



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

ACEITES ESENCIALES: USOS, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDADES BIOLÓGICAS

T E S I N A

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G A

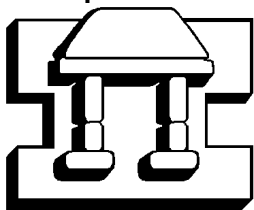
PRESENTA:

MÓNICA MEDINA ALANIS

DIRECTORA DE TESINA:

DRA. MA. MARGARITA CANALES MARTÍNEZ

TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO.



IZTACALA

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Agradezco antes que nada, a dios, por darme salud y ánimos para no desistir en mi empeño de concluir una meta que creía no terminaría dándome la pauta para continuar otras.

A todos los profesores del seminario que nos compartieron un poco de lo mucho que se está haciendo en investigación en la FES Iztacala.

En especial a la Dra. Ma. Margarita Canales Martínez por todo su apoyo, comprensión y asesoramiento en la realización de este trabajo.

Mi reconocimiento a Maricarmen por todo su apoyo en la entrega de documentación y trámites administrativos.

DEDICATORIA

A mi padre Guillermo Medina Gutiérrez, por sembrar en mí la inquietud de que debemos prepararnos para salir adelante.

A mi esposo Gerardo Butrón Romano, por ser mi compañero y amigo en las buenas y en la malas, por su apoyo incondicional, consejos y enseñanzas.

A mis hijos Gerardo Enrique, Angélica y Mónica, por tenerme paciencia y ayudarme de una u otra forma a terminar este trabajo, que les sirva para comprender que cuando se quiere se puede, nunca es tarde para terminar lo que iniciamos.

A mis amigas Guadalupe, Ernestina y Luz María, por todo su apoyo y ánimos que me dieron.

ÍNDICE

Resumen.....	2
Definición.....	3
Clasificación.....	4
Características Físicas.....	5
Características Químicas.....	6
Actividades biológicas.....	14
Aplicaciones.....	18
Usos.....	21
Conclusión.....	23
Bibliografía.....	24

RESUMEN

Los aceites esenciales son compuestos de naturaleza compleja elaborados por ciertos vegetales a los que confieren un aroma agradable, formados por varias sustancias orgánicas volátiles que pueden ser alcoholes, cetonas, ésteres y aldehídos.

Son generalmente líquidos a temperatura ambiente, incoloros o ligeramente coloreados, menos densos que el agua, insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos apolares (hexano, éter etílico). Son solubles en alcoholes de alta graduación, índices de refracción elevados, se oxidan con facilidad y polimerizan dando productos resinosos.

Los componentes principales de los aceites esenciales incluyen 2 grupos de distinto origen biosintético. El principal grupo está compuesto de terpenos y terpenoides y el otro de compuestos aromáticos y alifáticos. Todos se caracterizan por su bajo peso molecular. Las moléculas más representativas son los monoterpenos, constituyendo el 90 % de los aceites esenciales.

Son sintetizados por todos los órganos de las plantas, encontrándose principalmente en las familias Anacardiaceae, Apiaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Cupressaceae, Gentianaceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Pinaceae, Piperaceae, Poaceae, Rutaceae, Verbenaceae y Zingiberaceae.

Actualmente se conocen 3000 aceites esenciales, de los cuales 300 son comercialmente importantes, especialmente para la industria farmacéutica, agronómica, alimentaria, sanitaria, cosmética y de perfumería. Como preservador de alimentos, aditivos y como remedios naturales.

Son utilizados desde la edad media como bactericidas, virucidas, antiparasitarios, insecticidas, medicinales. En la naturaleza desempeñan un papel importante en la protección de plantas como antibacterianos, antivirales, antifúngicos.

Debido a las propiedades de los aceites esenciales, su uso se ha extendido ampliamente como alternativa a los productos sintéticos-químicos para proteger el equilibrio ecológico.

Aceites esenciales: usos, composición química y actividades biológicas.

Definición.

Los aceites esenciales son compuestos de naturaleza compleja formados por varias sustancias orgánicas volátiles, solubles en solventes orgánicos no polares, su densidad generalmente es menor que la del agua, con olor característicamente fuerte y son sintetizados por las especies de plantas aromáticas como metabolitos secundarios, (Bakkali et al., 2008). Los aceites esenciales pueden ser alcoholes, cetonas, éteres, aldehídos. Su presión de vapor es suficientemente alta para volatilizarse a temperatura ambiente y se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas (Kuklinski, 2000; Vargas y Bottia, 2008)

Según la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR, 1998), los aceites esenciales se definen como productos obtenidos a partir de una materia prima vegetal, bien por arrastre con vapor, bien por procedimientos mecánicos a partir del epicarpio de los citrus o bien por destilación seca. El aceite esencial se separa posteriormente de la fase acuosa, por procedimientos físicos en los dos primeros modos de obtención; puede sufrir tratamientos físicos que no originen cambios significativos en su composición.

Los términos aceite esencial o esencia son utilizados para referirse a las sustancias líquidas, aromáticas y volátiles, de características lipofílicas que se obtienen a partir de diferentes partes de las plantas a través de métodos físicos y que llevan en sí misma la huella, olor y sabor del material vegetal del que proceden (Vargas y Bottia, 2008)

Conocidos por sus propiedades antisépticas, por ejemplo bactericidas, virucidas, fungicidas, también por sus propiedades medicinales y sus fragancias, han sido utilizados por el hombre para embalsamar a los muertos, preservar los alimentos y como antimicrobianos, analgésicos, sedantes, antiinflamatorios, espasmolíticos y anestésicos locales. En la naturaleza, los aceites esenciales juegan un papel importante para las plantas, dándoles protección contra las bacterias, virus,

hongos, insectos y contra herbívoros. También atraen a los insectos para que sirvan como dispersores de polen y de semillas (Bakkali et al., 2008)

Los aceites esenciales se pueden clasificar con base a diferentes criterios (Bruneton, 2001):

1. CONSISTENCIA

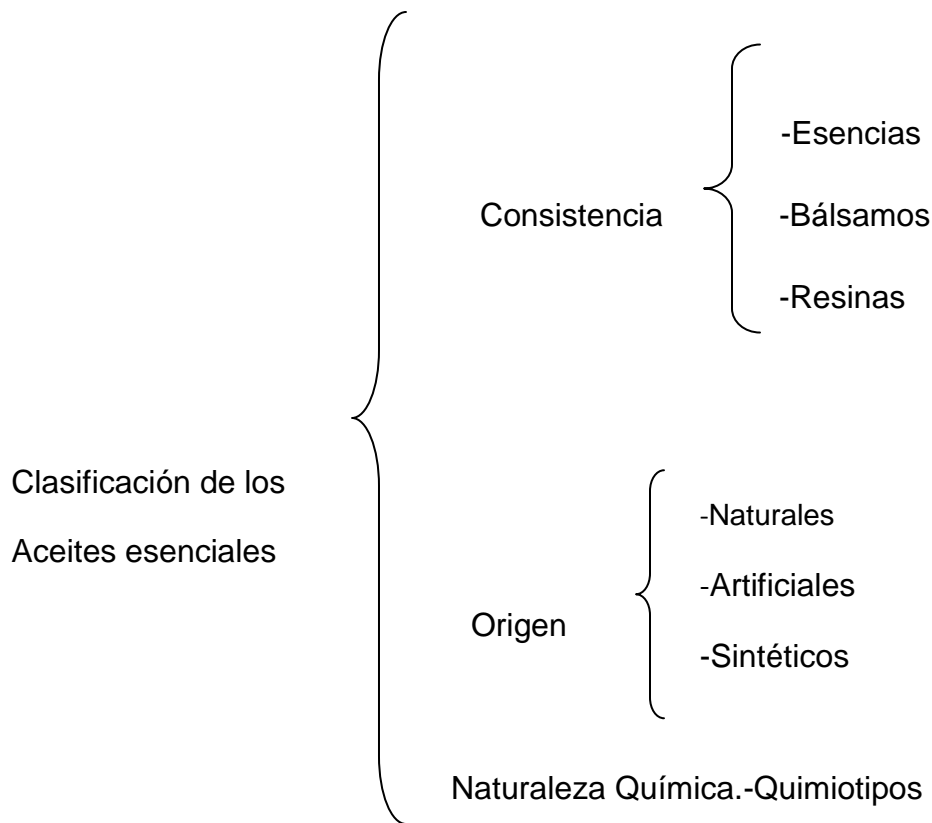
- Esencias: Líquidos volátiles a temperatura ambiente.
- Bálsamos: Extractos naturales obtenidos de un arbusto o árbol. Tiene alto contenido benzoico y cinámico, así como sus correspondientes ésteres. Son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización.
- Resinas: Productos amorfos sólidos o semisólidos de naturaleza química compleja. También se pueden encontrar mezclas y aceites esenciales, como las oleorresinas y gomorresinas.

2. ORIGEN

- Naturales: Se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosos.
- Artificiales: Se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes.
- Sintéticos: Producidos por la combinación de sus componentes, son producidos por procesos de síntesis química. Son más económicos siendo más utilizados como aromatizantes y saborizantes.

3. Naturaleza química:

Se toma en cuenta el quimiotipo, que es la variación en la composición del aceite esencial incluso dentro de la misma especie.



Características Físicas: (Kuklinski, 2000)

- Son líquidos a temperatura ambiente.
- Son incoloros o ligeramente amarillos.
- Algunos inflamables.
- Menos densos que el agua.
- Lipófilos y solubles en disolventes orgánicos apolares (hexano, éter etílico).
- Solubles en alcoholes de alta graduación y en disolventes orgánicos habituales como cloroformo y alcohol de alta graduación.

-Índices de refracción elevados.

-Presentan actividad óptica, casi siempre dotados de poder rotatorio, tienen un índice de refracción elevado.

-Son liposolubles y muy poco solubles en agua, son arrastrables por el vapor de agua.

-Se oxidan con facilidad y polimerizan dando productos resinosos.

Características químicas:

Los aceites esenciales son generalmente mezclas complejas de varias sustancias (a veces más de 200) que a su vez pueden tener estructuras muy diversas. La composición química de los aceites esenciales depende de algunos aspectos externos que pueden afectar las esencias de manera cualitativa y cuantitativa, como son (Vargas y Bottia, 2008):

- a) Origen botánico (la especie y la raza química de la que procede).
- b) Condiciones geobotánicas: clima, altitud, tipo de suelo, pluviosidad.
- c) Ciclo vegetal y estado de desarrollo fenológico de la planta (composición y proporción varía según la fase del ciclo vegetativo).
- d) Labores de cultivo: uso de fertilizantes, abonos y pesticidas.
- e) Época de recolección.
- f) Modo de almacenamiento y manejo del material vegetal: fresco, seco, fermentado, tratamiento pos cosecha.
- g) Modo de obtención del aceite: destilación y expresión.

Los aceites esenciales son metabolitos secundarios que están muy enriquecidos en compuestos derivados del isopreno. La mayoría de los componentes que forman parte de los aceites esenciales, pertenece a una familia de sustancias químicas llamadas “terpenos” o “terpenoides”, por ejemplo; limoneno, carvona, alfa humuleno, cuya característica estructural que los distingue de otros productos naturales es la unidad isopreno C_5 en el esqueleto hidrocarbonado (Fig. 1) (Cowan, 1999)

Esta observación fue hecha por el Químico alemán Otto Wallach en 1887 y se conoce como regla del isopreno.

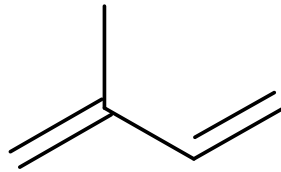


Fig. 1. Estructura química del isopreno

El vocablo “terpeno” fue introducido en 1866 por Kekule, para expresar el carácter olefínico de los hidrocarburos contenidos en el aceite de trementina, indicando a través del sufijo “ene” la presencia de enlaces dobles.

Los compuestos presentes en los aceites esenciales se pueden clasificar en: terpenoides y no terpenoides (Kuklinski, 2000; Croteau et al., 2000)

1.-No Terpenoides:

En este grupo se tienen sustancias alifáticas de cadena corta, sustancias aromáticas, sustancias con azufre y sustancias nitrogenadas. No son tan importantes como los terpenoides en cuanto a sus usos y aplicaciones.

Son sustancias volátiles alifáticas: suelen ser hidrocarburos (C, H) o sustancias con función oxigenada (C, H, O) (Fig. 2).

Las sustancias volátiles aromáticas: con diferentes estructuras.

- a) Sustancias con estructura C_6-C_1 (Fig. 3).
- b) Sustancias con estructura C_6-C_3 (derivados del fenilpropano) (Fig. 4).
- c) Derivados cumarínicos (Fig. 5).

Las dos primeras son sustancias volátiles, de bajo peso molecular, generalmente oxigenadas, con funciones alcohol, fenol, ácido o éter.

Las sustancias nitrogenadas son poco frecuentes, hay aminas alifáticas volátiles (metilamina, etilamina) que tienen olor a pescado y derivados del indol que tienen olor fecal (heces) (Fig. 6).

Las sustancias con azufre, son menos frecuentes que las nitrogenadas, ciertas especies contienen isotiocianatos (R- N= C= S) y otras contienen sulfuros (R- S- R) o disulfuros (R- S – S- R) (Fig. 7).

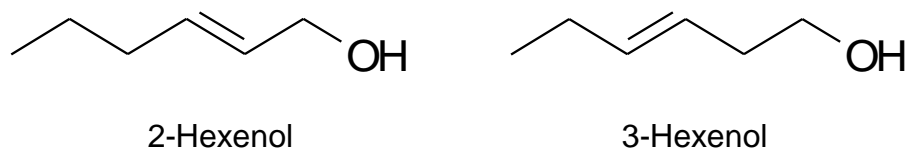


Fig. 2. No terpenoides: sustancias volátiles alifáticas presentes en los aceites esenciales

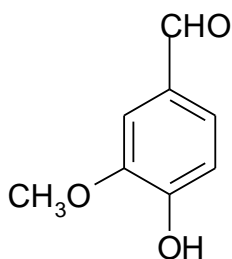


Fig. 3. Vainillina (sustancia C₆-C₁).

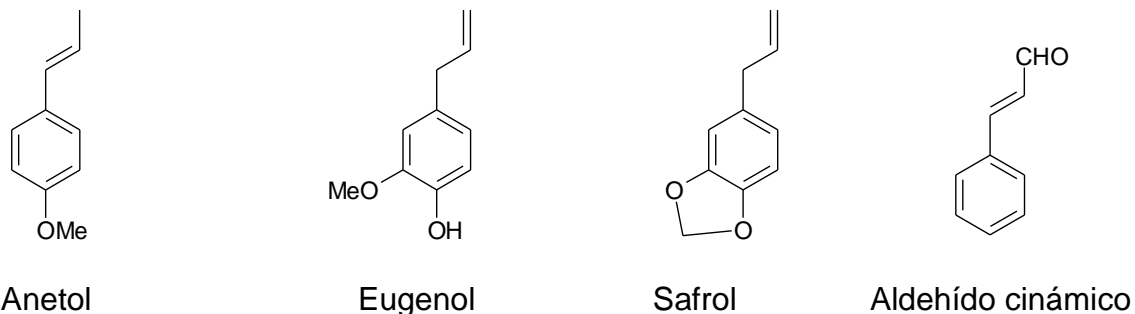


Fig. 4. Sustancias no terpenoides volátiles aromáticas (C₆-C₃) derivadas del fenilpropano.

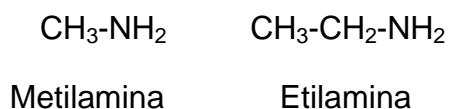


Fig. 5. Sustancias nitrogenadas

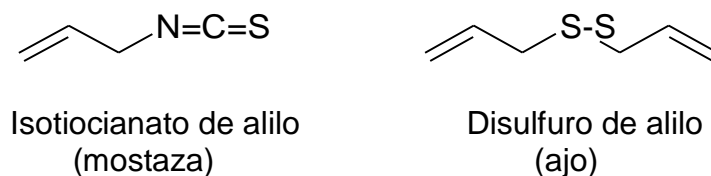


Fig. 6. Sustancias con azufre

2.-Terpenoides:

Constituyen el grupo más numeroso de metabolitos secundarios con más de 4000 moléculas diferentes (Avalos y Pérez, 2009). Como se mencionó anteriormente proceden de la condensación del isopreno y pueden tener o no oxígeno. Los que carecen de oxígeno son hidrocarburos: monoterpenos (C₁₀) y sesquiterpenos (C₁₅), que pueden ser aromáticos o alifáticos. Los que poseen oxígeno son terpenos funcionalizados con función alcohol, fenol, aldehído, cetona, éter, éster o peróxido (Fig. 7) (Kuklinski, 2000; Betts, 2001; Bakkali, et.al., 2008)

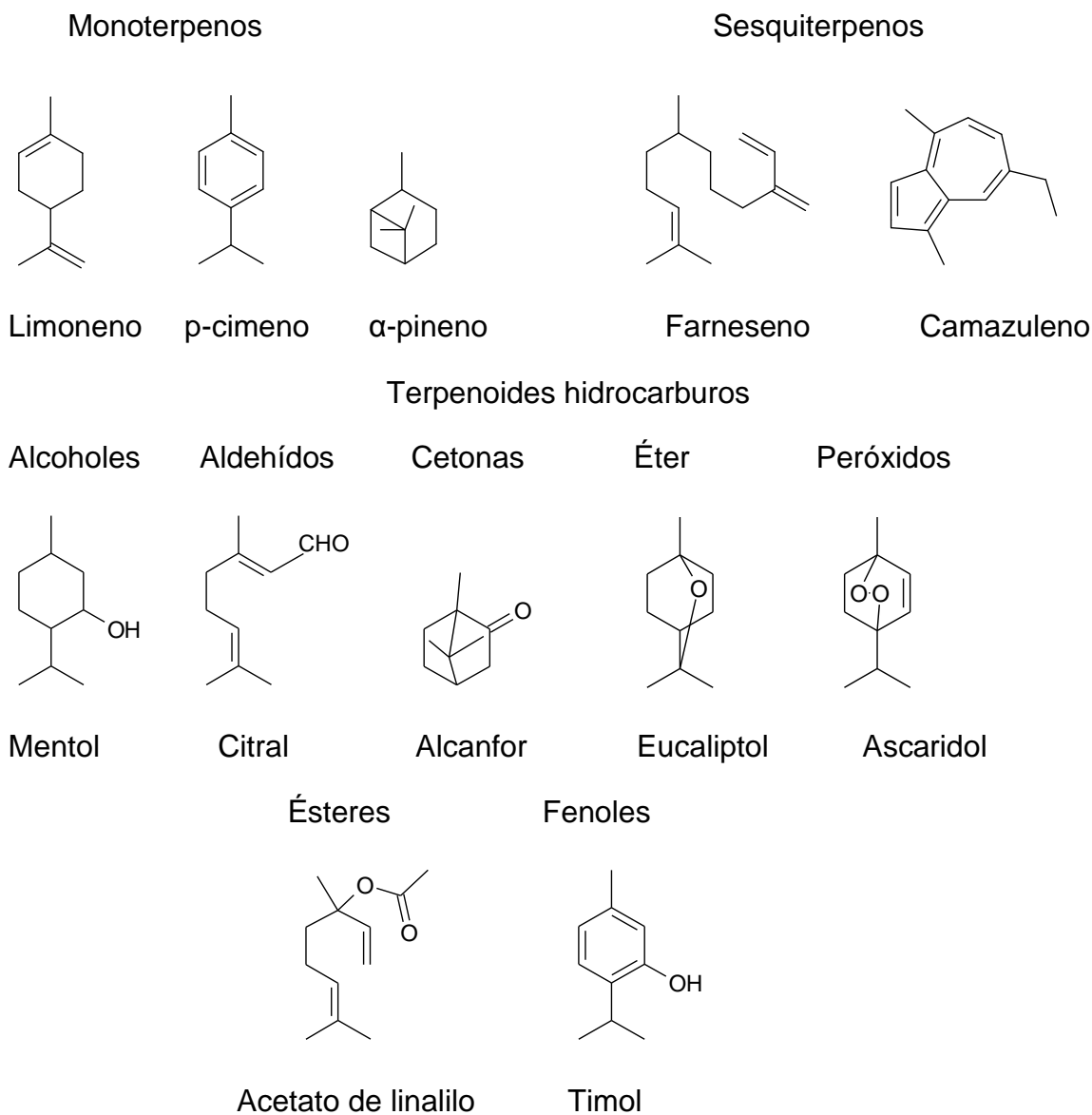


Fig. 7. Terpenoides funcionalizados.

Hidrocarburos Monoterpénicos:

Son las moléculas más representativas, constituyen el 90 % de los aceites esenciales y se conocen más de 1000. Son los compuestos más abundantes en los aceites esenciales, y precursores de los más complejos, que son los terpenos oxidados. Los sesquiterpenos conforman el mayor número de terpenos, se conocen más de 100 esqueletos sesquiterpenos, varios miles han sido aislados e identificados, son menos volátiles que los monoterpenos (Bakkali et al., 2008).


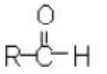
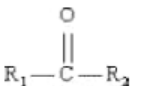
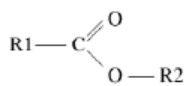
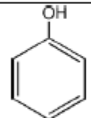
Los monoterpenos se denominan terminando en – eno. Por ejemplo el limoneno, precursor de los principales componentes de la esencia de las mentas (*Mentha* spp., Familia Lamiaceae), como carvona y mentol.

El limoneno también se encuentra en cítricos y en el eneldo, *Anethum graveolens* (Familia Apiaceae). Los compuestos alfa y beta – pineno se encuentran distribuidos en la naturaleza, especialmente en la esencia de trementina, del género *Pinus* (Familia Pinaceae) (Bruneton, 2001) .

Alcoholes:

Llevan el grupo hidroxilo (- OH) unido al esqueleto C₁₀ se denominan terminados en (-ol). Son muy apreciados por su aroma. Por ejemplo, el linalol (con dos formas, el R- linalol se encuentra en la rosa y la lavanda; el S- linalol se encuentra en el aceite de lavanda. El linalol le da sabor a las hojas de té, el tomillo y el cardamomo. Otro compuesto de este grupo es el mentol, que le da el sabor a la menta; el geraniol del geranio, el citonolol de la rosa y el santalol del sándalo (Cuadro 1).

Cuadro 1 se muestran los grupos funcionales de cada categoría.

Compuesto	Grupo funcional	Ejemplo	Propiedades
Alcohol		Mentol, geraniol	Antimicrobiano, antiséptico, tonificante, espasmolítico
Aldehído		Citral, citronelal	Espasmolítico, sedante, antiviral
Cetona		Alcanfor, tuyona	Mucolítico, regenerador celular, neurotóxico
Éster		Metil salicilato	Espasmolítico, sedativo, antifúngico
Éteres	-C – O – C -	Cineol, ascaridol	Expectorante, estimulante
Éter fenólico	Anillo – O – C	Safrol, anetol, miristicina	diurético, carminativo, estomacal, expectorante
Fenol		Timol, eugenol, carvacrol	Antimicrobiano Irritante Estimulante inmunológico
Hidrocarburo	Sólo contiene C y H	Pineno, limoneno	Estimulante descongestionante antivírico, antitumoral

Aldehídos:

Son compuestos muy reactivos. Se nombran acabados en (-al). Muchos de ellos se corresponden con su respectivo alcohol, por ejemplo, geraniol- geranial o citronelol- citronelal. Son abundantes en los cítricos, responsables del olor característico. Otro grupo importante son los aldehídos aromáticos, como el benzaldehído, componente principal del aceite de almendras.

Fenoles:

Solo se encuentran en unas pocas especies pero son muy potentes e irritantes. Los más importantes son: el timol y el carvacrol que se encuentran en los tomillos y oréganos (Familia Labiatae). Otro fenol muy importante es el eugenol, que se encuentra en muchas especies, por ejemplo en la esencia de clavo.

Éteres fenólicos:

Son los componentes principales de especies como el apio y el perejil (apiol), anís (anetol), albahaca (metilchavicol) y estragon (estragol).

Cetonas:

Se producen por la oxidación de alcoholes y son moléculas bastante estables. Terminan en -ona. La carvona está presente en la menta. La tuyoona en la tuya y la pulegona son bastante tóxicas y nunca deben usarse durante el embarazo. La tuyoona se encuentra en plantas de los géneros *Artemisia* y *Salvia*.

Éteres:

Los éteres u óxidos monoterpénicos son reactivos e inestables. Un ejemplo es el óxido de bisabolol presente en la manzanilla. Otro muy común es el 1,8-cineol (eucaliptol) componente principal del aceite de eucalipto.

Ésteres:

La mayoría de los ésteres se forman por reacción de un alcohol terpénico con ácido acético. Su aroma caracteriza a los aceites en los que se encuentra. Por

ejemplo, el aceite de lavanda contiene linalol y su éster, acetato de linalilo. También encontramos el salicilato de metilo, derivado del ácido salicílico y metanol.

Los aceites esenciales se acumulan en estructuras secretoras especializadas ubicadas en diferentes partes de la anatomía de las plantas, e.g. hojas, flores, tallos, raíces, corteza, frutos y semillas. De esta manera, en plantas como albahaca, menta y salvia (*Ocimum basilicum*, *Mentha sp.*, y *Salvia officinalis*, fam. Lamiaceae) los aceites esenciales se acumulan en los vellos glandulares de los tallo y las hojas; en el jazmín (*Jasminum grandiflorum* L., Familia Oleaceae) y las rosas (*Rosa sp.*, Familia Rosaceae) se concentran en las flores; en el cedro (*Cedros deodora* L., Familia Pinaceae) y el sándalo (*Santalum album* L., Familia Santaleaceae) están presentes en la madera; en la canela (*Cinnamomum zeylanicum* Nees., Familia Lauraceae) está contenido en la corteza y las hojas; en el jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe, Familia Zingiberaceae) se localizan en el rizoma, mientras que, en el sasafrás (*Sassafras officinale* Nees et Eberm., Familia Lauraceae) y el vetiver (*Vetiveria zizanooides* Nash., Familia Poaceae) están presentes en las raíces. Por otro lado, en los cítricos como la naranja, la bergamota y el limón (*Citrus aurantium* L. *Citrus bergamia* Risso y *Citrus limon* Burmann fil., Familia Rutaceae), así, como en el anís y el hinojo (*Pimpinella anisum* L. y *Foeniculum vulgare* Mill., Familia Apiaceae), los aceites esenciales están contenidos en el pericarpio de los frutos (Vargas y Bottia, 2008)

Están ampliamente distribuidas en coníferas (pino, abeto), mirtáceas (eucaliptus), si bien las plantas con aceites esenciales se ubican principalmente en las familias de las Labiadas (menta, lavanda, tomillo, espliego, romero) y las umbelíferas (anís, hinojo).

Actividades biológicas de los aceites esenciales

Citotoxicidad:

Debido a la gran cantidad de componentes, los aceites esenciales no parecen tener objetivos celulares específicos, como típicos lipófilos que pasan a través de la pared celular y la membrana citoplasmática, interrumpiendo la estructura de sus diferentes capas de polisacáridos, ácidos grasos y fosfolípidos, permeabilizándolos (Carson et al., 2000). Los aceites esenciales coagulan el citoplasma, y dañan lípidos y proteínas, al dañar la membrana o pared celular dejan escapar macromoléculas, en las células eucariontes provocan la despolarización de las membranas mitocondriales, disminuyendo el potencial de membrana, afectan iones Ca^{2+} , otros canales iónicos y reducen el gradiente de pH, que afecta la bomba de protones y el ATP (Turina et al., 2006).

Al parecer, la citotoxicidad incluye daños a la membrana, por ejemplo, en las bacterias la permeabilización de las membranas se asocia con la pérdida de iones y la reducción del potencial de membrana, el colapso de la bomba de protones y el agotamiento de las reservas de ATP (Verscesi et al., 1997).

Dependiendo de la composición química de los aceites esenciales será la inhibición que presente en el crecimiento celular, las células en división son más sensibles, probablemente debido a que los aceites esenciales penetran de manera más eficiente (Sacchetti et al., 2005).

En general la actividad citotóxica de los aceites esenciales se debe principalmente a la presencia de fenoles, aldehídos y alcoholes. También se ha observado que la actividad citotóxica de los aceites esenciales o sus componentes principales algunas veces se activan con la luz.

Debido a la capacidad de los aceites esenciales para interferir con las funciones mitocondriales, se pueden presentar efectos prooxidantes y convertirse en verdaderos agentes antitumorales.

Los aceites esenciales actúan como prooxidantes sobre las proteínas y el ADN con la producción de especies reactivas de oxígeno (Bakkali et al., 2008)

Fototoxicidad

Algunos aceites esenciales contienen moléculas fotoactivas, como las furanocumarinas. Por ejemplo *Citrus bergamina* contiene psoralenos que se unen al ADN y expuestos a la luz ultravioleta producen mono y viaductos que son tóxicos y altamente mutagénicos. Sin embargo, en oscuridad este aceite esencial no es tóxico ni mutagénico (Averbeck et al., 1990).

En el caso de fototoxicidad, los aceites esenciales penetran a las células sin dañar a las membranas, proteínas o ADN. Cuando las moléculas son expuestas a la luz, suceden reacciones por la excitación de ciertas moléculas por la transferencia de energía, produciendo oxígenos singuletes. Esto puede ocasionar daño a las macromoléculas y en algunos casos la formación de aductos covalentes al ADN, proteínas y lípidos de membrana. Obviamente la fototoxicidad depende de los componentes del aceite esencial (Bakkali et al., 2008).

Daños a nivel citoplasma

Las mitocondrias son blancos muy importantes para los aceites esenciales. El aceite esencial del árbol de té, mostró un daño a nivel mitocondria que se reflejó inmediatamente en el metabolismo respiratorio en la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Schmolz et al., 1999). En otras investigaciones, las células de *S. cerevisiae* mostraron una disminución en la producción de etanol en presencia del aceite esencial de la canela, clavo, ajo, cebolla, orégano, lo anterior fue evaluado indirectamente por la medición del volumen de CO₂ producido (Conner et al., 1984).

Actividad antioxidante

Los antioxidantes pueden inhibir o retardar los procesos de oxidación de dos maneras, a saber: por atrapamiento de radicales, en tales casos los compuestos son descritos como antioxidantes primarios, o por un mecanismo que no involucre atrapamiento directo de radicales, en tales casos, los compuestos son llamados antioxidantes secundarios. Los antioxidantes secundarios operan por una variedad

de mecanismos que incluyen el acomplejamiento de iones metálicos, atrapando oxígeno, conversión de hidroperóxidos a especies no reactivas, absorción de radiación UV o de activación del oxígeno singulete (Vargas y Bottia, 2008).

Se realizó un estudio para definir y comparar las propiedades antioxidantes antirradicales y antimicrobianos de 11 aceites esenciales así como su composición química. Los aceites del estudio fueron: *Cananga odorata* (Annonaceae) (nombre común Ylang-Ylang), *Cupressus sempervirens* (Cupressaceae) (nombre común Ciprés), *Cúrcuma longa* (Zingiberaceae) (aceite de la cúrcuma), *Cymbopogon citratus* (Poaceae) (hierba de limón), *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), aceite de eucalipto, *Pinus radiata* (Pinaceae), aceite de pino de Monterrey, *Crassinervium piper* (Piperaceae), guavidoca hojas de petróleo, *Psidium guayaba* (Myrtaceae), aceite de hojas de guayaba, *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae), aceite de romero, *Timo citriodorus* x (Lamiaceae), aceite de limón, tomillo y *Zingiber officinale* (Zingiberaceae), el aceite de jengibre. El aceite esencial de *Thymus vulgaris* fue utilizado como un ingrediente de referencia. De todos los 11 aceites antes mencionados se pudo comprobar que presentaron actividad antimicrobiana, antifúngica y antioxidante (Kuklinski, 2000).

Carcinogénesis de los aceites esenciales

Se ha determinado la citotoxicidad de muchos aceites esenciales, sin que ello cause efectos mutagénicos, sin embargo se tiene documentado que algunos aceites esenciales son causantes de carcinogénesis. Muchos de los metabolitos secundarios, constituyentes de los aceites esenciales, después de la activación metabólica pueden ser considerados carcinogénicos secundarios (Guba, 2001). Por ejemplo, el aceite esencial de *Salvia sclarea* y *Melaleuca quinquenervia* estimulan la secreción de estrógenos, los cuales pueden inducir cáncer-dependiente de estrógenos. Algunos otros aceites contienen moléculas fotosensibles (cianinas, porfirinas, hidrocarburos) las cuales pueden causar eritema en la piel o cáncer. El psoraleno, una molécula fotosensible encontrada en algunos aceites esenciales, por ejemplo en *Citrus bergamia*, puede

inducir cáncer de piel después de uniones covalentes al ADN después de la exposición a la luz ultravioleta o al sol (Averbeck, 1998).

Sinergismo entre los constituyentes de los aceites esenciales

Observando sus actividades biológicas, no se puede dejar a un lado que los aceites esenciales son mezclas de numerosas moléculas, sus actividades podrían ser entonces el resultado del sinergismo de todos sus componentes, o tal vez la actividad de aquellas moléculas que están presentes en mayor concentración. En la literatura, en muchos casos, sólo los componentes principales de los aceites esenciales como el terpinol, eugenol, timol, carvacrol, geraniol, citronelol, linalol, nerol, safrol, eucaliptol, limoneno fueron analizados. Sin embargo, es posible que la actividad de los componentes principales del aceite esencial sea modulada por las moléculas que están presentes en concentraciones bajas (Hoet et al., 2006). Se sabe que algunos componentes sí juegan un papel importante en la definición de la fragancia, color, textura y capacidad para penetrar a la célula (Cal, 2006).

Aplicaciones

Desde la edad media, los aceites esenciales han sido ampliamente utilizados como bactericidas, fungicidas, antiparásitos, insecticidas, en medicina, en la industria farmacéutica, cosmética, sanitaria, agrícola y de alimentos.

Actualmente se conocen 3000 tipos de aceites esenciales, 300 de los cuales son comercialmente importantes para la industria farmacéutica, agronómica, alimentaria, cosmética y perfumería. Algunos componentes de los aceites esenciales son usados en perfumes, maquillaje, productos sanitarios, agricultura, dentista, como conservador de alimentos y aditivos, así como remedios naturales.

Por ejemplo, d-limoneno, acetato de geraniol y la carvona se utilizan en perfumería, cremas, sopas, como aditivos, sabor para alimentos, como fragancias, limpiadores en el hogar y como solventes orgánicos; también son usados en masajes y aromaterapia.

Actualmente estas características no han cambiado mucho, excepto que ahora se conoce más sobre sus mecanismos de acción, sobre todo en el nivel antimicrobiano (Bakkali et al., 2008).

Los aceites esenciales tienen un rango de aplicaciones muy amplio. Éstos se usan en las industrias de alimentos, farmacéutica, cosmética y química, siendo incorporados en productos de consumo, *por ejemplo*, jarabes, bebidas no alcohólicas, aderezos, mermeladas etc., o de uso externo, por ejemplo: cremas, perfumes, jabones, geles; como saborizantes, aromatizantes y enmascarante de olores.

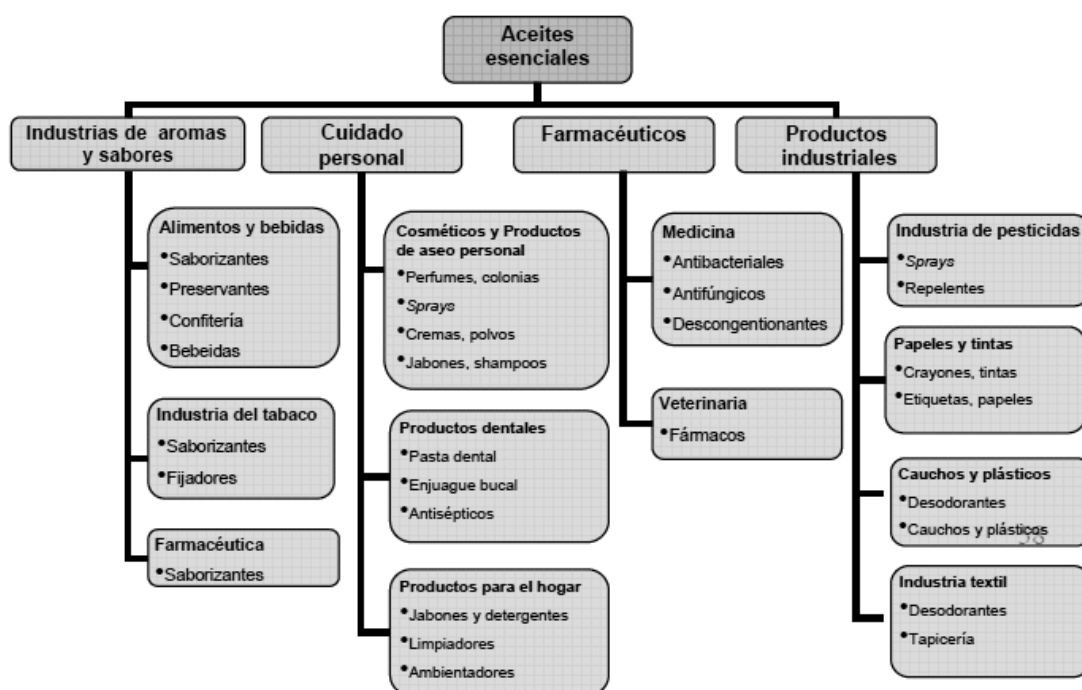


Figura 8.- Principales aplicaciones de los aceites esenciales.

En la Figura 8, se resumen algunos de los usos más importantes de los aceites esenciales en diferentes áreas de las industrias de aromas y sabores, cuidado personal, industrias farmacéutica y química.

Las aplicaciones industriales y terapéuticas de los aceites esenciales dependen principalmente de su composición química, calidad, propiedades fisicoquímicas, actividad biológica y propiedades organolépticas, así como del grado de refinamiento de la esencia. Por tal motivo, resulta de vital importancia realizar

controles de calidad a los aceites esenciales y estudiar su composición en función de condiciones geobotánicas de su cultivo (Vargas y Bottia, 2008)

Entre las principales propiedades terapéuticas debidas a la presencia de aceites esenciales, cabe destacar la antiséptica (durante muchísimos años estas especies vegetales se han empleado como especias, no solo para dar sabor sino también para conservar los alimentos); antiespasmódica; expectorante; carminativa y eupéptica, etc.

Disminuyen los espasmos gastrointestinales y aumentan la secreciones gástricas, por lo que se usan sobre el aparato digestivo como eupépticos (o carminativos, es decir, facilitan la eliminación de gases), digestivos, estomacales, colagogos (facilitan la salida de bilis de la vesícula biliar al duodeno) y coleréticos (facilitan la secreción de bilis por parte de células hepáticas). Suelen aumentar las ganas de comer (aperitivos) porque aumentan las secreciones salivares y gástricas.

Algunos componentes de los aceites esenciales tienen acciones sedantes en estados de nerviosismo o ansiedad.

Algunas esencias aplicadas por vía tópica (sobre la piel) tienen un efecto rubefaciente, es decir, aumentan la circulación capilar y epidérmica y producen un enrojecimiento. Otros aceites son cicatrizantes y vulnerarios (ayudan a sanar heridas y llagas).

Aplicados por vía interna actúan sobre el árbol bronquial, fluidificando las secreciones respiratorias y facilitando su eliminación, y son por tanto expectorantes; también pueden actuar sobre el aparato renal ejerciendo una acción diurética.

Ciertas esencias aplicadas por vía tópica presentan una acción analgésica frente a dolores musculares, dolores en las articulaciones, etc. También surten un efecto antiinflamatorio (Kuklinski, 2000)

Se debe tener en cuenta que algunos aceites esenciales, sobre todo a dosis elevadas, son tóxicos, principalmente a nivel del sistema nervioso central, neurotoxicidad, convulsiones, asfixia y otros. Algunos también pueden ocasionar problemas tópicos, irritación o alergias.

Debido a sus propiedades bactericidas, fungicidas, usos farmacéuticos y alimentaria, su uso está cada vez más extendido como alternativa a los productos químico-sintéticos para proteger el equilibrio ecológico.

Se han realizado diversos estudios en plantas con el fin de conocer la composición química de su aceite esencial, así como su actividad antibacteriana, en algunos, en otros como el aceite de albahaca, se encontró que es eficaz (125 ppm) como cloro para la desinfección de las hojas de lechuga; el aceite del chile, la capsaicina es eficaz en actividades biológicas de los seres humanos que afectan el sistema nervioso, cardiovascular y digestivo, también como analgésico, inhibe a las bacterias de la mucosa gástrica.

En *Viguiera dentata* (tribu Heliantheae; subtribu Helianthinae), planta utilizada en medicina tradicional por los habitantes de San Rafael Coxcatlan, Puebla. Se identificaron 9 componentes del aceite esencial, el componente principal con alta concentración fue un monoterpeno 1,3,3 trimetil triciclo heptano (30.85 %); limoneno (13.27 %); b-felandreno y el sesquiterpeno isocariofileno (5.5 %); espatulenol (7.05%) y torreyol (8.93 %). Las bacterias Gram negativas y Gram positivas resultaron ser sensibles a los componentes del aceite esencial no teniendo actividad antifúngica (Canales et al., 2005).

En otra localidad de Puebla, en Zapotitlan de las Salinas, se estudió a *Lanthona achyranthifolia*; especie usada para el tratamiento de enfermedades gastrointestinales. Se obtuvieron 18 componentes del aceite esencial, el componente principal con una concentración mayor al 5% fue un monoterpeno: carvacrol (30.64 %) y el 1,8-cineol (5.03%); así como los sesquiterpenos: isocariofileno (10.73%), α -bisabolol (11.23 %) y β - bisaboleno (5.68 %). El aceite esencial presentó actividad antibacteriana contra bacterias Gram positivas y negativas siendo la mayor inhibición contra *Vibrio cholerae*, *Shigella boydii* y *Yersinia enterocolitica* (Hernández et al., 2004).

Otro estudio realizado en *Origanum compactum*, se identificaron 32 componentes que representan el 99.92 % del total del aceite, siendo el carvacrol (30.53 %), timol (27.50 %) y su precursor terpineno (18.20 %) los componentes principales que presentaron actividad antibacteriana, además el estudio reveló que el aceite

esencial de *O. compactum* presenta efectos antioxidantes lo cual depende de la concentración del aceite y puede atribuirse a los componentes fenólicos presentes (Bouhdid et al., 2008).

Por otro lado, se evaluó la actividad antifúngica de los aceites esenciales de *Eucalyptus sp* (Myrtaceae) y cascara de naranja, *Citrus sinensis* (Rutaceae) a diferentes concentraciones frente a los modelos biológicos: *Trichoderma harzianum*, *Absidia sp* y *Fusarium oxysporum*, hongo que es considerado como un patógeno importante de humanos y plantas. El aceite esencial de eucalipto inhibió completamente el crecimiento de este hongo a 3000 ppm, mostrando mayor potencial inhibitorio que el fungicida comercial Dithane empleado a 10000 ppm. Los hongos *Absidia sp* y *Trichoderma harzianum* resultaron ser más susceptibles a los componentes del aceite y su crecimiento fue inhibido por completo a 1000 ppm. El aceite esencial de cascara de naranja fue menos efectivo y solamente mostró actividad fungicida sobre el hongo *Trichoderma harzianum* a 11000 ppm.

Los aceites esenciales representan una buena alternativa para la búsqueda de nuevas posibilidades en el control de hongos filamentosos en contextos agrícolas, y en el posible tratamiento de micosis superficiales en humanos (Alzate et al., 2006).

Por su poder antiséptico, los aceites esenciales se utilizan como antisépticos de las vías respiratorias (tomillo, eucalipto) o de las vías urinarias.

Usos de los aceites esenciales

Industria Alimentaria

Se emplean para condimentar carnes preparadas, embutidos, sopas, helados, queso, etc. Los aceites más empleados por esta industria son el Cilantro, Naranja y Menta, entre otros. También son utilizados en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, especialmente refrescos. Con respecto a esta utilidad podemos citar las esencias extraídas del naranjo, limón, mentas e hinojo, entre

otros. Estas esencias también se emplean en la producción de caramelos, chocolates y otras golosinas.

Industria Farmacéutica

Se usan en cremas dentales (aceite de menta e hinojo), analgésicos e inhalantes para descongestionar las vías respiratorias (eucalipto). El eucaliptol es muy empleado en odontología. Son utilizados en la fabricación de neutralizantes de sabor desagradable de muchos medicamentos (naranjas y menta, entre otros).

Industria de Cosméticos

Esta industria emplea los aceites esenciales en la producción de cosméticos, jabones, colonias, perfumes y maquillaje. En este campo se pueden citar los aceites de geranio, lavanda, rosas y pachouli.

Industria de productos de uso veterinario

Esta industria emplea el aceite esencial de *Chenopodium ambrosoides* muy apreciado por su contenido de ascaridol, vermífugo. También requiere limoneno y mentol como insecticidas.

Desodorantes Industriales

Actualmente se ha desarrollado el uso de esencias para disimular el olor desagradable de algunos productos industriales como el caucho, los plásticos y las pinturas. La industria de las pinturas emplea limoneno como disolvente biodegradable. También se imparte olor a juguetes. En textiles, como enmascaradores de olores en tratamientos con mordientes antes y después del teñido. En papelería, para impregnar fragancias en cuadernos, tarjetas, papel higiénico, toallas faciales.

Industria tabacalera

Demanda mentol para los cigarrillos mentolados.

Biocidas e insecticidas Existen esencias con propiedades bactericidas, como el tomillo, clavo, salvia, mentas, orégano, pino, etc. Otras son insecticidas:

- Contra hormigas: *Mentha spicata* (spearmint), *Tanacetum* y poleo.
- Contra áfidos: ajo, otros *Allium*, coriandro, anís, albahaca.
- Contra pulgas: lavanda, mentas, etc.
- Contra moscas: ruda, citronela, menta, etc.
- Contra piojos: *Mentha spicata*, albahaca, ruda, etc.
- Contra polilla: mentas, hisopo, romero, eneldo, etc.
- Contra coleópteros: *Tanacetum*, comino, ajeno y tomillo, etc.
- Contra cucarachas: menta, ajeno, eucalipto, laurel, etc.
- Contra nemátodos: *Tagetes*, salvia, caléndula, *Aspáragus*, etc.

Conclusión

Es evidente que el hombre ha dependido, depende y dependerá de los vegetales para solventar diversas necesidades. En la actualidad el uso de las plantas medicinales como primer recurso de la medicina tradicional es un hecho, con lo antes expuesto se evidencia que hay una variedad muy amplia de plantas que sintetizan aceite esencial y que estos aceites son utilizados por el hombre para satisfacer un sinnúmero de necesidades, entre ellas las medicinales. Con los trabajos de investigación realizados se ha demostrado que los aceites esenciales sí inhiben el crecimiento de diversos patógenos tanto para el humano como para los animales. Es preciso recordar que, aunado a lo anterior los aceites esenciales también pueden ser tóxicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alzate, N.A., López, V.K., Marín, A.H. y Murrillo, A.W. 2009. Evaluación preliminar de la actividad fungicida de los aceites esenciales de eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*; Myrtaceae) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*; Rutaceae) sobre algunos hongos filamentosos. Revista Tumbaga 4, 59-71.

2. Avalos, G.A., Pérez, U.E. 2009. Metabolismo secundario de plantas: Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal 2 (3), 119-145.
3. Averbeck, D., Averbeck, S., Dubertret, L., Young, A.R., Morliere, P., 1990. Genotoxicity of bergapten and bergamot oil in *Saccharomyces cerevisiae*. Journal of Photochemistry Photobiology B 7, 209–229.
4. Averbeck, D., Averbeck, S., 1998. DNA photodamage, repair, gene induction and genotoxicity following exposures to 254 nm UV and 8-methoxypsoralen plus UVA in a eukaryotic cell system. Photochemistry Photobiology 68, 289–295.
5. Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Toxicology 46, 446–475.
6. Bruneton, J. 2001. Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas Medicinales. 2ª. Ed. Zaragoza. Acriba S.A.
7. Betts, T.J., 2001. Chemical characterisation of the different types of volatile oil constituents by various solute retention ratios with the use of conventional and novel commercial gas chromatographic stationary phases. Journal of Chromatography A 936, 33–46.
8. Bouhdid S., Skali S. N., Idoamar M., Zhiri A., Baudoux D., Amensour M., Abini J. 2008 . Antibacterial and antioxidant activities of *Origanum compactum* essential oil. African Journal of Biotechnology 17, 1563-1570.
9. Cal, K., 2006. Skin penetration of terpenes from essential oils and topical vehicles. Planta Medica 72, 311–316.
10. Canales, M., Hernández, T., Rodríguez-Monroy, M.A., Jiménez-Estrada, M., Flores, C.M., Hernández, L.B., Gijón, I.C., Quiroz, S., García, A.M., Avila, G. 2008. Antimicrobial Activity of the Extracts and Essential Oil of *Viguiera dentate*. Pharmaceutical Biology 46, 719-723.
11. Carson, C.F., Mee, B.J., Riley, T.V., 2002. Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. Antimicrobial Agents Chemotherapy 46, 1914–1920.

12. Conner, D.E., Beuchat, L.R., Worthington, R.E., Hitchcock, H.L. 1984. Effects of essential oils and oleoresins of plants on ethanol production, respiration and sporulation of yeasts. *International Journal of Food Microbiology*. 1, 63-74.
13. Carson, C.F., Mee, B.J., Riley, T.V., 2002. Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrobial Agents Chemotherapy* 46, 1914–1920.
14. Cowan, M.M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews* 12, 564-582.
15. Croteau, R., Kutchan, T.M., Lewis, N.G., 2000. Natural products (secondary metabolites). En: Buchanan, B., Grissem, W., Jones, R. (Eds.), *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists.
16. Guba, R., 2001. Toxicity myths – essential oils and their carcinogenic potential. *International Journal of Aromatherapy* 11, 76–83.
17. Hernández, D., Canales, M., Avila, J., García, D., Martínez, A., Caballero, J., Romo de Vivar, A., Lira, R. 2005. Composition and antibacterial activity of essential oil of *Lantana achryanthifolia* Desf. (Verbenaceae). *Journal of Ethnopharmacology* 96, 551-554.
18. Hoet, S., Stévigny, C., Hérent, M.F., Quetin-Leclercq, J. 2006. Antitrypanosomal compounds from leaf essential oil of *Strychnos spinosa*. *Planta Medica* 72, 480–482.
19. Kuklinski C. 2000. *Farmacognosia, estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural*. Ed. Omega, México.
20. Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzolli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M., Bruni, R. 2005. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry* 91, 621-632.

21. Schmolz, E., Doebner, R., Auste, R., Daum, R., Welge, G., Lamprecht, I., 1999. Bioenergetic investigations on tea-tree and related essential oils. *Thermochimica Acta* 337, 71–81.
22. Turina, A.V., Nolan, M.V., Zygadlo, J.A., Perillo, M.A., 2006. Natural terpenes: self-assembly and membrane partitioning. *Biophysical Chemistry*.122, 101–113.
23. Vargas R. y Bottia J. 2008. Estudio de la composición química de los aceites esenciales de 6 especies de vegetales cultivadas en los municipios de Bolívar y El Peñon-Santander, Colombia. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias. Escuela de Química.
24. Vercesi, A.E., Kowaltowski, A.J., Grijalba, M.T., Meinicke, A.R., Castilho, R.F., 1997. The role of reactive oxygen species in mitochondrial permeability transition. *Bioscience Report*. 17, 43–52.