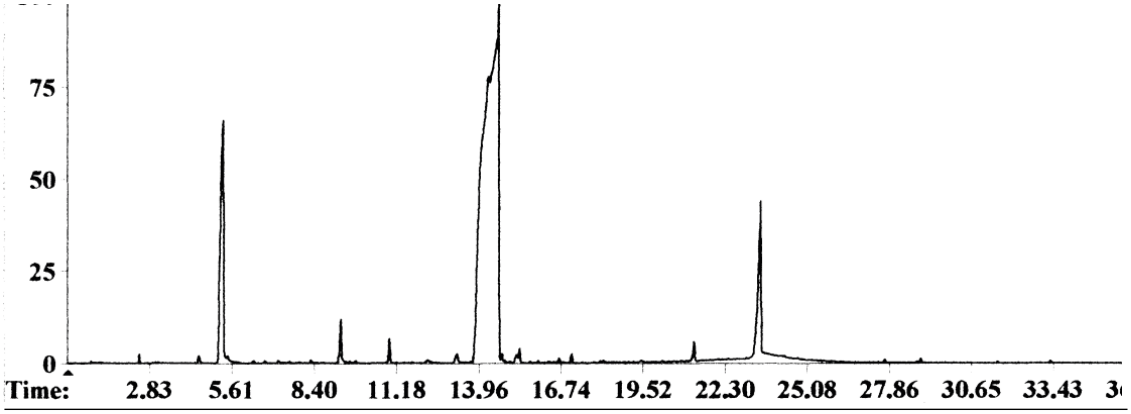


Figura V.23. Coles de Bruselas (*B. oleracea* L. Var. gemmifera).

Cuadro V.1. COVANs (Compuestos Volátiles Azufrados y Nitrogenados) encontrados en los aceites esenciales de liliáceas y crucíferas[3a,b,c.]

Tiempo de retención (min)	No CAS* (Peso Molecular)	Compuesto	Abundancias relativas (%)				
			Liliaceae		Cruciferae		
			Cebolla	Ajo	Coliflor	Col de Bruselas	Brócoli
5.20	624-92-0	Dimetil disulfuro	0.115	0.025	7.865	20.460	8.06
7.05	592-88-1	Alil sulfuro	-	2.731	-	-	-
9.45	2179-60-4	Metil propil disulfuro	0.296	-	-	-	-
10.37	5905-47-5	Metil 1-propenil Disulfuro	8.221	0.0441	-	-	-
11.01	556-61-6	Metil tiocianato / Ácido metil tiociánico	-	-	0.054	0.449	0.235
11.23	5905-47-5	Metil 1-propenil, disulfuro	14.91	0.135	-	-	-
12.32	591-82-2	Isobutil isotiocianato	-	-	0.0291	-	-
13.66	57-06-7	Alil isotiocianato	-	-	21.396	-	8.940
14.26	3658-80-8	Dimetil trisulfuro	9.041	0.052	26.758	21.347	18.549
15.27	4404-51-7	2-Metil butil isotiocianato	-	-	0.208	0.0007	0.047
15.48	72437-68-4	Metil n-pentil disulfuro	-	-	0.515	-	0.467
16.07	?	Isotiocianato parcialmente	-	-	0.658	-	0.304
16.22	3386-97-8	1-Buten, 4-isotiocianato	-	-	0.133	-	1.927
16.72	2179-57-9	Dialil disulfuro	-	45.68	-	-	-
18.23	17608-07-0	4-Metil pentil isotiocianato	-	-	-	0.045	-
18.26	?	Isotiocianato parcialmente	-	-	-	0.027	-
18.56	?	Isotiocianato parcialmente	-	-	0.017	-	-
18.78	33522-03-	Ciclopentil isotiocianato	-	-	-	-	0.011
19.40	34135-85-	2-propenil, metil trisulfuro	-	5.050	-	-	-
19.46	?	Isotiocianato parcialmente	-	-	-	0.050	-
21.35	42474-44-	Dimetil - tiometil disulfuro	-	-	3.005	0.480	1.434
23.36	5756-24-1	Dimetil tetrasulfuro	0.085	-	2.999	4.443	4.020
24.36	2050-87-5	Dialil trisulfuro	-	5.514	-	-	-
27.75	54698-11-	1-H- indol, 1-metoxi	-	-	0.248	0.055	0.062
28.65	?	Isotiocianato parcialmente	-	-	1.550	-	0.051
31.61	?	Isothiocianato parcialmente	-	-	0.051	0.026	0.007
33.26	2257-09-2	Fenil etil isotiocianto	0.002	0.003	0.083	0.058	0.128
37.54	120-72-9	Indol	-	-	0.011	0.004	0.006
Abundancia Relativa de Azufre Sulfano				56.23	41.14	46.72	32.53
Abundancia Relativa de Isotiocianatos			0.002	0.003	24.17	0.655	12.117
Abundancia Relativa de Indoles			-	-	0.259	0.059	0.068
Azufrados		Isotiocianatos	Indoles y Tiazoles		Compuesto más abundante		

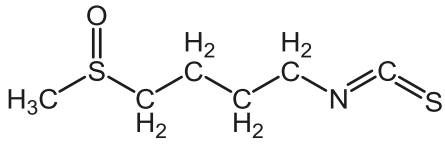
*Las (chemical Abstracts Servise)

Propiedades biológicas

En general, los aceites esenciales exhiben propiedades antimicrobianas, antifúngicas, antivirales, antitoxigénicas, insecticidas y otras más[2,8,24,25,26,27,28,29].

En años recientes se ha reportado que los compuestos volátiles azufrados poseen propiedades antioxidantes y efectos quimiopreventivos contra el cáncer como el efecto inhibitorio del dialil disulfuro en la proliferación de células tumorales humanas así como de inducción de apoptosis en leucemia[7].

Los aceites esenciales azufrados de la familia *Brassicaceae* poseen propiedades con acción preventiva de enfermedades comunes como el cáncer, enfermedades del corazón, la diabetes y la hipertensión. Cabe destacar que el brócoli contiene diferentes sustancias que dan lugar a "artefactos", esto es, se descomponen en sulforafano, entre otros, cuando es cortado, picado y/o masticado y éste constituye el principal fitoquímico con alto potencial para el tratamiento contra el cáncer[3a,c].



Sulforafano

Propiedades antimicrobianas de los aceites esenciales

La acción antimicrobiana de los aceites esenciales *in vitro* es un hecho confirmado, sin embargo se ha encontrado que se requieren mayores concentraciones para obtener el mismo efecto en los alimentos. Son diversos en sus efectos biológicos y hacen extremadamente difícil la mutación o inducción de resistencia de los microorganismos. La capacidad inhibitoria, principalmente, está en función de la composición química y de la concentración empleada, del microorganismo evaluado, del alimento y de las condiciones de prueba[30].

Se ha sugerido que las posibles causas inhibitorias en alimentos comparados con estudios *in vitro*, están relacionadas con la mayor disponibilidad de nutrientes que favorece el crecimiento celular, comparado con el medio de cultivo de laboratorio. Hay que considerar que no sólo el contenido de grasa, proteínas, agua, pH y aditivos en el alimento influyen en la sensibilidad microbiana, sino también factores como la temperatura y el tipo de envasado (vacío, gas inerte, aire), la susceptibilidad bacteriana al efecto antimicrobiano de los aceites esenciales aumenta cuando disminuye el pH del alimento y los niveles de oxígeno dentro del envase.

Cabe puntualizar que la acción antimicrobiana mencionada se debe al carácter hidrofóbico de los aceites esenciales, ya que les permite incorporarse en los lípidos de las membranas bacterianas y mitocondriales, perturbando su estructura y consecuentemente su permeabilidad dando lugar a la fuga de iones y otros contenidos celulares vitales, conduciendo finalmente a la muerte del microorganismo[19,31,32]. Los aceites esenciales, actúan sobre las proteínas embebidas en la membrana citoplasmática deformando la interacción lípido-proteína de tal forma que las enzimas integrales como la ATPasa, que están unidas a la membrana, se ven afectadas en su actividad disminuyendo la producción de energía requerida para el funcionamiento celular. Otra acción es la interacción directa de los componentes lipofílicos con las partes hidrofóbicas de la molécula de proteína haciéndole perder su actividad biológica[33].

Aceites Esenciales como Conservadores de Alimentos

En la industria alimentaria, los conservadores continúan siendo una de las clases más importantes dentro de los aditivos empleados en la elaboración de alimentos. El principio aromático y de sabor de extractos vegetales de diferentes plantas ha motivado el uso principalmente como agentes saborizantes o sazonadores y bebidas. Asimismo, su uso se ha extendido como conservadores debido a que los aceites esenciales actúan como inhibidores del crecimiento microbiano[34,35,36].

Actualmente, esta industria enfrenta una creciente exigencia, por parte del consumidor y la legislación hacia los productos "más naturales". La sustitución por aditivos con menor impacto contra el ambiente como los aceites esenciales y extractos vegetales de hierbas y especias son una alternativa de importantes alcances para satisfacer el gusto del consumidor[2,8].

La mayoría de los aceites esenciales son aceptados por la FDA como sustancias GRAS, esto es, compuestos seguros para consumo humano[37] (Generally Recognized As Safe) aprobados para su uso. La Farmacopea Herbolaria Mexicana[38] y la Organización Mundial de la Salud (OMS)[39] aprueban su uso. Los aceites esenciales están restringidos por las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), ya que está determinado por el gusto del consumidor final, para quien el efecto sensorial no debe ser desagradable.

COVANs como odorizantes

En términos generales, el bajo umbral de detección de estos compuestos contribuye a las características sensoriales y el sabor integral de los aceites volátiles y, de hecho, los COVANs son los compuestos más potentes de sabor por lo que se les considera odorizantes-clave.

Los umbrales más bajos observados, se reportan para el *p*-1-menteno-8-tiol y el esclarimol; además, el primero junto con el 2*R*-metil-4S-propil-1,3-oxatiano son ejemplos típicos pues se ha encontrado que son los principales contribuyentes del aroma de la toronja (*Citrus paradisi*) y de la fruta de la pasión (*Passiflora edulis*), respectivamente[40,41]. En el caso de la toronja, el *p*-1-menteno-8-tiol tiene un umbral de sabor del orden de 0.1ppt en agua.

En la guayaba (*Psidium guajava*) se ha encontrado que el dimetil disulfuro contribuye al olor sulfuroso de la piel de esta fruta y fue detectado solamente durante la desorción térmica de la fruta intacta[42].

El dimetil disulfuro es uno de los compuestos más importantes del sabor en la col, el brócoli,y coliflor; es un odorizante potente con un umbral de olor de 0.01ppb (0.01 µg/L). El dipropil disulfuro de cebollas frescas tiene también un umbral bajo (3.2 µg/L agua).

El dibenzotiofeno y sus derivados metilados butil metil sulfuro, dimetil disulfuro, hexil metilsulfuro, dimetil disulfuro y tiofeno juegan un papel importante en el aroma del aceite esencial de rosa[10].

En resumen, los COVANs con bajos umbrales juegan un papel importante en las propiedades sensoriales y olor de algunos aceites esenciales.

Función ambiental de los COVANs

En el aspecto ambiental los compuestos dimetil sulfuro y el metantiol demandan particular atención debido al hecho de que contribuyen con un alto porcentaje en el ciclo global del azufre y porque biológicamente se producen grandes cantidades de ellos. Solo el dimetil sulfuro aporta el 75% al ciclo[9]. Las principales reacciones bioquímicas terrestres realizadas por plantas y microorganismos, reducen el sulfato a sulfuro, el cual posteriormente es convertido a dimetil sulfuro que, mediante oxidación fotoquímica de la atmósfera es transformado en varios otros compuestos como sulfuros oxiácidos y

sulfato inorgánico. El ciclo se cierra cuando estos últimos compuestos regresan a la tierra con la lluvia ácida. Las enormes cantidades de algunos COVANs como el dimetil sulfuro han tenido un impacto fuerte en el calentamiento global (efecto invernadero), la precipitación ácida y formación de nubes; sin embargo hay que aclarar que la principal contribución de volátiles azufrados hacia la atmósfera provienen de los océanos.

Efectos alelopáticos

Dentro de los COVANs, se ha reportado que el grupo de los isotiocianatos exhiben efectos alelopáticos tóxicos en plantas, esta propiedad tiene aplicaciones prácticas en agricultura ya que se ha demostrado que la densidad de brotes de plantas silvestres se reduce notablemente con la aplicación de isotiocianatos por lo que la posibilidad de emplear abonos verdes conteniendo isotiocianatos plantea una alternativa de bioherbicidas con alto potencial para el manejo estratégico de plagas[43,44].

Comentarios finales

Los compuestos volátiles azufrados y nitrogenados representan a un grupo muy importante de productos naturales con amplia diversidad de estructuras químicas que debido a la presencia de azufre en sus moléculas exhiben características fisicoquímicas particulares con una amplia capacidad de interacción a nivel molecular y biológico. Como ocurre en todos los campos de investigación, hay muchas interrogantes por responder y en el caso de los COVANs los principales enfoques de estudios futuros que merecen especial mención son los relacionados con su potencial quimiotaxonómico así como los de sus actividades biológicas-farmacológicas.

Bibliografía

1.- **Calvo Gómez, O. Morales López, J. López Pérez, M.G.** 2004 *Solid-phase microextraction-gas chromatographic-mas spectrometric analysis of garlic oil obtained by hydrodistillation J. Chrom.; A.,* 14: 91-93.

2.- **Bosquez-Molina, E. Ronquillo-de Jesús, E. Bautista-Baños, S. Verde-Calvo, J. R. Morales-López J.** 2010. *Inhibitory effect of essential oils against Colletotrichum gloeosporioides and Rhizopus stolonifer in stored papaya fruit and their possible application in coatings. Postharvest Biology and Technology* 57: 132-137.

3.- **Calvo Gómez, O. Morales López, J. López Pérez, M.G.** 2002. *(a).-SPME-Brassica: The untold story. (b).- Isothiocyanates and Sulfur Compounds from from Brassica Vegetables by Hydrodistillation. 3er World Congress on Alleopathy Tsukuba Japan 25-30 August. (c).- Phytochemistry Society of North America* – July 20-25. Mérida Yucatán, México.

4.- **Morales-López, J.** 1999. *Efecto bacteriostático de aceites esenciales de ajo y cebolla sobre dos microorganismos presentes en carne.* Tesis, Maestría en Biotecnología Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

5.- **Teuscher, Anton, E. Lobstein, A. R.** 2005. *Plantes aromatiques. Épices aromates, condiments et huiles essentielles.* Editions Tec & Doc, Paris, France.

6.- **Günther, E.** 1948. *The Essential Oils. Vol. 1: History and origin in Plants Production Analysis.* Krieger Publishing: New York, USA.

7.- **Wu, X. Kassie J. F. and Mersch-Sunderman, V.** 2005. *Induction of apoptosis in tumor cells by naturally occurring sulfur-containing compounds.* Mutat. Res. Rev.Mut. Res 589, 81-102.

8.- **Bosquez-Molina, E. Ronquillo de Jesús, E. Bautista-Baños, S.** 2007. *Antimicrobial potential of thyme, lemon and mandarine essential oils for controlling postharvest phytopathogens (Cholletotrichum gloesporioides, Rhizopus stolonifer and Fusarium sp.) of papaya fruit.* IFT Annual Meeting and Food Expo. Chicago Illinois, USA. July 27-August 1.

9.- **Chasteen, T. G. and Bentley, R.** 2004 *Volatile organic sulfur compounds of environmental interest: Dimethyl sulfide and methanethiol.* An introductory overview. J. Chem. Educ. 81, 1524-1528.

10.- **Iranshashi, M.** 2012. *A review of volatile sulfur-conatining compounds from terrestrial plants: biosynthesis, distribution and analytical methods. J.* Essential Oil Res 24 (4): 393-434.

11.- **Block, E. Putman, D. and Zhao, S. H.** 1992. *Allium chemistry. GC-MS analysis of thiosulfinates and related-compounds from onion. leek, scallion, shallot, chive, and Chinese chive. J.* Agric. Food Chem. 40, 2431-2438.

12.- **Paul, M. Dewick** 2009. *Medicinal natural products: a biosynthetic approach. John Wiley and Sons.* ISBN 9780470741689.

13.- **Jones, M. G, Hughes, J. Tregova A. Milne, J. Tomsett, A. B. Collin, H. A.** 2004. *«Biosynthesis of the flavour precursors of onion and garlic».* J Exp Bot. 55 (404): 1903–1918.

14.- **Reineccius, G.** 1994. *Source book of flavors. Chapman & Hall. New York, USA.* p. 928

15.- **Schwab, W. Davidovich-Rikanati, R. and Lewinsohn, E.** 2008. *Biosynthesis of plant-derived flavor compounds.* Plant J. 54, 712-732.

16.- **Kubec, R. Svobodova and Velisek, J.** 2000. *Distribution of S-al(en)ylcysteine sulfoxides in some Allium species. Identification of a new flavor precursor: S-ethylcysteine sulfoxide (ethiin).* J. Agric. Food Chem. 48, 428-433.

17.- **Jones, M. G. Hughes, J. Tregova, A. Milne, J. Tomsett, A. B. and Colin, H. A.** 2004. *Biosynthesis of the flavor precursors of onion and garlic.* J. Exp. Bot., 55, 1903-1918.

18.- **Delaquis, P.J. Stanich, K. Girard, B. Mazza, G.** 2002. *Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, coriander, and eucalyptus essential oils.* International Journal of Food Microbiology 74, 101-109.

19.- **Rabinkov, A. Miron, T. Konstantinovski, L. Wilchek, M. Mirelman, D. Weiner, L.** 1998. *The mode of action of allicin: trapping of radicals and interaction with thiol containing proteins.* Biochimica et Biophysica Acta. 1379(2), 233-44.

20.- *http://en.wikipedia.org/wiki/extraction_fragrance*

21.- *http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/fcf182.html*

22.- **Wade, L. G. Jr.** 2004. *Química Orgánica.* PEARSON Prentice Hall Cap. 12, 490-538.

23.- **Esteban, L.** 1993. *"La Espectrometría de Masas en Imágenes"*. pp 3-69. ACK Editores. Universidad Complutense Madrid España.

24.- **Chung, I. Kwon, S.H. Kyung, K.H.** 2007. *Synergistic antiyeast activity oil and allyl alcohol derived from alliin in garlic.* Journal of Food Science 72, 437-440.

25.- **Tsao, S. M. Liu, W. H. Yin, M. C.** 2007. *Two diallyl sulfides derived from garlic inhibit meticillin-resistant Staphylococcus aureus.* Journal of Medical Microbiology 56, 803-808.

26.- **Kim, J. M. Kim, Y. S., Kyun, K. H.** 2004. *Inhibitory activity of essential oils of garlic and onion against bacteria and yeasts.* Journal of Food Protection 67 (3), 499-504.

27.- **Mari, M. Bertolini, P. Pratella, G. C.** 2003. *Non-conventional methods for the control of postharvest pear diseases.* Journal of Aplied Microbiology 94, 761-766. 28.- Juglal, S. Govinden, R. Odav, B. 2002. Spice oils for the control of co-occurring mycotoxin-producing fungi. Journal of Food Protection 64(4), 683-687.

29.- **Shelef, L. A.**1983. *Antimicrobial effects of spices.* Journal of Food Safety 6, 29-44.

30.- **Hili Pauline.** 2001. *The antimicrobial Properties of Essential Oils.* Winter Press.

31.- **Lambert, R. J. W. Skandamis, P. N. Coote, P. Nychas, G. J. E.** 2001. *A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol, and carvacrol.* Journal of Applied Microbiology 91, 453-462.

32.- **Miron, T. Rabinkov, A. Mirelman, D. Wilchek, M. Weiner, L.** 2000. *The mode of action of allicin: its ready permeability through phospholipid membranes may contribute to its biological activity.* Biochimica et Biophysica Acta. 1463(1), 20-30.

33.- **Dorman, H. J .D. y Deans, S. G.** 2000. *Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils.* Journal of Applied Microbiology 88, 308-316.

34.- **Burt, S.** 2004. *Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods.* A review. International Journal of Food Microbiology 94, 223-253.

35.- **Draughon, F. A.** 2004. *Use of botanicals as biopreservatives in foods.* Food Technology 58 (2), 20-28.

36.- **Farag, R. S. Daw, Z.Y. Hewedi, F.M.** El-Baroty, G. S. A. 1989. *Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. Journal of.* Food Protection 52(9), 665-667.

37.- **Code of Federal Regulations. U.S.** Government Printing Office. 2003 Title 21, Vol. 3, Chapter I, Part 182, Subpart A, 456-460. April 1.

38.- *http://www.farmacopea.org.mx/*

39.- *http://whqlibdoc.who.int/publications/1999/9241545178.pdf*

40.- **Demole, E. Enggist, P. and Ohloff.** 1982. 1-p-Menthene-8-thiol: A powerful flavor impact constituent of grapefruit juice (Citrus paradise). Helv. Chim. Acta 65, 1785-1794.

41.- **Winter, M. Furrer, A. Willhalm, B. and Thommen, W.** 1976. *Identification and synthesis of two new organic sulfur compounds from the yellow passion fruit (Passiflora edulis).* Helv. Chim. Acta 59, 1613-1620.

42.- **Clery, R. A. and Hammond, C. J.** 2008. *New sulfur components of pink guava fruit (Psidium guajava L.)*. J. Essent. Oil Res., 20, 315-317.

43.- **Turk, M. A. and Tawaha, A. M.** 2003. *Allelopathic effect of black mustard (Brassica nigra L.) on germination and growth of wild oat (Avena fatua L).* Crop Protect. 22, 673-677.

44.- **Hara, M. Yatsuzuka, Y. Tabata, K. and Kuboi, T.** 2009. *Exogenously Applied isothiocyanates enhance glutathione S-transferase expression in Arabidopsis but act as herbicides at higher concentrations.* J. Plant Physiol., 167, 643-649.

Capítulo VI

Importancia Económica de los Aceites Esenciales

El valor del mercado mundial de los perfumes no se conoce con precisión. A diferencia de otros productos vegetales que cotizan en la bolsa como los edulcorantes, chicle y hule, por solo citar algunos, en el caso que nos ocupa, los aceites esenciales, solo se dispone de información fragmentada.

A pesar de la utilización de los aceites esenciales en miles de productos que oscilan desde la manufactura de perfumes y cosméticos hasta la elaboración de un universo de productos de limpieza, permiten suponer que el mencionado mercado es de proporciones colosales[1].

Una muestra de lo anterior lo proporciona el análisis de los datos disponibles sobre la producción de diferentes productos en una etapa que se puede considerar primaria.

Uno de los productos de los que se dispone de una información considerable es sobre la Rosa damascena (*Rosaceae*) de la cual se cultivan solo en Bulgaria unas 500 mil hectáreas[2]. El aceite incoloro recolectado y subsecuentemente procesado en alambiques de destilación produce 1 Kg. de aceite por 20 toneladas de pétalos de rosa cuyo valor al menudeo es desconocido, ya que en este ámbito el valor fluctúa y se utilizan preparaciones diluidas.

Por su parte, países mediterráneos entre los que se mencionan algunos miembros de la comunidad europea como Francia e Italia, así como países del norte de África, Asia menor, la India y recientemente los Estados Unidos, se han incorporado recientemente al cultivo intensivo y extensivo de una serie de plantas productoras de aceites esenciales, entre los que se encuentra el geranio (*Pelargonium graveolens*), jazmín (*Jasminum officinarum*), cassie (*Acacia farnesiana*), neroli (*Citrus autatium*), eucalipto (*Eucaliptos camaldulensis*), lavanda (*Lavandula officinalis*), romero (*Rosmarinus officinalis*)[3].

Distribución y estado Natural

Los aceites esenciales se encuentran ampliamente distribuidos[4,5] 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 (ajenjo, albahaca, buchú, cidrón, eucalipto, hierbabuena, limoncillo, mejorana, menta, pachulí, quenopodio, romero, salvia, toronjil, etc.), en las raíces (angélica, ásaro, 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[6] etc.), en las flores (árnica, lavanda, manzanilla, perpetro, 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,

Desde los años 90´s, ya se consideraba la existencia de por lo menos otros 100 aceites esenciales comercialmente explotables, cuyo valor en el mercado en aquel tiempo rebasaba la nada despreciable cifra de los 7 mil millones de pesos y correspondían a la comercialización de por lo menos unas 45 mil toneladas de plantas aromáticas[7,8]. Considerando que también China produciría aproximadamente unas 600 toneladas de aceite esencial de eucalipto lo cual implicaba

la existencia de una complicada red de interacciones económicas que van desde la recolección hasta el procesamiento del aceite.

La importancia de los aceites en perfumería

Las consideraciones anteriores forman la parte substancial del presente ensayo, se destaca como elemento del mismo que el producto principal del perfume es una planta. La botánica por lo tanto tiene como estudio a las plantas y su componente económico es el estudio de la identificación, propiedades, usos y distribución de las plantas con importancia económica para el hombre[4,10] (tabla VI.1), y por tanto incluye el estudio sistemático ecológico y fisiológico en los que se sustenta el conocimiento de las condiciones óptimas de la producción.

La elaboración de un perfume implica mezclar dos o más aceites esenciales, dicha mezcla es conformada por diferentes compuestos va tomando forma de manera cuidadosa y con acentos de aromas altos y bajos mismos que son conferidos por el propio aceite esencial utilizado de origen vegetal al que al final diluye en una mezcla de agua-alcohol agregándole algún buen fijador que no altere el producto final[9]. Por lo tanto puede ser considerado un alto costo del producto final, y este se eleva significativamente en particular cuando la aceptación del mismo es mayor.

(Tabla VI.1). Diferentes usos de los aceites esenciales.

Familia	Especie	Nom. Común	Uso
Lauraceae	*Cynnamomun sp.*	Canela	Alimento y Confiteria
Miristaceae	*Myristis fragans*	Nuez moscada	Alimento y Bebidas
Rosaceae	*Rosa damascena*	Rosa	Perfume
Labiatac	*Pachulí sp. Lavandula officinalis*	Pachulí Lavanda	Perfume Perfume
Oleaceae	*Jasminum sp.*	Jazmín	Perfume
Santalaceae	*Santalum album*	Sándalo	Perfume y medicina
Rutaceae	*Citrus aureatium*	Petitgrain	Bebidas, perfumes
Zingiveraceae	*Zingiver officinalis*	Gengibre	Alimento y bebidas
Rutaceae	*Barosma*	Buchú	Antiséptico
Lauraceae	*Cinnamommum camphora*	Alcanfor	Linimentos
Zingiveraceae	*Curcuma longa*	Tumérico	Alimento
Lauraceae	*Sassafra albidum*	Sassafras	Bebidas carbonatadas
Orchidaceae	*Vanilla planifolia*	Vainilla	Alimento

¿Qué es químicamente un perfume?

La definición de perfume no es cosa fácil. Se tiene a la disposición toda una serie de ellas. Una, los define como la materia odorífica y aromática liberada por la acción del fuego, es un humo fragante y oloroso, tal como acontece con el benjuí, el estoraque y el ámbar. Otra más se refiere al humo y olor que exhalan los materiales olorosos sin ningún tratamiento. Se ha dicho también que un perfume es cualquier material capaz de exhalar buen olor[11].

Etimológicamente, el termino perfume proviene de dos raíces latinas, *per*, que significa por o a través y *fumare*, que significa producir humo, esta definición por lo tanto se refiere a la propiedad o acción de sahumar o aromatizar una cosa quemando materiales olorosos.

Casi todas las definiciones anteriores poseen un argumento común, casi todas hacen mención al uso que desde tiempos remotos se ha hecho de los perfumes en diversas ceremonias. Se tiene evidencia que culturas tan antiguas

como la hebrea y la egipcia manejaban la tecnología capaz de capturar los aromas de las flores y las hierbas, hay también evidencias de que los perfumes se utilizaban en una serie de celebraciones en China y Japón. El advenimiento mismo del cristianismo, por su parte recoge de alguna manera las anteriores tradiciones[12,13].

Por lo anterior el concepto de perfume actual ha ido cambiando gradualmente y algunas de las nuevas definiciones son las siguientes dependiendo quien las conteste si el perfumista, el químico o el consumidor.

Para el perfumista un perfume es una expresión artística, es una manifestación más o menos personal y subjetiva de su sentir estético.

En tanto que para el consumidor el perfume puede presentar una sensación que provoca emociones inconscientes, y que puede evocar diferentes recuerdos.

Para el químico un perfume es una mezcla compleja de sustancias químicas aromáticas con propiedades químicas y físicas bien definidas.

Para la industria perfumera estos tres puntos de vista son importantes ya que se refieren a las relaciones que existen entre la fragancia el tiempo y el espacio, esto es la forma en que se difunde el perfume a través del espacio y en cuanto tiempo se evapora. De estas condiciones se espera que sean siempre agradables armoniosas y de ser posible originales.

Clasificación por su origen

Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosos.

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 linalol.

Los sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes.

Propiedades físicas de los perfumes.

Normalmente un perfume contiene en su formulación una serie de compuestos muy volátiles entre los que se mencionan esteres, terpenos y alcoholes de bajo peso molecular. Se mencionan también compuestos menos volátiles como son algunos alcoholes terpénicos cristales y esencias como las de sándalo y labdano. Los compuestos más volátiles pasan a la fase gaseosa más rápidamente y los compuestos más densos y menos volátiles dominan las fases intermedias y finales de evaporación de un perfume.

La velocidad de evaporación de una fragancia es una propiedad física, y es la velocidad con la que una sustancia liquida pasa a la fase gaseosa.

Todas las sustancias químicas poseen una presión de vapor definida la cual es directamente proporcional a la velocidad de evaporación. Por ejemplo el alcohol etílico o etanol se evapora más rápidamente que el agua y ésta más que el aceite.

Arbitrariamente en perfumería, el proceso de evaporación de un perfume se divide en tres etapas denominadas nota de salida, básica y de fondo.

La nota de salida es la impresión olfativa de las primeras etapas de evaporación de un perfume, cuando los componentes más volátiles dominan dicha impresión.

La nota básica, por su parte es el cuerpo del perfume en las etapas intermedias de evaporación, cuando los componentes mas volátiles han perdido su predominancia y todos los demás componentes de la formulación intervienen en la impresión olfativa de una manera mas balanceada.

Por su parte la nota de fondo es la etapa final de la evaporación de un perfume cuando los materiales menos volátiles permanecen.

Estas etapas pueden apreciarse fácilmente en una tira olfativa o en soluciones alcohólicas aplicadas sobre la piel, pero en muchos productos la evaporación ocurre muy lentamente o es demasiado rápida para permitir este proceso gradual. Sin embargo, los términos son muy útiles y su uso se ha generalizado. Por ejemplo, "reforzar la nota de salida" es una forma de expresar un aumento en la proporción de los componentes de alta presión así como un aumento resultante en la intensidad cuando se aplica el producto perfumado por primera vez, o bien, aumentar la sustantividad (afinidad o permanencia) de un perfume para detergente en la ropa significa reconstruir la nota de fondo, porque es ahí donde actúan los componentes menos volátiles.

Es conveniente anotar aquí que si bien cada nota varía y tiene un carácter definido, la vida total del perfume debe de ser plenamente armoniosa tanto en el espacio como en el tiempo.

Relación fragancia y espacio en la percepción del perfume.

La concentración de sustancias odoríficas en el aire es mayor en la capa más próxima de la superficie del emisor y disminuye con la distancia. A cierta distancia el olor es imperceptible. Las leyes físicas que gobiernan esta relación son complejas y se complican mas por el efecto de la temperatura y las corrientes de aire; el solo hecho de aspirar crea corrientes microscópicas de aire y turbulencias. No obstante, se pueden elaborar una serie de comentarios basados en datos empíricos acerca de la relación fragancia-espacio[11].

Cuando los productos odoríficos se usan en espacios cerrados, su fragancia es considerablemente más fuerte que cuando se utilizan en el exterior; aun a cierta distancia del tipo de aplicación. Esto debe tomarse en cuenta al decidir el nivel de perfumación deseado para productos tales como limpiadores de hornos, aromatizantes de autos así como productos utilizados antes de ir a la cama, como productos de belleza.

Los productos aplicados a superficies o vehículos calientes (piel, ducha, lavadoras con agua caliente) liberan la fragancia más rápidamente y la hacen que viaje más lejos, debido a las corrientes de aire que se originan en la superficie[12].

La distancia a la cual se percibe una fragancia se puede controlar ajustando la concentración del perfume.

Los conceptos anteriores se relacionan a la propiedad de difusión. Esta, se puede controlar de las siguientes maneras.

1. Utilizando materiales cuyas moléculas sean pequeñas y ligeras y que se muevan más rápidamente en la fase de vapor. Tales materiales tienen aparentemente más oportunidades de ser percibidas a mayor distancia que las más pesadas, especialmente en la nota de salida.
2. Utilizando materiales cuya intensidad odorífica no dependa de la concentración. Esto se refiere a la intensidad con la que se percibe una sustancia química, la cual es directamente proporcional a la concentración (numero de moléculas por volumen de aire) en el aire que accede a la nariz.
3. El uso de potenciadores. Este último punto, nos lleva a uno de los problemas y conceptos más conocidos. La fijación que en términos generales el público entiende por fijación la propiedad de un perfume de permanecer o durar en la piel o cualquier otro sustrato como la ropa, el cabello, etc., es también la propiedad de ser perceptible en el producto final. No obstante, los términos apropiados para definir esas propiedades son: la durabilidad y la

intensidad. El tiempo en el que se percibe la fragancia se denomina vida activa. Esta se inicia desde el momento en que se abre el recipiente para aplicar el producto hasta que la fragancia deja de ser perceptible. La vida activa depende de la velocidad a la cual se evapora un perfume así como la intensidad del mismo.

Consideraciones sobre los fijadores.

Se conocen en la actualidad tres tipos de fijadores; reales, aparentes y cinergéticos[14].

Fijadores reales. Son aquellos agentes que disminuye la velocidad de evaporación del perfume. Son además inodoros y de baja volatilidad. Se utilizan en ocasiones para diluir un perfume, su costo es por lo general bajo. Ejemplos: benzoato de bencilo, dipropilen glicol y miristato de isopropilo.

Fijadores aparentes. Por su parte, son muy tenaces y potentes, se utilizan por lo tanto en bajas concentraciones, debido a su potencia. Actúan sobre la vida activa del perfume prolongando la nota de fondo. Entre este grupo se reconoce la acetona, xileno, algunas resinas como las del labdano y el encino. Otros aceites esenciales también tienen función de fijadores como son las producidas por el sándalo, patchuli y vetiver.

Fijadores sinergéticos. Son de origen animal, son sustancias muy efectivas ya que aumentan la difusión de la nota de salida dando cuerpo y profundidad a la nota básica, y prolongan la nota de fondo, este grupo de fijadores son de uso restringido por su elevado costo y su escasa disponibilidad la cual ha originado entre otras cosas la extinción de las especies involucradas, se conocen en la actualidad cuatro de ellas y en general se obtienen por maceración en alcohol.

1. Ámbar gris. Lo produce el cachalote (*Physeter macrocephalus*) sustancia de color gris, exhala un olor desagradable en el estado fresco, al ser extraído del intestino del animal, posteriormente adquiere un olor dulzón, entre resinoso y almizclado, el ámbar gris tiene gran valor para fijar el aroma de los perfumes caros. Se cree que esta sustancia se forma por incrustación de alguna espina en el intestino del cachalote y posteriormente expulsa la bola de ámbar al mar. En tiempos pasados, el ámbar gris valía literalmente su peso en oro y la Compañía Holandesa de las Islas Orientales poseía una pieza de ámbar gris que pesaba 450 Kg.
2. Almizcle. Es una secreción de una glándula próxima a los genitales del ciervo almizclero (*Moschus berezovskii, M. chrysogaster y M. moschiferus*) es una sustancia espesa y aceitosa de color rojo en fresco y negro al secarse. De olor detestable al extraerse, que cambia al secarse por un olor agradable. Cada glándula contiene unos 30 g de almizcle.
3. Castóreo. Se obtiene de las glándulas del prepucio del castor (*Castor fiber*) es una grasa utilizada como fijador. Los castores la utilizan para delimitar su territorio.
4. Civet. (*Viverra sp. y Civetitis sp.*), el hombre mostró especial interés económico por este animal para obtener el almizcle que se encuentra en las glándulas próximas a los genitales. El compuesto es de consistencia grasa, amarillenta y es un complejo de grasas y aceites esenciales. Repulsivo en su forma concentrada y de olor agradable al diluirse. En Etiopia y otros países de África, se crían civetas en cautiverio para la explotación del compuesto. Cada animal produce unos 4 g por semana. Algunos productos sintéticos han desplazado el uso del almizcle en la actualidad.

Al principio del siglo XX aún se usaba tintura de almizcle natural en perfumería, para fabricar extractos, porque era el mejor fijador; actualmente se usan almizcles sintéticos que también son buenos fijadores, como en general cualquier químico aromático que se presenta en forma cristalina o cualquier aceite esencial que posea una densidad casi viscosa.

Las sustancias resinoides son usadas muy frecuentemente como fijadores porque actúan reteniendo el perfume al crear una película sobre la superficie de la piel. Las resinas contienen resinoides que son ricos en grupos hidroxi-; las maderas también se usan por sus buenas propiedades para la fijación.

Lista de materias comerciales que suelen usarse por sus propiedades: Fijadores[9,14]

A: Químicos aromáticos:

- Aldehído C 18, llamado aldehído-coco- es un fijador y también tiene la capacidad de "edulcorar"
- Cedrol en grado comercial
- Civetone es un buen fijador en perfumes florales y tipo oriental, reproduciendo el absoluto de civeta.
- Cumarina, suele usarse como tal
- Etil-vainillina, es muy potente como edulcorante y fijador, fácilmente puede dominarlo todo si no se mide bien. La vainillina también puede usarse.
- Exaltolide, es un tipo de nota almizclada que se puede usar como fijador en pequeñas dosis.
- Hidroxicitronelal, es un "clásico" que funciona como fijador de carácter fresco.
- Muscona, es el principal constituyente del almizcle natural, cumple funciones de fijación.
- Acetato de vetiverilo.

B: Aceites esenciales y extractos aromáticos:

- Ambreta o Hibisco es lo más parecido al almizcle en el reino vegetal.
- Benjuí, buen fijador en florales ligeros.
- Resinoide de gálbano
- Resinoide de olibanum
- Resinoide de opopanax
- Bálsamo de Perú (Myroxylon pereirae)
- Resinoide de styrax (Liquidambar orientalis)
- Bálsamo de Tolú y su resinoide (Myroxylom toluifera)

Extracción de aceites esenciales

Existen algunos métodos para obtener los preciados aceites del material biológico, ya sean las flores y plantas o del material vegetal completo o también de frutos, semillas, astillas de madera o aserrín. El ejemplo más ilustrativo quizás, es el sándalo (*Santalum album*) se destila de las astillas de madera y aserrín o bien la canela se extrae de la corteza del árbol (*Cinnamomun zeylanicum*), y cuando se extrae en polvo se aconseja colocarlos en saquitos de tela adecuados para este fin.

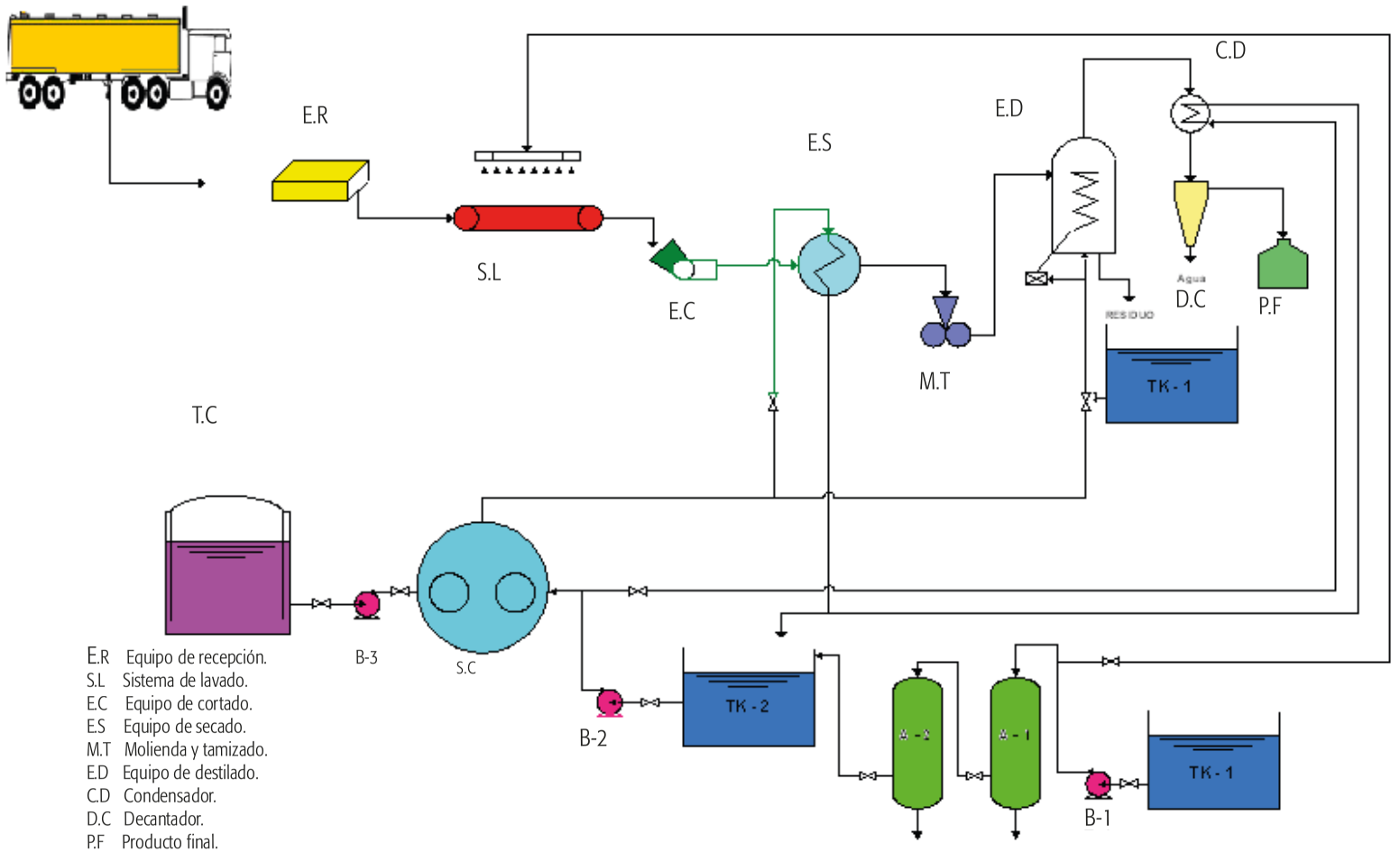
Uno de los más generales se representa en los dos esquemas del capítulo VII, (figuras VII.1. a VII.4.). Ambos se conocen como "extracción por arrastre con vapor". Su manejo se realiza con las mismas propiedades; uno a menor escala (laboratorio) y otro a mayor escala (planta piloto o semi industrial). En el primero, se utiliza material de vidriería diverso, se arma el equípo como se muestra en el dibujo figura V11.2 donde se coloca la muestra vegetal a trabajar, se le hace pasar una corriente de vapor hasta saturación del sistema para que sean arrastrados los volátiles y, por condensación se van obteniendo los aceites esenciales. De forma similar; en el segunda figura VII.4, el material biológico es colocado en un contenedor, se le inyecta vapor que es calentado con parrilla adecuada o bien con chaqueta hasta la formación de vapor que pasa a través del material vegetal; durante este proceso el vapor ablanda los tejidos del material vegetal y los aceites esenciales que son compuestos volátiles, se mezclan con el vapor y pasan a través de un serpentín de acero

inoxidable sumergido en un contenedor por el que circula agua fría; dando tiempo a que el aceite se condense junto con el agua y salgan a un tercer contenedor donde se recibe el condensado de la mezcla que se separa por efecto de la densidad de agua y aceite. En este paso es donde se obtiene el aceite esencial y el agua floral.

El agua floral puede recuperarse y usarse como loción refrescante por ejemplo como el agua de rosa y el de flor de azahar de naranja.

En ambas figuras solo se presenta el diagrama de seguimiento, sin mencionar cantidades, estas están sujetas a otro estudio de tipo ingenieril donde se calculan los tiempos, las cantidades y sus balances entre uno y otro como balance de carga, energía, equipo, etc. por mencionar algunos de los cálculos que se realizan. En seguida se muestra de manera ilustrativa (figura VI.1) el diagrama de una empresa que presenta un concepto de desarrollo planificado para la creación de una empresa. Se puede observar cada uno de los pasos del proceso, sin embargo la interpretación de cada uno de los lectores será igual o diferente al del editor.

La idea es representar de forma general la ingeniería del proceso en forma gráfica hasta llegar al objetivo de la obtención de los aceites esenciales.



E.R Equipo de recepción.
S.L Sistema de lavado.
E.C Equipo de cortado.
E.S Equipo de secado.
M.T Molienda y tamizado.
E.D Equipo de destilado.
C.D Condensador.
D.C Decantador.
P.F Producto final.

TK-1 Tanque de agua sin tratar
B 1-3 Bombas.
A 1-2 Ablandadores.
S.C Calderas.
T.C. Tanque de combustible.

Universidad Autónoma Metropolitana: Ciencias Biologicas y de la Salud.
Campus Iztapalapa.
Diagrama de proceso para la obtención del aceite escencial timol a partir de la planta de oregano.

Figura VI.1 Proceso de obtención del aceite esencial timol a partir de la planta de orégano[15].

Elaboración de un perfume

Se miden 5 o 10% de esencia, 16% de agua destilada y 74% de alcohol de grano o de estofado para completar el 100%.

La esencia se deposita en un recipiente, a continuación se agrega el alcohol. Se agita vigorosamente y por último se agrega el agua.

La agitación se repite hasta que los componentes se mezclen totalmente.

A continuación, la fragancia debe ser sujeta a un proceso de maceración que consiste en el almacenaje y agitación cada tercer día por un periodo de dos semanas hasta que los ingredientes se mezclen homogéneamente[16,17].

A la mezcla anterior se le agrega carbonato de magnesio y se continua agitando hasta que el polvo se disuelva en la mezcla. Esta se filtra a través de un papel fino y se obtiene así un perfume de aspecto cristalino y libre de impurezas.

Generalmente un perfume está formado por una mezcla de diferentes aceites esenciales, como ya se ha mencionado este tipo de compuestos aromáticos se obtienen a partir de una gran cantidad de plantas entre estas podemos mencionar las siguientes: mandarina, limón, naranja, toronja, menta, eucalipto, jazmín, tomillo, jacinto, flor de loto, rosa, ylang-ylang, hojas de laurel, canela, cardo momo, albaricoque, melocotón, ciruela, madera de sándalo, musgo de encino, lirio, vetiver, vainilla haba tonca, y clavo, entre muchas otras que se encuentran en el mercado y que por lo general su costo puede variar.

Para que el perfume mantenga un carácter básico, bien definido o agradable la mezcla de estos aceites esenciales debe de ser plenamente armoniosa al percibirse.

Algunas mezclas que se pueden practicar y que son de gusto de quien las practique, por ejemplo para un agua de tocador para dama el componente aromático (aceite esencial) puede ser: caléndula, pimienta, anís, palo de rosa, azahar de naranja y vainilla.

Otra mezcla puede practicarse con: salvia, madre selva, gardenia, ylang-ylang, tuberosa, vainilla, lirio, ámbar, nuez moscada, cedro y sándalo.

Y en otra mezcla también puede usar: albaricoque, melocotón, canela y madera de cedro.

Para caballero puede probar algunas mezclas como las siguientes: Musgo, haba tonca, sándalo, pimienta, lavanda neroli, toronja, naranja, mandarina, limón, cardamomo salvia y estragón. Otra mezcla puede prepararse de vetiver, sándalo, orquídea, ylang-ylang, lirio, durazno y rosa. Otra mezcla puede ser: petitgrain, romero, vetiver, albahaca y limón

Perfumes sintéticos.

Se conocen dos clases:

1. Aquellos provenientes del alquitrán de hulla. Entre estos se reconocen el acetato de bencilo que recuerda el aroma del jazmín o el almizcle con aroma parecido al azahar.
2. Los provenientes de otras esencias naturales. Existe un grupo de perfumes que se obtienen de la transformación química de ciertos extractos de esencias naturales como el citral de limón así como del lemongras, mismos que por reacciones químicas se transforman en ionona con olor a violeta.

Aspectos comerciales

Se conocen alrededor poco más de 3,000 tipos de aceites esenciales, pero sólo 300 tienen importancia comercial.

Los aceites esenciales pueden categorizarse en herbáceos (romero) y no herbáceos (Citrus y Semillas de Especias). Los primeros representan un menor volumen pero en general alto precio y el segundo grupo tiene relevancia por sus volúmenes.

Por otra parte, los aceites esenciales pueden comercializarse con o sin terpenos según la solicitud del cliente, variando notablemente los precios.

La demanda de composiciones aromáticas ha crecido en el sector agroindustrial sus principales destinos son las industrias de bebidas, las lácteas, las de golosinas, de cosméticos y sabores. A mediados de la década del 80, la industria química puso de moda una gran variedad de compuestos aromáticos artificiales relegando a las esencias naturales. Pero en los años '90 una gran parte del mercado volvió a los aceites que se extraen de vegetales pero con exigencias de calidad y pureza.

Mercado Nacional

El aceite esencial de limón ocupa el segundo lugar en el mundo, luego de la naranja dulce. La principal consumidora de este aceite es la industria de bebidas sin alcohol que lo utiliza como soporífero. En nuestro país las zonas productoras son: los estados de Colima, Michoacán, Guerrero, Veracruz. Se producen alrededor de 2,296.978 toneladas al año, por cada tonelada se producen 2 kg de aceite esencial. México hasta el 2007 ocupaba el segundo lugar de producción, antes esta la India y después EE.UU., en un total de 8 países principales en este rubro.

El área de superficie dedicada a este cultivo se calcula en unas 300,000 has de las cuales aproximadamente 200,000 están destinadas a la industrialización del aceite. La producción actual del aceite de limón a nivel nacional es de 150,000 toneladas, entre jugo y producción de aceite esencial, además el que se destina a la exportación.

La comercialización de los aceites esenciales para sabores y fragancias para la Comunidad Europea en 1989 fue de 426,360.00 millones de dólares para un volumen de 34,608 toneladas, El 33% fue importado desde países en desarrollo por un total de 114,351 millones de dólares. Entre los principales países de este grupo se encuentran: Argentina (aceite de limón), Brasil (aceite de naranja), China (aceite de eucalipto, citronela, geranio y pimienta), Egipto (aceite de jazmín), Haití (aceite de vetiver), e Indonesia (aceite de vetiver y citronela), México (aceite de cítricos como: naranja, limón, lima Persa, mandarina y toronja)[18,19].

Bibliografía

1.- **Schery, R. W.** 1972. *Plants for man. 2nd. ed. Prentice hall,* Inc. Englewood Cliffs, N. J.

2.- **Wickens, G, E.** 2001. *Economic botany. Principles and practices.* Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

3.- **Lawles, J.** 2002. *Essential oils. Elements.* Harper Collins publishers. London.

4.- **Stashenko, E.** 1996. *En: Memorias del IV Congreso Nacional de Fitoquímica, Universidad Industrial de Santander, Escuela de Química. Bucaramanga, febrero de 1996,* pp. 29-53.

5.- **González, P., D. J.** 1984. *"Utilización Terapeútica de Nuestras Plantas Medicinales".* Universidad de La Salle. Bogotá, Capítulo VI.

6.- **Palomino, E. Maldonado, C. Maya B. Kempff., y Mohamad B. Ksebati** 1996. *Caparratriene, an Active Sesquiterpene Hydrocarbon from Ocotea caparrapi. J.* NAT. PROD. 59 (1) 77-79

7.- **Schery, R. W.** 1972. *Plants for man. 2nd. ed. Prentice hall,* Inc. Englewood Cliffs, N. J.

8.- **Simpson, B. B. and Ogorzaly, M. C.** 2001. *Economic Botany. Plants in our world, 3rd. ed. McGraww Hill. Boston.*

9.- **Pickthall, Jack.** 1957. "Blending and Fixation in Perfumery" *en Soap, Perfumery and Cosmetics* 30/7 Julio, pp. 712-718.

10.- **Wickens, G, E.** 2001. *Economic botany. Principles and practices.* Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

11.- **Robert, Guy.** 1977. "Base Notes in Perfumery" *Perfumer&Flavorist.* Dic/En, pp 2-3.

12.- **Howes, F. N.** 1949. *Vegetables gums and resins.* Waltman, N. A. Chronica Botanica.

13.- **Howes, F. N.** 1950. *Age-old resins of the Mediterranean region and their use*. Economic Botany 4; 307.

14.- **Jellineck, J. S.** 1961. "Fixation in perfumery-What we understand" in *Perfumer&Flavorist* 3 (4), pp. 27-31.

15.- **Eduardo, I. Castillo Bustos, y Jacqueline Galván Castellanos.** 2005. *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de timol a partir del orégano.* PP157. Informe del Proyecto Terminal (Paquete)-Lic. en Ing. Bioquim. Ind. CBS-UAM.

16.- **Poucher, Walter A.** 1970. "Duration of Evaporation Table" en *Soap, Perfumery and Cosmetics Year Book,* pp. 114-5.

17.- **Wells, F. V.** 1970."Comparative volatility of odorants" en *Soap, Perfumery and Cosmetics Year Book.*

18.- **Canché Mis Randi Francisco.** 2007. Tesis, "Estudio econométrico del mercado del limón Mexicano (*Citrus aurantifoliaSwigle*) en México 1980-2006. Chapingo, México.

19.- **Plan rector sistema nacional limón mexicano.** 2005. Documento validado por el Comité Sistema Producto Limón Mexicano. En sesión del 16 de marzo 2005, SAGARPA, México D.F.

Capítulo VII

Métodos de Extracción e Identificación de Aceites Esenciales

Los aceites esenciales, como se mencionó en capítulos anteriores, son productos naturales o metabolitos secundarios sintetizados por las plantas, producidos al momento de activarse mecanismos de defensa como respuesta a factores ambientales y ecológicos, estos presentan roles de defensa, atracción de polinizadores, entre otros. Aunque, la función estricta en las plantas no se conoce bien. Son aceites volátiles, se presentan en las plantas generalmente como mezclas homogéneas de muchos compuestos en algunos casos hasta más de 100 compuestos químicos orgánicos, provenientes de la familia química de los terpenoides. Son inflamables, no son tóxicos, aunque pueden provocar alergias en personas sensibles a determinados terpenoides[1] Estos metabolitos sufren degradación química en presencia de la luz solar, del aire, del calor, de ácidos y álcalis fuertes, generando oligómeros de naturaleza indeterminada. Algunos presentan mal olor al oxidarse con el aire. Son solubles en los disolventes orgánicos comunes. La definición actual de aceite "esencial" recae en el concepto desarrollado por Paracelsus (Günther, 1948). Los aceites esenciales, constituyen la droga para la producción de productos usados en perfumería, farmacéuticos y de limpieza, además, como saborizantes en alimentos y bebidas. Son aceptados como sustancias seguras (GRAS) por la Agencia de Drogas y Alimentos de E.E.U.U. (FDA)[2,3]

Obtención

En el laboratorio algunos aceites se obtienen por arrastre de vapor, algunos otros se obtienen con grasas, por el método conocido como enflorado, donde los pétalos de flores son colocados en paredes cubiertas de grasa como manteca desodorizada durante un determinado tiempo, los aceites volátiles son captados por la grasa y posteriormente extraídos con alcohol y obtenidos por destilación, actualmente el método está en desuso. Otros organismos vegetales también son extraídos con disolventes orgánicos o por prensado como el aceite de citricos. El rendimiento de los aceites esenciales obtenidos, varía de unas cuantas milésimas por ciento del peso del vegetal hasta un porcentaje de 1 a 3%. La composición de un aceite en la planta, puede cambiar con la época de la recolección, el lugar geográfico o con algún cambio genético[4].

El aislamiento de aceites esenciales se lleva a cabo a partir del material vegetal lo más fresco posible, pero particularmente seco. Son ricas en esencias las plantas de los siguientes géneros[5]: *labiáceas, mirtáceas, pináceas, rutáceas y asteraceas*.

Para la extracción de los tejidos vegetales, los terpenoides pueden ser separados con éter etílico, éter de petróleo, acetato de etilo u otro solvente no polar. actualmente se usa más el proceso de arrastre con vapor o bien por hidrodestilación Se sabe que la hidrodestilación industrial nació en el siglo XIX y durante el siglo XX, se buscó mejorar los diseños mecánicos de los alambiques, minimizar el alto consumo energético requerido y controlar adecuadamente el proceso[6]. Una vez que se ha obtenido el aceite esencial se seca con Na_2SO_4 anhidro, se filtra, se anota su color, que puede ser de diferentes tonalidades en la gama del amarillo a ligeramente marrón o azulados o bien hasta incoloros en algunos casos.

Se determina su densidad, índice de refracción y su rotación específica, con el fin de que estos datos contribuyan a la identificación del tipo de aceite esencial. En algunas ocasiones los terpenoides pueden sufrir rearreglos, en el proceso de

extracción por ejemplo las deshidrataciones en el caso de alcoholes primarios; o algunas polimerizaciones que pueden llevarse a cabo.

Extracción de aceites esenciales con equipo soxhlet con solventes no polares

Se arma el equipo soxhlet[7] (figura VII.1) El sólido (planta triturada) que va a ser extraído se coloca en un dedal de celulosa o cama de algodón colocado al fondo del compartimento destinado para soportar la muestra a extraer. Un solvente con bajo punto de ebullición, por ejemplo el éter dietílico, es colocado en el matraz de destilación y se comienza a calentar lentamente. El vapor comienza a subir por el brazo externo hasta el condensador. El líquido condensado comienza a caer en el compartimiento que contiene la muestra vegetal, y el solvente caliente comienza a llenar el compartimento para realizar la extracción del compuesto vegetal deseado. Una vez que el compartimento se llena con el solvente, se crea un efecto físico creando una presión de "sifón", y el solvente del compartimento que ahora contiene lo extraido, se vacía nuevamente en el matraz de destilación por otro brazo para este efecto, creando una recirculación cada vez que se llena dicho compartimento. Este proceso se puede repetir cientos de veces[8], (figura VII.1).

Si no se tiene el soxhlet, se puede trabajar de la siguiente manera: A una cantidad del material vegetal finamente dividido o molido, es agitado con dos partes de éter de petróleo o bencina, a temperatura ambiente durante dos horas. El extracto se deja sedimentar y se filtra por decantación o papel filtro, posteriormente al material vegetal se le hacen una extracción más por periodo de una hora con éter de petróleo. Los filtrados son combinados y el solvente es destilado a vació (presión reducida) y a baño María temperatura baja (tibio), recuperándose parte del solvente utilizado. Este proceso se utiliza regularmente a escala de laboratorio, a otro nivel mayor "puede resultar costoso" por el valor comercial de los solventes. Además, regularmente se obtienen los aceites contaminados con otros compuestos que pueden ser indeseables, como aceites fijos, ceras o grasas. Para este efecto, el extracto obtenido se puede disolver con alcohol etilico, considerando que algunos aceites fijos, ceras y grasas no se disuelven en alcohol.

Extracción por arrastre con vapor

Se colocan una cantidad considerable de material vegetal, ya sean flores, semillas, raíz, tallos, etc.; en un mortero o en una licuadora y se trituran, hasta obtener finamente el material.

Una vez molido o triturado se pasa a un matraz de bola de dos bocas; se humedece el polvo hasta formar una pasta lechosa y se coloca en el aparato para destilación[6,9] (figura VII.2), previamente preparado. Denotando tres puntos de interés.

1. Agua como generador de vapor.
2. Muestra vegetal a extraerse por inyección de vapor.
3. Matraz recolector del destilado, aceite esencial más agua.

Se procede a calentar el matraz que contiene agua destilada y que servirá como fuente de vapor al momento de hervir ésta. El vapor pasará a través de la muestra vegetal y al destilar arrastrará el aceite hasta que no salgan más gotas oleosas mezcladas con el agua condensada. Cuando se usa vapor saturado, pero la materia no está en contacto con el agua generadora, sino con un reflujo del condensado formado en el interior del destilador se asumía que el agua era un agente extractor y se le denominó "hidroextracción"[10]. Se deja destilar hasta recoger más o menos 500 o 600 mL de destilado, el cual se traslada a un embudo de separación, cuando así sea necesario.

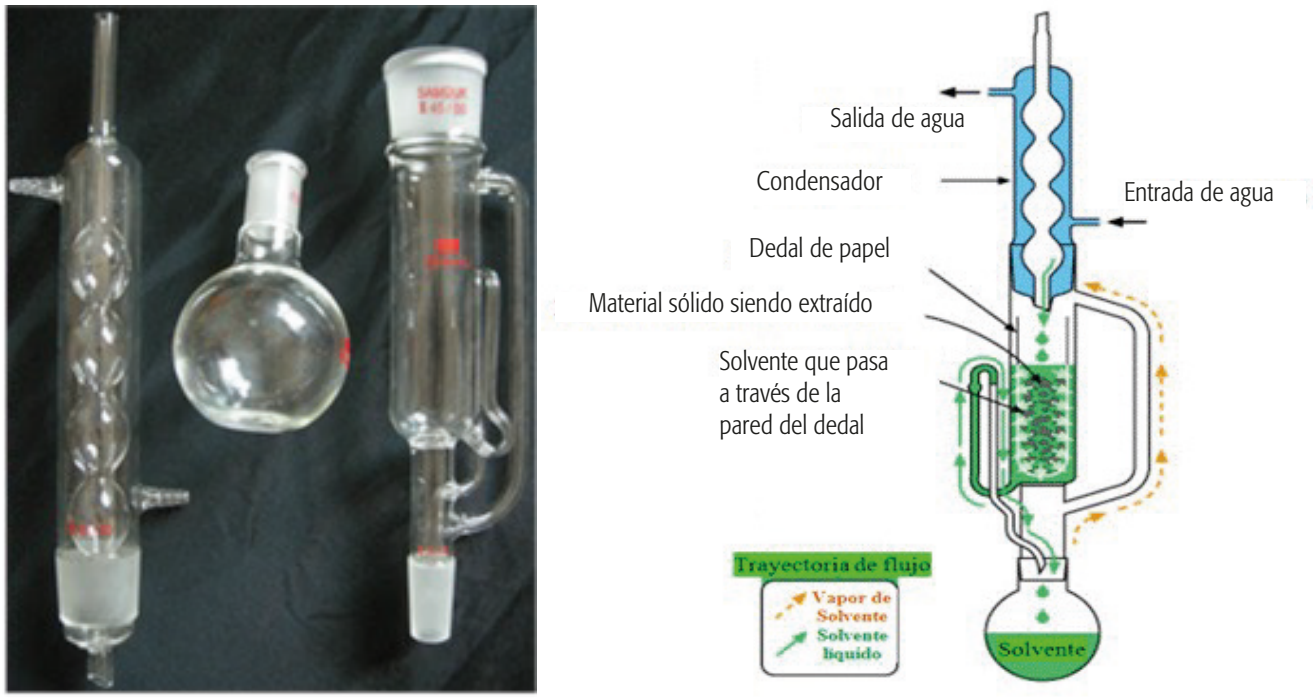


Figura VII.1 Partes que conforman el equipo de extracción SOXHLET(X) y el proceso de extracción.

Una vez destilada la esencia puede presentar tres formas:

1. El aceite se mezcla con el agua enturbiando el medio.
2. El aceite se mantiene en la superficie del destilado (agua-aceite).
3. Se reúnen en el fondo del matraz, aunque suelen quedar algunas gotas en la superficie o paredes que ni por agitación se logra que caigan al fondo, como es el caso de la obtención de los aceites esenciales del clavo para obtener eugenol por arrastre con vapor.

En tal caso, se separa la parte principal depositada en la capa inferior y se sacude suavemente la capa acuosa con cloroformo, o éter dietílico de esta manera se disuelven los sobrenadantes, esto es lo que normalmente sucede.

El solvente utilizado se junta con la parte principal de la esencia separada anteriormente y se procede a calentar esta mezcla para eliminar el solvente por destilación directa en baño María. Como resultado se obtienen aproximadamente 2 mL de aceite conocido como "esencia cruda" (se guardan unas gotas para efectuar el análisis por cromatografía en capa fina), el resto se transvasa a un embudo de separación y se agita con exceso de NaOH 2N (15 a 20 mL), para disolverla (la formación de dos fases indica la disolución del aceite).

Se puede comprobar que la solución registre una reacción alcalina fuerte. Los terpenos insolubles se separan lavando la solución alcalina con 50 mL de éter etílico. La capa etérea se desecha. La capa acuosa se acidula con ácido sulfúrico diluido, esto permite que al cabo de unos minutos se separen los aceites libres en forma de aceite insoluble, los cuales deben separarse en un embudo de separación. El compuesto obtenido se guarda para las pruebas de clasificación de grupos funcionales, el cual corresponde al eugenol.

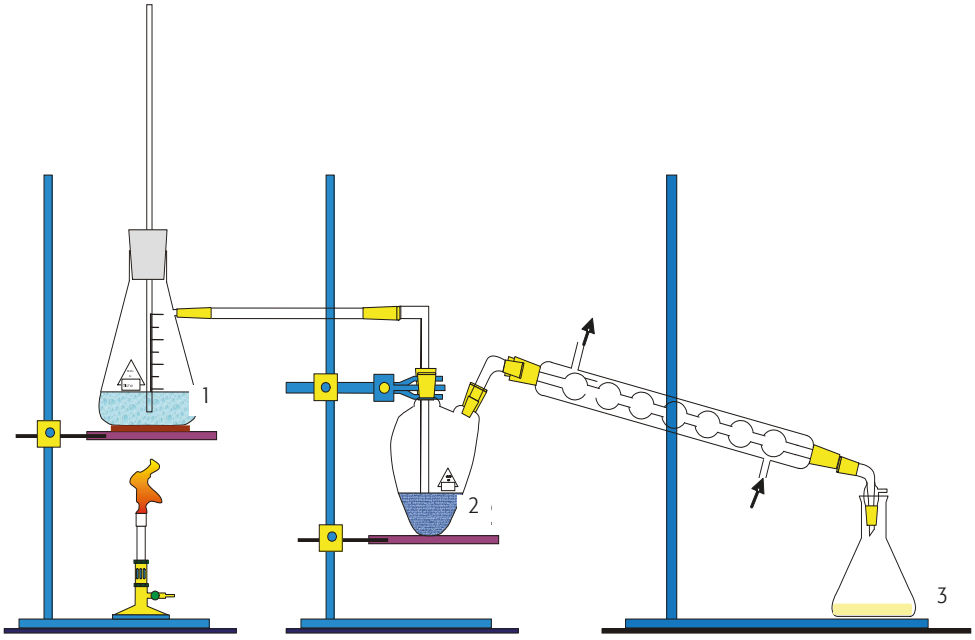


Figura VII.2. Equipo de extracción de arrastre con vapor para laboratorio.

Otro método es utilizando una trampa de arrastre con vapor "Simón"[11, 12,] (figura VII 3a,b) que realiza la misma función que el del equipo mostrado en la (figura VII.2). Esta trampa, puede adaptarse a diferentes tamaños de matraz bola para realizar el arrastre con vapor de la muestra vegetal. Los cuidados y recomendaciones son las mismas de los equipos de vidrio y, siempre teniendo cuidado del tubo generador flujo de vapor no se tape, ya que el tubo largo sirve como valvula de escape en caso de que se tape observándose una subida de agua en el tubo.

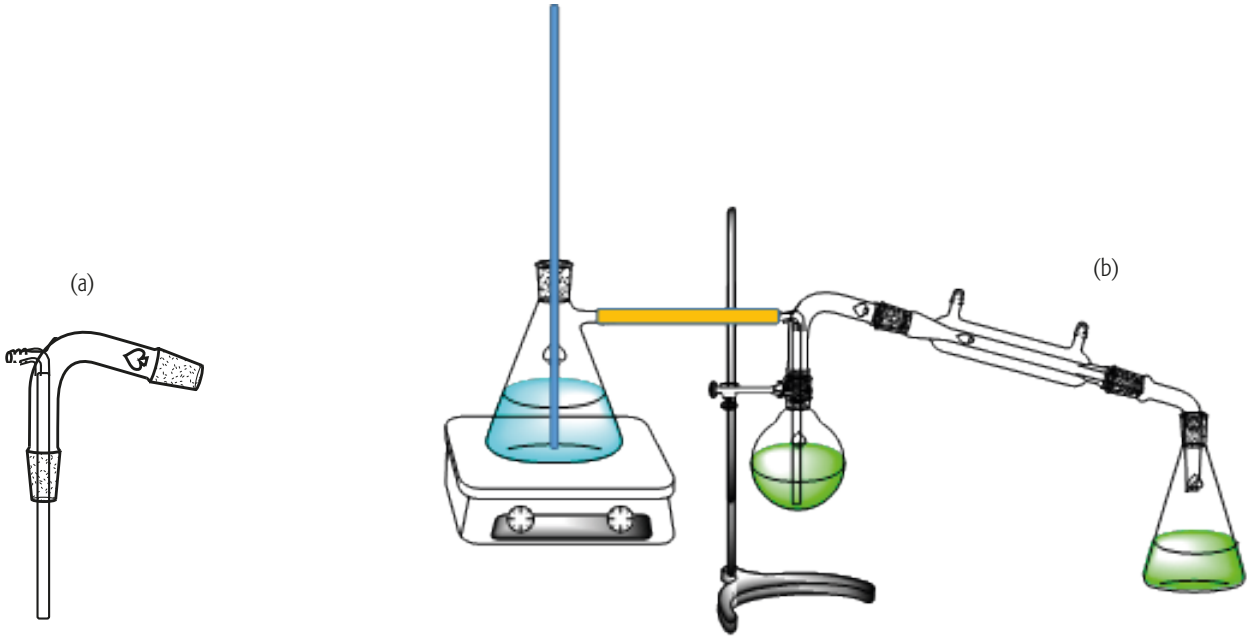


Figura VII.3. (a)-Trampa de arrastre con vapor "Simón" y (b)-forma de conectarse el equipo completo para la destilación.

Otro procedimiento también a nivel de laboratorio, consiste en usar el equipo de Clevenger con la trampa de Dean-Stark, reportado por la Official methods of analysis AOAC.[13, 14] para extraer aceites esenciales que por reposo por un periodo de tiempo, las fases se separan y al separarse, los aceites se obtienen por decantación o eliminando una de las fases en el mismo embudo de separación[15] (figura VII.4), esto, enmarca el mismo proceso como una hidrodestilación.

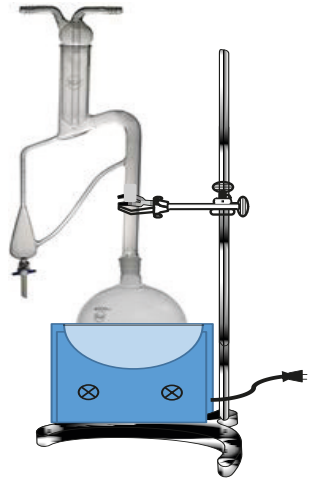


Figura VII 4. Aparato de Dean-Stark, para extracción de aceites esenciales.

Un aparato de Dean Stark[16] (también llamado "trampa de Dean Stark") es una pieza de vidrio utilizada en experimentos químicos para extraer agua de un medio en reacción. Inventado por Ernest W. Dean y David D. Stark en 1920. Lo describieron como un "método original y conveniente para la determinación de la cantidad de agua contenida en el petróleo y en otras emulsiones orgánicas."; desde hace varios años se ha utilizado para la extracción de aceites esenciales.

Destilación Industrial

Destilación por arrastre con vapor

Es el método más usado de los tres existentes[10]. Presupone un desmenuzado previo de la materia en mayor o menor grado, dependiendo del material que se va a extraer. Las hojas y flores casi no requieren de este procedimiento pero algunas semillas sí, ya que es indispensable la ruptura de las paredes de las células en las que se encuentra contenido el aceite esencial. Este material se carga a un destilador móvil a la que se le alimenta una corriente de vapor que arrastra el aceite contenido en la planta, la cual es posteriormente condensada, separándose la fase aceitosa de la acuosa en un separador de fases. El aceite crudo así obtenido se alimenta a una columna de rectificación al vacío, obteniéndose así el aceite esencial rectificado (figura VII.5 a ,b).

Las características del equipo utilizado en este método y la forma de producir el vapor requerido para hacer la destilación, determinan el tipo de producción empleado. En países poco tecnificados es el empleo de alambiques improvisados que utilizan el material residual extraído, previamente secado, para generar el vapor requerido. Este método tradicional se utiliza para extraer el aceite de romero, clavo, zacate de limón, pachulí y vetiver, por mencionar algunos. El método intermedio emplea equipo más moderno de destilación.

Cuidados que se deben tomar en cuenta en los procesos efectuados en la desarrollo.

El Equipo debe estar instalado correctamente pues el mismo no debe tener fugas y estar en buenas condiciones.

Para la muestra se debe tener en cuenta que esta debe estar picada finamente y colocada hasta la mitad del matraz balón o deposito destinado para este fin, y procurar que el agua no sobrepase la muestra ya que puede existir una sobrepresión y prevenir un accidente. Procurar que la temperatura se mantenga constante. Estar pendiente de la cantidad de hidrodestilado que se obtiene y recogerlo a cada momento puesto que este puede subir a la trampa de aceite y el aceite no se recogería con éxito. Al terminar la extracción apagar los equipos y esperar que estos se enfríen para proceder a lavar el material.

Los componentes que forman cada uno de los aceites esenciales son mezclas de varios terpenos, regularmente, un aceite esencial es una mezcla de muchas sustancias químicas distintas que se encuentran en diferentes proporciones y que en conjunto proporcionan al aceite esencial sus características propias. Los componentes que forman a cada uno de los productos que se obtienen son monoterpenos, sesquiterpenos, ácidos, alcoholes, ésteres, insaturaciones, fenoles y compuestos aromáticos.

Del método utilizado depende de sobremanera la calidad del aceite resultante. Ya que algunos métodos pueden incorporar sustancias como disolventes o impurezas muy difíciles de eliminar y que alteran las cualidades de la composición.

Método de prensado o compresión

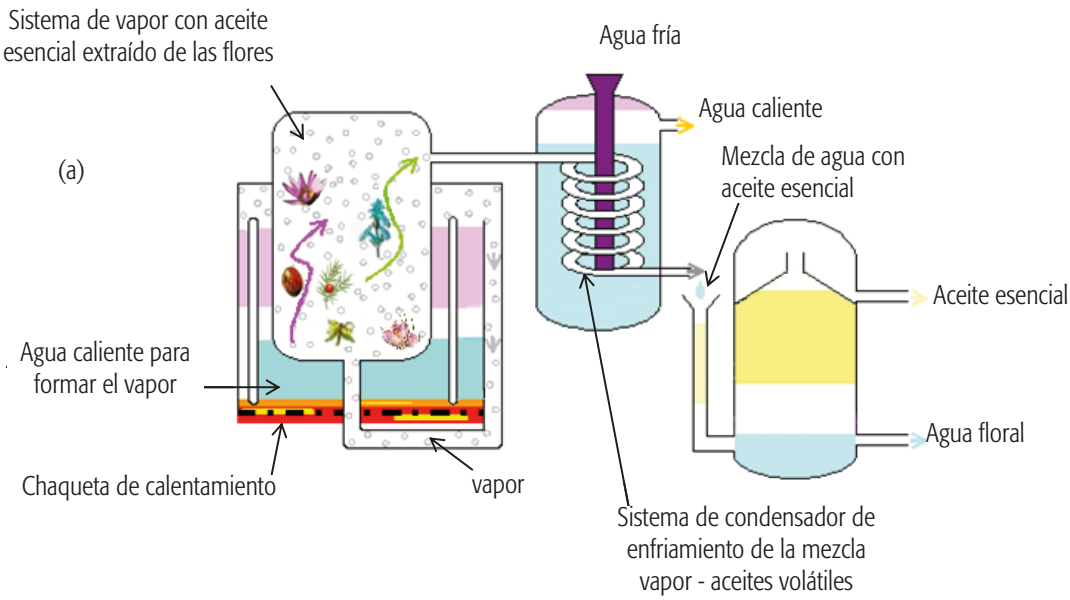
Se aplica primordialmente a la obtención de los aceites esenciales, provenientes de los frutos cítricos. Consiste en exprimir la cáscara y/o los interiores de la fruta en máquinas trituradoras especiales, con o sin aditamentos para rociar agua, rindiendo un aceite mezclado o no con jugo. Esta mezcla es inmediatamente centrifugada, almacenada a bajas temperaturas y clarificada, dando lugar a un aceite esencial “exprimido en frío”.

El método de extracción es practicado a una escala muy pequeña y con procedimientos muy antiguos. Existen tres modificaciones principales:

a) Métodos de extracción en frío (enflorado ó enfleurage). Se aplica principalmente para la extracción de aceites esenciales de flores, como la tuberosa y el jazmín. En bastidores de madera, cubiertos con mezclas de grasas como el cebo y la manteca, se colocan las flores recién cortadas durante un tiempo determinado. Posteriormente se reemplazan con otras nuevas hasta terminar la cosecha. Se extrae la grasa con alcohol y después se rectifica el aceite.

b) Método de extracción en caliente: Es similar al proceso en frío, solo que las flores se van tratando en recipientes que contiene grasas calientes. El producto resultante se conoce como “pomada” y se vende como tal o es extraído con alcohol y rectificado. Este método se aplica a flores como la rosa, naranja, acacia y mimosa.

c) Método de extracción por solventes: Las flores recién cortadas se colocan en un extractor y se les hace pasar una corriente de un solvente purificado a la temperatura ambiente. Este solvente es eliminado posteriormente por destilación al vacío, obteniéndose así el aceite esencial (como un proceso de lixiviado).



Columna de rectificación

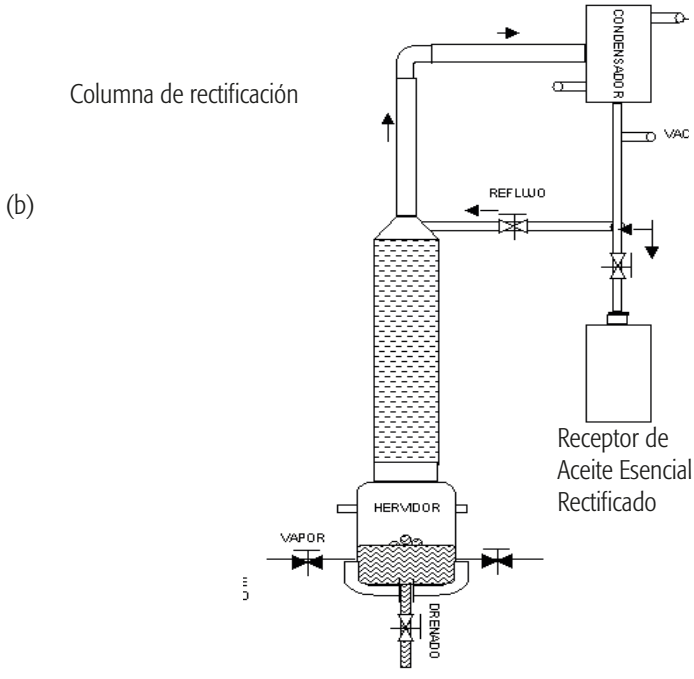


Figura VII.5 a, b.- Digramas del proceso de extracción de aceites esenciales de diferentes organismos vegetales (flor, semilla, o planta completa).

La industria de los aceites esenciales tiene definitivamente una base agrícola. Su economía depende del valor relativo de la tierra (rendimiento de un cultivo con respecto a otros) y de la disponibilidad y costo de la materia prima y la mano de obra que emplean. A escala internacional es notable el hecho de que los aceites esenciales de demanda creciente sean aquellos que tienen métodos modernos de cultivo, y por consiguiente, calidades más uniformes y suministros más seguros. A su vez el cultivo y por tanto, la producción de los aceites, pueden verse afectados directa o indirectamente, en forma positiva o negativa por los cambios políticos, económicos o sociales del área en que se desarrollan.

La suma de los factores anteriormente señalados, aunada a tendencias hacia nuevos tipos de olores y sabores que encuentran mayor aceptación en gusto de la gente, ha provocado que la demanda de algunos aceites haya declinado, que en otros se haya mantenido constante y que en algunos más tenga un futuro creciente y promisorio. La satisfacción de estas demandas crecientes se ha llevado a cabo aumentando el rendimiento de los cultivos actuales y buscando nuevas áreas para su desarrollo. Las tendencias generales de producción de aceites esenciales en el mundo presentan el siguiente panorama:

Con demanda creciente: amirís, cedro Texas, clavo, eucalipto, hoja de abeto, geranio, palmarosa, lavandina, limón, lima, nuez moscada, naranja, *Mentha arvensis*, romero, yerbabuena, vetiver, ylang ylang, albahaca y estoraque.

Con demanda estática: bergamota, lavanda, alcanfor, pachulí, menta, piperita, petitgrand, hoja de cedro, rosa y salvia.

Con demanda decreciente: palo de rosa, cedro virginia, citronela, tallo del clavo, bálsamo de copaiba, bálsamo del Perú, lavanda espliego, zacate limón y sándalo.

Hay además una gama de nuevos aceites esenciales que, aun cuando su consumo actual es muy pequeño, van conquistando el gusto de la gente, por lo que se prevé que en el futuro próximo ocuparán un lugar preponderante en esta industria. Entre ellos están los aceites de ciprés de Francia, albahaca de Comoras, *Petitgrain bigarade, Petitgrain citronier* de Francia y manzanilla de Marruecos. Hay otros que además de lo anterior están apoyados por campañas publicitarias que influirán definitivamente en su mercado, como es el caso de la menta acitrada.

La industria de los aceites esenciales es del tipo de las que manejan volúmenes relativamente pequeños de materiales de alto costo. El mercado de las esencias para sabores y fragancia de los países de la Comunidad Económica Europea sobrepasa actualmente los 23 mil millones de pesos. El 10% de estas ventas corresponde a los aceites esenciales. Se estima que dicho mercado crecerá a una tasa del 5% anual en los próximos 10 años.

Por otra parte, la cosecha vegetal se sigue efectuando manualmente. Esto sucede con el cultivo de la lavandina, la albahaca y el ylang ylang. En cuanto al método moderno emplea alta automatización, tanto en el cultivo como en el cosechado y procesado de la materia prima, como ocurre con los diferentes cultivos de menta y yerbabuena.

Método de extracción con fluidos supercríticos,

Es un proceso reciente que representa ser el más limpio, pero el más caro. 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 fluido en estado supercrítico (por ejemplo CO_2). Las esencias son así solubilizadas y arrastradas mientras que el fluido supercrítico, que actúa como solvente extractor, se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente[17]. Finalmente se obtiene una esencia cuyo grado de pureza depende de las condiciones de extracción. Este procedimiento presenta varias ventajas: alto rendimiento, fácil eliminación del solvente (que además se puede reciclar), no se alteran las propiedades químicas de la esencia por las bajas temperaturas utilizadas para su extracción. 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.

Separación de aceites esenciales en columnas con sílica gel en el laboratorio

Una mezcla de 14 g de sílica gel mezclado con 40 mL de hexano, es añadida a una columna de cromatografía de 25 mm de diámetro. 10 g de aceite esencial (ejemplo aceite de naranja obtenido por expresión en frío), es cuidadosamente añadido a la columna y se deja que sea adsorbido por la silica gel[18]. Son añadidos entonces 65 mL de hexano y pasados a través de la columna a uno o varios "recipientes". La fracción de hidrocarburos es recolectada. Posteriormente las muestras del volumen eluído son analizados a intervalos frecuentes por medio de cromatografía de capa fina (en sílica gel "G"), las manchas que aparecen en las placas cromatográficas son rociadas con una solución de fluoresceína acuosa al 0.05%, y después de su análisis se sigue por la exposición a los vapores de bromo. Si la primera prueba muestra ser positiva (manchas amarillas, en un fondo rosa), en ese momento el "recipiente colector", es cambiado y las pruebas se continúan hasta que se obtenga un resultado negativo, que indican que los hidrocarburos han sido completamente colectados y el "recipiente colector" es cambiado nuevamente, para compuestos oxigenados (más polares), en seguida se agrega acetato de etilo a la columna y la fracción oxigenada es colectada, el volumen eluído nuevamente es analizado hasta que se obtenga una prueba positiva con bromuro de fluoresceína.

Técnicas de Identificación

En general el rendimiento de la extracción es muy variado entre 0.01% y el 3%. Los aceites esenciales se caracterizan por ser una mezcla compleja de varios compuestos de aromas volátiles como hidrocarburos (compuestos terpénicos), alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, éteres y fenoles. Obteniéndose de la canela (cinamaldehido), clavo (eugenol, orégano (carvacrol y timol), eucalipto (cineol) y tomillo (timol) entre otros.

Son muchos los factores que influyen en la composición de un aceite, denominada quimiotipo, entre ellos, los más importantes son el origen, la especie y el órgano de la planta, las condiciones climáticas, de crecimiento, temperatura, fertilizantes, tierra de cultivo, etc., así como la destilación y la forma de almacenamiento del aceite.

El análisis de los aceites esenciales, no solo es para para identificar los compuestos que contiene una muestra, sino también para determinar los porcentajes relativos de los mismos en la fracción volátil analizada. Estos se realizan mediante técnicas de cromatografía de gases e identificación de los compuestos por espectrofotómetro de masas acoplado al cromatógrafo. (figura V.II.6)

Figura VII.6.- Cromatógrafo acoplado a masas ubicado en la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

La información que se obtiene aquí constituye una recopilación de datos fisicoquímicos e información espectrométricos para una amplia colección de diversos compuestos, constituyentes de aceites esenciales y otros metabolitos secundarios de diferentes fuentes naturales.

Los datos presentados aquí, se puede recabar de varias bases de datos en línea. De esta forma se invita al lector a visitar las páginas electrónicas de éstas con la finalidad de ampliar y enriquecer la información. Hoy en día existe una gran cantidad de información química y biológica reunida en diferentes bases de datos de acceso libre. Revise el capítulo VIII, donde encontrará dicha información

Cromatografía de Capa Fina. (CCF o TLC por sus siglas en inglés)

La cromatografía en capa delgada es una técnica cualitativa que permite constatar la pureza de los componentes del extracto separado mediante la cromatografía en columna. Valora y puede certificar el producto del que se trate siempre y cuando se tenga el apoyo comparativo de los compuestos analizados. puede ser utilizada con grandes ventajas en combinación con Cromatografía de Gases combinada con Espectrometría de Masas (GC-MS Por sus siglas en inglés) (ver capítulo VIII) para el análisis de terpenos, ya que ambas técnicas son complementarias.

Se puede realizar el análisis de terpenos, utilizándose con preferencia en la separación de los sesquiterpenos menos volátiles. Para que se agote una extracción de componentes, sean de origen vegetal o animal, hay que usar solventes de diferente polaridad. Si se elige un método adecuado para separar y usar adsorbentes y eluyentes apropiados será más fácil obtener compuestos puros. La cromatografía es la distribución de los componentes de una muestra entre dos fases: una móvil (gas o líquido) y una fija o estacionaria (líquido o sólido). En general la CCF se usa para la separación y análisis e identificación de compuestos orgánicos, que inicialmente se consideraba como un compuesto puro, pero que en realidad presenta impurezas.

El adsorbente más empleado es la sílica gel, o sílica gel F_{254} (con revelador para luz UV), en combinación con solventes como el benceno o bencina, cloroformo, y algunas mezclas que puedan favorecer, como ejemplo y por mencionar algunas de estas son las siguientes bencina-cloroformo (1:1) y el benceno- acetato de etilo (9:1), diclorometano, etc.

Procedimiento de preparación de las placas

Cuando no se tienen los cromatofolios comerciales ya sean de aluminio o vidrio, se pueden utilizar placas de vidrio de 5, 10, y/o 20 x 20 cm, (figura VII.6)[19] donde se muestran placas de 20 x 20 cm, y en cada extremo se coloca una de 5x5 cm, éstas se lavan perfectamente, se secan y se les pasa un algodón humedecido de etanol y posteriormente uno con acetona. La forma de preparar la silica es la siguiente: en un matraz ErlenMeyer de 250 mL se mezcla perfectamente 30 g de silica gel G o bien GF_{254} con 60 mL de agua destilada quedando bien homogénea la mezcla. Inmediatamente se vierte sobre un contenedor-aplicador y se vacía y se aplica rápido y con cuidado sobre las placas de manera uniforme jalando el contenedor de extremo a extremo. o bien de forma rudimentaria el vaciado se hace con cuidado y con un aplicador hecho con una varilla de vidrio se va desplazando sobre las placas previamente limpias. Se dejan secar las placas a temperatura ambiente y posteriormente se activan a 100°C durante 30 min[20]. Para conservar las placas libres de humedad se recomienda guardarlas en desecador.

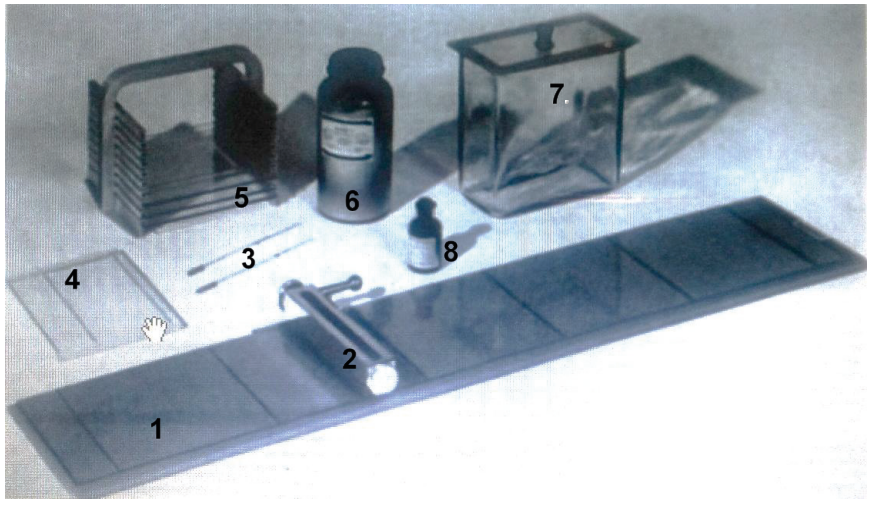


Figura VII 7.- Equipo básico (DESAGA) para desarrollar placas para cromatografía de capa fina, compuesto por (1) base para ajustar cinco placas de vidrio de 20x20 cm, (2) aplicador-contenedor de aluminio de la mezcla de silica-agua, (3) micropipetas, (4) regleta protectora de la placa para aplicación de muestras, (5) porta placas de aluminio (6) frasco con silica gel, (7) cámara de corrimiento y muestra (8).

Aplicación de la muestra

Cuando no se tienen las micropipetas, se preparan unas hechas con tubos capilares para punto de fusión como se muestra en la (figura VII.8) de la siguiente manera: se toma el tubo capilar por los extremos y se calienta en la parte media con una flama fina estirandose ambos extremos de forma contraria para obtener dos micropipetas ambas con punta.

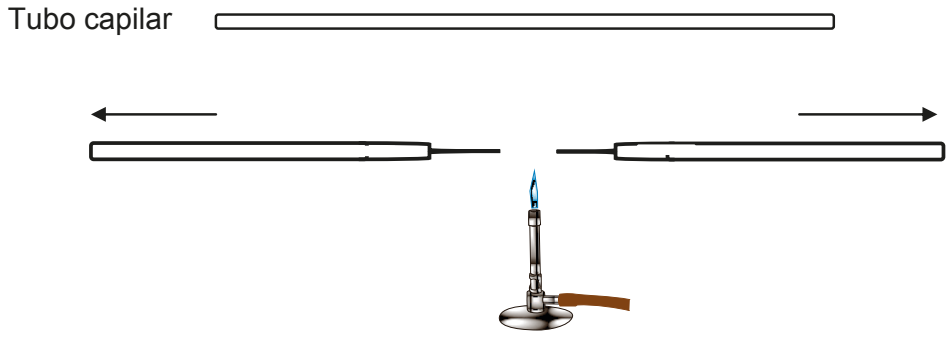


Figura VII.8.- Realización de micropipetas a partir de tubos capilares.

Colocar la solución problema a 2 cm del borde inferior de la placa destinada como zona de aplicación.

Una vez que se tienen, se aplica de la siguiente manera.

a) Extracto crudo de aceite esencial obtenido por arrastre de vapor.
b) Extracto separado.
c) Extracto insoluble en el tratamiento alcalino separado como terpenos insolubles.
d) Extracto extraído por el método rudimentario.

Las muestras se aplican con una micropipeta según figura VII.7, se toma un volumen de la disolución, que en pipeta mida aproximadamente 0.5 cm de muestra a lo largo de la micropipeta. Se aplica esta, colocando la punta de la micropipeta en la zona que corresponda, este volumen aplicado representa aproximadamente 10µl de muestra. El tamaño de la mancha sobre la placa, no debe ser mayor de 0.5 cm de diámetro (figura VII.8). Una vez terminado de aplicar la muestra, cerciorarse que estén secas las aplicaciones.

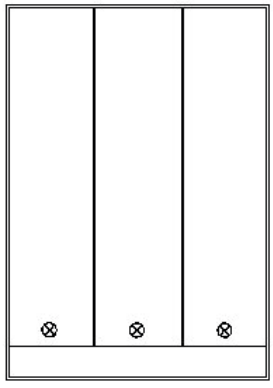


Figura VII.9.- Ubicación, aplicación y tamaño de manchas.

Posteriormente, introducir la placa en una cámara de corrimiento de la cromatografía, previamente saturada con un sistema de solventes escogido, colocando un papel filtro alrededor de las paredes internas de la cámara para homogenizar y/o saturar el sistema. (figura VII.9) Se agrega los mL de solvente necesario y se deja reposar por lo menos 10 min, antes de meter la placa. El eluente sube por capilaridad a través de la cromatoplaca lográndose la separación de los componentes de la mezcla en base al equilibrio[21].

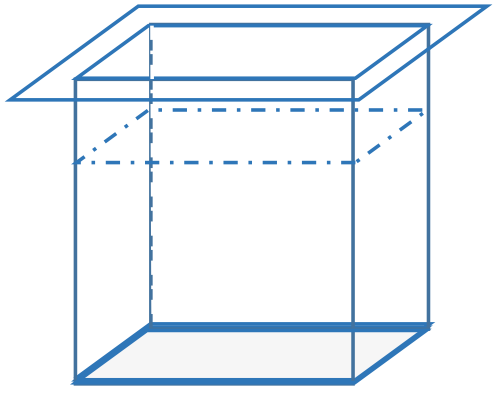


Figura VII.10.- Cámara de corrimiento cromatográfico.

Muchos compuestos químicos pueden ser determinados por los resultados obtenidos al determinar los Rf, correspondientes. El Rf y el color serán calculados y observados después de revelarse con los reveladores específicos.

El Rf se considera como el cociente entre la distancia recorrida por una sustancia desde el origen entre la distancia del origen al frente del disolvente para cada sustancia.

$$Rf = \frac{\text{Distancia Recorrida por la Sustancia}}{\text{Distancia Recorrida por el Eluyente}}$$

Los métodos generales de detección incluyen el rociado con $KMnO_4$ al 0.2% (acuoso), cloruro de antimonio al 5% en cloroformo, H_2SO_4 concentrado, 2,4-DNPH, vapores de bromo, anisaldehído, etc. Las placas de sílica gel son calentados posteriormente a 100-105°C, de 5 a 10 min. hasta obtener el revelado de los colores que den con determinado revelador.

Las respuestas a los agentes de detección de algunos terpenos más comunes que forman parte de los aceites esenciales, son indicados en la siguiente (tablaVII.1).

	Respuesta a las Pruebas de:			
Terpeno	**UV**	**Bromo**	**2,4-DNP**	**H_2SO_4conc.**
Limoneno	-	+	-	Café
α–Pineno	-	+	-	Café
Geraniol	-	+	-	Púrpura
Carvona	+	+	+	Rosa
α-Terpinol	-	+	-	Verde

Tabla VII.1.- respuestas de algunos terpenos a los agentes de detección más común.

Técnicas Específicas de detección

Para que se obtengan indicios apreciables, como para identificar un compuesto en una placa de cromatografía, es posible llevar a cabo microreacciones, como oxidaciones, reducciones, deshidrataciones e hidrólisis directamente sobre las manchas. Por ejemplo, el carveol puede ser oxidado a carvona o deshidratado a su correspondiente hidrocarburo. En muchos casos, las reacciones no se alcanzan a realizar completamente y se obtiene una mezcla consistente en los compuestos originales, los productos y los reactivos. Sin embargo, todos los compuestos inorgánicos, como el agua, ácidos, bases y sales, además de los reactivos orgánicos, no son transportados por los solventes usados y de esta manera permanecen en el origen[4]. Las ventajas de llevar a cabo estas reacciones en capas finas son las siguientes:

- En muchos casos el compuesto puede ser positivamente identificado por medio de las reacciones, además de que una abundante información de un determinado compuesto puede ser obtenido con un gasto mínimo de reactivos.
- Se puede ahorrar por otra parte una considerable cantidad de tiempo.
- Si se requiere el derivado del compuesto en particular, su formación puede ser rápidamente analizada en un cromatograma, sin tener que recurrir a una extensiva purificación, recristalización, etc.

Prueba de fluoresceína-bromo

Procedimiento descrito por Kirchner[22]. El fundamento de aplicar vapor de bromo a las ligaduras insaturadas es usado en la localización de un gran número de compuestos con dobles ligaduras de tipo etilénico. El cromatograma completo del cual el solvente ha sido evaporado, es rociado con una solución acuosa de fluoresceína al 0.05%.

La placa es entonces expuesta a los vapores de bromo provenientes de la boca del frasco que lo contenga. La fluoresceína reacciona con el bromo y forma un color rojo, la eosina. Si un material que se encuentre presente, reacciona con bromo es un compuesto con dobles enlaces de tipo etilénico la fluoresceína presenta su color amarillo original. Estos compuestos pueden ser así localizados de manera sencilla con manchas amarillas en un fondo rosa. La presencia de un álcali, acrecentará el color rojo, mientras que una sustancia ácida impedirá su formación.

Prueba de la o-dianisidina

Los aldehídos pueden ser detectados como compuestos coloreados con la *o*-dianisidina (3,3-dimetiloxibencidina).

Prueba de verde de bromocresol

Los ácidos son detectados, rociando una solución de verde de bromocresol al 0.3% en un volumen de metanol al 80%, al cual han sido agregadas 8 gotas de hidróxido de sodio al 30% por 100 mL. Los ácidos aparecen como manchas amarillas, en un fondo verde, después de haber calentado la placa en un horno a 110-120°C.

Prueba de 2,4 DNPH

Las cetonas son localizadas en una placa cromatográfica cuando es rociada con una solución con 0.4 g de 2,4 DNPH en 100 mL de HCl 2N. Los derivados formados en la placa, muestran diferentes colores, los cuales son a menudo característicos de su grado de insaturación.

Prueba del ácido sulfúrico

Ciertos compuestos resisten todas las pruebas de detección mencionadas anteriormente, debido a la ausencia de grupos reaccionantes en su molécula. Para detectar tales compuestos, se rocía ácido sulfúrico concentrado en el cromatograma, el que se calienta posteriormente. Este reactivo es usado por ejemplo para identificar el 1,8-cineol y otros terpenos.

Mezcla de ácido sulfúrico-ácido nítrico

El alcanfor es muy poco reactivo y se identifica al rociar el cromatograma con H_2SO_4 concentrado al que se le ha agregado 5% de HNO_3 concentrado. Después de calentar la placa, el alcanfor es localizado como manchas negras sobre un fondo blanco.

Reactivo de anisaldehído

Los terpenos dan diferentes tonalidades y coloraciones cuando son rociados y posteriormente secados a 105ºC por 5 o 10 min.

Microreacciones

Oxidación

Los compuestos que serán oxidados se colocan sobre la línea trazada en la banda de cromatografía (a unos cuantos cm del origen), los cuales se cubren con una gota de solución saturada de trióxido de cromo en CH_3COOH glacial. La banda de cromatografía es entonces desarrollada con un solvente adecuado como etil acetato al 15% en hexano. Algunos hidrocarburos han sido oxidados con peróxido de hidrógeno al 30%. La banda es expuesta a la luz ultravioleta por 10 minutos para facilitar la oxidación.

Reducción

El compuesto que será reducido es colocado en forma de gotas, en el origen de una banda de cromatografía y se cubre con una gota de solución de hidruro de litio y aluminio al 10% en éter. La banda es desarrollada con un solvente adecua-

do. Se debe tener cuidado de no usar un exceso de reactivo, ya que este reacciona vigorosamente con la humedad de los solventes y en algunos casos con el mismo solvente. En el caso de los ésteres, es necesario llevar a cabo la reacción en un tubo de ensayo.

Deshidratación

Una pequeña cantidad de compuesto es colocada en el origen de una banda de cromatografía y es cuidadosamente cubierto con una gota de H_2SO_4 concentrado. La banda es entonces desarrollada con hexano.

Hidrólisis

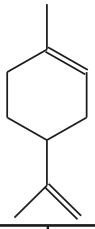
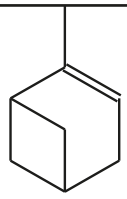
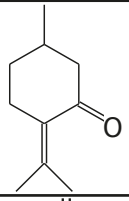
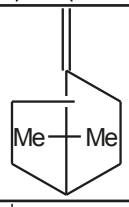
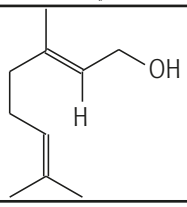
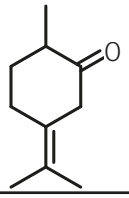
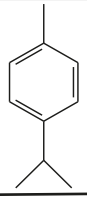
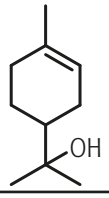
Una gota de compuesto y una gota de hidróxido de potasio en etilenglicol (6 g en 100 mL), son calentadas en un pequeño tubo de ensaye hasta que se forma un anillo de líquido condensado en la parte más fría del tubo. Una pequeña cantidad del condensado o de una mezcla centrifugada es entonces puesta en el cromatograma.

Después que los productos de las reacciones han sido corridos en el cromatograma, la posición de las diferentes manchas son determinadas por rocío con un reactivo adecuado, o las bandas son examinadas con luz UV.

En todo trabajo de investigación sobre productos naturales, una vez obtenidos los extractos generalmente se aíslan y purifican para ser analizados con métodos químicos y técnicas espectroscópicas, lo cual permite obtener las estructuras químicas correspondientes. Algunos ejemplos de compuestos analizados solo por ccf como método cualitativo se muestran en la (tabla VII.2). Algunos de los resultados por métodos espectroscópicos como IR y RMN, así como por métodos espectrométricos como espectrometría de masas pueden revisarse en el capítulo VIII.

Actualmente la industria de aceites esenciales extraídos de plantas aromáticas enfrenta una creciente demanda, por parte del consumidor, ya que exige alimentos de calidad con mayor capacidad de conservación, por lo que se hace cada vez más necesaria la eliminación de aditivos sintéticos sustituyéndolos por productos naturales con menor impacto contra el ambiente, siendo los aceites esenciales una alternativa a esta situación[23, 24]

El estudio de los aceites esenciales viene transformándose en una de las áreas de investigación y de desarrollo agroindustrial con la tendencia global de biocomercio sostenible y su potencial aprovechamiento[25].

Compuesto	Fórmula	*UV*	Bromo-Fluoresceína	2,4-DNPH	H_2SO_4 conc.	H_2SO_4 -HNO_3
Limoneno		–	+	–	Café	+
α-Pineno		–	+	–	Café	+
Pulengona		+	+	+	Amarillo	+
Canfeno		–	+	–	Café	+
Geraniol		–	+	–	Púrpura	+
Carvona		+	+	+	Rosa	+
p-Cimeno		+	–	–	–	+
αTerpinol		–	+	–	Verde	+

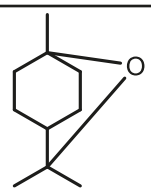
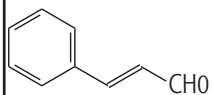
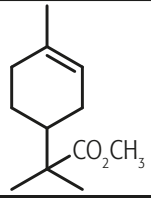
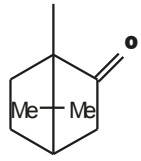
1,8-Cineol		–	–	–	verde	+
Cinemaldehido		+	+	+	–	+
Ac. Caproico	$CH_3(CH_2)_8COOH$ $CH_3(CH_2)_8COOH$	–	–	–	–	+
Acetato de Terpenilo		-	+	–	Café	+
Alcanfor		–	–	+	–	+

Tabla VII.2.- Se muestran algunos ejemplos de aceites esenciales analizados cualitativamente utilizando algunos reveladores comunes.

Bibliografía

1.- **Cadby, P. A. Troy, W. R. M. Vey, G. H.** 2002. *Consumer exposure to fragrance ingredients: Providing estimates for safety evaluation. Regul. Toxicol. Pharmacol,* 36:246-252.

2.- **(Code of Federal Regulations, 2003).**
http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/manual-aceites-esenciales.pdf
http://es.scribd.com/doc/17755199/Que-son-los-aceites-esenciales#scribd

3.- *https://catalog.data.gov/dataset/2003-code-of-federal-regulations-in-xml*

4.- **Domínguez, X. A.** 1985. *Métodos de Investigación Fitoquímica,* pp 229-239 Ed. Limusa, México.

5.- **Muñoz, L.** 2002. *Plantas medicinales y aromáticas; estudio, cultivo y procesado.* Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 4a Ed., p.p. 175-179.

6.- **Günther, E.** 1948. *The essential Oils. Vol. 1: History and Origin in Plants Productions Analysis.* 3 Ed. Litton Educational. Krieger Publishing. New York, USA. pp. 241-248.

7.- *https://www.google.com.mx/search?q=soxhlet&biw=1188&bih=619&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&sqi=2&ved=0CBoQsARqFQoTCOmw_LrxlMgCFQyZiAodxmMKww*

8.- **Pavia, Donald L.; Lampman, Gary M.; Kriz, George S.; Engel, Randall G.** 2010. *Introduction to Organic Laboratory Techniques: A Small-Scale Approach* (Brooks/Cole Laboratory Series for Organic Chemistry)

9.- **Ortuño, S. Manuel F.** 2006. *Manual Práctico de Aceites Esenciales, Aromas y Perfumes.*

10.- **Palomino, A. Cerpa, M.** 1999. *Hidroextracción de los aceites esenciales.* Memorias de la IV reunión de Fenómenos de Transporte. Callao, Perú.

11.- **Mejia, Y., Cueva E., Labrado M.** 2010. *Técnicas de extracción.* Ed. Universitaria. Universidad Autónoma de Queretaro

12.- **Olguín, S.** 1996. *Manual de Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I.* pp 21. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

13.- **A.O.A.C.** 2007. *Official methods of analysis of AOAC International.* 18th ed. Gaithersburg, MD: AOAC Internacional.

14.- *http://www.eoma.aoac.org/subscriber/main.asp*

15.- **Durling, N.E., Catchpole O.J., Grey, J.B., Webby, R.F., Mitchell, K.A., Yeap Foo, L.,Perry, N.B.,** 2006. *Extraction of phenolics and essential oil from dried sage (Salvia officinalis) using ethanol-water mixtures. Food Chem.,* 101 (4): 1417-1424.

16.-*https://www.google.com.mx/search?q=trampa+de+dean+stark+funcionamiento&biw=1188&bih=619&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMImdmV-P-VyAIVCE2SCh1q7AJl*

17.- **Verma, A., Hartonen, K., Rickkola, M. L.** 2008. *Optimization of supercriticalfluid extraction of índole alkaloids from Catharantus roseus using experimental design methodology. Comparisonwith other extraction techniques. Phytochemical Analysis.* 19(1): 52-63.

18.- **Raphael, Ikan.** 1969. *Natural Products. Una guía de laboratorio.* Israel Universities Press Jerusalem., pp. 159-161.

19.- **Egon, Sthal.** 1962. *Thin Layer Chromatography a Laboratory Handbook.* Springer-Verlag, Berlin Göttingen Heidelberg. English translation by Cambridge Consultants Limited. Principal Editors- A. N. Howard and L. J. Morris. In Cooperation with H. K. Mangold, University of Minnesota. The Hornel Institute, Austin Minnesota, U.S.A.

https://books.google.com.mx/books?id=4y3wCAAAQBAJ&pg=PA28&lpg=PA28&dq=desaga+chromatography&source=bl&ots=MPbQKfkqyo&sig=aN1g3vDALOUt4mz_MW8oiOnG1V4&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjmpaHz3-LLAhWpmoMKHT37BBcQ6AEIPTAF#v=onepage&q=desaga%20chromatography&f=false

20.- **Egon, Stahl.** 1958. *Parfümerie u. Kosmetik* 39, 564.

21.- **Dzido, TH, Tuzimski T.** 2008. *Chambers, Sample Application and Chromatogram Development. In:Thin Layer Chromatography in Phytochemistry.Waksmundzka-Hajnos M.Sherma J. and Kowalska T.*(eds.). CRC Press: Boca Ratón, Florida, pp. 119-168

22.- **Kirchner, J. G. Miller, J. M. Keller, G. J.** 1951. *Anal. Chem.* 23 (3), pp 420–425.

23.- (FAO**,** 2006). ISO--856-2006. L 5.- Oil of peppermint (Mentha x piperita L.) En: ISO International Standard (ISO), no. 856 (English) / International Organization for Standardization, Geneva (Switzerland), 2006, 2. ed., 12 p. Número de acceso: 410032, Número del proyecto: ISO--856-2006(E), Referencia bibliotecaria: S2283 2 no.856:2006(E) (LIB)

24.- **Oil of bergamot petitgrain** (Citrus bergamia (Risso et Poit.)) En: ISO International Standard (ISO), no. 8900 (English) / International Organization for Standardization, Geneva (Switzerland), 2005, 2. ed., 6 p. Número de acceso: 410076, Número del proyecto: ISO--8900-2005(E), Referencia bibliotecaria: S2283 2 no.8900:2005(E) (LIB) .

25.- **Díaz, O.** 2007. *Estudio comparativo de la composición química y evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial de Aloysia triphylla cultivada en 3 regiones de Colombia.*

Capítulo VIII

Identificación de Compuestos Orgánicos de Origen Natural por Técnicas Espectroscópicas

La determinación de la estructura de los compuestos orgánicos es, sin lugar a dudas, una tarea importante de la química orgánica. El investigador en esta área puede llegar a sintetizar un nuevo compuesto o en su caso descubrirlo a partir de extractos naturales presentando cierta actividad fisiológica, en ambos casos, se debera confirmar la estructura del compuesto para plantear rutas de síntesis en el laboratorio. Antes de determinar la estructura de cualquier compuesto, éste debe de aislarse y purificarse de cualquier producto de partida, si fuera el caso de una síntesis en el laboratorio, igual que el caso anterior además de los subproductos de reacción. Por su parte, un compuesto de origen natural debe también aislarse del organismo que lo produce también hasta su purificación. En el pasado, tanto la purificación de un compuesto como la determinación de su estructura eran tareas difíciles de realizar, en lugar de los únicos medios de que disponían los investigadores para aislar los productos eran la destilación, sublimación y recristalización, dependiendo de la naturaleza de la muestra. Hoy se cuenta, por ejemplo, con varias técnicas cromatográficas que permiten aislar a los compuestos con relativa facilidad. De igual manera, para determinar la estructura de un compuesto orgánico se necesitaba, entre otras tareas, deducir su fórmula molecular mediante análisis elemental, determinar las propiedades físicas del compuesto (punto de fusión, punto de ebullición, etc.) y efectuar pruebas químicas sencillas que indicaran la presencia o ausencia de ciertos grupos funcionales. Por desgracia, estos procedimientos son inadecuados para caracterizar moléculas más grandes y complejas. Una desventaja en estos protocolos de purificación y caracterización es que la cantidad de muestra que se requería para realizar los diferentes experimentos, superaba por mucho a la disponible.

En la actualidad se dispone de diversas técnicas instrumentales de análisis para identificar compuestos orgánicos. Estas técnicas pueden utilizarse con relativa rapidez utilizando muy poca cantidad de muestra, y pueden proporcionar mucha más información acerca de la estructura del compuesto que lo que pueden ofrecer las pruebas químicas sencillas. Entre las técnicas instrumentales para la caracterización estructural de compuestos orgánicos, tenemos:

– Espectrometría de masas.

– Espectroscopía infrarroja.

– Espectroscopía ultravioleta/visible.

– Espectroscopía de resonancia magnética nuclear de protón y de carbono.

– Espectroscopía raman, entre otras.

Para la realización de este trabajo, se ha reunido información espectroscópica disponible en bases de datos y páginas web para los diversos compuestos orgánicos de origen natural. Esta información tiene como objetivo que los alumnos tengan un primer acercamiento con algunos datos espectroscópicos que ayuden a la identificación de compuestos orgánicos de interés en el área de productos naturales. Se recomienda que los alumnos que deseen profundizar en el tema, recurran a la revisión de textos especializados tales como las revistas indizadas, enciclopedias especializadas o a las fuentes citadas en este capítulo.

Introducción

La espectroscopía es el estudio de la interacción de materia con la radiación electromagnética: El espectro electromagnético está formado por un continuo de distintos tipos de radiación electromagnética. La radiación de alta energía se relaciona con altas frecuencias, número de onda grandes y cortas longitudes de onda.

La **espectroscopía infrarroja** (IR) identifica los diversos grupos funcionales en un compuesto. Los enlaces vibran con movimiento de estiramiento y flexión. Las vibraciones de estiramiento de determinado compuestos tienen un frecuencia característica, al igual que las vibraciones de flexión. Se necesita más energía para estirar un enlace que para flexionarlo. Cuando un compuesto se bombardea con radiación de un frecuencia que coincida exactamente con la frecuencia de una de sus vibraciones, la molécula absorbe energía y produce una banda de absorción, que corresponde a esa frecuencia en el espectro de infrarrojo. La región de grupo funcional de un espectro infrarrojo (de 4000 a 1400 cm^{-1}) es dónde la mayor parte de los grupos funcionales producen bandas de absorción; La región dactiloscópica (1400 a 600 cm^{-1}) es característica del compuesto en su totalidad.

La posición, intensidad y forma de una banda de absorción ayudan a identificar a los grupos funcionales. La cantidad de energía necesaria para estirar un enlace depende de la fuerza del mismo: los enlaces más fuertes producen bandas de absorción a mayores números de onda. En consecuencia, la frecuencia de la banda de absorción depende del tipo enlace, de la hibridación de los átomos, de la donación y atracción de electrones, así como de la deslocalización electrónica del enlace. La frecuencia tiene una relación inversa con la masa de los átomos, de modo que los átomos de mayor masa vibran a frecuencias menores. La intensidad de una banda de absorción depende del tamaño del cambio de momento dipolar asociado con la vibración y de la cantidad de enlaces vibran a esa frecuencia (la cantidad de enlaces de ese tipo que tiene el compuesto). Para que una vibración absorba radiación IR debe cambiar el momento dipolar del enlace cuando se produce la vibración. En la Figura 1 se muestra el espectro infrarrojo del 1-propanol. Puede observarse que la vibración de estiramiento del enlace O–H absorbe energía con número de onda de ~3345 cm^{-1}, mientras que la vibración de estiramiento de los enlaces C–H y C–O absorben energía con número de onda de ~2900 y ~1050 cm^{-1}, respectivamente.

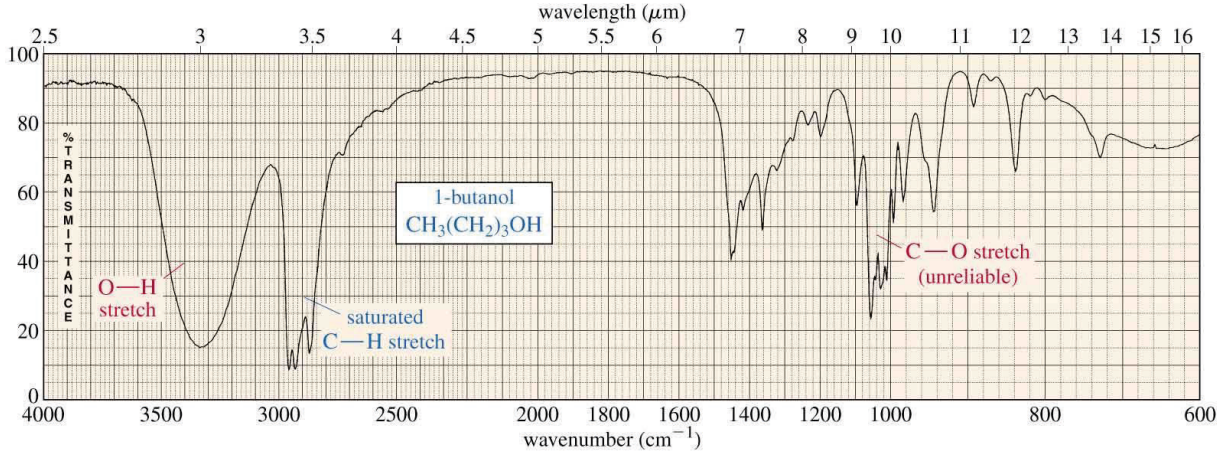


Figura 1. Espectro infrarrojo del 1-propanol. El espectro indica el porcentaje de transmitancia de radiación en función del número de onda o de la longitud de onda de la radiación.

Con la **espectroscopía UV y visible** (UV/Vis) se obtiene información sobre compuestos que presentan enlaces dobles conjugados. La luz UV es de mayor energía que la luz visible; mientras menor es la longitud de onda, la energía es ma-

yor. La luz UV y la luz visible causan transiciones electrónicas $n \rightarrow \pi^*$ y $\pi \rightarrow \pi^*$; las transiciones $\pi \rightarrow \pi^*$ tienen mayor absortividad molar. Un cromóforo es la parte de una molécula que absorbe luz UV o visible. La ley de Lambert-Beer es la relación entre absorbancia, concentración y longitud de la trayectoria de la luz: $A = \varepsilon cl$. Mientras más enlaces dobles conjugados haya en un compuesto se requerirá menos energía para la transición electrónica y la λ_{max} a la que sucede es mayor. Con frecuencia se mide la rápidez de una reacción y los valores de pKa usando espectroscópia UV/Vis.

La **espectroscopía de resonancia magnética nuclear** (NMR) se usa para identificar la estructura formada por carbonos e hidrógenos en un compuesto orgánico. Los nucleos atómicos que tienen una cantidad impar de protones y/o un número impar de neutrones tienen propiedades magnéticas como lo indica un valor de su número cuántico de espín distinto de cero. Núcleos atómicos que pueden estudiarse por NMR son ^{1}H, ^{13}C, ^{15}N, ^{19}N y ^{31}P en contraste con ^{12}C y el ^{16}O que carecen de propiedades magnéticas. Un núcleo que gira con propiedades magnéticas (por ejemplo ^{1}H) genera un campo magnético, en forma parecida al campo magnético que produce un pequeño imán de barra. En ausencia de un campo magnético aplicado, los momentos magnéticos asociados con los espines nucleares tienen orientación aleatoria. Cuando se coloca una muestra en un campo magnético potente, los momentos magnéticos nucleares se alinean ya sea a favor o contra (en forma *paralela* o *antiparalela*) al campo magnético aplicado. Los que se alinean con el campo se hallan en estado de espín β, de menor energía, y los que se alinean en dirección contraría a la del campo están en estado de espín α, de mayor energía. La diferencia de energías entre los estados de espín depende de la intensidad del **campo magnético aplicado**. Cuando se somete a radiación con igual energía a la diferencia de energías entre los estados de espín, los núcleos en el estado de espín β son promovidos al estado de espín α, y emiten señales cuya frecuencia depende de la diferencia de energía entre los estados de espín. Un **espectrómetro de NMR** detecta y muestra esas señales en forma de una gráfica de frecuencia vs su intensidad.

Cada conjunto de protones químicamente equivalentes originan una señal de tal manera que el número de señales en un espectro de NMR–^{1}H indica la cantidad de distitintas clases de protones en un compuesto. El **desplazamiento químico** es una medida de lo alejada que está la señal respecto a la señal de referencia del TMS (tetrametilsilano). El dezplazamiento químico (α) es independiente a la frecuencia de funcionamiento del espectrómetro.

Mientras mayor sea el compo magnético que sienta el protón, su señal tendrá mayor frecuencia. La densidad electrónica del ámbiente en que está el protón lo proteje contra el campo magnético aplicado. En consecuencia, un protón dentro de un ámbiente denso de electrones produce una señal a menor frecuencia que uno cercano a grupos atractores de electrones. Las señales de baja frecuencia (campo alto) tiene pequeños valores de α (ppm). La señales de alta frecuencia (campo bajo) producen grandes valores de α. Así, la posición de una señal indica la clase del protón o protones responsables de ella y las clases de sustituyentes vecinos En un ambiente similar, el desplazamiento químico de los protones de metilo está a menor frecuencia que la de los protones de metileno, que a su vez está a menor frecuencia que la un proton de metino. La **anisotropia diamagnética** produce desplazamientos químicos exepcionales en hidrógenos unidos a carbonos que forman enlaces π. La **integración** indica el número relativo de protones que causan cada señal.

La **mutiplicidad** de una señal (el número de picos en ella) indica el número de protones unidos a carbonos adyacentes. La multiplicidad se describe con la regla ***N + 1***, donde N es el número de protones equivalentes unidos a carbonos adyacentes. Un **diagrama de desdoblamiento** puede ayudar a comprender el patrón de desdoblamiento que se obtiene cuando una señal es desdoblada por un conjunto de protones. La sustitución por deuterio puede ser una técnica útil para analizar espectros complicados de NMR–^{1}H.

La **constante de acoplamiento** (*J*) es la distancia entre dos picos adyacentes en una señal desdoblada de NMR. Las constantes de acoplamiento son independientes de la frecuencia de operación de espectrómetro. Los protones acoplados tienen la misma constante de acoplamiento. La constante de acoplamiento para protones *trans* de alqueno es mayor que la de protones *cis* de alqueno. Cuando hay dos conjuntos distintos de protones que desdoblan una señal, la

multiplicidad de la señal se determina con la regla de *N + 1* por separado para cada conjunto de hidrógenos, cuando sus respectivas constantes de acoplamiento son distintas. Cuando las constantes de acoplamiento son similares, se puede aplicar la regla de *N + 1* en forma simultánea a ambos conjuntos.

El desplazamiento químico de un protón unido a un O o a un N depende del grado con el que el protón está unido por puente de hidrógeno. En presencia de trazas de ácido o base, los protones unidos a oxígeno experimentan **intercambio de protones**. En ese caso, la señal de un protón unido a un O no se desdobla y tampoco desdobla la señal de protones adyacentes.

El número de señales en un espectro de NMRv–^{13}C indica cuántas clases de carbonos tiene un compuesto. Los carbonos en ambientes densos en electrones producen señales de baja frecuencia; los carbonos cercanos a grupos atractores de electrones producen señales de alta frecuencia. Los desplazamientos químicos en NMR–^{13}C se extienden aproximandamente 220 ppm en comparación con las 12 ppm aproximadas para la NMR–^{1}H. Las señales de NMR–^{13}C no se desdoblan debido a protones anlazados, a menos que el espectrómetro funcione en modo acoplado a protón. En la Figura 2 se muestra el espectro de NMR–^{1}H de la 3-metil-2-butanona. Puede observarse que el grupo isopropilo aparece como un doblete intenso a desplazamiento químico más bajo y como multiplete débil (septuplete) a desplazamiento químico alto. El grupo metilo aparece como un singulete a $\alpha = 2.1$ ppm. El protón c tiene seis hidrógenos en el átomo de carbono adyacente, por lo que su señal será un septeto (6 + 1 = 7). Los hidrogenos de grupos metilo tien un hidrógeno en el átomo de carbono adyacente por lo que su señal será un doblete (1 + 1 = 2).

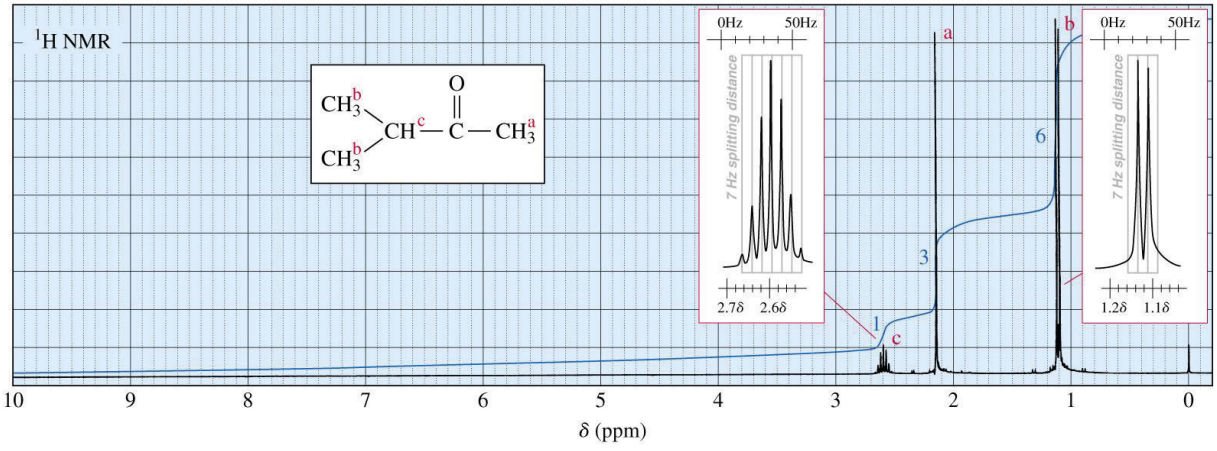


Figura 2. Espectro de NMR–^{1}H de la 3-metil-2-butanona. La señal del TMS es una señal de referencia para los desplazamientos químicos y define la posición cero de la escala. La señal de mayor frecuencia es un ejemplo de un septuplete mientras que la de menor frecuencia es un doblete. Se muestran las líneas de integración.

El concepto de la **espectrometría de masas** (MS) es relativamente simple. El o los compuestos que constituyen la muestra son ionizados (técnica de ionización), lo iones generados en este proceso son separados en base a su relación masa/carga (método de separación) y el numero de iones correspondientes a una misma unidad masa/carga (m/z) son registrados como el espectro. Por ejemplo, en el técnica de ionización comúnmente utilizada Impacto Electrónico, el espectrómetro de masas bombardea a las moléculas de la muestra en fase vapor con un haz de electrones de alta energía generando especies iónicas positivas, las cuales son separadas con base a su m/z. Para ilustrar esto, el espectro de masas de impacto electrónico de la benzamida que se muestra a continuación (Figura 3), corresponde a una gráfica de la abundancia versus m/z. El ion positivo a m/z 121 representa a la molécula integra (M) menos un electrón, el cual fue removido por los electrones de impacto; ésta se designa como ion molecular, $M^{\bullet+}$. El ion molecular energetizado

produce una serie de fragmentos iónicos, algunos de los cuales se muestran junto con el espectro. Es común acoplar algún tipo de equipo de cromatografía al espectrómetro de masas, por ejemplo la cromatografía de gases (GC-MS) o la cromatografía de líquidos (LC-MS).

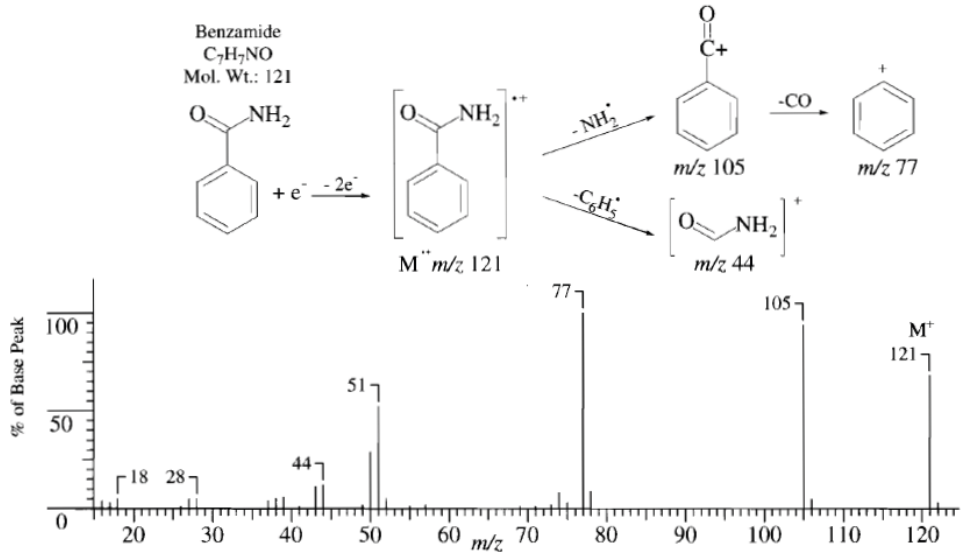
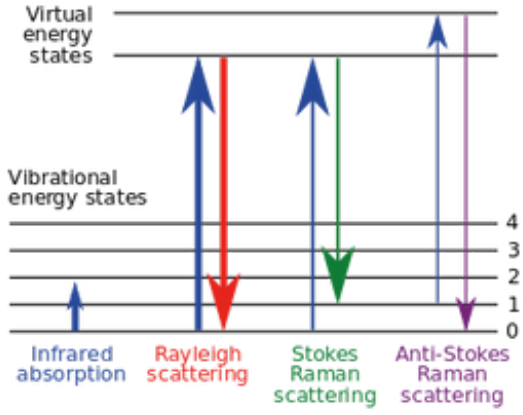


Figura 3. Espectro de masas de Impacto Electrónico de la benzamida en el que se muestra el patrón de fragmentación para explicar algunos importantes iones.

La espectroscopía Raman es una técnica fotónica utilizada para obtener en pocos segundos información química y estructural de diversas sustancias. El análisis por espectroscopía Raman se basa en la medición de la luz dispersada por un material sobre el cual se hace incidir un haz monocromático. La luz dispersada presenta cambios en la longitud de onda respecto al haz incidente dependiendo de la estructura química de la muestra. La diferencia de energía entre los de los fotones incidentes y los disipados se analiza con un espectrómetro óptico para generar el espectro vibracional "Raman" el cual es único para cada tipo compuesto y sirve como una "huella digital" para identificarlo, por tanto permite determinar vibraciones moleculares y caracterizar fases puras y mezclas de minerales con un empaquetamiento atómico similar.



Los beneficios se consideran al utilizar esta técnica de análisis no destructiva debido a que se realiza directamente sobre el material, sin necesidad de ningún tratamiento previo, además de que el uso de luz normalmente no causa daños en la muestra, a menos que ésta sea fotosensible o se irradie con demasiada intensidad por periodos prolongados de tiempo. El espectrómetro Raman se encuentra acoplado a un microscopio óptico, lo que permite obtener espectros con bandas más definidas, mayor intensidad y mejor resolución.

Se muestra en la (Figura VIII 2), el espectrómetro InVía MICRORAMAN: RENISHAW. Equipado con láseres de longitud de onda de 514 nm y 633 nm, filtros holográficos Notch o filtros dieléctricos y un fotodetector para medir la luz dispersada (cámara CCD).

Algunos usos y aplicaciones son la caracterización de materiales mediante la identificación de vibraciones moleculares, control de calidad, identificación de vibraciones moleculares, control de calidad, identificación de impurezas, entre otros. (Figura VIII.3).

Figura VIII.2.Equipo espectrómetro InVía MICRORAMAN: RENISHAW.

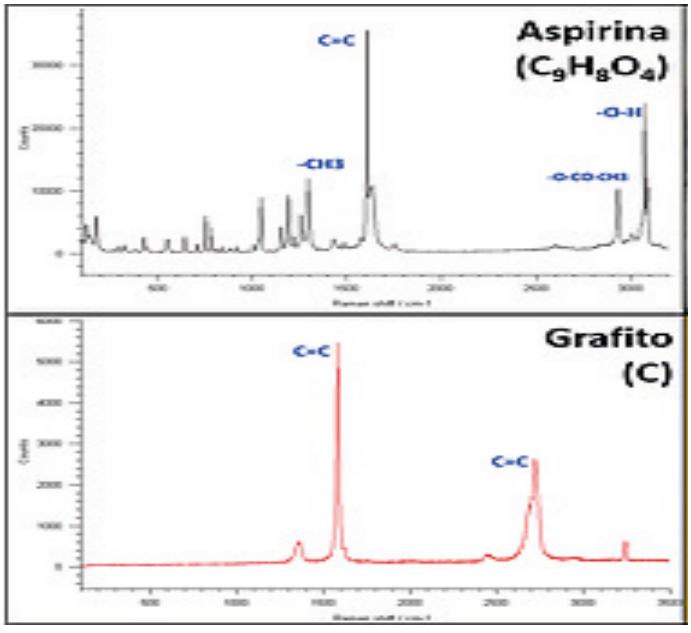
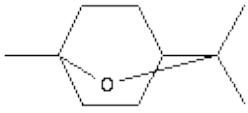


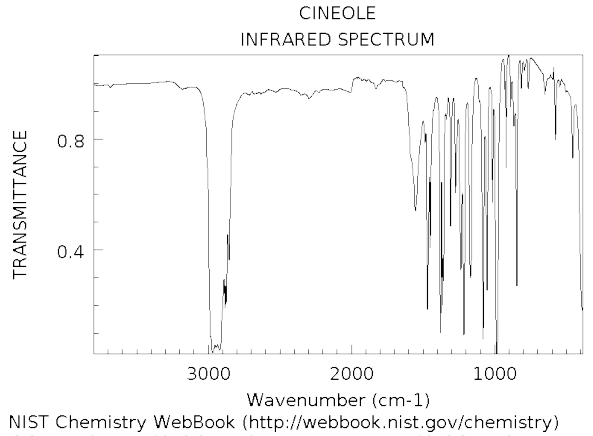
Figura VIII.3 Ejemplo de aplicaciones del análisis espectroscópico por Rayos Raman aplicados adiferentes compuestos.

Enseguida se describen algunos ejemplos de compuestos presentando sus gráficos o espectros de masas (ME), intrarojo (IR), resonancia magnética nuclear (^{13}C NMR), ('H NMR) y espectroscopia Raman (RE).

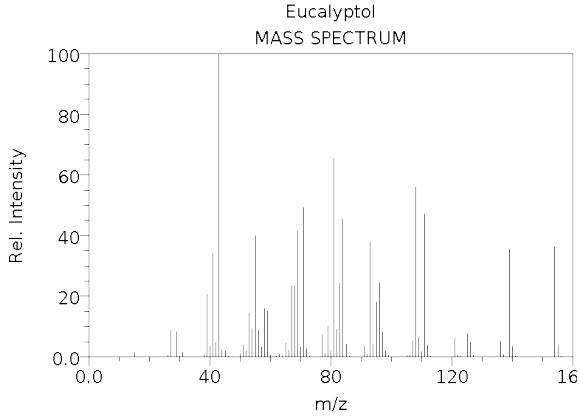
1,8-Cineol (Eucalyptol)



Fórmula: $C_{10}H_{18}O$; **Masa molar:** 154.2493 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 177 ºC; **Temperatura de fusión:** 1.5 ºC; **Otros nombres:** Cineole; 2-Oxabicyclo[2.2.2]octane, 1,3,3-trimethyl-; p-Menthane, 1,8-epoxy-; p-Cineole; Cajeputol; Cucalyptol; Eucapur; Terpan; Zineol; 1,3,3-Trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2]octane; 1,8-Cineole; 1,8-Epoxy-p-menthane; 2-Oxa-1,3,3-trimethylbicyclo[2.2.2]octane; Cineol; Eucalyptole; NCI-C56575; 1,8-Cineol; 1,8-Oxido-p-menthane; Eukalyptol; NSC 6171; 1,8-Cineole (eucalyptol); 1,8-cineol (eucalyptol); 1,3,3-Trimethyl-2-oxabicyclo[2,2,2]octan.

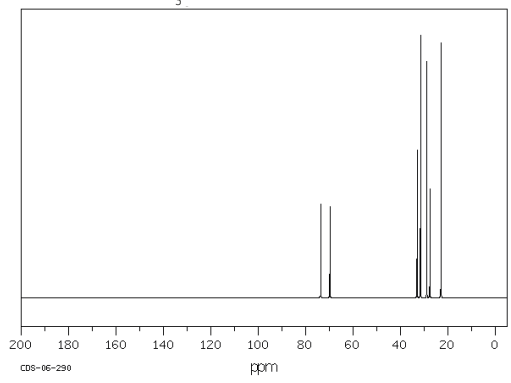


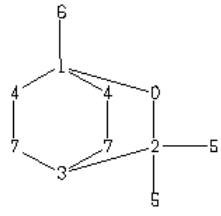
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
SOLUTION (10% CCl4 FOR 3800-1330, 10% CS2 FOR 1330-400 CM^{-1})



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

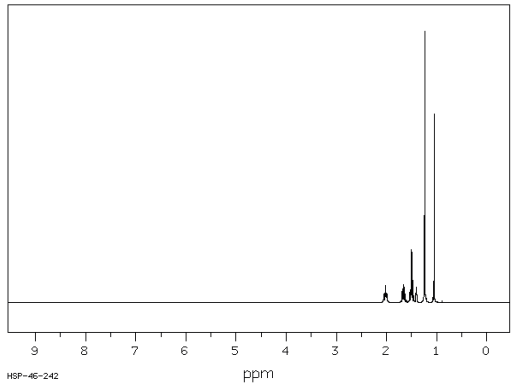
^{13}C NMR: in $CDCl_3$



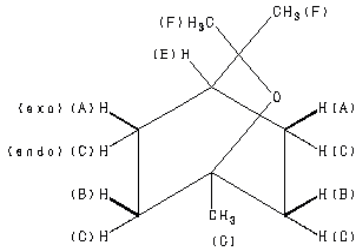


Assign.	Shift (PPM)
1	73,62
2	69.77
3	33.00
4	31.57
5	28.92
6	27.61
7	22.90

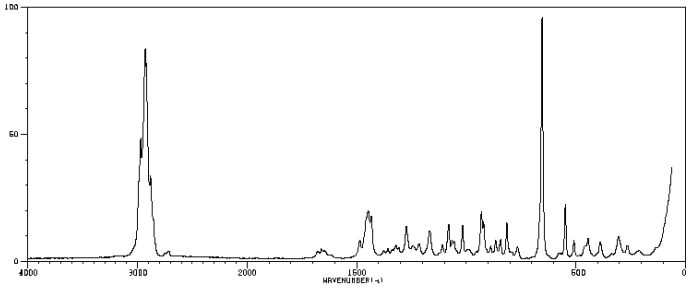
^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$



Assign.	Shift (ppm)
A	2.022
B	1.661
C	1.50
E	1.41
F	1.239
G	1.050



Raman: 4880 A, 200 M, liquid

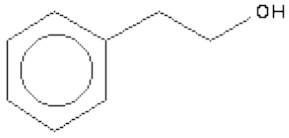


1.8-CINEOLE
SDBSNO = 2002 $C_{10}H_{18}O$

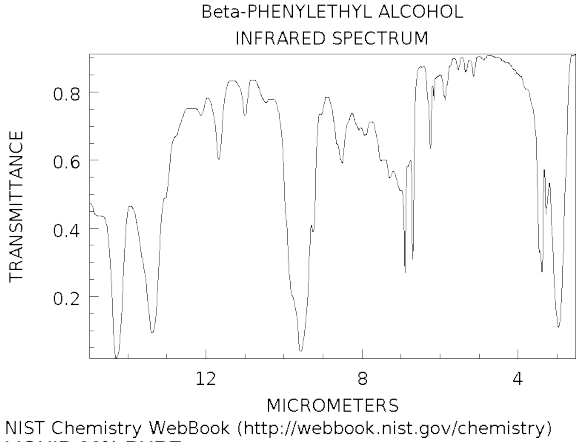
2972	48	921	15
2932	83	816	14
2883	33	554	95
1449	19	548	22
1436	17		
1376	13		
1168	12		
1082	14		
1017	13		
932	19		

RM-01-00787 : 4880A.200M.LIQUID

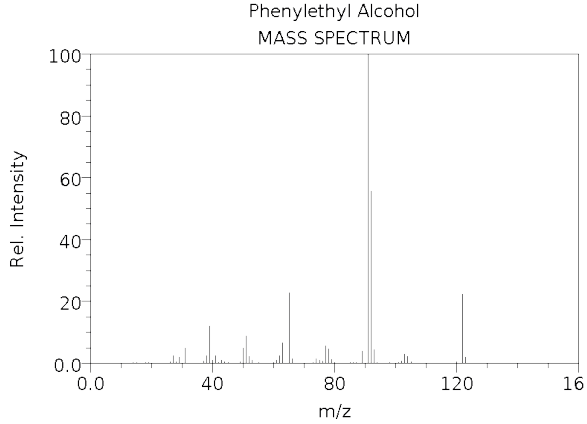
2-Fenil etanol (Phenylethyl Alcohol)



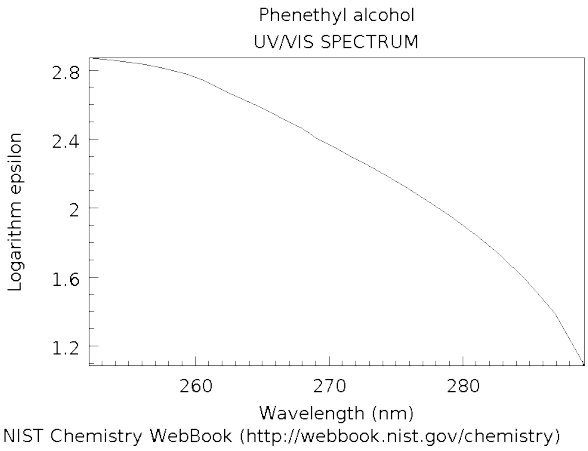
Fórmula: $C_8H_{10}O$; **Densidad:** 1.017 g/mL (25 ºC); **Masa molar:** 122.1644 g/mol; **Temperatura de fusión:** -27ºC; **Temperatura de ebullición:** 225 ºC. **Otros nombres:** Benzeneethanol; Phenethyl alcohol; β-Hydroxyethylbenzene; β-Phenethyl alcohol; β-Phenylethanol; β-Phenylethyl alcohol; β-PEA; Benzyl Carbinol; Ethanol, 2-phenyl-; Phenethanol; PEA; 2-Phenethyl alcohol; 2-Phenylethanol; 2-Phenylethyl alcohol; Methanol, benzyl-; Phenylethanol; Phenylethyl, beta- alcohol; 2-PEA; β-Fenethylalkohol; β-Fenylethanol; β-Phenethanol; 2-Phenethanol; β-P.E.A.; 1-Phenyl-2-ethanol; Hydroxyethylbenzene; Mellol; Beta-phenylethyl alcohol; Benzenethanol; 1-phenyl-2-ethanol (β-phenylethanol); 2-Phenylethanol; Benzeneethanol (2-Phenylethanol).



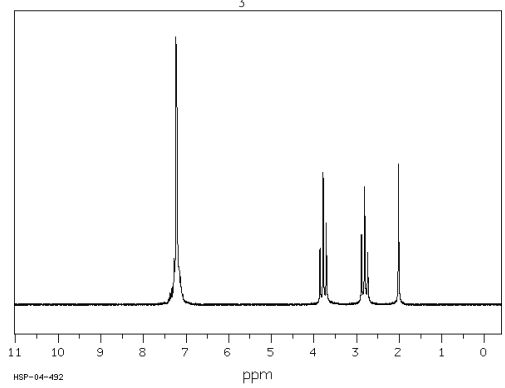
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
LIQUID 96% PURE



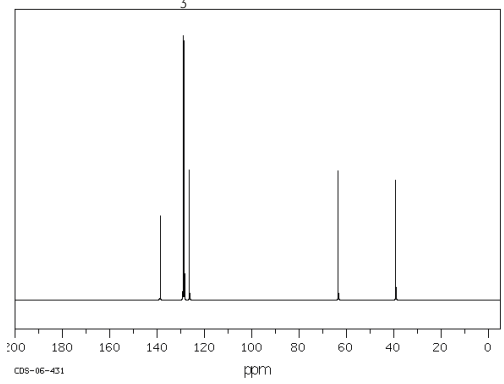
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

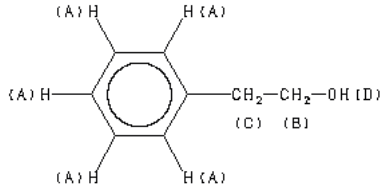


^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$

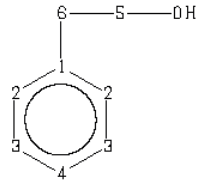


^{13}C NMR: in CDI_3



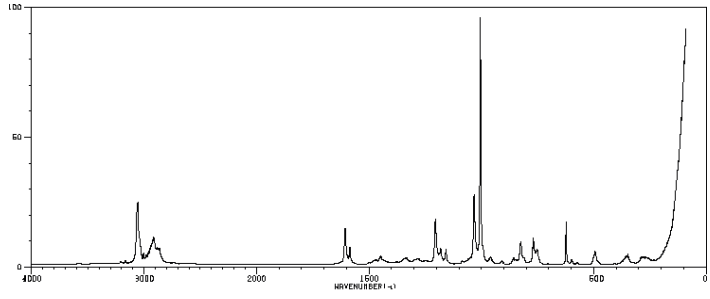


Assign.	Shift (ppm)
A	7.41 to 7.07
B	3.777
C	2.816
D	2.01



Assign.	Shift (ppm)
317	138.63
1000	129.00
980	128.48
492	126.34
487	63.48
452	39.15

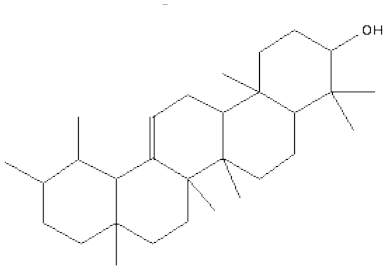
Raman:4880 A, 100 M, liquid



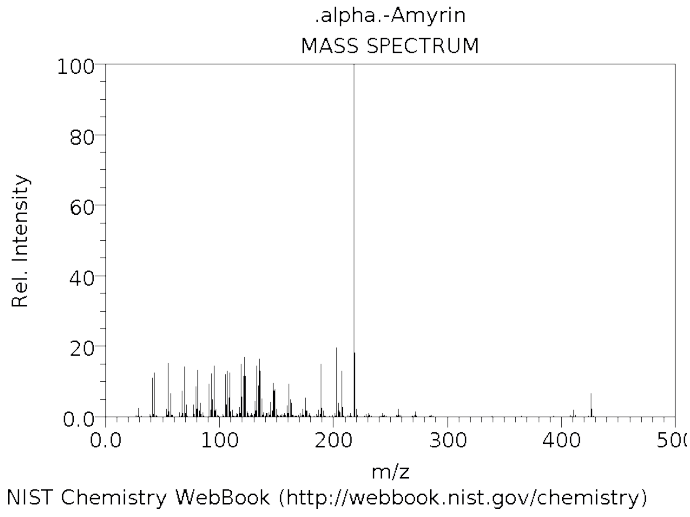
PHENETHYL ALCOHOL
SDBSNO = 2670 $C_8H_{10}O$ RM-01-00065 : 4880A.100M.LIQUID

3067	24
1608	14
1206	18
1033	27
1006	91
770	11
624	16

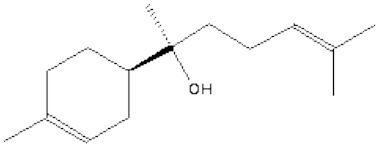
Amirina (α-Amyrin)



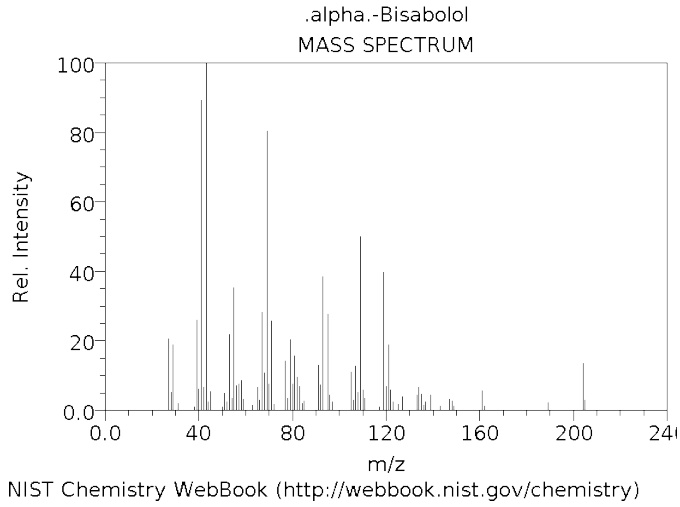
Fórmula: $C_{30}H_{50}O$; **Densidad:** 1.0±0.1 g/mL; **Masa molar:** 376.3204 g/mol; **Temperatura de fusión:** 186 °C; **Temperatura de ebullición:** 493.8±45.0 °C (760mmHg); **Otros nombres:** Urs-12-en-3-ol, (3β)-; Urs-12-en-3β-ol; α-Amyrenol; α-Amyrine; Viminalol; α-Amirine; Urs-12-en-3-ol



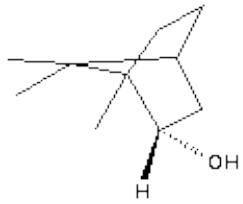
Bisabolol (α-Bisabolol)



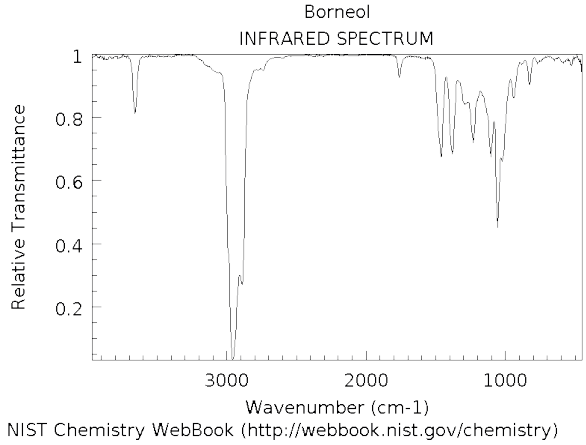
Fórmula: $C_{15}H_{26}O$; **Densidad:** 0.92 g/mL; **Masa molar:** 222.3663 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 153 °C (12 mmHg); **Otros nombres:** Bisabolol; 3-Cyclohexene-1-methanol, α,4-dimethyl-α-(4-methyl-3-pentenyl)-, (R*,R*)-; 5-Hepten-2-ol, 6-methyl-2-(4-methyl-3-cyclohexen-1-yl)-; α,4-Dimethyl-α-(4-methyl-3-pentenyl)-3-cyclohexene-1-methanol; 6-Methyl-2-(4-methyl-3-cyclohexen-1-yl)-5-hepten-2-ol; (R*,R*)-α,4-Dimethyl-α-(4-methyl-3-pentenyl)-3-cyclohexene-1-methanol; (R*,R*)-α,4-Dimethyl-α-(4-methyl-3-pentenyl)cyclohex-3-ene-1-methanol; 3-Cyclohexene-1-methanol, α,4-dimethyl-α-(4-methyl-3-penten-1-yl)-, (αR,1R)-rel-; 3-Cyclohexene-1-methanol, α,4-dimethyl-α-(4-methyl-3-pentenyl)-, (αR,1R)-rel-; Camilol; Dragosantol; Hydagen B; dl-α-Bisabolol; α-bisabolool; α-Bisabalol

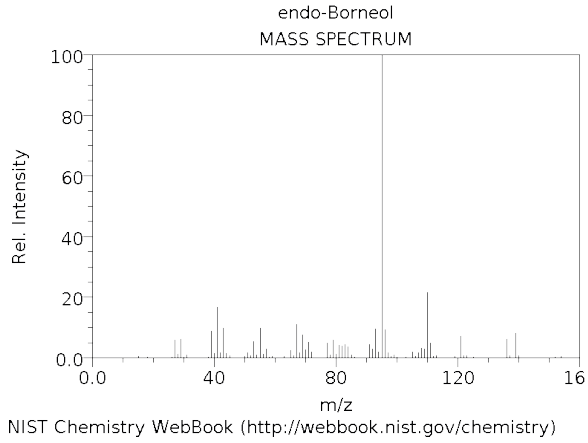


Borneol (Borneol)

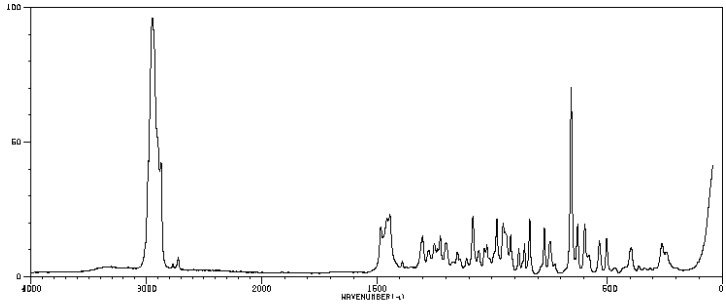


Fórmula: $C_{10}H_{18}O$; **Densidad:** 1.011 g/mL (20 C); **Masa molar:** 154.2493 g/mol; **Temperatura de fusión:** 208 ºC; **Temperatura de ebullición:** 213 ºC; **Otros nombres:** Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-; endo-Borneol; endo-2-Hydroxy-1,7,7-trimethylnorbornane; Camphol; Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, endo-; 2-Bornanol, endo-; Baros camphor; Bhimsaim camphor; Borneo camphor; trans-Borneol; Bornyl alcohol; Camphane, 2-hydroxy-; 2-Camphanol; Dryobalanops camphor; 2-Hydroxycamphane; Malayan camphor; Sumatra camphor; 1,7,7-Trimethyl-bicyclo(2.2.1)heptan-2-ol, endo-; UN 1312; Bhimsiam camphor; dl-Borneol; Endo-1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-ol; Endo-2-bornanol; Endo-2-camphanol; Endo-2-hydroxycamphane; Malay camphor; 1,7,7-Trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-ol; 2-endo-Bornyl alcohol; Camphor





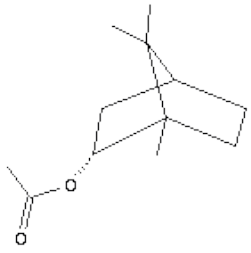
Raman: 4880 A, 200 M, powder



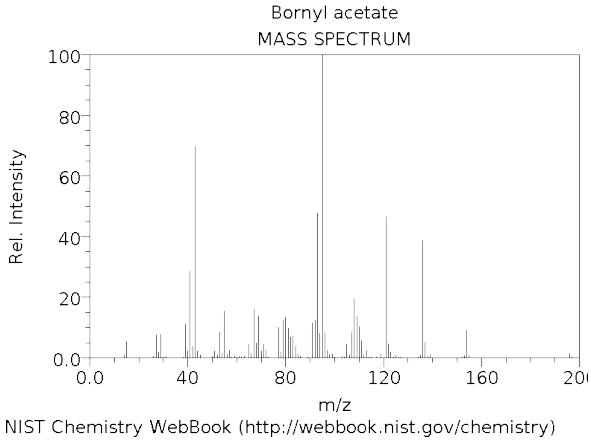
BORNEOL
SDBSNO = 1694 $C_{10}H_{18}O$ RM-01-00614 : 4880A.200M.POWDER

2874	41	1023	11	629	19
1484	18	980	21	598	19
1457	21	953	19	535	13
1445	22	919	15	502	14
1302	15	885	10	397	10
1251	12	860	12	263	12
1226	14	837	21		
1200	12	773	17		
1084	22	749	13		
1034	10	666	70		

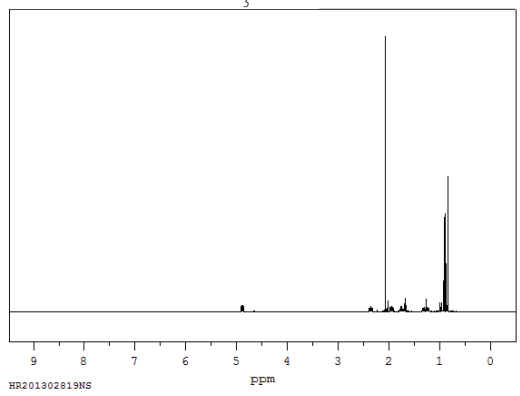
Acetato de bornilo (Bornyl acetate)



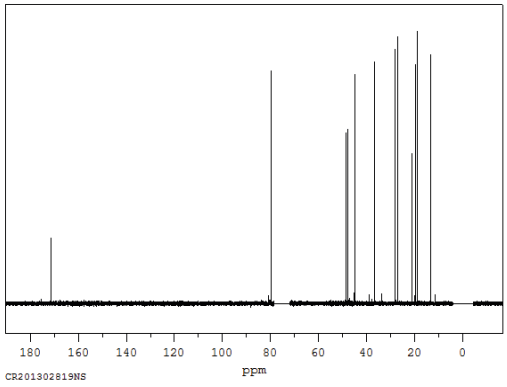
Fórmula: $C_{12}H_{20}O_2$; **Densidad:** 1.0 g/mL; **Masa molar:** 196.2860 g/mol; **Temperatura de fusión:** 29ºC; **Temperatura de ebullición:** 227.65ºC; **Otros nombres:** Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, endo-; Borneol, acetate; Bornyl acetic ether; 2-Camphanol acetate; endo-2-Camphanyl ethanoate; 1,7,7-Trimethylbicyclo(2.2.1)heptan-2-ol acetate; borneyl acetate; bornyl aceate; 1,7,7-Trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl acetate; endo-1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl acetate

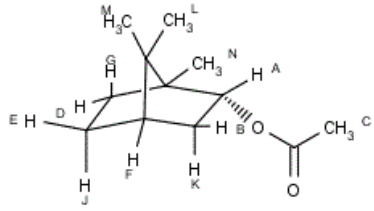


^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$

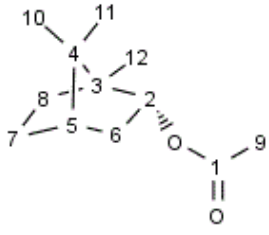


^{13}C NMR: in $CDCl_3$



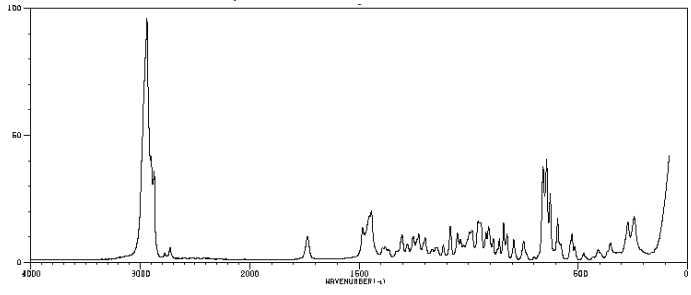


Assign.	Shift (ppm)
A	4.884
B	2.350
C	2.057
D	1.940
E	1.744
F	1.671
G	1.29
J	1.23
K	0.969
L*	0.906
M*	0.874
N	0.830



Assign.	Shift (ppm)
1	171.45
2	79.90
3	48.72
4	47.80
5	44.94
6	36.79
7	28.06
8	27.10
9	21.30
10	19.73
11	18.85
12	13.48

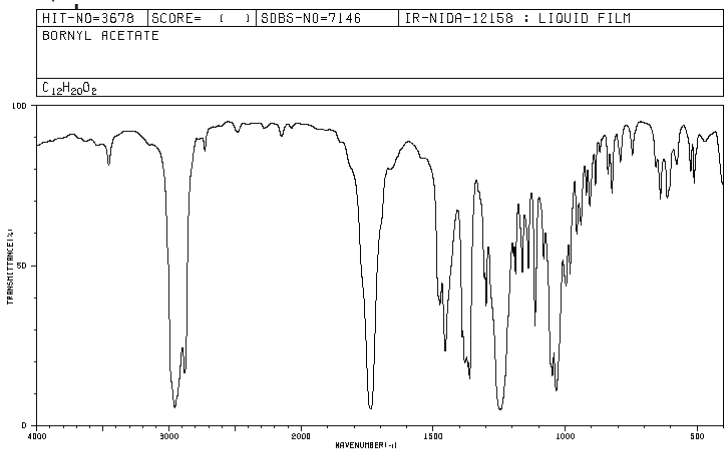
Raman: 4880 A, 200 M, liquid



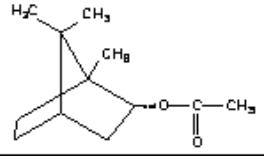
BORNYL ACETATE
SDBSNO = 7146 $C_{12}H_{20}O_2$ RM-01-00730 : 4880A.200M.LIQUID

2941	95	841	15
2873	36	826	11
1486	13	660	37
1445	20	644	40
1266	10	627	27
1229	10	593	17
1085	14	526	10
1052	11	273	15
921	11	244	17
910	13		

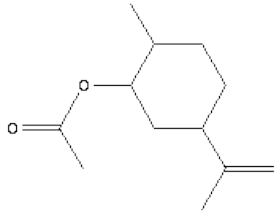
IR liquid film



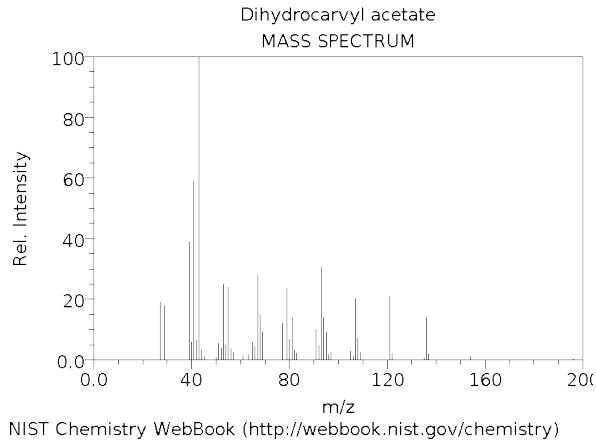
2956	5	1369	17	1163	46	997	42	838	74		
2882	15	1362	13	1140	47	982	46	823	70		
1737	5	1308	44	1114	30	956	57	657	77		
1476	36	1300	36	1081	60	940	60	640	68		
1455	22	1246	4	1054	18	920	68	614	68		
1391	26	1198	50	1049	15	907	66	526	77		
1381	18	1188	44	1034	10	886	72	512	72		



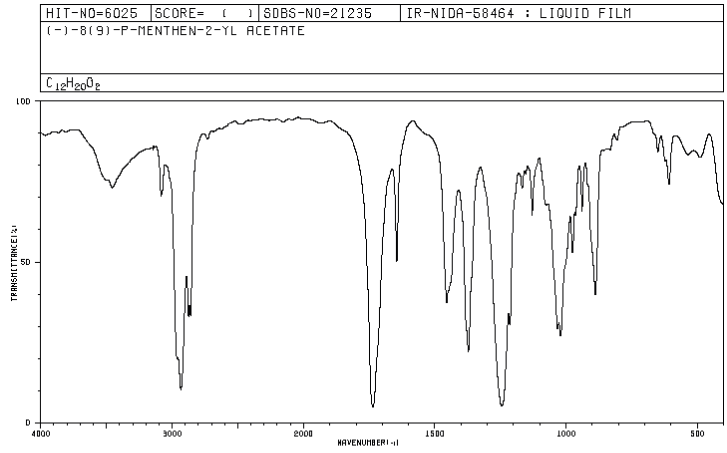
Acetato de dihidrocarveol (Dihydrocarvyl acetate)



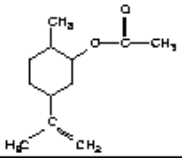
Fórmula: $C_{12}H_{20}O_2$; **Densidad:** 0.947 g/mL; **Masa molar:** 196.2860 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 232-234 ºC; **Otros nombres:** Cyclohexanol, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, acetate, (1α,2β,5α)-; p-Menth-8-en-2-ol, acetate; Cyclohexanol, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, acetate, (1R,2R,5R)-rel-; Dihydrocarveol acetate; Dihydrocarveyl acetate; p-Menth-8-en-2-yl acetate; 2-Methyl-5-(1-methylethenyl)cyclohexyl acetate, (1α,2β,5α)-; 5-Isopropenyl-2-methylcyclohexyl acetate, (1α,2β,5α)-; p-Mentha-8-en-2-ol, acetate; Tuberyl acetate; 8-p-Menthen-2-yl acetate; Carhydrine; Cyclohexanol, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, 1-acetate, (1R,2R,5R)-rel-; Dihydrocarveol acetate (Isomer 2); 2-Methyl-5-(1-methylethenyl)-cyclohexyl acetate; (1α,2β,5α)-2-methyl-5-(1-methylvinyl)cyclohexyl acetate



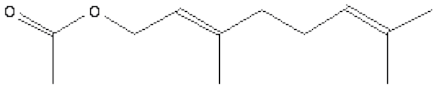
IR liquid film



3466	70	2729	84	1216	29	939	64	489	79		
3084	68	1736	4	1168	70	889	38				
3071	70	1645	49	1129	82	805	84				
2960	19	1466	36	1033	28	661	81				
2933	9	1447	39	1021	26	624	79				
2875	32	1372	21	976	50	608	72				
2860	32	1246	6	964	62	536	79				

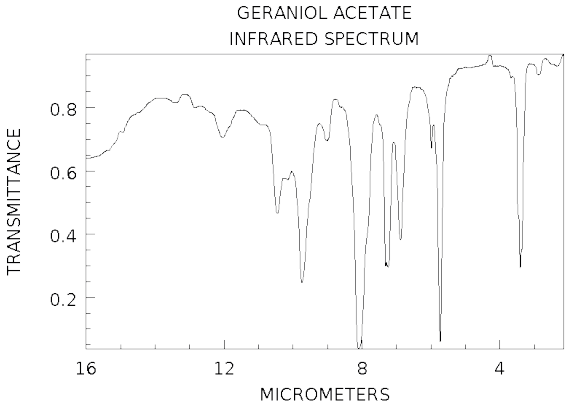


Acetato de geranilo (Geranyl acetate)

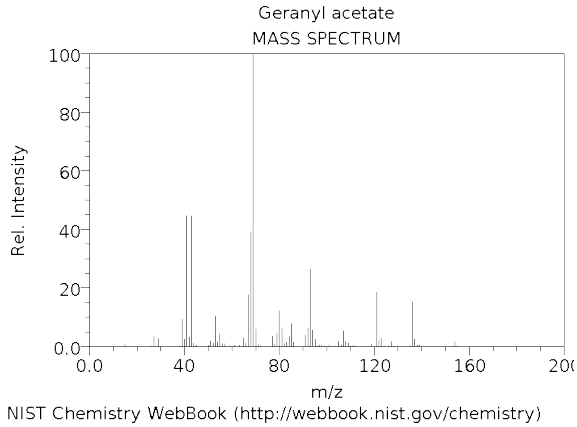


Fórmula: $C_{12}H_{20}O_2$; **Densidad:** 0.916 g/mL; **Masa molar:** 196.2860 g/mol; **Temperatura de fusión:** 25ºC; **Temperatura de ebullición:** 240-245 ºC; **Otros nombres:** 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)-; Acetic acid, geraniol ester; Bay pine (oyster) oil; Geraniol acetate; trans-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol, acetate; NCI-C54728; 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, trans-; 3,7-Dimethyl-2-trans, 6-octadienyl acetate; trans-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-yl acetate; trans-2,6-Dimethyl-2,6-octadien-8-yl ethanoate; Geranyl ethanoate; (E)-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-yl acetate; Meraneine; trans-Geranyl acetate; 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, 1-acetate, (2E)-; 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (2E)-; NSC 2584; (E)-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol acetate;

Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (2E)-; NSC 2584; (E)-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol acetate;

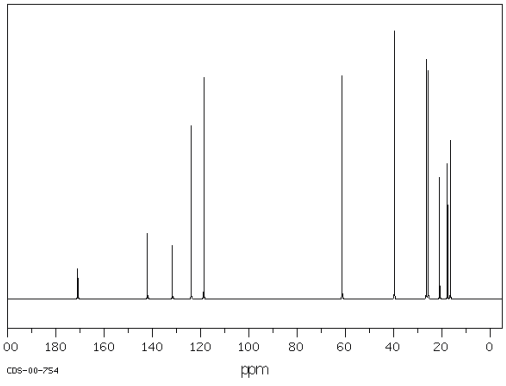


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



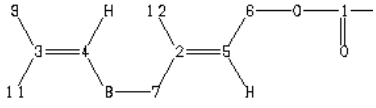
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

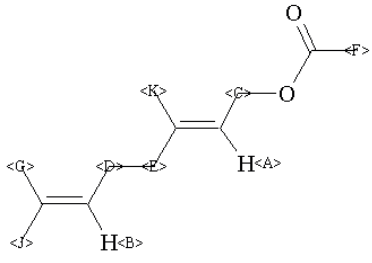
^{13}C NMR: in $CDCl_3$



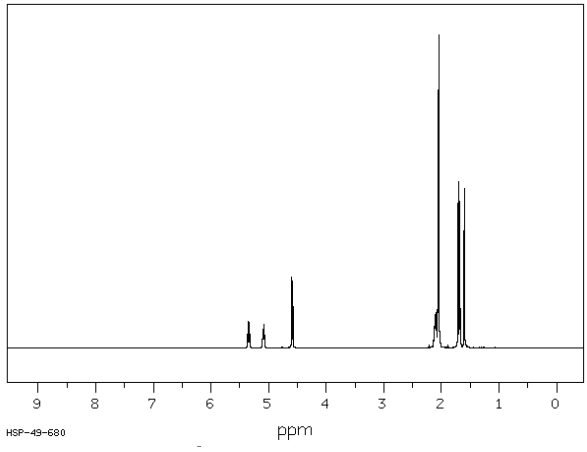
Assign.	Shift (ppm)
1	170.91
2	142.05
3	131.71
4	123.92
5	118.64
6	61.37
7	39.65
8	26.44
9	25.68
10	20.92
11	17.68
12	16.45

Assign.	Shift (ppm)
A	5.346
B	5.086
C	4.588
D	2.10
E	2.05
F	2.047
G	1.705
J	1.681
K	1.601

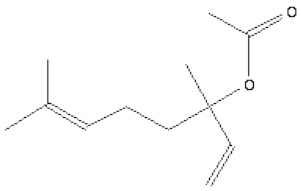




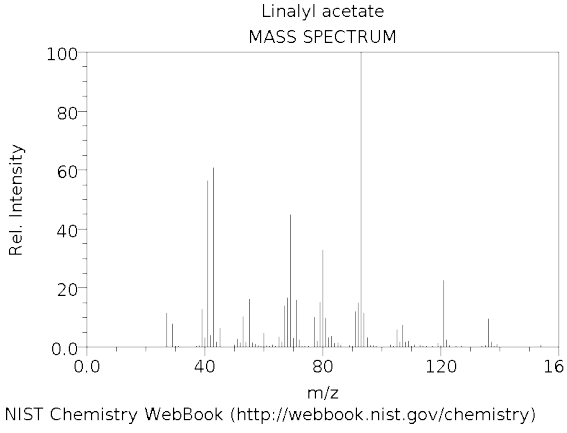
^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$

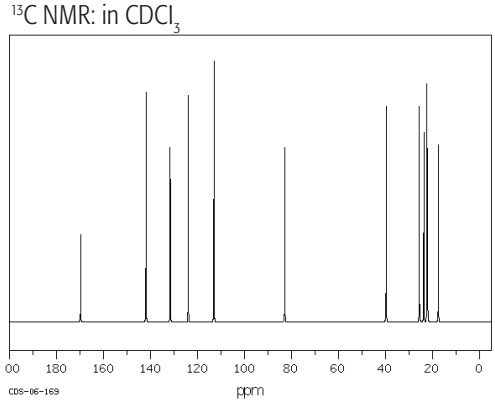


Acetato de linalilo (Linalyl acetate)

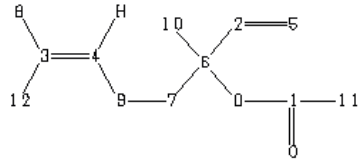


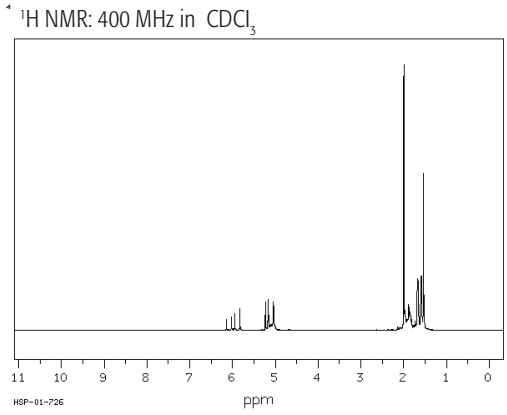
Fórmula: $C_{12}H_{20}O_2$; **Densidad:** 0.895 g/mL; **Masa molar:** 196.2860 g/mol; **Temperatura de fusión:** 85ºC; **Temperatura de ebullición:** 220ºC; **Solubilidad en agua:** insoluble ; **Otros nombres:** 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate; Acetic acid linalool ester; Bergamiol; Bergamol; Bergamot mint oil; Linalool acetate; 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl acetate; Licareol acetate; Linalol acetate; Lynalyl acetate; 3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol acetate; 3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-yl acetate; Phanteine; (.+/-.)-Linalyl acetate; 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 3-acetate; Linaloyl acetate;



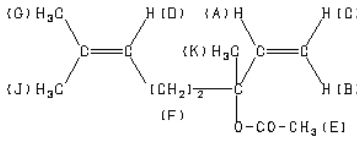


Assign.	Shift (ppm)
1	169.72
2	141.92
3	131.62
4	123.95
5	113.01
6	82.86
7	39.72
8	25.63
9	23.70
10*	22.44
11*	22.09
12	17.53

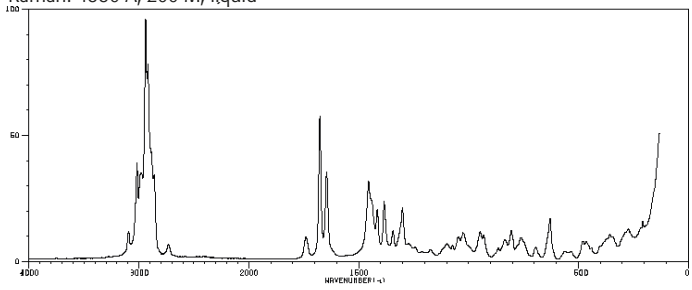




Assign.	Shft (ppm)
A	5.96
B	5.14
C	5.11
D	5.10
E	1.997
F	2.20 to 1.64
G*1	1.67
J*1	1.59
K	1.536



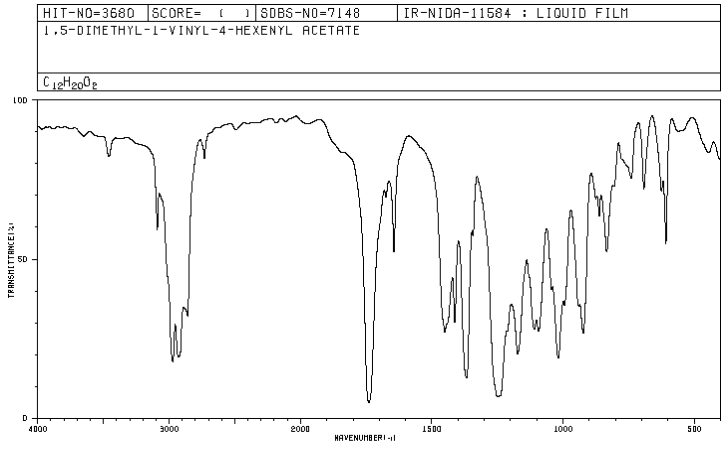
Raman: 4880 A, 200 M, liquid



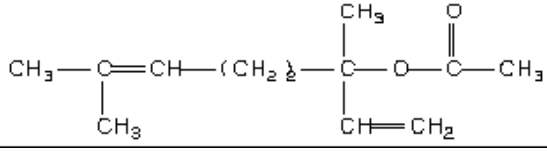
1.5-DIMETHYL-1-VINYL-4-HEXENYL ACETATE

SDBSNO = 7148 $C_{12}H_{20}O_2$ RM-01-03198 : 4880A.200M.LIQUID

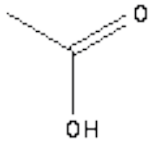
3019	39	1302	21
2939	96	992	10
2920	78	807	12
2863	34	630	17
1678	67	208	16
1647	36		
1456	31		
1417	20		
1385	24		
1346	11		



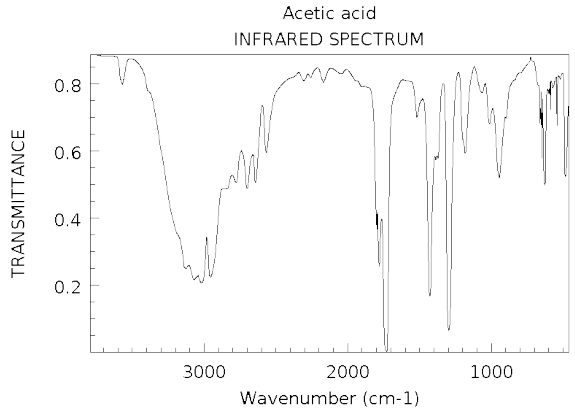
3660	84	1739	4	1261	6	924	26	609	62						
3457	79	1675	66	1241	6	876	66	447	79						
3090	57	1645	50	1173	19	863	60								
2972	17	1461	26	1110	26	836	60								
2931	18	1413	29	1093	26	741	72								
2860	31	1368	12	1019	18	692	70								
2731	79	1344	66	994	34	626	68								



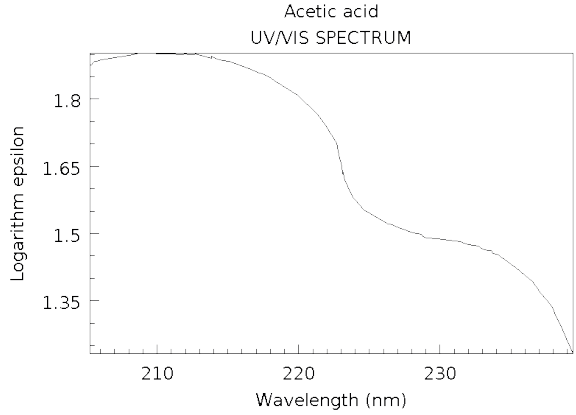
Ácido acético (Acetic acid)



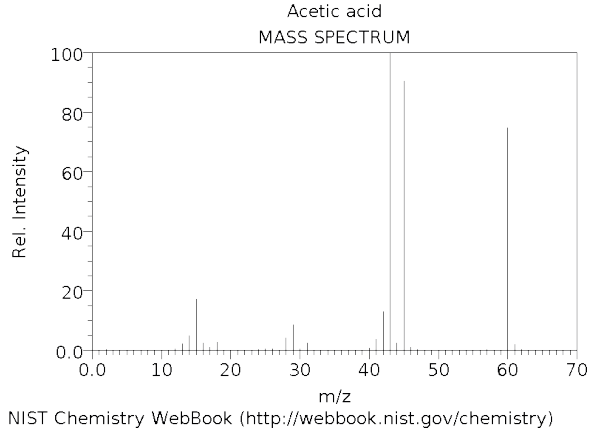
Fórmula: $C_2H_4O_2$; **Densidad:** 1.049 g/mL; **Masa molar:** 60.0520 g/mol; **Temperatura de fusión:** 16-17 °C; **Temperatura de ebullición:** 118-119 °C; **Solubilidad en agua:** Miscible; **Otros nombres:** Ethanoic acid; Ethylic acid; Glacial acetic acid; Methanecarboxylic acid; Vinegar acid; CH_3COOH; Acetasol; Acide acetique; Acido acetico; Azijnzuur; Essigsaeure; Octowy kwas; Acetic acid, glacial; Kyselina octova; UN 2789; Aci-jel; Shotgun; Ethanoic acid monomer; NSC 132953



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
State: Gas (15 mmHg, N2 added, Total pressure 600 mmHg)

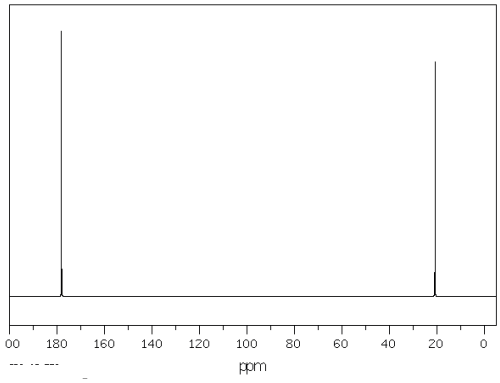


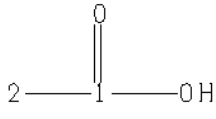
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

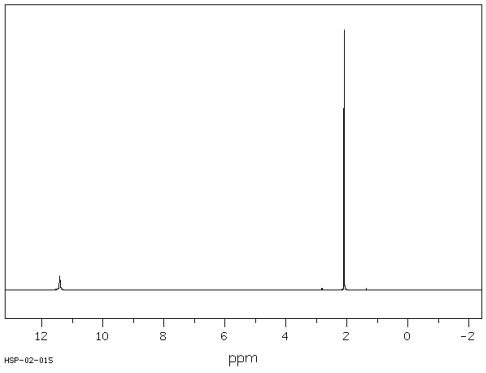
^{13}C NMR: in $CDCl_3$

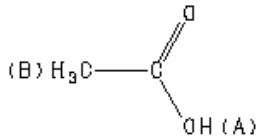




Assign.	Shift (ppm)
1	178.12
2	20.80

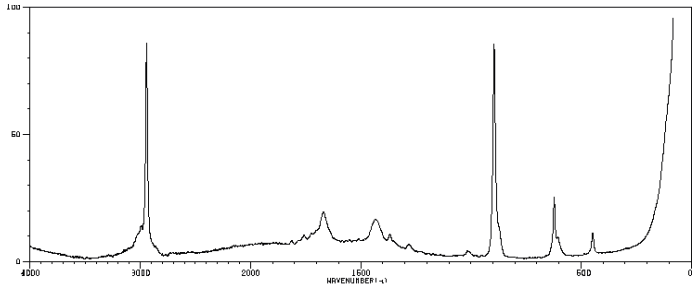
^1H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$





Assign.	Shift (ppm)
A	11.42
B	2.098

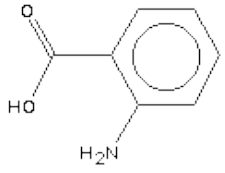
Raman: 4880 A, 200 M, liquid



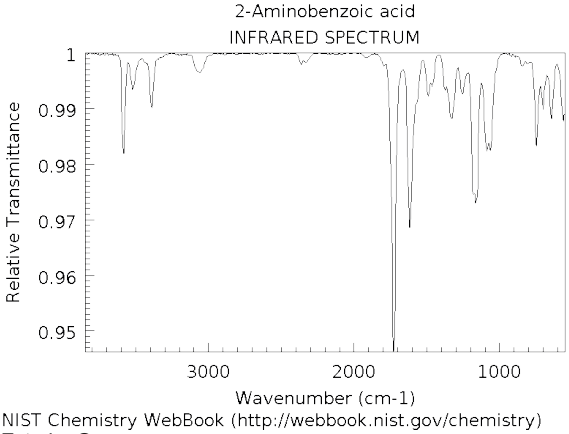
ACETIC ACID
SDBSNO = 306 $C_2H_4O_2$ RM-01-00559 : 4880A.200M.LIQUID

2944	86
896	84
623	25
448	11

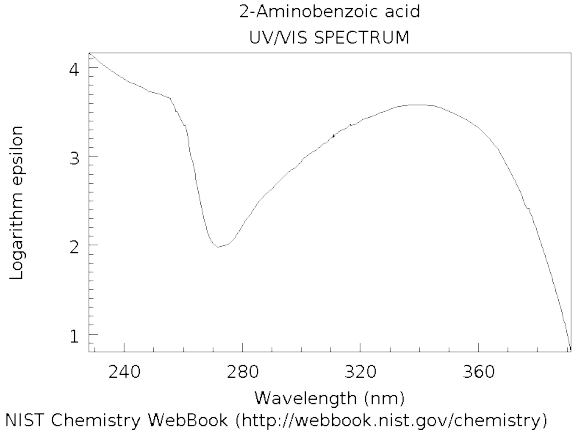
Acido antranilico (Anthranilic acid)



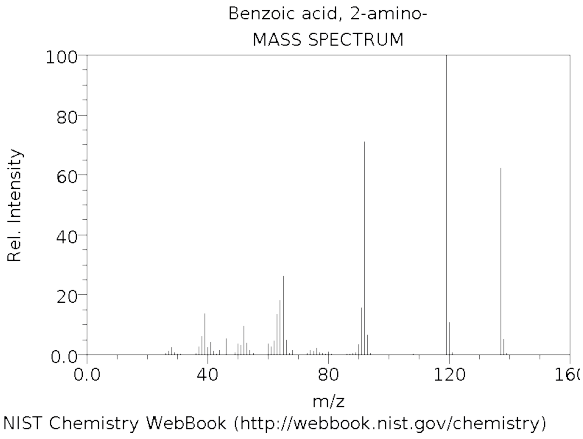
Fórmula: $C_7H_7NO_2$; **Densidad:** 1.412 g/mL; **Masa molar:** 137.1360 g/mol; **Temperatura de fusión:** 146-148 °C; **Temperatura de ebullición:** 200 °C; **Solubilidad:** Muy soluble en cloroformo, piridina. Soluble en etanol, éter, etil-éter.

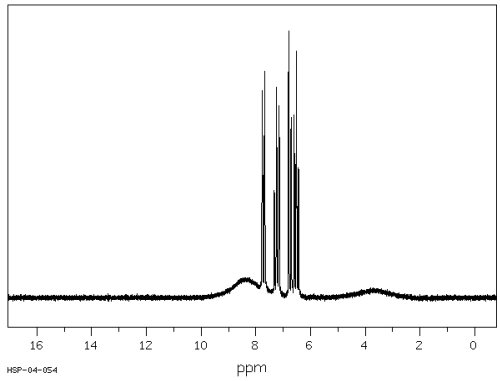


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
Estado: Gas



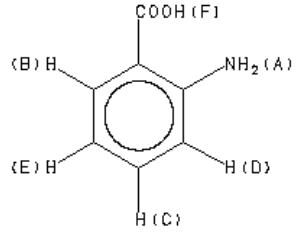
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



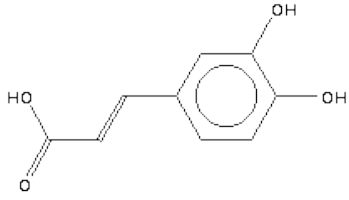


^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6

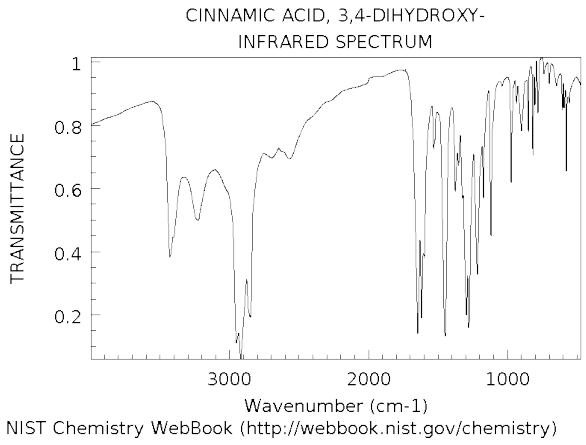
Assign.	Shif (ppm)
A	8.4
B	7.72
C	7.23
D	6.761
E	6.524
F	3.6



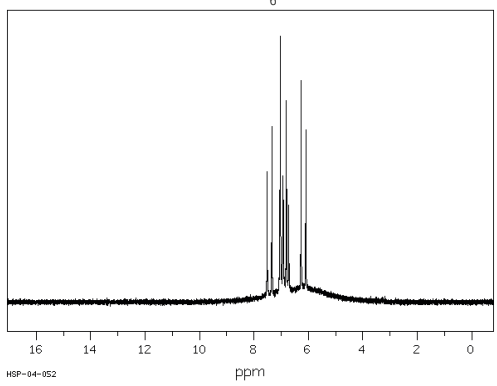
Ácido caféico (Caffeic acid)

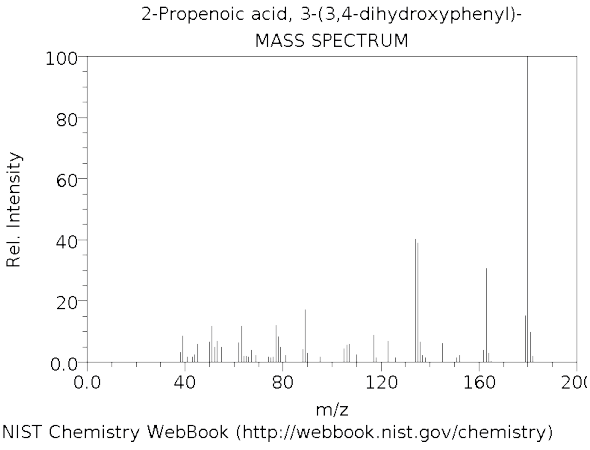


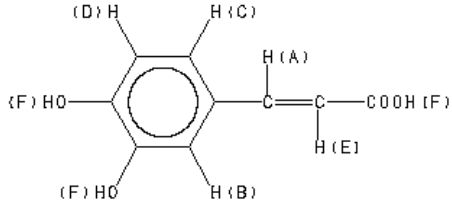
Fórmula: $C_9H_8O_4$; **Densidad:** 1.478 g/mL; **Masa molar:** 180.1574 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 223-225ºC; **Otros nombres:** 2-Propenoic acid, 3-(3,4-dihydroxyphenyl)-; Cinnamic acid, 3,4-dihydroxy-; 3-(3,4-Dihydroxyphenyl)-2-propenoic acid; 3-(3,4-Dihydroxyphenyl)propenoic acid; 3,4-Dihydroxybenzeneacrylic acid; 3,4-Dihydroxycinnamic acid; 4-(2-Carboxyethenyl)-1,2-dihydroxybenzene; 4-(2'-Carboxyvinyl)-1,2-dihydroxybenzene; NSC 57197



^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6

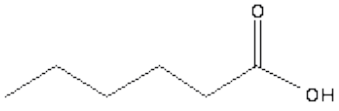




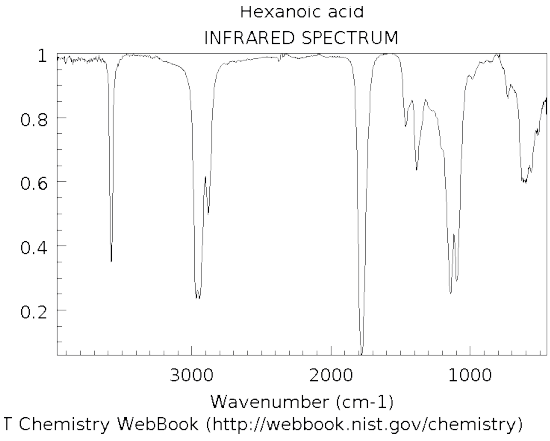


Assign.	Shift (ppm)
A	7.417
B	7.03
C	7.00
D	6.781
E	6.195
F	6.2

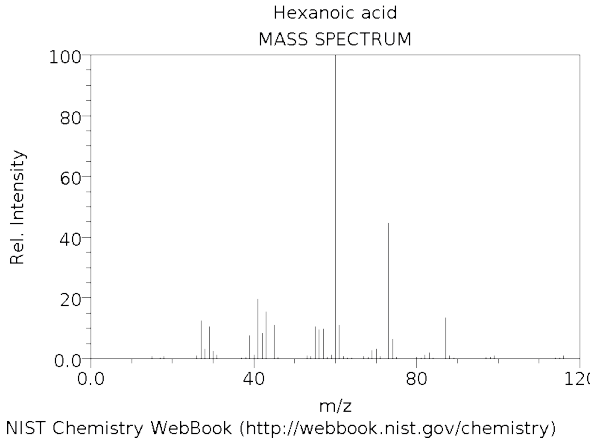
Ácido caproico (Hexanoic acid)



Fórmula: $C_6H_{12}O_2$; **Densidad:** 0.929 g/mL; **Masa molar:** 116.1583; **Temperatura de fusión:** -3 ºC; **Temperatura de ebullición:** 202-203 ºC; **Otros nombres:** Caproic acid; n-Caproic acid; n-Hexanoic acid; n-Hexoic acid; n-Hexylic acid; Butylacetic acid; Capronic acid; Hexoic acid; Pentiformic acid; Pentylformic acid; 1-Pentanecarboxylic acid; CH3(CH2)4COOH; Pentane-1-carboxylic acid; 1-Hexanoic acid; Hexacid 698; Kyselina kapronova; Pentanecarboxylic acid; NSC 8266



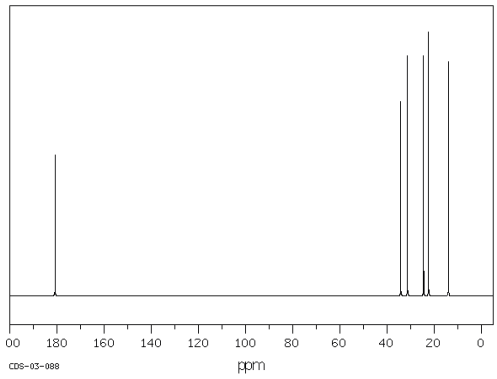
T Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

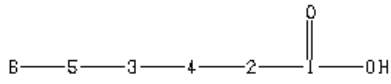


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

Assign.	Shift (ppm)
A	11.2
B	2.348
C	1.639
D	1.33
E	0.902

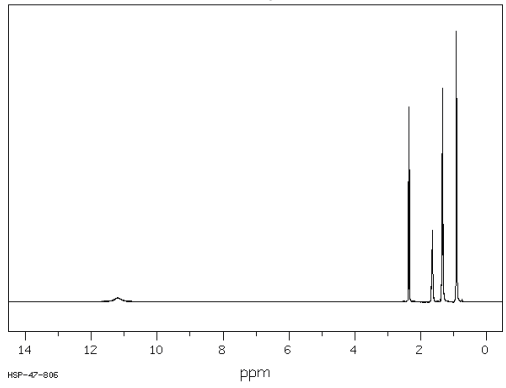
^{13}C NMR: in $CDCl_3$

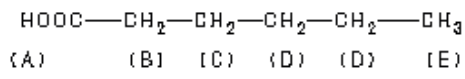




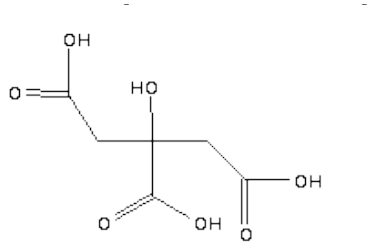
Assign.	Shift (ppm)
1	180.78
2	34.23
3	31.36
4	24.50
5	22.42
6	13.91

^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$

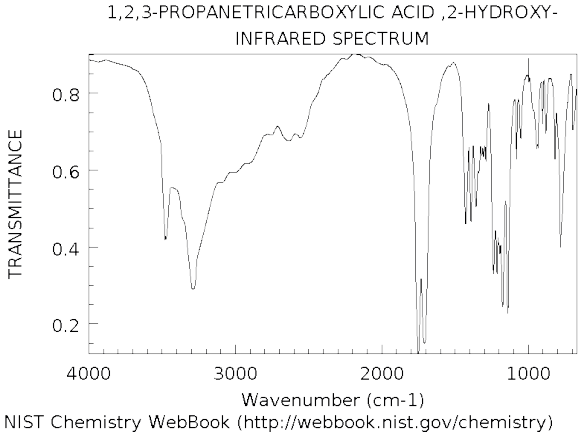




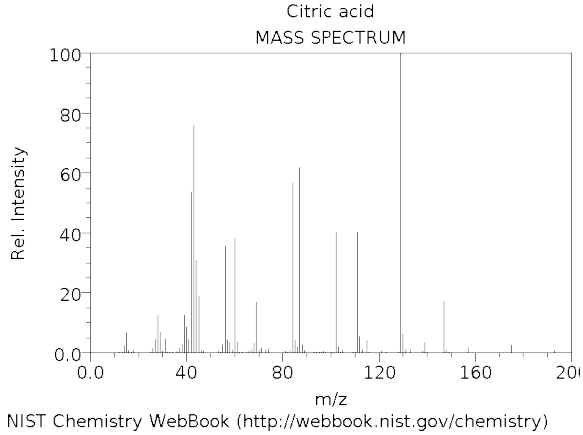
Ácido cítrico (Citric acid)



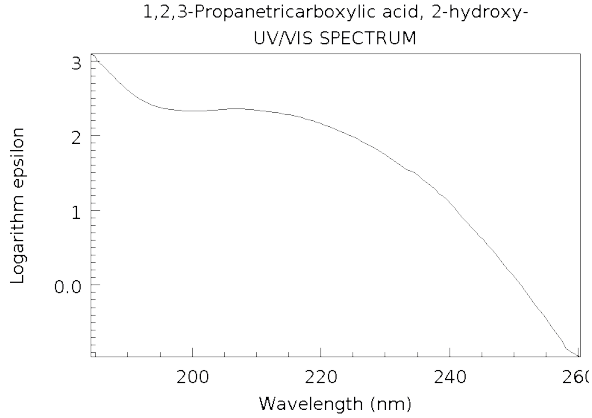
Fórmula: $C_6H_8O_7$; **Densidad:** 1.665 g/mL; **Masa molar:** 192.1235 g/mol; **Temperatura de fusión:** 156 ºC; **Temperatura de ebullición:** 310 ºC; **Otros nombres:** 1,2,3-Propanetricarboxylic acid, 2-hydroxy-; Aciletten; Citretten; Citro; 2-Hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid; β-Hydroxytricarballylic acid; Anhydrous citric acid; Citric acid, anhydrous; Kyselina citronova; Kyselina 2-hydroxy-1,2,3-propantrikarbonova; 3-Carboxy-3-hydroxypentane-1,5-dioic acid; Chemfill; F 0001 (polycarboxylic acid); Hydrocerol A; NSC 30279; NSC 626579



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

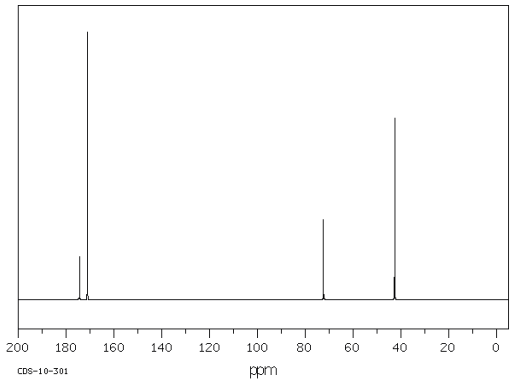


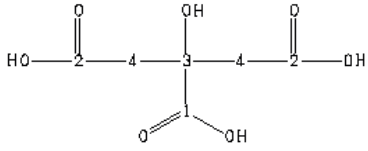
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

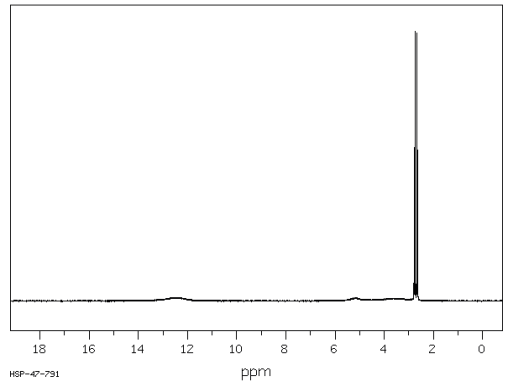
^{13}C NMR: in $CDCl_3$

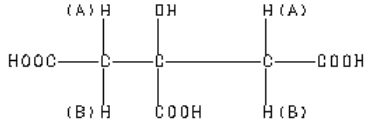




Assign.	Shift (ppm)
1	174.37
2	171.10
3	72.42
4	42.61

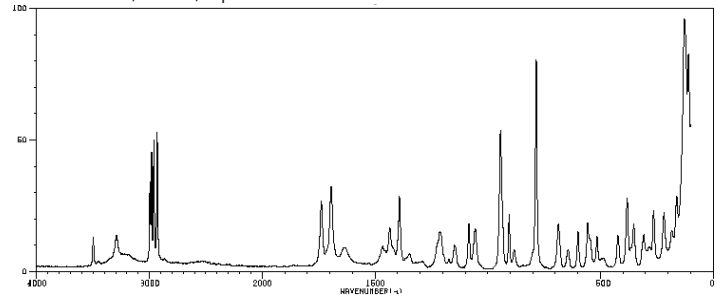
^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$





Assign.	Shift (ppm)
A*1	2.757
B*1	2.662

Raman: 4880 A, 200 M, liquid

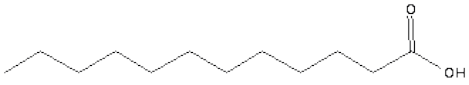


CITRIC ACID (ANHYDROUS)

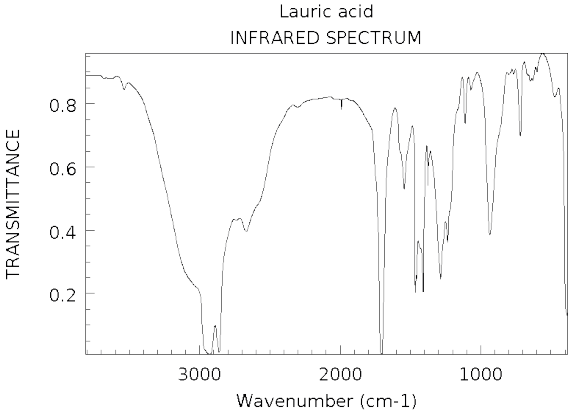
SDBSNO = 565 $C_6H_8O_7$ RM-01-00554 : 4880A.200M.POWDER

3499	12	1057	16	353	18
2996	33	945	53	310	13
2981	45	906	21	265	23
2961	49	785	80	219	22
2932	52	688	17	186	15
1739	26	600	15	163	20
1696	32	557	18	129	95
1436	15	516	13	111	82
1393	28	424	13		
1086	18	383	27		

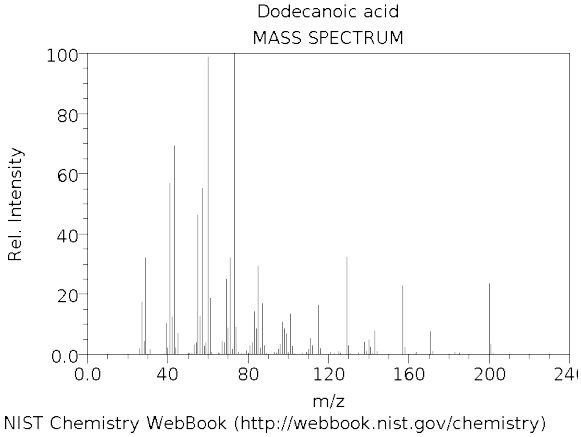
Ácido láurico (Lauric acid)



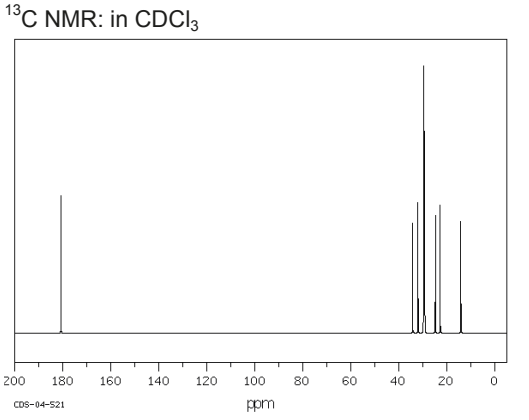
Fórmula: $C_{12}H_{24}O_2$; **Densidad:** 1.007 g/mL (24 ºC); **Masa molar:** 200.3178 g/mol; **Temperatura de fusión:** 43.8 ºC; **Temperatura de ebullición:** 297.9 (512 mmHg); **Solubilidad en agua:** 55 mg/L (20 C); **Otros nombres:** n-Dodecanoic acid; Neo-fat 12; Aliphat no. 4; ABL; Dodecylic acid; Lauric acid; Laurostearic acid; Neo-fat 12-43; Ninol aa62 extra; Univol U-314; Vulvic acid; 1-Undecanecarboxylic acid; Duodecylic acid; C-1297; Hydrofol acid 1255; Hydrofol acid 1295; Wecoline 1295; Dodecoic acid; Hystrene 9512; Lunac L 70; Emery 650; Philacid 1200; Prifrac 2920; Undecane-1-carboxylic acid; Acide Laurique; Emery 651; Lauric acid (dodecanoic acid); Dodecanoic (Lauric) acid; dodecanoic acid (lauric acid)



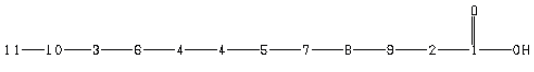
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



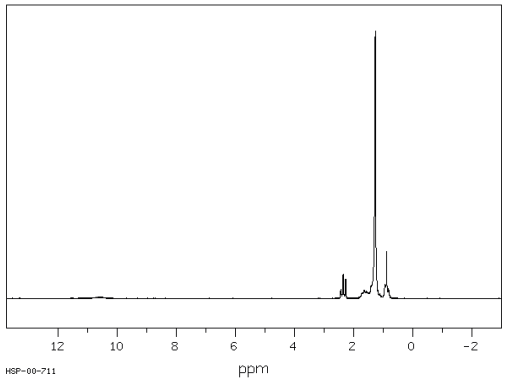
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



Assign.	Shft (ppm)
1	180.74
2	34.21
3	31.99
4	29.68
5	29.52
6	29.42
7	29.34
8	29.15
9	24.75
10	22.76
11	14.13



^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6

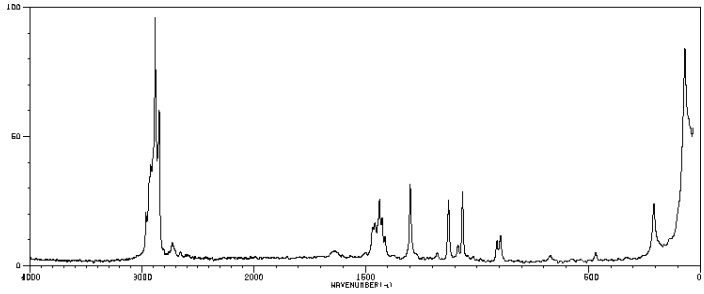


Assign.	Shift (ppm)
A	11.
B	2.34
C	1.64
D	1.46 to 1.07
E	0.88

(E) (D) (C) (B)

$CH_3-[CH_2]_8-CH_2-CH_2-COOH$ (A)

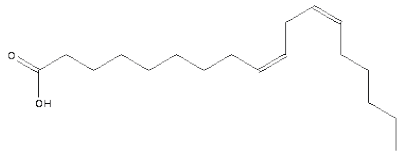
Raman: 4880 A, 200 M, liquid



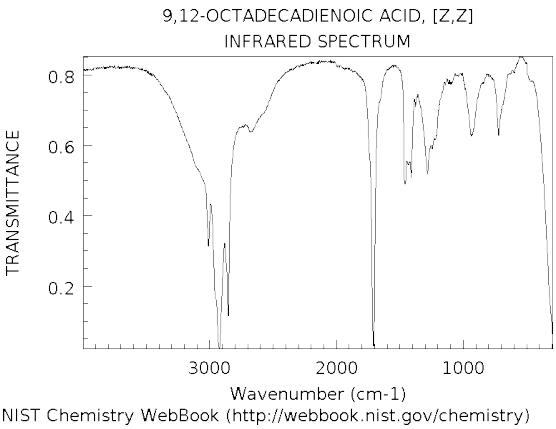
LAURIC ACID
SDBSNO = 1497 $C_{12}H_{24}O_2$ RM-01-02837 : 4880A.200M.POWDER

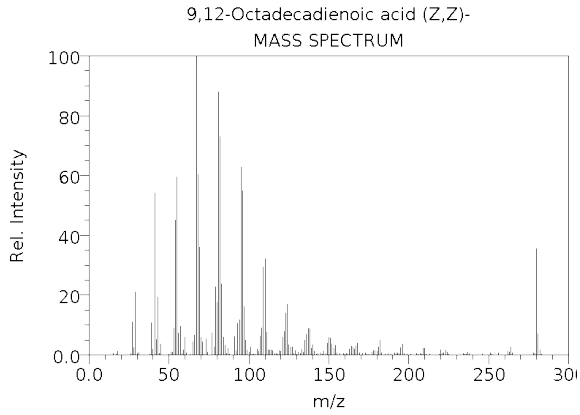
2967	20	1066	28
2924	39	896	11
2883	95	209	23
2848	60	69	83
1469	16		
1430	25		
1427	18		
1414	11		
1300	31		
1129	25		

Ácido linoléico (Linoleic acid)

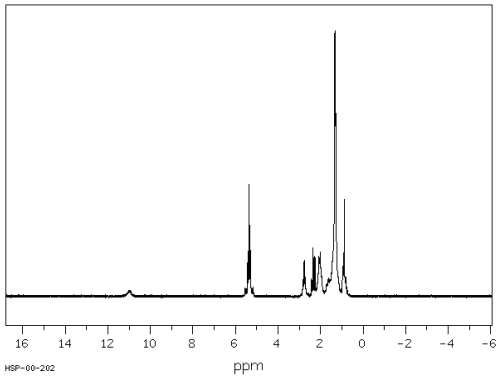


Fórmula: $C_{18}H_{32}O_2$; **Densidad:** 0.9 g/mL; **Masa molar:** 280.4455 g/mol; **Temperatura de fusión:** -5 ºC; **Temperatura de ebullición:** 230ºC; **Solubilidad en agua:** 0.139 mg/L; **Otros nombres:** cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid; cis,cis-Linoleic acid; Grape seed oil; Linoleic; Linoleic acid; Linolic acid; Polylin No. 515; Telfairic acid; Unifac 6550; 9,12-Octadecadienoic acid, cis,cis-; Leinoleic acid; 9,12-Linoleic acid; cis,cis-9,12-Octadecadienoic acid; Emersol 310; Emersol 315; Vespula pensylvanica b708568k063; 9-(Z), 12-(Z)-Octadecadienoic acid; Acide linoleique; Octadeca-9,12-dienoic acid, (cis,cis)-; (Z,Z)-9,12-Octadecadienoic acid; (Z,Z)-Octadeca-9, 12-dienoic acid; 9,12-Octadecadienoic acid (9Z,12Z)-; 9-cis,12-cis-Linoleic acid; 9Z,12Z-Linoleic acid; all-cis-9,12-Octadecadienoic acid; cis-Δ9,12-Octadecadienoic acid; Extra Linoleic 90; Polylin 515



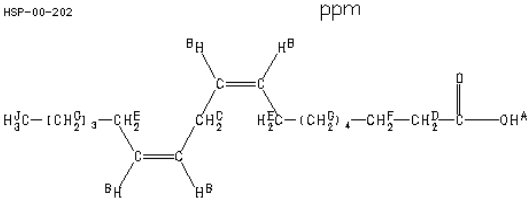


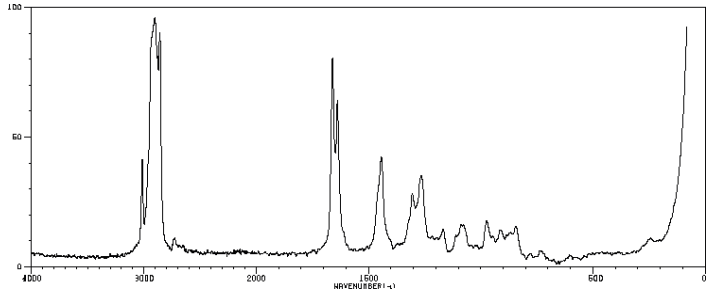
^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6



Assign.	Shift (ppm)
A	11.0
B	5.58 to 5.12
C	2.764
D	2.33
E	2.03
F	1.63
G	1.10 to 1.553
J	0.90

Raman: 4880 A, 200M, liquid

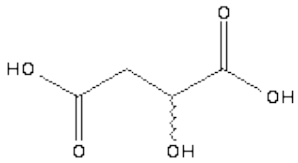




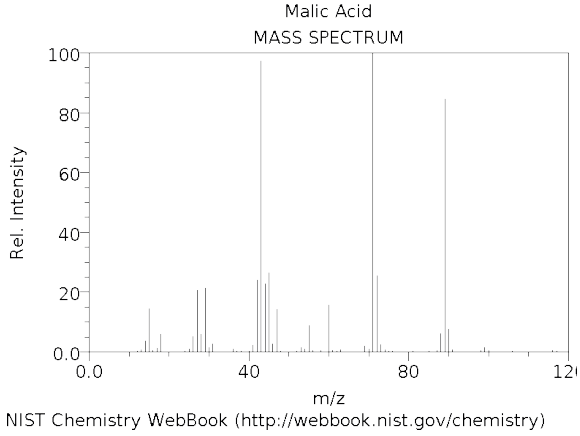
CIS,CIS-9.12-OCTADECADIENOIC ACID
SDBSNO = 2549 $C_{18}H_{32}O_2$ RM-01-03546 : 4880A.200M.LIQUID

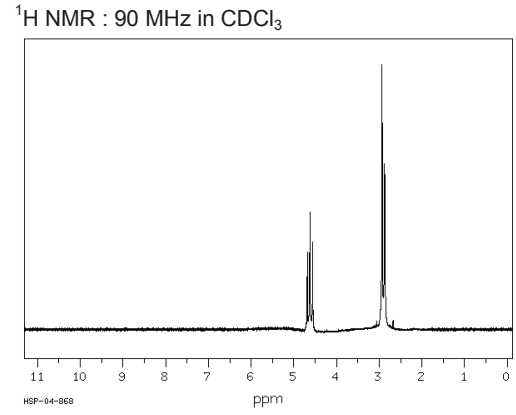
3015	41
2869	90
1661	79
1640	63
1444	42
1306	28
1169	14
974	17

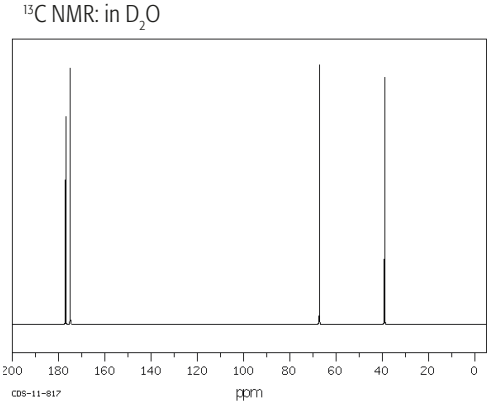
Ácido málico (Malic acid)



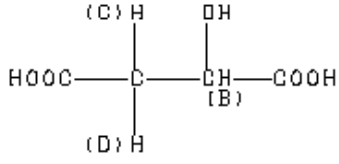
Fórmula: $C_4H_6O_5$; **Densidad:** 1.609 g/mL; **Masa molar:** 134.0874 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 130 ºC; **Solubilidad en agua:** 558 g/L (20 C); **Otros nombres:** Butanedioic acid, hydroxy-; α-Hydroxysuccinic acid; Hydroxyethane-1,2-dicarboxylic acid; Hydroxysuccinic acid; Pomalus acid; dl-Malic acid; Deoxytetraric acid; Kyselina hydroxybutandiova; Kyselina jablecna; Succinic acid, hydroxy-; Hydroxybutanedioic acid; (.+/-.)-Malic acid; 2-Hydroxyethane-1,2-dicarboxylic acid; Butanedioic acid, 2-hydroxy-; FDA 2018; Musashi-no-Ringosan; NSC 25941; R,S(.+/-.)-Malic acid



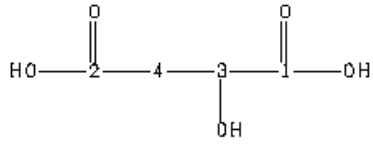




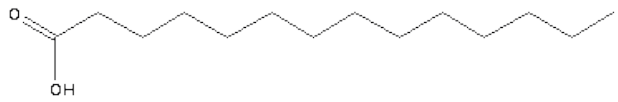
Assign.	Shift (pm)
1	176.98
2	175.00
3	67.20
4	39.04



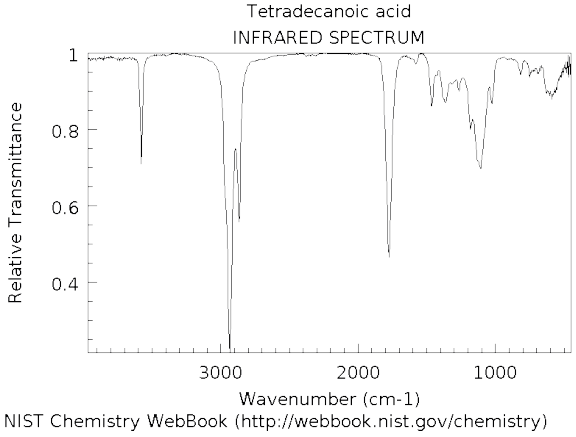
Assign.	Shift (pm)
B	4.616
C*1	2.94
D*1	2.89

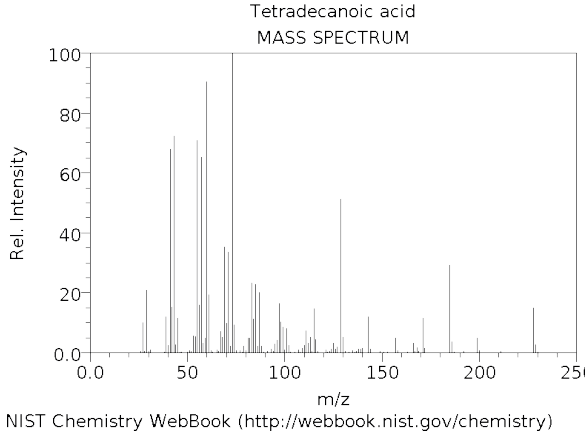


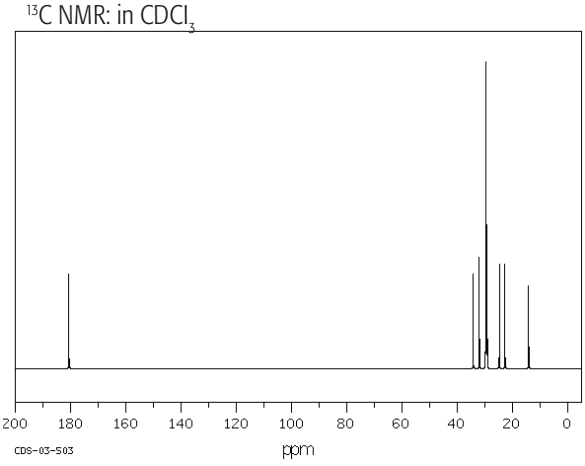
Ácido mirístico (Myristic acid)



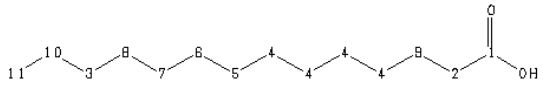
Fórmula: $C_{14}H_{28}O_2$; **Densidad:** 0.99 g/mL (24 ºC) **Masa molar:** 228.3709 g/mol; **Temperatura de fusión:** 54.4 ºC; **Temperatura de ebullición:** 326.2 ºC (760 mmHg); **Otros nombres:** Myristic acid; n-Tetradecanoic acid; n-Tetradecoic acid; Neo-Fat 14; Univol U 316S; 1-Tridecanecarboxylic acid; Crodacid; Emery 655; Hydrofol acid 1495; Hystrene 9014; n-Tetradecan-1-oic acid; Hystrene 9514; Philacid 1400; Prifac 2942; Prifrac 2942; NSC 5028; Tetradecanoic acid (myristic acid); Acide Myristique; Tetradecanoic (Myristic) acid; Myristic acid (tetradecanoic acid); Tetradecanoic acid (=Myristic acid)



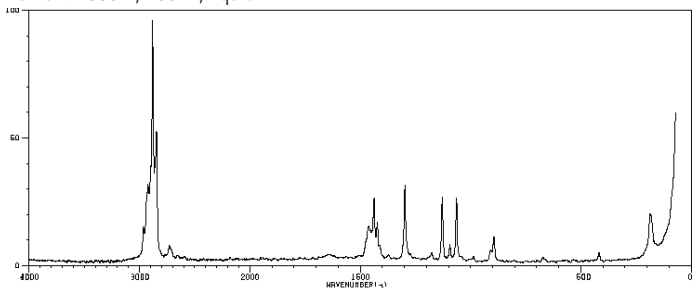




Assign.	Shift (pm)
1	180.62
2	34.20
3	31.99
4*	29.72
5*	29.49
6*	29.42
7*	29.31
8	29.134
9	24.74
10	22.74
11	14.12



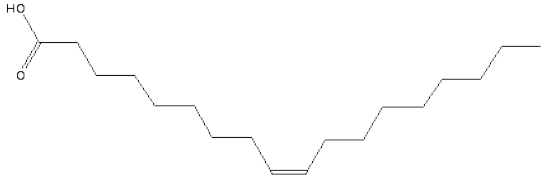
Raman: 4880 A, 200 M, liquid



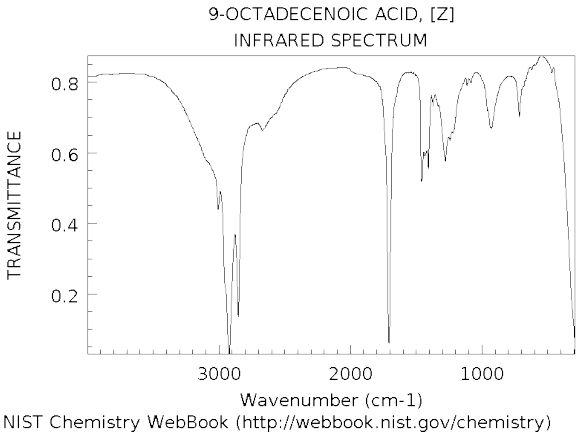
TETRADECANOIC ACID
SDBSNO = 2584 $C_{14}H_{28}O_2$ RM-01-03327 : 4880A.200M.POWDER

2967	15	886	l1
2925	31		
2882	95		
2847	52		
1463	15		
1439	25		
1423	17		
1298	31		
1130	26		
1065	25		

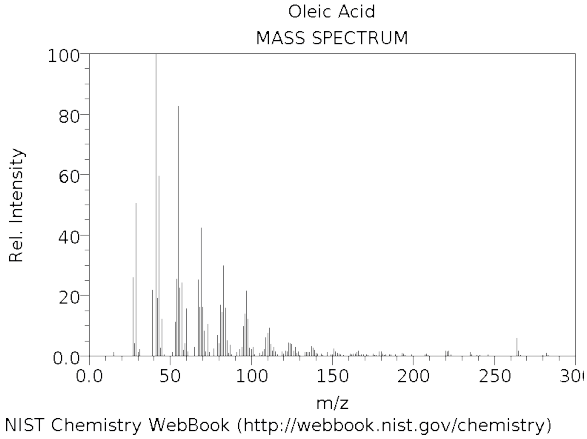
Acido oleico (Oleic acid)



Fórmula: $C_{18}H_{34}O_2$; **Densidad:** 0.895 g/mL; **Masa molar:** 282.4614 g/mol; **Temperatura de fusión:** 13-14 ºC; **Temperatura de ebullición:** 360 ºC; **Otros nombres:** 9-Octadecenoic acid (Z)-; Δ9-cis-Oleic acid; cis-Oleic Acid; cis-9-Octadecenoic Acid; Emersol 211; Emersol 220 White Oleic Acid; Emersol 221 Low Titer White Oleic Acid; Oelsauere; Oleine 7503; Pamolyn 100; Vopcolene 27; Wecoline OO; Z-9-Octadecenoic acid; cis-Octadec-9-enoic acid; cis-Δ9-octadecenoic acid; cis-Δ9-Octadecenoate; neo-Fat 90-04; neo-Fat 92-04; Century cd fatty acid; Elaidoic acid; Emersol 210; Emersol 213; Emersol 6321; Glycon RO; Glycon WO; Groco 2; Groco 4; Groco 5l; Groco 6; Hy-phi 1055; Hy-phi 1088; Hy-phi 2066; Hy-phi 2088; Hy-phi 2102; K 52; L'Acide oleique; Metaupon; Tego-oleic 130; 9-Octadecenoic acid, cis-; Elaic acid; Industrene 105; Industrene 205; Industrene 206; Oleinic acid; Pamolyn; Wochem no. 320; (Z)-9-Octadecanoic acid; Emersol 6313 NF; Priolene 6906; 9-(Z)-octadecenoic acid; (Z)-Octadec-9-enoic acid; 9-Octadecenoic acid (9Z)-; D 100; Emersol 205; Extraolein 90

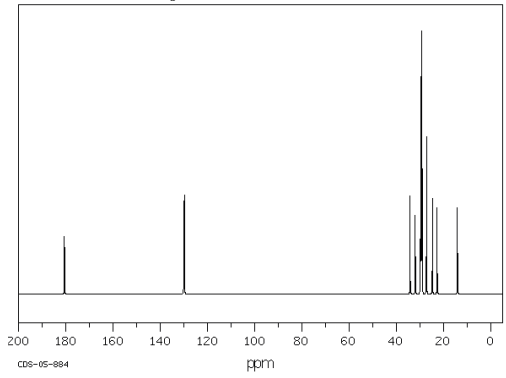


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



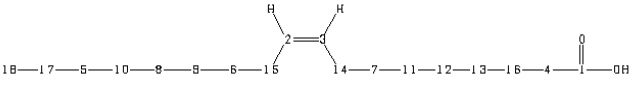
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

^{13}C NMR: in $CDCl_3$

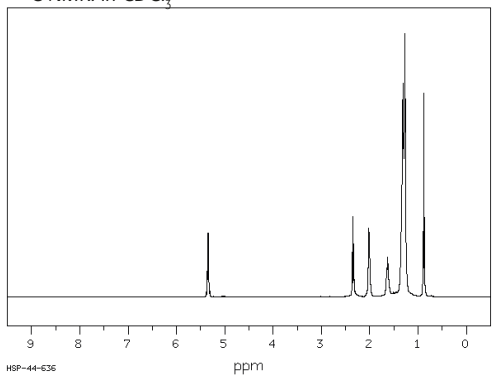


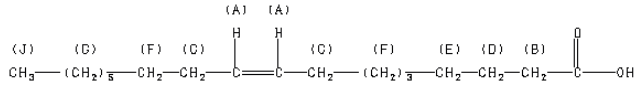
Assign.	Shift (ppm)
1	180.58
2*	130.03
3*	129.74
4	34.18
5	31.99
6	29.73
7#	29.65
8#	29.40
9#	29.14
12#	
13#	
14	27.24
16	24.73
17	22.74
18	14.12

^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$



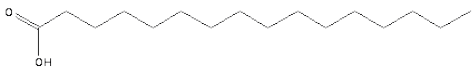
^{13}C NMR: in $CDCl_3$



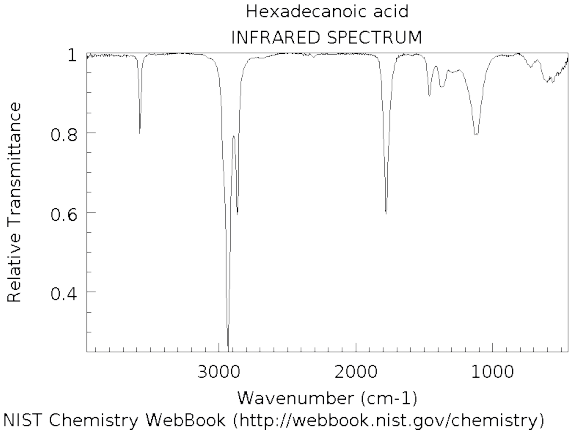


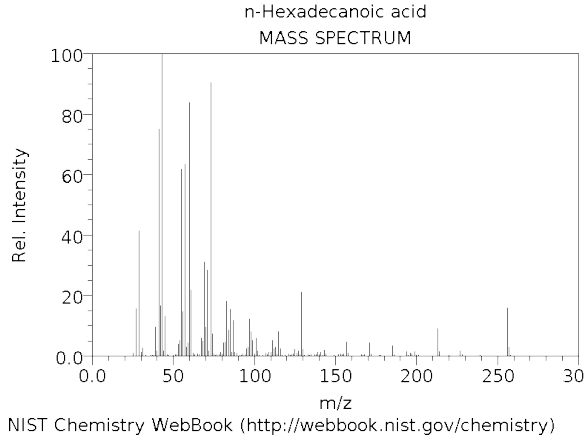
Assign.	Shift (ppm)
A	5.34
B	2.344
C	2.011
D	1.631
E	1.35
F	1.31
G	1.27
J	0.879

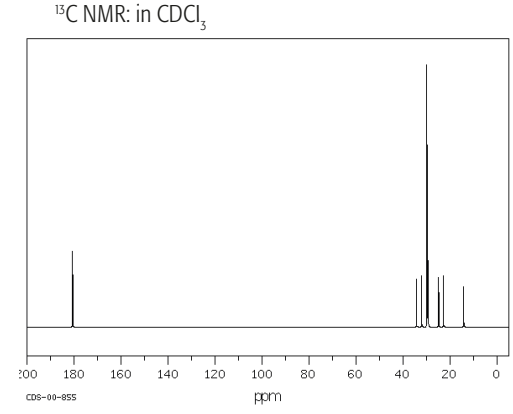
Ácido palmítico (Hexadecanoic acid)



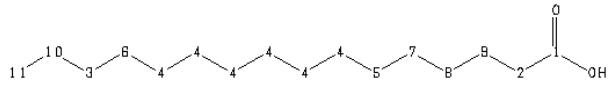
Fórmula: $C_{16}H_{32}O_2$; **Densidad:** 0.852 g/mL; **Masa molar:** 256.4241 g/mol; **Temperatura de fusión:** 62.9 ºC; **Solubilidad en agua:** 7.19 mg/L (20 ºC); **Temperatura de ebullición:** 351-352 ºC; **Otros nombres:** Hexadecanoic acid; n-Hexadecoic acid; Palmitic acid; Pentadecanecarboxylic acid; 1-Pentadecanecarboxylic acid; Cetylic acid; Emersol 140; Emersol 143; Hexadecylic acid; Hydrofol; Hystrene 8016; Hystrene 9016; Industrene 4516; Glycon P-45; Prifac 2960; NSC 5030; Palmitinic acid; Kortacid 1695; Hexadecanoic acid (palmitic acid); Hexadecanoic (palmitic) acid; Palmitic acid (hexadecanoic acid)



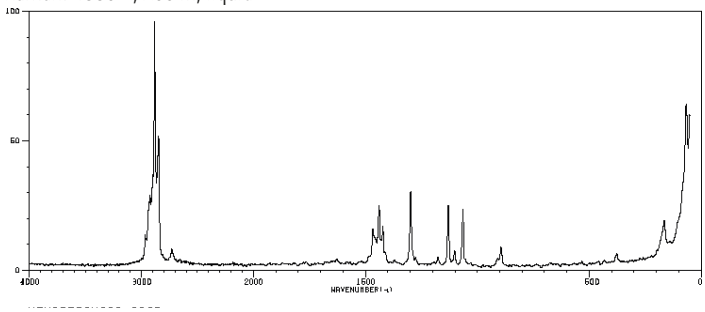




Assign.	Shift (ppm)
1	180.58
2	34.23
3	32.05
4	29.81
5	29.57
6	29.49
7	29.37
8	29.21
9	24.80
10	22.79
11	14.14



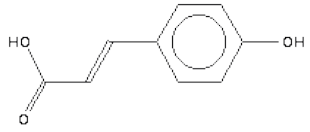
Raman: 4880 A, 200 M, liquid



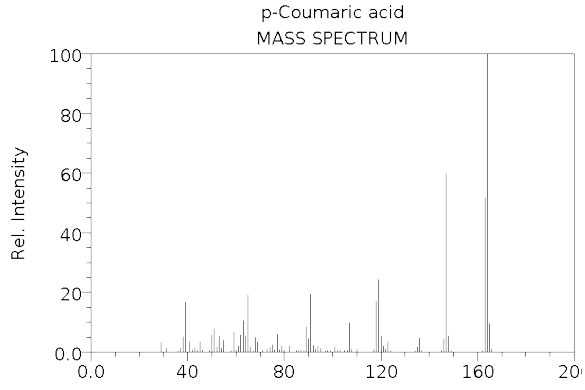
HEXADECANOIC ACID
SDBSNO = 908 $C_{16}H_{32}O_2$ RM-01-03523 : 4880A.200M.POWDER

2967	13	167	19
2926	28	68	63
2883	95		
2850	51		
1468	16		
1440	24		
1423	16		
1299	30		
1131	25		
1066	23		

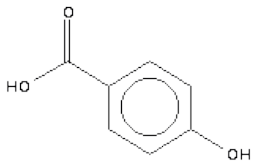
Ácido p-cumárico (p-Cumaric acid)



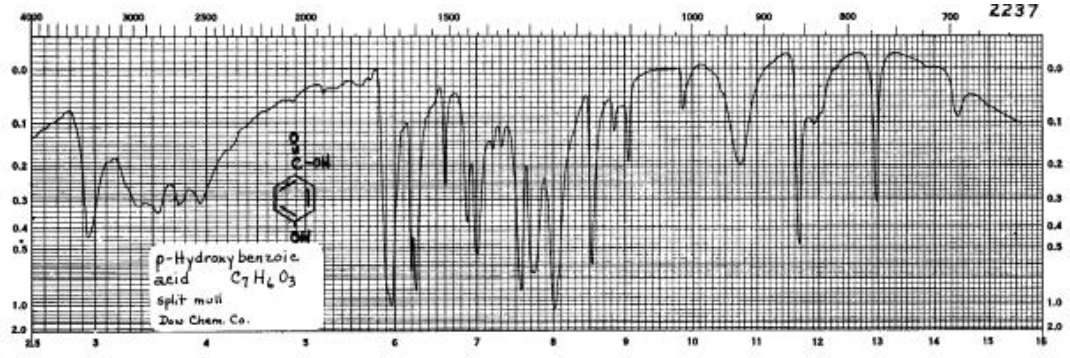
Fórmula: $C_9H_8O_3$; **Masa molar:** 164.1580 g/mol; **Temperatura de fusión:** 210-213 ºC; **Otros nombres:** 2-Propenoic acid, 3-(4-hydroxyphenyl)-; Cinnamic acid, p-hydroxy-; β-(4-Hydroxyphenyl)acrylic acid; p-Hydroxycinnamic acid; p-Hydroxyphenylacrylic acid; 4-Coumaric acid; 4-Hydroxycinnamic acid; p-Cumaric acid; para-Coumaric acid; 4'-Hydroxycinnamic acid; 3-(4-Hydroxyphenyl)-2-propenoic acid; NSC 59260

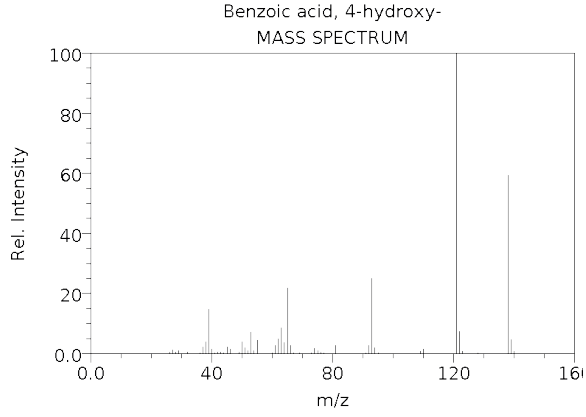


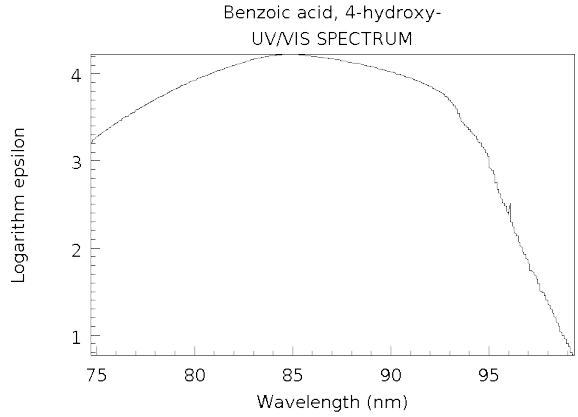
Ácido p-hidroxibenzoico (4-Hydroxybenzoic acid)



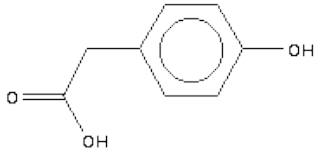
Fórmula: $C_7H_6O_3$; **Densidad:** 1.46 g/mL; **Masa molar:** 138.1207 g/mol; **Temperatura de fusión:** 214.5 ºC; **Solubilidad en agua:** 0.5 g/100 mL; **Otros nombres:** Benzoic acid, 4-hydroxy-



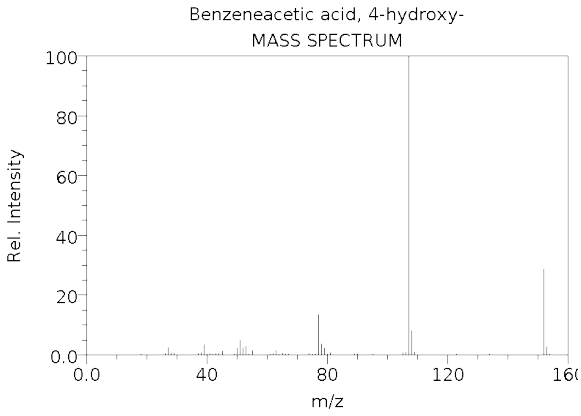


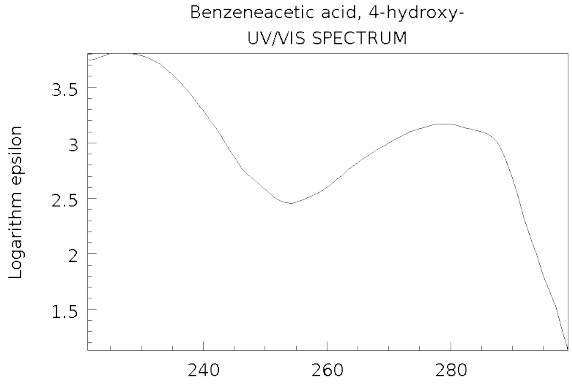


Ácido p-hidroxifenilacetico (4-Hydroxyphenylacetic acid)

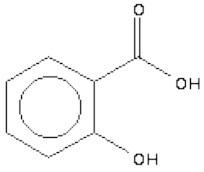


Fórmula: $C_8H_8O_3$; **Masa molar:** 152.1473 g/mol; Temperatura de fusión: 150 ºC; Otros nombres: Acetic acid, (p-hydroxyphenyl)-; (p-Hydroxyphenyl) acetic acid; (4-Hydroxyphenyl) acetic acid; Parahydroxy phenylacetic acid; 4-Hydroxybenzeneacetic acid

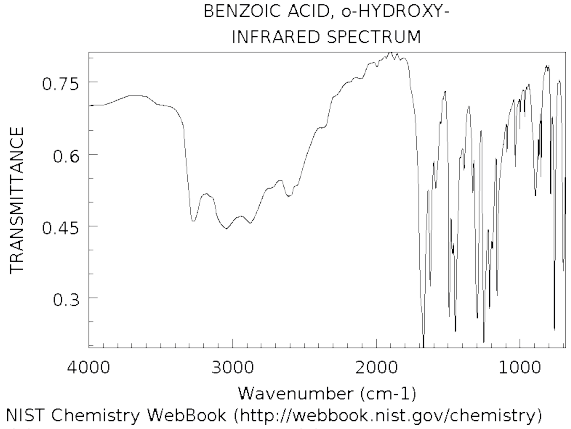




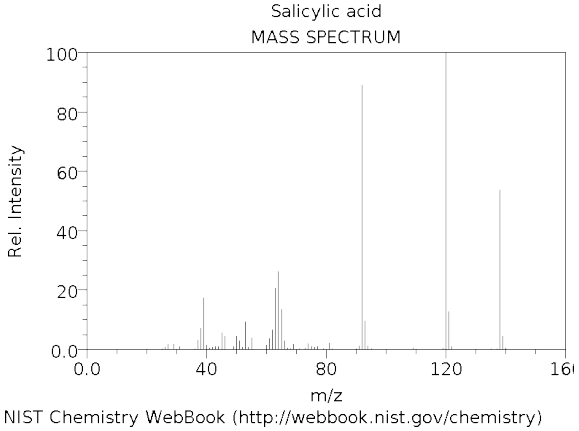
Ácido salicílico (Salicylic acid)



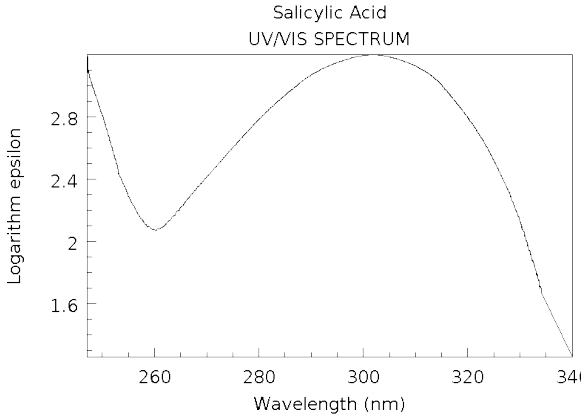
Fórmula: $C_7H_6O_3$; **Densidad:** 1.443 g/mL (20 ºC); **Masa molar:** 138.1207 g/mol; **Temperatura de fusión:** 158.6 ºC; Temperatura de ebullición: 200-211 ºC (20 mmHg); **Otros nombres:** Benzoic acid, 2-hydroxy-; o-Hydroxybenzoic acid; Phenol-2-carboxylic acid; Psoriacid-S-Stift; Retarder W; Rutranex; Salicylic acid collodion; Salonil; 2-Hydroxybenzoic acid; Acido salicilico; Keralyt; Kyselina 2-hydroxybenzoova; Kyselina salicylova; Orthohydroxybenzoic acid; Duoplant; Freezone; Ionil; Saligel; Compound W; 2-Hydroxybenzenecarboxylic acid; 2-Carboxyphenol; o-Carboxyphenol; Advanced pain relief callus removers; Advanced pain relief corn removers; Clear away wart remover; Dr. Scholl's Callus Removers; Dr. Scholl's Corn Removers; Dr. Scholl's Wart Remover Kit; Duofil Wart Remover; Ionil plus; Salicylic acid soap; Stri-Dex; Benzoic acid, o-hydroxy-; NSC 180; Trans-Ver-Sal; Salicyclic acid; Domerine; Duofilm; Fostex; Pernox; Salicylic acid & Sulfur Soap; Sebucare; Sebulex; component of Fostex medicated bar and cream; component of Keralyt; Retarder SAX; component of Solarcaine first aid spray; component of Tinver; 7681-06-3; 8052-31-1



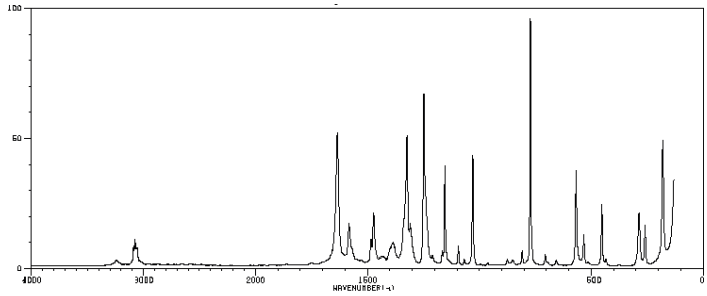
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
SOLID (0.5 mg / 200 mg KBr DISC)



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



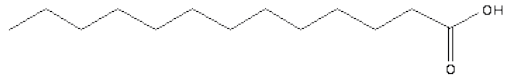
Raman: 4880 A, 200 M, powder



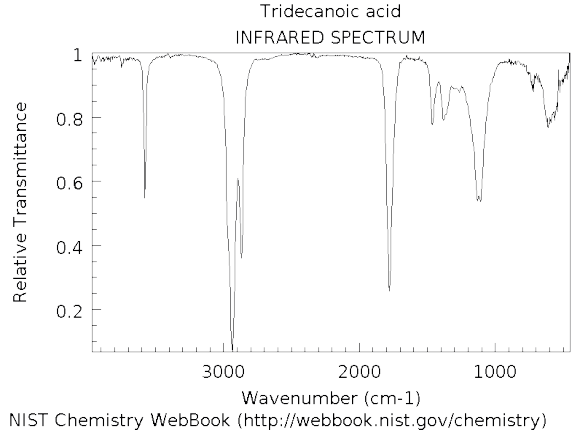
SALICYLIC ACID
SDBSNO = 1149 $C_7H_6O_3$ RM-01-00875 : 4880A.200M.POWDER

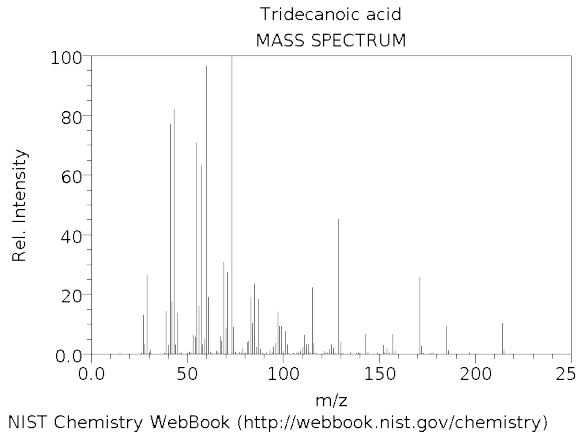
3077	11	773	94
1636	61	669	37
1583	17	534	13
1485	11	454	24
1474	21	288	21
1326	60	261	16
1310	17	182	48
1249	66		
1156	39		
1031	42		

Ácido tridecanoico (Tridecanoic acid)

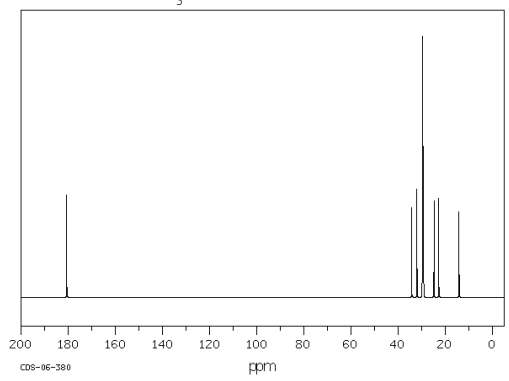


Fórmula: $C_{13}H_{26}O_2$; **Masa molar:** 214.3443 g/mol: **Temperatura de fusión:** 41-42 ºC; **Temperatura de ebullición:** 236 ºC; **Otros nombres:** n-Tridecanoic acid; n-Tridecoic acid; Tridecylic acid

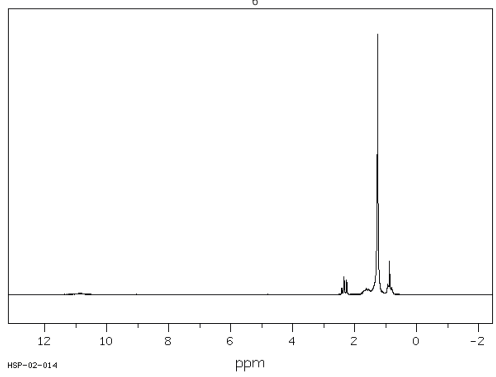


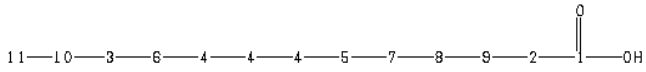


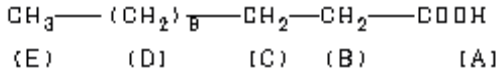
^{13}C NMR : in $CDCL_3$



^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6



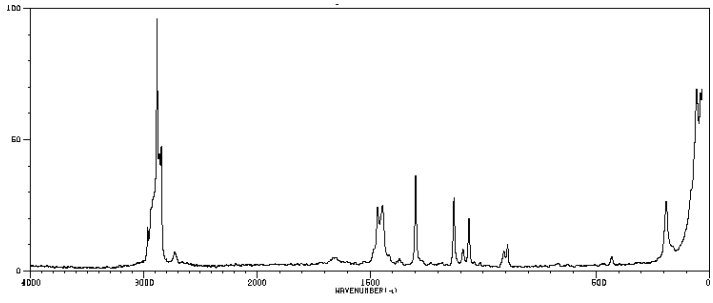




Assign.	Shift (ppm)
1	180.62
2	34.20
3	31.99
4*	29.71
5*	29.51
6*	29.42
7*	29.32
8*	29.15
9	24.75
10	22.74
11	14.12

Assign.	Shft (ppm)
A	11.
B	2.33
C	1.63
D	1.26
E	0.88

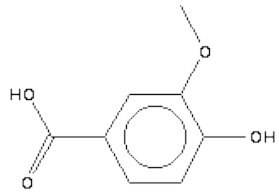
Raman: 4880 A, 200 M, powder



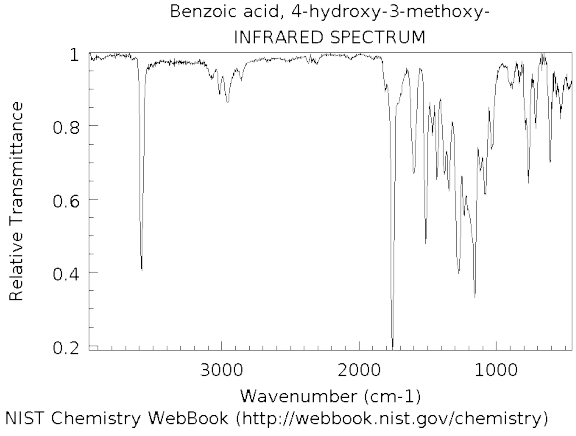
TRIDECANOIC ACID
SDBSNO = 4987 $C_{13}H_{26}O_2$ RM-01-02773 : 4880A.200M.POWDER

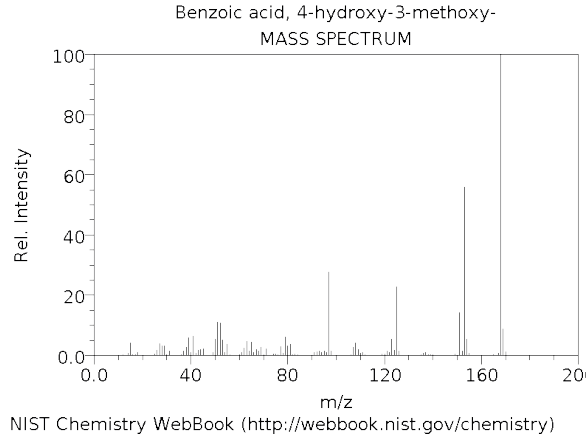
2966	16	191	26
2883	95	57	69
2864	44	40	67
2848	47		
1468	24		
1446	24		
1299	36		
1130	27		
1064	19		
893	10		

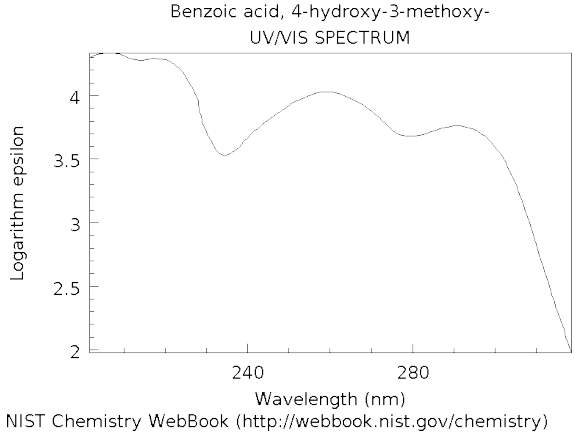
Ácido vainíllinico (Vanillic acid)



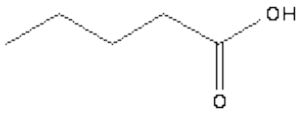
Fórmula: $C_8H_8O_4$; **Masa molar:** 168.1467 g/mol; **Temperatura de fusión:** 210-213 ºC; **Otros nombres:** Benzoic acid, 4-hydroxy-3-methoxy-; VA; 3-Methoxy-4-Hydroxybenzoic acid; 4-Hydroxy-3-methoxybenzoic acid; m-Anisic acid, 4-hydroxy-; Acide vanillique; Protocatechuic acid, 3-methyl ester; p-Vanillic acid; NSC 3987; NSC 674322; 4-Hydroxy-3-methoxybenzoic acid (vanillic acid)



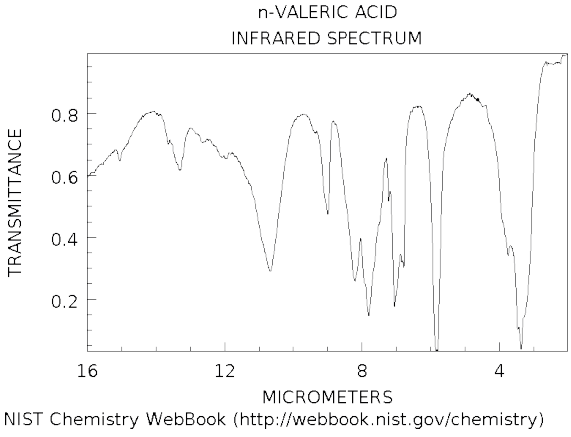


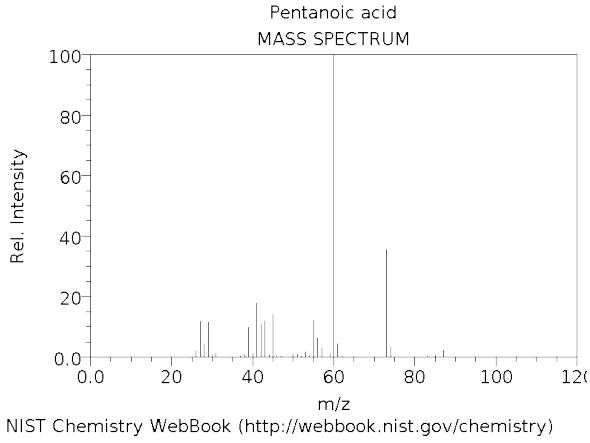


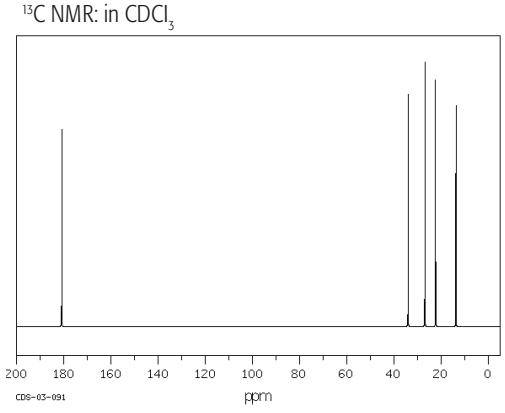
Ácido valérico (Pentanoic acid)



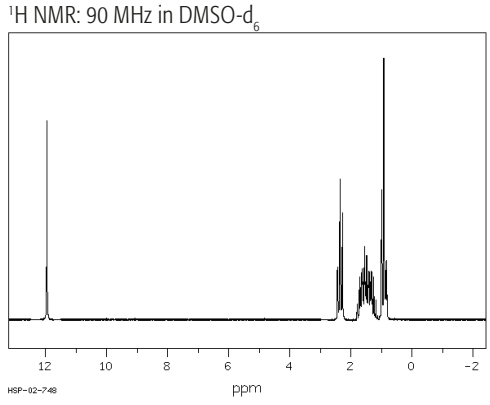
Fórmula: $C_5H_{10}O_2$; **Densidad:** 0.930 g/mL; **Masa molar:** 102.13137 g/mol; **Temperatura de fusión:** -34.5 ºC; **Temperatura de ebullición:** 186-187 ºC; **Solubilidad en agua:** 4.97 g/100 mL; **Otros nombres:** Valeric acid; n-Pentanoic acid; n-Valeric acid; Propylacetic acid; Valerianic acid; 1-Butanecarboxylic acid; n-C4H9COOH; Butanecarboxylic acid; Kyselina valerova; Valeric acid, normal; 1-Pentanoic acid; NSC 406833; Valeric acid, n-; NA 1760

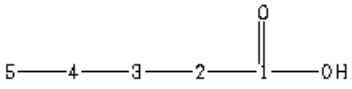




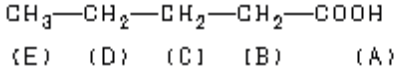


Assign.	Shift (ppm)
1	180.85
2	33.99
3	26.89
4	22.32
5	13.71

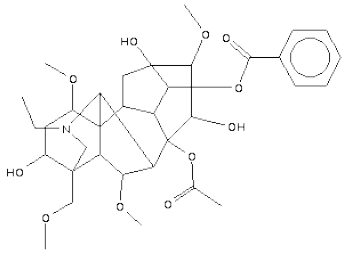




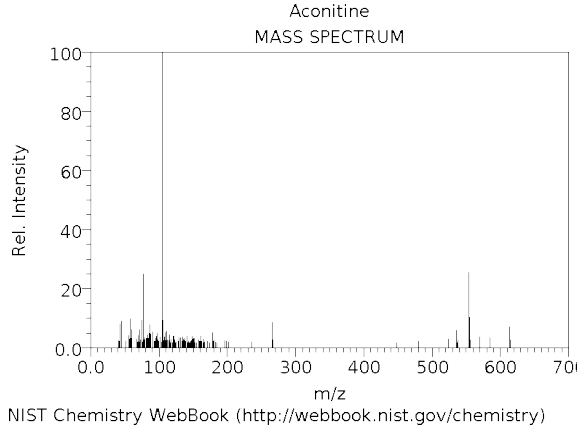
Assign.	Shift (ppm)
A	11.96
B	2.35
C	1.62
D	1.39
E	0.93

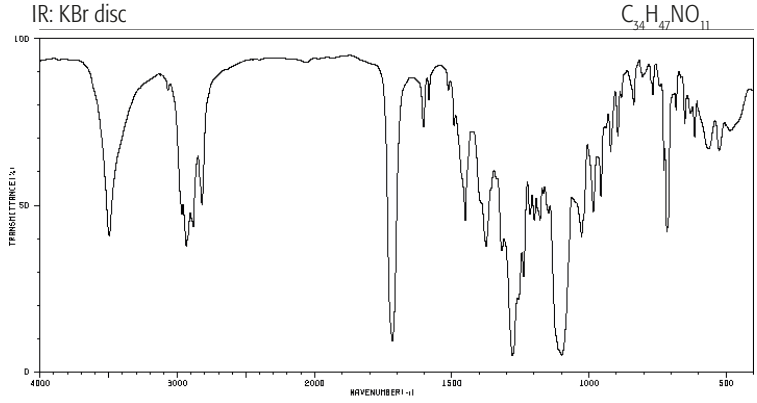


Aconitina (Aconitine)

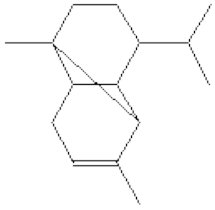


Fórmula: $C_{34}H_{47}NO_{11}$; **Masa molar:** 645.7371 g/mol; **Temperatura de fusión:** 203-204 ºC; **Solubilidad en agua:** 0.3 mg/mL; **Otros nombres:** Aconitane-3,8,13,14,15-pentol, 20-ethyl-1,6,16-trimethoxy-4-(methoxymethyl)-, 8-acetate 14-benzoate, (1α,3α,6α,14α,15α,16β)-; Aconitane; Aconitin cristallisat; 2H-12,3,6a-Ethanylylidene-7,9-methanonaphth[2,3-b]azocine, aconitane-3,8,13,14,15-pentol deriv.

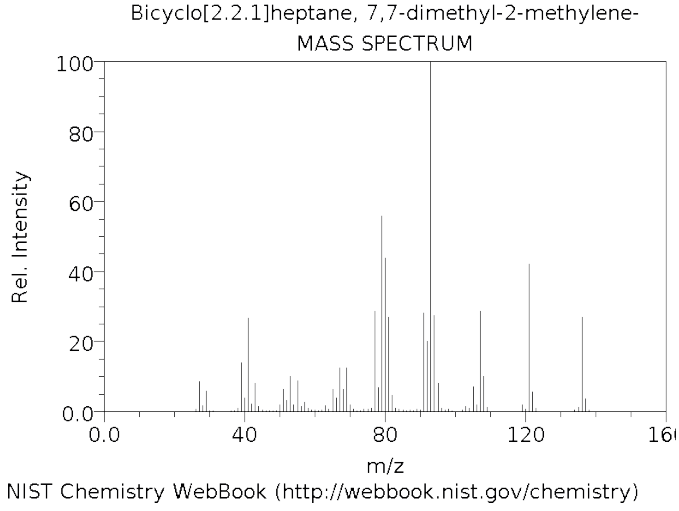




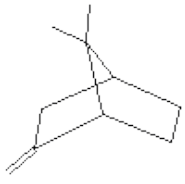
Copaeno (Copaene)



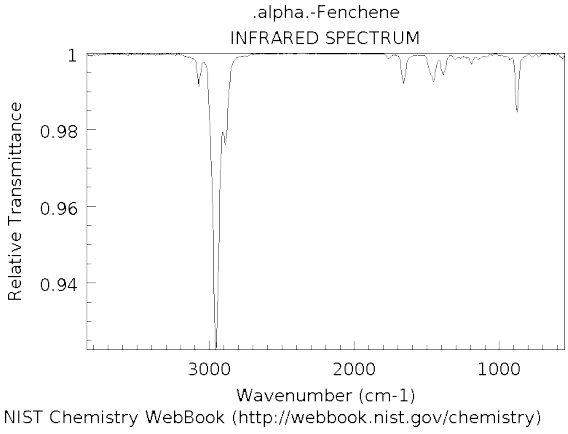
Fórmula: $C_{15}H_{24}$; **Densidad:** 0.939 g/mL; **Masa molar:** 204.3511 g/mol; **Estereoisómeros:** Ylangene, Alfa-Copaene; **Temperatura de ebullición:** 124 ºC (15 mmHg); **Otros nombres:** Copaene; Tricyclo[4.4.0.02,7]dec-3-ene, 1,3-dimethyl-8-(1-methylethyl)-, stereoisomer; Tricyclo[4.4.0.02,7]dec-3-ene, 8-isopropyl-1,3-dimethyl-, (1R,2S,6S,7S,8S)-(-)-; (-)-α-Copaene; Copaen; Tricyclo[4.4.0.0(2,7)]dec-3-ene, 1,3-dimethyl-8-(1-methylethyl)-, st; Aglaiene; Tricyclo[4.4.0.0(2,7)]dec-3-ene, 8-isopropyl-1,3-dimethyl-; Tricyclo[4.4.0.0(2,7)]dec-3-ene, 8-isopropyl-1,3-dimethyl-, (1R,2S,6S,7S,8S)-; 8-isopropyl-1,3-dimethyltricyclo[4.4.0.02,7]dec-3-ene

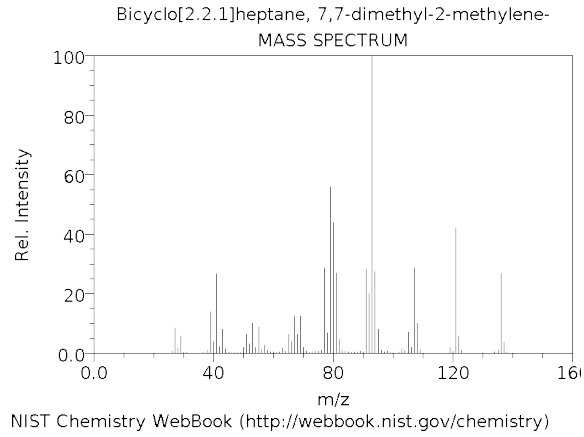


Fenqueno (Fenchene)

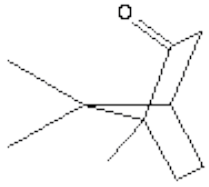


Fórmula: $C_{10}H_{16}$; **Masa molar:** 136.2340 g/mol; **Otros nombres:** Norbornane, 7,7-dimethyl-2-methylene-; α-Fenchene; Fenchene; 7,7-Dimethyl-2-methylenenorbornane; 7,7-Dimethyl-2-methylen-bicyclo (2,2,1) heptane; Fenchene, Bicyclo[2.2.1]heptane,2-methylene 5,5-dimethyl-

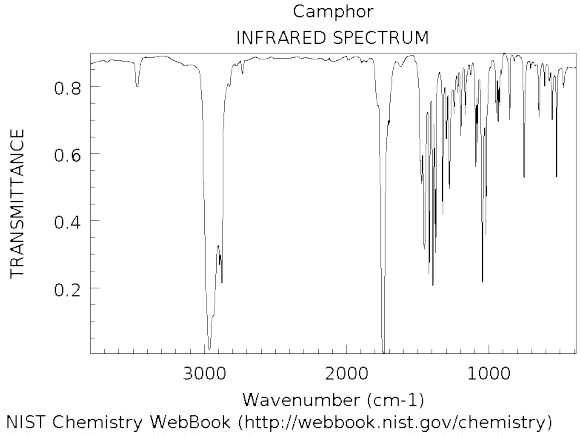


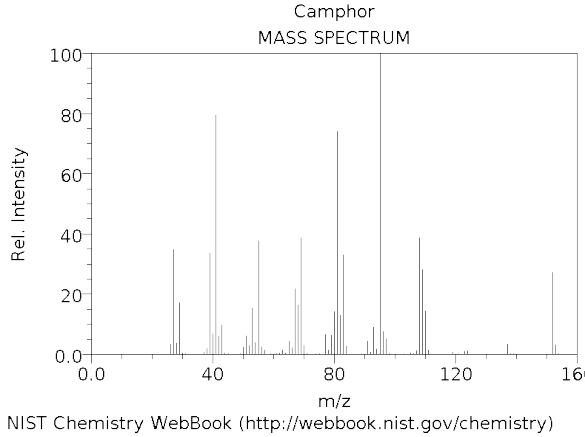


Alcanfor (Camphor)

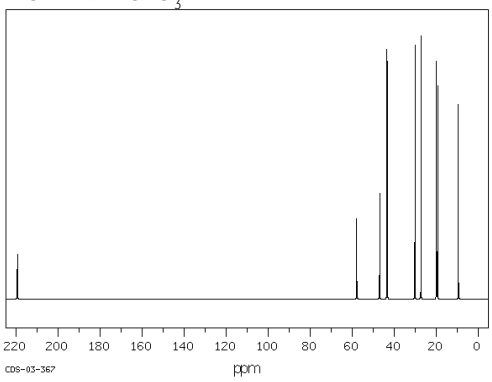


Fórmula: $C_{10}H_{16}O$; **Masa molar:** 152.2334 g/mol; ; **Otros nombres:** Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-; Root bark oil; Spirit of camphor; 1,7,7-Trimethylbicyclo[2.2.1]-2-heptanone; 1,7,7-Trimethylnorcamphor; 2-Bornanone; 2-Camphanone; 1,7,7-Trimethyl-bicyclo[2.2.1]heptan-2-one; 2-Camphonone; Gum camphor; Bornane, 2-oxo-; Camphor, synthetic; Huile de camphre; 2-Kamfanon; Kampfer; 2-Keto-1,7,7-trimethylnorcamphane; Matricaria camphor; Norcamphor, 1,7,7-trimethyl-; UN 2717; Bicyclo[2.2.1]heptane-2-one, 1,7,7-trimethyl-; Alphanon; DL-Camphor; Borneo camphor; Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (.+/-.)-; (.+/-.)-Camphor; bornan-2-one Esteroisómeros: (S)-camphor

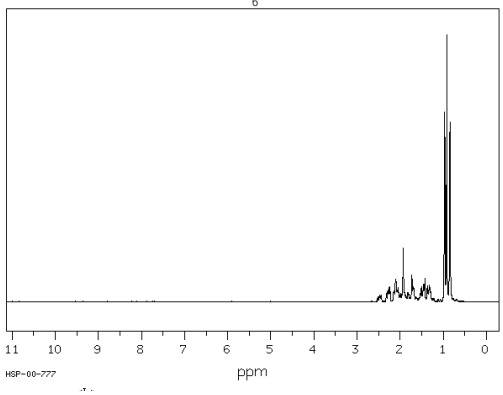


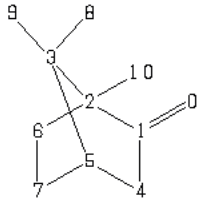


^{13}C NMR: in $CDCl_3$



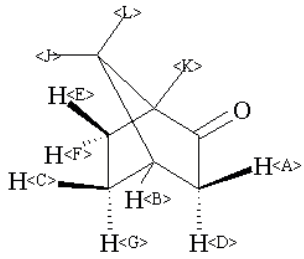
^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6



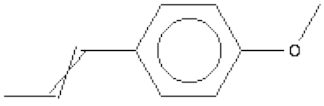


Assign.	Shift (ppm)
1	219.33
2	57.65
3	46.76
4	43.29
5	43.09
6	29.95
7	27.08
9	19.15
10	9.25

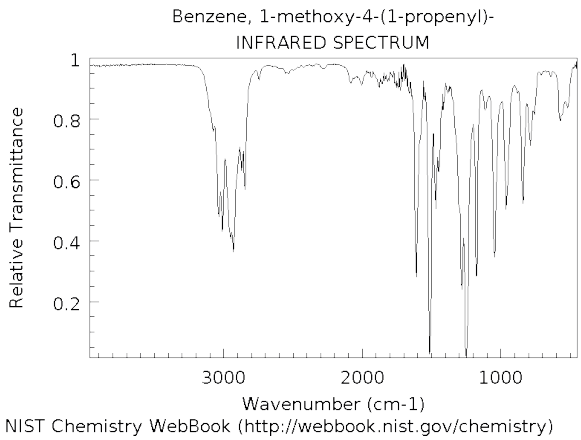
Assign.	Shift (ppm)
A	2.36
B	2.094
C	1.96
D	1.848
E	1.68
F	1.37
G	1.37
J	0.961
K	0.915
L	0.838

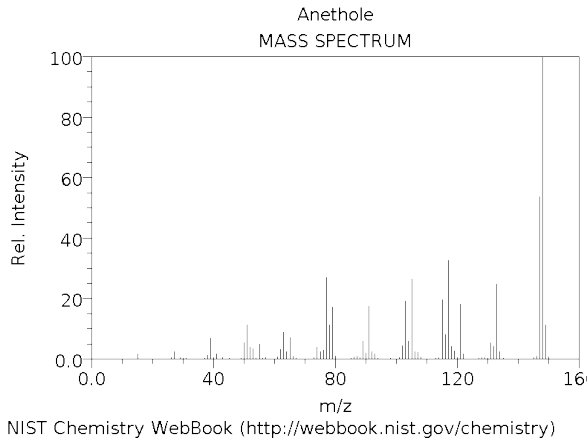


Anetol (Anethole)

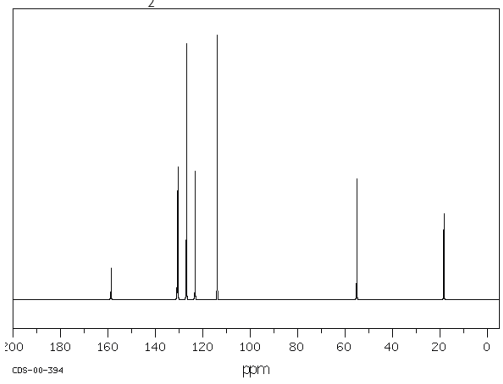


Fórmula: $C_{10}H_{12}O$; **Densidad:** 0.998 g/mL; **Masa molar:** 148.2017 g/mol; **Temperatura de fusión:** 20-21 ºC; **Temperatura de ebullición:** 234 ºC; **Otros nombres:** Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)-; Anisole, p-propenyl-; p-(1-Propenyl) anisole; p-Methoxy-β-methylstyrene; p-Propenylanisole; p-Propenylphenyl methyl ether; Anethol; Anise camphor; Aniskampfer; Isoestragole; Methoxy-4-propenylbenzene; Nauli "gum"; Oil of aniseed; 1-Methoxy-4-(1-propenyl)benzene; 1-Methoxy-4-propenylbenzene; 1-Propene, 1-(4-methoxyphenyl)-; 4-Methoxy-1-propenylbenzene; 4-Methoxypropenylbenzene; 4-Propenylanisole; Propene, 1-(p-methoxyphenyl)-; 1-(p-Methoxyphenyl)propene; Monasirup; Nauli gum; 4-(1-Propenyl)anisole; Benzene, 1-methoxy-4-(1-propen-1-yl)-; NSC 4018; p-Anethole

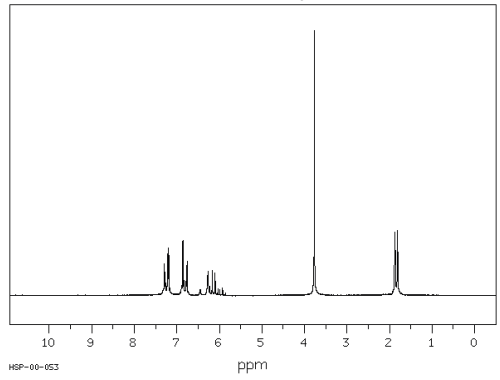


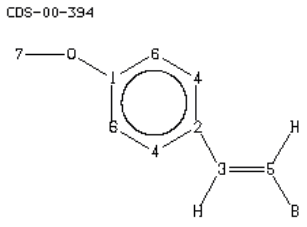


^{13}C NMR: in D_2O

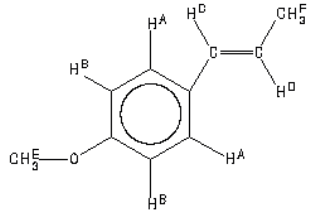


^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6



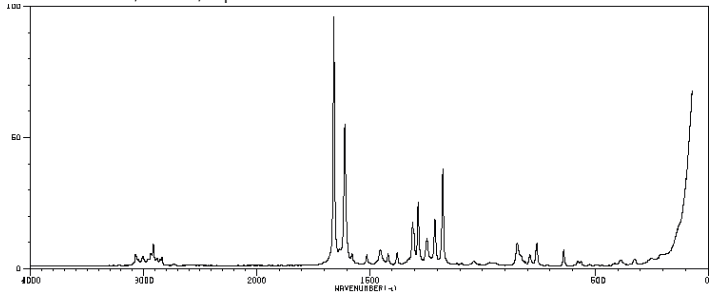


Assign.	Shift (ppm)
1	158.70
2	130.85
3	130.53
4	126.93
5	123.27
6	113.93
7	55.10
8	18.35



Assign.	Shift (ppm)
A	7.21
B	6.80
C	6.29
D	6.07
E	3.729
F	1.824

Raman: 4880 A, 200 M, liquid

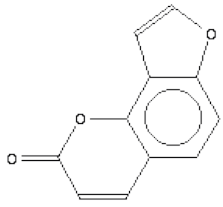


RM - 01 - 01978

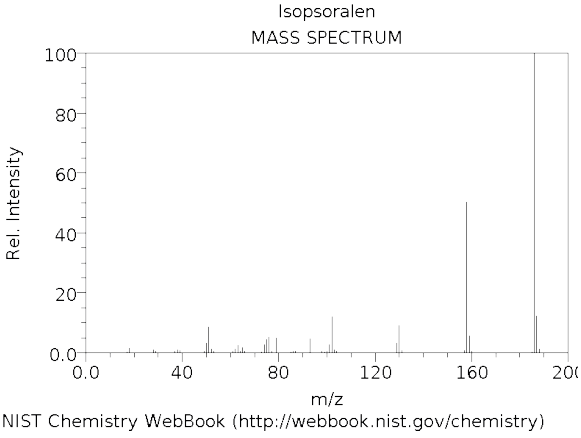
TRANS - PN(1 - PROPENSYL) ANISOLE
SDBS NO = 2638

1650	95
1611	66
1310	17
1285	25
1247	18
1177	17

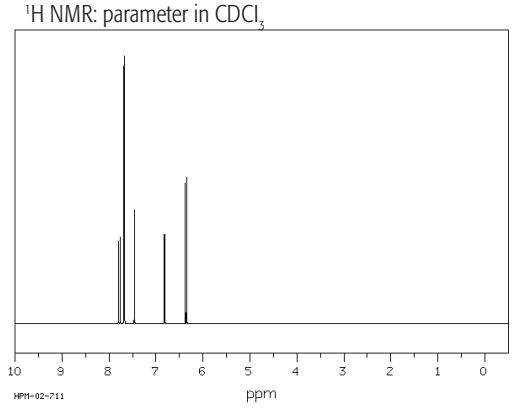
Angelicina (Isopsoralen)



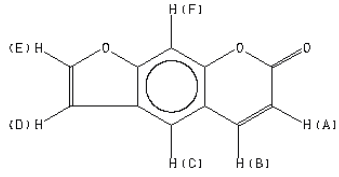
Fórmula: $C_{11}H_6O_3$; **Masa molar:** 186.1635 g/mol; **Otros nombres:** 2H-Furo[2,3-h]chromen-2-one; Angelecin; 2H-Furo[2,3-H]-1-benzopyran-2-one; Angecin; Furo[5′,4′:7,8]coumarin; 2-Propenoic acid, 3-(4-hydroxy-5-benzofuranyl)-, δ-lactone; Furo(2,3-h)coumarin; Angelicin; Furo(5′,4′,7,8)coumarin; 4-Hydroxy-5-benzofuranacrylic acid γ-lactone; 3-(4-Hydroxy-5-benzofuranyl)-2-propenoic acid γ-lactone; Isopsoralin; NSC 404563



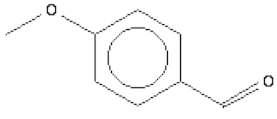
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



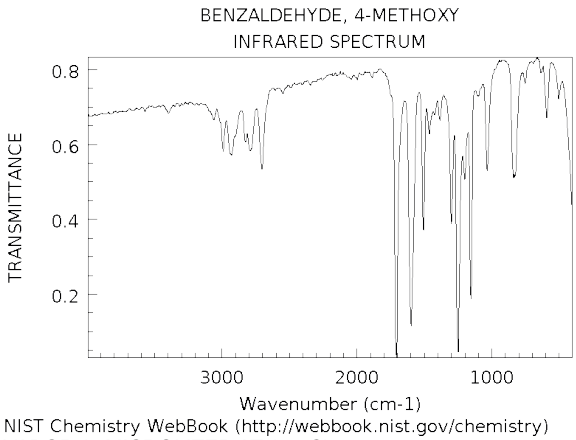
Parameter (ppm)	Shift
D(A)	6.36
D(B)	7.78
D(C)	7.67
D(D)	6.82
D(E)	7.68
D(F)	7.46



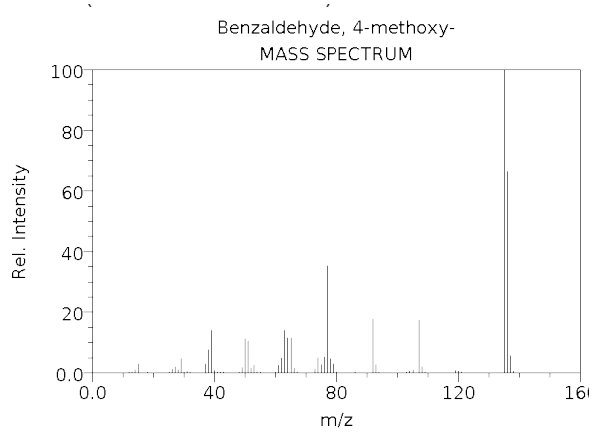
Anisaldehído (Benzaldehyde, 4-methoxy)



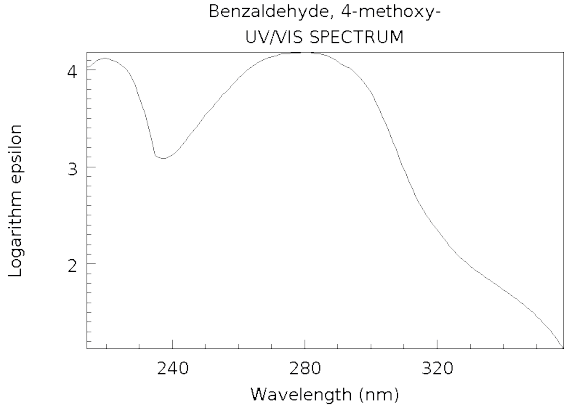
Fórmula: $C_8H_8O_2$; **Densidad:** 1.119 g/mL (15 ºC); **Masa molar:** 136.1479 g/mol; **Temperatura de fusión:** 0 ºC; **Temperatura de ebullición:** 248 ºC; **Otros nombres:** p-Anisaldehyde; p-Anisic aldehyde; p-Formylanisole; p-Methoxybenzaldehyde; Anisaldehyde; Aubepine; Crategine; Obepin; 4-Anisaldehyde; 4-Methoxybenzaldehyde; Anisic aldehyde; Anisaldehyde (para); para-Anisaldehyde; NSC 5590; Anisal; Methoxybenzaldehyde



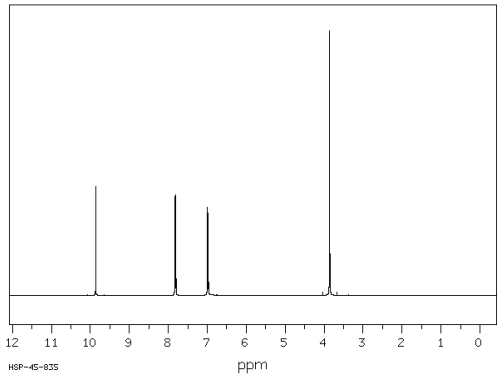
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
VAPOR (6 MICROLITER AT 150 C)



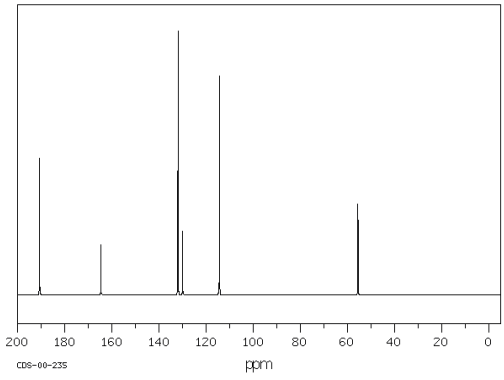
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

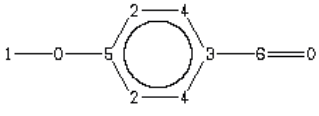


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

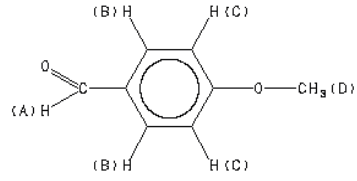


^{13}C NMP: in CDCl





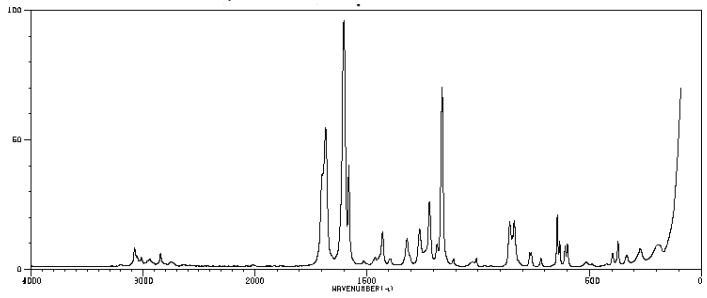
Assign.	Shift (ppm)
6	190.70
5	164.63
4	131.93
3	129.97
2	114.33
1	55.53



Assign.	Shift (ppm)
A	9.861
B	7.816
C	6.984
D	3.856

^{1}H NMR: 400MHz in $CDCl_3$

Raman: 4880 A, 200 M, liquid

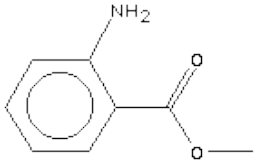


RM-01-03545

P-ANISALDEHYDE
SDBSO = 1293 $C_6H_6O_2$

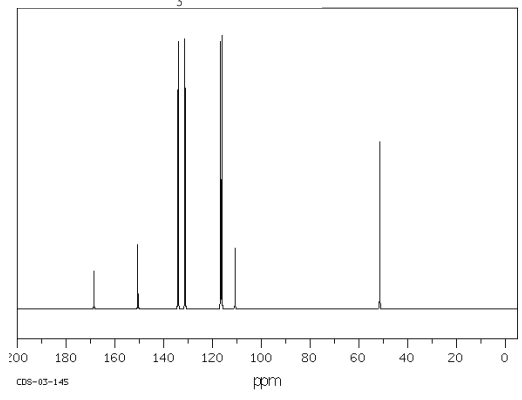
1604	64
1602	95
1560	40
1429	14
1320	11
1283	16
1219	25
1152	59
860	18
839	18
845	20
034	10

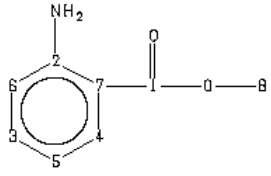
Antranilato de metilo (Methyl anthranilate)



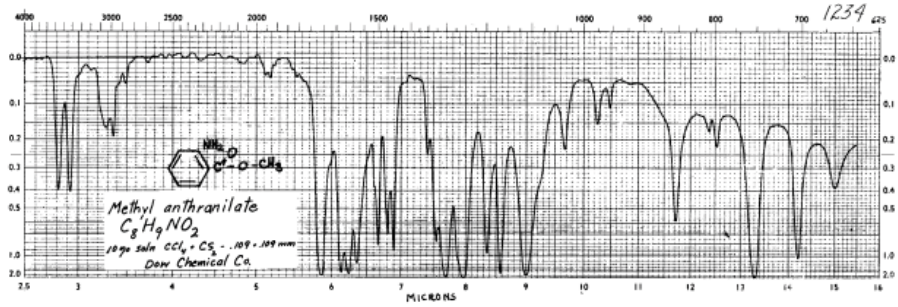
Fórmula: $C_8H_9NO_2$; **Masa molar:** 151.1626 g/mol; **Temperatura de fusión:** 24 ºC; **Temperatura de ebullición:** 256 ºC; **Otros nombres:** Benzoic acid, 2-amino-, methyl ester; Anthranilic acid, methyl ester; o-Carbomethoxyaniline; Methyl o-aminobenzoate; Methyl 2-aminobenzoate; 2-(Methoxycarbonyl)aniline; 2-Aminobenzoic acid methyl ester; o-Aminobenzoic acid, methyl ester; Nevoli oil; 2-Carbomethoxyaniline; Methylester kyseliny anthranilove; Neroli oil, artifical; Methyl ester of o-Aminobenzoic acid; Neroli oil, artificial; o-Amino methyl benzoate; NSC 3109; Methyl anthranylate

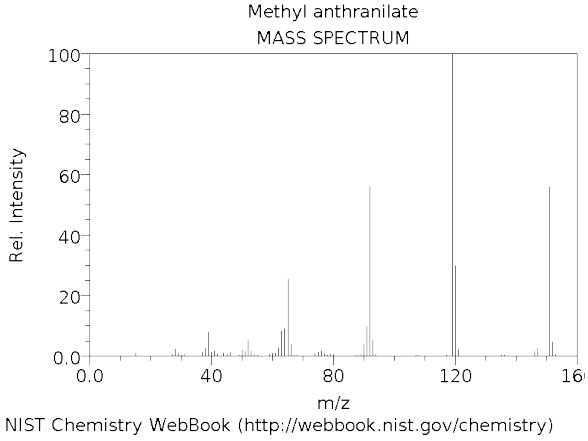
^{13}C INMR: in $CDCl_3$

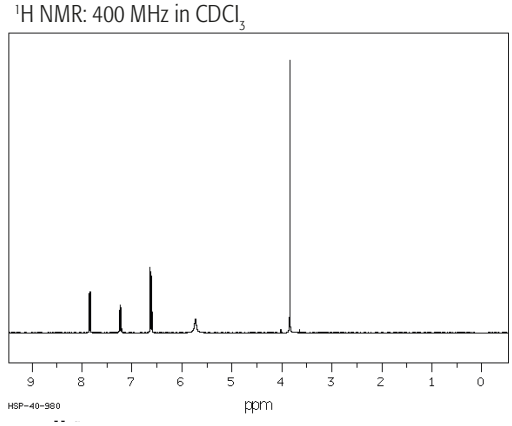




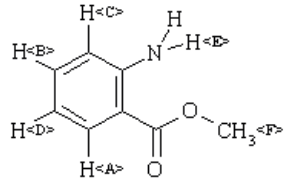
Assign.	Shift (ppm)
1	168.60
2	150.63
3	134.10
4	131.27
5*	116.71
6*	116.20
7	110.72
8	51.43



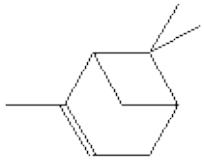




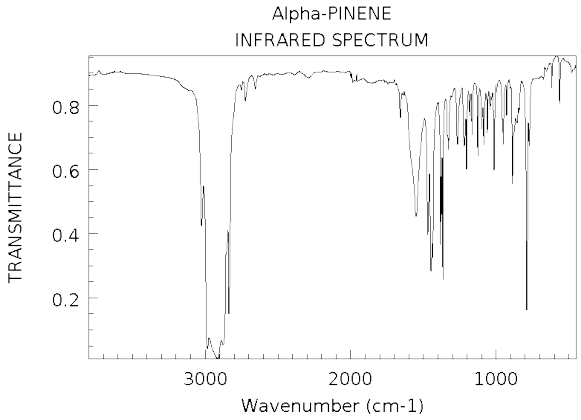
Assign.	Shift (ppm)
A	7.839
B	7.229
C	6.63
D	6.61
E	5.73
F	3.834



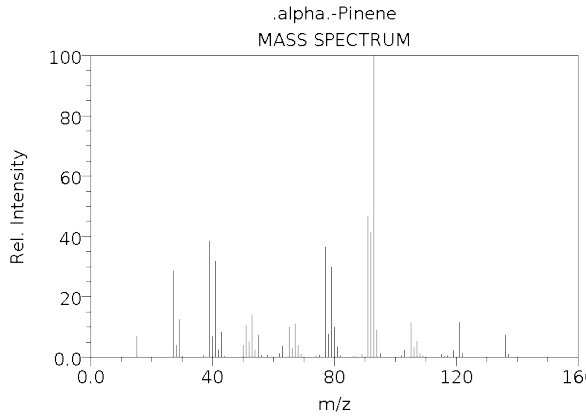
Pineno (alpha-Pineno)



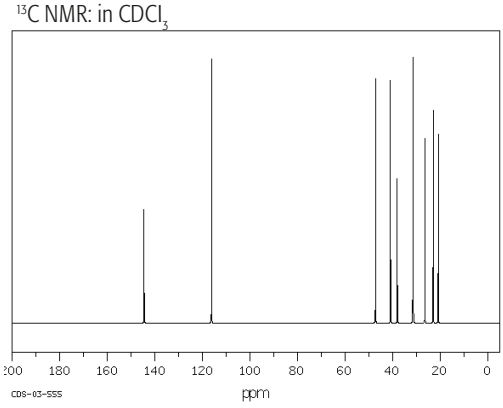
Fórmula: $C_{10}H_{16}$; **Densidad:** 0.86 g/mL (15 ºC); **Masa molar:** 136.2340 g/mol; **Temperatura de fusión:** -62 a -55 ºC; **Temperatura de ebullición:** 155-156 ºC; **Solubilidad en agua:** Insoluble; Esteroisómeros: **(1S)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene, (1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene; Otros nombres;** Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-; 2-Pinene; 2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene; Pinene, α; 2,6,6-Trimethylbicyclo(3.1.1)-2-hept-2-ene; 2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]-2-heptene; Acintene A; 4,6,6-Trimethylbicyklo(3,1,1)hept-3-en; UN 2368; alpha-Pinene; PC 500; Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (.+/-.)-; Sylvapine A; (.+/-.)-α-Pinene; NSC 7727; Pinene; 2,6,6-trimethylbicyclo[3,1,1]-heptene (α-pinene); 2,6,6-trimethylbicyclo-[3,1,1]-2-heptene (α-pinene); pin-2(3)-ene

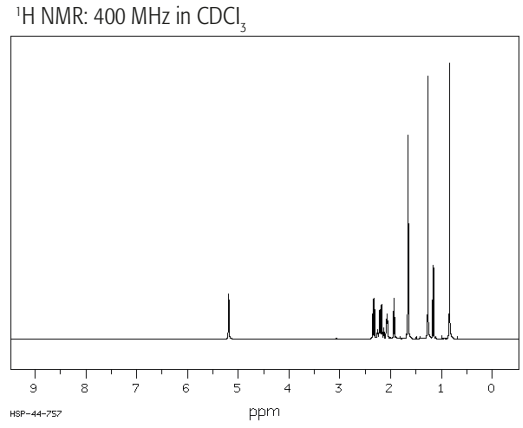


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
SOLUTION (10% CCl4 FOR 3800-1330, 10% CS2 FOR 1330-450 CM^{-1})

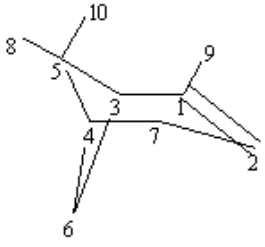


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

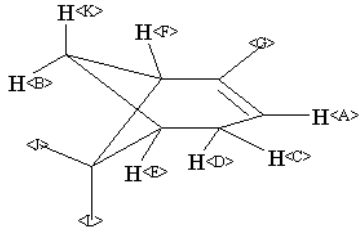


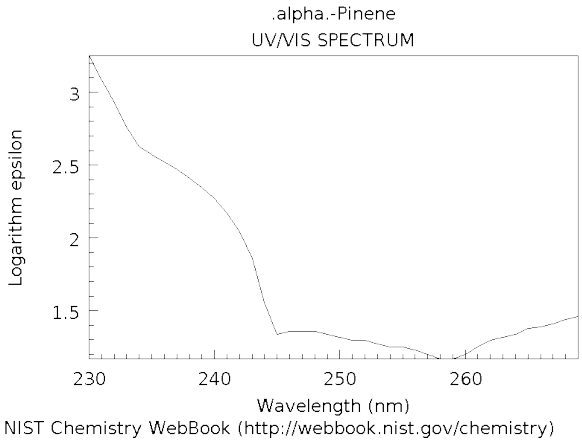


Assign.	Shift (ppm)
1	144.51
2	116.14
3	47.24
4	40.92
5	38.05
6	31.53
7	31.35
8	26.43
9	22.97
10	20.84



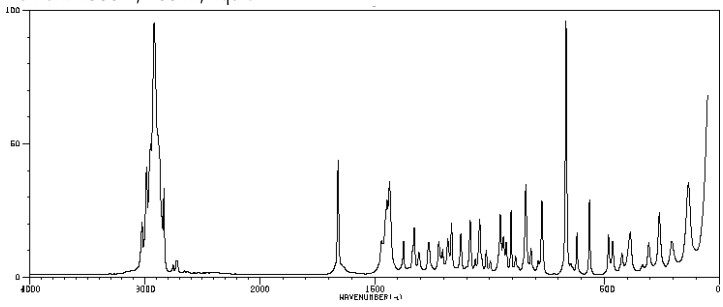
Assign.	Shift (ppm)
A	5.184
B	2.332
C*1	2.22
D*1	2.17
E	2.067
F	1.931
G	1.654
J	1.264
K	1.157
L	0.838





NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

Raman: 4880 A, 200 M, liquid

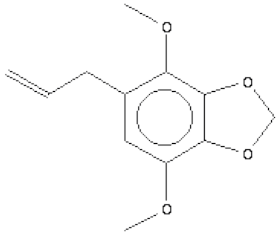


(1S)-(-)-2-PINENE

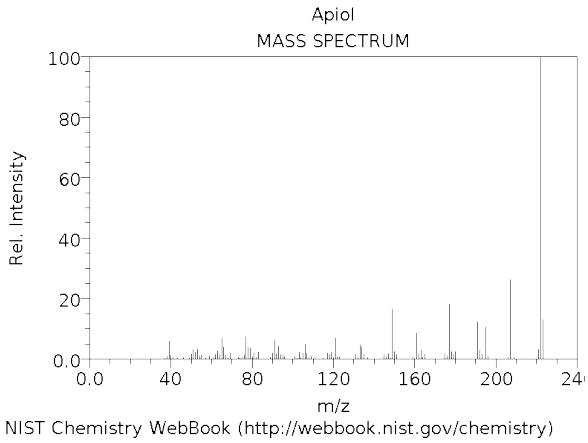
SDBSNO = 2898 $C_{10}H_{16}$ RM-01-00610 : 4880A.200M.LIQUID

3028	20	1257	12	841	15	465	13
2988	41	1223	13	829	13	388	16
2953	49	1206	10	807	24	308	12
2923	94	1183	14	844	34	262	23
2836	33	1157	20	821	10	207	13
1661	43	1127	16	773	28	136	36
1448	28	1086	21	668	95		
1437	35	1045	21	620	16		
1376	13	1016	10	586	28		
1330	18	966	29	483	16		

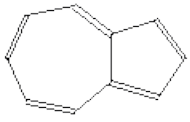
Apiol (Apiol)



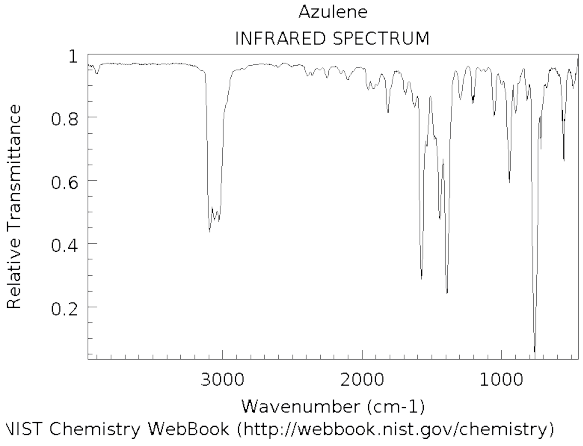
Fórmula: $C_{12}H_{14}O_4$; **Densidad:** 1.151 g/mL; **Masa molar:** 222.2372 g/mol; **Temperatura de fusión:** 29-30 ºC; **Temperatura de ebullición:** 294 ºC; **Otros nombres:** 1,3-Benzodioxole, 4,7-dimethoxy-5-(2-propenyl)-; Benzene, 1-allyl-2,5-dimethoxy-3,4-(methylenedioxy)-; Apiole; Apioline; Parsley apiole; Parsley camphor; 1-Allyl-2,5-dimethoxy-3,4-(methylenedioxy) benzene; 4,7-Dimethoxy-5-(2-propenyl)-1,3-benzodioxole; 1,3-Benzodioxole, 4,7-dimethoxy-5-(2-propen-1-yl)-; NSC 9070; 5-allyl-4,7-dimethoxy-1,3-benzodioxole

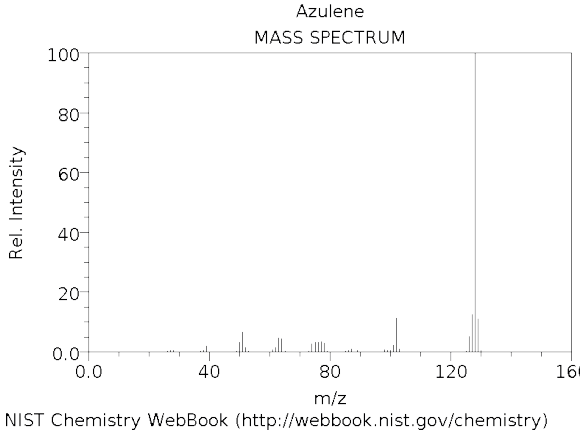


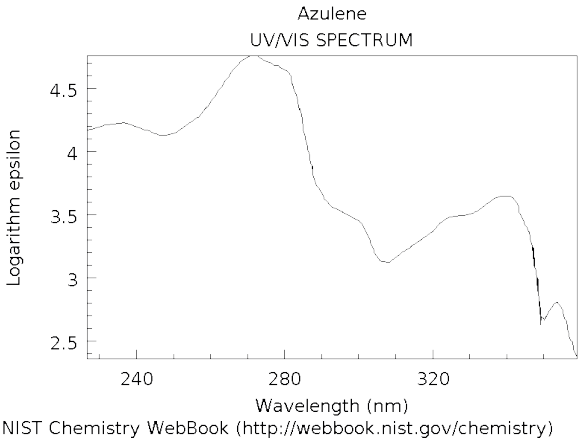
Azuleno (Azulene)



Fórmula: $C_{10}H_8$; **Masa molar:** 128.1705 g/mol; **Temperatura de fusión:** 99-100 ºC; **Temperatura de ebullición:** 242 ºC; **Solubilidad en agua:** 0.02 g/L; **Otros nombres:** Bicyclo[5.3.0]decapentaene; Cyclopentacycloheptene; Azunamic; Bicyclo(5.3.0)-1,3,5,7,9-decapentaene; Bicyclo(0.3.5)deca-1,3,5,7,9-pentaene; BICYCLO(5.3.0)-DECA-2,4,6,8,10-PENTAENE; Azusalen [as sodium sulfonate]

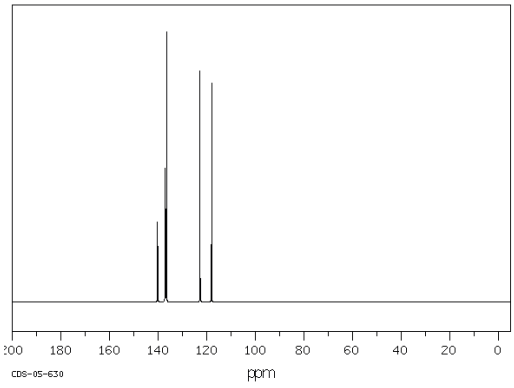




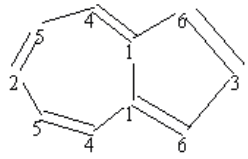


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

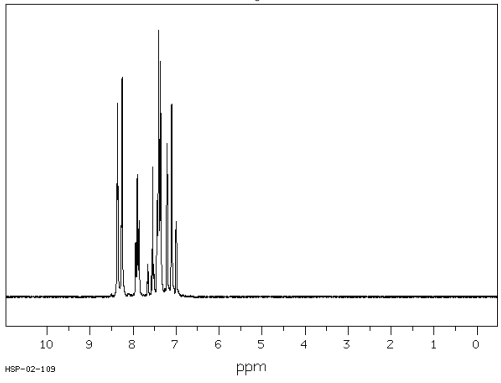
^{13}C NMR: in $CDCl_3$

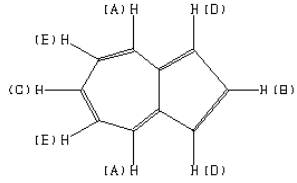


Assign.	Shift (ppm)
1	140.21
2	137.18
3	136.98
4	136.56
5	122.74
6	118.00



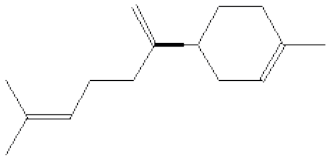
^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6



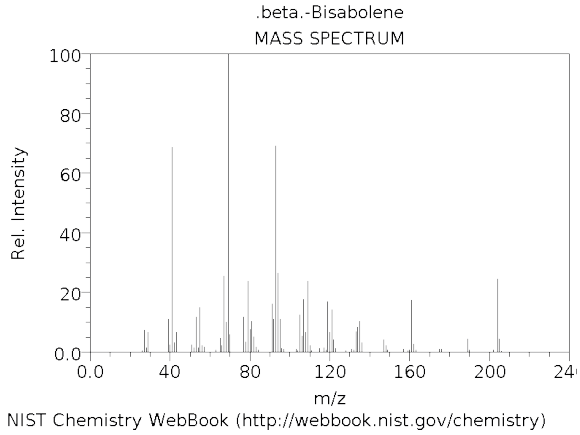


Assign.	Shift (ppm)
A	8.31
B	7.90
C	7.52
D	7.38
E	7.12

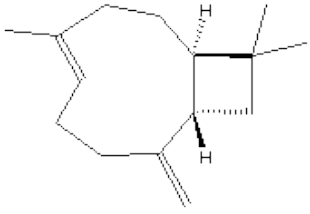
Bisaboleno (β-Bisabolene)



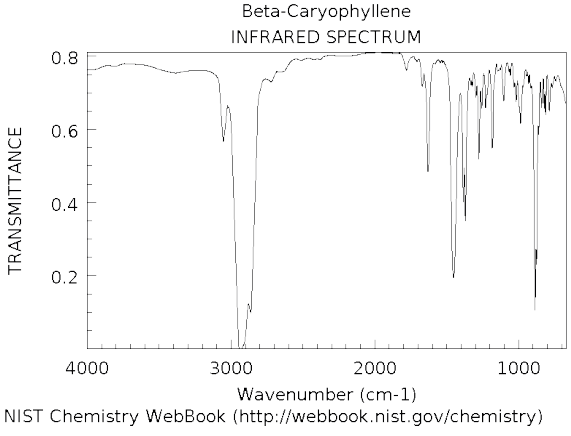
Fórmula: $C_{15}H_{24}$; **Masa molar:** 204.3511 g/mol; **Otros nombres:** Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-, (S)-; 1,5-Heptadiene, 6-methyl-2-(4-methyl-3-cyclohexen-1-yl)-, (S)-(-)-; l-β-Bisabolene; (+,-)-β-Bisabolene; 1-Methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-1-cyclohexene-, (4S)-; beta-Bisabolene; (-)-β-bisabolene; 1-Methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-(S)-cyclohexene; Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexen-1-yl)-, (4S)-

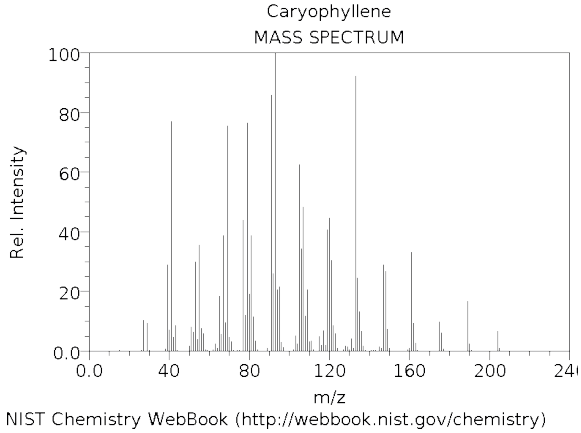


Cariofileno (Caryophyllene)

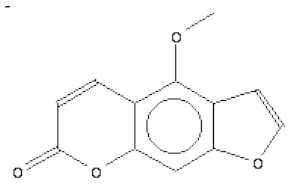


Fórmula: $C_{15}H_{24}$; **Densidad:** 0.9052 g/mL; **Masa molar:** 204.3511 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 262-264 ºC (14 mmHg); **Otros nombres:** Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4E,9S*)]-; Bicyclo[7.2.0] undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, (E)-(1R,9S)-(-)-; β-Caryophyllen; β-Caryophyllene; trans-Caryophyllene; L-Caryophyllene; Bicyclo(7.2.0)undec-4-ene, 8-methylene-4,11,11-trimethyl-, (E)-(1R,9S)-(-)-; 8-Methylene-4,11,11-(trimethyl)bicyclo(7.2.0)undec-4-ene, (1R,4E,9S)-; beta-Caryophyllene; β-(E)-Caryophyllene; β-trans-Caryophyllene; Caryophyllene, (E); E-β-Caryophyllene; (E)-Caryophyllene; trans-β-Caryophyllene; (-)-(E)-Caryophyllene; Caryophyllene B; NSC 11906; t-β-Caryophyllene; β-Caryophillene; 4,11,11-Trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-4-ene; bicyclo[7.2.0] undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-[1R-(4E,9S)]; β-cariofillene; β-caryophellene; (E)–β-Caryophylene

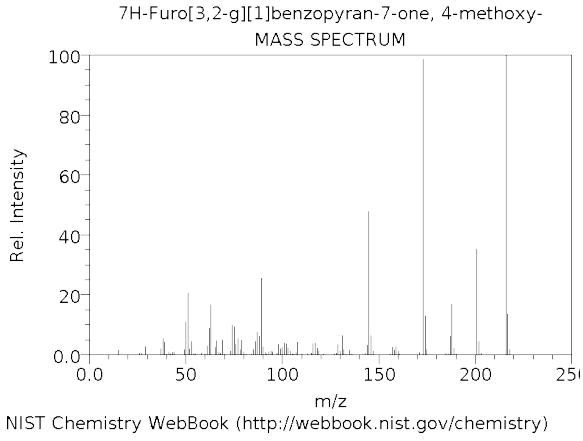


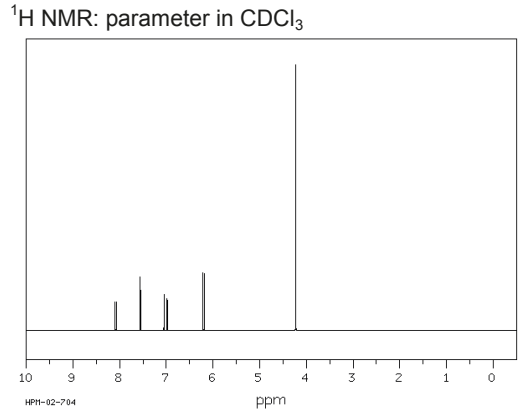


Bergapteno (7H-Furo[3,2-g][1]benzopyran-7-one, 4-methoxy-)

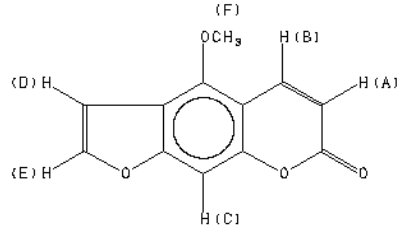


Fórmula: $C_{12}H_8O_4$; **Masa molar:** 216.1894 g/mol; **Temperatura de fusión:** 188 ºC; **Otros nombres:** Bergapten; 5-Methoxypsoralen; Bergaptan; Bergaptene; Heraclin; Majudin; 6-Hydroxy-4-methoxy-5-benzofuranacrylic acid, γ-lactone; 5-Methoxy-6,7-furanocoumarin; 4-Methoxy-7H-furo(3,2-g)(1)benzopyran-7-one; Psoraderm; 4-Methoxy-7H-furo[3,2-g] chromen-7-one; Geralen; 5-MOP; NSC 95437

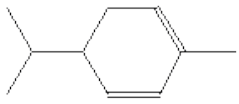




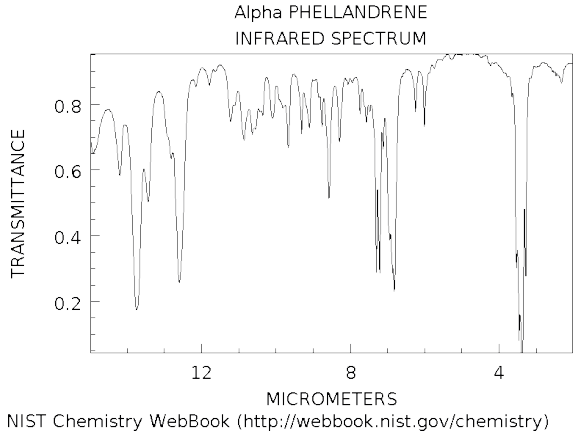
Paramete	Shift (ppm)
D(A)	6.20
D(B)	8.08
D(C)	7.05
D(D)	7.56
D(E)	6.98
J(A,B)	9.8
J(A,C)	0.
J(A,D)	0.
J(A,E)	0.
J(B,C)	0.6
J(B,D)	0.
J(B,E)	0.
J(C,D)	0.
J(C,E)	1.0
J(D,E)	2.3
D(F)	4.23



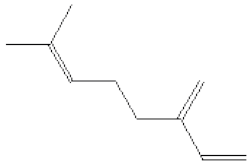
Felandreno (alpha-Phellandrene)



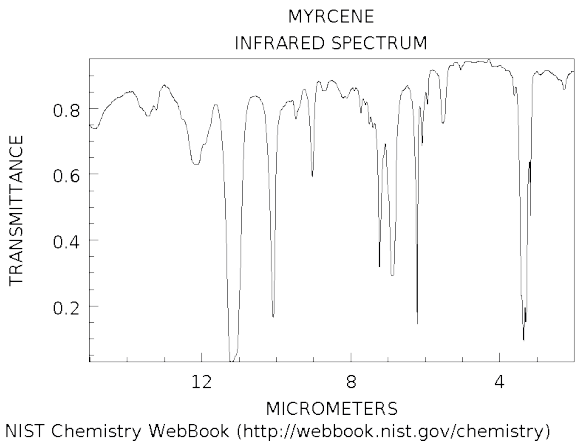
Fórmula: $C_{10}H_{16}$; **Densidad:** 0.846 g/mL; Masa molar: 136.2340 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 171-172 ºC; **Solubilidad en agua:** Insoluble; **Otros nombres:** 1,3-Cyclohexadiene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-; α-Fellandrene; p-Mentha-1,5-diene; 5-Isopropyl-2-methyl-1,3-cyclohexadiene; 2-methyl-5-(1-methylethyl)-1,3-cyclohexadiene; 4-Isopropyl-1-methyl-1,5-cyclohexadiene; 2-Methyl-5-isopropyl-1,3-cyclohexadiene; alpha-Phellandrene; 5-Isopropyl-2-methyl-cyclohexa-1,3-diene; Menthadiene; L-Phellandrene; 5-isopropyl-2-methylcyclohexa-1,3-diene (α-phellandrene); α-Phellanderene

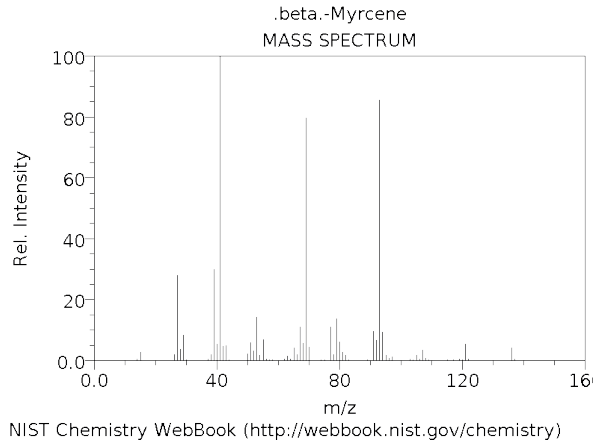


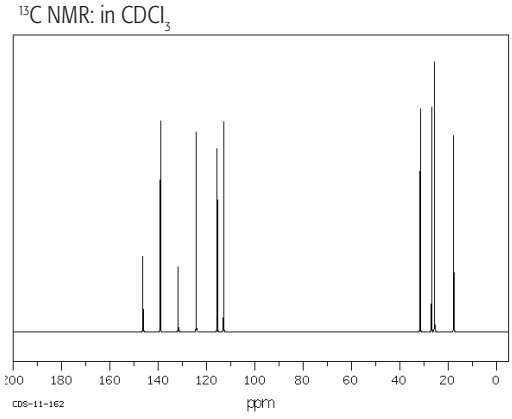
Mirceno (Myrcene)

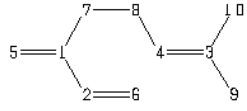


Fórmula: $C_{10}H_{16}$; **Masa molar:** 136.2340 g/mol; **Otros nombres:** 1,6-Octadiene, 7-methyl-3-methylene-; Myrcene; 7-Methyl-3-methylene-1,6-octadiene; 7-Methyl-3-methyleneoctadiene-(1,6); 2-Methyl-6-methylene-2,7-octadiene; 3-Methylene-7-methyl-1,6-octadiene; β-Geraniolene; 7-Methyl-3-methyleneocta-1,6-diene; beta-Myrcene; Myrcene, β-; NSC 406264; b-myrcene; β-mircene; 7-methyl-3-methylene-1,6-octadiene (myrcene); 7-methyl-3-methylene-1,6-octadiene (β-myrcene)



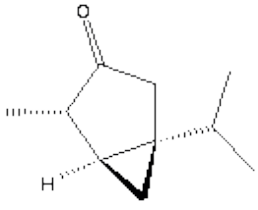




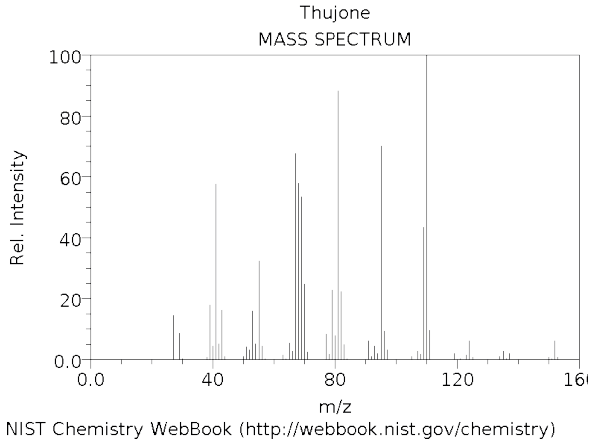


Assign.	Shift (ppm)
1	146.28
2	139.10
3	131.69
4	124.27
5*	115.55
6*	112.96
7	37.59
8	26.89
9	25.67
10	17.69

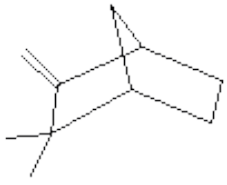
Tujona (alpha-Thujone)



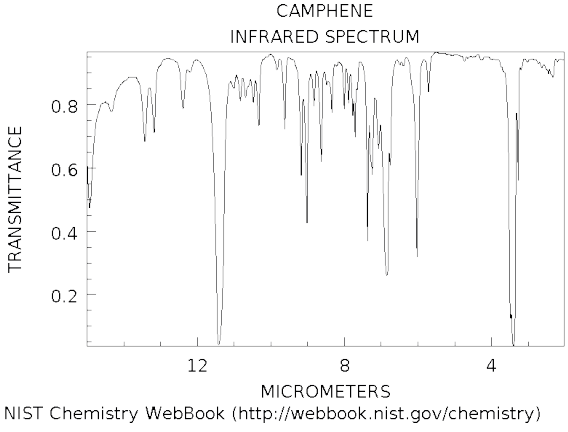
Fórmula: $C_{10}H_{16}O$; **Densidad:** 0.92 g/mL (beta-thujone); **Masa molar:** 152.2334 g/mol
Temperatura de ebullición: 201 ºC (beta-thujone); **Otros nombres:** Bicyclo[3.1.0]hexan-3-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, [1S-(1α,4α,5α)]-; α-Thujone; Thujone, cis; 3-Thujanone, (1S,4R,5R)-(-)-; Thujon; 3-Thujanone, (-)-; l-Thujone; 4-Methyl-1-(1-methylethyl)bicyclo[3.1.0]hexan-3-one-, (1S,4R,5R)-; 3-Thujone; cis-Thujone; (Z)-Thujone; (-)-Thujone; Bicyclo(3.1.0)hexan-3-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (1S,4R,5R)-; NSC 93742; 1-isopropyl-4-methylbicyclo[3.1.0]hexan-3-one

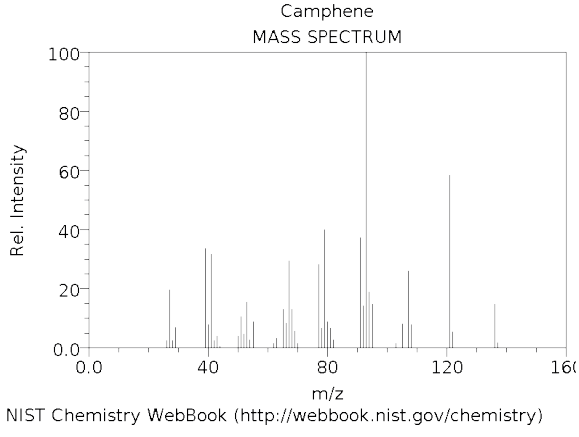


Canfeno (Camphene)

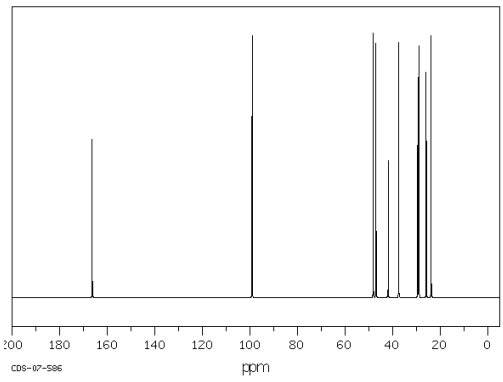


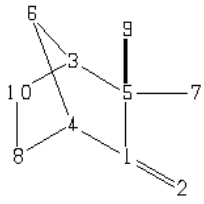
Fórmula: $C_{10}H_{16}$; **Densidad:** 0.842 g/mL; **Masa molar:** 136.2340 g/mol; **Temperatura de fusión:** 51-52 ºC; **Temperatura de ebullición:** 159 C; **Solubilidad en agua:** Insoluble; **Otros nombres:** Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene-; 2,2-Dimethyl-3-methylenebicyclo[2.2.1]heptane; 2,2-Dimethyl-3-methylenenorbornane; 3,3-Dimethyl-2-methylenenorbornane; 3,3-Dimethyl-2-methylenenorcamphane; NA 9011





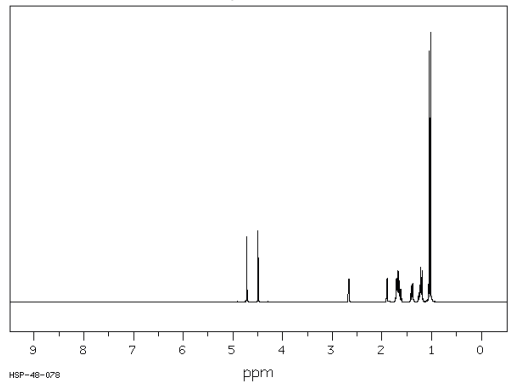
^{13}C NMR: in $CDCl_3$

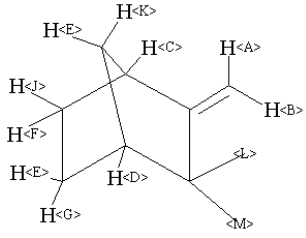




Assign.	Shift (ppm)
1	166.35
2	99.08
3	48.16
4	46.97
5	41.86
6	37.46
7	29.43
8	28.92
9	25.88
10	23.84

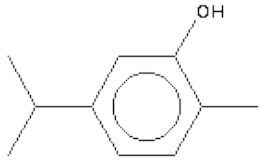
^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$



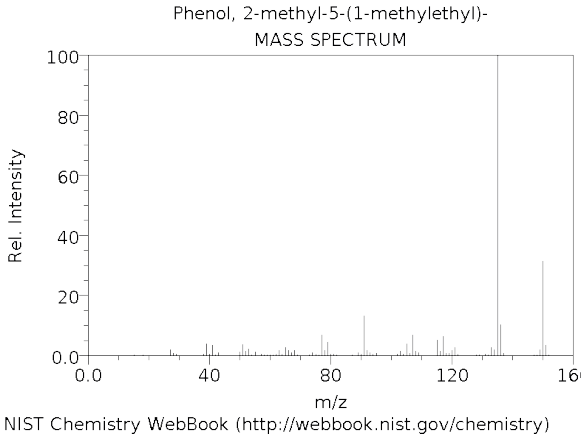


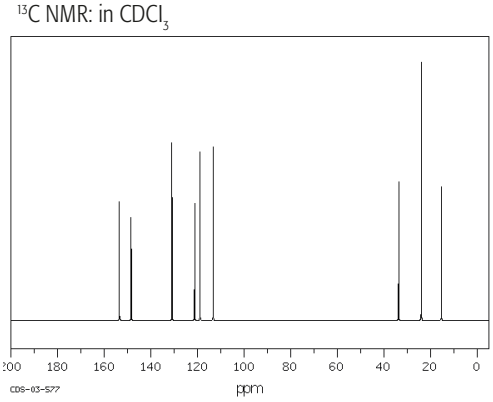
Assign.	Shift (ppm)
A*1	4.717
B*1	4.492
C	2.668
D	1.898
E*2	1.69
F*3	1.64
G*2	1.394
J*3	1.24
K	1.19
L*4	1.051
M*4	1.022

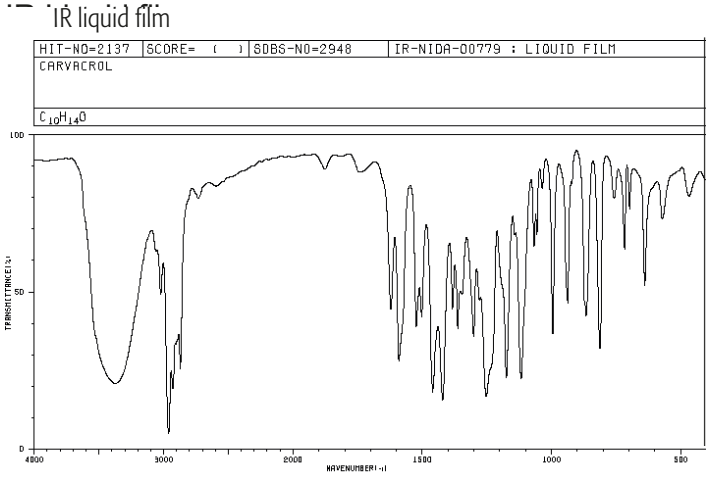
Carvacrol (Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl))

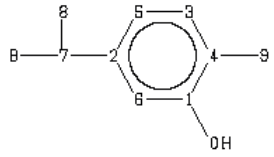


Fórmula: $C_{10}H_{14}O$; **Densidad:** 09772 g/mL (20 ºC); **Masa molar:** 150.2176 g/mol; **Temperatura de fusión:** 1 ºC; **Temperatura de ebullición:** 237.7 C; **Solubilidad en agua:** insoluble; Otros nombres: Carvacrol; p-Cymen-2-ol; Antioxine; Isothymol; Karvakrol; 2-Hydroxy-p-cymene; 2-Methyl-5-isopropylphenol; 5-Isopropyl-2-methylphenol; 2-Methyl-5-(1-methylethyl)phenol; o-Cresol, 5-isopropyl-; o-Thymol; p-Cymene, 2-hydroxy-; Isopropyl-o-cresol; Phenol, 5-isopropyl-2-methyl-; 1-Hydroxy-2-methyl-5-isopropylbenzene; 2-p-Cymenol; 5-Isopropyl-o-cresol; 3-Isopropyl-6-methylphenol; Phenol, 3-isopropyl-6-methyl-; Oxycymol; 6-methyl-3-isopropylphenol; NSC 6188



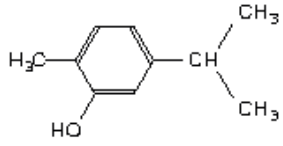




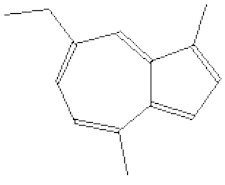


Assign.	Shift (ppm)
1	153.52
2	148.42
3	130.92
4	121.21
5	118.90
6	113.23
7	33.68
8	23.95
9	15.35

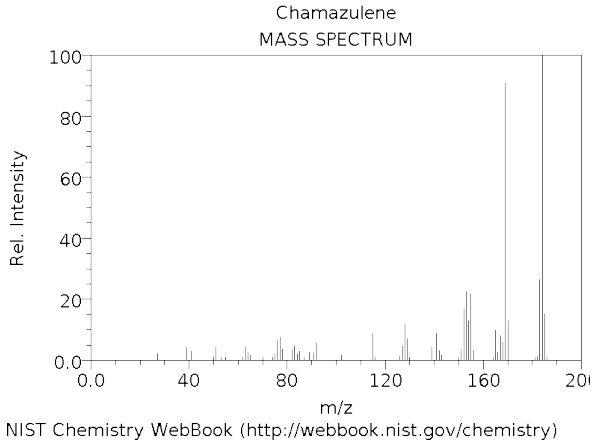
3377	20	2694	81	1383	43	1068	62	813	31
3367	20	1621	43	1363	37	1057	66	758	77
3023	47	1590	26	1347	47	1036	79	718	62
2961	4	1524	37	1302	34	996	36	698	74
2928	18	1502	41	1253	16	937	44	640	50
2871	24	1460	17	1175	21	872	44	571	70
2733	77	1422	16	1117	21	867	41	469	77



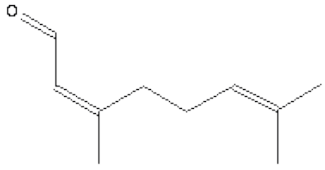
Camazuleno (Chamazulene)



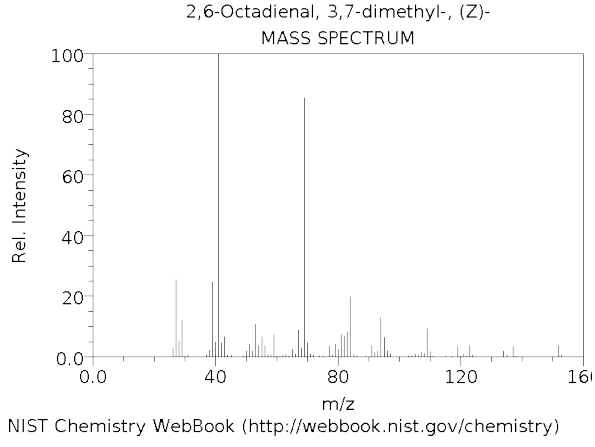
Fórmula: $C_{14}H_{16}$; **Densidad:** 0.9883 (20 ºC); **Masa molar:** 184.2768 g/mol; **Otros nombres:** Azulene, 7-ethyl-1,4-dimethyl-; Ba 2784; Camazulene; Chamazulen; Dimethulene; 1,4-Dimethyl-7-ethylazulene; 7-Ethyl-1,4-dimethylazulene; Azulene, 1,4-dimethyl-7-ethyl-; Dimethulen



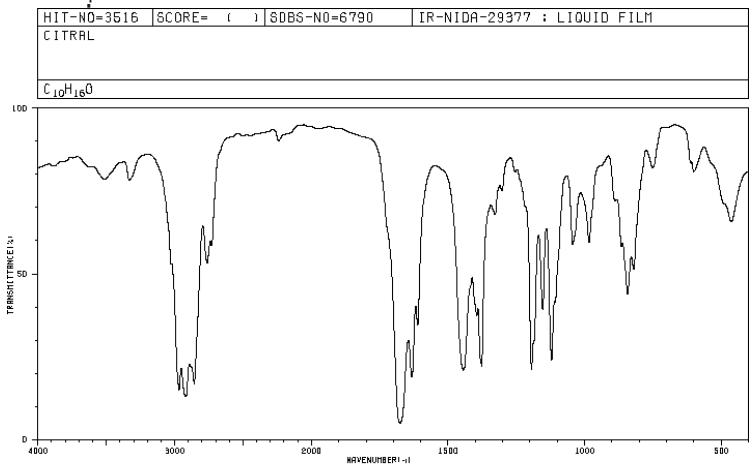
Citral (2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-,(Z)-)



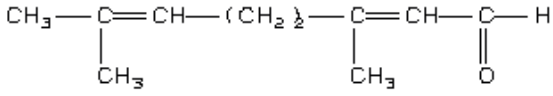
Fórmula: $C_{10}H_{16}O$; **Densidad:** 0.893 g/mL; **Masa molar:** 152.2334 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 229 ºC; **Otros nombres** β-Citral; cis-Citral; cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal; beta-Citral; Neral; Z-Citral; (Z)-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal; Citral B; (2Z)-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal; 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (2Z)-; (Z)-Neral; Neroli aldehyde; Z-Citral (neral); (Z)-3,7-dimethylocta-2,6-dienal



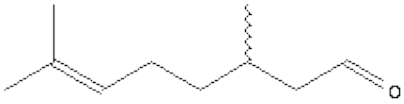
IR liquid film



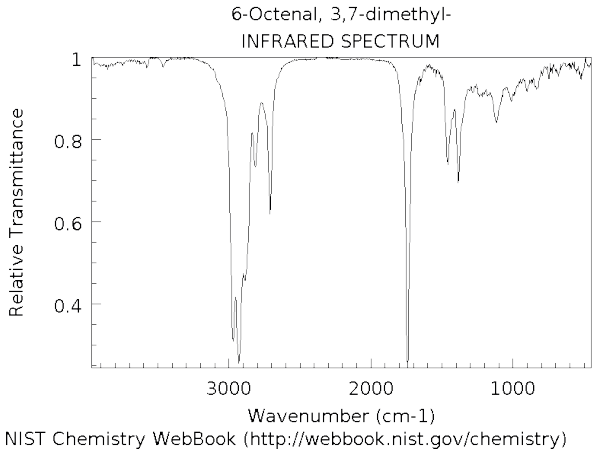
3614	74	1676	4	1303	72	984	67	464	62		
3332	74	1632	18	1195	20	866	55				
2969	14	1611	35	1188	27	843	42				
2917	12	1444	20	1164	37	821	49				
2857	16	1396	35	1122	23	751	79				
2763	50	1378	21	1108	39	608	79				
2730	67	1328	66	1046	67	601	77				

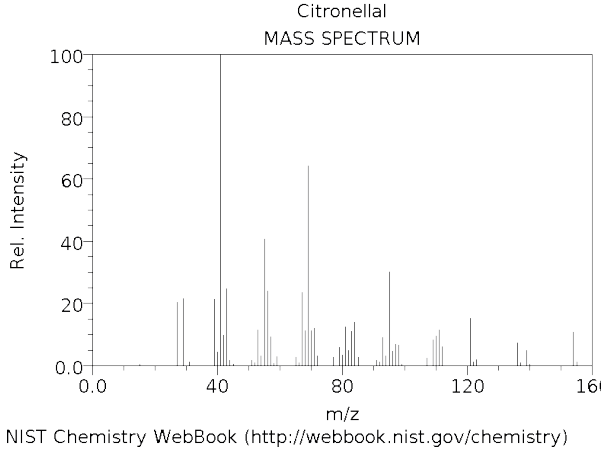


Citronelal (Citronellal)

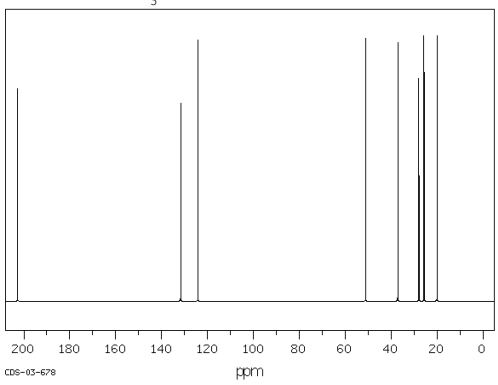


Fórmula: $C_{10}H_{18}O$; **Densidad:** 0.855 g/mL; **Masa molar:** 154.2493 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 201-207 ºC; **Otros nombres:** 6-Octenal, 3,7-dimethyl-; β–Citronellal; Rhodinal; 3,7-Dimethyl-6-octenal; Citronellel; 2,3-Dihydrocitral; NSC 46106; Citronella; Citronelal

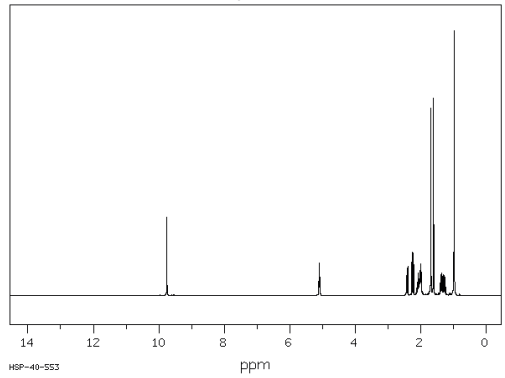


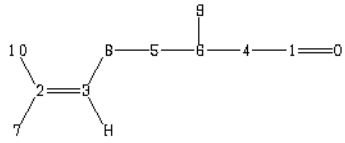


^{13}C NMR: in $CDCl_3$



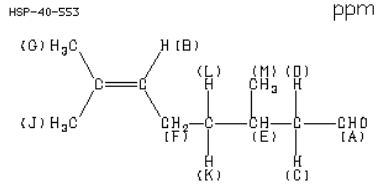
^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$



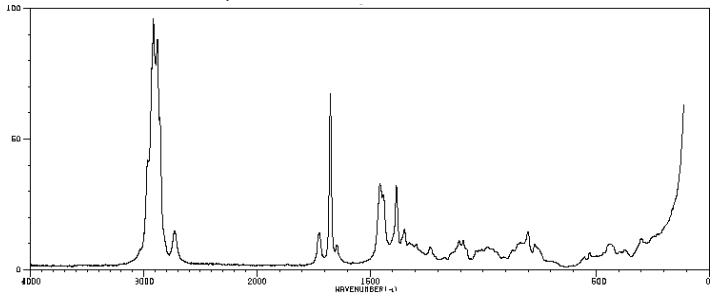


Assign.	Shift (ppm)
1	202.73
2	131.60
3	124.13
4	51.01
5	37.00
6	27.83
7*	25.70
8*	25.46
9	19.88

Assign.	Shift (ppm)
A	9.753
B	5.086
C*1	2.233
D*1	2.404
E	2.07
F	2.00
G	1.683
J	1.602
K*2	1.36
L*2	1.28
M	0.972



Raman: 4880 A, 200 M, liquid

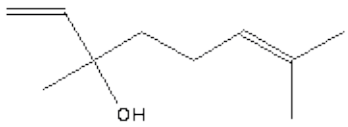


3.7-DIMETHYL-6-OCTENAL

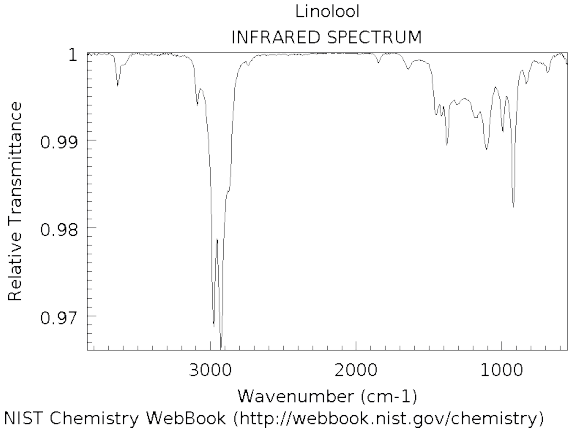
SDBSNO = 841 $C_{10}H_{18}O$ RM-01-01898 : 4880A.200M.LIQUID

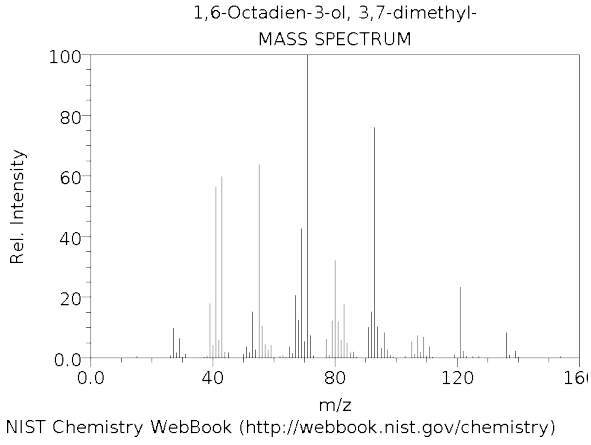
2917	96
2881	88
1726	14
1677	66
1458	33
1386	32
1350	15
1107	11
1090	11
803	14

D-linalol (Linalool)

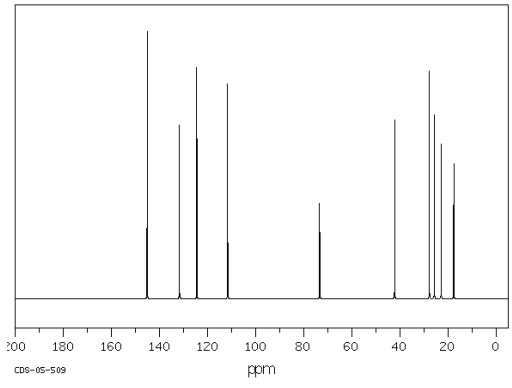


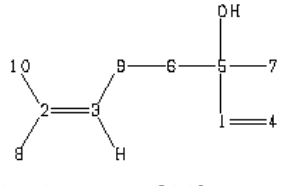
Fórmula: $C_{10}H_{18}O$; **Densidad:** 0.858 g/mL; **Masa molar:** 154.2493 g/mol; **Temperatura de fusión:** < -20 ºC; **Temperatura de ebullición:** 198-199 ºC; Solubilidad en agua: 1.589 g/L; **Otros nombres:** 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-; β–Linalool; Linalol; Linalyl alcohol; 2,6-Dimethyl-2,7-octadien-6-ol; allo-Ocimenol; 2,6-Dimethyl-2,7-octadiene-6-ol; 2,6-Dimethylocta-2,7-dien-6-ol; 3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol; 3,7-Dimethylocta-1,6-dien-3-ol; Linolool; Linanool; dl-3,7-Dimethyl-3-hydroxy-1,6-octadiene; Linalool ex bois de rose oil; Linalool ex ho oil; Linalool ex orange oil; Phantol; Linalool, β; (.+/-.)-Linalool; NSC 3789; beta-Linalool; 3,7-dimethyl-1,6-octandien-3-ol (linalool); 3,7-dimethylocta-1,6-dien-3-ol (linalool); 3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-ol (linalool); linalool B; 2,6-dimethyl-2,7-octadien-6-ol (linalool); p-Linalool; LINOLOOL (D); b-Linalool; Linaloyl oxide



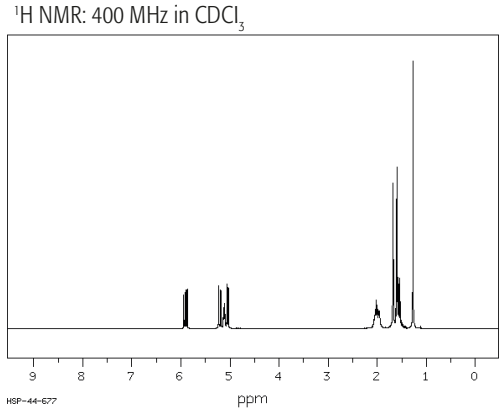


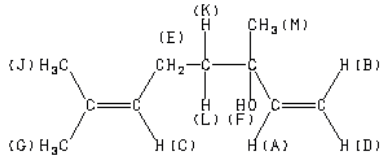
^{13}C NMR: in $CDCl_3$





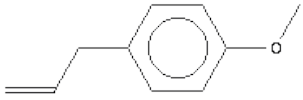
Assign.	Shift (ppm)
1	145.15
2	131.73
3	124.48
4	111.66
5	73.40
6	42.19
7	27.80
8	25.71
9	22.85
10	17.66



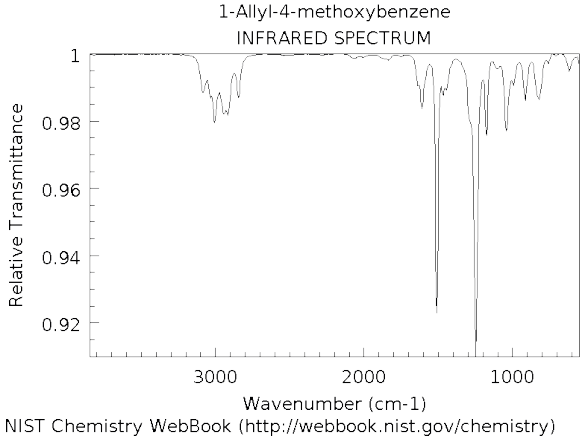


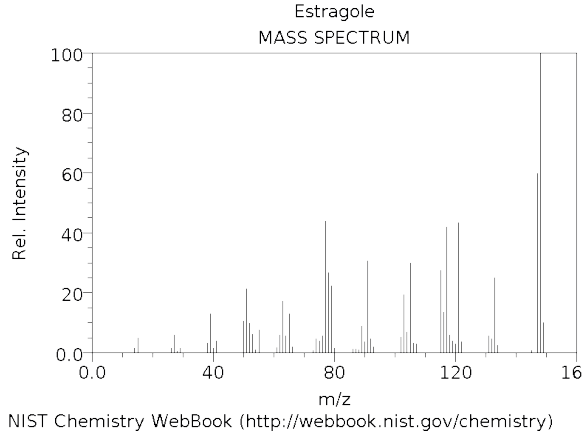
Assign.	Shift (ppm)
A	5.904
B	5.210
C	5.117
D	5.049
E	1.96
F	2.02
G	1.68
J	1.599
K*1	1.58
L*1	1.54
M	1.272

Estragol (Estragole)

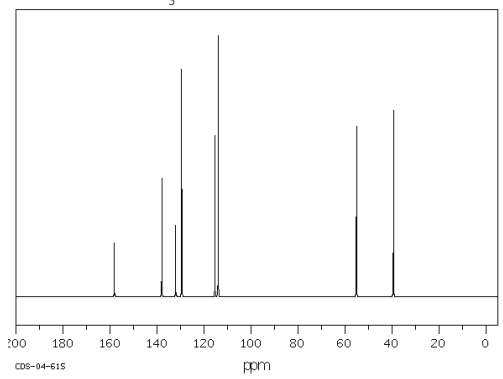


Fórmula: $C_{10}H_{12}O$; **Densidad:** 0.946 g/mL; **Masa molar:** 148.2017 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 216 C; **Otros nombres:** Tarragon; Anisole, p-allyl-; Chavicol, O-methyl-; p-Allylanisole; p-Methoxyallylbenzene; Chavicol methyl ether; Esdragol; Esdragole; Esdragon; Estragol; Isoanethole; Methyl chavicol; 1-Allyl-4-methoxybenzene; 3-(p-Methoxyphenyl) propene; 4-Allylanisole; 4-Allylmethoxybenzene; 4-Methoxyallylbenzene; 4-Allyl-1-methoxybenzene; p-Allylmethoxybenzene; 1-Methoxy-4-(2-propenyl)benzene; NCI-C60946; Chavicol, methyl-; Ether, p-allylphenyl methyl; p-Allylphenyl methyl ether; Chavicyl methyl ether; 1-methoxy-4-prop-2-enylbenzene; Benzene, 1-methoxy-4-(2-propenyl)-; Benzene, 1-methoxy, 4-prop-2-enyl; Methyl chavicole; para-Allylanisole; Benzene, 1-methoxy-4-(2-propen-1-yl)-; NSC 404113; Estragol (Methylchavicol); methyl chavicole (estragole); para-Allylanisole (estragole)

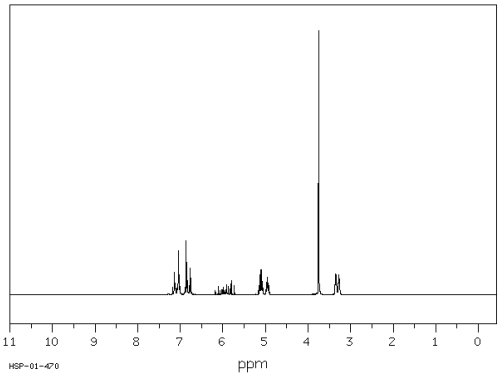


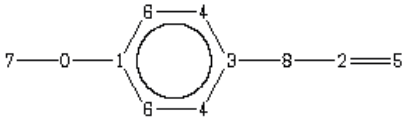


^{13}C NMR: in $CDCl_3$

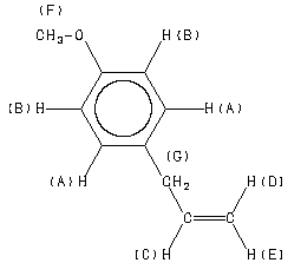


^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6



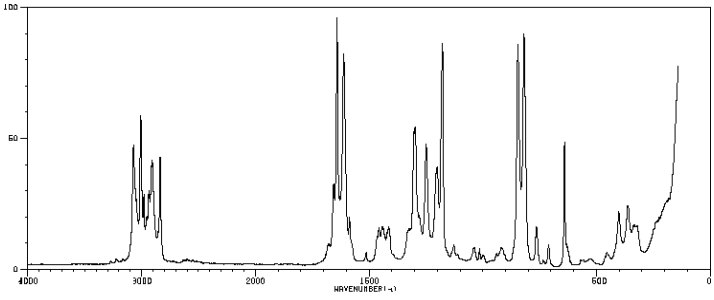


Assign.	Shift (ppm)
1	158.18
2	137.95
3	132.09
4	129.51
5	115.35
6	113.95
7	55.14
8	39.40



Assign.	Shift (ppm)
A	7.07
B	6.83
C	5.92
D	5.05
E	5.04
F	3.752
G	3.31

Raman: 4880 A, 200 M, liquid

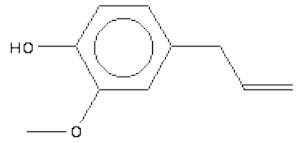


P-ALLYLANISOLE

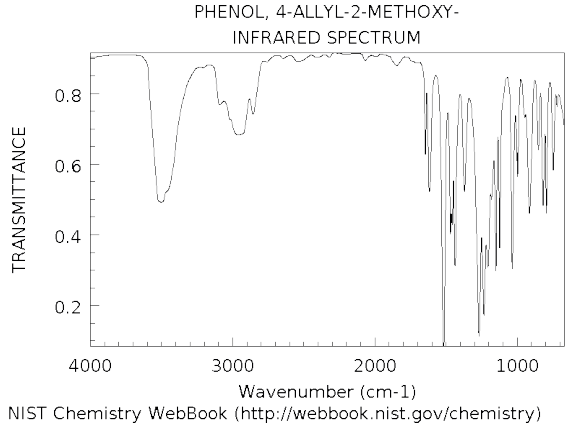
SDBSNO = 6693 $C_{10}H_{12}O$ RM-01-01639 : 4880A.200M.LIQUID

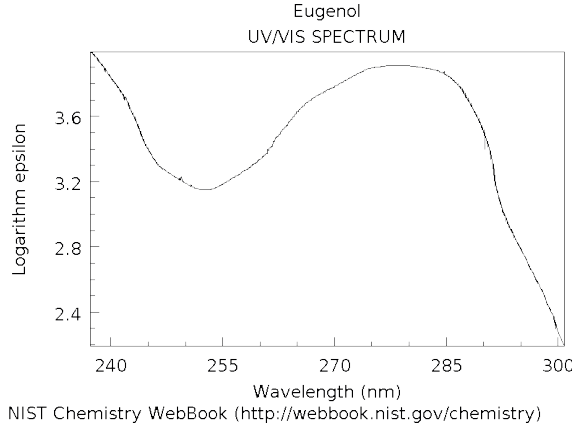
3072	46	1687	19	841	48
3008	58	1458	15	403	21
2980	28	1415	16	563	24
2956	20	1289	54		
2937	30	1250	47		
2911	41	1203	38		
2837	42	1178	85		
1657	32	847	85		
1642	96	820	89		
1613	81	765	15		

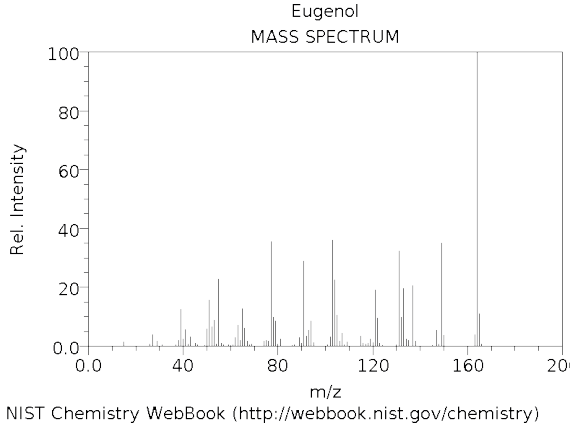
Eugenol (Eugenol)

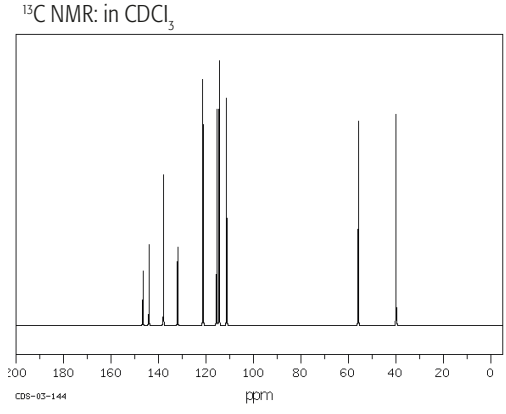


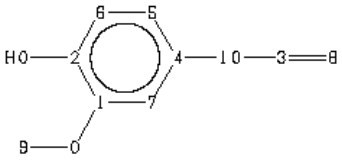
Fórmula: $C_{10}H_{12}O_2$; **Masa molar:** 164.2011 g/mol; Otros nombres Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-; Phenol, 4-allyl-2-methoxy-; p-Allylguaiacol; p-Eugenol; Caryophyllic acid; Engenol; Eugenic acid; 2-Methoxy-1-hydroxy-4-allylbenzene; 2-Methoxy-4-allylphenol; 4-Allyl-2-methoxyphenol; 4-Allylguaiacol; 4-Hydroxy-3-methoxyallylbenzene; NCI-C50453; 1-Hydroxy-2-methoxy-4-allylbenzene; 1-Hydroxy-2-methoxy-4-prop-2-enylbenzene; 2-Methoxy-4-(2-propenyl)phenol; 2-Methoxy-4-prop-2-enylphenol; 4-Allyl-1-hydroxy-2-methoxybenzene; 4-Allylcatechol-2-methyl ether; 1,3,4-Eugenol; FA 100; FEMA No. 2467; 2-Metoksy-4-allilofenol; 2-Hydroxy-5-allylanisole; Allylguaiacol; 4-(2-Propenyl)-2-methoxyphenol; NSC 209525; Phenol, 2-methoxy-4-(2-propen-1-yl)-; 4-allyl-2-methoxyphenol (eugenol); 4-(2-Propenyl)-2-methoxyphenol (eugenol); 4-Allyl-2-rnethoxyphenol (eugenol); Eugenol (2-Methoxy-4-(2-propenyl)phenol)





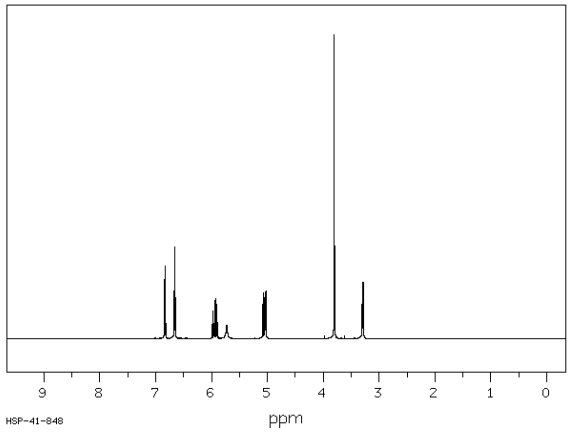




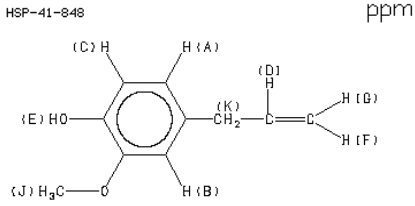


Assign.	Shift (ppm
1	146.60
2	144.03
3	137.91
4	131.94
5	121.26
6*	115.49
7*	114.46
8*	111.28
9	55.84
10	39.92

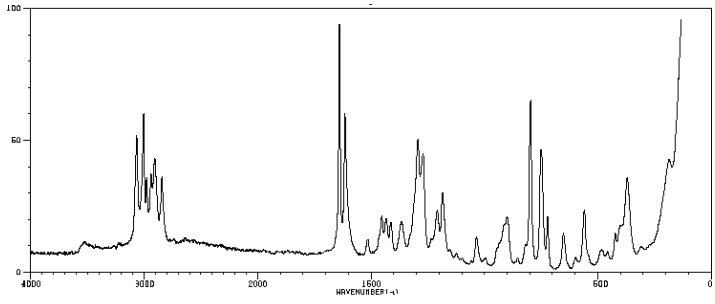
^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$



Assign.	Shift (ppm)
A	6.832
B	6.66
C	6.65
D	5.933
E	5.73
F	5.058
G	5.039
J	3.801
K	3.291



Raman: 4880 A, 200 M, liquid

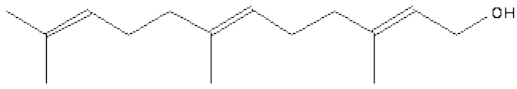


EUGENOL

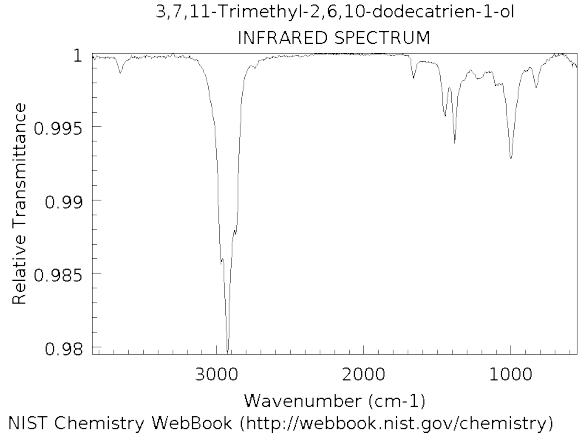
SDBSNO = 91 $C_{10}H_{12}O_2$ RM-01-01778 : 4880A.200M.LIQUID

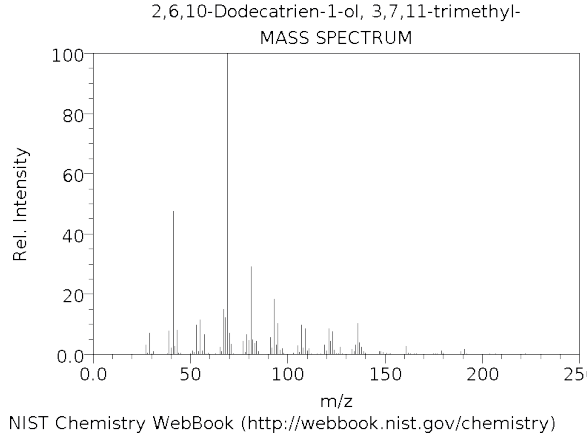
3068	61	1415	18	722	20
3006	69	1367	19	663	14
2979	35	1295	50	561	23
2941	37	1273	44	425	14
2845	35	1210	23	371	35
1641	93	1186	29		
1616	60	1097	13		
1517	12	902	21		
1464	21	799	64		
1436	20	751	46		

Farnesol (2,6,10-Dodecatrien-1-ol,3,7,11-trimethyl-)

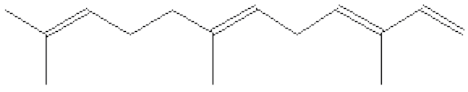


Fórmula: $C_{15}H_{26}O$; **Densidad:** 0.887 g/mL; **Masa molar:** 222.3663 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 283-284 ºC (760 mmHg); **Otros nombres:** Farnesol; Farnesyl alcohol; 3,7,11-Trimethyl-2,6,10-dodecatrien-1-ol; 3,7,11-Trimethyl-2,6,10-dodecatrienol; Stirrup-A/WF; Stirrup-CRW; Stirrup-H; Stirrup-HB; Stirrup-TPW; 3,7,11,-Trimethyldodeca-2,6,10-trien-1-ol; FCI 119a; NSC 60597; α-farnesol; 3,7,11-Trimethyl-2,6,10-dodecatrien-1-ol (farnesol); Trimethyl-2,6,10-dodecatriene-1-ol; (2E,6E)-3,7,11-Trimethyl-2,6,10-dodecatrien-1-ol

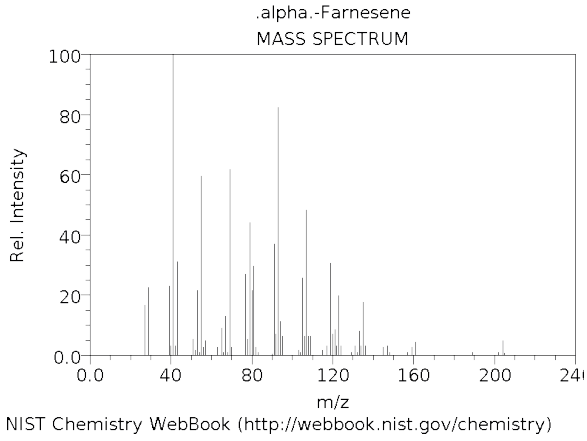




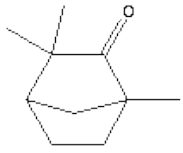
Farneseno (Farnesene)



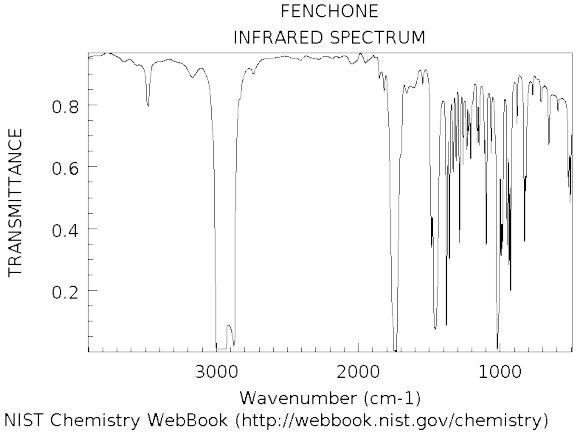
Fórmula: $C_{15}H_{24}$; **Densidad:** 0.813 g/mL; **Masa molar:** 204.3511 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 125 C (12 mmHg); **Otros nombres:** 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-; Farnesene; 2,6,10-Trimethyl-2,6,9,11-dodecatetraene, trans-; 3,7,11-Trimethyl-1,3,6,10-dodecatetraene, (trans,trans)-; (3E,6E)-3,7,11-Trimethyldodeca-1,3,6,10-tetraene; α-E,E-Farnesene; α-Farnesene, (E,E)-; α-trans-Farnesene; α-trans,trans-Farnesene; (3E,6E)- α-Farnesene; (E,E)-α-Farnesene; alpha-Farnesene; trans-α-Farnesene; trans,trans-α-Farnesene; 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (3E,6E)-; trans-2,6,10-Trimethyl-2,6,9,11-dodecatetraene; trans-3,7,11-Trimethyl-1,3,6,10-dodecatetraene; (E,E)-Farnesene; E, α-Farnesene; (E; E)-α-farnesene; α-Farnesene, (Z,E)-; E,E-α, α-farnesene; (E)-3, (E)-6-α-farnesene; (E,E)-α-Fernesene; α-farnesene (E); 2,6,10-trimethyldodeca-2,6,9,11-tetraene

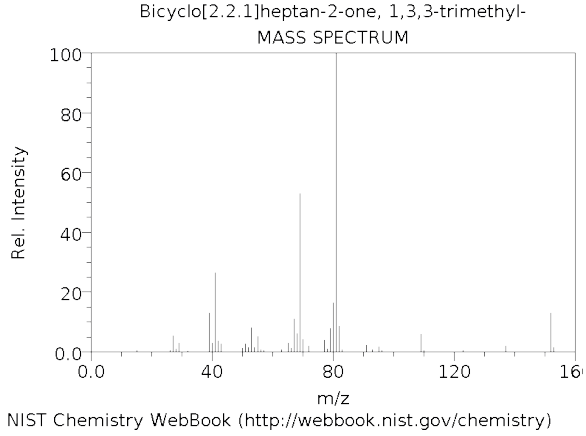


Fencona (Fenchone)

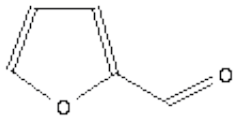


Fórmula: $C_{10}H_{16}O$; T **Densidad:** 0.948 g/mL; **Masa molecular:** 152.2334 g/mol; **Temperatura de fusión:** 6.1 ºC; **Temperatura de ebullición:** 193.3 ºC; **Otros nombres:** Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,3,3-trimethyl-; 2-Norbornanone, 1,3,3-trimethyl-; 1,3,3-Trimethyl-2-norbornanone; 1,3,3-Trimethylbicyclo[2.2.1]heptan-2-one; 1,3,3-Trimethylnorcamphor; Bicyclo[2.2.1]heptane-2-one,1,3,3-trimethyl; Fenchon; 1,3,3-Trimethyl-2-norcamphanone; dl-Fenchone; NSC 122687; (.+/-.)-Fenchone; NSC 8896; 3,3-dimethyl-8,9-dinorbornan-2-one

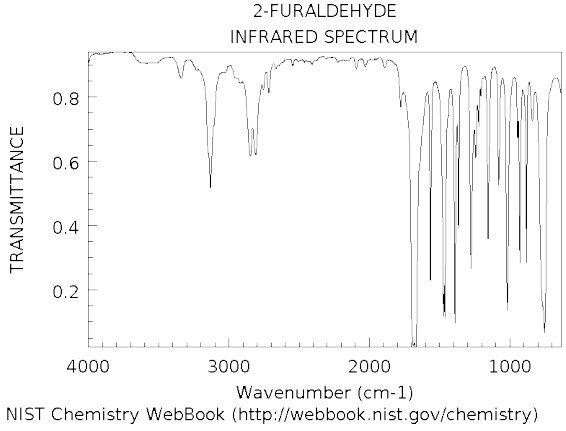




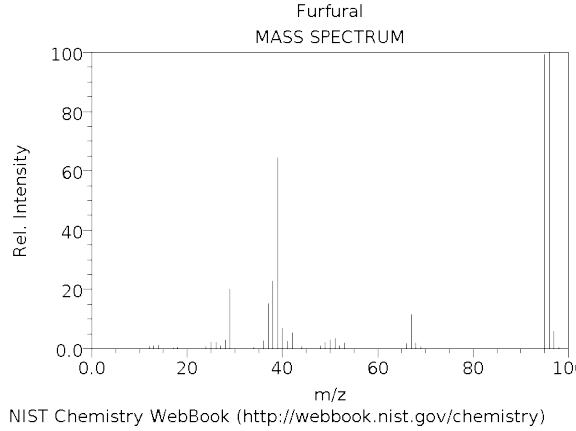
Furfural (Furfural)



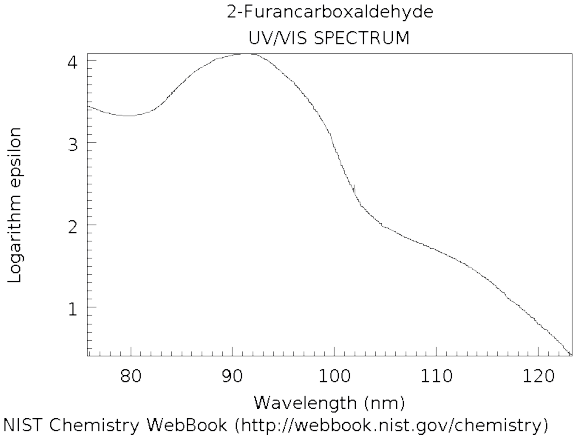
Fórmula: $C_5H_4O_2$; **Densidad:** 1.16 g/mL (20 ºC); **Masa molar:** 96.0841 g/mol; **Temperatura de fusión:** -37 ºC; **Temperatura de ebullición:** 162 ºC; **Solubilidad en agua:** 83 g/L; **Otros nombres** 2-Furancarboxaldehyde; 2-Furaldehyde; α-Furole; Artificial ant oil; Fural; Furaldehyde; Furale; Furancarbonal; Furfuraldehyde; Furfurole; Furfurylaldehyde; Furole; Pyromucic aldehyde; 2-Formylfuran; 2-Furanaldehyde; 2-Furancarbonal; 2-Furfural; 2-Furfuraldehyde; 2-Furylaldehyde; Furol; 2-Furylmethanal; Artificial oil of ants; Furfurale; Furfurol; NCI-C56177; 2-Furil-metanale; 2-Furankarbaldehyd; Rcra waste number U125; 2-Furylcarboxaldehyde; Qo furfural; Furan-2-aldehyde; Furan-2-carbaldehyde; NSC 8841; 2-furancarboxyaldehyde; 2-Furancarboxaldehyde (furfural); furfural (2-furancarboxaldehyde); furancarboxaldehyde (furfural)



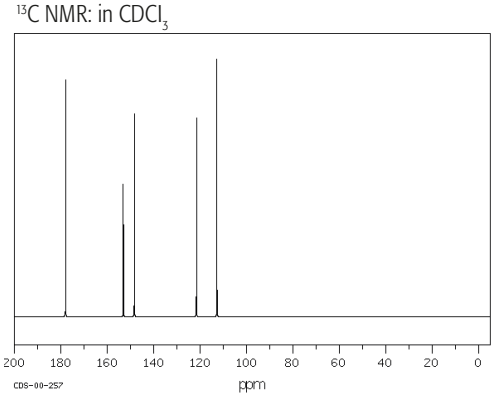
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



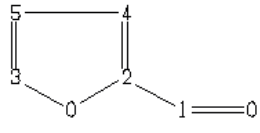
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

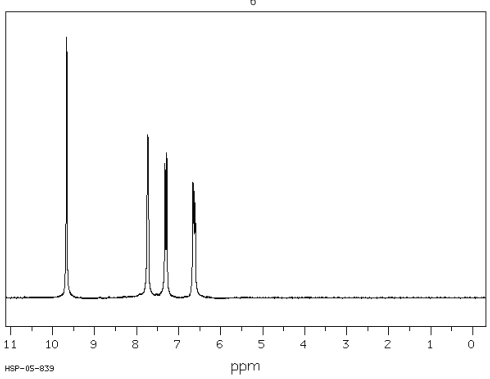


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

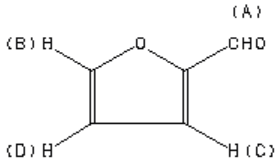


Assign.	Shift (ppm)
1	177.93
2	153.06
3	148.31
4	121.55
5	112.76

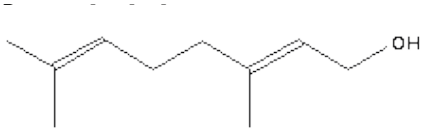




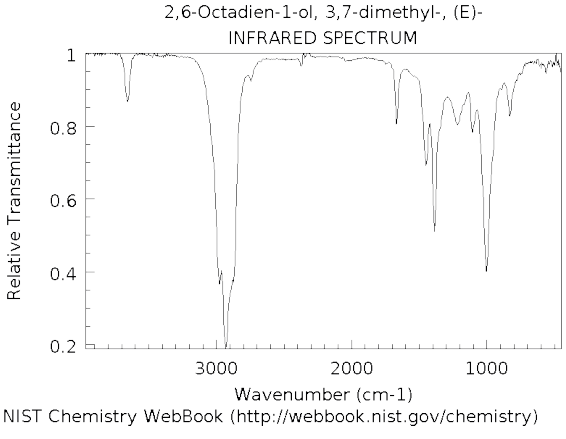
Assign.	Shift (ppm)
A	9.666
B	7.734
C	7.299
D	6.632

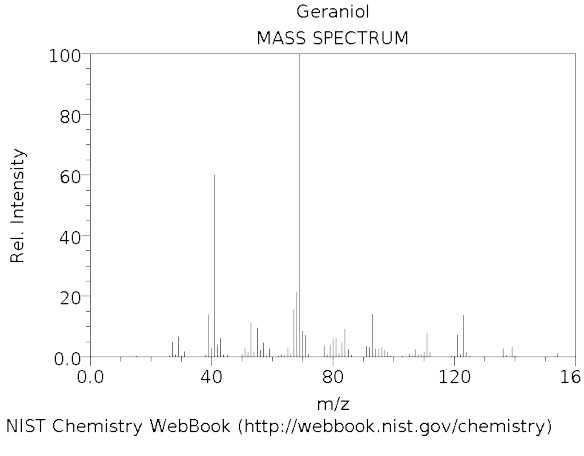


Geraniol (2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)-)

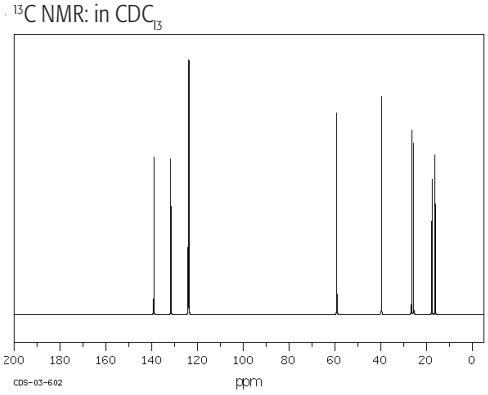


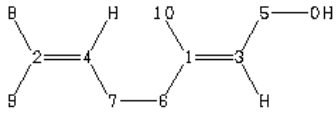
Fórmula: $C_{10}H_{18}O$; **Densidad:** 0.889 g/mL; **Masa molar:** 154.2493 g/mol; **Temperatura de fusión:** -15 ºC; **Temperatura de ebullición:** 230 ºC; Otros nombres: Geraniol; trans-Geraniol; Guaniol; Lemonol; trans-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol; Geraniol alcohol; Geraniol extra; Geranyl alcohol; 2,6-Dimethyl-trans-2,6-octadien-8-ol; 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, trans-; 3,7-Dimethyl-trans-2,6-octadien-1-ol; (E)-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol; Meranol; trans-3,7-Dimethyl octa-2,6-dien-1-ol; (2E)-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol; (E)-geraniol; Geraniol (E); t-Geraniol; (E)-Nerol; 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (2E)-; NSC 9279; β-Geraniol; trans-3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-ol (geraniol); (E)-3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-ol (geraniol





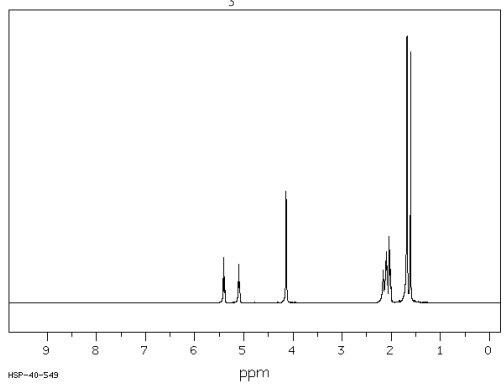
^{13}C NMR: in CDC_{13}

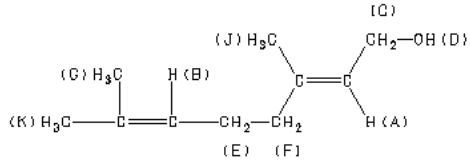




Assign.	Shift (ppm)
1	139.07
2	131.62
3	24.07
4	123.71
5	59.16
6	39.64
7	26.51
8	25.66
9	17.66
10	16.24

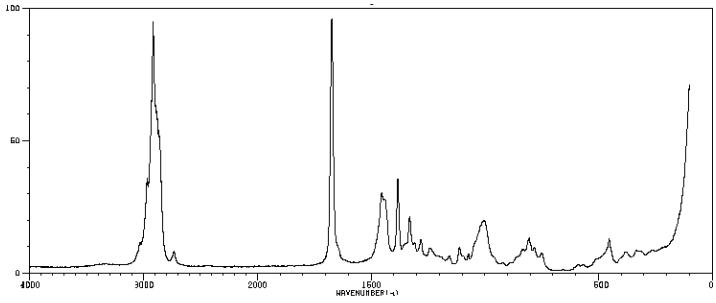
^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$





Assign.	Shift (ppm)
A	5.404
B	5.097
C	4.134
D	2.16
E	2.101
F	2.031
G	1.683
J	1.669
K	1.603

Raman: 4880 A, 200 M, liquid



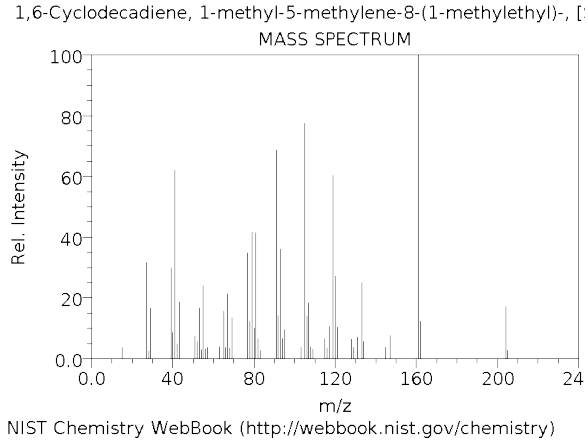
GERANIOL

SDBSNO = 2200 $C_{10}H_{18}O$ RM-01-01896 : 4880A.200M.LIQUID

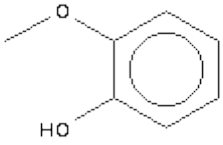
2971	35
2917	94
1674	95
1455	29
1383	36
1333	21
1282	12
807	13
455	12

Germacreno (Germacrene D)

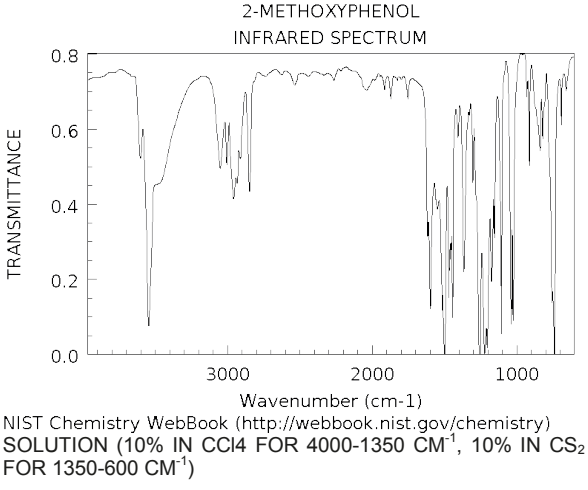
Fórmula: $C_{15}H_{24}$; **Masa molar:** 204.3511 g/mol; **Otros nombres:** (S,1Z,6Z)-8-Isopropyl-1-methyl-5-methylenecyclodeca-1,6-diene; D-Germacrene; 1(10),4(14),5-Germacratriene; (-)-Germacrene D; 1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]-

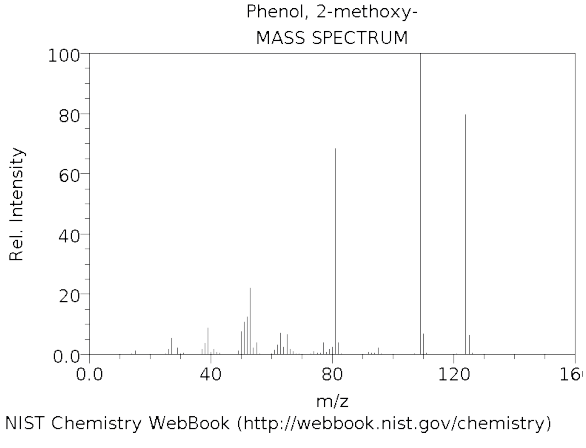


Guayacol (Phenol, 2-methoxy-)

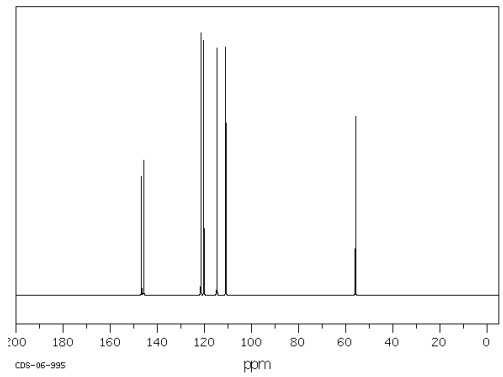


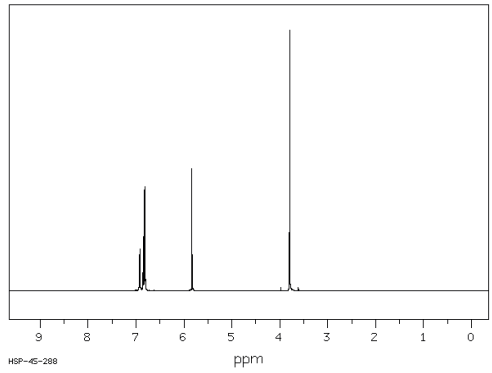
Fórmula: $C_7H_8O_2$; **Densidad:** 1.112 g/mL (liquido); **Masa molar:** 124.1372 g/mol; **Temperatura de fusión:** 28 ºC; **Temperatura de ebullición:** 204-206 ºC; **Otros nombres:** Phenol, o-methoxy-; o-Guaiacol; o-Hydroxyanisole; o-Methoxyphenol; Anastil; Guaiacol; Guaiastil; Guaicolina; Guajol; Guasol; O-Methyl catechol; Pyrocatechol monomethyl ether; Pyroguaiac acid; 1-Hydroxy-2-methoxybenzene; 2-Hydroxyanisole; 2-Methoxyphenol; Guaicol; Guajakol; Methylcatechol; Methylcatachol; Catechol monomethyl ether; o-Guiacol; ortho-Guaiacol; NSC 3815; 2-methoxyphenol (guaiacol).



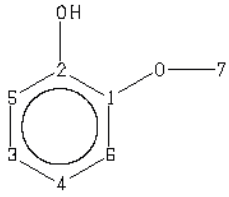


^{13}C NMR: in CDC_{13}

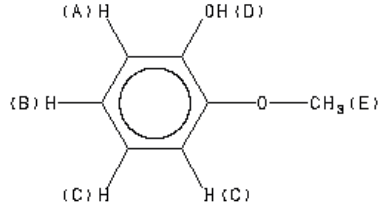




Assign.	Shift (ppm)
1	146.71
2	145.75
3	121.49
4	120.20
5	114.69
6	110.89
7	55.84

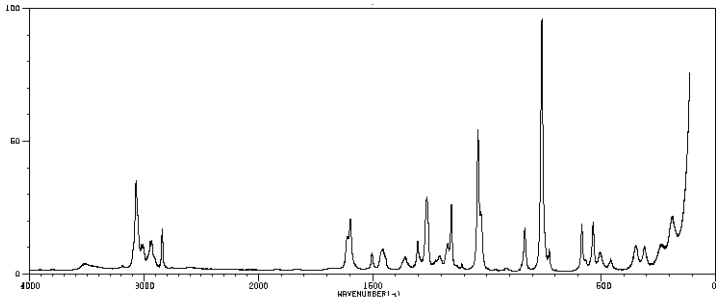


Assign.	Shift (ppm)
A	6.92
B	6.84
C	6.81
D	5.83
E	3.794



^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$

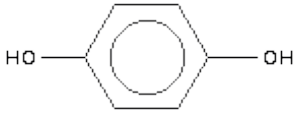
Raman: 4880 A, 200 M, liquid



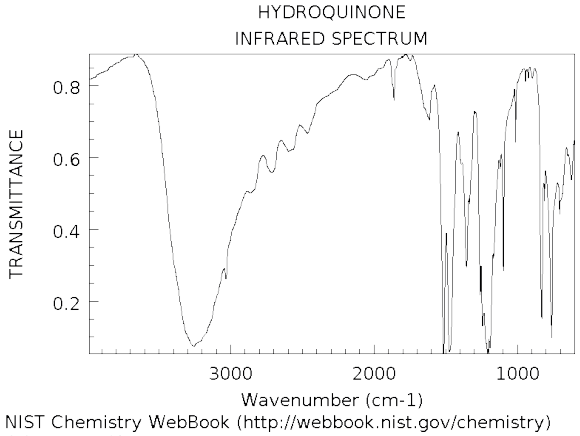
GUAIACOL
SDBSNO = 1942 $C_7H_8O_2$ RM-01-00089 : 4880A.100M.LIQUID

3072	33	1040	64
3027	11	836	16
2949	12	760	94
2934	12	585	18
2844	16	536	19
1599	20	310	10
1503	12		
1264	28		
1171	11		
1157	26		

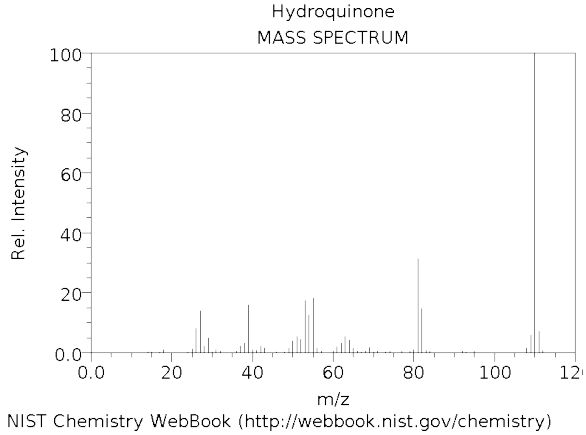
Hidroquinona (Hydroquinone)



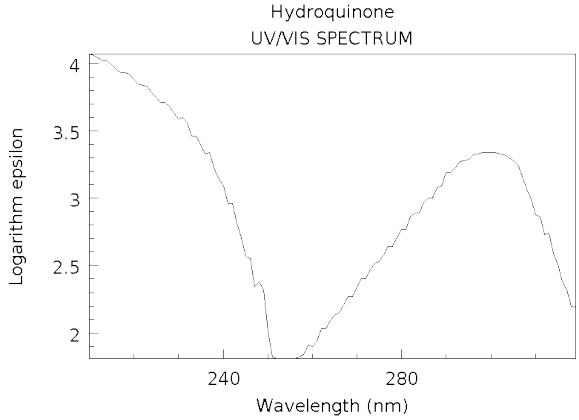
Fórmula: $C_6H_6O_2$; **Densidad:** 1.3 g/mL; **Masa molar:** 110.1106 g/mol; **Temperatura de fusión:** 172 ºC; **Temperatura de ebullición:** 287 ºC; **Solubilidad en agua:** 5.9 g/100 mL (15 ºC); **Otros nombres** 1,4-Benzenediol; p-Benzenediol; p-Dihydroxybenzene; p-Dioxybenzene; p-Hydroquinone; p-Hydroxyphenol; Arctuvin; Benzohydroquinone; Benzoquinol; Diak 5; Eldopaque; Eldoquin; Hidroquinone; Hydroquinol; HE 5; Phiaquin; Quinol; Tecquinol; Tenox HQ; 1,4-Dihydroxybenzene; 4-Hydroxyphenol; p-Dioxobenzene; Hydrochinone; Benzene, p-dihydroxy-; Black and White Bleaching Cream; Derma-Blanch; Hydrochinon; Hydroquinole; Idrochinone; NCI-C55834; Tequinol; USAF EK-356; 1,4-Dihydroxy-benzeen; 1,4-Dihydroxy-benzol; 1,4-Dihydroxybenzen; 1,4-Diidrobenzene; UN 2662; Dihydroquinone; Aida; Eldopacque; Eldopaque forte; Eldoquin forte; Solaquin forte; p-Dihydroquinone; Black & White Bleaching Cream; 1,4-Benzenediol (hydroquinone)



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
SOLID (0.5% IN KBr PELLET)

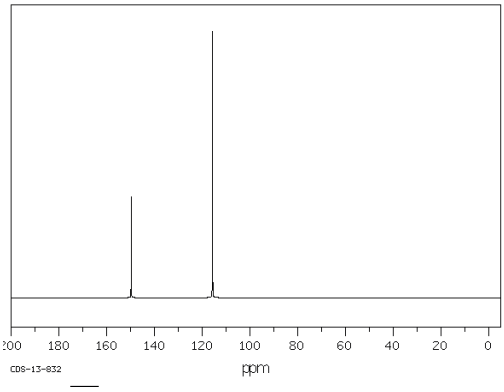


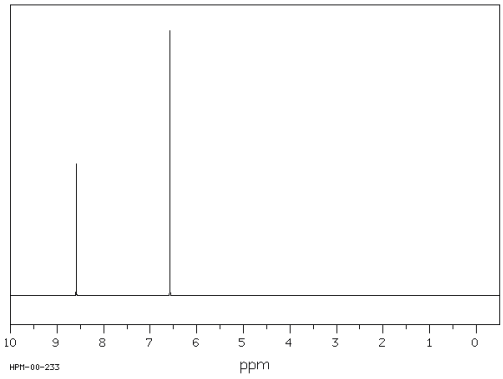
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

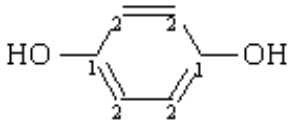


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

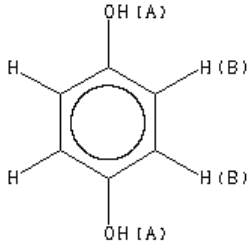
^{13}C NMR: in DMSO-d_6





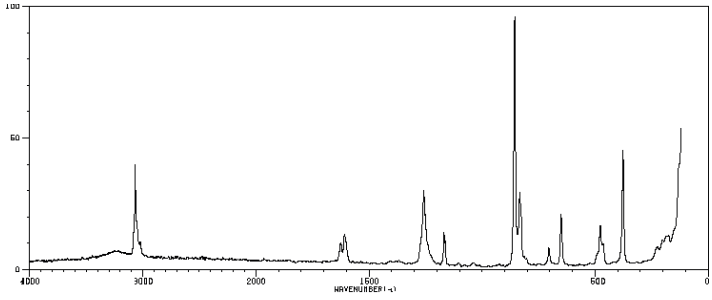


Assign.	Shift (ppm)
1	149.73
2	115.67



Assign.	Shift (ppm)
D(A)	8.59
D)B)	6.579

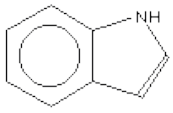
Raman: 4880 A, 200 M, powder



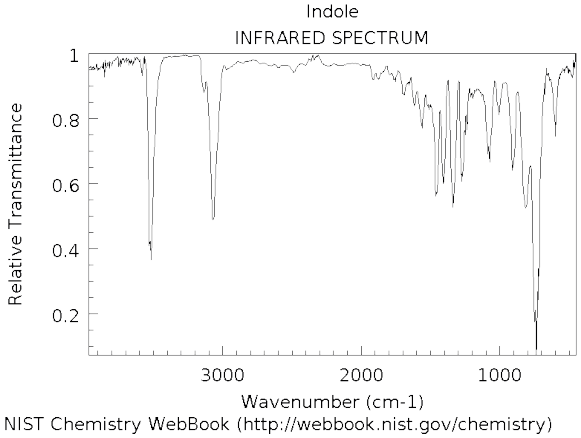
HYDROQUINONE
SDBSNO = 1128 $C_6H_6O_2$ RM-01-01863 : 4880A.200M.POWDER

3069	39
1627	10
1610	13
1259	29
1169	13
867	96
835	29
651	20
478	16
378	46

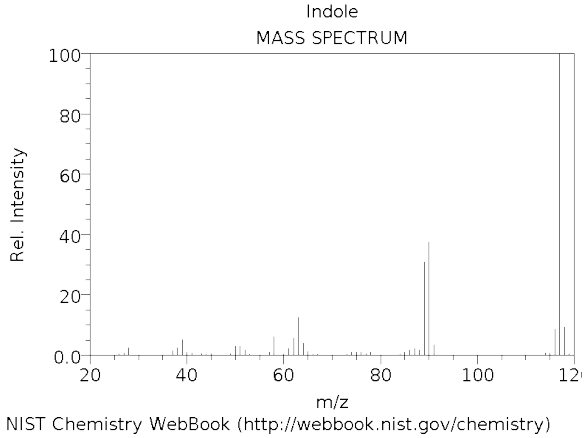
Indol (Indole)



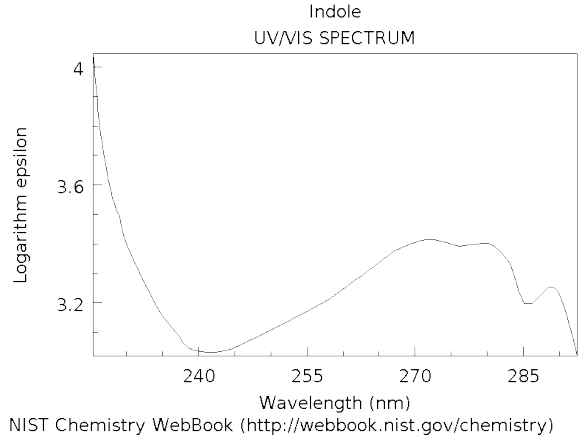
Fórmula: C8H7N; Densidad: 1.1747 g/mL (sólido); Masa molar: 117.1479 g/mol; Temperatura de fusión: 52-54 ºC; Temperatura de ebullición: 253-254 ºC; Solubilidad en agua: 0.19 g/100 mL (20 ºC); Otros nombres: 1H-Indole; Ketole; 1-Azaindene; 1-Benzazole; 2,3-Benzopyrrole; Benzopyrrole; Indol; 1-H-indol



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

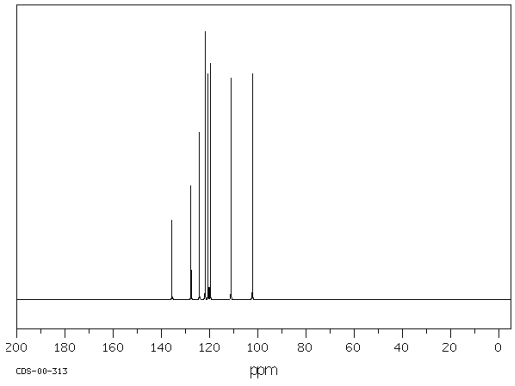


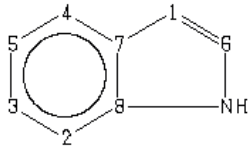
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



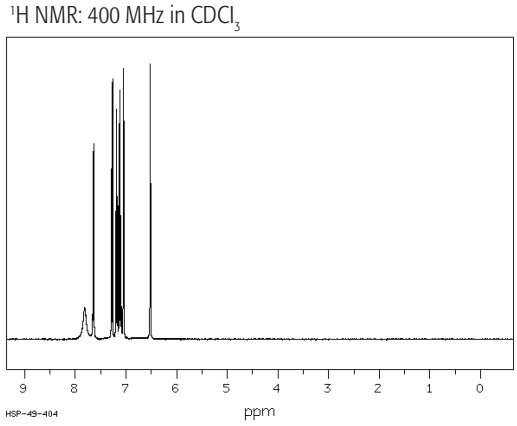
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

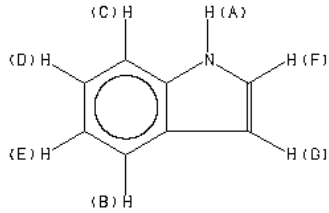
^{13}C NMR: in $CDCl_3$





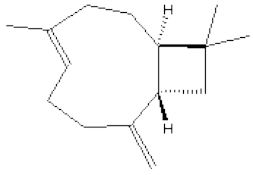
Assign.	Shift (ppm)
8	135.65
7	127.73
6	124.26
5	121.85
4	120.63
3	119.74
2	111.10
1	102.22



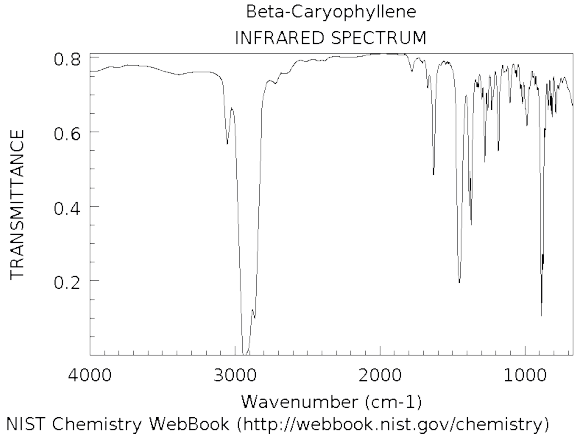


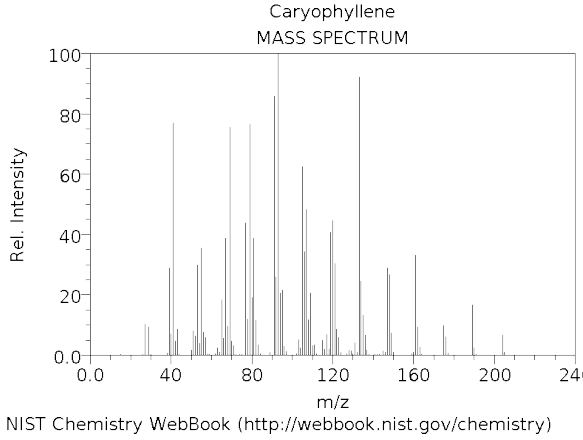
Assign.	Shift (ppm)
A	7.81
B	7.641
C	7.273
D	7.180
E	7.118
F	7.049
G	6.520

Isocariofileno (Caryophyllene)

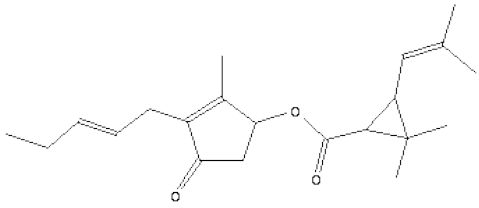


Fórmula: $C_{15}H_{24}$; **Densidad:** 0.9052 g/mL; **Masa molar:** 204.3511 g/mol ; **Temperatura de ebullición:** 262-264 ºC (14mmHg); **Otros nombres:** Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4E,9S*)]-; Bicyclo[7.2.0] undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, (E)-(1R,9S)-(-)-; β-Caryophyllen; β-Caryophyllene; trans-Caryophyllene; L-Caryophyllene; Bicyclo(7.2.0)undec-4-ene, 8-methylene-4,11,11-trimethyl-, (E)-(1R,9S)-(-)-; 8-Methylene-4,11,11-(trimethyl)bicyclo(7.2.0)undec-4-ene, (1R,4E,9S)-; beta-Caryophyllene; β-(E)-Caryophyllene; β-trans-Caryophyllene; Caryophyllene, (E); E-β-Caryophyllene; (E)-Caryophyllene; trans-β-Caryophyllene; (-)-(E)-Caryophyllene; Caryophyllene B; NSC 11906; t-β-Caryophyllene; β-Caryophillene; 4,11,11-Trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-4-ene; bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-[1R-(4E,9S)]; β-cariofillene; β-caryophellene; (E)-β-Caryophylene

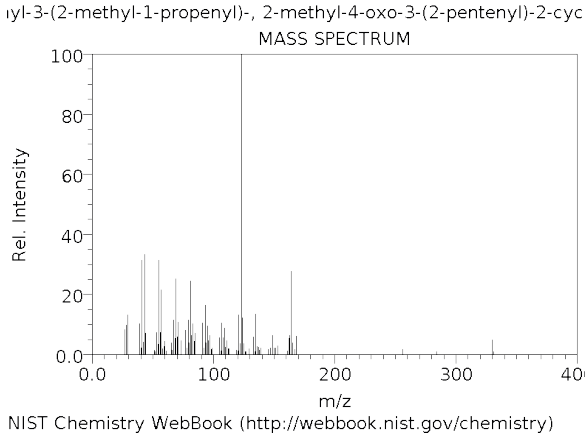




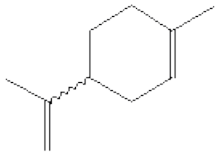
Jasmolina (Cyclopropanecarboxylic acid, 2,2-dimethyl-3-(2-methyl-1 propenyl)-, 2-methyl-4-oxo-3-(2-pentenyl)-2-cyclopenten-1-yl ester, [1R-[1α[S*(Z)],3β]]-)



Fórmula: $C_{21}H_{30}O_3$; **Masa molecular:** 330.4611 g/mol; **Otros nombres:** Cyclopropanecarboxylic acid, 2,2-dimethyl-3-(2-methylpropenyl)-, ester with 4-hydroxy-3-methyl-2-(2-pentenyl)-2-cyclopenten-1-one; Cyclopropanecarboxylic acid, 2,2-dimethyl-3-(2-methyl-1-propenyl)-, 2-methyl-4-oxo-3-(2-pentenyl)-2-cyclopenten-1-yl ester; Jasmolin I; Jasmoline I; Pyrethrin (Jasmolin I)

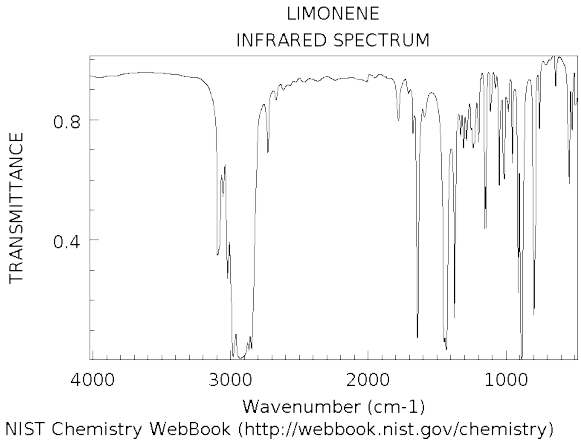


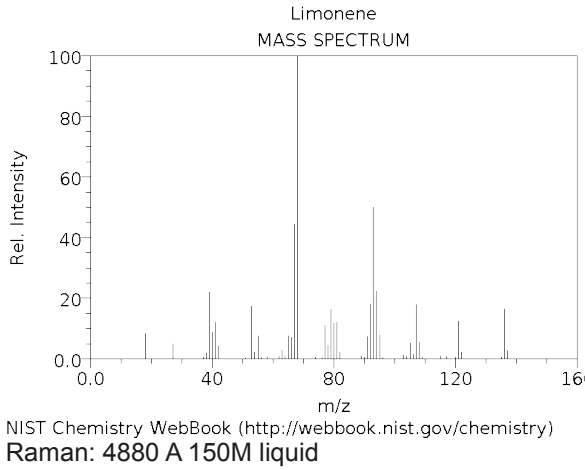
Limoneno (Limonene)



Fórmula: $C_{10}H_{16}$; **Densidad:** 0.8411 g/mL; **Masa molar:** 136.2340 g/mol; **Temperatura de fusión:** -74.35 ºC ; **Temperatura de ebullición:** 176 ºC; **Otros nombres:** Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-; p-Mentha-1,8-diene; α-Limonene; Cajeputen; Cajeputene; Cinen; Cinene; Dipenten; Dipentene; Eulimen; Kautschin; Limonen; Nesol; p-Mentha-1,8(9)-diene; σ-1,8-Terpodiene; p-Mentha-1,8-diene, dl-; Acintene DP dipentene; Di-p-mentha-1,8-diene; DL-Limonene; Inactive limonene; 1-Methyl-4-isopropenyl-1-cyclohexene; 1,8(9)-p-Menthadiene; 4-Isopropenyl-1-methyl-1-cyclohexene; Acintene DP; Dipanol; UN 2052; Unitene; 4-Isopropenyl-1-methylcyclohexene; 1,8-p-Menthadiene; 1-Methyl-4-(1-methylethenyl)cyclohexene; 1-Methyl-4-isopropenylcyclohexene; (.+/-.)-Limonene; Achilles dipentene; 1-methyl-4-isopropenylcyclohex-1-ene; 1-methyl-4-(prop-1-en-2-yl)cyclohex-1-ene; Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethynyl);

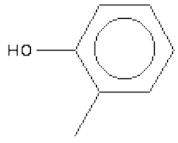
Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (.+/-.)-; (.+/-.)-Dipentene; (.+/-.)-α-Limonene; Flavor orange; Goldflush II; NSC 21446; Orange flavor; PC 560; Dipentene limonene; D-Limonene; (+)-limonene; (+)-(4R)-limonene; (R/ S)-limonene; (R)-(+)-Limonene; (R)-Limonene; (±)-limonene; Limonene [4R-(+), 4S-(-)]; 1-methyl-4-isopropenylcyclohex-1-ene (limonene); dipentene (p-Mentha-1,8-diene); Limonene+



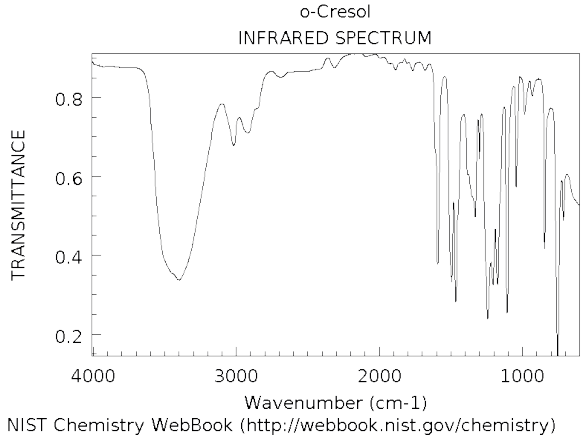


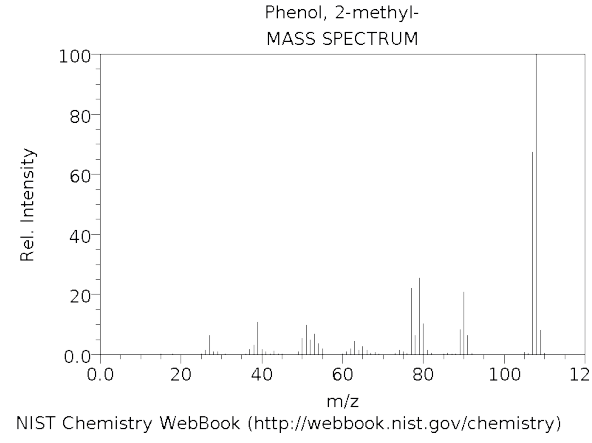
Raman: 4880 A 150M liquid

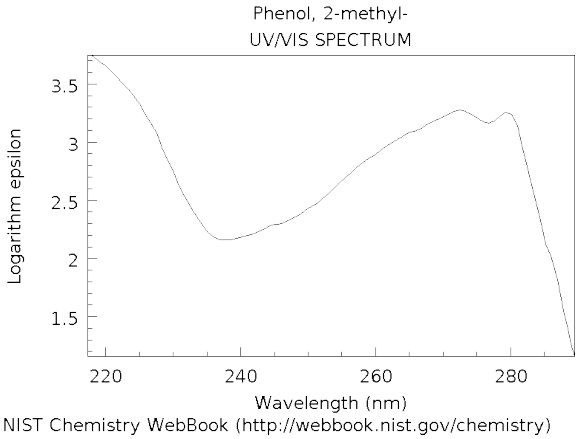
m-Cresol (Phenol, 2-methyl-)



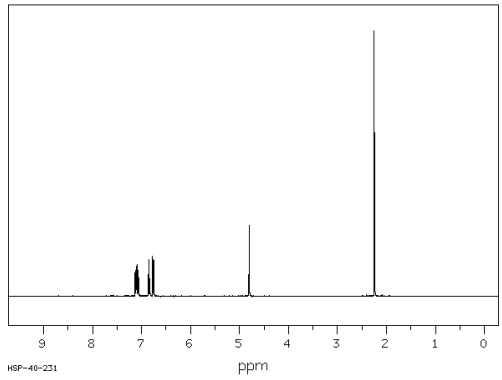
Fórmula: C7H8O; Densidad: 1.0465 g/mL ; Masa molar: 108.1378 g/mol; Temperatura de fusión: 31 ºC; Temperatura de ebullición: 191 ºC; Solubilidad en agua: 31 g/L (40 ºC); Otros nombres: o-Cresol; o-Hydroxytoluene; o-Methylphenol; o-Methylphenylol; o-Oxytoluene; 1-Hydroxy-2-methylbenzene; 2-Cresol; 2-Hydroxytoluene; 2-Methylphenol; Orthocresol; o-Kresol; Rcra waste number U052; o-Cresylic acid; 1-Methyl-2-hydroxybenzene; NSC 23076; o-Toluol

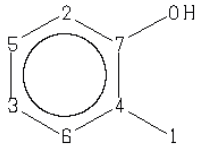






NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

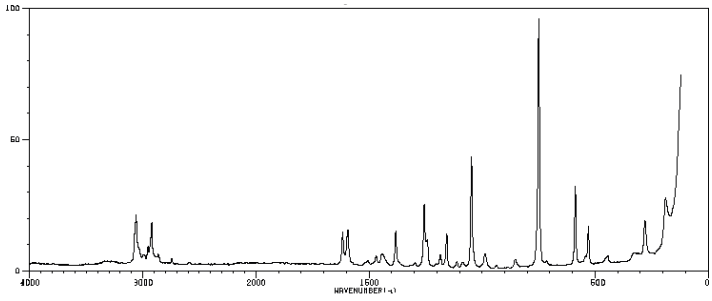




Assign.	Shift (ppm)
7	153.58
6	131.14
5	127.12
4	124.15
3	120.94
2	115.12
1	15.72

^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl^{3}$

Raman: 4880 A, 200 M, powder

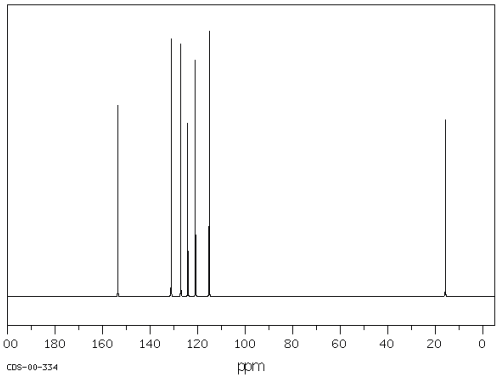


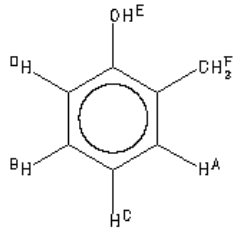
O-CRESOL
SDBSNO = 1368 C_7H_8O RM-01-00861 : 4880A.200M.POWDER

O-CRESOL
SDBSNO = 1368 C_7H_8O RM-01-00861 : 4880A.200M.POWDER

3061	21	631	17
2923	18	281	18
1618	14	190	27
1595	15		
1383	16		
1267	24		
1157	13		
1048	43		
760	96		
688	31		

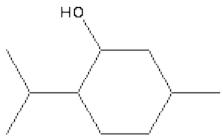
^{13}C NMR: in $CDCl_3$



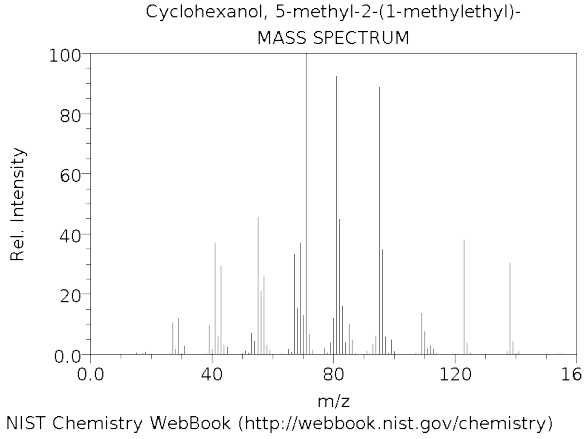


Assign.	Shift (ppm)
A	7.117
B	7.078
C	6.848
D	6.761
E	4.80
F	2.248

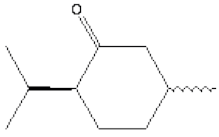
Mentol (Cyclohexanol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, (1α,2β,5α))



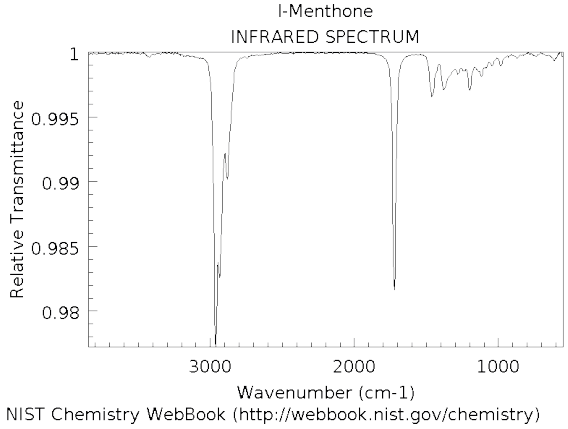
Fórmula: $C_{10}H_{20}O$; **Densidad:** 0.890 g/mL (sólido); **Masa molar:** 156.2652 g/mol; **Temperatura de fusión:** 36-38 ºC (mezcla racemica); **Temperatura de ebullición:** 212 ºC; **Otros nombres:** Menthol; p-Menthan-3-ol; Menthyl alcohol; 2-Isopropyl-5-methylcyclohexanol; 3-p-Menthanol; 3-Hydroxy-p-menthane; DL-menthol

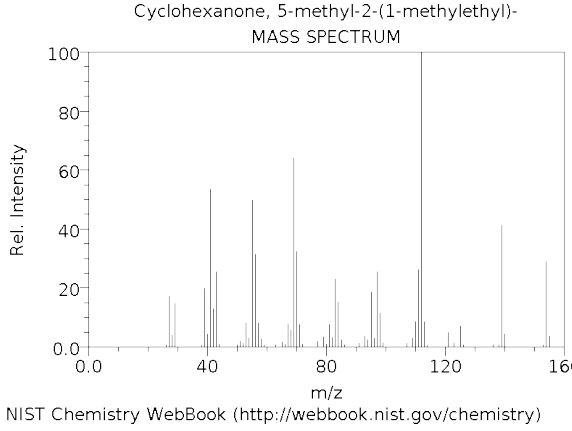


Mentona (Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethyl))

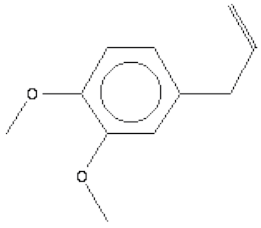


Fórmula: $C_{10}H_{18}O$, **Masa molar:** 154.2493 g/mol, **Otros nombres:** p-Menthan-3-one; 2-Isopropyl-5-methylcyclohexanone; 5-Methyl-2-(isopropyl)cyclohexanone; 5-Methyl-2-(1-methylethyl)cyclohexanone; NSC 113134; l-Menthone

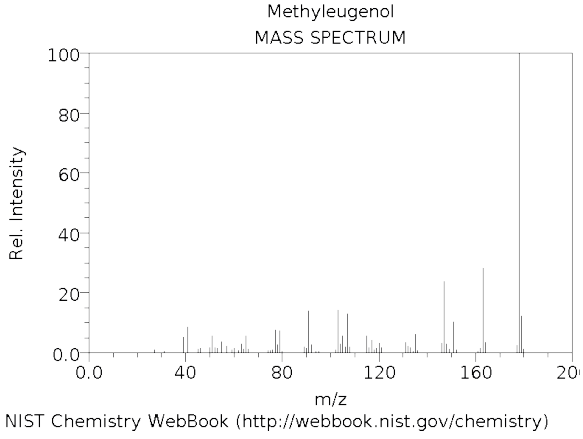


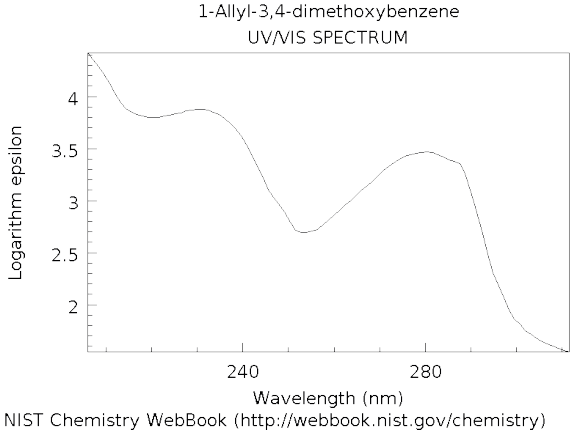


Metileugenol (Methyleugenol)

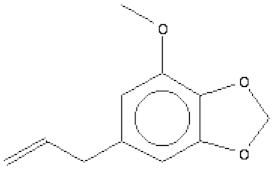


Fórmula: $C_{11}H_{14}O_2$; **Densidad:** 0.98 g/mL; **Masa molar:** 178.2277 g/mol; **Temperatura de fusión:** -4 °C; **Temperatura de ebullición:** 255 °C; **Otros nombres:** Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-; Benzene, 4-allyl-1,2-dimethoxy-; Ent 21040; Eugenol methyl ether; Eugenyl methyl ether; Methyl eugenol ether; O-Methyleugenol; Veratrole methyl ether; 1-(3,4-Dimethoxyphenyl)-2-propene; 1-Allyl-3,4-dimethoxybenzene; 1,2-Dimethoxy-4-allylbenzene; 1,3,4-Eugenol methyl ether; 3,4-Dimethoxyallylbenzene; 4-Allyl-1,2-dimethoxybenzene; 4-Allylveratrole; 1,2-Dimethoxy-4-(2-propenyl) benzene; 4-Allyl-1,2-dimethyoxybenzene; Methyl eugenyl ether; o-Methyl eugenol ether; Benzene, 4-(2-propenyl)-1,2-dimethoxy; Eugenol methyl; Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propen-1-yl)-; NSC 209528

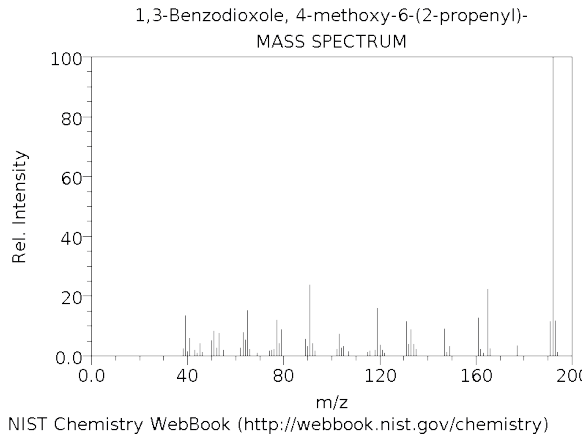




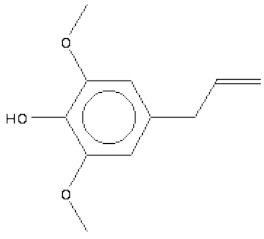
Miristicina (1,3-Benzodioxole, 4-methoxy-6-(2-propenyl)-)



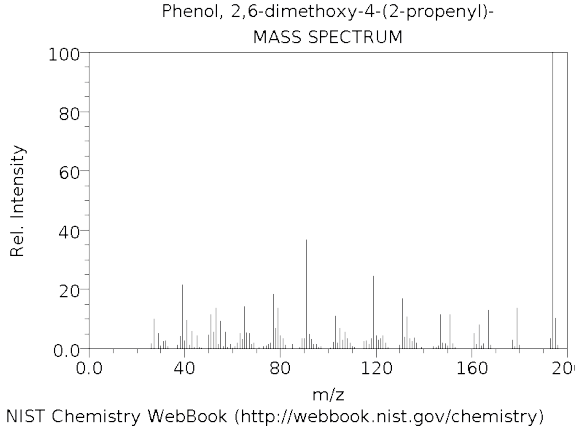
Fórmula: $C_{11}H_{12}O_3$; **Masa molar:** 192.2112 g/mol; **Temperatura de fusión:** -20 °C; **Temperatura de ebullición:** 173 °C; **Solubilidad:** Insoluble en agua, (soluble en etanol o acetona); **Otros nombres:** Benzene, 5-allyl-1-methoxy-2,3-(methylenedioxy)-; Myristicin; 5-Allyl-1-methoxy-2,3-(methylenedioxy)benzene; 6-Allyl-4-methoxy-1,3-benzodioxole; Myristicine; 4-Methoxy-6-(2-propenyl)-1,3-benzodioxole



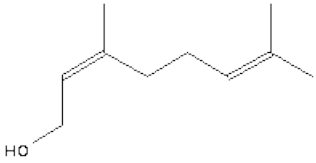
Metoxieugenol (Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)-)



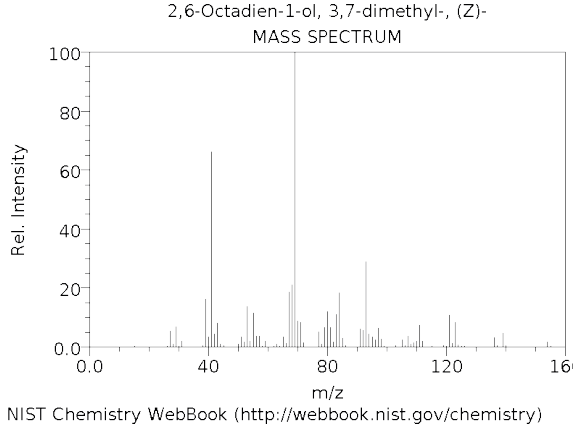
Fórmula: $C_{11}H_{14}O_3$; **Densidad:** 1.092g/mL (25 °C); **Masa molar:** 194.2271 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 168-169 °C(11 mmHg); **Otros nombres:** Phenol, 4-allyl-2,6-dimethoxy-; Methoxyeugenol; 2,6-Dimethoxy-4-allylphenol; 4-Allyl-2,6-dimethoxyphenol; 4-Hydroxy-3,5-dimethoxyallylbenzene; 2,6-Dimethoxy-4-(2-propenyl)phenol; 4-(2-Propenyl)-2,6-dimethoxyphenol (4-allylsyringol); 4-Allyl-2,6-dimetoxyphenol; 4-Allylsyringol; Phenol, 4-(2-propenyl)-2,6-dimethoxy

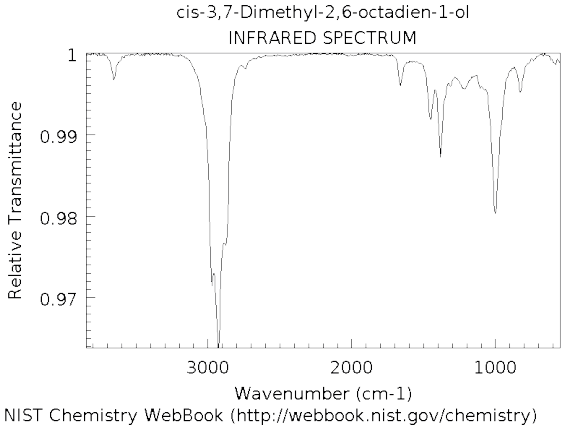


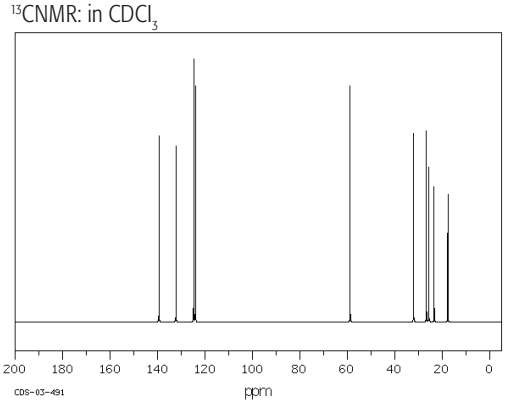
Nerol (2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-)



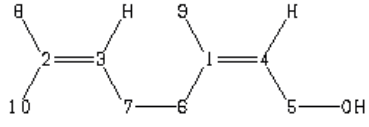
Fórmula: $C_{10}H_{18}O$; **Densidad:** 0.881 g/mL; **Masa molar:** 154.2493 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 224-225 C (745 mmHg); **Otros nombres:** cis-Geraniol; cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol; Nerol; Neryl alcohol; 2-cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol; (Z)-Geraniol; cis-2,6-Dimethyl-2,6-octadien-8-ol; (Z)-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol; (Z)-Nerol; 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (2Z)-; 3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol, cis-; Nerol (cis-geraniol); 2,6-Dimethyl-2,6-octadien-8-ol; 3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol; Vernol; (2Z)-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol

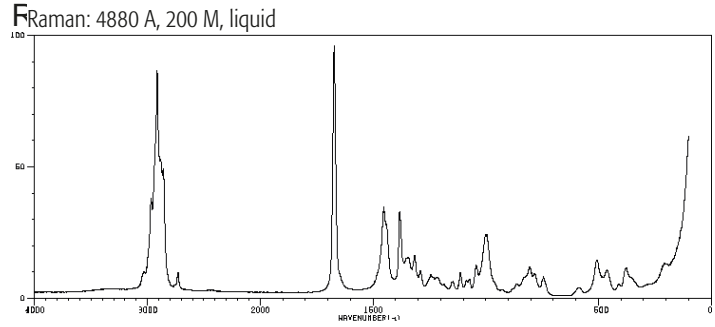






Assign.	Shift (ppm)
1	139.35
2	132.20
3	124.73
4	123.98
5	58.84
6	58.84
7	32.09
8	26.09
9	23.42
10	17.64

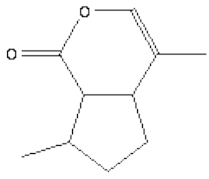




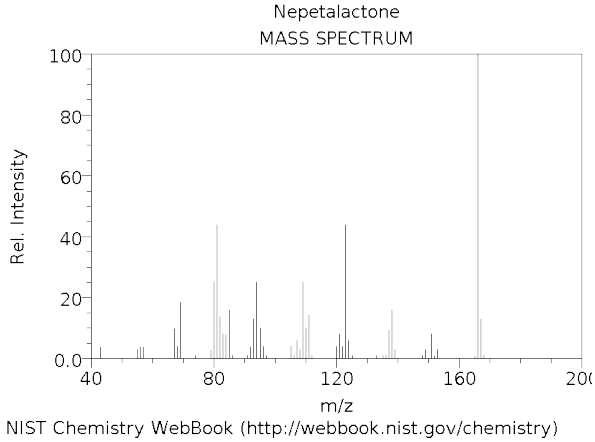
NEROL
SDBSNO = 10622 $C_{10}H_{18}O$ RM-01-01248 : 4880A.200M.LIQUID

2968	38
2916	86
2861	48
1673	95
1464	33
1383	32
1317	16
1291	10
1044	12

Nepetalactona (Nepetalactone)

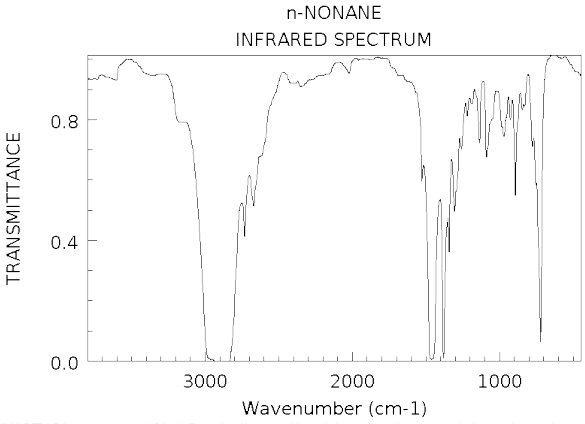


Fórmula: $C_{10}H_{14}O_2$; **Densidad:** 1.0±0.1 g/mL; **Masa molar:** 166.2170 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 270.6+-19.0 C (760 mmHg); **Otros nombres:** Cyclopenta[c]pyran-1(4aH)-one, 5,6,7,7a-tetrahydro-4,7-dimethyl-; Cyclopentanecarboxylic acid, 2-(2-hydroxy-1-methylethenyl)-5-methyl-, σ-lactone; MD1 84; MD(sub 1) 84; 5,6,7,7a-Tetrahydro-4,7-dimethyl-cyclopenta(c)pyran-1(4aH)-one; Cyclopentanecarboxylic acid, 2-(2-hydroxy-1-methylvinyl)-5-methyl-, σ-lactone; Nepetalactone (Isomer 1); cis,trans-Nepetalactone; Nepetalacton (Isomer 2)

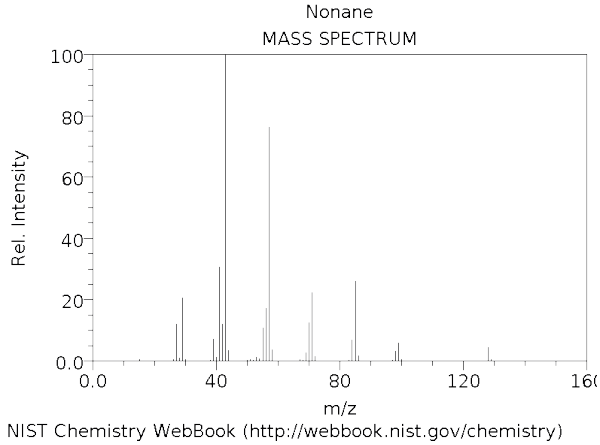


Nonano (Nonane)

Fórmula: C_9H_{20}; **Densidad:** 718 mg/mL; **Masa molar:** 128.2551 g/mol; **Temperatura de fusión:** -54.1 a -53.1 °C; **Temperatura de ebullición:** 150.4-151.0; **Solubilidad:** Insoluble en agua; **Otros nombres:** n-Nonane; Shellsol 140; n-C9H20; UN 1920

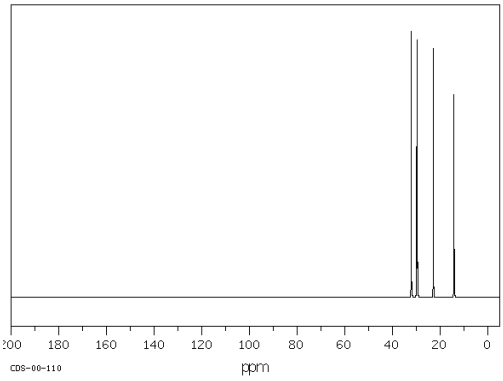


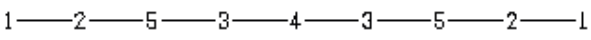
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
Estado: Liquido



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

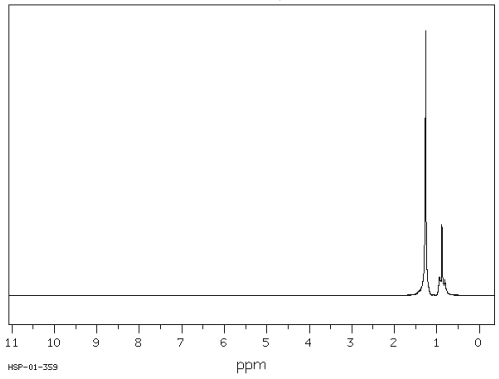
^{13}C NMR: in $CDCl_3$

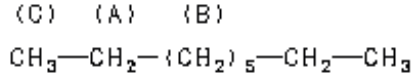




Assign.	Shift (ppm)
5	32.10
4	29.78
3	29.55
2	22.83
1	14.14

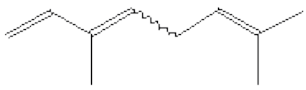
^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6



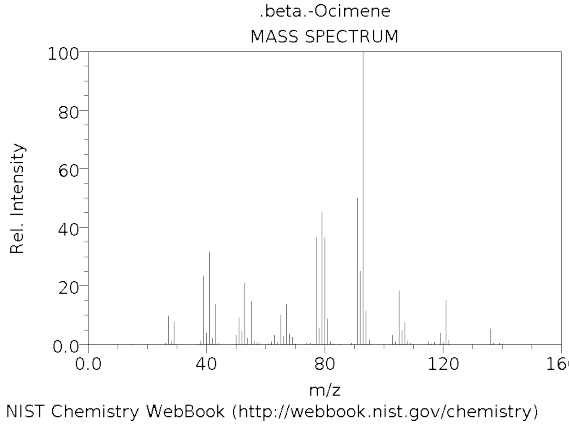


Assign.	Shift (ppm)
A	1.29
B	1.27
C	0.88

Ocimeno (β-Ocimene)

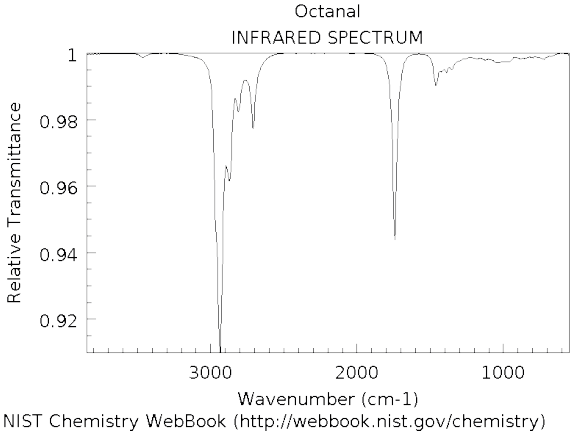


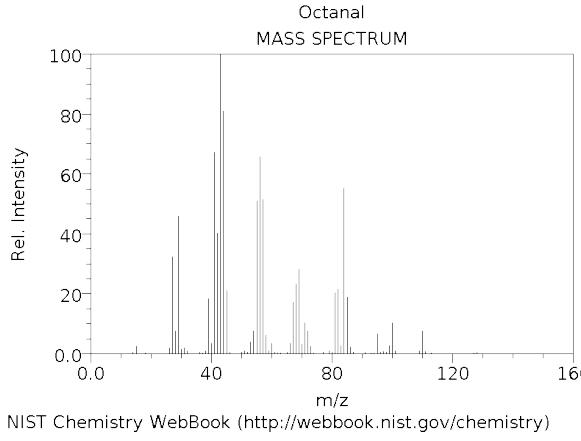
Fórmula: $C_{10}H_{16}$; **Densidad:** 0.800 g/mL; **Masa molar:** 136.2340 g/mol; **Temperatura de fusión:** 50 °C; **Temperatura de ebullición:** 100 C (70 mmHg); **Otros nombres:** 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-; Ocimene; 3,7-Dimethyl-1,3,6-octatriene; beta-Ocimene; 3,7-dimethylocta-1,3,6-triene



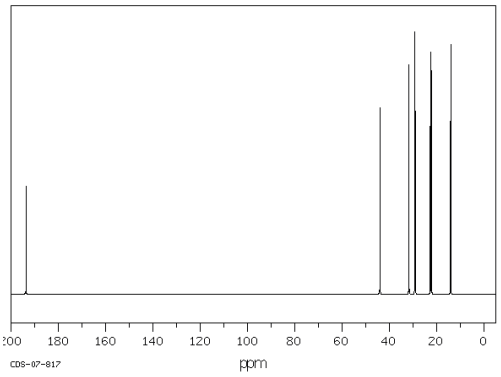
Octanal (Octanal)

Fórmula: $C_8H_{16}O$; **Densidad:** 0.821g/mL; **Masa molecular:** 128.2120 g/mol; **Temperatura de fusión:** 12-15 °C; **Temperatura de ebullición:** 171 °C (340 F, 444 °K); **Otros nombres:** n-Caprylaldehyde; n-Octaldehyde; n-Octanal; n-Octylal; Antifoam-LF; Caprylaldehyde; Caprylic aldehyde; Octaldehyde; Octanaldehyde; Octanoic aldehyde; Octylaldehyde; 1-Octanal; n-Octyl aldehyde; Aldehyde C-8; C-8 Aldehyde; NSC 1508

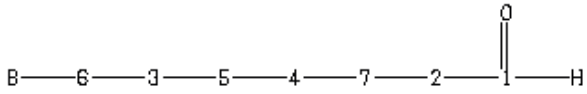




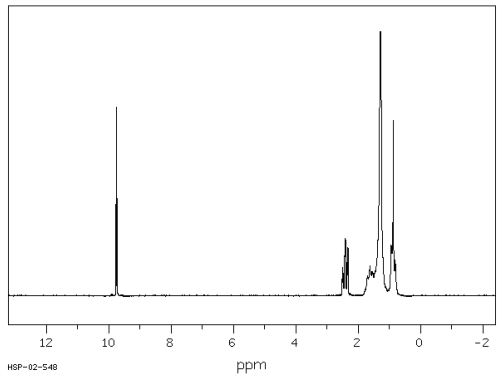
^{13}C NMR: in CDCl

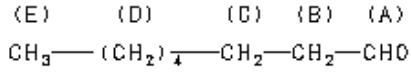


Assign.	Shift (ppm)
1	193.64
2	43.96
3	31.73
4*	29.23
5*	29.11
6	22.66
7	22.19
8	14.06



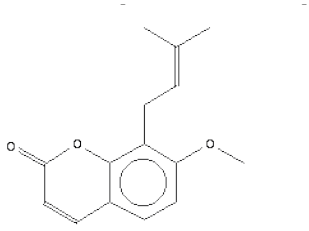
^{1}H NMR: 90 MHz in DMSO-d_6



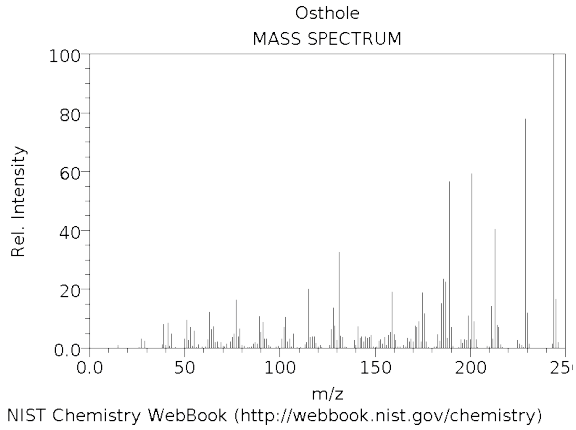


Assign.	Shift (ppm)
A	9.758
B	2.41
C	1.63
D	1.30
E	0.88

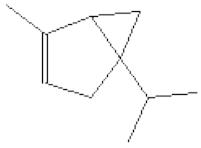
Ostol (Osthole)



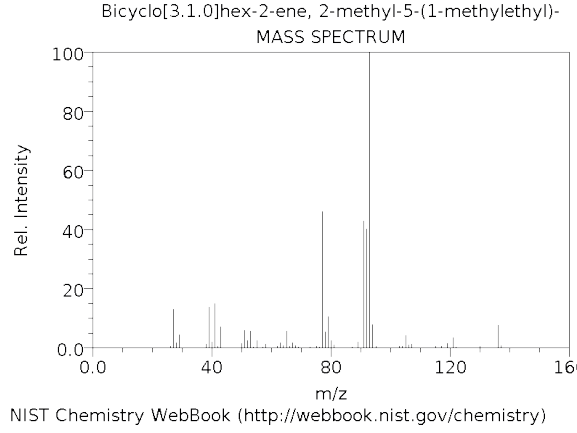
Fórmula: $C_{15}H_{16}O_3$; **Masa molar:** 244.2857 g/mol; **Temperatura de fusión:** 83 °C; **Solubilidad:** Prácticamente insoluble en agua. Soluble en alcohol, cloroformo o acetona; Otros nombres: 2H-1-Benzopyran-2-one, 7-methoxy-8-(3-methyl-2-butenyl)-; Coumarin, 7-methoxy-8-(3-methyl-2-butenyl)-; Osthol; Ostol; Ostole; 7-Methoxy-8-isopentenylcoumarin; 8-(3-Methyl-2-butenyl)herniarin; 7-Methoxy-8-(3-methyl-2-butenyl)-coumarin; NSC 31868; 2H-1-Benzopyran-2-one, 7-methoxy-8-(3-methyl-2-buten-1-yl)-



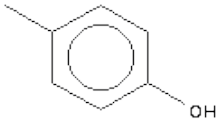
o-Tujeno (Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl))



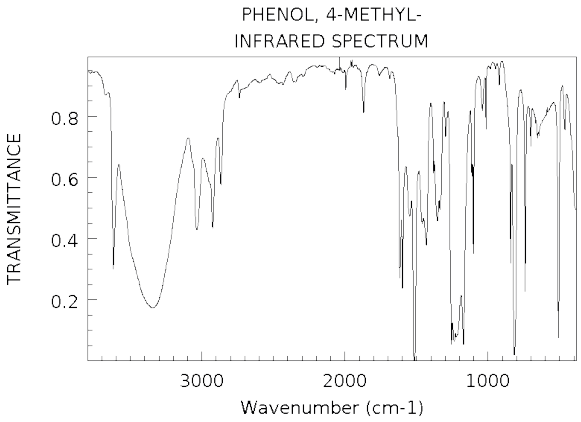
Fórmula: $C_{10}H_{16}$; **Masa molar:** 136.2340 g/mol; **Otros nombres:** 3-Thujene; α-Thujene; Thujene, α-; Origanene; 2-Methyl-5-(1-methylethyl)-bicyclo(3.1.0)hex-2-ene; 5-Isopropyl-2-methylbicyclo[3.1.0]hex-2-ene; Thujene; thujiene; α-thuiene



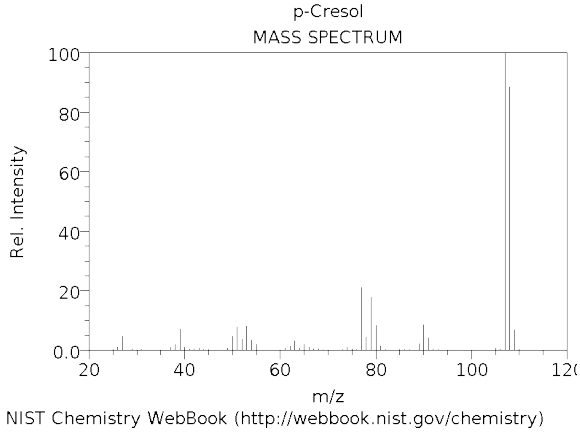
p-Cresol (p-Cresol)



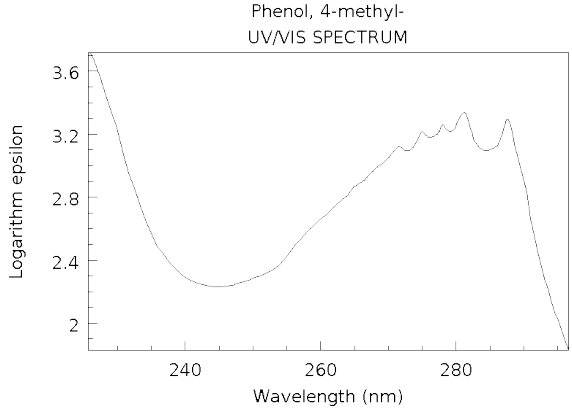
Fórmula: C_7H_8O; **Densidad:** 1.0347 g/mL; **Masa molar:** 108.1378 g/mol; **Temperatura de fusión:** 35.5 °C (308.6 °K); **Temperatura de ebullición:** 201.8 °C (474.9 °K); **Solubilidad en agua:** 2.4 g/100mL (40 °C); **Otros nombres:** Phenol, 4-methyl-; p-Hydroxytoluene; p-Kresol; p-Methylhydroxybenzene; p-Methylphenol; p-Oxytoluene; p-Toluol; p-Tolyl alcohol; 1-Hydroxy-4-methylbenzene; 4-Cresol; 4-Hydroxytoluene; 4-Methylphenol; 1-Methyl-4-hydroxybenzene; Paracresol; Cresol, para; Paramethyl phenol; Rcra waste number U052; p-Cresylic acid; Cresol,p-; Phenol, 4-methyl; NSC 3696; 4-methylphenol (p-cresol); p-Cresol (4-methylphenol)



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
State: Solution (10% in CCl4 for 3800-1333, 10% in CS for 1333-400 CM^{-1})

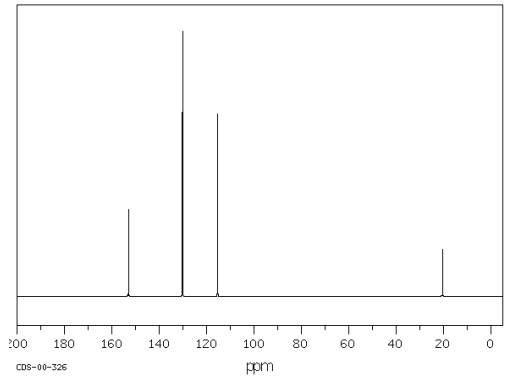


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

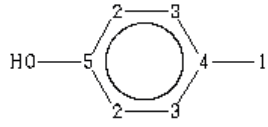


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

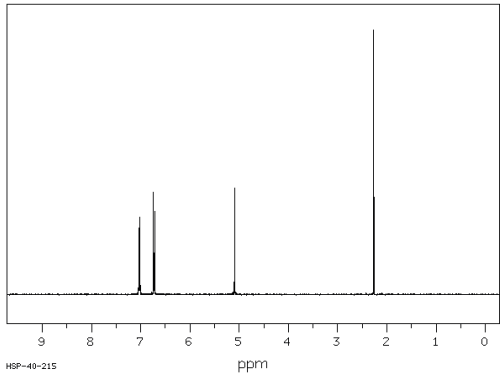
^{13}C NMR: in $CDCl_3$



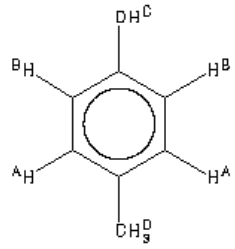
Assign.	Shift (ppm)
5	152.92
2,4	130.17
2	115.35
1	20.39



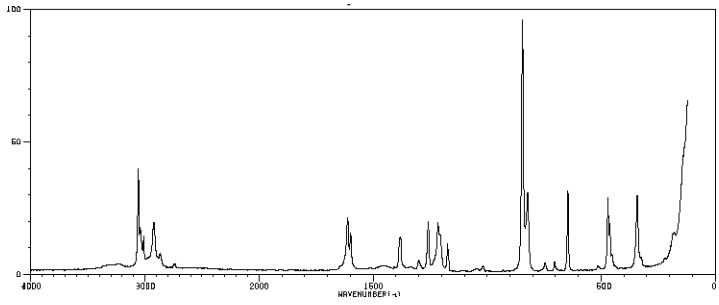
^{1} ^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$



Assign.	Shift (ppm)
A	7.028
B	6.731
C	5.10
D	2.267



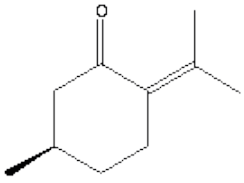
Raman: 4880 A, 200 M, powder



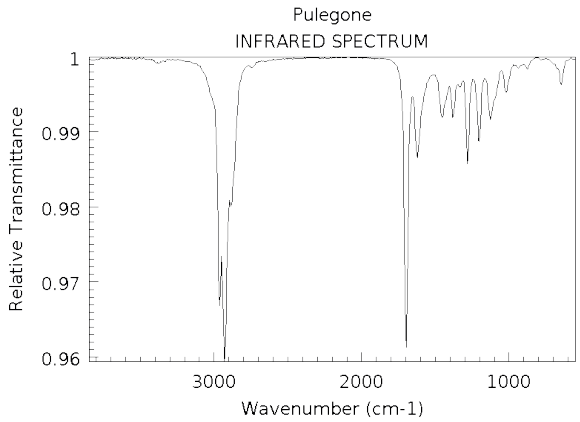
P-CRESOL
SDBSNO = 1982 C_7H_8O

3069	39	824	30
3041	17	647	31
3013	14	471	26
1613	20	463	19
1600	14	343	29
1383	13		
1259	19		
1217	19		
1176	11		
847	95		

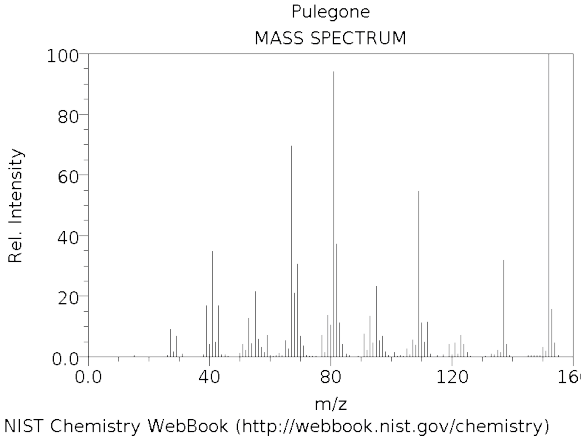
Pulegone



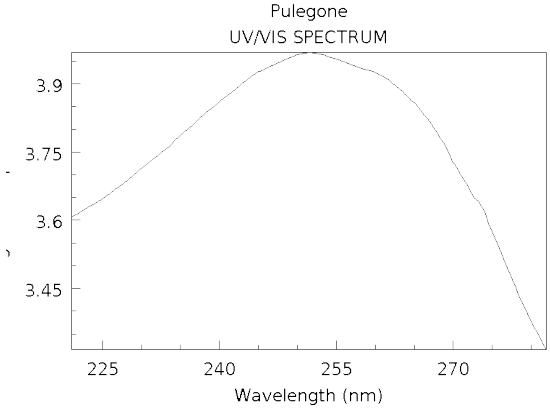
Fórmula: $C_{10}H_{16}O$; **Densidad:** 0.9346 g/mL; **Masa molar:** 152.2334 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 224 °C (497 °K); **Solubilidad en agua:** Insoluble; **Otros nombres:** Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethylidene)-, (R)-; p-Menth-4(8)-en-3-one, (R)-(+)-; (+)-(R)-Pulegone; (+)-Pulegone; (R)-(+)-**Pulegone**; d-p-Menth-4(8)-en-3-one; d-Pulegone; p-Menth-4(8)-en-3-one; Pulegone, (d); 1-Isopropylidene-4-methyl-2-cyclohexanone; 1-Methyl-4-isopropylidene-3-cyclohexanone; 3-Methyl-6-isopropylidenecyclohexanone; 4(8)-p-Menthen-3-one, (R)-(+)-; Pulegon; (+)-4(8)-Para-menthen-3-one; 5-Methyl-2-(1-methylethylidene)cyclohexanone, (R)-; (1R)-(+)-p-Menth-4(8)-en-3-one; (R)-Pulegone; Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethylidene)-, (5R)-; NSC 15334



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
State: Gas

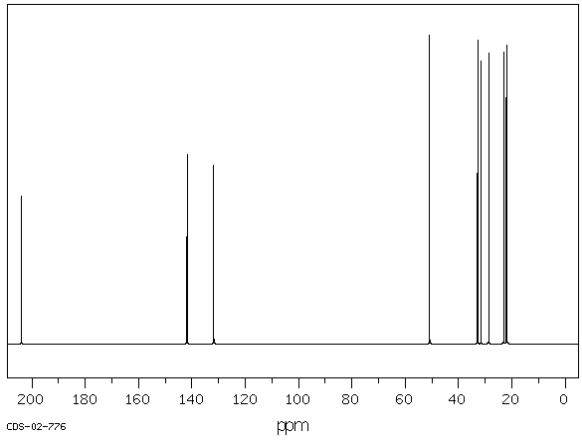


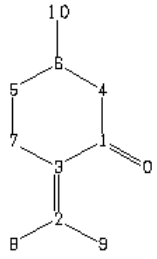
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



ST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

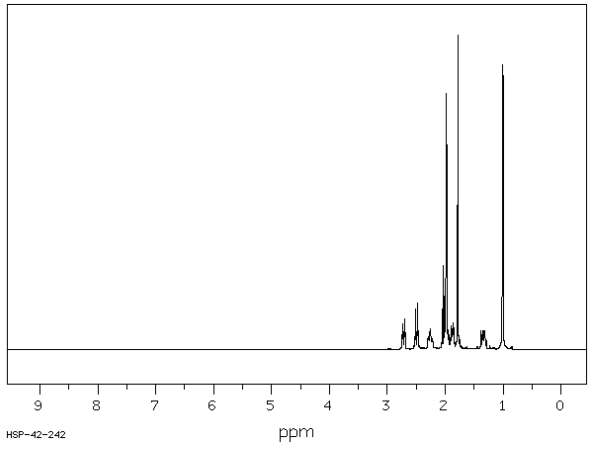
^{13}C NMR: in $CDCl_3$

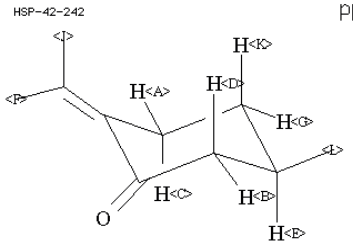




Assign.	Shift (ppm)
1	203.96
2	141.82
3	131.83
4	50.84
5	32.82
6	31.56
7	28.62
8*	23.01
9*	22.13
10	21.78

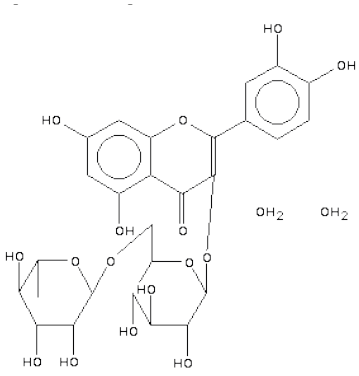
^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$



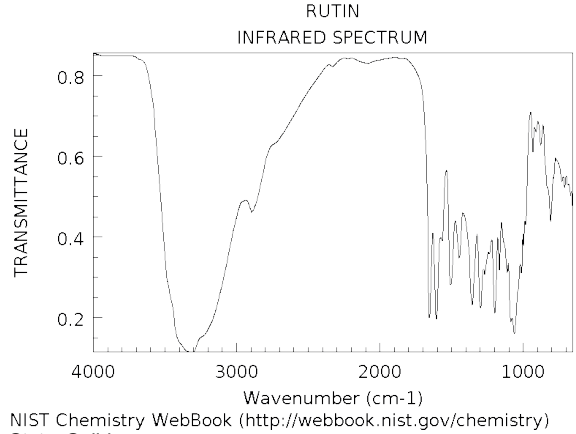


Assign.	Shift (ppm)
A	2.714
B	2.493
C	2.258
D	2.023
E	1.99
F*1	1.98
G	1.872
J*1	1.780
K	1.34
L	1.005

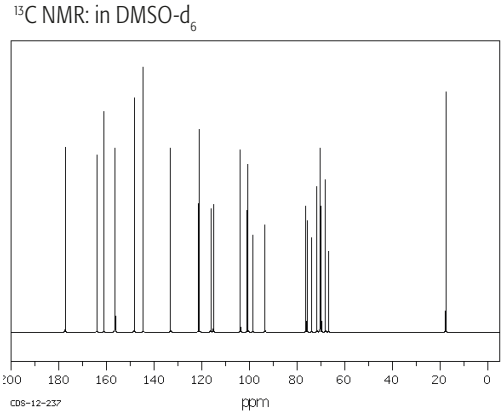
Rutina (Rutin)

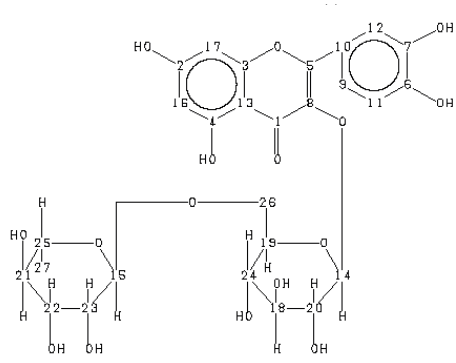


Fórmula: $C_{27}H_{36}O_{19}$; **Masa molar:** 664.5633 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 242 °C; **Solubilidad en agua:** 12.5 mg/100mL



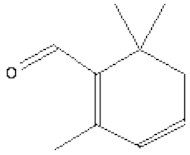
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
State: Solid



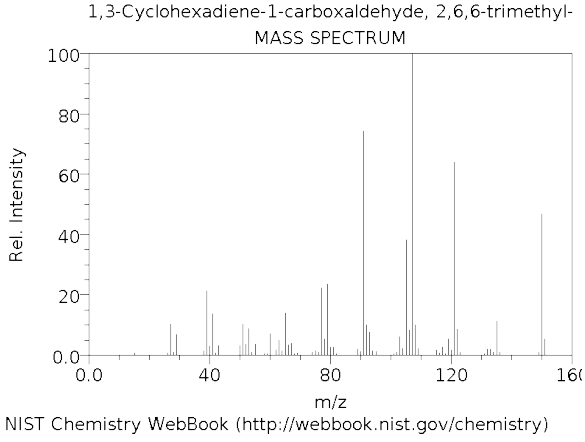


Assign.	Shift (ppm)
1	177.24
2	163.97
3	161.09
4*	156.50
5*	156.30
6	148.29
7	144.63
8	133.16
9	121.48
10	121.0
11	116.15
12	115.11
13	103.83
14	101.04
15	100.63
16	98.58
17	93.49
18	76.30
19	75.77
20	73.95
21	71.70
22	70.43
23	70.25
24	69.86
25	68.14
26	66.89
27	27.63

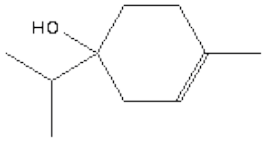
Safranal (1,3-Cyclohexadiene-1-carboxaldehyde, 2,6,6-trimethyl-)



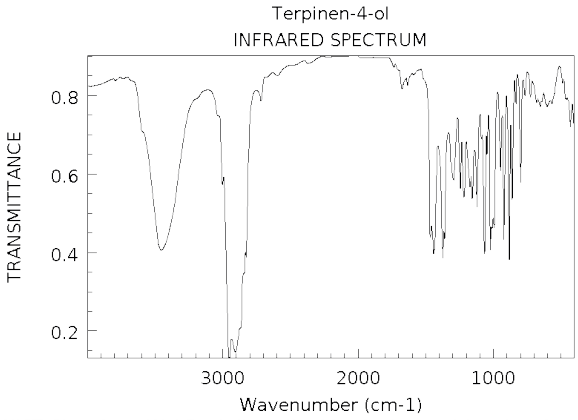
Fórmula: $C_{10}H_{14}O$; **Densidad:** 0.9734 g/mL; **Masa molar:** 150.2176 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 70 °C (1 mmHg); **Otros nombres:** Safranal; 2,6,6-Trimethyl-1,3-cyclohexadiene-1-carboxaldehyde; 2,3-dihydro-2,2,6-trimethylbenzaldehyde



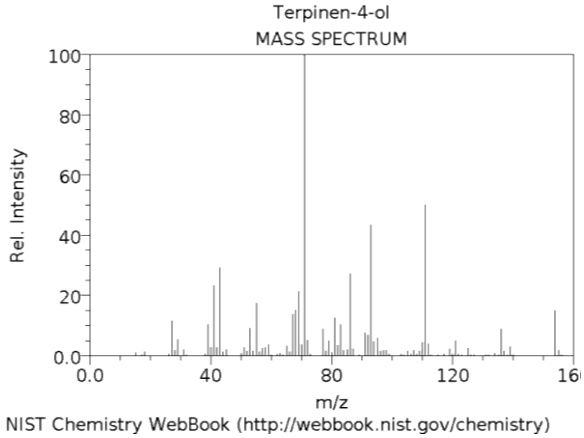
Terpinen-4-ol (Terpinen-4-ol)



Fórmula: $C_{10}H_{18}O$; **Masa molar:** 154.2493 g/mol; **Temperatura de ebullición:** 212 °C; **Otros nombres:** 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-; p-Menth-1-en-4-ol; 1-Terpinen-4-ol; 4-Carvomenthenol; 4-Terpineol; 1-Methyl-4-isopropyl-1-cyclohexen-4-ol; 4-Terpinenol; Terpene-4-ol; Terpinene-4-ol; para-Menth-1-en-4-ol; 1-para-Menthen-4-ol; Terpinenol-4; Terpinenolu-4; 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-[methylethyl]-; 4-methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol; 4-methyl-1-isopropyl-3-cyclohexen-1-ol; 4-Methyl-1-(methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol; Terpin-4-ol; Terpine-4-ol; Terpineol-4; (.+/-.)-p-Menth-1-en-4-ol; NSC 147749; 1-methyl-4-isopropyl-1-cyclohexen-4-ol (4-terpineol); α-Terpinen-4-ol; Terpin-4-en-1-ol; Terpinen-4-ol [4S-(+), 4R-(-)]; 1-p-Menthen-4-ol; 4-Terpeneol; I-4-terpineol

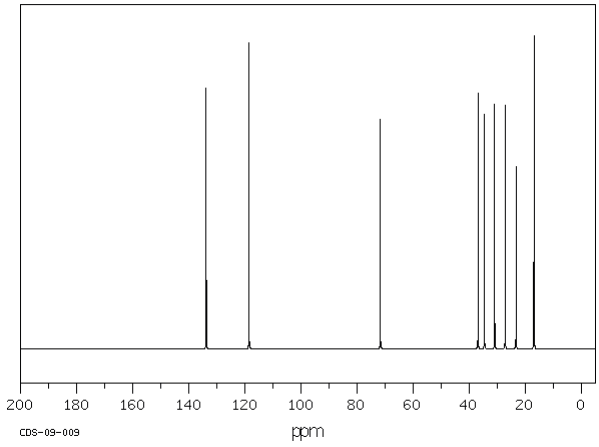


NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
State: Liquid (Neat). Source-C & N Aromatic

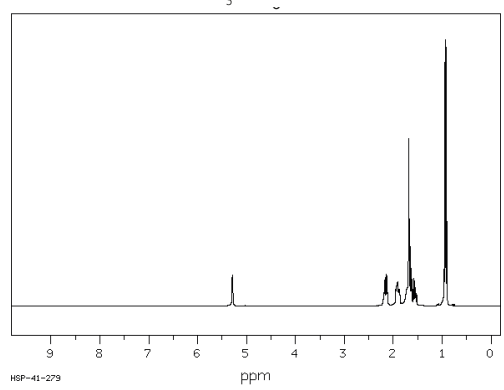


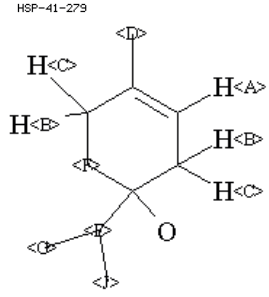
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

^{13}C NMR: in CDI_3

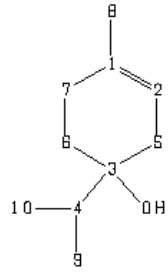


^{1}H NMR: 400 MHz in $CDCl_3$

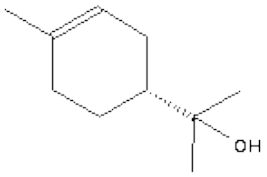




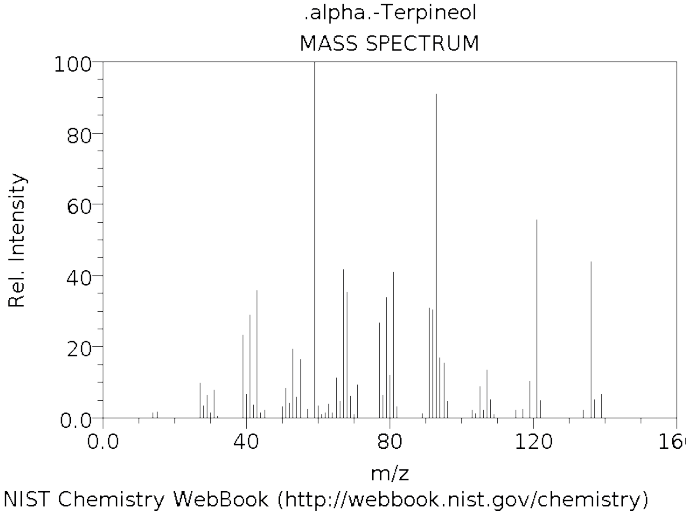
Assign.	Shift (ppm)	Assign.	Shift (ppm)
1	133.80	A	5.291
2	118.54	B*1	2.15
3	71.71	C*1	1.91
4	36.84	D	1.68
5	34.60	E	1.64
6	30.93	F	1.55
7	27.15	G*2	0.944
8	23.28	J*2	0.916
9*	16.89		
10*	16.85		

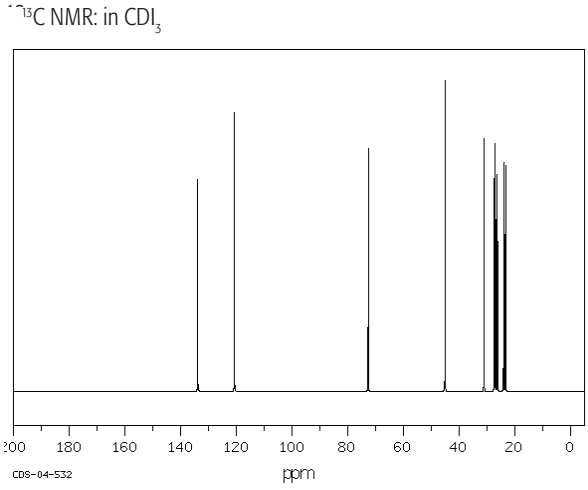


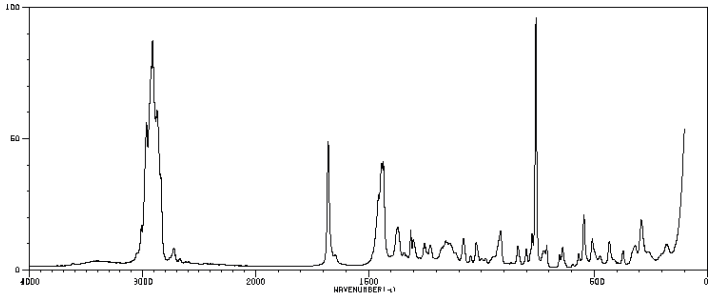
Terpineol (α-Terpineol)

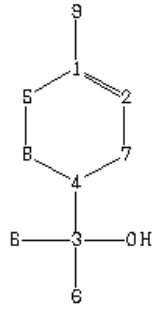


Fórmula: $C_{10}H_{18}O$; **Densidad:** 0.9338 g/mL; **Masa molecular:** 154.2493 g/mol; **Temperatura de fusión:** 18 °C ; **Temperatura de ebullición:** 219 °C; **Otros nombres:** 3-Cyclohexene-1-methanol, α,α4-trimethyl-; p-Menth-1-en-8-ol; **Terpineol** schlechthin; Terpineol, α; α-Terpinol; α,α,4-Trimethyl-3-Cyclohexene-1-methanol; alpha-Terpineol; 2-(4-methylcyclohex-3-enyl)propan-2-ol; Menth-1-en-8-ol; dl-α-Terpineol; 1-p-Menthen-8-ol; (.+/-.)-α-Terpineol; 2-(4-Methyl-3-cyclohexenyl)-2-propanol; 8-Hydroxy-p-menth-1-ene; NSC 21449; PC 593; Terpineol 350; 4-(2-Hydroxy-2-propyl)-1-methylcyclohexene; Terpineol; (+)-α-Terpineol; 1-α-terpineol; α-terpineole; Terpenol; α-terpinenol; 2-(4-methylcyclohex-3-enyl)propan-2-ol (α-terpineol)







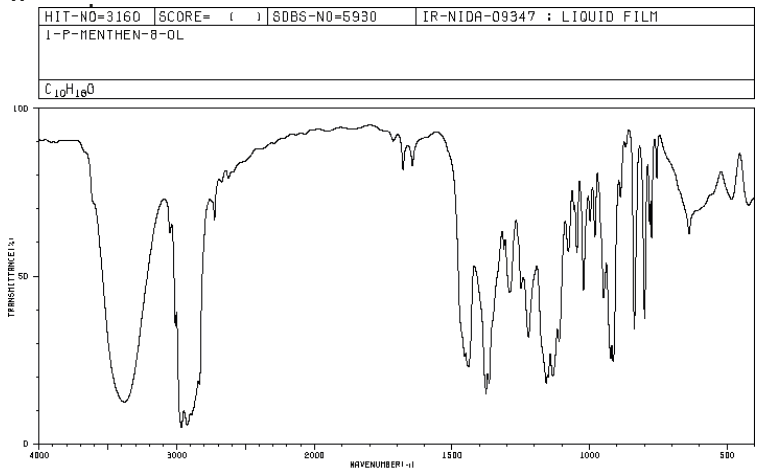


Assign.	Shift (ppm)
1	133.87
2	120.69
3	72.64
4	45.06
5	31.07
6	27.43
7	26.95
8	24.03
9	23.35

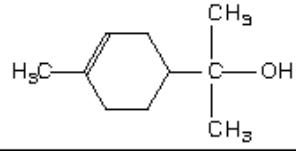
1-P-MENTHEN-8-OL
SDBSNO = 5930 $C_{10}H_{18}O$ RM-01-00687 : 4880A.200M.LIQUID

3013	16	1253	10
2967	66	1081	11
2913	86	1024	10
2873	61	917	14
1679	48	777	13
1467	28	769	96
1443	40	547	20
1435	40	510	11
1314	16	486	10
1303	11	293	19

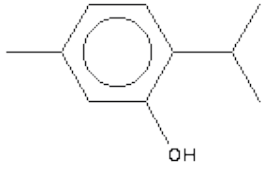
IR Liquid film



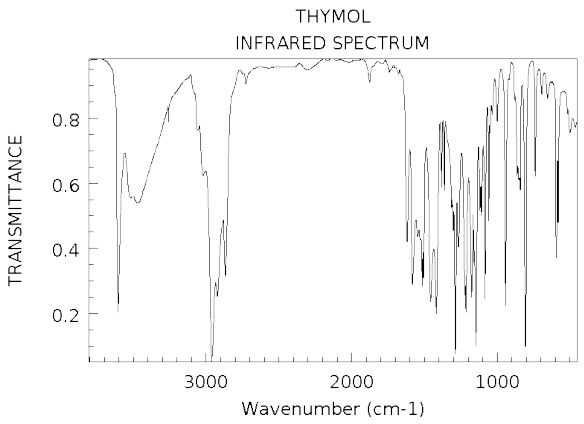
3379	12	1466	26	1223	31	1046	66	888	70
3050	60	1440	22	1158	17	1022	44	837	33
3010	34	1377	14	1151	19	998	64	800	36
2966	4	1366	17	1134	19	981	58	781	62
2925	5	1312	57	1111	29	950	42	775	58
2835	17	1291	45	1078	55	923	24	636	60
2726	64	1249	44	1057	68	914	29	484	70



Timol (Thymol)

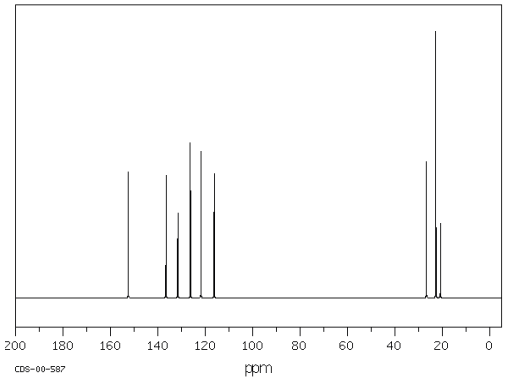


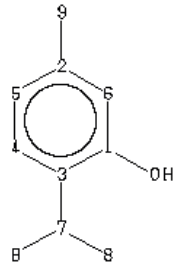
Fórmula: $C_{10}H_{14}O$; **Densidad:** 0.96 g/mL; **Masa molar:** 150.2176 g/mol; **Temperatura de fusión:** 51 °C (324 °K); **Temperatura de ebullición:** 232 °C (505 °K); **Solubilidad en agua:** Insoluble; **Otros nombres:** Phenol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-; p-Cymen-3-ol; Thyme camphor; 2-Isopropyl-5-methylphenol; 3-Hydroxy-p-cymene; 3-Methyl-6-isopropylphenol; 5-Methyl-2-isopropylphenol; 6-Isopropyl-m-cresol; 6-Isopropyl-3-methylphenol; m-Cresol, 6-isopropyl-; p-Cymene, 3-hydroxy-; Phenol, 2-isopropyl-5-methyl-; Thymic acid; 1-Hydroxy-5-methyl-2-isopropylbenzene; 1-Methyl-3-hydroxy-4-isopropylbenzene; 3-p-Cymenol; 3-Hydroxy-1-methyl-4-isopropylbenzene; 5-Methyl-2-isopropyl-1-phenol; 5-Methyl-2-(1-methylethyl)phenol; Isopropyl-m-cresol; m-Thymol; 2-Hydroxy-1-isopropyl-4-methylbenzene; NSC 11215; 2-Isopropyl-5-methylphenol (thymol)



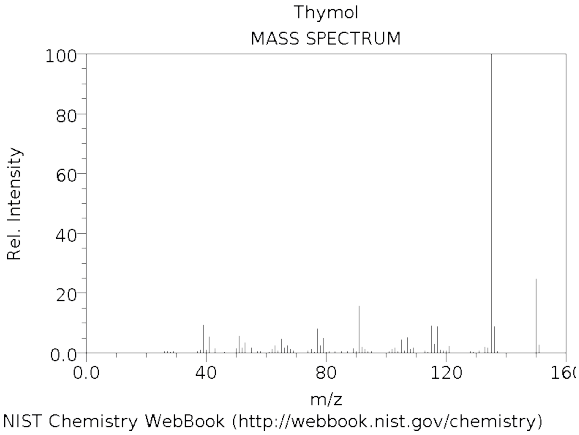
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
State: Solution (10% in CCl4 for 3800-1335, 10% in CS2 for 1335-4450 CM^{-1})

^{13}C NMR: in $CDCl_3$



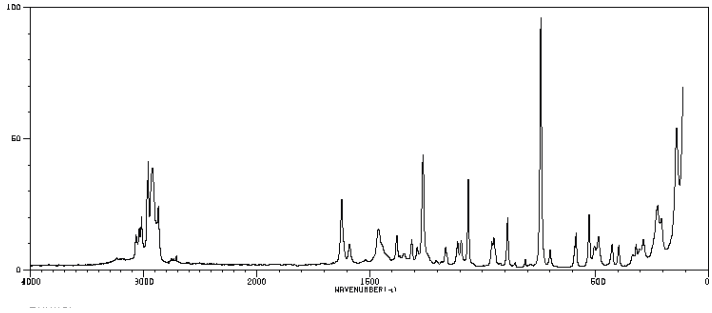


Assign.	Shift (ppm)
1	152.49
2	136.57
3	131.61
4	126.28
5	121.82
6	116.24
7	26.74
8	22.70
9	20.79



NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)

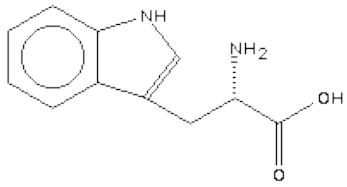
Raman: 4880 A, 200M, Powder



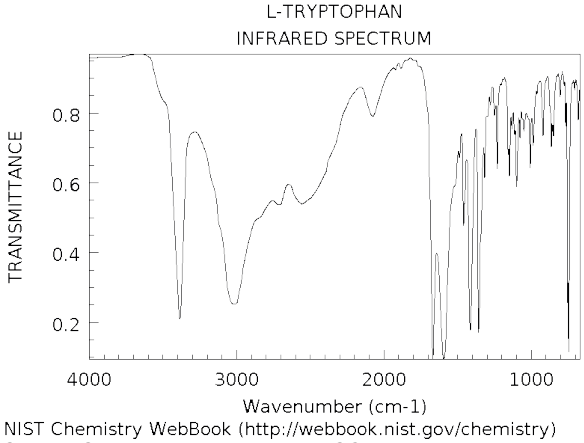
THYMOL
SDBSNO = 2404 $C_{10}H_{14}O$ RM-01-01946 : 4880A.200M.POWDER

3068	13	1264	43	487	12
3039	16	1112	10	289	11
3020	20	1097	11	227	24
2971	29	1063	34	209	19
2961	40	960	10	141	53
2870	24	951	12		
1624	26	890	19		
1462	15	742	95		
1381	13	686	14		
1315	11	628	21		

Triptófano (L-Tryptophan)

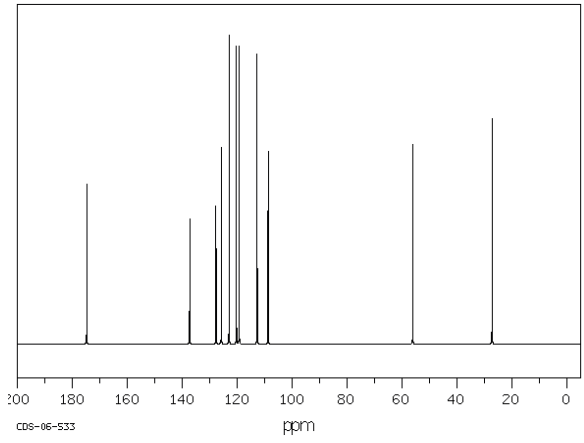


Fórmula: $C_{11}H_{12}N_2O_2$; **Masa molar:** 204.2252 g/mol; **Temperatura de fusión:** 289-290 °C; **Solubilidad:** Soluble en alcohol caliente. Insoluble en cloroformo.; **Otros nombres:** Tryptophan, L-; L-α-amino-3-indolepropionic acid; Tryptophan; L-Tryptophane; α-Aminoindole-3-propionic acid; L-α-aminoindole-3-propionic acid; L-β-3-indolylalanine; EH 121; L-(-)-Tryptophan; L-Trp; Trp; Tryptophane; 1H-Indole-3-alanine; 1H-Indole-3-propanoic acid, α-amino-, (S)-; 2-Amino-3-indolylpropanoic acid; α'-Amino-3-indolepropionic acid; Alanine, 3-indol-3-yl-; Indole-3-alanine; Indole-3-propionic acid, α-amino-; NCI-C01729; Pacitron; Propionic acid, 2-amino-3-indol-3-yl-; L-Tryptofan; (S)-Tryptophan; (S)-α-Amino-1H-indole-3-propanoic acid; (-)-Tryptophan; 1H-Indole-3-alanine, (S)-; 3-Indol-3-ylalanine; L-Alanine, 3-(1H-indol-3-yl)-; NSC 13119

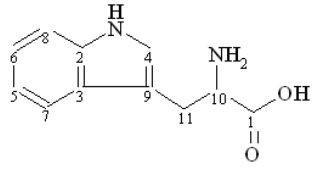


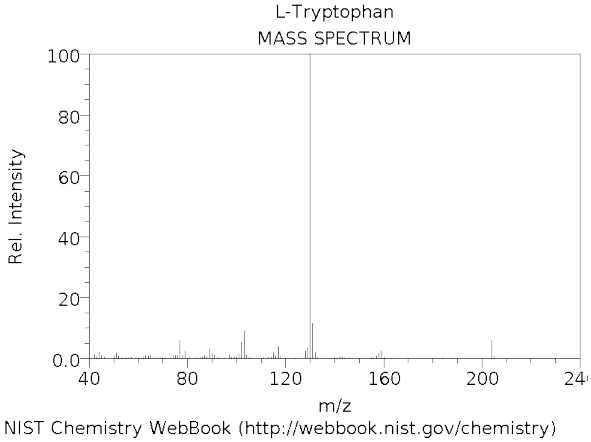
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)
Satate: (Solid (1 mg/ 200 mg KBr DISC)

^{13}C NMR: in D_2O

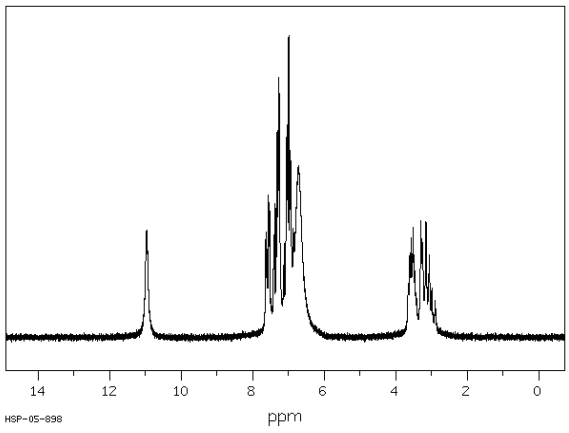


Assign.	Shift (ppm)
1	174.75
2	137.28
3	127.69
4	125.76
5	122.93
6	120.27
7	119.27
8	112.74
9	108.74
10	56.10
11	27.21

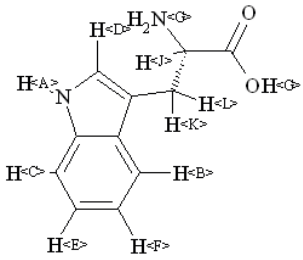




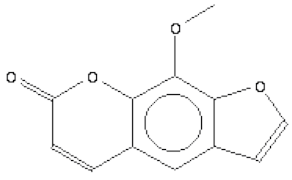
NIST Chemistry WebBook (http://webbook.nist.gov/chemistry)



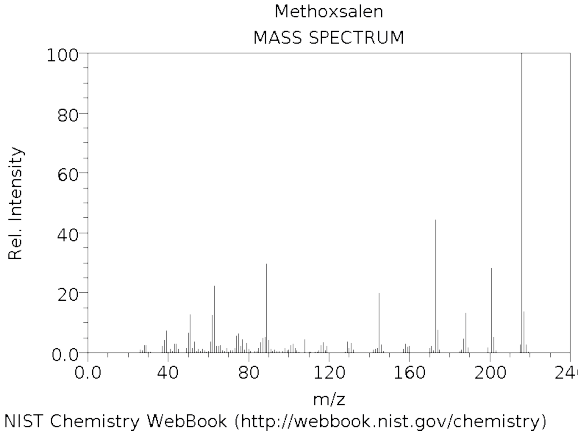
Assign.	Shift (ppm)
A*1	10.96
B	7.57
C	7.36
D	7.26
E	7.01
F	6.97
G*1	6.71
J	3.55
K*2	3.28
L*2	3.06



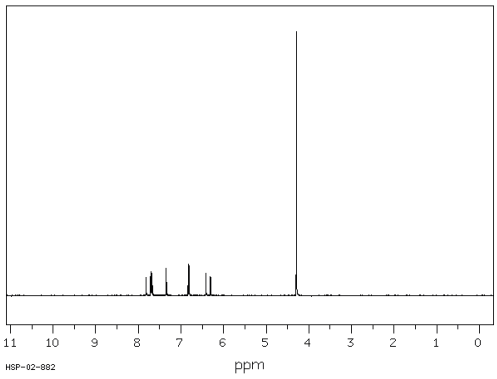
Xantotoxina (Methoxsalen)



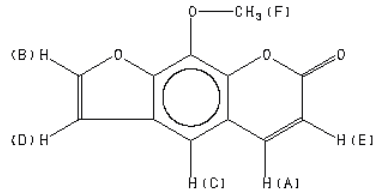
Fórmula: C12H_8O_4; **Masa molar:** 213.1895 g/mol; **Temperatura de fusión:** 147°C ; **Otros nombres:** 7H-Furo[3,2-g] [1]benzopyran-7-one, 9-methoxy-; Ammoidin; Meladinin; Meloxine; Methoxa-Dome; Oxsoralen; Xanthotoxin; Xanthotoxine; 8-Methoxy-[furano-3′.2′:6.7-coumarin]; 8-Methoxypsoralen; 8-Methoxypsoralene; 8-MOP; Ammodin; Meladinine; Meladoxen; New-Meladinin; NCI-C55903; Oxypsoralen; Puvalen; 5-Benzofuranacrylic acid, 6-hydroxy-7-methoxy-, σ-lactone; 8-Methoxy-2′,3′,6,7-furocoumarin; 8-Methoxy-4′,5′,6,7-furocoumarin; 8-MP; 9-Methoxy-7H-furo[3,2-g][1] benzopyran-7-one; 8-Methoxy-6,7-furanocoumarin; Puvamet; Methoxaten; 8-Methoxyfuranocoumarin; 9-Methoxy-7H-furo(3,2-g)benzopyran-7-one; Oxsoralen-Ultra; Oxsoralen lotion; Proralone-mop; Psoralon-mop; Uvadex; Zanthotoxin; 9-methoxypsoralen; Geroxalen; 9-Methoxy-7H-furo[3,2-g]chromen-7-one; Deltapsoralen; Methoxsalene; Vitpso; NSC 45923; 9-methoxyfuro[3,2-g]chromen-7-one



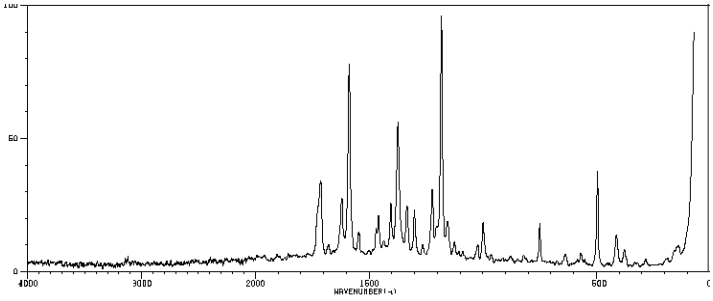
^{1}H NMR: 90 MHz in $CDCl_3$



Assign.	Shift (ppm)
A	7.764
B	7.689
C	7.346
D	6.818
E	6.363
F	4.293



Raman: 4880 A 200 Mpowder



XANTHOTOXIN
SDBSNO = 10625 $C_{12}H_8O_4$ RM-01-03338 : 4880A.200M.POWDER

1715	33	1386	24	414	13
1679	10	1302	29		
1621	27	1256	10		
1588	78	1224	30		
1547	14	1183	95		
1471	16	1167	18		
1460	20	1126	10		
1436	11	1000	18		
1405	26	760	17		
1374	66	496	37		

Referencias

Bases de datos en línea:

– *https://webbook.nist.gov/chemistry.* Página electrónica del National Institute of Standards and Technology. Compilación de datos fisicoquímicos y espectros de muchos compuestos orgánicos.

– *https://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi.* Página electrónica del Spectral Database for Organic Compounds SDBS. Colección de espectros de miles de compuestos orgánicos.

– *http://www.chemspider.com.* Página electrónica del ChemSPider. Search and Share Chemistry. Base de datos muy completa con los espectros y datos fisicoquímicos y biológicos de muchos compuestos. Contiene muchos link a otras bases de datos y empresas comercializadoras.

– *https://www.rcs.org/merck-index.* Página electrónica del Merk Index. Diccionario electrónico de compuestos orgánicos.

– *https://www.sigmaaldrich.com.* Página electrónica de SIGMA-ALDRICH, empresa fabricante y comercializadora de una gran variedad de compuestos químicos. Ofrece información, espectroscópica, fisicoquímica, biológica y toxicológica de los productos que comercializa.

Bibliografía

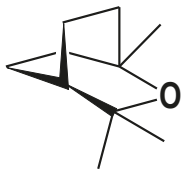
– *Yurkanis, Bruice,* P. 2008. Química orgánica. México: Pearson Educación.

– *Silverstein, R. M., Webster, F. X. y Kiemle, D. J.* 2005. Spectrometric identification of organic compounds. United States of America: John Wiley & Sons.

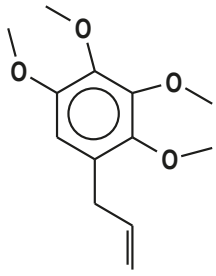
– *Field, L. D. Sternhell, S. y Kalman, J. R.* 2008. Organic structures from spectra. United States of America: John Wiley & Sons.

Apéndice

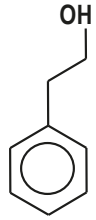
Con el fin de no escribir las fórmulas de los metabolitos secundarios de cada vegetal tratado en el capítulo IV. Se da a conocer la estructura de la gran mayoría de los compuestos que se mencionan en este capítulo.



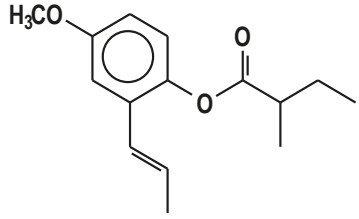
18 - cineol



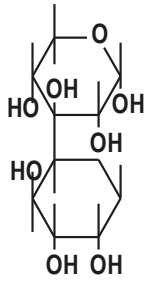
1 - alil-2,3,4,5-tetra metoxibenceno



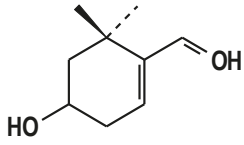
2 - fenil etanol



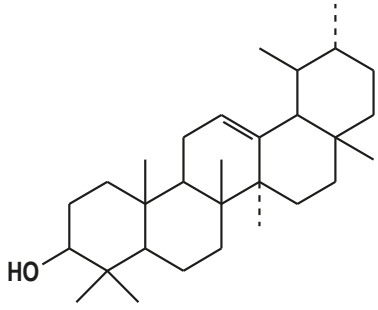
2 - metailbutirilester de 4-metox-2-(1-propen)-feno



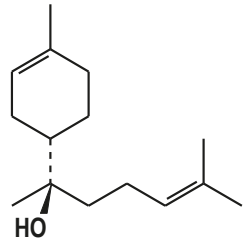
3 - gluco-7-ranbisud



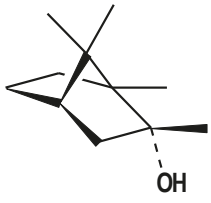
4 - hidroxicitral



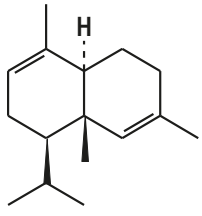
α - amirina



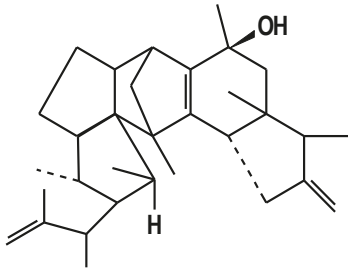
α- bisabolol



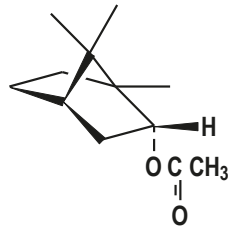
α - baorneol



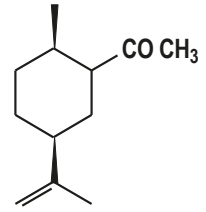
α - cadieno



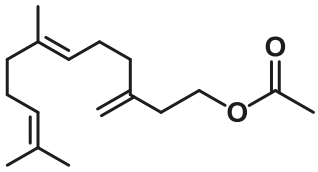
Absintina



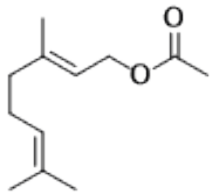
Acetato de bornilo



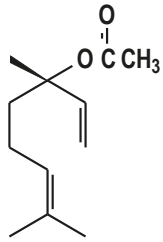
Acetato de dihidrocarveol



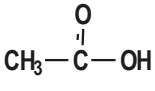
Acetato de farnesilo



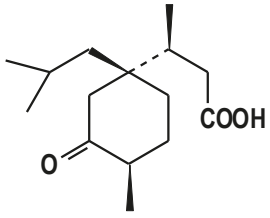
Acetato de geranilo



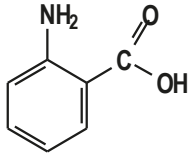
Acetato de linalilo



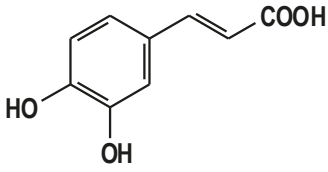
Ac. acético



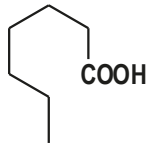
Ac. acorito



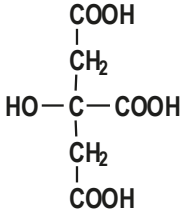
Ac. antranílico



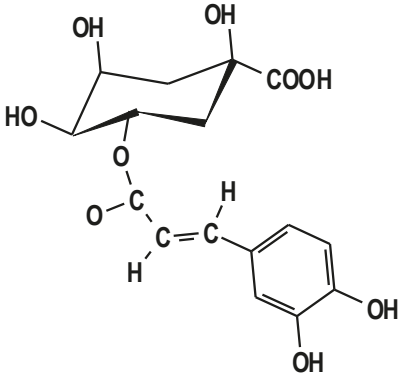
Ac. caféico



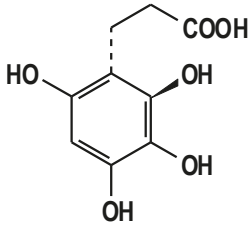
Ac. capróico



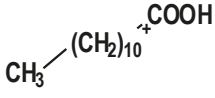
Ac. citrico



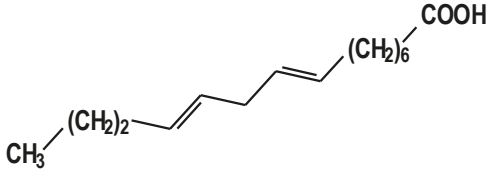
Ac. clorogénico



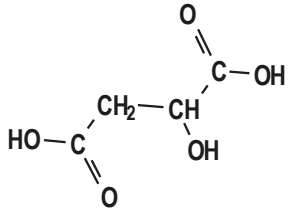
Ac. dihidrocaféico



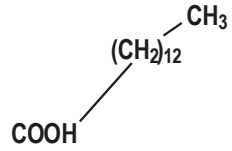
Ac. laúrico



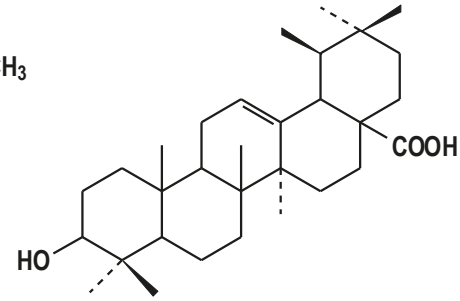
Ac. linoléico



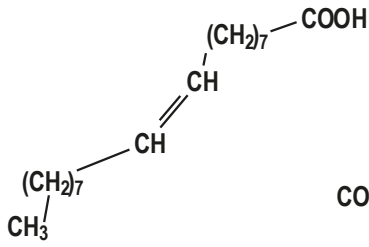
Ac. málico



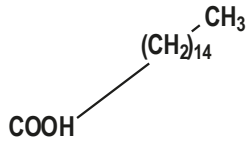
Ac. mirístico



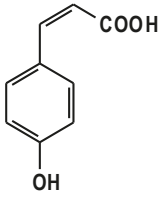
Ac. oleanólico



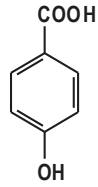
Ac. oléico



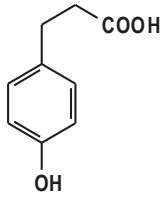
Ac. palmítico



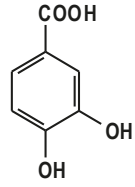
Ac. p-cumárico



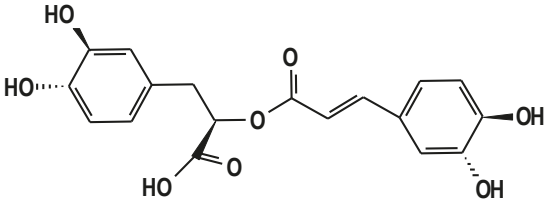
Ac. p-hidroxibenzoico



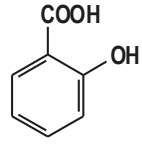
Ac. p.hidroxifenilacético



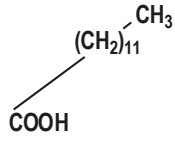
Ac. protocatéquico



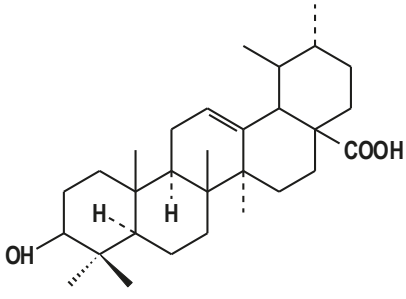
Ac. rosmarínico



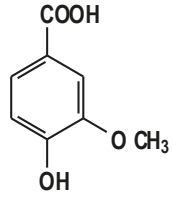
Ac. salicilico



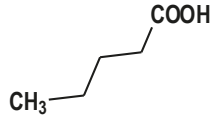
Ac. tridecadoico



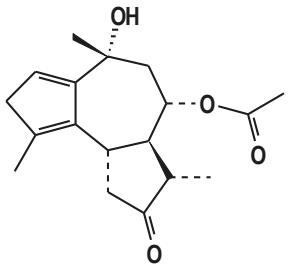
Ac. ursolico



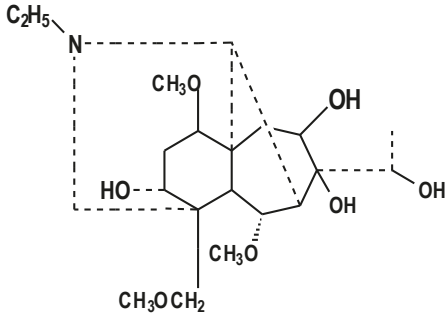
Ac. vainillico



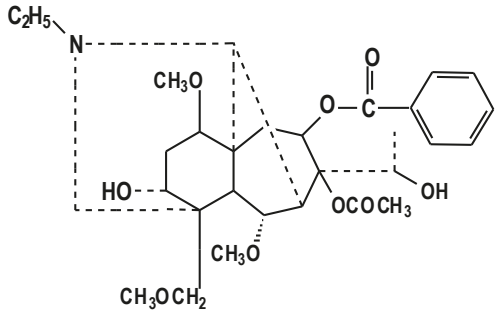
Ac. valérico



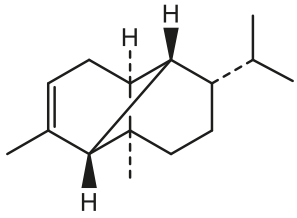
Acilicina



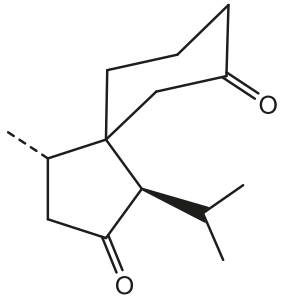
Aconina



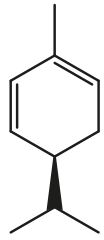
Aconitina



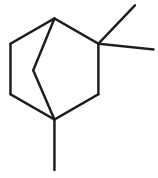
α-copaeno



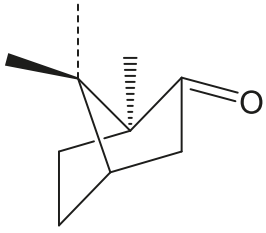
Acorona



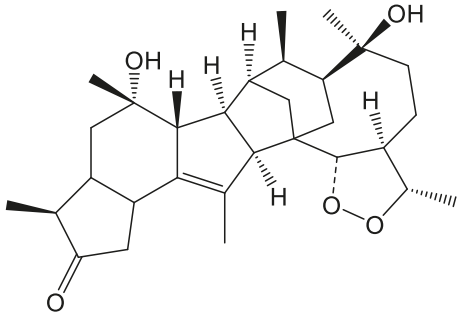
α-felandreno



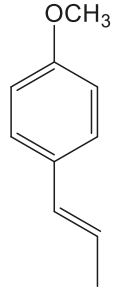
Fencano



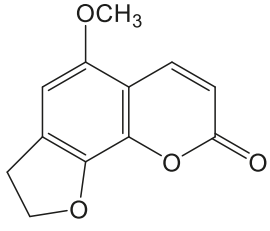
Alcanfor



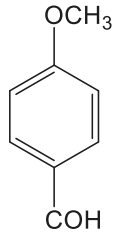
Anabsintina



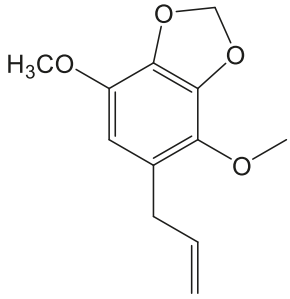
Anetol



Angelicina

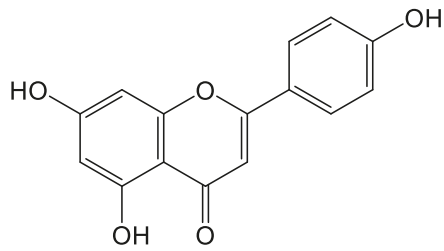


Anisaldehido

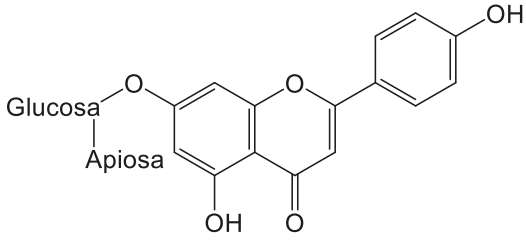


Apiol

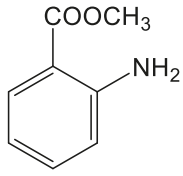
α - pineno



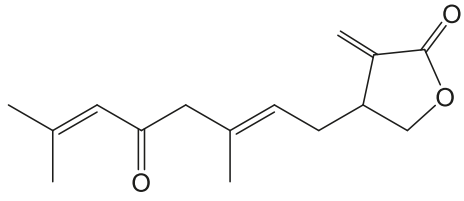
Apigenina



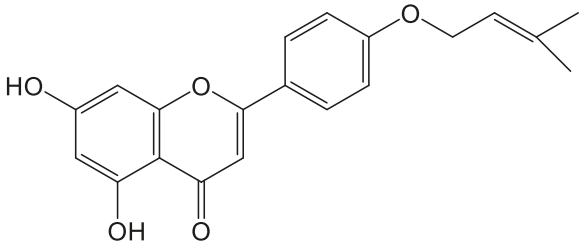
Apiina



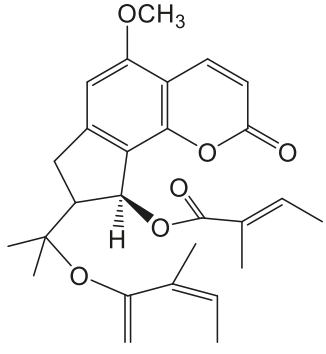
Antranilato de metilo



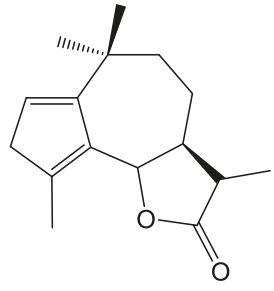
Anthecotulida



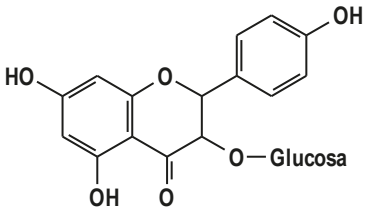
Archangelenona



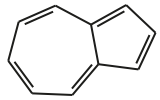
Archangelisina



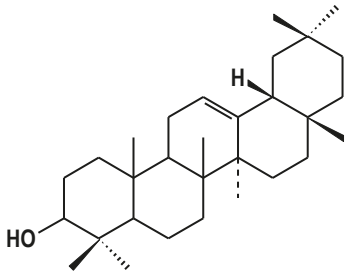
Artabsina



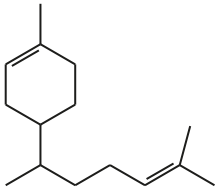
Astragalina



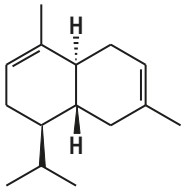
Azuleno



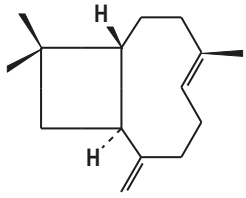
β- amirna



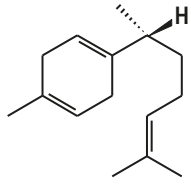
β bisaboleno



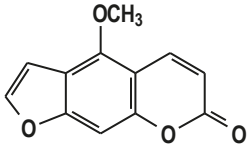
β - cadieno



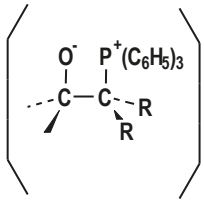
β cariofileno



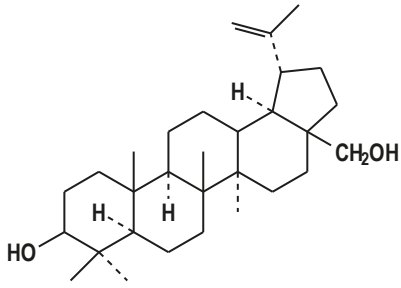
β - curoumareno



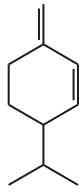
Bergapteno



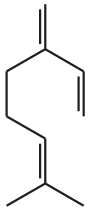
Betaína



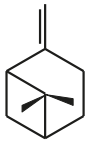
Betulina



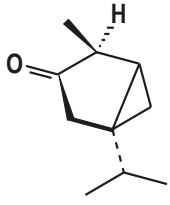
β - felandreno



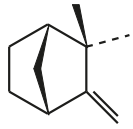
β - mirceno



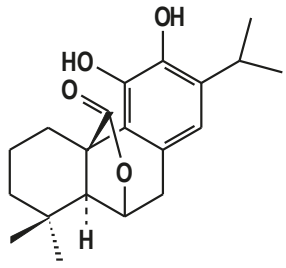
β - pineno



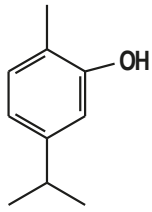
β - tujona



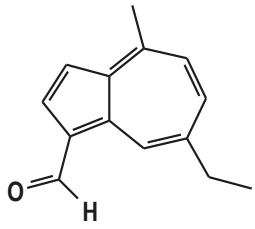
Canfeno



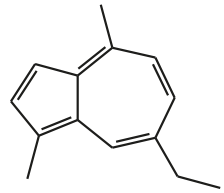
Carnosol



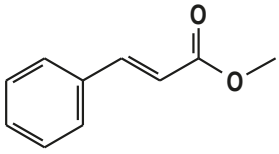
Carvacrol



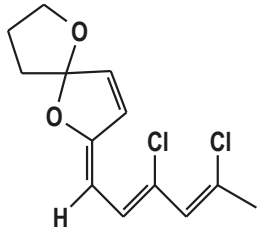
Camaviolina



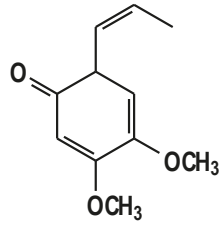
Camazuleno



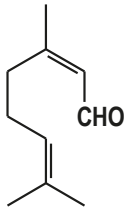
Cianato de metilo



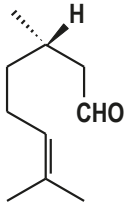
Cis - dicloro enina ester



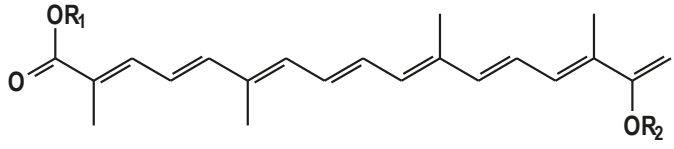
Cis - isoasarona



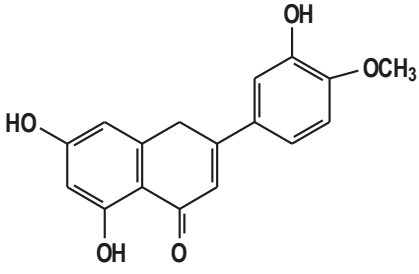
Citral



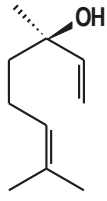
Citronelal



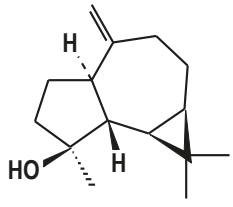
Crocetina



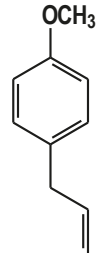
Diosmetina



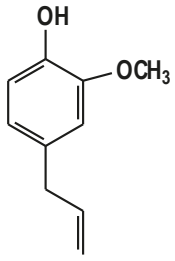
D - linalol



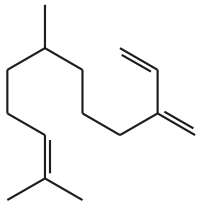
Espatulenol



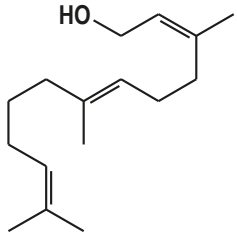
Estragol



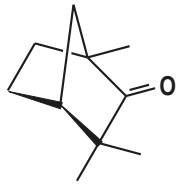
Eugenol



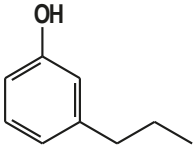
Farneseno



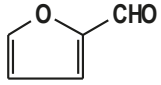
Farnesol



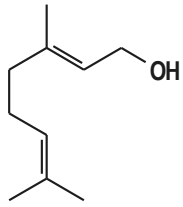
Fencona



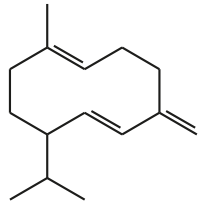
Fenil propano



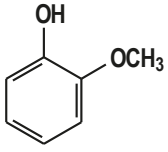
Furfural



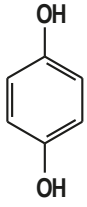
Gearniol



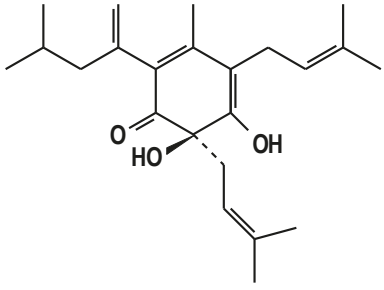
Germacreno



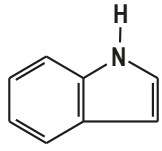
Guayacol



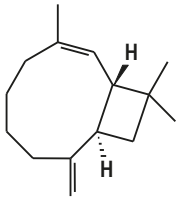
Hidroquinona



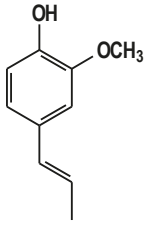
Humulona



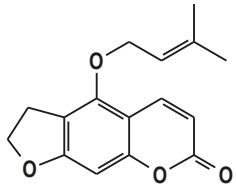
Indol



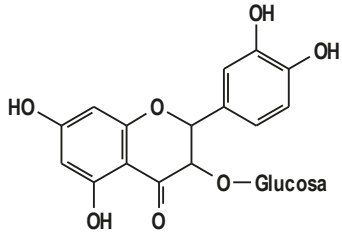
Isocariofileno



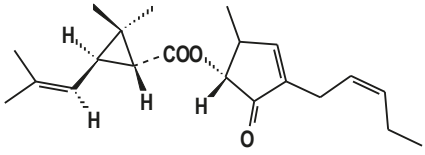
Isoeugenol



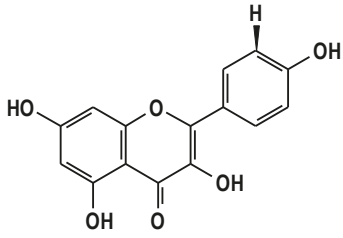
Isoimperatorina



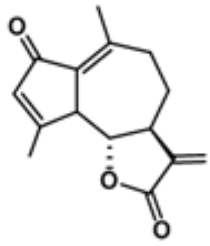
Isoquercitrina



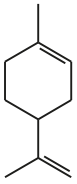
Jasmolina



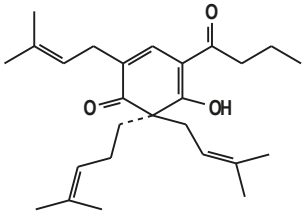
Kanferol



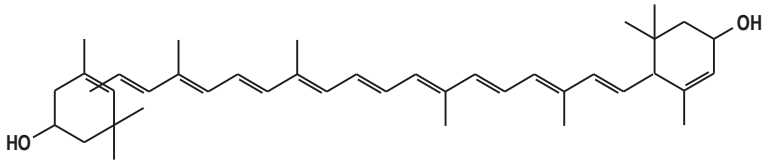
Dehidroleucodina



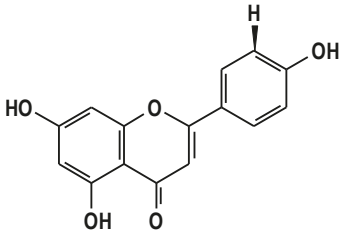
Limoneno



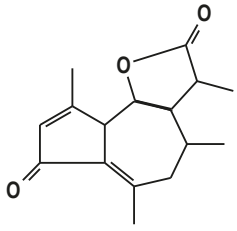
Lupulona



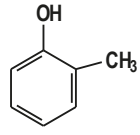
Luteína o Xantofila



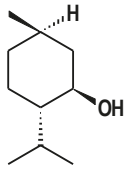
Luteolina



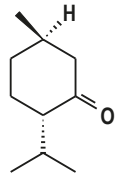
Matricina



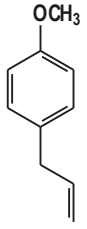
m- cresol



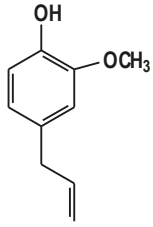
Mentol



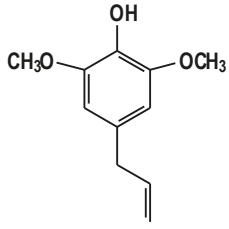
Mentona



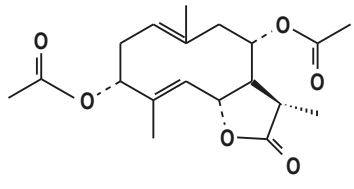
Metilcavicol



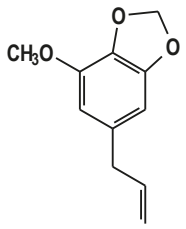
Metileugenol



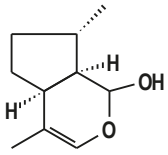
Metoxieugenol



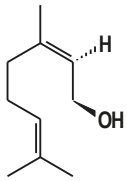
Milefina



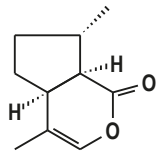
Miristicina



Nepetol

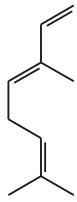


Nerol

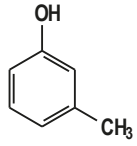


Nepetalactona

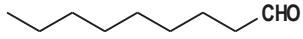
Nonano



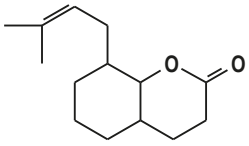
Ocimeno



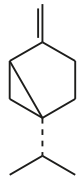
o - cresol



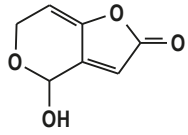
Octanal



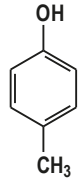
Ostol



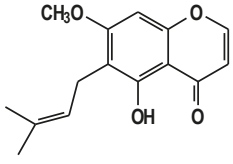
o - tujeno



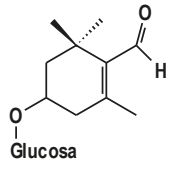
Patulina



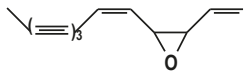
p - cresol



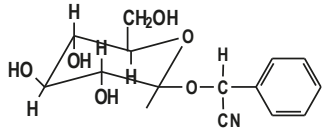
Pencenin-7-metilester



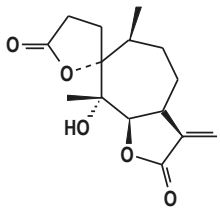
Picrococina



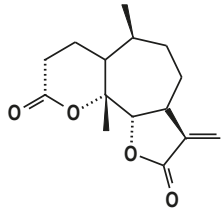
Ponticapoxido



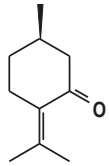
Prunasina



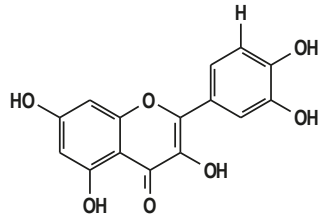
Psilostacina



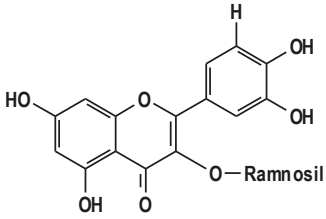
Psilostacina C



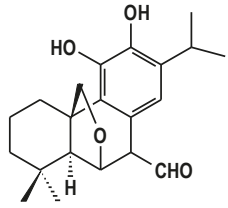
Pulegona



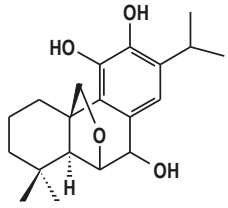
Quercetina o quercetol



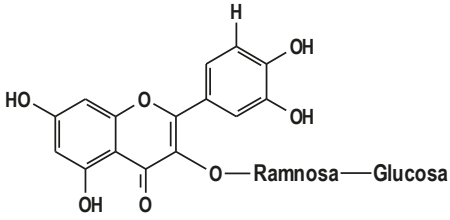
Quercetrina



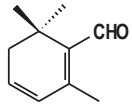
Rosmadiol



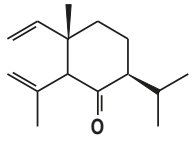
Rosmanol



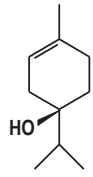
Rutina



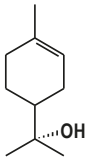
Safranal



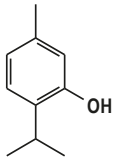
Siobunona



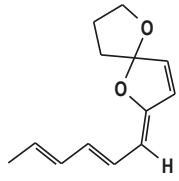
Terpinen-4-ol



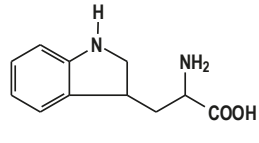
α - terpineol



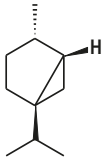
Timol



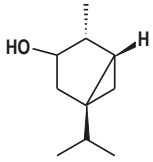
trans - dicloro enina éter



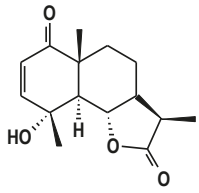
Triptofano



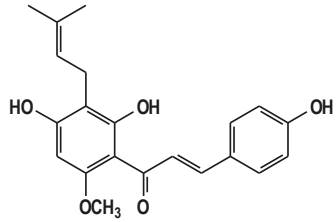
Tujano



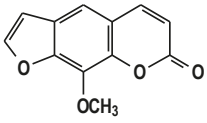
Tujol



Vulgarin



Xantohumol



Xantotoxina

Glosario

- ***Abortivo:*** Que interrumpe un embarazo.
- ***Absoluto:*** Sustancia aromática altamente concentrada, viscosa, semisólida o sólida, obtenida generalmente mediante extracción alcohólica a partir del concreto, (ver definición de concreto).
- ***Aceite esencial:*** Líquido volátil y aromático (a veces semisólido), que constituye generalmente el principio oloroso de la planta. Se obtiene mediante un proceso de presión o diferentes destilaciones a partir de una única especie botánica o variedad (a diferencia de los aceites grasos, no dejan manchas sobre el papel), secretados por las plantas. Se encuentran casi exclusivamente en las angiospermas especialmente en las familias: *Rosáceas, Labiadas, Umbelíferas, Lauráceas, entre otras.*
- ***Aceite fijo:*** Aceite vegetal obtenido por expresión o solventes, no volátil como el de oliva y almendras.
- ***Acre:*** Que deja una sensación áspera y picante en la boca.
- ***Aerofagia:*** Acción de tragar aire involuntariamente.
- ***Afrodisiaco:*** Que estimula la actividad genésica.
- ***Agua de tiempo:*** Remedio acuoso que substituye al agua que se toma a lo largo del día.
- ***Aguijones:*** Cuerpo pequeño espiniforme superficial, de consistencia débil.
- ***Alergia:*** Hipersensibilidad provocada por una sustancia extraña, que en pequeñas dosis produce una reacción corporal violenta.
- ***Alíaceo:*** Parecido al ajo o a la cebolla.
- ***Alopatía:*** Doctrina terapéutica que se sustenta en el aforismo hipocrático de que los contrarios curan a los contrarios, para lo cual emplea sustancias que, en el individuo sano, producen efectos opuestos a los síntomas que presentan los enfermos por ejemplo en aplicaciones curativa lo usual, es tratar un enfriamiento con cataplasmas calientes.
- ***Alopecia:*** Calvicie, pérdida de cabello.
- ***Alucinógeno:*** Que provoca visiones o ilusiones.
- ***Amargo:*** Componente que estimula la secreción salivar y la cantidad de jugos gástricos, que provoca una buena digestión y facilita la absorción de los nutrientes.
- ***Amebicida:*** Sustancia capaz de destruir las amebas.
- ***Amenorrea:*** Termino empleado cuando aparece un síntoma de enfermedad anatómica caracterizada por ausencia de regla o menstruación.
- ***Amento:*** Inflorescencia colgante formada por flores estaminadas.
- ***Amplexicaule:*** Que abraza el tallo.
- ***Amorfa:*** Que no tiene forma determinada.
- ***Anafrodisíaco:*** Que reduce el deseo sexual.
- ***Analgésico:*** Que calma el dolor.
- ***Anemia:*** Deficiencia, tanto en calidad como en cantidad, de las células rojas de la sangre.

- ***Anestésico:*** Sustancia que provoca pérdida de la sensibilidad o de la sensación.
- ***Anetol:*** Metabolito del anís, del grupo éter fenólico. Olor anisado, dulce, cálido y suave.
- ***Anisaldehído:*** Fórmula química $C_8H_8O_2$; nombre IUPAC: *4-Metoxibenzaldehído, conocido también como p*-anisaldehído. Posee un olor y sabor dulce, herbáceo y especiado.
- ***Antera:*** Parte del estambre que contiene el polen.
- ***Antibiliar:*** Agente que ayuda a eliminar el exceso de bilis del cuerpo.
- ***Antibiótico:*** Que previene el crecimiento de las bacterias o las destruye.
- ***Antiblenorrágico:*** Agente que se usa contra la blenorrea (inflamación contagiosa de la mucosa genital).
- ***Anticatarral:*** Agente que ayuda a eliminar un catarro o resfriado.
- ***Antidepresivo:*** Agente que contribuye a aliviar la depresión.
- ***Antidiarreico:*** Que combate y corta la diarrea
- ***Antídoto:*** Contra veneno.
- ***Antihelmíntico:*** Agente que se usa contra los gusanos intestinales. Sinónimo de vermífugo.
- ***Antiemético:*** Que ayuda a reducir la incidencia y la gravedad de las nauseas y los vómitos.
- ***Antiespasmódico:*** Que calma los espasmos (contracción involuntaria de los músculos).
- ***Antiflogístico:*** Se entiende dicho del fármaco, medicamento y compuesto químico que se emplea para calmar la inflamación
- ***Antineurálgico:*** Contra los dolores.
- ***Antipirético:*** Combate la fiebre:
- ***Antípodas:*** Cada una de las tres células que en el saco embrionario de las angiospermas se hallan en el extremo opuesto al que ocupan las sinérgidas y la ovocélula.
- ***Antipuriginosos:*** Que atenúan o suprimen las comezones.
- ***Antiséptico:*** Que elimina o actúa contra las infecciones externas provocadas por microrganismos patógenos e impide su desarrollo.
- ***Antisudoral:*** Impide o disminuye la transpiración.
- ***Antitusígeno:*** O antitusivo es un fármaco empleado para tratar la tos seca irritativa, no productiva.
- ***Anual:*** Planta que completa su ciclo de vida en una temporada.
- ***Aparato ovular:*** Conjunto del óvulo y las dos sinérgidas, que se hallan en la parte superior del saco embrionario, del lado del micrópilo.
- ***Aperitivo:*** es la bebida o la comida ligera que se toma para abrir el apetito.
- ***Aperturas:*** Cada una de las aberturas que presenta el grano de polen para permitir la salida del tubo polínico.
- ***Ápice:*** Punta.
- ***Apoplejía:*** Ataque o hemorragia grave que provoca pérdida repentina de la consciencia.

- ***Aquenio:*** Fruto pequeño, seco e indehiscente.
- ***Arritmia:*** Ruptura del ritmo cardíaco, que se vuelve desordenado.
- ***Astringente*** o **estíptico** es cualquiera de las sustancias que con su aplicación externa local (tópica), retraen los tejidos y pueden producir una acción, como sensación entre sequedad intensa y amargor que se produce en la boca.
- ***Axila:*** Fondo del ángulo superior formado por un peciolo o pedúnculo con el tallo o eje que lo soporta.
- ***Bacteriostático:*** Impide que las bacterias se desarrollen.
- ***Báculas:*** Porciones de la pared externa de las esporas o granos de polen, con forma de bastón.
- ***Balsámico:*** Con cualidades suavizantes de un bálsamo.
- ***Bálsamo auténtico:*** Se caracteriza por su alto contenido en ácido benzoico, benzoatos, ácido cinámico o cinamatos.
- ***Bálsamo:*** Masa resinosa semisólida o líquido viscosos exudado por una planta.
- ***Béquico:*** Termino empleado cuando un compuesto es expectorante y que calma la tos.
- ***Bianual:*** Planta que completa su ciclo de vida en dos temporadas.
- ***Bilabiado:*** Con dos labios.
- ***Bisexuales:*** Que tiene dos sexos funcionales en una flor.
- ***Bicelular:*** Formado por dos células.
- ***Bilioso:*** Abundante en bilis o relativo a ella.
- ***Biocatalizador:*** Cuerpo cuya presencia acelera las reacciones vitales.
- ***Blenorrea:*** Inflamación de la mucosa de los órganos genitales.
- ***Borneol:*** Formula química $C_{10}H_{18}O$; nombre IUPAC: *endo-1,7,7-trimetilbiciclo[2.2.1]heptan-2-ol; endo-2-borneol; endo-2-camfenol*. Se encuentra en el romero la valeriana y el espliego.
- ***Bráctea:*** Órgano foliar subyacente a estructuras reproductoras.
- ***Cabezuela:*** Inflorescencia del tipo de la margarita.
- ***Cáliz:*** Conjunto de sépalos.
- ***Cápsula:*** Fruto seco dehiscente.
- ***Calmante o Sedante:*** Se llama calmante a cualquier compuesto que retarda las funciones del cuerpo. (El efecto que causan los calmantes es de retardar o reducir el funcionamiento del cerebro y el sistema nervioso, lo cual permite al cuerpo dos cosas: relajarse y dormir).
- ***Calosa:*** Polisacárido formado por moléculas de glucosa, diferente a la celulosa y a la pectina, que bordea las comunicaciones intercelulares de los elementos cribosos del floema. También impregna temporalmente algunas paredes celulares de otros tejidos.
- ***Candidiasis:*** Infección en la región bucal o vaginal causada por un hongo (Candida).
- ***Cara inferior:*** Sinónimo de envés.
- ***Cara superior:*** Sinónimo de haz.
- ***Carpelo:*** Estructura foliar que forma un pistilo

- ***Cardiotónico:*** Un cardiotónico es una sustancia de naturaleza esteroidea que debido a su acción a nivel cardiaco provoca un aumento de la frecuencia, excitabilidad y contractilidad de las fibras miocárdicas. Dícese que Tonifica el corazón.
- ***Carminativo:*** Previene la formación de gases en el tubo digestivo o provoca la expulsión de los mismos.
- ***Carvacrol:*** Formula química $C_{10}H_{14}O$; nombre IUPAC: *2-metil-5-(1-metiletil)fenol; 2-p-cimenol; 2-hidroxi-pcimeno; isopropil-o-cresol; isotimol,* metabolito del orégano y de la mejorana.
- ***Célula del canal del vientre:*** En el arquegonio, la célula que se encuentra sobre la oósfera, entre ésta y la célula inferior del canal del cuello.
- ***Célula del tubo polínico:*** Célula vegetativa del grano de polen.
- ***Célula madre de las megásporas:*** Célula que posee un núcleo diploide que, por meiosis, da cuatro núcleos haploides.
- ***Célula vegetativa:*** En los granos de polen, es la célula que ocupa gran parte del mismo, destinada a formar el tubo polínico
- ***Cemento polínico:*** Material pegajoso que existe en la superficie de los granos de polen de especies con polinización zoófila.
- ***Cenocito:*** Masa protoplasmática multinucleada formada como consecuencia de divisiones nucleares no seguidas de citocinesis.
- ***Cimas:*** Grupo de flores determinado, ancho, más o menos plano en el remate, abren primero las flores internas.
- ***Cicatrizante:*** Promueve la formación de una cicatriz.
- ***Citocinesis:*** En la mitosis y en la meiosis, división del citoplasma celular para formar las células hijas.
- ***Citral:*** Par de terpenoides con dobles isómeros, Fórmula química $C_{10}H_{16}O$; nombre IUPAC: *3,7-dimetilocta-2,6-dienal,* otros nombres Geranial, se encuentra en hierba limón, Melissa, Petitgrain, Eucalipto, limón, naranja, entre otros, de olor y sabor fresco y frutal.
- ***Citronelal:*** Fórmula química $C_{10}H_{18}O$; nombre IUPAC: *2,7-dimetiloctan-6,1-al;* olor y sabor, fresco, alimonado y frutal. Se encuentra en limón, naranja, melisa.
- ***Citronelol:*** Fórmula química $C_{10}H_{20}O$; nombre IUPAC: *3,7-Dimetilocten-6,1-ol*. De olor y sabor, fresco y floral. Se encuentra en rosas y geranio.
- ***Coadyuvante:*** Que refuerza la formación de un medicamento.
- ***Colagogo:*** Que activa la salida de la bilis contenida en la vesícula biliar.
- ***Colerético:*** Que activa la producción de bilis.
- ***Colitis o síndrome de intestino irritable,*** es la inflamación de la mucosa del colon, el cual se localiza en la zona final del intestino grueso que se conecta con el recto.
- ***Colpo:*** En palinología, abertura alargada, fusiforme.
- ***Colporo:*** Apertura compuesta consistiendo de un colpo (externo) y un poro (interno). El término más usado es la forma adjetivada colporado-(a).
- ***Colutorio:*** Medicamento destinado a actuar sobre las encías y las paredes de la cavidad intestinal.

- ***Cómpito:*** Lugar del pistilo de los gineceos sincárpicos donde los canales estilares se comunican entre sí, permitiendo que los tubos polínicos puedan cambiar su dirección de crecimiento, de un carpelo a otro.
- ***Concreto:*** Es un remanente de la remoción del solvente usado para extraer el aceite esencial de las flores que se obtiene con otras sustancias solubles como ceras y pigmentos que son eliminados al mezclarse con alcohol al disolver los constituyentes aromáticos, quitando la cera y otras sustancias.
- ***Connato:*** Unidos o articulados.
- ***Cordial:*** Que tiene virtud de fortalecer el corazón
- ***Coriácea:*** De textura similar al cuero, resistente pero flexible.
- ***Corimbo:*** Inflorescencia racimosa, donde los pedicelos de diferente longitud colocan a las flores en un mismo plano; abren primero las flores externas.
- ***Corola:*** Conjunto de pétalos.
- ***Cutáneo:*** Perteneciente a la piel. Por ejemplo, afección cutánea.
- ***D-carvona:*** Fórmula química $C_{10}H_{14}O$; nombre IUPAC: *2-Metil-5-(1metilenetenil)-2-ciclohexanona.* De olor y sabor especiado, herbáceo y dulce. Se encuentra en la menta crespa Mentha spicata.
- ***Decocción:*** Preparación de plantas medicinales en que la materia vegetal (normalmente la parte dura o leñosa de la planta) se hierve en agua y se reduce para preparar un extracto concentrado.
- ***Depurativo:*** Sustancia o medicamento que depura o purifica los líquidos del cuerpo, en especial la sangre.
- ***Dérmico:*** Relativo a la dermis o piel.
- ***Descongestionante:*** Agente que alivia o reduce la congestión.
- ***Díades:*** Unidades polínicas formadas por dos micrósporas.
- ***Diaforético:*** Provoca la secreción de sudor o transpiración.
- ***Dismenorrea:*** Se considera una complicación de la función menstrual; reglas dolorosas e irregulares.
- ***Disnea:*** Ahogo o dificultad en la respiración, conlleva un sobreesfuerzo para respirar".
- ***Dispepsia:*** Trastorno de la digestión que aparece después de las comidas y cuyos síntomas más frecuentes son náuseas, pesadez y dolor de estómago, ardor y flatulencia.
- ***Diuresis:*** Eliminación o secreción de orina.
- ***Diurético:*** Activa o aumenta la eliminación de la orina.
- ***D-limoneno:*** Formula química $C_{10}H_{16}$; nombre IUPAC: *1-Metil-4-(1-metiletenil)ciclohexeno; p-menta-1,8-dieno; cimeno.* De olor y sabor ligero y refrescante. Se encuentra en la bergamota, nerolí, naranja, alcaravea, menta piperita entre otros.
- ***Drástico:*** Laxante energético, a menudo forzando la dosis normal.
- ***Drupa:*** Fruto carnoso, indehiscente, con una semilla encerrada en un endocarpo o hueso duro.
- ***Emenagogo:*** Que regulariza y facilita las reglas.
- ***Emético:*** Medicamento o sustancia que provoca o estimula el vómito; como la planta ipecacuana considerada como emética por los metabolitos que contiene.

- ***Emoliente:*** Disminuye la inflamación de los tejidos irritados.
- ***Endexina:*** En los granos de polen, estrato interno de la exina más o menos diferenciado.
- ***Endocarpo:*** Capa interna del fruto.
- ***Endosperma primario:*** Tejido reservante de las semillas de gimnospermas, es el prótalo cargado de sustancias de reserva, formado a partir de divisiones mitóticas de la macróspora.
- ***Escariosa:*** Brácteas que no son verdes, delgadas, seca y membranosas.
- ***Espasmolítico:*** Que combate los espasmos.
- ***Espigas:*** Inflorescencia no ramificada, simple y alargada.
- ***Espiguillas:*** Espigas secundarias.
- ***Esplénico:*** Relacionado con el bazo, la mayor glándula endocrina.
- ***Esplenitis:*** Inflamación del bazo.
- ***Esporangio:*** Dícese de cualquier estructura que contenga esporas.
- ***Esporodermis:*** Pared que rodea y protege la espora.
- ***Esporopolenina:*** Compuesto químico complejo que forma la esporodermis.
- ***Esputo:*** Tipo de tos que se produce por contracción espasmódica repentina y a veces repetitiva.
- ***Esquizocarpo:*** Fruto seco, dehiscente, que se divide en dos mitades, cada una de ellas es un mericarpio y tiene una semilla.
- ***Estambre:*** Organo masculino de la flor, portador del polen.
- ***Estaminada:*** Flor masculina, que no contiene pistillo.
- ***Estípula:*** Apéndice basal de un peciolo.
- ***Estimulante:*** Que excita y aumenta temporalmente la actividad nerviosa o muscular.
- ***Estomáquico:*** Medicamento o sustancia que combate la dispepsia, favorece la secreción gástrica y el apetito, originando buena digestión
- ***Estomatitis:*** Nombre genérico dado alas inflamaciones de la mucosa bucal (aftas, gingivitis, etc.).
- ***Estrógeno:*** Que activa las funciones sexuales en la mujer.
- ***Estupefacientes:*** Embota los centros nerviosos y provoca a la larga un hábito peligroso.
- ***Eugenol:*** Fórmula química $C_{10}H_{12}O_2$; nombre IUPAC: *2-Metoxi-4-(2-propenil)fenol; 4-4-alil-2-metoxifenol; alilguaiacol; ácido eugenico; ácido cariofílico.* De olor y sabor cálido, especiado y ardiente. Se encuentra en el clavo y hojas de canela.
- ***Eupéptico:*** Favorece la digestión.
- ***Exina:*** Pared externa del grano de polen, gruesa y a menudo con grabaduras o relieves de formas muy diversas, tales como surcos, alvéolos, verrugas, acículas, etc.
- ***Exerta:*** Proyectándose hacia afuera, asomando.
- ***Expectorante:*** Provoca la expulsión de las secreciones pulmonares.

- ***Fasciculada:*** Congestionado en grupos cerrados o haces.
- ***Farmacodinámico:*** Efectos que pueden ser probados fisiológicamente.
- ***Farmacopea:*** Compilación nacional de fórmulas de medicamentos.
- ***Febrífugo:*** Que combate la fiebre.
- ***Ferrugínea:*** De color rojizo, como de óxido de fierro.
- ***Fecundación:*** Unión de dos gametos haploides para constituir el cigoto o célula huevo diploide. Es uno de los procesos esenciales del ciclo vital de la planta.
- ***Flatulencia:*** Acumulación de gases en el estómago e intestino.
- ***Folíolos:*** Hojuela, hoja secundaria.
- ***Fronda:*** Hoja compuesta de los helechos.
- ***Galactogogo:*** Que aumenta la secreción láctea.
- ***Galénico:*** Remedio de origen vegetal.
- ***Gameto:*** Célula sexual madura, capaz de unirse a la del sexo contrario para formar el cigoto.
- ***Gametófito:*** Conjunto de células haploides, la generación que termina produciendo células reproductoras sexuales, las gametas.
- ***Gastritis:*** Inflamación de las membranas del estómago.
- ***Genito-urinario:*** Relativo tanto al sistema reproductor como al aparato urinario.
- ***Geraniol:*** Vease citral.
- ***Glabrescente:*** Casi glabro, volviéndose glabro con la edad.
- ***Glabra:*** Lampiño, usado incorrectamente como liso.
- ***Hemolítico:*** Que destruye los lóbulos rojos.
- ***Hemoptitis:*** Esputo de sangre procedente de las vías respiratorias.
- ***Hemostático:*** Efecto de cortar las hemorragias.
- ***Hermafrodita:*** Bisexual.
- ***Hesperidios:*** Frutos del tipo de la naranja.
- ***Hidropesia:*** Derrame de serosidad en una cavidad natural del cuerpo o entre los elementos del tejido conjuntivo.
- ***Hilum:*** Apertura o zona clara irregular, vagamente delimitada a circular en esporas.
- ***Hipanto:*** Estructura tubular o en forma de copa que rodea los ovarios ínferos o semiínferos. Puede estar constituido por el receptáculo ahondado, o por la adnación de cáliz, corola y androceo (hipanto apendicular).
- ***Homeopatía:*** Medicina alternativa que combate las enfermedades con remedios administrados en dosis mínimas periódica Se basa en los principios de que «lo semejante se cura con lo semejante». Caracterizado por el uso de remedios carentes de ingredientes químicamente activos y de dilución continua.
- ***Hipertensor:*** Que hace subir la presión sanguínea.

- ***Hipnótico:*** Efecto de provocar sueño.
- ***Hipoglucemiante:*** Rebaja el contenido de azúcar en la sangre.
- ***Hipotensor:*** Efecto que hace descender la presión sanguínea.
- ***Hirsuto:*** Con tricomas largos, rígidos y erectos.
- ***Imbricada:*** Traslapado, sobrepuesto.
- ***Imparipinada:*** Hoja pinnada cuyo raquis remata en un folíolo.
- ***Inaperturado:*** Dícese del grano de polen que carece de aberturas.
- ***Imparipinada:*** Hoja pinnada cuyo raquis remata en un folíolo.
- ***Indehiscente:*** Que regularmente no se abre.
- ***Infusión:*** Consiste en poner el material vegetal (hojas, raíces, etc.) en agua hirviendo, retirando ésta del fuego inmediatamente.
- ***Intina:*** Dícese de la pared interna del grano de polen, muy delgada, hialina, incolora y de naturaleza celulósica o péptica.
- ***Invólucro:*** Uno o más verticilos de las brácteas dispuestas por debajo de la flor o grupo de flores.
- ***Laxante:*** Purgante ligero.
- ***Lenticela:*** Pequeña protuberancia de la epidermis de la corteza.
- ***L-carvona:*** Fórmula química $C_{10}H_{14}O$; nombre IUPAC: *2-Metil-5-(1metilenetenil)-2-ciclohexanona.* De olor y sabor dulce, mentolado, especiado y refrescante. Se encuentra en el eneldo y la alcaravea.
- ***Ligula:*** Organo en forma a de lengüeta.
- ***Ligulada:*** Organo en forma a de lengüeta.
- ***Limbo:*** Parte expandida y plana de un órgano.
- ***Linalol:*** Fórmula $C_{10}H_{18}O$; nombre IUPAC: *2,6-dimetil-2,7-octadien-6-ol.* De olor y sabor refrescante, floral, amaderado y cremoso. Se encuentra en el espliego, mejorana y bergamota.
- ***Macerado:*** Consiste en poner el material vegetal (hojas, raíces, etc.) en agua a templeratura ambiental durante 12 horas o más.
- ***Másula:*** Unidad polínica constituida por numerosos granos de polen.
- ***Margen:*** Orilla o borde.
- ***Megasporangio:*** Estructura donde se forman las megásporas, representada por la nucela de los óvulos en las espermatófitas.
- ***Megasporocito:*** Célula madre de las megásporas.
- ***Meiosis:*** División celular que consta de dos divisiones nucleares sucesivas en las cuales el número de cromosomas se reduce a la mitad, produciéndose además la recombinación y segregación de genes. Como consecuencia de la meiosis se pueden formar gametos o esporas.

- ***Mentol:*** Fórmula $C_{10}H_{20}O$; nombre IUPAC: *5-metil-2-isopropil ciclohexa-1-ol; 3-p-mentanol: l-mentanol.* De olor y sabor refrescante, herbáceo, ligero y dulce-agrio. Se encuentra en la menta piperita.
- ***Metabolismo:*** Conjunto de transformaciones que se producen en el interior de las células del cuerpo.
- ***Mericarpo:*** Cada una de las partes del esquizocarpo; contiene una semilla.
- ***Meteorismo:*** Sinónimo de flatulencia.
- ***Microsporangio:*** Estructura donde se forman las micrósporas, representada por los sacos polínicos de las anteras en las espermatófitas.
- ***Midriático:*** Efecto que dilata la pupila: belladona, beleño negro.
- ***Mónades:*** Unidad polínica constituida por una espora o grano de polen.
- ***Mucilaginosos:*** Nombre que se da a los medicamentos que contienen mucílago.
- ***Mucílago:*** Goma soluble en el agua que da una solución viscosa y más o menos espesa.
- ***Narcótico:*** Que produce adormecimiento, resolución muscular y embotamiento.
- ***Naturaleza:*** El concepto de naturaleza fría, caliente, fresca, templada o cordial aplicado a las plantas, es una cualidad metafórica que proviene del sincretismo de la cultura azteca y la española. En el México prehispánico esta polaridad de frío-calor no se restringía únicamente al área de la salud y enfermedad, sino se aplicaba al cosmos entero. Por su parte, el sistema de medicina hipocrática europea utilizado en el siglo XVI, reconocía cualidades de frío y calor a las enfermedades y sus remedios.
- ***Necrosante:*** Que hace morir los tejidos: celidonia.
- ***Nefrítico:*** Que actúa sobre el riñón.
- ***Nervadura:*** Venación.
- ***Nerviosismo:*** Estado nerviosos acompañado de espasmos, dolores, etc.
- ***Nexina:*** Porción interna, no esculturada, de la pared de las esporas o granos de polen.
- ***Nucela:*** Parte interna del óvulo, rodeada por el o los tegumentos, desprovista de hacecillos conductores, en la cual se desarrolla el saco embrionario o gametófito femenino.
- ***Oblanceolada:*** Una hoja más ancha en la punta que en el centro disminuyendo hacia la base.
- ***Oblongos:*** Más largos que anchos.
- ***Ovadas:*** El extremo más ancho por debajo de la parte media.
- ***Oftalmia:*** Afección inflamatoria de los ojos.
- ***Oósfera:*** Gameto femenino, célula sexual femenina.
- ***Ovadas:*** El extremo más ancho por debajo de la parte media.
- ***Ovario:*** Parte del pistilo que lleva el óvulo.
- ***Ovocélula:*** Sinónimo de oósfera, célula sexual femenina.
- ***Óvulos:*** Rudimentos seminales de Gimnospermas y Angiospermas.
- ***Paníuladas:*** Racimos compuesto.

- ***Pecíolo:*** Eje de la hoja que la une al tallo.
- ***Pectoral:*** Eficaz contra la tos y las inflamaciones de las vías respiratorias.
- ***Pedúnculos:*** Ejes que sostienen a una inflorescencia compuesta o a una flor solitaria.
- ***Perenne:*** Persistiendo todo el año.
- ***Persistente:*** Que permanece adherido.
- ***Periplasmodio:*** Masa protoplasmática formada por la fusión de las células del tapete plasmodial invasor.
- ***Pétalos:*** Unidades de la envoltura floral; en conjunto forman la corola.
- ***Piloso:*** Que tiene pelo.
- ***Pineno:*** Fórmula$C_{10}H_{16}$; nombre IUPAC: *(1S,5S)-2,6,6-trimetilbiciclo[3.1.1]hepta-2-eno or (1S,5S)-6,6-dimetil-2-metilenebiciclo[3.1.1]hepteno* Se encuentra en resina, tallos y hojas de varias plantas las agujas de pícea.
- ***Pinnado:*** De forma de plumas.
- ***Pinnatifido:*** Hendido o partido de manera pinnada.
- ***Políadas:*** Conjunto de 8-16-32 granos de polen procedentes de varias células madres, que se liberan unidos entre sí.
- ***Policarpidio:*** Fruto compuesto de muchos carpelos no unidos.
- ***Polinio:*** Masa que comprende la totalidad de los granos de polen de un saco polínico o de una teca.
- ***Poro:*** Abertura de la exina o parte adelgazada de la misma por donde brota el tubo polínico.
- ***Primexina:*** Pared primordial de la espora o grano de polen.
- ***Protalo:*** Gametófito formado a partir de la espora, de tipo taloide, sin tallos ni hojas diferenciados.
- ***Pseudosincárpico:*** Aplícase a los pistilos sincárpicos sin cómpito.
- ***Purgante:*** Que facilita o provoca la expulsión de heces.
- ***Pubescente:*** Cubierto con pelos finos y suaves.
- ***Racimos:*** Inflorescencia alargada con flores alternas pediceladas.
- ***Receptáculo:*** Extremo del tallo o eje floral, más o menos agrandado, sobre el cual nacen todos los componentes florales.
- ***Resolutivo:*** Que provoca la resolución de las inflamaciones.
- ***Reticulado:*** En forma de red.
- ***Revulsivo:*** Que produce un aflujo de sangre en un punto de un órgano enfermo, para descongestionarlo.
- ***Rubefaciente:*** Que provoca una congestión intensa y pasajera de la piel.
- ***Saco embrionario:*** Conjunto de siete células y ocho núcleos que constituye una de las generaciones del ciclo vital de las angiospermas (gametofito femenino).
- ***Saco polínico:*** En los antófitos, recipiente en el que se contienen los granos de polen. Sépalos: Parte foliácea que en conjunto forma el cáliz.
- ***Serrulada:*** Diminutamente serrado.

- ***Sésil:*** Sentado, no pedicelado.
- ***Sexina:*** Porción externa, esculturada, de la exina de los granos de polen y esporas.
- ***Simpaticomimétrico:*** Sustancia cuya acción se parece a la del aparato simpático y que imita sus efecto.
- ***Sincrónica:*** Que ocurre al mismo tiempo.
- ***Sinergia:*** Acción simultánea de dos o más compuestos de una planta.
- ***Sinérgidas:*** Cada una de las dos células laterales que acompañan a la ovocélula en el aparato ovular del saco embrionario.
- ***Singamia:*** Fecundación, proceso por el cual dos gametos haploides se fusionan para formar un cigoto diploide.
- ***Sudorífico:*** Efecto que hace transpirar.
- ***Surco:*** En general, cavidad superficial angosta y prolongada.
- ***Té:*** Término general usado para las formas de preparación como cocimiento e infusión.
- ***Tectum:*** Porción continúa de la exina de ciertos granos de polen, formada por encima de las báculas.
- ***Tejido transmisor:*** Tejido propio del estilo, a través del cual crecen los tubos polínicos, entre el estigma y el ovario.
- ***Terpineol:*** Fórmula $C_{10}H_{18}O$; Nombre IUPAC: *2-(4-Methyl-1-cyclohex-3-enyl)propan- 2-ol;* tiene otros nombres: alpha-Terpineol, α-Terpineol, p-Menth-1-en-8-ol, α,α,4- trimethylcyclohex-3-ene-1-methanol. De olor y sabor dulce. Se ha aislado a partir de una variedad de fuentes tales como el aceite de cajeput, aceite de pino, y aceite petitgrain, en la trementina y el hinojo.
- ***Tétrade:*** Conjunto constituido por las cuatro células resultantes de la meiosis de la célula madre de las esporas.
- ***Timol:*** Fórmula $C_{10}H_{14}O$; nombre IUPAC: *2-Isopropyl-5-methylphenol*. Se encuentra en el tomillo.
- ***Tizana:*** En general, un sinónimo de té.
- ***Tomentoso:*** De aspecto de borra, con pelos suaves y entrelazados.
- ***Tomentuloso:*** Delicadamente tomentoso.
- ***Tónico:*** Que tonifica un órgano o todo el organismo.
- ***Tricelular:*** Formado por tres células.
- ***Trifina:*** Material depositado sobre la superficie del grano de polen por ruptura del tapete. Se diferencia del polenkit en que contiene componentes membranosos derivados de las organelas.
- ***Tricomas:*** Excrecencias epidérmicas, como pelos, escamas y papilas.
- ***Tubo floral:*** Estructura tubular que rodea el pistilo en flores perígenas y epígenas, puede estar constituido por el receptáculo y/o por la adnación de los otros verticilos florales.
- ***Tubo polínico:*** En los antófitos, tubo que se forma a expensas de la célula vegetativa del grano de polen cuando éste germina en la cámara polínica del óvulo de las gimnospermas o en el estigma de las angiospermas.
- ***Umbela:*** Inflorescencia cuyos pedicelos surgen de un punto común, semejando las varillas de una sombrilla.
- ***Unisexuales:*** De un sexo.

- ***Vainillina:*** Fórmula $C_8H_8O_3$; nombre IUPAC: *4-Hidroxi-3-metoxibenzaldehido; se le conoce también como:* Vanilina aldehído, vanillico, methil vanillina. Del grupo de aldehído. De olor y sabor dulce, cremoso y avainillado. Se encuentra en la vainilla.
- ***Vaso constrictor:*** Que constriñe los vasos sanguíneos por contracción muscular: pie de león.
- ***Vermífugo:*** Efecto que elimina las lombrices intestinales.
- ***Verticilo:*** Partes de una serie, insertas en un mismo nivel del eje.
- ***Vesicante:*** Efecto de producir vejigas (ampollas) en la piel.
- ***Vilano:*** Modificación de la serie externa del perianto, puede ser plumoso, como cerdas o escamas.
- ***Vomitivo:*** Véase emético.
- ***Vulnerario:*** Empleado para curar heridas.

Sinopsis de Aceites Esenciales en Plantas Medicinales
se terminó de imprimir en Diciembre 2016
con un tiraje de 200 ejemplares más sobrantes para reposición.

Formación:
Nancy Flores Rodríguez

Publicaciones
cbs
División de Ciencias Biológicas y de la Salud

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo
Unidad Iztapalapa

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco, Núm. 186, Col. Leyes de Reforma 1a. Sección, Alcaldía Iztapalapa,
C.P. 09340, Ciudad de México.