

36  
Zej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"**

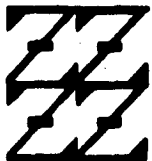
**"DESARROLLO DE UN PROCESO CRIOGENICO  
PARA LA RECUPERACION DE ACEITE ESENCIAL  
DE ALBAHACA Y MEJORANA"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO QUIMICO**  
P R E S E N T A N :

**ADOLFO RUIZ MORAN  
FCO. JAVIER VARGAS ESPINOSA  
JOSE LUIS MAGALLON CASTRO**

**U N A M  
F E S  
Z A R A G O Z A**



**LA UNAM Y LA  
DE INVESTIGACION**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**MEXICO, D. F.**

**1988**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA DE  
INGENIERIA QUIMICA**

**OF/IQ/JU/082/013/96**

**C. MAGALLON CASTRO JOSE LUIS,  
RUIZ MORAN ADOLFO y  
VARGAS ESPINOSA FRANCISCO JAVIER  
P R E S E N T E.**

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para el Examen Profesional, les comunico que la Jefatura a mi cargo ha propuesto la siguiente designación:

**PRESIDENTE:   ING. EDUARDO VAZQUEZ ZAMORA**  
**VOCAL:           QUIM. FERNANDO CANTU GARZA**  
**SECRETARIO:   QUIM. MA. TERESA MENDOZA MATA**  
**SUPLENTE:       QUIM. CECILIA S. MATSUBARA ODA**  
**SUPLENTE:       QUIM. MIKI OTANI IMURA**

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

**México, D.F., 20 de mayo de 1996**

  
**ING. JOSE BENJAMIN RANGEL GRANADOS**  
**JEFE DE LA CARRERA**

## SER HOMBRE

Ser hombre no es nada más ser varón  
simple individuo del sexo masculino.

Ser hombre es hacer las cosas, no buscar razones  
para demostrar que no se puede hacer.

Ser hombre es levantarse cada vez que se cae  
o se fracasa, en vez de explicar por qué se fracasó.

Ser hombre es ser digno, consciente de sus actos  
y responsable.

Ser hombre es saber lo que se tiene que hacer y hacerlo;  
saber lo que se tiene que decir y decirlo,  
es también saber decir no.

Ser hombre es levantar los ojos de la tierra,  
elevant el espíritu, soñar con algo grande.

Ser hombre es ser persona, es decir, alguien distinto  
y diferente a los demás.

Ser hombre es ser creador de algo: un hogar, un negocio,  
un puesto, un sistema de vida.

Ser hombre es entender el trabajo no solamente  
como necesidad sino también como privilegio y don  
que dignifica y enorgullece.

Ser hombre es tener vergüenza; sentir vergüenza de  
burlarse de una mujer, de abusar del débil, de mentir al  
ingenuo.

Ser hombre, es comprender la necesidad de adoptar una  
disciplina basada en principios sanos y sujetarse por su  
propia deliberada voluntad a esa disciplina.

Ser hombre, es comprender que la vida no es algo que se  
nos da ya hecho, sino que es la oportunidad para hacer  
algo bien hecho y de trascendencia.

Hombre de esta talla y de esta alcurnia los necesita  
el mundo, los reclama México y los exige Dios.



Adolfo Ruiz Morán  
Joa. Juanes Vargas Espinosa  
José Luis Magallán Castro

---

Hoy termina una de mis metas y me siento gustoso por no perder ese espíritu luchador que en mi habita y que me hace triunfar. Esta dicha la quiero compartir con todas aquellas personas que colaboraron de alguna u otra forma en la elaboración de esta tesis.

Dedico esta como un sencillo homenaje a:

"Jehová mi Dios por ser  
mi Creador, Mentor y  
Guía". Gracias Eternamente.

"Mis padres Juan y Sofía por su  
cariño, comprensión y apoyo"

"Mis hermanos por compartirlo  
todo, no cambien".

"Ruth Ketsilia el único y  
verdadero amor de mi vida".  
Gracias por todo.

"A esa personita que me ha  
enseñado a esforzarme cada día".  
Con amor para Kenia Montserrat



*José Luis Magallón Castro*

**A mi madre :**

Φ Julia Moran Avelar.

Dedico muy especialmente este trabajo a la memoria de mi madre. Por que aun donde se encuentra, ha sabido guiarme por el buen camino. Así también por que siempre me impulso en mis estudios, siendo este trabajo una promesa cumplida, inspirada en ti, por que para mi sigues viviendo y se que estarías muy orgullosa de mi. Tu presencia estará siempre en mi vida.

**A mi padre :**

Amado I. Ruiz Carmona

Le agradezco su apoyo y sus consejos por que gracias a estos he llegado a terminar mis estudios, lo cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir con admiración respeto. A quien solo me resta decir gracias hoy y siempre.

**A mis hermanos :**

Marcos y Jorge

Gracias por su ayuda y comprensión ya que sin esta, no hubiera sido posible la realización del presente trabajo y deseando que esto los motive para alcanzar sus metas y los oriente en elegir lo que más les conviene.

**A mi esposa y mi hijo :**

Patricia y Daniel

Por los gratos momentos de la vida, que hemos pasado juntos. Por tu apoyo, paciencia y cariño. Por una y mil cosas.....gracias. Y por que la presencia de mi hijo en mi vida, ha servido de estímulo para seguir adelante.

**A mis tíos y prima :**

Ma. Eugenia, Antonio y María

Por todos sus consejos y apoyo que me brindaron al tomar la decisión más difícil de mi vida, de esta manera les doy las gracias por su confianza depositada en mi.

**A Francisco y sus padres :**

Por su ayuda y apoyo desinteresado, pero sobre todo por su valiosa amistad, que es lo mejor que se puede recibir, gracias.



*Adolfo Ruiz Moran*

---

**A MIS PADRES:**

**Lucía Espinosa Espinosa.**

**Leoncio Vargas Trejo.**

por brindarme su confianza y comprensión para la realización de mis metas; y hoy que consigo una de ellas quiero agradecerles por enseñarme a luchar para obtener lo que se quiere; por mostrarme que no hay nada imposible, sólo lo que no se quiere hacer; por darme lo mas valioso que tengo, la vida.

Con amor para alguien muy especial..., **María Eugenia Moreno Castro**, mujer que me da fuerzas para fijarme metas, con la cual construyo castillos que espero se cumplan, por su ternura, ejemplo de nobleza y tenacidad ante la adversidad.

A ella dedico este trabajo con todo mi amor.

**A MIS TÍOS:**

**Aurora Espinosa Espinosa.**

**Juan Manuel González Duran.**

mis segundos padres, con los que pase mi infancia.

**Fernando Espinosa Espinosa**

**Rogelio Espinosa Espinosa.**

**Gonzalo Espinosa Espinosa**

por su apoyo incondicional.

**José Cruz Vargas Trejo.**

**Rene Vargas Trejo.**

**A MIS PRIMOS**

**A ISABEL RÍOS MENDIOLA.**



*Fco. Javier Vargas Espinosa*

---

**Al I.Q. Eduardo Vázquez Zamora.**

Un eterno agradecimiento por su valiosa ayuda, paciencia y comprensión con la que nos guió para la elaboración de este trabajo que significa tanto en nuestra vida profesional y por su gran ejemplo como profesionista, así, como también, enseñarnos que con esfuerzo y dedicación se logran las metas que nos fijemos, pero sobre todo, su sólida y franca amistad.

Hay que reconocer que el presente trabajo se logró llevar a su término satisfactoriamente, gracias a la valiosa cooperación de las siguientes personas:

**I.Q. José Benjamín Rangel Grnados.**

**Dra. Martha Legorreta Herrera.**

**I.Q. Cornelio Hernández Pulido.**

**Tec. Ángel Alvarado Franco.**

Un agradecimiento general a todas aquellas personas que cooperaron de alguna u otra forma en la realización de este trabajo.



*Adolfo Ruiz Morán*

*Francisco J. Vargas Espinosa*

*José Luis Magallán Castro*



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE CIENCIAS SUPERIORES

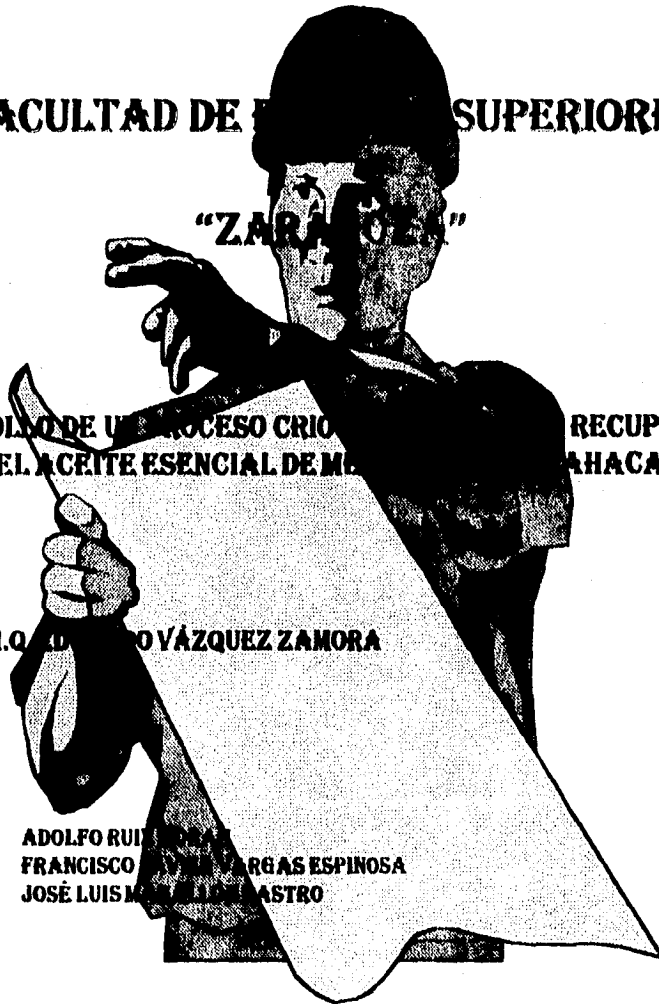
"ZARAGOZA"

DESARROLLO DE UN PROCESO CRITICO DE RECUPERACIÓN  
DEL ACRITE ESENCIAL DE MEXICO AHACA.

ASESOR: I. Q. D. VOZQUEZ ZAMORA

TESISTAS:

ADOLFO RUIZ DE LA  
FRANCISCO GARCERAN GARGAS ESPINOSA  
JOSÉ LUIS MARTÍNEZ CASTRO



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
1 HISTORIA	8
2 GENERALIDADES	10
2.1 Localización del aceite esencial en las plantas	14
2.2 Almacenamiento de la planta	16
2.3 Composición de los aceites esenciales	19
2.4 Usos de los aceites esenciales	25
2.5 Almacenamiento de los aceites esenciales.	29
3 CARACTERÍSTICAS DE ALBAHACA Y MEJORANA	31
3.1 MEJORANA	31
3.1.1 Hábitat y recolección	32
3.1.2 Composición de la planta	35
3.1.3 Usos de la Planta	35
3.1.4 Propiedades físicas y químicas	36
3.1.5 Composición química del aceite	38
3.1.6 Propiedades físicas y químicas del tipo español	40
3.1.6.1 Composición química	41
3.1.6.2 Obtención	42
3.1.6.3 Usos	42
3.2 ALBAHACA	43
3.2.1 Composición de la planta	47
3.2.2 Usos de la planta	48
3.2.3 Aceite esencial de albahaca	50
3.2.4 Aceite esencial de albahaca dulce (tipo europeo)	51
3.2.4.1 Aceite esencial de albahaca dulce (tipo francés)	52
3.2.5 Aceite esencial de albahaca dulce (tipo americano).	57
3.2.5.1 Plantación, cultivo y recolección.	57
3.2.5.2 Propiedades físicas y químicas.	59

3.2.5.3 Composición química.	- - - - -	60
3.2.6 Aceite esencial de albahaca tipo reunión.	-	61
3.2.6.1 Plantación, cultivo y recolección.	- - - - -	62
3.2.6.2 Propiedades físicas y químicas	- - - - -	62
3.2.6.3 Composición química	- - - - -	64
3.2.7 Aceite esencial de albahaca tipo metil cinamato		66
3.2.7.1 Propiedades físicas y químicas	- - - - -	66
3.2.8 Aceite esencial de albahaca tipo Haití	- - - - -	69
3.2.9 Aceite esencial de albahaca tipo eugenol.	- -	70
<b>4 MÉTODOS TRADICIONALES PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITES</b>		
<b>ESENCIALES</b>	- - - - -	73
4.1 Expresión o estrujo	- - - - -	74
4.2 Destilación	- - - - -	76
4.2.1 Destilación con vapor de agua	- - - - -	78
4.2.2 Destilación con vapor y agua	- - - - -	78
4.3 Extracción con disolventes no volátiles.	- - - - -	80
4.3.1 Enflorado	- - - - -	83
4.4 Extracción con disolventes volátiles.	- - - - -	85
4.5 Métodos neumáticos.	- - - - -	86
<b>5 CRIOGENIA</b>	- - - - -	88
5.1 Tanques criogénicos para almacenamiento.	- - - - -	90
5.2 Manejo de nitrógeno líquido.	- - - - -	90
5.3 Fluidos criogénicos	- - - - -	92
5.3.1 Nitrógeno líquido	- - - - -	92
5.3.1.1 Transporte y almacenamiento del nitrógeno líquido		92
5.3.2 Oxígeno líquido.	- - - - -	93
5.3.3 Argón líquido.	- - - - -	94
5.3.4 Neón líquido	- - - - -	94
5.3.5 Otros fluidos criogénicos no derivados del aire	- -	95

<b>6 FASE EXPERIMENTAL</b>	<b>97</b>
<b>6.1 PRIMERA ETAPA</b>	<b>100</b>
6.1.1 Extracción con Soxhlet	100
6.1.2 Maceración	103
6.1.3 Arrastre con vapor	110
<b>6.2 SEGUNDA ETAPA</b>	<b>112</b>
6.2.1 Maceración	113
6.2.2 Arrastre con vapor	117
<b>6.3 TERCERA ETAPA</b>	<b>119</b>
<b>7 ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>130</b>
<b>8 DESARROLLO DEL PROCESO</b>	<b>133</b>
8.1 Bases de diseño	135
8.2 Descripción del proceso	139
8.3 Especificaciones generales de los equipos	145
<b>9 CONCLUSIONES</b>	<b>158</b>
<b>10 ANEXOS</b>	<b>160</b>
10.1 Cromatografía de capa fina	160
10.2 Cálculos de rendimiento	162
10.3 Norma oficial mexicana	164
<b>11 BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>173</b>

## **RESUMEN**

En el presente trabajo de tesis se propone un proceso criogénico para la extracción del aceite esencial de Albahaca y Mejorana, a partir de una metodología desarrollada experimentalmente.

En los primeros cinco capítulos se hablará acerca de las cualidades, usos, propiedades y características generales de las plantas de Albahaca y Mejorana, así como de sus aceites esenciales. También, se mencionará la elección y cualidades de los disolventes y características del nitrógeno líquido, para posteriormente seguir con la fase experimental y terminar con la parte del desarrollo del proceso.

El desarrollo de la fase experimental se realizó en tres etapas, con el fin de construir un marco teórico necesario que permitiera establecer las bases necesarias (1ª etapa), para comprobarlo con la nueva metodología (2ª y 3ª etapa).

Por medio de la nueva metodología seguida durante el desarrollo de la 3ª parte experimental se obtuvieron óptimos resultados; disminuyendo el tiempo de maceración que es de 6 días con el método tradicional a 2 hr con la nueva metodología, y con un rendimiento mayor que el reportado teóricamente.

La cantidad de aceite esencial de Albahaca y Mejorana obtenida por la nueva metodología rebasa entre 25% y 32% respectivamente que la obtenida por los métodos tradicionales.

Las especificaciones de los equipos se tomaron de acuerdo a las bases de diseño, para la instalación de una planta que produce 343.2 Kg./año y 455 Kg./año de aceite esencial de Albahaca y Mejorana respectivamente, con la facilidad de aumentar su capacidad a futuro.

# INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

Esencias, o también llamados, aceites volátiles o aceites esenciales, tienen una extensa y variada aplicación en muchas industrias, para perfumes y condimentos de productos de consumo final, utilizados en nuestra civilización moderna. También algunos aceites contribuyen directamente a nuestra salud, y bienestar.

Los aceites esenciales tienen mucha demanda en la Industria, por su gran variedad de aplicaciones, principalmente por sus cualidades sensoriales, aunque también se emplean frecuentemente como fungicidas y bactericidas. En base a la gran estima que tienen, se han hecho, desde la antigüedad, grandes esfuerzos por obtenerlos, industrializarlos y mejorarlos respecto a sus características organolépticas. Este hecho ha traído como consecuencia que existan en el mercado diferentes calidades de un mismo aceite esencial y que, dependiendo del uso al que está destinado (alimentos, perfumes, etc.), debe satisfacer ciertos requisitos. El control de los aceites esenciales se han efectuado desde tiempos remotos por medio de determinaciones físicas como es la densidad, índice de refracción, poder rotatorio, etc. sin embargo, diversas muestras pueden satisfacer las propiedades físicas establecidas y no obstante, mostrar amplias variaciones en sus propiedades organolépticas, por lo que es necesario disponer de un método práctico que nos permita evaluar diferentes muestras de aceites esenciales en relación a los constituyentes portadores del olor, sabor o alguna otra característica deseada.

La información de un análisis de cromatografía de gases es más valiosa para diferenciar la calidad de los aceites, ya que esta técnica da información de tipo cuantitativo en la composición de los aceites. Esta información es muy importante dependiendo del uso que se le de al aceite por la empresa que lo adquiera. Los aceites esenciales están formados de componentes volátiles que son más o

menos sensitivos a la influencia del calor. Pero cada tipo de material que contiene la planta requiere de un método particular de destilación.

Algunos de los productos resultantes son volátiles y de olor desagradable, no solo los aceites esenciales volátiles, también los materiales de la planta son muy sensitivos a la influencia del calor y fácilmente se descomponen, esto tiene lugar a una temperatura de 100° C aproximadamente, pero el efecto es mas pronunciado en una destilación a temperatura alta. El vapor de alta presión o sobrecalentado también da un aumento en la resinificación y en la formación de compuestos insolubles, por lo tanto, el uso del vapor a temperaturas altas en la destilación de las plantas aromáticas no es generalmente recomendable.

A causa de estas dificultades y a causa de los altos costos de la destilación a vapor (por el excesivo consumo de vapor y combustible), se ha sugerido que se extraiga esos materiales con disolventes volátiles, y los extractos sean concentrados por destilación simple al vacío. El aceite obtenido usualmente contiene pequeñas cantidades de resinas y restos de materia; los cuales, pueden ser eliminados con una filtración.

En México existen condiciones climatológicas adecuadas como para producir una gama muy grande de especies vegetales, de las cuales se pueden extraer aceites esenciales. Sin embargo, algunos de éstos no se producen por falta de interés industrial o conocimientos afines. Debido a esto, surge la necesidad de crear una metodología que permita la extracción de los aceites a un costo bajo y con mayor rendimiento. Esta metodología se basa en el principio de la criogénia, congelando las hojas frescas y flores de la hierba para obtener un mayor rendimiento durante su extracción.



Dicha técnica se desarrolló y se aplicó a un proceso propuesto para la extracción de aceite esencial de albahaca y mejorana. Estas plantas fueron elegidas debido al precio tan elevado de sus aceites y la dificultad para obtenerlos.

En el presente trabajo, se propone una nueva opción para la extracción de los aceites esenciales, dando la oportunidad de una producción nacional de estos aceites a un costo menor que el de importación así como la obtención de un mayor rendimiento.

# CAPITULO 1

## 1 HISTORIA

Desde los albores de la civilización, miles de años antes de Cristo, existen documentos procedentes de Egipto, China, Arabia, Persia y Grecia que demuestran los sofisticados conocimientos y tradiciones que imperaban en el campo del cultivo y la aplicación de hierbas y especias, en la medicina y la alimentación.

Las especias eran valoradas al mismo nivel que el oro y su importancia influyó grandemente en la historia. La posición de las islas y los territorios de las especias significaba comercio y poder.

A partir del año 1000 A. C. el comercio de especias entre Oriente y Occidente estuvo dominado por Arabia. Los romanos destruyeron el monopolio árabe del comercio de especias y aumentaron la demanda de varias hierbas y especias.

Tras la caída de Roma, el comercio de las plantas aromáticas fue disminuyendo, para cesar completamente con la ocupación árabe de Alejandría. El comercio revivió de nuevo tras la toma de Jerusalén ya que introducía en la alimentación nuevos frutos mediterráneos, vegetales, hierbas y especias orientales. El comerciante más famoso fue Moharra (570 - 632 D. C.), fundador del Islam que floreció durante 400 años y en este imperio se perfeccionaron muchas técnicas científicas, entre ellas, la extracción y destilación de esencias y aceites de plantas aromáticas. La India tiene una larga tradición sobre el uso de las hierbas y las especias, se sabe que los chinos las utilizaron durante miles de años. El conocimiento y la aplicación de muchas hierbas y especias hicieron que los romanos las importaran con fines culinarios y medicinales.

Las hierbas y especias abastecían la despensa, proporcionaban los remedios caseros necesarios para curar a los enfermos, heridos y se utilizaban también en

la preparación de cosméticos, velas perfumadas y productos para repeler insectos.

Durante los siglos XVI - XVIII los trabajos e investigaciones que realizaron los farmacéuticos fueron principalmente los que innovaron los métodos de destilación de los aceites esenciales, marcando así un cambio favorable para el incipiente progreso de esta industria. Gradualmente su aplicación en medicamentos orientó completamente su empleo en la producción de perfumes, bebidas, alimentos, etc.

La botánica, agricultura, química, ingeniería y conocimientos del mercado mundial, son los factores principales que contribuyen al desarrollo de la industria moderna de aceites esenciales.

# CAPITULO 2

## 2 GENERALIDADES

Los aceites esenciales o esencias vegetales son mezclas con un número variable de sustancias orgánicas olorosas, son sustancias cuya fuente es principalmente vegetal. Los aceites esenciales se pueden definir como aceites volátiles odoríferos de origen vegetal.

Por lo general, se obtienen por arrastre con vapor de agua. Hay algunos que se extraen con grasas ( "enflorado" ), otros con disolventes orgánicos o exprimiendo la materia prima. Su composición es muy variada, pues comprende sustancias que abarcan a casi todos los grupos de la química orgánica, tanto cíclicas como acíclicas, pudiendo citarse, entre otros, compuestos del grupo de los hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, etc., sustancias azufradas y nitrogenadas. Los compuestos más frecuentes derivan biogenéticamente del ácido mevalónico. Así, resulta una tarea sumamente difícil y de resultados dudosos, el tratar de clasificar un aceite esencial de acuerdo con la constitución de sus componentes, pues a ciencia cierta no se puede determinar cuál es el componente que más influye en la producción del olor que caracteriza al aceite esencial, ya que a veces son dos o más sustancias las que producen el efecto, y no siempre el componente que en mayor cantidad se encuentra, es el que mayor preponderancia tiene sobre el efecto fisiológico en el sentido del olfato.

Las propiedades físicas y químicas de los aceites esenciales o esencias son muy diversas, puesto que el grupo engloba sustancias muy heterogéneas, de las que en la esencia de una planta, prácticamente puede encontrarse más de 30 compuestos.

TABLA 1. ACEITES ESENCIALES IMPORTANTES.

NOMBRE DEL ACEITE	FUENTES GEOGRÁFICAS IMPORTANTES	MÉTODOS DE PRODUCCIÓN	PARTE DE LA PLANTA UTILIZADA	COMPONENTES PRINCIPALES
ALMENDRA AMARGA	California, Marruecos	Vapor	Semillas	Benzaldehído 98-99%, HCN 2-4%
LAUREL	Indias Orientales	Vapor	Hojas	Eugenol, 50%
BERGAMOTA	Sur de Italia	Exprimido	Piel	Acetato de linalilo, 40% linalol 6%
ALCARABEA	Norte de Europa, Holanda	Vapor	Semillas	Carbona 55%; d-limoneno
CASIA (CANELA CHINA)	China	Vapor	Hojas y varas	Aldehído cinámico, 70%
CEDRO	Norteamérica	Vapor	Madera de centro rojo	Cedreno, cedral
CANELA	Ceilán	Vapor	Corteza	Aldehído cinámico, eugenol
CITRONELA, JAVA	Java, Ceilan	Vapor	Herbaje	Geraniol, 65%, citronial
CLAVO	Zazibar, Madagascar, Indonesia	Vapor	Brotos (clavos)	Eugenol, 85-95%
CILANTRO	Europa Central, Rusia	Vapor	Fruto	Linalol, pineno
EUCALIPTO	California, Australia	Vapor	Hojas	Cineol (Eucaliptol), 70-80%
GERANOS	Países mediterráneos	Vapor	Hojas	ésteres de geraniol, 30%, citronelol
JAZMÍN	Francia, Egipto, Italia	Pomada fría	Flores	Acetato de bencilo, linalol y sus ésteres
LAVANDA	Área mediterránea	Destilación	Flores	Linalol
LIMÓN	California, Sicilia	Expresión	Piel	d - Limoneno, 90%; citral, 3.5-5%
NARANJA DULCE	Florida, California, área mediterránea	Exprimido, destilación	Piel	d - Limoneno, 90%
MENTA	Michigan, Indiana, etc.	Vapor	Hojas y ápices	Mentol, 45-90%, y sus ésteres
ROSA	Bulgaria, Turquía	Vapor, disolvente, enfurage	Flores	Geraniol y citronelol, 75%
SÁNDALO	India, Indias Orientales	Vapor	Madera	Santalol, 90%; ésteres 3%
HIERBABUENA	Michigan, Indiana	Vapor	Hojas	Carvono, 60-80%
TUBEROSA	Francia	Enfurage, extracción por disolvente	Flores	Aceite tuberosa
GAUTERIA	Este de Estados Unidos	Vapor	Hojas	Salicilato de metilo, 99%
YLANG-YLANG	Madagascar, Filipinas	Vapor, extracción por disolventes	Flores	Ésteres, alcoholes

Austin T. George; "MANUAL DE PROCESOS QUÍMICOS EN LA INDUSTRIA"; Mc Graw-Hill; México; 1988

En la actualidad puede considerarse, como otra fuente muy importante de producción de aceite esencial, la síntesis, que cada vez en mayor escala los

produce. Además no es posible hacer agrupamientos especiales con los diferentes olores, porque dos grupos diferentes químicamente hablando, pueden producir una idéntica sensación, como por ejemplo: el caso del benzaldehído y el nitrobenzeno.

La mejor clasificación que de ellos puede hacerse, es la botánica a que corresponden, o la zoología en el caso de los de origen animal. Desde luego que con los aceites obtenidos por síntesis, lo más lógico será clasificarlos químicamente, así, según sea el aceite, será su clasificación.

Se les ha colocado bajo la denominación de aceites, debido a algunas similitudes que presentan con los aceites verdaderos, como es su baja densidad, su aspecto, y solubilidad. Se les distingue de los aceites fijos, en primer lugar por ser arrastrables por medio de vapor de agua, de donde reciben el nombre de volátiles, además, por la diversidad de los compuestos que forman parte de ellos; también, por ser sustancias no untuosas al tacto y porque los de consistencia líquida, al ponerse sobre un papel, dejan una mancha que desaparece con el tiempo; su color que también es muy variado; y la más importante de todas las características: que producen una sensación agradable al olfato. Otra característica que difiere de la de los otros aceites es la solubilidad que tienen en alcohol casi todos los aceites esenciales.

Las propiedades físicas de los aceites esenciales o esencias son en general las siguientes, la primera y principal que caracteriza a todos ellos y los hace agruparlos bajo una misma denominación, es la de su olor, pues todos, no importa cuál sea su composición, poseen esta característica. Sigue después, la de su densidad, que en la mayor parte de ellos, es menor que el del agua, y puede considerarse que varía, en todas, entre los límites siguientes 0.75 a 1.1. Un mismo aceite puede presentar variaciones en su densidad, si su composición varía, bien sea por sus causas exteriores como oxidación con el tiempo, o bien



por la forma de extracción, tiempo de recolección, etc. En cuanto al color, casi todos los aceites esenciales son incoloros o ligeramente amarillentos, pero pueden presentarse aceites en toda la gama del amarillo, desde muy pálido hasta el pardo oscuro; hay también algunos verdes, a causa de un poco de clorofila disuelta en ellos, y azules debido a un compuesto, el azuleno, que se forma durante la destilación y es un derivado terpénico muy inestable.

Su consistencia es muy variada, desde líquidos muy fluidos, hasta líquidos muy viscosos, y en algunos casos sólida. Muchos de éstos son soluciones de líquidos en sólidos o viceversa, que por enfriamiento, o dejándolos sedimentar, depositan la parte sólida denominada estereopteno y dejan una parte líquida denominada elcapteno. Los sólidos a temperatura ordinaria se denominan especies alcanforadas.

Son en su mayor parte insolubles en agua, hay sin embargo algunos aceites ligeramente solubles en ella, lo que se reconoce por quedar el agua con el sabor y olor que caracteriza al aceite esencial, en el alcohol su solubilidad varía desde fácilmente soluble en alcohol diluido, hasta insoluble alcohol absoluto. En los demás disolventes, las grasas son fácilmente solubles, como por ejemplo: en éter, éter de petróleo, gasolina, benceno, tetracloruro de carbono, en las grasas y aceites fijos son miscibles en todas proporciones. Algunos disolventes tienen la propiedad de solubilizar las resinas.

Cuando son líquidos, tienen un alto índice de refracción y muchos hacen girar el plano de la luz polarizada. Sólo algunas esencias son fluorescentes, como la de comino, salvia y azahar. Son volátiles a la temperatura de ebullición del agua, y pueden ser arrastrados en corriente de vapor de agua. Su punto de ebullición es bastante elevado. Casi todas las esencias recién obtenidas tienen un pH neutro, pero con el tiempo, adquieren un pH ácido.

Algunas son sustancias muy estables, en tanto que otras se descomponen con gran facilidad, casi siempre por oxidación, que puede verificarse bien en el organismo de la planta, o una vez obtenido, si no se ha tenido la suficiente precaución de resguardarlo debidamente del contacto del aire.

## 2.1 LOCALIZACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL EN LAS PLANTAS

Los aceites esenciales se encuentran en brotes, flores, corteza, hojas, tallos, frutos, semillas, madera, raíces y rizomas, y en algunos árboles en exudados oleorresinosos. ***"Las esencias se producen en glándulas especiales formadas por células secretoras arregladas para formar una bolsa donde se acumula el aceite esencial"***. Algunos aceites esenciales se encuentran en la planta en forma de precursores no volátiles, frecuentemente glicósidos, la descomposición es enzimática o bien debido al medio ácido; dándose el caso de que una misma planta tenga en distintos órganos diferentes clases de aceite esencial, tal es el caso de la flor y el fruto de la naranja, y de casi todos los frutos del género citrus.

Puede decirse, en general, que en todas aquellas partes de la planta en las que se percibe olor o que mediante aplicación de agua caliente se observa olor, contiene aceite esencial. No quiere decir esto, que si el olor de una planta es muy penetrante, exista ahí mucho aceite esencial, y viceversa; puede acontecer, por el contrario, que aun cuando el olor sea intenso, la planta no tenga casi nada de aceite esencial. En cambio, puede suceder que, en otra planta en donde apenas si se percibe algún olor, haya suficiente cantidad de aceite esencial para hacer costoso su extracción.

En el reino animal se reduce la existencia de aceite esencial a unas cuantas especies, entre ellas el gato de algalia, el almizclero, la ballena, etc. En estos animales el aceite se forma dentro de su organismo como masa sólida o cálculos,

y se supone que son productos de enfermedades del animal en el que se encuentra.

En el caso de las plantas hay muy diversas suposiciones acerca de la formación de los aceites esenciales, una coincide con la mencionada para el caso de los animales, es decir, que los aceites esenciales son productos de enfermedades de la planta, otra dice simplemente que la formación del aceite esencial es parte del metabolismo vegetal.

Respecto al papel biológico desempeñado por las esencias en los vegetales se ha especulado mucho. Según algunos, intervienen como hormonas en la polinización; sirven de atrayente de insectos polenoforos; regulan la transpiración y son productos de desecho metabólico.

El rendimiento de esencia obtenido de una planta varía de unas cuantas milésimas por ciento del peso vegetal hasta 1-3%. La composición de una esencia puede cambiar con la época de la recolección, el lugar geográfico o pequeños cambios genéticos. En gimnospermas y angiospermas es donde aparecen las principales especies que contienen aceites esenciales, distribuyéndose dentro de unas 60 familias. Son particularmente ricas en esencias las pináceas, lauráceas, mirtáceas, labiáceas, umbelíferas, rutáceas y compuestas.

Las variaciones organolépticas dependen de la relación de componentes hidrocarbonados y oxigenados que presenten los aceites esenciales. Los oxigenados son los principales portadores del olor, el sabor y los tratamientos a que se someten los aceites tienen por objeto aumentar este tipo de compuestos. Se debe hacer una distinción, entre aceites esenciales de flores obtenidos por enflurage o extracción por disolventes y aceites esenciales que se recuperan por destilación. Por lo general los aceites destilados presentan la falta de algún

componente que no sea lo suficientemente volátil o que se pierda mediante la destilación.

Los aceites esenciales son en su mayor parte insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos. Estos aceites tienen la suficiente volatilidad para destilarse intactos en la mayor parte de los casos, aunque también son volátiles con vapor. Varían desde color amarillo hasta incoloros. Un aceite esencial generalmente es una mezcla de compuestos. Los índices de refracción de los aceites son altos, con un promedio de 1.5. Estos aceites muestran una gran variedad de actividad óptica y rotan en ambas direcciones.

## **2.2 ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA.**

El almacenamiento del material de la planta antes de la pulverización es la última vía de pérdidas del aceite volátil. Aunque esta situación no es muy grave, en el caso de la pulverización no se puede retrasar la destilación de la planta, ésta deberá tenerse en condiciones naturales (fresca). En los resultados graduales de la evaporación se tienen algunas pérdidas. Las mayores pérdidas se presentan por oxidación y resinificación de los aceites esenciales. El material de la planta deberá tenerse en reserva antes de ser procesado, se deberá guardar en una atmósfera seca a baja temperatura, y en un cuarto libre de la circulación de aire, si es posible en un almacén con aire acondicionado. Se puede evitar tales pérdidas obviamente si se procesan las plantas inmediatamente. En los resultados graduales de la evaporación se tienen algunas pérdidas bajo estas circunstancias.

El aceite volátil que tienen los tejidos de las plantas, es afectado por vía del secado de las plantas después de la cosecha, este efecto es estudiado y descrito por Von Rechemberg.

Algunas partes de la planta fresca con alto contenido de agua (rosas, orquídeas, etc.) pierden mucho de su aceite esencial por el aire seco, esta pérdida es causada por evaporación, oxidación, resinificación y otras acciones químicas. En las semillas juega un rol subalterno para la purificación y la resinificación. El aceite volátil que tienen los tejidos de las plantas es afectado por el secado,

La evaporación real del aceite volátil por medio de las paredes del tejido de la planta no toma su lugar rápidamente debido a que el aceite primero se trae a la superficie por hidrodifusión, con agua o con la acción de la humedad de la planta que lleva como medio. Las paredes delgadas de las hojas y flores no representan ningún obstáculo para las fuerzas de difusión, en muchos de los casos la evaporación afecta a los constituyentes menos solubles en agua de los aceites muy volátiles de bajo punto de ebullición.

Anteriormente, se asumía que el contenido del aceite se incrementaba cuando se secaba la hierba o se cortaba seca, pero los experimentos sistemáticos de destilación probaron la falacia de esta asunción.

La pérdida de aceite durante los periodos de marchita y secado de la planta es mucho mas grande que la pérdida que ocurre durante el almacenamiento de la planta después de que se ha secado. Este hecho tiene lugar, durante las primeras etapas donde la planta se marchita y se seca, conservando una gran cantidad de humedad en las células que por difusión lleva al aceite hacia la superficie y ayuda en su vaporización. Una vez que la humedad ha desaparecido y en la planta ha pasado aire seco, la hidrodifusión ya no tiene lugar.

Cualquier pérdida de aceite por aire seco durante el almacenamiento dependerá de varios factores como son:

- 1.- Las condiciones del material
- 2.- El método de obtención
- 3.- La amplitud del almacenamiento
- 4.- La composición química del aceite.

Como una regla, pero con sus excepciones, las hierbas no soportan prolongados tiempos de almacenamiento, mientras que la semillas, raíces y maderas, por su naturaleza retienen sus aceites volátiles durante mas tiempo.

Los métodos de almacenaje (apilación, embalaje en sacos, etc.), juegan un papel importante a este respecto. El aire concurrente y las variaciones extremas en el volumen de humedad contenidos en la atmósfera favorece a la evaporación del aceite, la resinificación y particularmente a la oxidación. Es posible guardar muchos tipos de plantas por periodos largos de tiempo en un almacén provisto con temperaturas bajas y un cuarto de aire acondicionado. En algunos casos aislados las plantas pueden guardar o retener su aceite esencial por muchos años por ejemplo el sándalo y el guayabo; aunque expuesto a variaciones considerables de tiempo.

Tschirch informó observaciones interesantes acerca de la resinificación de los aceites volátiles en plantas de especia. El observó que la posible causa de la formación de estas resinas, podría ser por la polimerización de los componentes homogéneos o las reacciones de adición de componentes heterogéneos por oxidación, u otras formas de conversión de compuestos volátiles, aunque esto no se entiende claramente.

### **2.3 COMPOSICIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES.**

Los aceites esenciales, consisten en una mezcla de hidrocarburos ( terpenos, sesquiterpenos, etc. ), compuestos oxigenados ( alcoholes, ácidos, aldehidos, cetonas, ésteres, fenoles, etc. ) y un pequeño porcentaje de residuos viscosos o sólidos no volátiles ( parafinas, ceras, etc. ). De estos componentes, los oxigenados son los principales portadores del olor aunque también los terpenos y sesquiterpenos contribuyen en algún grado al valor total del olor y el sabor del aceite.

Los compuestos oxigenados poseen la ventaja de ser más solubles en alcohol diluido y presentan una gran resistencia a la oxidación y a la resinificación. Debido a sus características no saturadas, los terpenos y sesquiterpenos se oxidan y resinifican fácilmente bajo la influencia del aire y la luz, o por condiciones desfavorables que degeneran el olor y el sabor disminuyendo la solubilidad en alcohol. Esto ha sido la causa por la que la industria de aceites esenciales haya hecho uso de los aceites concentrados, desterpenados y sesquidesterpenados.

Los compuestos presentes disueltos en los aceites esenciales se pueden clasificar como sigue:

TABLA 2

GRUPO	COMPUESTOS DISUELTOS EN ACEITES ESENCIALES
1.- Ésteres:	Principalmente de ácido benzoico, acético, salicílico y cinámico.
2.- Alcoholes:	Linalool, geraniol, citronelol, terpinol, mentol y borneol.
3.- Aldehídos:	Citral, citronelal, benzaldehído, cinamaldehído, aldehído cumínico y vainillina.
4.- Ácidos:	Benzoico, cinámico, mirístico, isovalérico, todos en estado libre.
5.- Fenoles:	Eugenol, timol y carvacrol.
6.- Cetonas:	Carvona, mentona, pulegona, irona, fenchona, tujona, alcanfor, metilnonil cetona y metil heptenona.
7.- Éteres:	Cineol, éter ciclico (eucaliptol), anetol y safrol.
8.- Lactonas:	Cumarina.
9.- Terpeno:	Canfeno, pineno, limoneno, felandreno y cedreno.
10.- Hidrocarburos:	Cimeno y estireno (feniletileno).

Los aceites esenciales concentrados, descerados, desterpenados y sesquideterpenados, son aquellos en que por diferentes procesos se han enriquecido de componentes oxigenados. Estos tipos de aceites son más solubles, más estables y contienen en mayor proporción los compuestos responsables del olor y el sabor agradable de los aceites originales. Es necesario hacer notar que no deben confundirse estos aceites con aquellos productos mal llamados sintéticos, obtenidos de aceites esenciales.

Los diferentes tipos de aceites esenciales ya purificados son los siguientes :

- 1. ACEITES ESENCIALES DESCERADOS:** Se considera como aceite esencial descerado, aquel aceite esencial al que se le ha eliminado todo o casi todas las ceras, parafinas, cumarinas, etc.
- 2. ACEITES ESENCIALES CONCENTRADOS:** Se considera como aceite esencial concentrado, aquel aceite esencial al que se le ha eliminado una parte de los hidrocarburos monoterpénicos. El grado de concentración está



automáticamente limitado por la cantidad de componentes oxigenados presentes en el aceite natural.

- 3. ACEITES ESENCIALES DESTERPENADOS:** Se considera como aceite esencial desterpenado, aquel aceite esencial al que se le ha eliminado, como mínimo 90% de los monoterpenos contenidos originalmente en el aceite esencial. Usualmente por destilación a baja presión; la emulsión formada por la poca solubilidad de los terpenos y ceras se decanta o filtra después de un tiempo de reposo, o se somete a centrifugación para separar la parte insoluble; la solución clara de oxigenados se somete a destilación a baja presión para eliminar el disolvente. La extracción líquido - líquido es otro método empleado para la obtención de estos aceites. Los disolventes se eliminan del aceite, por destilación a baja presión y temperatura.
  
- 4. ACEITE ESENCIAL SESQUIDESTERPENADOS:** Se considera como aceite esencial sesquidesterpenados, aquel aceite esencial al que se le ha eliminado en mayor grado los hidrocarburos monoterpénicos, sesquiterpénicos y ceras. Este representa la más alta concentración de un aceite esencial. El termino comercial "Aceite Sesquideterpenado" convencionalmente incluye también a los aceites desterpenados. En algunos casos, especialmente cuando el contenido de sesquiterpenos hidrocarbonados en el aceite natural es pequeño, los dos términos se emplean como sinónimos. Debido a su alto punto de ebullición, los sesquiterpenos se eliminan con mayores dificultades que los terpenos y aunque en algunos casos pueden separarse de los aceites desterpenados por fracción a bajas presiones, el método mas empleado es la extracción líquido - líquido. Otro método para eliminar los sesquiterpenos y ceras, es el de arrastre con vapor de agua a presión reducida, del aceite desterpenado, quedando los sesquiterpenos y ceras como residuos. Como resultado, los aceites desterpenados y sesquideterpenados representan la

mas alta concentración posible de componentes oxigenados en un aceite esencial.

La manufactura de estos productos requiere que el operador esté familiarizado con la composición química, especialmente con los puntos de ebullición de los diferentes componentes hidrocarburos y oxigenados, que integran el aceite esencial natural por concentrar. Los puntos de ebullición de los terpenos, en la mayoría de los casos, están entre 150 y 180 °C a la presión atmosférica y los de los sesquiterpenos entre 240 y 280 °C. Los puntos de ebullición de la mayoría de los compuestos oxigenados, están entre los de los terpenos y sesquiterpenos. Respecto a la solubilidad, los terpenos son por lo general, poco solubles en agua, las parafinas y sesquiterpenos, prácticamente insolubles; en cambio los componentes oxigenados, presentan mucho mejor solubilidad en el alcohol etílico.

El enriquecimiento teórico puede calcularse solamente de la producción real de aceites desterpenados y sesquideterpenados obtenidos de un peso dado de aceite natural. La intensidad real del sabor y el olor de dos aceites de la misma concentración teórica puede diferir; la concentración no es necesariamente proporcional a la intensidad del olor y el sabor.

Es difícil, mas no imposible, indicar límites definidos generales para las propiedades físicas y químicas de los aceites concentrados, desterpenados y sesquideterpenados. Estas propiedades dependen del grado de desterpenación y de la proporción relativa de los constituyentes oxigenados presentes originalmente.

La gran ventaja de los aceites desterpenados y sesquidesterpenados consiste en que el olor y el sabor del aceite es mejor utilizado. Otra gran ventaja consiste en el hecho de que por el proceso de desterpenación, los aceites están libres de productos de descomposición o resinificación a diferencia de los aceites naturales

en que los hidrocarbonados son muy propensos a resinificarse y después a polimerizarse. Por lo tanto, los concentrados pueden ser muy bien empleados en la industria alimenticia ya que poseen bajas proporciones de fijadores naturales como ceras y esteroptenos los cuales contribuyen a retener el sabor en el paladar.

Así pues, los aceites concentrados, desterpenados y sesquidesterpenados tienen un lugar definido en las formulaciones donde se requieren las más altas concentraciones posibles, solubilidad y estabilidad, pero no pueden reemplazar a los aceites naturales en todos los propósitos.

Ya que, en la actualidad existe un gran número de empresas a nivel Internacional productoras de estos tipos de aceites enriquecidos en componentes oxigenados, es lógico que por diferencias en el método de obtención o simplemente geográficas, aceites de similar enriquecimiento difieran tanto de olor como de sabor. De este modo, es necesario disponer de métodos analíticos para conocer los diversos tipos de aceites esenciales enriquecidos.

Uno de los métodos más usuales, es la comparación del aceite problema con un aceite tipo. Esta comparación efectuada, tiene inconvenientes, ya que está involucrado el factor tiempo, que determina diferencias entre un aceite fresco y otro ya viejo, pues con el tiempo la oxidación produce el olor a trementina o terebentina que impide hacer una comparación adecuada. También existen diferencias entre un aceite y otro de acuerdo con el método de obtención empleado y aun con el origen geográfico de los mismos.

La determinación de la rotación óptica puede también proporcionar alguna indicación de los terpenos han sido eliminados. No obstante, hay diferencias que no son constantes y pueden llevar a resultados erróneos. Además el cambio de estas constantes físicas puede deberse a otros factores como polimerizaciones,

oxidaciones, trans-esterificaciones, etc., y no solamente a la eliminación de compuestos hidrocarbonados.

Otro criterio sobre la evaluación de aceites concentrados y sesquiterpenados es su solubilidad en alcohol diluido. Usualmente se emplea alcohol etílico al 70% para este propósito. Un aceite desterpenado generalmente puede ser soluble en 3 ó 10 volúmenes de alcohol al 70% y los sesquiterpenados pueden ser mas solubles. Este método por supuesto es muy antiguo.

Miller y Kirchner en 1945 fueron probablemente los primeros en aplicar la técnica de la cromatografía en columna para la separación de una mezcla de terpenos. Ellos también desarrollaron la técnica de la cromatoplaça, basada en el principio de la cromatografía ascendente en tiras de papel iniciada por Floom, Rochlan y Dunn. Las cromatoplaças pueden considerarse como microcolumnas de cromatografía sólido-líquido o líquido-líquido, donde la movilidad relativa de los compuestos sobre el ácido salicílico de la cromatoplaça corresponde mas o menos a su movilidad sobre una columna del mismo adsorbente. La separación obtenida en las cromatoplaças es mayor a la obtenida en columna o papel, y aun cuando se han logrado separaciones de algunos constituyentes individuales de los aceites esenciales, no es posible el análisis completo de la mayoría de los mismos. Sin embargo, una manera más exacta de analizar un aceite esencial es la de cromatografía de gases, ya que este análisis nos determinaría los componentes presentes en el aceite de una forma más exacta.

En general, los aceites esenciales son analizados químicamente para tres propósitos principales:

1. Identificación de los constituyentes del aceite esencial
2. Determinación de adulterantes.
3. Evaluación de la calidad de un aceite comercial.

## 2.4 USOS DE LOS ACEITES ESENCIALES

Los principales usos de los aceites esenciales son dos, uno, en los perfumes, y otro que a primera vista no parece muy importante y sin embargo las estadísticas señalan como de mucha importancia, los coadyuvantes en la preparación de alimentos. En el primer grupo, no solo se tiene en cuenta el empleo de aceite esencial para la fabricación de perfumes, sino también el uso que de ellos se hace para la fabricación de toda clase de preparaciones de tocador, que es una de las industrias que en mayor escala los consume (talcos, pastas dentífricas, lociones, polvos, jabones, cosméticos, etc.).

En el segundo grupo se encuentra una gran cantidad de alimentos, los que se aderezan principalmente con aceites esenciales, como por ejemplo, licores, bebidas gaseosas, alimentos enlatados, conservas, gelatinas, helados, en fin casi todos los alimentos, no olvidemos también las especias, cuyo aceite esencial es indispensable como condimento en toda comida casera o preparados enlatados. Algunos aceites esenciales actúan como inhibidores microbianos y por ello se consideran como conservadores, sobre todo los de las especias.

Algunos aceites volátiles son poderosos antisépticos internos e externos, otros poseen un poder analgésico, o una acción antienzimática, otros actúan como sedantes, estimulantes y como estomáticos. Se sabe bien que en una gran cantidad de libros y artículos publicados acerca de este tema, sobre farmacología, patología y fisiología, especialmente acerca de antisépticos y actividades bactericidas de los aceites volátiles, pero muchos de estos datos confunden, ya que son contradictorios y requieren de una explicación.

Los aceites volátiles, con sus sabores característicos, han sido usados como materiales de condimento desde tiempos inmemoriales. Hasta la fecha, no siempre es suficiente el darse cuenta de que es realmente indispensable para el

hombre llevar una correcta digestión en la comida. Los jugos digestivos contienen enzimas digestivas tal como pepsina, trypsina, lipasa, etc., las cuales son secretadas en el estómago e intestino, sólo cuando son estimuladas por el olor y gusto de una comida de sabor agradable.

En la mayoría de los productos la incorporación de compuestos aromáticos, ha abierto nuevos campos para los fabricantes. Desde que empieza el día hasta que termina, nosotros usamos o consumimos una gran variedad de aceites que se producen en muchas partes del mundo. Todo esto contribuye al empleo de innumerables trabajadores y sus familias en tierras distantes.

La Industria de los aceites esenciales, como tal es pequeña, pero es apta para contribuir a la economía de un país. Su total de movimientos de cada año puede ser estimado como cerca de solo unos millones de dólares, pero las acciones hacia los consumidores finales, que requieren de pequeñas cantidades de aceite esencial, pueden llegar a alcanzar billones por año. Incontable es el número de personas quienes se encuentran involucradas en el desarrollo, producción control, publicidad, mercadeo y venta de estos productos.

TABLA 3. Industrias donde se emplean Aceites esenciales.

INDUSTRIAS	PRODUCTOS Y APLICACIONES	ACEITES ESENCIALES
ADHESIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistol</li> <li>Papel y cintas industriales</li> <li>Pastas (Engrudo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cementos para porcelana</li> <li>Cementos de goma</li> <li>Cintas adhesivas transparentes</li> </ul>
INDUSTRIA DE COMIDA ANIMAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comida para gatos</li> <li>Comida para ganado vacuno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comida para perros, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE AUTOMOVILES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales para los acabados de los automóviles</li> <li>Limpiadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pulidores</li> <li>Jabones, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA PANADERAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Galletas</li> <li>Pasteles</li> <li>Panecillos</li> <li>Panecillos de frutas</li> <li>Donas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Picadillo (especialmente de carne, pasas manzanas y especias)</li> <li>Empanadas</li> <li>Budín</li> <li>Bocadillos, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE LAS CONSERVAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pescado</li> <li>Carné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Salsas</li> <li>Sopas, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE LAS GOMAS DE MASCAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chicles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capas de goma, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE LOS CONDIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Catsups</li> <li>Apio y otras sales</li> <li>Salsa de chile</li> <li>Mayonesas</li> <li>Mostazas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pescado en escabeche</li> <li>Condimentos</li> <li>Aderezos</li> <li>Vinagre, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE LA CONFITERIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chocolates</li> <li>Jaleas</li> <li>Pastillas de menta y hierbabuena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dulces</li> <li>Confiteria</li> <li>Bombones</li> </ul>
PREPARACIONES DENTALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparaciones para dentillas</li> <li>Enjuagues bucales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pasta para dientes</li> <li>Polvos para dientes, Etc.</li> </ul>
PROVEEDORES DE INSECTICIDAS Y EXTERMINADORES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sprays para chinches</li> <li>Sprays para ganado vacuno</li> <li>Polvo para cucarachas</li> <li>Sprays para moscas</li> <li>Atrayentes de escarabajos Japoneses</li> <li>Repelentes de mosquitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bloques de naftalina</li> <li>Bloques de paradiclorobenceno</li> <li>Sprays para plantas</li> <li>Veneno para ratas</li> <li>Eliminador de olores de las roedoras, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE LOS EXTRACTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extractos comerciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extractos de casa, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE LA COMIDA (EN GENERAL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quesos</li> <li>Budín de Maíz</li> <li>Sopas deshidratadas, carnes y vegetales</li> <li>Picadillo (carne, pasas, manzanas, especias)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empanadas rellenas</li> <li>Pasteles</li> <li>Gelatinas</li> <li>Aceites vegetales y grasas, etc.</li> </ul>
PRODUCTOS CASEROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Añil (para ropa blanca)</li> <li>Desodorantes</li> <li>Limpiadores de muebles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jabón para ropa</li> <li>Sprays para habitaciones</li> <li>Almidonar, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE LOS HELADOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Helados</li> <li>Manecados</li> <li>Sorbetes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de combinaciones de helados, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE LOS INSECTICIDAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atrayentes</li> <li>Desinfectantes</li> <li>Insecticidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Repelentes</li> <li>Sprays, etc.</li> </ul>
ARTICULOS PARA TRABAJADORES DE LIMPIEZA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detergentes</li> <li>Desinfectantes</li> <li>Limpiadores de pisos</li> <li>Ceras para pisos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jabón para restregar</li> <li>Limpiadores de lavabos</li> <li>Artículos para barrer, etc.</li> </ul>
INDUSTRIAS EMPACADORAS DE CARNE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Embutidos</li> <li>Salchichas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparados de carne</li> <li>Chorizo, etc.</li> </ul>
INDUSTRIAS DE PINTURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esmaltes</li> <li>Lacas</li> <li>Pintura y removedores de barnices</li> <li>Diluentes de pintura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pinturas</li> <li>Pinturas Lavables (elásticas)</li> <li>Capas sintéticas</li> <li>Barnices, etc.</li> </ul>

INDUSTRIA DEL PAPEL E IMPRESIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel carbón</li> <li>• Lápiz de color</li> <li>• Copas de bebidas</li> <li>• Cintas industriales</li> <li>• Etiquetas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bolsas de papel y envoltura de comida</li> <li>• Imprenta y serigrafía</li> <li>• Papel para impresión, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE PERFUMERÍA Y ARTÍCULOS PARA TOCADOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparaciones para beber</li> <li>• Preparaciones para el baño</li> <li>• Desodorantes para el cuerpo</li> <li>• Mascarillas</li> <li>• Preparaciones para el cabello</li> <li>• Incienso</li> <li>• Lociones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lápiz para los labios</li> <li>• Preparaciones para manicura</li> <li>• Polvos (de tocador)</li> <li>• Rubor</li> <li>• Jabón para afeitarse</li> <li>• Colonias</li> <li>• Cremas</li> <li>• Depiladores</li> <li>• Sombras para los ojos, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA PETROQUÍMICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites de añil (para ropa blanca)</li> <li>• Aceites combustibles</li> <li>• Grasas</li> <li>• Aceites lubricantes</li> <li>• Solventes de Naphia</li> <li>• Neopreno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solventes orgánicos</li> <li>• Destilados del petróleo</li> <li>• Limpiadores</li> <li>• Aceites sulfurados</li> <li>• Productos de alquitrán</li> <li>• Ceras, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA FARMACÉUTICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabletas antiácidas</li> <li>• Pastillas para la tos</li> <li>• Germicidas</li> <li>• Sprays para hospitales</li> <li>• Abastecimientos para hospitales</li> <li>• Inhalantes</li> <li>• Laxantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparaciones medicinales</li> <li>• Ungüentos</li> <li>• Medicinas patentadas</li> <li>• Tónicos</li> <li>• Preparaciones de vitaminas con sabores</li> <li>• Distribución al por mayor de productos farmacéuticos, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA EMPACADORA DE ENCURTIDOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encurtidos ácidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encurtidos dulces, etc.</li> </ul>
INDUSTRIAS DE LAS CONSERVAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frutas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jales</li> </ul>
INDUSTRIA DE LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS Y RECTIFICADAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bebidas amargas</li> <li>• Bebidas cordiales</li> <li>• Ron</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Whiskies</li> <li>• Vinos, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DEL HULE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalones de bebé</li> <li>• Guantes</li> <li>• Cortinas de baño</li> <li>• Artículos quirúrgicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos de hule sintético de todas las especies</li> <li>• Juguetes, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DEL JABÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polvos limpiadores</li> <li>• Detergentes</li> <li>• Jabones caseros</li> <li>• Jabones para lavandería</li> <li>• Jabones líquidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jabones para restregar</li> <li>• Shampoos</li> <li>• Artículos de limpieza</li> <li>• Jabones para tocador, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bebidas carbonatadas</li> <li>• Bebidas de cola</li> <li>• Jarabes de manantial</li> <li>• Cerveza de jengibre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerveza de raíz</li> <li>• Sodes de manantiales</li> <li>• Bebidas no alcohólicas, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DE LOS TEXTILES PROCESADOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piel artificial</li> <li>• Tenir</li> <li>• Calcetines</li> <li>• Telas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textiles químicos</li> <li>• Aceites para textiles</li> <li>• Materiales para tapicería</li> <li>• Materiales impermeables, etc.</li> </ul>
INDUSTRIA DEL TABACO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabacos de mascar</li> <li>• Cigarros</li> <li>• Puros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabacos de fumar</li> <li>• Tabaco en polvo, etc.</li> </ul>
ARTÍCULOS PARA VETERINARIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprays para ganado vacuno</li> <li>• Desodorantes</li> <li>• Jabones para perros y gatos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• polvos para insectos</li> <li>• polvos para sarna</li> <li>• Ungüentos, etc.</li> </ul>
DIVERSAS INDUSTRIAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velas, Cirios</li> <li>• Cerámica</li> <li>• Productos de limpieza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desodorantes fluidos para embalsamar</li> <li>• Artículos para tentes, etc.</li> </ul>

FUENTE : Guenther, Ernest, Prt. D. : "THE ESSENTIAL OILS" ; Vol. One; Ed. Van Nostrand; New York, U.S.A.



## **2.5 ALMACENAMIENTO DE LOS ACEITES ESENCIALES.**

En un principio se deben conocer los componentes del aceite, esto para poder distinguir un poco acerca del proceso que causa la descomposición de un aceite esencial. Usualmente es atribuido a reacciones generales, tales como la oxidación, resinificación, polimerización, hidrólisis de ésteres y a la Interacción de grupos funcionales. Estos procesos parecen ser activados por calor, por la presencia del aire (oxígeno), humedad y catalizados por la exposición a la luz en algunos casos y posiblemente por metales.

No hay duda, de que los aceites con un alto contenido de terpenos (todos los aceites cítricos, aceites de la aguja de pino, aceite de trementina, nebrina, etc.) son particularmente propensos a descomponerse, debido a la oxidación y especialmente a la resinificación. Siendo un hidrocarburo insaturado, los terpenos absorben oxígeno del aire. La luz parece ser de menor importancia que la humedad, como un factor que causa la descomposición,

Los aceites esenciales contienen un alto porcentaje de ésteres y se tornan ácidos después de un almacenamiento impropio, debido a una hidrólisis parcial de los ésteres.

El contenido de los aldehídos en los aceites, gradualmente disminuye, todavía mucho más despacio que si el aldehído aislado (citról en este caso) se mantuviera en reserva como tal. Probablemente los aceites esenciales contengan algunos antioxidantes naturales, todavía desconocidos, que hasta cierto punto protege al aldehído durante un tiempo, que es contenido en el aceite..

Los ácidos grasos, son muy propensos a la oxidación, pero la descomposición puede ser retardada o prevenida por la adición de antioxidantes apropiados, tal como la hidroquinona o el éter metílico. Ciertos tipos de aceites esenciales,

especialmente aquellos que contienen alcoholes, son completamente estables y mantienen su prolongación de almacenamiento. Otros, como el patchouly y vetiver por ejemplo, mejora considerablemente su envejecimiento, de hecho, deben envejecer en unos cuantos años antes de ser usados en compuestos de perfumes.

Como una regla general, cualquier aceite esencial debe ser tratado en su purificación, para remover las impurezas metálicas, estar libre de humedad y ser clarificado, para después almacenarse en sus envases, bien tapados, en recipientes herméticos, a bajas temperaturas y protegidos de la luz.

Los aceites esenciales deben de ser almacenados en botellas de vidrio duro, de color ámbar preferentemente, para pequeñas cantidades de aceite; para cantidades grandes de aceite tendrán que ser almacenados en tambores de metal, especialmente de estaño pesado, si es posible con una atmósfera de dióxido de carbono o de gas nitrógeno dentro del envase de almacenamiento del aceite, cerrado herméticamente y removida la atmósfera de aire que contiene el envase de almacenamiento del aceite, se asegura la protección del aceite contra la oxidación.

# CAPITULO 3

### 3 CARACTERÍSTICAS DE ALBAHACA Y MEJORANA

#### 3.1 MEJORANA



Existen algunas confusiones en apreciar el tan nombrado aceite de mejorana y en la botánica de las plantas de la cual se deriva este aceite. El término "mejorana" está comprendido dentro de las plantas aromáticas y pertenecientes a diferentes especies. La mejor conocida es indudablemente la *Origanum majorana L.* (fam. Labiate) que crece silvestremente en arbustos como una planta perenne herbácea en laderas soleadas.

La mejorana crece en racimos o ramilletes de 8 a 16 pulgadas de altura, las flores son pequeñas, verdosas pálidas; las semillas son oblongas, muy finas y de un color café oscuro; las hojas pequeñas, ovaladas, blanquecinas y suaves. En México la Mejorana (*Origanum majorana L.*), es una planta herbácea que se da anual y a veces bianual, floreciendo al empezar el verano, y aun antes en las comarcas meridionales; dotada de un tallo erguido y ramificado con hojas opuestas y ovaladas. Sus pequeñas flores blancas, en forma de espigas, brotan en la axila de las hojas en forma de espesos racimos pedunculados. Los frutos son tetraquenios que tan solo en los países cálidos llegan a madurar. Como las hojas son opuestas, las ramitas floríferas se disponen también una frente a otra y con algunas hojitas menores y con las flores aglomeradas en su extremo. El cáliz tiene poco más de 2 mm. de largo y siendo de una sola pieza, está como rajado y abierto en la parte delantera; con la ayuda de un buen cristal se ven numerosas y

diminutas gotitas de esencia de un color amarillo dorado en la superficie externa del mismo. La corola es blanca o sonrosada, un poco mayor que el cáliz, de una pieza dividida en dos labios, el inferior con tres lóbulos y el superior con dos dientecitos romos. Los cuatro estambres, de filamentos y anteras blancos, son muy aparentes, mas largos que la corola. Tanto las hojas como las sumidades floridas de esta planta son ligeramente amargas y muy aromáticas. Su origen es mediterráneo, y ha sido cultivada desde siempre.

### **3.1.1 HÁBITAT Y RECOLECCIÓN.**

La mejorana es una planta que crece principalmente en clima cálido y como tal, sensible al frío. Sin embargo esta es suficientemente resistente a las regiones frías en donde crece, dado que las plantas pueden ser cubiertas con paja y estiércol u hojas como protección contra el extenuante invierno o la "muerte de la planta".

La mejorana, florece mejor en jardines en tierra suficientemente floja para que la pequeña semilla pueda germinar y las pequeñas plantas tiernas puedan penetrar en la corteza de la tierra. Muy eminente debe de ser la selección de la tierra floja o muchas de las semillas plantadas se irán perdiendo. El terreno deberá ser muy bien drenado, expuesto ampliamente a la luz del sol, fertilizado e irrigado. Aunque la planta resiste prolongados periodos de sequía, estos son nocivos o perjudiciales. El clima parece ejercer una influencia considerable sobre el aspecto de las plantas. Las cultivadas en Túnez algunas veces crecen mas de 3 pies (91.4 cm) de alto.

La recolección se realiza cuando la planta está a punto de florecer y se recolectan las sumidades para posteriormente extraerle el aceite, no dejándola pasar mucho tiempo después de la recolección. Solo se cortan las partes superiores de los

tallos, los cuales no tardan en producir nuevos retoños, pudiendo repetirse la recolección hasta tres veces por año.

TABLA 4. Producción en México

<b>Producción Agrícola Anual 1994 Mejorana</b>		
<b>Producción Agrícola</b>		<b>Ton/Ha</b>
Rendimiento (Ton/Ha)	Riego	15
	Total	15

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SAGAR.

TABLA 5. Producción en México

<b>Producción Agrícola Otoño - Invierno 1994 Mejorana</b>		
<b>Producción Agrícola</b>		<b>Ton/Ha</b>
Rendimiento (Ton/Ha)	Riego	15
	Total	15
Superficie sembrada (Ha)	Riego	10
	Total	10
Superficie cosechada (Ha)	Riego	10
	Total	10
Producción (Ton)	Riego	150
	Total	150

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SAGAR.

El termino Francés *marjolaine* incluye también al *Origanum Vulgare L.*, que crece silvestre en los países del Mediterráneo, pero no es usada actualmente para la destilación del aceite.

En los Estados Unidos desde hace algunos años se importa el aceite esencial etiquetado como " aceite de mejorana " ( o aceite de mejorana silvestre ), desde España. este aceite es destilado de la *Thymus mastichina L. ( fam. Labiate)*, es decir la Mejorana Silvestre de España, que crece en el sureste de España, particularmente alrededor de Granada y Málaga. La composición química de este aceite es enteramente diferente al de la mejorana dulce o mejorana de jardín, pues este olor es crudo o intenso e igual al de *cineole-eucaliptus*. Tanto los

egipcios como los griegos y los romanos conocían sus aplicaciones. Durante las cruzadas se extendió por el resto de Europa.

Se siembra en Persia y en otros países de Oriente y Europa; en México se cultiva sin grandes cuidados y con mucha frecuencia, como es Chihuahua, Zacatecas y Morelos.

TABLA 6. Producción en México

<b>Producción Agrícola Anual 1994 Mejorana</b>		
<b>Producción Agrícola</b>		<b>Pueblo</b>
Rendimiento (ton/Ha)	Riego	15
	Total	15
Superficie sembrada (Ha)	Riego	10
	Total	10
Superficie cosechada (Ha)	Riego	10
	Total	10
Producción (Ton)	Riego	150
	Total	150

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SAGAR.

TABLA 7. Producción en México

<b>Producción Agrícola Otoño - Invierno 1994 Mejorana</b>		
<b>Producción Agrícola</b>		<b>Ton/Ha</b>
Rendimiento (Ton/Ha)	Riego	15
	Total	15
Superficie sembrada (Ha)	Riego	10
	Total	10
Superficie cosechada (Ha)	Riego	10
	Total	10
Producción (Ton)	Riego	150
	Total	150

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SAGAR.

### 3.1.2 COMPOSICIÓN DE LA PLANTA.

Los vástagos, es decir, los tallos y hojas contienen, además de ceras, clorofila, taninos, jugos amargos, carotenos y vitamina C, contienen entre el 1 y 2 % de aceite esencial (*oleum majoranae*) compuesto en un 60% de Terpenol.

La composición de la planta de mejorana es la siguiente :

**TABLA 8**

<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>CONTENIDO (%)</b>
Agua	7.60
Materia albuminoidea	14.30
Grasas	5.60
Esencia	1.70
Extracción exento de N <sub>2</sub>	35.60
Fibra en bruto	22.10
Cenizas	9.7
Arena	3.4

La Mejorana comercial desecada contiene, a menudo, mucha cenizas; una buena muestra no debe contener mas de 14% de cenizas, de la cual no mas de 3.5 o 4.0 % debe ser insoluble en el ácido Clorhídrico.

### **3.1.3 USOS DE LA PLANTA.**

En medicina se utilizan las sumidades (*herba majorane*) recolectadas en plena floración y con tiempo soleado. Son eficaces contra los trastornos digestivos, pues estimulan la producción de jugos gástricos, avivan el apetito y reducen las timpanitis estomacales, estomatológicas y, carminativas. También actúan como sedante del sistema nervioso en caso de trastornos neurovegetativos y de calambres espasmódicos. Entran en la composición de ungüentos destinados a los tratamientos reumáticos.

A causa de su fuerte y gran aromaticidad, su sabroso y agradable olor y sabor, las hojas secas son usadas extensamente como condimento para sazonar sopas, aderezos, guisados y especialmente para ciertos tipos de embutidos. El secado apropiado de las hojas de mejorana es completamente una tarea delicada, especialmente de la selección de la hoja y si sus cualidades son limpias, en color, todo esto es compensado. El mejor resultado se obtiene con una exposición directa al sol, tendiendo a romper los tallos y hacer quebradizas las hojas. Se



debe tener cuidado con la lluvia o rocío mientras que las hojas son secadas. Solo por debajo de estas condiciones, es posible conservar el tinte original de las hojas verdes. Si se exponen directamente a la luz del sol, las plantas se secan en 2 ó 4 días. En un secador con buena ventilación, el proceso tardaría cerca de una semana. Para desprender o despojar las hojas secas de los tallos, son frecuentemente usados rodillos de piedra. Las hojas y las semillas son vertidas y sacudidas en un tamiz y así separadas.

### 3.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

El genuino Aceite de Mejorana destilado en Francia fue analizado por Fritzsche Brothers, Inc., New York, tienen las siguientes propiedades dentro de los siguientes límites :

TABLA 9

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15°C/15°C	0.892 -- 0.901
Rotación Óptica	+14° 2' -- +19° 40'
Índice de Refracción a 20°C	1.4707 -- 1.4738
Número de Acidez	1.40 -- 1.80
Número de Saponificación	32.7 -- 40.10
Número. de Éster después de la Acetilación	81.2 -- 86.80
Solubilidad	Soluble en 1 a 2 Vol. de Alcohol al 80%

Cuando se trata a la solución experimentada con hidróxido de potasio, se ha encontrado menos del 1% de solubilidad del aceite. El material álcali soluble es probado para Fenoles, ambos por olor y probado con cloruro férrico no encontrándose Fenoles.

Según Gildemeister y Hoffman, las propiedades del aceite de mejorana dulce varía dentro de los siguientes límites:

**TABLA 10**

<b>PROPIEDAD</b>	<b>LÍMITES</b>
Densidad a 15°C/15°C	0.894 -- 0.910
Rotación Óptica	+15° 0' -- +25° 0'
Índice de Refracción a 20°C	1.470 -- 1.476
Número de Ácidos	Arriba de 1.50
Número de Éster	10.0 -- 38.0
Número de Éster después de la Acetilación	41.0 -- 78.0
Solubilidad	Soluble en 1 a 2 Vol. de Alcohol al 80%

Janicsek reportó las siguientes propiedades para el aceite de mejorana húngaro :

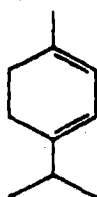
**TABLA 11**

<b>PROPIEDAD</b>	<b>LÍMITES</b>
Densidad a 15°	0.9099 -- 0.9184
Rotación Óptica	+13° 25' -- +32° 24'
Índice de Refracción a 20°	1.4853 -- 1.4821
Numero de Éster	30.94 -- 60.07
Solubilidad	Soluble en 10 a 40 Vol. de Alcohol al 80%

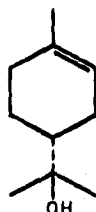
### 3.1.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE.

La investigación de Beilstein y Wiegand no pudo dar una descripción adecuada para la química del aceite de mejorana. Biltz y posteriormente Wallach y Boedecker identificaron los siguientes compuestos :

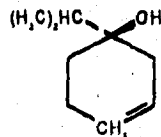
- **TERPINENO** : Según para Biltz el Aceite de Mejorana contiene alrededor de 40% de Terpenos, principalmente Terpineno. Identificado como Nitrosito p.f. 129°C - 130°C.
- **α-TERPINEOL** : En la fracción p.e. 215°C - 218°C. La oxidación con Permanganato de Potasio produce trihidroxihexahidroximeno p.f. 129°C - 130°C.
- **4-TERPINEOL** : Según para Wallach el terpineol contenido en el aceite de Mejorana, consiste principalmente de un isómero, por ejemplo, el dextrorrotatorio 4-terpinen. La oxidación con una solución diluida de Permanganato de Potasio produciendo un Glicol p.f. 128°C - 129°C, por ejemplo el 1,2,4-p-metanotriol.
- Los **ALCOHOLES** son frecuentes en el aceite de mejorana principalmente en el estado libre y sólo en pequeñas porciones de ésteres.



**TERPINENO**  
C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>



**α TERPINEOL**  
C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O



**4-TERPINEOL**  
C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O

Según para Sorgona las propiedades físicas y químicas del aceite de mejorana (*Origanum majorana L.*) destilado de la planta, en 1939 en Calabria, tiene las siguientes propiedades :

TABLA 12

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15°C/15°C	0.8840 -- 0.8960
Rotación Óptica	+12° 0' -- +15° 24'
Índice de Refracción a 20°C	1.4730 -- 1.4805
Numero de Saponificación	8.50 -- 19.96
Contenido de Éster, calculado como Acetato de linallil	2.77 -- 6.24%
Contenido de Alcohol total, calculado como C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	32.40 -- 41.31%
Solubilidad	En su mayor parte insoluble en Alcohol al 80%, solubles en 0.8 a 1.2 Vol. en alcohol al 85%, opalescente en 8 Vol. en alcohol al 85%

Las propiedades físicas y químicas son pequeñamente afectadas por el tiempo de cosecha. Sin embargo, la resina varia su contenido considerablemente. El aceite de mejorana silvestre de España (*Thymus mastichina L.*), de España ( mejorana de bosque, mejorana silvestre, lázaro, tomillo blanco, o también llamada "Almuraduz"), crece silvestre en las secciones bajas (40-50 m. de altitud), de la provincia de Sevilla, Huelva, Granada y Almería. La planta es procesada entre abril y junio.

De 1100 kg. de las plantas que florecen se producen 1.2 kg. de aceite de mejorana, hace tiempo esta planta era cultivada en la provincia de Cádiz; sin embargo, el cultivo de la planta rápidamente regeneró y tomó las características de una planta silvestre especialmente como el olor alcanforado.

Otra planta como la *Thymus cephalotus L.*, la cual crece silvestre a una altitud de 400 m. en la provincia de Jaen produce un aceite con las mismas propiedades del derivado de la *Thymus mastichina* , sin embargo la principal fuente del aceite

de mejorana es el *Thymus mastichina L.* debajo de las condiciones normales, España produce anualmente de 12 a 13 toneladas métricas de este aceite.

### 3.1.6 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL TIPO ESPAÑOL.

El embarque del genuino aceite silvestre de mejorana Español, son narrados y analizados por Fritzsche Brothers, Inc., durante los años anteriores variaron dentro de los siguientes límites :

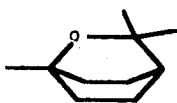
TABLA 13

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15°C/15°C	0.914 -- 0.922
Rotación Óptica	+0° 42' -- +10° 41'
Índice de Refracción a 20°C	1.4631 -- 1.4661
Número de Saponificación	5.10 -- 13.10
Número de Éster después de la Acetilación	46.7 -- 81.20
Contenido Fenoles	2.00 -- 4.00%
Contenido Cineol	63.2 -- 65.0%
Solubilidad	Soluble en 2.5 a 3 Vol. en Alcohol al 70%. Ocasionalmente insoluble en alcohol al 70%. Todos los aceites son solubles en 1 Vol. y en alcohol a mas del 80%

### 3.1.8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA.

La composición química del aceite Español de la mejorana silvestre es enteramente diferente a la composición de la mejorana dulce de jardín. Esta contiene principalmente cineol (eucalipto). Dorronsoros identifico los siguientes compuestos.

- **CINEOL.** El principal constituyente, el aceite contiene desde 64 al 72% de Cineol. Identificado como un compuesto de adición con ácido fosfórico, y con resorcinol p.f. 80°C.
- **α-PINENO.** El aceite contiene de 7 a 8% p.e. 165°C. Identificado como cloronitroso p.f. 103°C y como nitroplperidine p.f. 118°C - 119°C.
- **FENOL.** Este es menos de 0.1%. Esta sustancia no se cristaliza, ni tampoco puede dar un color de reacción positiva con cloruro férrico.
- **LINALOOL.** En la fracción p.e. 185°C - 195°C, caracterizado por oxidación del citral, formación del componente ácido β-naphthocinchonininc p.f. 197°C.
- **ÁCIDO ACÉTICO Y ÁCIDO ISOVALERICO.** Presentados en forma de ésteres libres.



**CINEOL**  
C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O



**α PINENO**  
C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>



**LINALOL**  
C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O



### 3.1.6.2 OBTENCIÓN.

El aceite esencial de mejorana es obtenida principalmente por arrastre con vapor de la hierba fresca de *origanum majorana L.*, el cual tiene como características el ser un líquido de un color que va de amarillo a verdoso, de olor recordativo a la nuez moscada y menta, de sabor suave aromático. En el Sur de Francia, Alemania, Túnez y Hungría también es obtenido el aceite por arrastre con vapor, obteniendo un 0.4, 0.8, 2.25, y 1.93% de Aceite Esencial de Mejorana respectivamente.

Sus principales componentes comprobados son los terpenos (terpineno), d-terpineol y el 4-terpineol. Son solubles en 3 volúmenes de alcohol al 70 %. Este es frecuentemente confundido con los aceites de tomillo, sin embargo difiere de éstos por que consiste ampliamente de terpenos, ya que ellos contienen fenoles. Mucha confusión tiene la existencia con respecto a este aceite debido a los nombres vernáculos de las plantas parientes.

### 3.1.6.3 USOS.

El aceite esencial de mejorana es usado principalmente como saborizante de alimentos, como por ejemplo para sazonar salsas, carnes embutidos, sopas y productos alimenticios en general, sin embargo también es usado en perfumería por su especial matiz en las fragancias para hombres.

Aunque su mercado, posee características hacia el *Cineole* y es menos característico de la mejorana que el de aceite de mejorana dulce (mejorana hortensis) que se da en España, sin embargo es muy popular en España por su bajo precio. El aceite de mejorana dulce es usado en un grado amplio para la preparación del sabor donde su calidad es de primordial importancia.

### 3.2 ALBAHACA.



Albahaca , albahaca dulce, *Ocimum basilicum* L., es una hierba anual nativa de la India y Asia, cultivada extensamente en Francia, Egipto, Hungría, Indonesia, Marruecos, los Estados Unidos (California), y Grecia. La correcta nomenclatura botánica para las especies de *Ocimum* y variedades para la albahaca comercial se obtiene por medio de grandes convenios, puesto que estas son más de 50 especies y formas que serian registradas, cuestionando la verdadera identidad botánica de la albahaca citada en la literatura. La dificultad en la clasificación de más de estas 60 variedades de *Ocimum basilicum* L., se debe al carácter

polimorfológico y al cruce de la polinización, resultando un número amplio de subespecies, variedades y formas.

La albahaca es una hierba anual de 1 a 3 palmos de altura, muy ramosa, lampiña inferiormente, con algunos pelillos cortos en las sumidades. tiene las hojas con la lámina ovoida, de 3 a 5 cm. de largo y el rabillo de 1 cm., enteras o con alguno que otro diente apenas insinuado. Las flores se disponen de grandes ramilletes terminales constituidos por numerosas rodajuelas superpuestas, de seis flores cada una. El cáliz esta dividido en cinco lóbulos ciliados, los dos inferiores más angostos y agudos, el superior redondeado, mayor que los otros, superpuesto a los adyacentes, levantado y desbordante. La corola tiene de 8 a 10



mm. y de color blanco o sonrosado, y esta dividida en dos labios, el superior con cuatro lóbulos y el superior indiviso; los estambres también tienen blancos los filamentos y las anteras. En la cara inferior de la hoja, aguzando la vista, se puede distinguir unos hoyuelos en cada uno de los cuales se forma una gotita de esencia; vistos a contraluz, aparecen como otros tantos puntillos claros, translúcidos. La albahaca exhala delicado olor a limón; aunque, a veces, se convierte en desagradable tufillo o sobaquina.

Florece en verano y se cria en macetas, que desde hace mucho tiempo se llamaban albahacareras, las cuales lucían en ventanas y balcones, la planta necesita del agua más cristalina y fina para que no pierda su lozanía. Téngase en cuenta que es mejor el riego con regadera fina, y que la albahaca es una planta de media sombra, que rehuye el sol directo. Se necesita darle el agua necesaria y no excesiva, que el agua no desborde la maceta ni salga en cataratas por el desagüe. En la edad media era considerada entre las plantas medicinales mágicas.

La zona de vida para la albahaca dulce es de 7 a 27 grados centígrados, con 0.6 a 4.2 metros anuales de precipitación y un suelo con pH de 4.3 a 8.2. La herbácea tierna anual, es muy susceptible a las heladas y temperaturas frías dañándola, para desarrollarse mejor deberá tener un sol pleno y una tierra que drene perfectamente. Dependiendo del medio ambiente, la albahaca dulce es cosechada de 2 a 5 veces por año y crece anualmente, ya que su vida perenne es corta.

La primera cosecha se iniciará precisamente antes de la floración de las flores blancas y purpuradas que aparecen en verano, de 10 a 16 semanas después de la plantación. La calidad del producto, asociada a la retención del color y del aroma, está fuertemente influenciada por la manipulación de la postcosecha. La superficie de las hojas y flores son secadas a bajas temperaturas para retener el

máximo de color antes de triturarlas y comerciar la cantidad de aceite esencial a destilar.

**TABLA 14**

<b>Producción Agrícola Anual 1994 Albahaca</b>		
<b>Producción Agrícola</b>		<b>Ton/Ha</b>
Rendimiento (Ton/Ha)	Riego	5.929
	Total	5.929

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SAGAR.

**TABLA 15**

<b>Producción Agrícola Primavera - Verano 1994 Albahaca</b>		
<b>Producción Agrícola</b>		<b>Ton/Ha</b>
Rendimiento (Ton/Ha)	Riego	6.22
	Total	6.22
Superficie sembrada (Ha)	Riego	9
	Total	9
Superficie cosechada (Ha)	Riego	9
	Total	9
Producción (Ton)	Riego	56
	Total	56

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SAGAR.

**TABLA 16**

<b>Producción Agrícola Otoño - Invierno 1994 Albahaca</b>		
<b>Producción Agrícola</b>		<b>Ton/Ha</b>
Rendimiento (ton/Ha)	Riego	5.789
	Total	5.789
superficie sembrada (Ha)	Riego	30
	Total	30
Superficie cosechada (Ha)	Riego	19
	Total	19
Producción (Ton)	Riego	110
	Total	110

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SAGAR.

El mercado mundial para el aceite de albahaca esta dominado por dos principales tipos. La albahaca dulce Europea cultivada y destilada en Europa, la región del Mediterráneo y la de Estados Unidos que es considerada de gran calidad, y de un olor muy fino. Característicamente el aceite esencial de esta albahaca contiene

metil clavicol, linalool, y en una menor cantidad, 1,8-cineol, pugenol, alfa-felandreno, gama-terpineno, trujeno, mirceno, limonence, ocimeno, beta-cariofileno, geraniol, sabineno, y paracimeno como constituyentes. El tipo de albahaca de Reunión o Africano, originalmente solo destilado en la isla de Reunión pero ahora en su mayor parte destilado en muchas partes de África, Madagascar, y las Islas de Seychelles, este aceite posee una fragancia alcanforada. El aceite esencial de esta planta característicamente tiene metil clavicol como su mayor constituyente y algo de alcanfor, pero poca cantidad de linalool, alfa-pineno, eugenol o cineol. El aceite europeo se considera de baja calidad y no contiene generalmente alcanfor.

**TABLA 17**

<b>Producción Agrícola Año Agrícola 1994 Albahaca</b>		
<b>Estado</b>	<b>Riego (Ton/Ha)</b>	<b>Total (Ton/Ha)</b>
Baja California Sur	7.333	7.333
Morelos	5.263	5.263
<b>Total (Ton/Ha)</b>	<b>12.596</b>	<b>12.596</b>

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SAGAR.

**TABLA 18**

<b>Producción Agrícola Otoño - Invierno 1994 Albahaca</b>			
<b>Producción Agrícola</b>		<b>Baja California Sur</b>	<b>Morelos</b>
Rendimiento (ton/Ha)	Riego	7.25	4.727
	Total	7.25	4.727
Superficie sembrada (Ha)	Riego	19	11
	Total	19	11
Superficie cosechada (Ha)	Riego	8	11
	Total	8	11
Producción (Ton)	Riego	58	52
	Total	58	52

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SAGAR.

TABLA 19

Producción Agrícola Primavera - Verano 1994 Albahaca			
Producción Agrícola		Baja California Sur	Morelos
Rendimiento (ton/Ha)	Riego	8	6
	Total	8	6
Superficie sembrada (Ha)	Riego	1	8
	Total	1	8
Superficie cosechada (Ha)	Riego	1	8
	Total	1	8
Producción (Ton)	Riego	8	48
	Total	8	48

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forastal y de Fauna Silvestre, SAGAR.

### 3.2.1 COMPOSICIÓN DE LA PLANTA.

Contiene esencia, que difiere según su procedencia. Suele proporcionar 0.04 % de las hojas frescas, aunque las sumidades floridas pueden dar hasta diez veces más, esto es, 0.4 %. *Esta esencia contiene cineol, metil clavicol y hasta un 24 % de linalool.*

TABLA 20. Composición aproximada de Albahaca dulce en una porción de 100 g.

COMPOSICIÓN	CANTIDAD	COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Agua	6.4 g	Fósforo	490 mg
Energía como alimento	251 kcal	Potasio	3433 mg
Proteínas	14.4 g	Sodio	34 mg
Grasa	4.0 g	Zinc	6 mg
Carbohidratos	61.0 g	Ácido ascórbico	61.2 mg
Fibra	17.8 g	Tiamina	0.1 mg
Cenizas	14.3 g	Riboflavina	0.3 mg
Calcio	2113 mg	Niacina	6.9 mg
Hierro	42 mg	Vitamina A	9375 UI
Magnesio	422 mg		

### **3.2.2 USOS DE LA PLANTA.**

Las hojas frescas aromáticas son usadas frescas y secas como saborizantes o especias en salsas, guisados, aderezos, vegetales, aves de corral, vinagre, y productos confeccionados. El extracto de albahaca tiene una actividad antioxidante. Comercialmente en la Industria de la Alimentación se utilizan el aceite esencial y las oleorresinas son usados comúnmente en la Industria de la alimentación reduciendo la necesidad del secado de las hojas. El aceite esencial es usado en perfumes, jabones y shampoos; pero tradicionalmente la planta de albahaca se utiliza como planta medicinal en tratamientos de dolor de cabeza, bajo rendimiento, diarrea, constipación, verrugas, limpieza de lombrices, y mal funcionamiento del riñón. Esta también se usa como antispasmodica, estomáca, carminativa, estimulante y repelente de insectos. El aceite de albahaca, especialmente el que contiene alcanfor, tiene propiedades antibacteriales. Los componentes volátiles generados de la albahaca dulce tienen una influencia en la composición, distribución, y la germinación de esporas. Los terpenos volátiles alcanfor y cineol presentes en la albahaca y en otras membranas de las lamiáceas son requeridas como agentes en reacciones aleopáticas. La albahaca se considera un estimulante y antispasmodica. Se recomienda en la dispepsias nerviosas, y para favorecer la circulación láctea de las mujeres que crían.

En infusión, para preparar tinas digestivas y corroborantes; con 1 onza (28.35 g) de albahaca fresca se prepara media docena de tazas. La seca pierde gran parte de sus facultades. También se usa como repelente de mosquitos, colocando una ramita sobre la almohada. Sus sustancias activas son eficientes contra los trastornos gástricos crónicos, los dolores de la región gástrica, la timpanitis, y el estreñimiento. También se emplea la infusión obtenida a partir de dos cucharaditas de producto seco por una taza de agua contra las enfermedades de las vías respiratorias superiores, la tos, la tosferina y la inflamación de las vías urinarias. En aplicación externa, la albahaca sirve para la preparación de baños

refrescantes, y sobre todo como esencia. Se utiliza en compresas vulnerarias y como gargarismo.

Muchas otras especies de *Ocimum* son cultivadas y utilizadas alrededor del mundo, aunque ninguna de estas es económicamente importante como la albahaca dulce. *Ocimum Sactum L.* (albahaca santa), planta anual nativa de Malasia, Australia, India, y oeste de Asia, tiene un olor fuerte y picoso, parecido al clavo puesto que, tiene un gran contenido de eugenol, y se usa fresca o seca como saborizante o especie. La albahaca santa, considerada la planta más sagrada en la religión Hindú, crece extensivamente en la India. El tipo de aceite metil cinamato es destilado de la albahaca *Ocimum Canum Sims.*, formalmente llamada *Ocimum Americamum L.*, en África, el Este de la India, y Bélgica. *Ocimum Citriodorum Vis.*, o albahaca de limón tiene una fuerte esencia a limón. *Ocimum kilimandscharicum* Guerke., o albahaca de alcanfor, tiene un fuerte y picante olor a alcanfor. *Ocimum Gratissimum L.*, es un planta perenne, albahaca arbolada que crece en el Sureste de Asia, alcanza una altura de 2 metros y tiene una poderosa esencia a clavo debido al gran contenido de ferol y de eugenol. *Ocimum Suave Willd.*, o albahaca de árbol, alcanza una altura de 2 a 3 metros y se encuentra en la India y África. *Ocimum Crispum.*, o albahaca erguida de Japón es clasificada como *Perilla Frutescens Cu. Crispum.* *Ocimum Minimum*, o albahaca de arbusto, usada como planta de bordes, es considerada por muchos como forma enana de la albahaca dulce, *Ocimum Basilicum L.*, esta especie de albahaca crece en muchas formas como es la *Ocimum Sanctum L.* o un híbrido, mejor dicho *Ocimum Basilicum.*

La albahaca dulce es generalmente reconocida como una especie natural, saborizante y como planta de extracción de aceite.

### 3.2.3 ACEITE ESENCIAL DE ALBAHACA.

El aceite esencial de albahaca, es un aceite amarillo pálido, con olor alcanforado y picante. Ligeramente soluble en agua, miscible en alcohol, cloroformo, éter y aceites volátiles.

La variedad en la nomenclatura botánica de la *Ocimum basilicum L.*, y de los diferentes tipos de aceite de albahaca que se obtiene, ocasiona que la destilación sea extremadamente complicada, pero los botánicos dicen tener algunas designaciones de algunas especies. De acuerdo al Ilustrierte Flora, existe de 50 a 60 especies de *Ocimum* en Asia tropical, África, y América. Si bien se sabe que el poliformismo en las especies de *Basilicum* es responsable del gran número de subespecies, variedades y formas. Además, aunque las flores de albahaca son hermafroditas, muestran una abundante polinización, con una subsecuente hibridación dentro de lo anormal a lo subnormal o una tendencia de carácter inestable.

Debido a que es difícil atribuir a los diferentes tipos de aceites de albahaca las diferentes variedades de plantas, se ve apropiado clasificar los tipos de aceites de acuerdo a la composición química y al origen geográfico.

Sobre estas bases es posible hacer la diferenciación entre:

1. **Aceite de Albahaca Dulce Tipo Europeo.**- Destilado en Europa y América del auténtico *Ocimum basilicum L.* El aceite contiene como principal constituyente al metil clavicol y linalool, pero no tiene alcanfor. Este tipo de aceite es de gran calidad y de olor muy fino.
2. **Aceite de Albahaca Tipo Reunión.**- Originalmente destilado en la Isla de Reunión, pero también se destila en Comoro, Madagascar y en la Isla de

Seychelles con plantas de dudosa procedencia botánica. El aceite contiene como metil clavicol como su principal constituyente, también contiene alcanfor pero no linalool. Los aceites son dextrorrotatorios, teniendo una cantidad pequeña de alcanforados y por lo tanto una pequeña baja calidad. Comercialmente el aceite tipo Europeo y de Reunión son importantes.

Los siguientes tipos son producidos ocasionalmente y experimentalmente:

3. **Aceite de Albahaca Tipo Metil- Cinamato.**- Tal aceite es destilado en Bulgaria, Sicilia, Este de la India Británica, Egipto, y recientemente en Haití, posiblemente de la *Ocimum basilicum L.* Estos muestran levorrotación, conteniendo metil clavicol como su principal constituyente, linalool y una gran cantidad de metil cinamato. Este hecho propone que la planta no es exactamente *Ocimum basilicum L.*, pero puede ser *Ocimum canum* o una especie relacionada.
4. **Aceite de Albahaca Tipo Eugenol.**- tal aceite es destilado en Java, Seychelles, y Samoa, y recientemente también en Estados Unidos. Estos muestran dextrorrotación, en general, y contienen eugenol como principal constituyente, que permite llegar a la conclusión de que la planta no es exactamente *Ocimum basilicum L.*, pero puede ser *Ocimum minimum* o *Ocimum gratissimum L.*, o una especie relacionada.

### 3.2.4 ACEITE ESENCIAL DE ALBAHACA DULCE (TIPO EUROPEO).

La albahaca dulce, es una planta anual y un condimento popular en Europa, esta crece en los jardines de muchos países como Francia, Italia, España, Alemania, Los Balcanes, África del Norte y América del Norte; no obstante solo existen plantaciones para la producción de este aceite en el Sur de Francia.



### **3.2.4.1 ACEITE ESENCIAL DE ALBAHACA DULCE (TIPO FRANCÉS).**

Botánica.- Como se sabe, la clasificación botánica del *Ocimum basilicum L.* es muy compleja, debido a la gran existencia de diversas variedades y formas.

De acuerdo con Camus las siguientes variedades de *Ocimum basilicum L.*, son del Sur de Francia:

O. b. var. *purpurascens*, Benth.

O. b. var. *Thyrsiflorum*, Benth.

O. b. var. *album*, benth.

O. b. var. *crispum*, E.G. Camus

#### **Regiones de Producción.**

Hace muchos años la albahaca fue cultivada relativamente en gran escala en las regiones de Pegomas, Mandaliu, y Grecia, del Departamento de los Alpes Marítimos (Distrito administrativo en Francia) en el Sur de Francia, La producción de hierba nos da un total de cerca de 300,000 kg. anualmente, del cual Pegomas produce la mitad desde la depresión mundial de 1930, sin embargo, estas cantidades son reducidas a solo unos cuantos de miles de kilogramos, los cultivadores se desanimaron por los bajos precios de oferta ofrecidos por las destilerías de Grecia. Esta producción anual puede fácilmente ser incrementada de nuevo si las condiciones pudiesen ser garantizadas.

#### **Sembrado, Cultivo y Recolección.**

La semilla es plantada bajo un vidrio en Invierno; en un solo paso el arbolillo es trasplantado dentro de un vivero y durante abril y mayo en el campo, las filas o hileras deben estar separadas cerca de 1 m. y las plantas en cada hilera debe estar entre 60 a 70 cm. de distancia entre cada planta. Esto es necesario para

erradicar la mala hierba, y para regar adecuadamente y así poder plantar todos los años. Las plantas crecen una altura de 60 a 70 cm. La cosecha se recolecta en julio y agosto, cuando estas terminan de florear teniendo mucho cuidado al cortar a cierta distancia del suelo. Esto dependiendo del tiempo predominante, o de la persona que pueda coleccionar en un día de 50 a 60 kg. de material. Vuelve a florear en un periodo de 40 a 50 días terminando de cortarlas. En Francia solo las flores (las cuales dan un fino aceite) son destiladas, pero hacia el término de las cosechas, las partes frondosas de la planta son cortadas y destiladas, las cuales dan un aceite con poco olor.

### **Destilación y Producción del Aceite Esencial de Albahaca.**

La destilación en la región de Pegomas, se calienta directamente con vapor en un alambique de mediana capacidad, una carga que consiste en cerca de 400 kg. de flores. Al final de la destilación aproximadamente 1 ½ hrs. de entre 900 kg. a 1100 kg. de flores de albahaca se produce 1 kg. de aceite esencial de albahaca. Teniendo todas las partes frondosas de la planta, y destilando todas estas que son la última parte de la cosecha se obtendría un poco menos de aceite ya que de 1400 y 1500 kg. se produce cerca de 1 kg. de aceite esencial de albahaca.

### **Propiedades Físicas y Químicas.**

Hace muchos años atrás, Roure-Bertrand Fils estudió las propiedades de las diferentes variedades de aceite esencial de albahaca de los cultivos de la región de Grecia y Francia se han encontrado las siguientes propiedades del aceite esencial de Albahaca:

TABLA 21

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15 °C:	0.8959 a 0.9168
Rotación óptica:	-10° 14' a -13° 52'
Índice de refracción a 20 °C:	1.477 a 1.488
Número de acidez:	0.7 a 3.5
Número de éster:	3.5 a 9.8
Contenido de alcohol, calculado como linalol:	34.50 a 39.86 %

El contenido de metil clavicol de este aceite es del 55 %, calculado por el número de metoxi.

La destilación del aceite genuino en Francia fue analizado por Fritzsche Brothers Inc., teniendo las siguientes propiedades:

TABLA 22

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15 °C:	0.912 a 0.935
Rotación óptica:	-7° 24' a -10° 36'
Índice de refracción a 20 °C:	1.4821 a 1.4939
Contenido de éster, calculado como acetato de linalol:	0.8 a 5.2 %
Contenido total de alcohol, calculado como linalol:	31.7 a 41.8 %
Solubilidad	Soluble en un vol. de Alcohol al 80%, con un manifiesto opalescente (de color entre blanco y azulado) A veces es soluble en alcohol al 70%

El principal constituyente del aceite de albahaca es el metil clavicol, este se oxida si se expone a la luz y aire; hasta ahora normalmente este aceite posee una alta gravedad específica y un alto índice de refracción. Por lo tanto el aceite de albahaca debe ser depositado y almacenado cuidadosamente.

Se destilaron 2 aceites en Java aparentemente del verdadero *Ocimum basilicum* L. y analizados por Suhimmel & Co., teniendo las propiedades y el olor semejante al aceite del tipo francés:

TABLA 23

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15 °C	0.9303 a 0.9246
Rotación óptica:	-7° 0' a -6° 5'
Índice de refracción a 20 °C:	1.49497 a 1.49250
Número de acidez:	0.6 a 1.5
Número de éster:	6.5 a 7.5

#### **Adulteración de Aceite Esencial de Albahaca.**

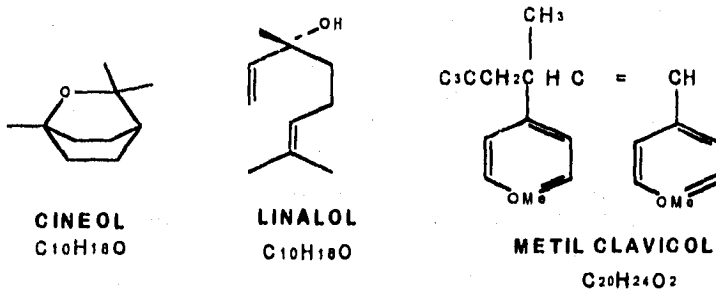
El aceite esencial de albahaca es frecuentemente adulterado teniendo una notoria disminución del costo del aceite de la albahaca tipo Reunión. Una adición es indicada por el incremento de la gravedad específica, índice de refracción y por una disminución de la levorotación o una pequeña dextrorotación, esto dependiendo de la cantidad total de aceite tipo Reunión presente. Estas discrepancias pueden ser en parte corregidas por la adición de linalol.

#### **Composición Química.**

La composición química del aceite de albahaca fue investigada hace más de un siglo por Bonastre, después por Dupont y Guerlain, quienes examinaron el aceite fresco y Bertram y Walbaum, quienes usaron el aceite alemán como base de su trabajo. Ellos establecieron la presencia de los siguientes componentes:

- Cineol: En las fracciones de bajo punto de ebullición. Identificados como componentes yodados p.f. 112°C
- Linalol: Dupont, Guerlain, Bertram y Walbaum informaron la aparición de linalol en las fracciones p.e. 215°C

➤ Metil clavicol: (Isoanetol) Identificado en la fracción p.e. 215°C por Bertranm y Walbaum a través de la oxidación del ácido homoanísico (ácido p-metoxifenilacético) p.f. 84°C - 85°C



La cantidad determinada de metoxi encontrada en el aceite contiene 24 % de metil clavicol. El aceite francés contiene alcanfor pero el alemán no.

#### Usos de aceite esencial

Si bien no se usa una cantidad grande, el aceite de albahaca dulce es usado completamente en todos los buenos saborizantes, confitería, comida horneada, productos condimentados (chiles, salsas, catsups, pastas de tomate, salmuera, y vinagre fino), especia de carnes, etc. El aceite sirve también para impartir distinción en ciertos productos dentales y orales. El aceite dulce tiene lugar en ciertos componentes del perfume. Para el aroma de sopas es preferible el aceite del tipo reunión.

### **3.2.5 ACEITE ESENCIAL DE ALBAHACA DULCE (TIPO AMERICANO).**

La división de drogas y plantas relacionadas con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos experimento por muchos años con la *Ocimum basilicum* L. con la Arlington Experimental Farm. en Virginia.

La semilla, importada de Francia derivada de una amplia variedad verde de la verdadera *Ocimum basilicum* L. ("Albahaca Grande"). Para la destilación entera es usada la hierba fresca con flores.

Según para Lowman al crecimiento de esta en los Estados Unidos presenta dificultades no inusuales, como la recolección y destilación, asemejan a la hierbabuena. La tierra deberá de mejorarse con una aplicación de estiércol como abono. Las plantas crecen rápidamente, pero además el suelo fértil produce una planta grande y suculenta, sin embargo pobre en aceite.

#### **3.2.5.1 PLANTACIÓN, CULTIVO Y RECOLECCIÓN.**

Lowman recomienda la preparación de la tierra por medio de la labranza, preferiblemente en otoño, después de alternar la congelación y descongelación durante el invierno, esto ayudara a tener una tierra con textura fina. Antes de la plantación el suelo deberá de ser tan liso como sea posible, puesto que la pequeña semilla deberá de ser sembrada dentro de una profundidad uniforme, para obtener una buena posición de la planta. La semilla no germinará si fue cubierta a una profundidad de más de la mitad de un cuarto de pulgada (0.635 cm). Por esta razón es muy importante que la tierra sea lisa antes de la siembra. Se necesitan de 4 a 8 libras (1814.4 a 3628.8 g) de semilla para sembrar un acre (4050 m<sup>2</sup>), la vialidad dependerá de las semillas y la distancia media entre las filas. El sembrador deberá fijar la cantidad de semillas, aproximadamente de doce semillas por pie (30.48 cm) y proporcionalmente más si esta es de baja calidad.

La semilla no deberá de sembrarse hasta que todo peligro de escarcha haya pasado y asegurar que la tierra tenga suficiente calor para una rápida germinación, de otra manera se pudrirá antes que tome lugar la germinación. El tiempo apropiado para plantar esta planta será en la primera y última semana del mes de mayo. La germinación empieza de diez días a dos semanas después de la siembra, y florece de 8 a 10 semanas, y esta fase florida se extiende de 12 a 14 semanas después de haber sembrado. Si las condiciones ambientales son favorables, la segunda cosecha deberá estar lista cerca de 8 semanas después del corte de la primera cosecha.

La tierra no deberá de tener cizañas, si esta tiene se deberán quitar a mano antes del corte de la segunda cosecha, después del corte la tierra no deberá de ser perturbada. En suma el rendimiento de la producción se incrementa debido al resultado del espaciamiento entre las filas, también se incrementa por el uso de fertilizantes, estos elementos inducen un crecimiento frondoso, especialmente donde la tierra es deficiente en estos elementos.

De acuerdo con Lowman, la cosecha deberá de cortarse y recolectarse cuando las plantas están llenas de flores y las hojas largas toman un color amarillo. La recolección se facilita con un segador de heno o a mano. Las plantas deberán cortarse por lo menos seis pulgadas (15.24 cm) sobre el nivel del suelo para asegurar que la segunda cosecha sea buena. Si el corte ocurre demasiado cerca del suelo, las plantas pueden morir o la segunda cosecha puede ser muy corta. Pero el secado prolongado afectará la calidad del aceite. La hierba marchita deberá de ser compilada en un montón de hierba con un rastro de heno, o ahorquillado en montones y llevar inmediatamente a la destilería donde deberá empaquetarse firmemente dentro del alambique de destilación. Alrededor de 1 hr se requiere para agotar la carga completamente. La destilación correrá cálidamente emergiendo hacia el condensador. Después de la separación del aceite el agua deberá llevarse dentro de un tanque separado y redestilando para

recuperar cantidades pequeñas de aceite que se tienen en suspensión. Sin embargo si se utiliza para la separación un receptor eficaz para el aceite, el agua de la destilación se puede desechar despreciando la pérdida del aceite. Si la cosecha crece fácilmente se obtiene rendimientos, y una buena producción, el aceite puede ser producido en muchos lugares de los Estados Unidos y a precios razonables.

La producción de la hierba y el porcentaje de aceite varía grandemente. La cantidad de hierba obtenida depende de la fertilidad de la tierra y condiciones estacionales, ambos pueden afectar mucho el porcentaje de aceite en la hierba. El aceite es contenido en las hojas y flores de la planta; por eso, el tipo más espeso de plantas con tallos grandes daría posiblemente una producción grande de aceite. En tiempos nublados o lluviosos inmediatamente precede una baja en la cosecha y por lo tanto el rendimiento del aceite en las plantas, en tiempos soleados ocurre el efecto opuesto. La producción más grande de aceite por acre se obtuvo en 1931 donde se cortaron 2 cosechas de una parcela de 24 acres (97210.6 m<sup>2</sup>). El cálculo total de la producción por acre de las dos cosechas fueron 43.2 lb (19.6 kg) de aceite. La producción más grande de un solo corte fue en 1915, basado solo en la hierba de una sola fila, una producción equivalente a 31.5 lb (14.3 kg) de aceite por acre (4050.4 m<sup>2</sup>).

### **3.2.5.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.**

La tabla muestra las propiedades que Lowman informa para el aceite de albahaca dulce producidas en Arlington, Virginia, en 1931 y 1932:



TABLA 24

TEMPORADA	RECOLECCIÓN COSECHA	DISTANCIA ENTRE HILERA (m)	ÍNDICE DE REFRACCIÓN 16°C	GRAVEDAD ESPECÍFICA 16°C	ROTACIÓN ÓPTICA	NÚMERO ÁCIDO
1931	1 <sup>a</sup>	1	1.4920	0.9217	-8° 0'	1.37
	2 <sup>a</sup>	1/2	1.4932	0.9278	-8° 21'	1.85
1932		1	1.4943	0.9267	-7° 45'	1.51
		1/2	1.4936	0.9215	-8° 15'	1.10
	1 <sup>a</sup>	1	1.4883	0.9232	-8° 42'	0.88
		1/2	1.4888	0.9250	-9° 24'	0.89

Los aceites no son completamente solubles en alcohol al 70 % pero forma una solución clara en un volumen o más de alcohol al 80%. Existe una correlación media entre los números ácidos, gravedad específica y rotación óptica de los aceites. Los aceites obtenidos por Lowman poseen un olor y sabor agradable, recordando a los buenos aceites franceses. Lowman dice que el crecimiento de albahaca por temporada anual en los Estados Unidos permite los ajustes estacionales según las fluctuaciones y demandas de los aceites.

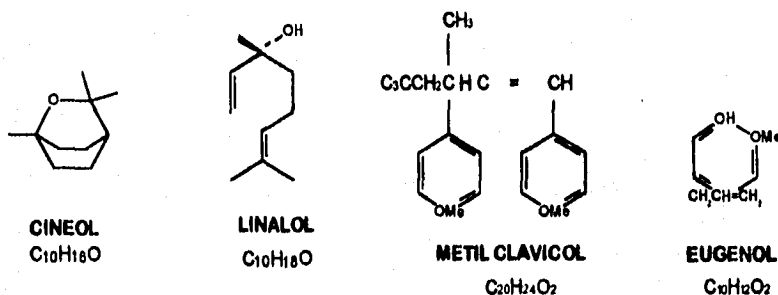
### 3.2.5.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA.

Nelson y Lowman investigaron la composición química del aceite de albahaca dulce producido en Virginia. El aceite fue destilado de las flores frescas de la hierba del *Ocimum basilicum L.*, de la variedad grande y verde crecida de la semilla importada de Francia. Nelson y Lowman encontraron que la composición química del aceite de Virginia se parece estrechamente al aceite de albahaca dulce tipo europeo.

Estos autores establecieron la presencia de los siguientes constituyentes.

- Un terpeno. En fracción p.e. 175°C - 179°C,  $\alpha_D +3°36'$  conteniendo pequeñas cantidades de un terpeno dextrorrotatorio tal como el d-limino.
- Cineol. Identificado por la preparación del compuesto cristalino cineol-resorcinol.

- l-linalool. Identificado en la fracción p.e. 84°C - 85°C,  $\alpha_D -13^{\circ}18'$ , por el intento del feniluretano p.f. 65°C - 66°C.
- Metil clavicol. Caracterizado por conversión del anetol p.f. 21°C
- Eugenol. Se identifico con la preparación de benzoato p.f. 69°C - 70°C, y de feniluretano p.f. 95°C.
- Un sesquiterpeno. De dos fracciones p.e. 255°C - 259°C y p.e. 265°C - 270°C, Que se encontraron conteniendo un sesquiterpeno pero no un cadineno. Los fragmentos investigados mostraron la falta de nitrilo y de un hipoclorito cristalino.



El trabajo de Nelson y Lowman probó que más de la mitad del aceite contiene *l*-linalool. También se presentó considerablemente metil clavicol (alrededor del 30%), y pequeñas cantidades de cineol, eugenol, y sesquiterpenos. El aceite también puede contener una pequeña cantidad de terpenos dextrorrotatorios.

### 3.2.6. ACEITE ESENCIAL DE ALBAHACA TIPO REUNIÓN.

El aceite de albahaca tipo Reunión conocido totalmente durante algún tiempo. Originalmente se produjo en la Isla de Reunión, Pero ahora se destila casi exclusivamente en la Isla de Mayote en Comoros, y en alguna Isla de Seychelles. A causa de la presencia de alcanfor este aceite, en comparación a su olor, es

inferior al europeo, especialmente al de albahaca dulce del tipo francés derivado de la *Ocimum basilicum* L. Originalmente la clasificación botánica de la planta del aceite de Reunión es dudosa. Últimamente debido a su precio el aceite del tipo Reunión reemplazo al aceite francés tanto en sus fórmulaciones como en el costo.

### **3.2.6.1 PLANTACIÓN, CULTIVO, Y RECOLECCIÓN.**

La plantación deberá de comenzar en Diciembre, en el comienzo de la temporada lluviosa. Las plantas crecen de 50 a 60 cm de alto y se cortan inmediatamente después del periodo de la floración, cuando las primeras semillas aparecen.

Existen dos recolecciones por año, una en abril a mayo y otra en agosto a septiembre. Una planta tiene una duración de solo un año. Los alambiques tienen una capacidad de alrededor de 2000 l.; La destilación (con vapor directo) requiere de varias horas. Una hectárea produce alrededor de 30 kg. de aceite. La producción total de aceite de albahaca en la Isla de Mayote fluctúa en un promedio de 100 kg. anualmente.

### **3.2.6.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.**

El aceite de albahaca tipo Reunión difiere verdaderamente de la albahaca dulce por su gravedad específica e índice de refracción altos y un movimiento molecular dextro en lugar de una levorotatorio. De acuerdo a Gildemeister y Hoffman las propiedades del aceite de albahaca del tipo Reunión son las siguientes:

TABLA 25. Aceite de albahaca tipo Reunión.

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15°C/15°C	0.945 a 0.987
Rotación óptica:	+0°22' a +12°0'
Índice de refracción a 20°C	1.512 a 1.518
Número ácido:	9 a 22
Solubilidad:	De 3 a 7 vol. de alcohol al 80%, ocasionalmente con separación de parafinas.

El aceite de albahaca genuino de Reunión importado de las Islas Comoras; y analizado en N. Y. por Fritzsche Brother Inc. tiene propiedades que varían en estos límites:

TABLA 26. Aceite de albahaca de las Islas Comoras.

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15°C/15°C	0.965 a 0.974
Rotación óptica:	+0°18' a +0°30'
Índice de refracción a 20°C:	1.5162 a 1.5182
Número de saponificación:	4.3 a 9.3

En la estación experimental en Buitenzorg en Java se destila ocasionalmente el aceite de albahaca (rendimiento 0.2%) de la *Ocimum basilicum L.* variedad *Selasih hidjau* semejante al del tipo reunión con respecto a sus propiedades físicas y químicas. Este conteniendo un alto porcentaje de metil clavicol. Tres de estos aceites fueron analizados por Schimmel and Co. con las siguientes propiedades.

TABLA 27. Aceite de albahaca de la variedad *Selasih hidjau*.

TIPO DE ACEITE PROPIEDAD	ACEITE DE ALBAHACA TIPO I.	ACEITE DE ALBAHACA TIPO	ACEITE DE ALBAHACA TIPO
Gravedad específica a 15°C/15°C:	0.9638	0.9603	0.9650
Rotación óptica:	+0°23'	+0°32'	+6°6'
Índice de refracción a 20°C:	1.51891	1.51520	1.51873
Número ácido:	5.8	11.2	14.9
Solubilidad: en alcohol al 80%	Poco turbio en 6.5 vol. y más	Poco turbio en 7 vol. y más	poco turbio en 7 vol. y más

Van Romburgh encontró que el aceite destilado de la variedad *Selasih Hidjau* crecido en Java contiene cineol, metil clavicol e hidrocarburos de baja ebullición, entre ellos pineno y terpenos oleofáticos. El aceite de Java no tiene importancia comercial.

De los dos tipos de aceite de *Ocimum basilicum L.* (toc María), destilado en las Islas Seychelles y analizado por el Instituto Imperial de Londres tiene las siguientes propiedades:

TABLA 28. Aceite de albahaca de las Islas Seychelles.

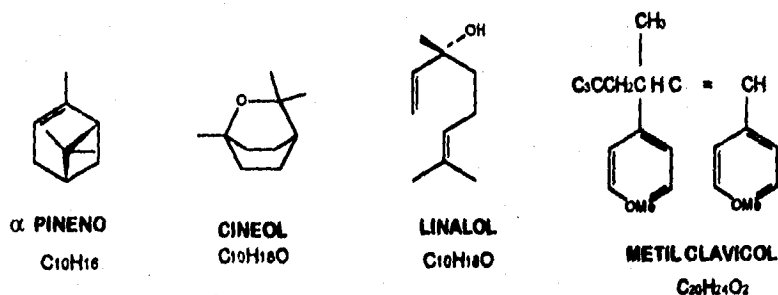
PROPIEDAD	TIPO DE ACEITE	ACEITE DE ALBAHACA TIPO I	ACEITE DE ALBAHACA TIPO II
Grav. específica a 15°C/15°C:		0.9818	0.9746
Rotación óptica:		-0.64° a 24°	-0.4° a 19°
Índice de refracción a 20°C:		1.5160	1.5180
Número de ácido		0.2	
Número de éster		6.3	
Solubilidad en alcohol al 80% 15.5°C		En 6 vol.	En 4.6 vol. con poca opalescencia

La gravedad específica y los índices de refracción del aceite tipo Reunión, debido a la poca levorrotación clasifica a este aceite entre el aceite de albahaca tipo Reunión y el destilado de Francia de la verdadera *Ocimum basilicum L.*

### 3.2.6.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA:

La composición Química del aceite de Reunión de Albahaca fue investigado por Bertram y Walbaum quienes establecieron la presencia de los siguientes componentes:

- d- $\alpha$ -Pino: Identificado con nitrobenzilamina.
- Cineol: Identificado con componentes yodados p.f. 112°C d-Alcanfor: Identificado con oxime p.f. 118°C. El aceite de Reunión y de Madagascar se caracteriza por la presencia de alcanfor que no tiene el aceite Europeo.
- Linalol: Presente en el aceite moderno, pero no en el de Reunión ni en el de Madagascar.
- Metilclavicol: Conversión de su isómero a anetol, oxidación a ácido homoanisico.



Una determinación cuantitativa de metoxi muestra la presencia de 67.8% de Metil clavicol en el aceite de albahaca tipo Reunión.

### Usos

Es usado en todos los casos donde el precio de la verdadera albahaca dulce es limitante para su uso.

### 3.2.7 ACEITE ESENCIAL DE ALBAHACA TIPO METIL CINAMATO.

Hace algún tiempo apareció en el mercado este aceite así llamado, destilado en países extranjeros como Bulgaria, Egipto, Haití, etc., supuestamente de *Ocimum basilicum L.* El verdadero aceite de albahaca dulce es levorotatorio y contiene Metil clavicol y linalol. En suma, los aceites de este tipo contienen cantidades substanciales de metil cinamato, con puntos de rasgos de la *Ocimum canum sims.* Desde el punto de vista botánico la procedencia de las plantas de las que se ha destilado es dudosa.

#### 3.2.7.1 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

Un aceite similar destilado en Bulgaria y descrito por Schimmel & Co. tiene las siguientes propiedades.

TABLA 29

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15°C/15°C	0.9546 a 0.974
Rotación óptica:	-6°44'
Índice de refracción a 20°C:	1.50466
Número ácido:	0.8
Número de éster:	126.9 representando 36.7% de metil cinamato
Punto de congelación:	-3.9
Solubilidad:	Soluble en 0.9 vol. y más de alcohol al 80%.

Bonaccorsi reportó acerca de los aceites destilados de 2 subespecies de *Ocimum basilicum L.* que crecieron experimentalmente en Calabria.

El aceite obtenido de las hierbas frescas de la variedad de hojas pequeñas (rendimiento de 0.011 a 0.073%), tiene las siguientes propiedades:

TABLA 30

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15°C/15°C:	0.9340 a 0.9473
Rotación óptica:	-5°6' a -7°0'
Índice de refracción a 20°C:	1.5050 a 1.5060
Número ácido:	0.93 a 1.95
Número de éster:	45.15 a 60.10
Número de saponificación:	46.10 a 61.63, representando 13.07 a 17.62% de metil cinamato

Contenido libre de alcohol, calculado como:

TABLA 31

COMPUESTO	PORCENTAJE
Linalool	39.0 a 42.5%
Metil clavicol	29.8 a 35.9%
Solubilidad:	soluble en 1.4 a 2 vol. de alcohol al 75%

La composición química de este aceite es aproximadamente la siguiente:

TABLA 32

COMPUESTO	PORCENTAJE
Cineol	2.5
l-Linalol	40.0
Metil Cinamato	15.0
Eugenol	0.3
Metil Clavicol	33
Pequeñas cantidades de Sesquiterpenos	

Las propiedades del aceite obtenidas de la hierba fresca de la variedad de hojas largas (rendimiento 0.024 a 0.067%), varía alrededor de estos límites.

Contenido libre de alcohol, calculado como:



TABLA 33

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 15°C/15°C.	0.9309 a 0.9357
Rotación óptica:	-7°12' a -8°30'
Índice de refracción a 20°C:	1.4980 a 1.5020
Número ácido	0.4 a 1.32
Número de éster	46.0 a 79.05
Número de saponificación	57.32 a 79.73, representando 16.2 a 22.9% de metil cinamato.

Contenido libre de alcohol, calculado como:

TABLA 34

COMPONENTE	LÍMITE
Linalool	46.18 a 52.7%
Metil clavicol	16.42 a 26.58%
Solubilidad	Soluble de 1.5 a 2.5 vol. de alcohol al 75%

La composición química de este aceite es aproximadamente la siguiente:

TABLA 35

COMPUESTO:	PORCENTAJE:
Cineol	2.5
l-linalol	48.0
Metil cinamato	21.0
Eugenol	2.0
Metil clavicol	21.0
Pequeñas cantidades de sesquiterpenos	

Raskshit destiló las hojas, tallos y flores de la *Ocimum basilicum L.* en Ghazipur (India) y obteniendo el aceite (rendimiento 0.4%) con estas propiedades

TABLA 36

PROPIEDAD	LÍMITES
Densidad a 20°C/20°C.	0.9666
Rotación óptica:	-4°54'
Índice de refracción a 20°C.	1.5122
Número ácido:	2.0
Numero de éster:	176.7
Solubilidad:	259.2

El aceite contiene cerca del 45% de *l*-linalol y alrededor de 50% de Metil cinamato. Nigam y Dutt destilaron un aceite de albahaca de las hojas de *Ocimum basilicum* (álbum) y obtuvieron 0.5% que después, de la rectificación en vacío contenía 20.85% de terpineno, 4.36% de *l*-linalol y 56.67% de Metil cinamato.

### **3.2.8 ACEITE ESENCIAL DE ALBAHACA TIPO HAITÍ.**

La escasez de aceite de albahaca dulce del tipo francés, durante los años de la Segunda Guerra Mundial indujo a cultivar en la Isla de Haití, en el oeste de las Indias, y a extender la plantación de la que se creyó ser la verdadera *Ocimum basilicum*, del tipo europeo (francés) y destilando cantidades substanciales de aceite, que después, se ofreció en el mercado americano.

Sin embargo, al examinar el aceite de albahaca de Haití en los laboratorios Fritzsche, probaron definitivamente que contenía porcentajes considerables de cinamato (aislando ácido cinámico p.f. 131°C a 132.5°C). El olor de la evaporación claramente indicó que los ésteres consistían principalmente en Metil cinamato. El aceite de Haití, por lo tanto, se considera que pertenece al grupo del aceite de albahaca del tipo metilcinamato y no al grupo del aceite dulce o europeo (francés).

Las propiedades físicas y químicas de una muestra de aceite de albahaca de Haití son las siguientes:

TABLA 37

PROPIEDAD	LIMITES
Densidad a 15°C/15°C	0.908
Rotación óptica:	-2°5'
Índice de refracción a 20°C:	1.5113
Número de saponificación:	93.0
Contenido de éster, calculado como Metil Cinamato:	27.0%
Contenido libre de alcohol, calculado como Linalol:	35.2%
Solubilidad:	En 1 vol. de alcohol al 80%, opalescente en 10 vol.

El olor de este tipo de aceite es agradable, dulce (a causa del volumen de cinamatos) y duradero. El aceite se utiliza para perfumar pero no para dar sabor. Según información reciente en Haití, la plantación de albahaca para este tipo de aceite ha sido descontinuada y se hacen esfuerzos por cultivar la del tipo francés.

### 3.2.9. ACEITE ESENCIAL DE ALBAHACA TIPO EUGENOL.

Van Ronburgh destilo en la estación de Buitenzorg, Java, *Ocimum basilicum L.* var. *selasih metah* y *selasih besar* y obtuvo aceites (rendimiento 0.18 a 0.32%) con estas propiedades:

TABLA 38

PROPIEDAD	LIMITES
Densidad a 28°C	0.890 a 0.940
Rotación óptica:	-11°15' a -18°0'

El aceite contiene ocimeno pero no mirreno y también de 30 a 40% de eugenol. Un aceite de probable botánica similar se destiló en los Comoros y analizado por Schimmel:

TABLA 39

PROPIEDAD	LIMITES
Densidad a 15°C/15°C:	0.9607
Rotación óptica:	-14°54'
Número ácido:	4.7
Número de éster:	9.7
Número de éster después de la Acetilación	140.1
Contenido de Eugenol	38.0%
Solubilidad:	Soluble en 7 vol. y más de alcohol al 90%; turbio en 1.2 vol. y más

Un aceite destilado en Samoa supuestamente del *Ocimum basilicum* tiene las siguientes propiedades:

TABLA 40

PROPIEDAD	LIMITES
Densidad a 15°C/15°C:	1.0027
Rotación óptica:	+1°52'
Índice de refracción a 20°C:	1.5234
Contenido de Eugenol:	3.81.0%
Solubilidad:	Soluble en 0.7 vol. de alcohol al 90%; y en 1.2 vol. y más.

Hoskin examinó un aceite que había destilado también en Samoa, supuestamente de las hojas frescas de *Ocimum basilicum* L. (con rendimiento 0.02%), y informando estas propiedades:

TABLA 41

PROPIEDAD	LIMITES
Densidad a 20°C/20°C:	1.000
Rotación óptica:	+1°1'
Índice de refracción a 20°C:	1.5240
Número ácido:	10.2
Número de éster:	0
Contenido de fenol:	81.0%

Los aceites otofales en este grupo nunca han tenido una importancia comercial. Es posible que los aceites no hubieran sido destilados de la verdadera *Ocimum*

***basilicum L.***, pero si de diferentes variedades u otras especies, por ejemplo como la ***O. Minimum L.*** ó ***O. Gratissimum L.***

Markov, destilo la ***Ocimum basilicum*** en la U.R.S.S. y encontró que el secado bajo el sol y el secado ordinario de la albahaca muerta, no afecta el rendimiento del aceite volátil y el contenido de fenoles. El rendimiento de eugenol crudo fue de 78.0% y después de la rectificación fue de 50.0%, basado esto en el contenido analítico del eugenol del aceite volátil. El rendimiento de alcanfor fue de 25.1 a 25.6%. Con el tratamiento del aceite residual con ácido sulfúrico, se tuvo un rendimiento de alcanfor técnico de 18.3 a 19.9 %.

# CAPITULO 4

#### **4 MÉTODOS TRADICIONALES PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES**

Los aceites esenciales se conocen desde épocas muy remotas y han sido siempre objeto de estudio la forma de obtención de los mismos. Los métodos de obtención varían actualmente, de acuerdo con la parte de la planta de que se trate, y con la cantidad de aceite que éste presente, así como también, si el aceite está completamente o incompletamente formado dentro de la planta. Todos estos factores y otros más, deben tomarse en consideración para emplear un método adecuado en la obtención de los aceites esenciales, tanto para obtener el máximo rendimiento, como para que la calidad del aceite sea la mejor, pues son éstas, dos finalidades que deben perseguirse. Los procesos que hasta la fecha se han empleado son muy numerosos, y los ensayos que se han hecho para encontrar un proceso que mejor se adapte en la extracción de determinado aceite han sido incontables; pero en general casi todos los procesos se basan en la expulsión del aceite de la célula que lo contiene, bien sea rompiendo la célula, o bien sacando el aceite por medio de disolventes o por vapor, empleando la destilación en todas sus formas.

Los métodos tradicionales para obtener los aceites volátiles son los siguientes:

- 1) Expresión.
- 2) Destilación.
- 3) Extracción con disolventes no volátiles.
- 4) Extracción con disolvente volátiles.
- 5) Métodos Neumáticos.

La mayor parte de los aceites se obtienen por destilación, generalmente con vapor, **pero ciertos aceites se pueden dañar con altas temperaturas.** Los aceites cítricos destilados son de calidad inferior, por lo tanto se obtienen al

exprimir. Para ciertas flores que no liberan aceite por destilación o lo hacen con deterioración del aceite, se emplean los tres últimos métodos, antes mencionados. Sin embargo, la extracción con disolventes volátiles, un proceso relativamente reciente, ha sustituido a la maceración para todos los propósitos prácticos y esta reemplazando a la extracción por grasas. La extracción por disolventes, es el proceso más avanzado en cuanto al aspecto técnico y produce olores verdaderamente característicos.

#### **4.1 EXPRESIÓN O ESTRUJO**

Es un método que se emplea principalmente en Europa, y sobre todo en Italia, en las provincias de Sicilia y Calabria, donde se practica en forma manual. En Estados Unidos, las fábricas más modernas son de expresión mecánica, lo que hace a este método ser dividido en dos: Manual y Mecánico.

En el procedimiento manual se presentan dos tipos de estrujado:

- a) Procedimiento de la esponja.
- b) Procedimiento de las agujas o de Escuello.

El procedimiento de estrujado, bien sea manual o mecánico se emplea en aquellos casos en que hay una gran cantidad de aceite esencial, y de esta manera queda limitado su empleo a las cáscaras de los frutos de la especie Citrus.

En el proceso manual el primer paso consiste en cortar los frutos longitudinal o transversalmente, una vez despojado el fruto de la pulpa, la cáscara se sumerge en agua, para que al hincharse las células se ablanden. Posteriormente se comprimen estas cáscaras mojadas contra esponjas que absorben el aceite. Las esponjas se exprimen de vez en cuando en recipientes de barro de poco fondo.



Cuando la vasija está llena se vacía en jarras y se deja asentar hasta que el jugo se ha separado en el fondo. Posteriormente se clarifica, filtra y empaqueta en botes de cobre para su exportación.

En el método de las agujas, los frutos se hacen rodar sobre un aparato semejante a una fuente, de unos 20 cm. de diámetro, un poco más profunda en su parte central, y en cuyo fondo se encuentra un tubo de 10 a 15 cm. de largo cerrado en el fondo, y el que pueda zafarse mediante un pasador para ser vaciado cuando contiene suficiente cantidad de líquido. La fuente tiene en toda su superficie agujas de latón de 1 cm. de longitud aproximadamente y que suman alrededor de 150. Al hacer rodar el fruto sobre ella, estas agujas rasgan las células permitiendo salir al aceite. Cuando se ha eliminado todo el aceite posible, se continúa el procedimiento como en el caso anterior.

Estos métodos nunca dan un rendimiento completo, pues es imposible agotar totalmente el aceite que contiene la cáscara. Pero debido a que es un método que en nada daña al aceite esencial, se emplea mucho, aún en la actualidad y los aceites así obtenidos reproducen finalmente el olor del fruto del que proceden, lo que en otros procedimientos es muy difícil conseguir y es cuestión muy laboriosa. Por supuesto que el aceite sale mezclado por otras sustancias inodoras y de diferente composición, pero al tratar de liberar de ella el aceite es una tarea inútil, ya que lo único que se consigue es echar a perder su excelente calidad en cuanto al olor.

En algunas partes, las cáscaras incompletamente agotadas, son tratadas por procedimientos mecánicos, para obtener un mayor rendimiento. Antes se usaban prensas hidráulicas para acabar de agotar las cáscaras mediante un prensado mecánico.

## **4.2 DESTILACIÓN**

Este procedimiento de extracción se basa en la volatilidad de los aceites esenciales, volatilidad que se conoce desde luego en la presencia del olor, ya que toda substancia que tiene olor, es porque está evaporándose. Basándose en esto y en que mientras aumenta la temperatura, la tensión de vapor de los líquidos aumenta; cuando la tensión de vapor iguala la presión atmosférica, entonces el líquido hierve, es decir, desprende mayor cantidad de vapor.

En la destilación de los aceites esenciales debe tomarse en cuenta, en primer lugar, que los aceites esenciales están encerrados en células oleíferas, y que esto hace que sea más difícil su evaporación. Debe por lo tanto, procurarse que haya la mayor cantidad de aceite libre, y esto se consigue mediante un tratamiento previo del material que se va a destilar. Dicho tratamiento consiste en cortar adecuadamente las partes de la planta que se van a destilar, por medio de máquinas para cortar hierba, cuchillos, raspadoras de madera, espadillas, etc.

La destilación puede hacerse en seco, por calentamiento directo, hasta por medio de arrastre de vapor, a presión reducida. El primer método no es muy conveniente, ya que cualquier aumento en la temperatura produce una resinificación en el aceite y como consecuencia trae mal olor. Además, como no es posible regular la temperatura perfectamente en toda la masa, es muy fácil que en algunos lugares se verifique un sobrecalentamiento, obteniéndose malos resultados.

La destilación en el seno de agua es preferible en algunos casos, porque con esto se consigue un calentamiento más parejo de la masa que se quiere extraer, pero tiene el inconveniente de ser un método caro, y además, si no se tiene la precaución de conservar constante el volumen de agua, puede suceder lo mismo que en el caso anterior. Al agregar agua, el material aumenta de volumen, así que

debe calcularse siempre la cantidad que debe ponerse, para que esté siempre cubierta de agua y pueda efectuar la destilación sin ningún peligro. La destilación acuosa puede llevarse a cabo a presión normal o al vacío. Es uno de los métodos más empleados, sobretodo para las rosas, y se emplea tanto con calentamiento indirecto por medio de camisas, por donde circula vapor de agua. En este proceso puede suceder que se tengan pequeñas trazas de aceite esencial en el agua.

El más antiguo y sencillo método para obtener aceite esencial es la destilación por arrastre de vapor, a partir del material vegetal, lo más fresco posible. En ocasiones puede extraerse el aceite esencial de la planta con éter de petróleo y después arrastrarse con vapor. La extracción puede sólo aplicarse con éxito a materiales del tipo de la cáscara de cítricos. Por su bajo rendimiento es conveniente arrastrarse con vapor 10 a 20 kilogramos de planta. En la destilación por arrastre con vapor, la capa acuosa lleva disueltas sustancias de bajo peso molecular y cantidades variables de los principales componentes de la esencia. Para recuperarlas, se acostumbra colocar esta fase acuosa en un matraz y destilarla hasta que ha pasado la mitad, en este nuevo destilado puede haberse separado una fase aceitosa (primer cohabitado), o se le puede extraer con éter etílico. Si esta nueva fase acuosa se vuelve a destilar hasta la mitad, la esencia separada es el segundo cohabitado. Ordinariamente las características físicas y químicas de los cohabitados son diferentes de las de los aceites esenciales obtenidos inicialmente.

#### **4.2.1. DESTILACIÓN CON VAPOR DE AGUA**

Este procedimiento consiste en hacer pasar a través del material, que debe presentar la mayor superficie posible al paso del vapor, y para este efecto se coloca en varias capas en medio del alambique, para que sea penetrado por el vapor que casi siempre se inyecta por el fondo. Las telas en las que se coloca el material, deben de estar a cierta altura del fondo, debido a la condensación de agua, que como es natural, va a dar al fondo del alambique. Las burbujas de vapor, en este caso, sirven, al mismo tiempo para arrastrar el aceite esencial, como agitador mecánico del material. También puede distribuirse el material en varios fondos, poniéndose así varias capas en contacto con el vapor, que deberá tener la tensión necesaria para poder atravesar las capas. El vapor en este caso debe ser lo más seco posible, y tratar de conservarlo seco durante toda la operación. Por lo tanto, se prefiere que el vapor sea sobrecalentado, para que al final de la operación, deje poca agua de condensación. Este método se emplea también para rectificación de aceites esenciales.

También se emplea mucho la destilación al vacío con vapor de agua, sólo que el rendimiento en aceite, no es tan bueno, y por lo tanto tiene sus limitaciones. Se usa, de la misma manera los procedimientos con vapor sobrecalentado y con vapor a presión mayor que la normal, sobretodo, tratándose de aceites pesados y volátiles como los de la madera.

#### **4.2.2 DESTILACIÓN CON VAPOR Y AGUA**

En este procedimiento el agua que moja al material se calienta por inyección directa de vapor. Este proceso no es tan caro como el de evaporación en el seno del agua. Las ventajas de este método son las mismas que la del método de extracción en el seno del agua.

La destilación con vapor de agua, permite aislar y purificar sustancias orgánicas. Puede emplearse con líquidos completamente inmiscibles con el agua. Los vapores saturados de los líquidos inmiscibles, siguen la ley de Dalton sobre las presiones parciales, es decir, que al destilar una mezcla de dos líquidos inmiscibles, su punto de ebullición será la temperatura a la cual la suma de las presiones de vapor es igual a la atmosférica. Esta temperatura será inferior al punto de ebullición del componente más volátil y de esta manera, pueden destilarse los aceites esenciales, que tienen como punto de ebullición normal aproximado, entre 250 °C y 300 °C, evitando con este método que algunos aceites esenciales se descompongan.

El procedimiento de destilación, en cualquiera de sus tipos, no es aplicable a la generalidad de los aceites esenciales, pues hay unos que son demasiado delicados y a una temperatura elevada los descompone, también puede suceder que en la destilación, por no estar completamente formado el aceite en la planta, el rendimiento que se obtenga pueda ser malo. Estos y otros inconvenientes que se presentan en algunos aceites esenciales, hacen que este método no se aplique sino con las debidas limitaciones. A pesar de todo, es hasta la fecha, el método que en más escala se emplea para la obtención de los aceites esenciales, dependiendo, desde luego, de la naturaleza del material y aceite esencial, el tipo que deberá elegirse para la obtención de determinado aceite.

### 4.3 EXTRACCIÓN CON DISOLVENTES NO VOLÁTILES

Este procedimiento se divide a su vez en dos, bien sea que se haga o no uso del calor. En el primer caso el proceso recibe el nombre de *maceración*, y en el segundo *enflorado*.

El proceso de macerado, que se ha usado desde épocas remotas se basa en la solubilidad de los aceites esenciales en las sustancias grasas, dando como resultado lo que en el comercio se conoce con el nombre de pomadas. El método denominado infusión, o enflorado en caliente, es citado por Plinio, quien lo recomienda para la extracción de rosas.

En Francia, donde se emplea casi exclusivamente la destilación, se notó que ciertos aceites no dan un buen rendimiento por este procedimiento, o que el aceite que se obtenía de las flores, reproducía mal olor de las mismas, y que, en las plantas en las que esto sucedía eran las de más delicado olor y más valiosas. Entonces se pensó en la manera de obtener un perfume sin que su olor sufriera daño, y después de algún tiempo, se llegó al proceso que ahora se conoce como maceración. Este proceso consiste en tratar a las plantas, cuyo olor no se puede obtener puro por destilación, por medio de grasas o aceite caliente, pues tienen la propiedad, los aceites esenciales, de ser solubles en las sustancias grasas, por lo cuál se aprovecha esta circunstancia para obtener su aceite esencial. En este procedimiento se han empleado las más diversas sustancias, como sebo, manteca, parafina sólida, aceite de olivo, vaselina, aceites minerales, etc.

Actualmente se hace uso de una mezcla de 70 partes de manteca y 30 de sebo, a la cual se da el nombre de *cuerpo*. Para la preparación del cuerpo, hay que tener en cuenta, que se trata de grasas animales, que tienen tejidos y sangre, y que si se dejan en las grasa se echan a perder, lo mismo que al perfume, ya que al pudrirse los tejidos animales le imparten un desagradable olor, por lo tanto, es

necesario preparar previamente el cuerpo, y para esto se sigue la siguiente técnica: La materia prima debe ser lo más reciente, lo mismo que el sebo, estas dos grasas se colocan en peroles, donde se funden; las partes que no son grasas, cubren a la superficie en forma de espuma. Esta fusión se repite varias veces, hasta que la grasa esta completamente purificada en el sentido técnico. Cien kilogramos de grasa purificada del modo anterior, se tienen durante largo tiempo lavándose con cinco o seis litros de agua de azahar y 50 g de goma de benjuí, o de algún aceite esencial, prefiriéndose para esto los de canela. Esta preparación hace que la grasa se conserve en mejor condición durante más tiempo, porque los aceites esenciales que se le ponen actúan como conservadores y como se le ha privado a la grasa de los residuos sanguinolentos y fibras o tejidos animales que se podrían pudrir, no hay peligro inmediato de enranciamiento o mal olor en la grasa. La grasa ya preparada, se emplea algunos meses más tarde. Ya a punto de ser usada, vuelve a prepararse por última vez con 10 a 12 kg de flores de azahar, y una vez así, ya esta lista para el proceso de maceración. Si se va a usar parafinas o algún aceite mineral, o aceite de olivo, no es necesario hacer ninguna preparación previa, pues son sustancias que no presentan impurezas capaces de inutilizar los aceites esenciales. Los aceites minerales (hidrocarburos), durante algún tiempo muy en uso, pues no se enrancian fácilmente, pero se observó que se obtenía menor rendimiento con ellos que con las grasas y aceites vegetales o animales, por lo que cayeron en desuso. El que los aceites orales, que en su mayor parte son hidrocarburos de cadenas largas no se arrancien, es debido a que son cuerpos o sustancias muy estables, y no sufren oxidación con el aire al transcurrir el tiempo.

El método consiste en lo siguiente: una vez listo el cuerpo, las flores se recogen en las primeras horas de la mañana, prefiriéndose los días secos, y si no se recogen en la mañana, en la tarde ya que al sol se metió. Las rosas se separan en pétalos, y otras flores como los azahares, violeta, se ponen enteras, pero procurando que estén lo menos húmedas posibles. Una vez lista la flor, se mete

en sacos y se sumerge en la grasa fundida, que deberá estar a una temperatura bastante baja, entre 40 °C y 80 °C. Una vez así, se agita constantemente la grasa, que deberá de estar en tal proporción que forme con las flores una papilla no muy fluida. La duración del proceso varía entre 24 y 48 horas. Una duración más prolongada, sólo trae como consecuencia sustancias de mal olor, que disminuye la calidad del aceite. Por lo tanto, a mayor tiempo, menor calidad de aceite, aun cuando se obtenga mayor rendimiento. Las grasas así tratadas, se hacen pasar fundidas a centrifugas, en donde se separa de las flores agotadas, y estas se hacen pasar a prensas hidráulicas, de donde se les extrae el resto de las grasas. La grasa vuelve a ponerse en contacto con las flores frescas, repitiéndose la operación hasta 24 veces, dependiendo del grado de intensidad de olor que se quiera dar a la pomada. Según sea el número de extracciones que se han hecho con la pomada, ésta se hace indicar con un número mayor, la máxima calidad o intensidad de olor de una pomada. Si se usa aceite de oliva o de provenza, las flores deberán meterse en sacos de lino fino, y se procederá como en el caso anterior. La grasa o el aceite se pueden calentar, bien por medio de vapor, o con agua, de acuerdo con el equipo que se tenga. Si se usa aceite de provenza, se obtiene lo que en el comercio se denomina "Huiles antiques" (aceites antiguos), que son muy apreciados.

Hay aparatos que trabajan en forma continua y en un día pueden agotar hasta 800 kg de grasa. Las pomadas resultantes tienen diferentes colores, según la forma que se ha extraído, por lo común son verdes, amarillas o anaranjadas.



#### **4.3.1 ENFLORADO.**

El enflorado se originó debido a que en algunas flores, sometidas al proceso de la maceración o destilación se obtenía muy poco aceite esencial, y esto sucedía principalmente en algunas flores cuyo olor es muy apreciado y que al ser tratado por los métodos anteriores daban un rendimiento muy bajo, o productos de olor desagradable. Se pensó que tal vez esto era debido a que hay dos clases de flores, unas que tiene todo su aceite esencial ya completamente formado en la flor al momento de cortarla, y que este aceite está contenido en células, que al abrirse ceden su aceite esencial, dando por lo tanto, resultados similares en los procesos de maceración y destilación. Además de éstas había otras flores, como las de jazmín y nardo, en las cuales su aceite esencial no se forma de una vez, sino lentamente, y por lo tanto el contenido de sus células oleíferas en un momento dado, no corresponde al total que produce la flor durante su vida. Se trata pues de prolongar la vida de la flor e ir quitando la cantidad que se producía a medida que se iba formando. También se puede pensar que el mismo aceite actúe como toxina, y una determinada cantidad no deje que las células produzcan más. Si por algún método se lograra quitar el aceite esencial ya formado y prolongar la vida de la flor para que ésta produjera mayor cantidad de aceite, se conseguiría un rendimiento mucho mejor.

En el enflorado, las flores frescas se esparcen sobre grasa purificada igual que en caso anterior, y la cual se encuentra esparcida en un aparato llamado chasis. Es éste un marco de madera de 3 a 5 cm de altura y 50 a 80 cm de lado. De cada arista salen unas varillas que se juntan en el centro de una placa de vidrio de 18 a 20 cm. de lado, la cual se unta con 125 g. aproximadamente de grasa, dicha capa queda con un espesor de 3 mm. y no cubre toda la superficie, sino que deja un margen como de 4 cm. de ancho. Las flores que como son el jazmín, tuberosa, lirio del valle, nardo, clavellina y jonquil, son despojadas de sus cálices y se riegan sobre la grasa donde se dejan durante 24 a 72 horas, de acuerdo con la

flor que se va a extraer. Si es jazmín 24 horas, el jonquil 48 horas, y la tuberosa 72 horas. Cada chasis ya cargado se pone uno sobre de otro, hasta formar una pila, dejándose de esta manera el tiempo necesario. Una vez agotado su producto de aceite, las flores se quitan de los marcos. Antiguamente las flores se quitaban por medios manuales, haciendo uso de palitos, pero actualmente se hace este trabajo mediante máquinas sacudidoras que desprenden casi todas las flores. Las que no caen se desprenden por medio de aire comprimido o por aspiración por medio de vacío. Una vez sin flores los marcos se vuelven a cargar, y esto se repite de 30 a 36 veces, hasta que las grasas quedan saturadas de perfume. En cada nueva extracción se remueve la grasa, para que vengan a la superficie nuevas porciones de grasa y de esta manera agotar la grasa en forma pareja. Algunos perfumistas, para evitar el rodeo que significa la preparación de la pomada, han recomendado que se empleen combinaciones químicas que extraigan al olor, tales como geraniol, alcohol benílico, etc. , obteniéndose en esta forma, productos sin grasa, fácilmente solubles en el alcohol e incoloros, y que pueden servir directamente en perfumería.

La pomada obtenida se extrae con alcohol en máquinas agitadoras, en donde queda la pomada lo más desmenuzada posible. Por cada kg de grasa se emplea 125 cm<sup>3</sup> de alcohol. Se deja en contacto el alcohol con la grasa hasta que se crea que el alcohol ha sido saturado. Como el alcohol extrae también algunas sustancias grasas solubles, y éstas no ayudan al olor, se somete al extracto alcohólico a un fuerte enfriamiento, con lo que las sustancias precipitan. Una vez obtenido el extracto, puede evaporarse el alcohol y obtenerse un aceite, que mezclado con otros y fijado por diversos procedimientos, da por resultado un perfume. La grasa residual, no sirve para nuevos enflorados y es utilizada en jabonería.

#### **4.4 EXTRACCIÓN CON DISOLVENTES VOLÁTILES.**

Este método basado en el empleo de disolventes volátiles, fue sugerido por Robiquet en 1835, para que se empleara en la extracción de aceites esenciales en algunas plantas como jonqui, jazmín, tuberosas, etc, pues al ser extraídas con éter, se observó que podría obtenerse su perfume por evaporación posterior del disolvente. L. A. Buchner, estimulado por lo que Robiquet afirmó un año después, que también se podía obtener el aceite esencial de otras plantas por extracción con éter. En 1838, Favrot procedió a la extracción de flores de acacia y de *Syringa vulgaris* por este método.

El Dr. Millón, en Argel, hizo un estudio más detallado de la extracción de las flores con el disolvente volátil, recomendando para el proceso además del éter, diversos disolventes, como cloroformo, sulfuro de carbono, metanol y la fracción de punto de ebullición bajo de la bencina.

La sustitución de éter por éter de petróleo fue introducida por Hirzel, al mismo tiempo que Piver utilizó éter, sulfuro de carbono, y cloroformo. Camille Vincen recomendó el uso de cloruro de metileno. Pero fue tan solo a fines del siglo pasado y lo que va de éste, que el método de extracción de aceites esenciales con disolventes volátiles, ha encontrado franca aplicación Industrial.

Por medio de este procedimiento, se obtiene aceite muy fino de color amarillo, pudiéndose extraer casi la totalidad del aceite contenido en las cortezas, esta técnica se puede realizar de dos formas:

1.- Dejando las cortezas maceradas en disolventes apropiados, tales como: tetracloruro de carbono, alcohol, benzol, éter, o cloroformo. Cuando las cortezas han permanecido en contacto con el disolvente el tiempo requerido para aplicar

posteriormente una destilación, teniendo precaución de no elevar la temperatura más allá del punto de ebullición del disolvente empleado.

2.- Realizando una extracción con el aparato Soxhlet, utilizando los disolventes mencionados anteriormente, con lo que se pueden extraer mayores cantidades de aceite, empleando, relativamente menor cantidad de disolvente y menor tiempo.

Para poder facilitar la extracción con el disolvente, y obtener una mayor área de contacto entre la corteza y los disolventes es necesario dividirla en pequeñas porciones.

#### **4.5 MÉTODOS NEUMÁTICOS.**

En el método del enflorado, se tiene como inconveniente, el de que por el largo tiempo que dura el proceso, pueden enranciarse las grasas, o que los vegetales entre en fermentación o putrefacción, debido al mismo motivo. Entonces se pensó en un método más rápido y tan eficiente como el enflorado, cosa que Piver creyó lograr con su aparato neumático. Este aparato no ha dado gran resultado, ya que los rendimientos que obtiene, son muy exiguos.

El aparato consta de una doble caja, de tres metros de altura, por dos de ancho, cuyos compartimientos, colocados uno arriba del otro, comunicados entre sí por la parte inferior. Unos diafragmas de tela metálica reciben a las flores, y entre cada diafragma, una lámina de vidrio o de cobre plateado, sujeta por un sólo extremo recibe la grasa, no extendida horizontalmente, sino exprimida por aparatos semejantes a los prensapapas, o máquinas para hacer fideos. Dos fuelles que trabajan por medio de una palanca superior, establecen una corriente de aire continua, que pasa y repasa de arriba abajo, y de abajo a arriba en cada costado del diafragma vertical que divide la caja, obligando al aire contenido a

que se sature de perfume, pues no es renovado. El aire saturado cede el perfume a la grasa, por lo que esta se satura de inmediato.

# CAPITULO 5

## 5 CRIOGENIA

La criogenia se define como la producción y utilización de temperaturas muy bajas.

Las temperaturas más bajas se distinguen de las más elevadas, en que estas últimas no están sujetas a ningún límite superior (en las explosiones nucleares se alcanzan temperaturas del orden de los 100 millones de grados), mientras que las temperaturas bajas tienen un límite inferior ( $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), en donde cesa la agitación térmica de las moléculas que es la causante del calor y de la existencia de temperaturas muy variadas.

La criogenia se fundamenta esencialmente en la utilización de las bajas temperaturas de ebullición de los gases licuados, lo cual implica su licuefacción previa mediante enfriamiento de los mismos. Éste es practicado por dos procedimientos diferentes: el de G. Claude y el de Joule - Thompson; fundando este último en que la expansión de un gas hace bajar su temperatura si ese gas ha sido previamente enfriado. Por consiguiente se recurre a un efecto de cascada: Cierta fricción del gas se enfría por expansión y hace bajar la temperatura de otra fracción que, a su vez, al expandirse, enfría una temperatura, y así sucesivamente hasta llegar a licuarse la última fracción.

TABLA 42. Principales líquidos criogénicos son:

GAS	VOLUMEN %	PUNTO TRIPLE (°K)	PUNTO DE EBULLICIÓN (°K)	TEMPERATURA CRÍTICA (°K)	PRESIÓN CRÍTICA (MPa)
NITRÓGENO	78.084	63.156	77.35	128.2	3.39
OXÍGENO	20.948	54.363	90.19	154.58	5.04
ARGÓN	0.934	83.78	87.27	150.8	4.81
HIDRÓGENO	0.00005	13.96	20.27	33.19	1.29
NEÓN	0.001921	24.55	27.09	33.19	2.68
HELIO	0.0005239	NO TIENE	4.215	5.20	0.22
KRIPTÓN	0.0001139	115.95	119.81	209.4	5.40
XENÓN	0.0000087	161.3	165.04	289.8	5.74
DIOXIDO DE CARBONO	0.02-0.04	216.6	194.681	304.2	7.25

FUENTE: Scott, CRYOGENIC ENGINEERING, VAN NOSTRAD, New York, 1962.

Para obtener temperaturas mucho más próximas del cero absoluto, se recurre a la *delmanación adiabática*, pero en este caso, se trata de investigación criogénica y no de aplicaciones comunes de la criogenia.

La criogenia trata con la aplicación práctica de los procesos y técnicas a muy bajas temperaturas. Estas temperaturas se encuentran debajo de aquellas encontradas en la Ingeniería de Refrigeración.

Realmente es difícil asignar una temperatura que sirva de punto de división entre Refrigeración o Ingeniería criogénica que concierne a temperaturas abajo de los  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ . otros parámetros aceptables de la división de la Ingeniería criogénica, sería la región de temperaturas alcanzadas al producirse la licuefacción de los gases cuyas temperaturas críticas se encuentran por debajo de las temperaturas encontradas en nuestro planeta.

Hay amplias razones para tratar a la criogenia como un campo aparte. Las propiedades físicas de los materiales a muy bajas temperaturas difieren tan drásticamente de las comúnmente conocidas que el ingeniero puede confiar en



sus experiencias ordinarias, por ejemplo, el acero al carbón y los hules se fragilizan y rompen, otros materiales se vuelven superconductivos, etc.

### **5.1 TANQUES CRIOGÉNICOS PARA ALMACENAMIENTO.**

Estos tanques se utilizan para almacenar fluidos criogénicos en los centros de llenado y distribución de gases. Carecen de vaporizador ya que su función es almacenar líquido a la presión más baja posible, para después comprimirlo con una bomba recíproca y gasificándolo con un vaporizador ambiental de alta presión. Los tanques de almacenamiento son diseñados y fabricados a alto vacío, de acuerdo a normas y códigos vigentes como son: Código ASME secciones II, VIII, IX. Normas ANSI, AWS, ASTM, CGA (Compressed Gas Association) y Norma Oficial Mexicana NOM-R-17-1977.

### **5.2 MANEJOS DE NITRÓGENO LÍQUIDO.**

Cuando se maneja el nitrógeno líquido es necesario tener conocimientos de los efectos que produce al tener contacto con este y la manera en que se debe de actuar en caso de contacto.

Cuando se maneja el nitrógeno líquido, deberán usarse ropas de algodón, lana, poliéster, etc. El equipo de protección personal incluye para la cabeza y los ojos, accesorios tales como anteojos de seguridad, cascos y caretas. Las manos, brazos, piernas y los pies se protegen con guantes no ajustados, botas, zapatos y vestimentas en general de algodón, porque siempre existirá la posibilidad de una exposición al derramamiento del líquido. Los guantes deberán de ser de un material impermeable.

El conocimiento de los primeros auxilios, tiene una gran importancia en cualquier lugar que se necesite de ellos, para ayudar a personas accidentadas en casos urgentes.

La baja temperatura del nitrógeno líquido produce rápido congelamiento profunda con extensa destrucción del tejido humano que ataque. Las temperaturas criogénicas provocan "quemaduras de frío" resultante del contacto físico con el nitrógeno líquido o líneas de nitrógeno líquido (vapores de nitrógeno líquido), que pueden reconocerse por las áreas amarillo pálido que dejan en la piel, para después tomar un color rosado conforme a la restauración de la circulación de la sangre.

El procedimiento de auxilio en tales casos es el siguiente:

- a) Aflojar cualquier ropaje de la víctima que pueda impedir la circulación de la sangre al área afectada.
- b) Rocíe el área afectada con grandes cantidades de agua tibia para deshlear la quemadura lentamente. Esto se realiza de esta manera para poder ayudar a disminuir el dolor de la víctima, de lo contrario si fuera rápidamente aumentaría extremadamente el dolor.
- c) No frote la lesión porque el frotamiento puede dañar aún mas el tejido quemado (congelado).
- d) No aplique calor en forma de almohadillas calientes o ventiladores, ya que esto puede sobreimponer una quemadura termal a la lesión ya existente.
- e) Cubra la lesión con un vendaje de protección estéril, o con sábanas limpias si el área quemada es grande, y proteja el área de un daño posterior.
- f) Solicitar atención médica cuanto antes, ya que la víctima puede sufrir arritmias cardíacas (irregularidad en el ritmo del corazón).

## **5.3 FLUIDOS CRIOGÉNICOS**

### **5.3.1 NITRÓGENO LÍQUIDO.**

El nitrógeno líquido es un fluido sin color, transparente que en apariencia se asemeja al agua. A presión atmosférica estándar (101.3 Kpa) el nitrógeno líquido hierve a 77.36 °K y se congela a 63.2 °K. El nitrógeno líquido saturado a una atmósfera tiene una densidad de 807 kg/m<sup>3</sup>, en comparación del agua a 15.6 °C, que tiene una densidad de 999 kg/m<sup>3</sup>. Una de las diferencias importantes entre las propiedades del nitrógeno líquido y del agua (aparte de la diferencia de los puntos normales de ebullición), es que el calor generado en la vaporación del nitrógeno es mucho menor en magnitud que el del agua.

En el punto normal de ebullición, el nitrógeno tiene un calor de vaporización de 1336 cal/mol. Mientras que para el agua tiene un valor de 9729 cal/mol.

El nitrógeno tiene un número atómico de 14 y es el mayor constituyente del aire (78.08% de volumen o 75.45% de su peso).

#### **5.3.1.1 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL NITRÓGENO LÍQUIDO**

El almacenamiento, carga, distribución y descarga del nitrógeno dependen de su estado físico, ya sea líquido o gaseoso. Puesto que el nitrógeno es no corrosivo, no requiere metales de construcción especial, excepto que deben ser apropiados para usarlos a las temperaturas a las que se encuentra el nitrógeno líquido.

El diseño de los recipientes y tuberías que se utilizan en el servicio del nitrógeno líquido se deberán basar en las normas de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) que implica la presión y temperatura y especificaciones de ingeniería. Aunque principalmente se usa nitrógeno gaseoso, también se

almacena frecuentemente como un líquido. Con el nitrógeno líquido se presentan dos ventajas que son: ocupa menos volumen y es menos costoso que el almacenamiento gaseoso de alta presión.

Dependiendo de la cantidad de nitrógeno líquido requerido por el usuario, este se almacena y distribuye en varios tipos de recipientes comúnmente usados como: termos, tanques y cilindros.

Dependiendo del diseño del recipiente y del volumen del producto almacenado, las cantidades de vaporización suelen ser realmente bajas como un 0.4% y altas como del 3% del volumen del recipiente por día.

Los termos o garrafas son recipientes sin presión interior. Consta de una tapa de poliuretano colocada encima de la boca del tubo del cuello evitando que la humedad atmosférica se congele y obstruya el tubo del cuello. La unidad de medida de capacidad para el termo es de litro y se puede encontrar de 5 a 200 litros de capacidad.

### **5.3.2 OXÍGENO LÍQUIDO.**

El oxígeno líquido tiene un color azul, característico causado por la presencia de un polímero o molécula de cadena larga. El oxígeno líquido a una atmósfera hierve a 90.18 °K y se congela a 54.4 °K. El oxígeno líquido saturado a una atmósfera es más denso que el agua a 15 °C (densidad del oxígeno líquido = 1141 kg/m<sup>3</sup>). El oxígeno es ligeramente magnético (paramagnético) en contraste con los otros fluidos criogénicos que son no magnéticos. Midiendo la susceptibilidad magnética, pequeñas cantidades de oxígeno pueden ser detectadas en mezclas de otros gases. Debido a su actividad química, el oxígeno presenta problemas de seguridad en su manejo. Graves explosiones resultan de la combinación de oxígeno y lubricantes.

El oxígeno líquido tiene un número atómico de 16. Es la segunda sustancia más abundante en el aire (20.95% en volumen ó 23.2 en peso).

### **5.3.3 ARGÓN LÍQUIDO.**

El argón líquido es transparente, sin color y con propiedades similares a las del nitrógeno líquido. Es inerte y no es tóxico. A una atmósfera de presión, el argón líquido hierve a 87.3 °K y se congela a 83.3 °K. El argón líquido saturado a una atmósfera es más denso que el oxígeno, como debemos esperar, debido a que el argón tiene un peso molecular mayor que el del oxígeno (densidad del argón = 1394 kg/m<sup>3</sup> para líquidos saturados a una atmósfera). La diferencia entre el punto de ebullición normal y el punto de congelación para el argón es tan sólo de 3.5 °K

El argón esta presente en el aire atmosférico en una concentración de 0.934% en volumen ó 1.25% en peso. Debido a que el punto de ebullición del argón se encuentra entre el del nitrógeno líquido y del oxígeno líquido (poco más cercano al del oxígeno líquido), el grado de pureza del argón (90 - 95% de pureza) se puede obtener añadiendo una pequeña columna de recuperación de argón auxiliar en una planta de separación de aire.

### **5.3.4 NEÓN LÍQUIDO.**

El neón es otro gas que se puede producir como un subproducto en una planta de separación de aire. El neón líquido es un líquido incoloro, transparente que hierve a una atmósfera a 27.09 °K y se congela a 24.54 °K.

El punto de ebullición del neón está de alguna manera por encima del que tiene el hidrógeno líquido. Pero dado el hecho de que el neón es inerte, tiene un mayor calor de vaporación por unidad de volumen, y tiene una densidad mayor, lo que hacen que sea un refrigerante atractivo comparándolo con el hidrógeno

### 5.3.5 OTROS FLUIDOS CRIOGÉNICOS NO DERIVADOS DEL AIRE.

El **FLÚOR** líquido, es un líquido con un color ligeramente amarillo y cuyo punto normal de ebullición es de 85.24 °K a 53.5 °K y 101.3 kPa (a una atmósfera), el flúor líquido se congela como un sólido amarillo, pero arriba de un subenfriamiento a 45.6 °K se transforma en un sólido blanco.

El flúor líquido es uno de los líquidos criogénicos más densos (densidad en su punto normal de ebullición = 1507 kg/m<sup>3</sup>).

El flúor se caracteriza químicamente por su extrema reactividad. Reacciona con casi todas las sustancias inorgánicas. Si el flúor tiene contacto con hidrocarburos reaccionara hipergólicamente con mucho calor de reacción, el cual es muchas veces suficientemente alto que el contenedor metálico en el que se encuentra se enciende. Algunos metales como aceros inoxidables de bajo carbono y el monel, que son usados en sistemas de flúor, desarrollan una película protectora en la superficie al ponerse en contacto con el flúor gaseoso. Esta película en la superficie previene la programación de la reacción fluor-metal en todo volumen de metal.

El flúor es totalmente tóxico. La razón de concentración fatal para animales es de 200 ppm-hora. Esto es, que para una exposición de 15 minutos, 800 ppm es fatal; y para una exposición de 4 horas, 500 ppm es fatal. La máxima concentración permitida para la que el hombre puede estar expuesto se considera debe de ser de una ppm-hora. La presencia de flúor en el aire puede ser detectada por su olor picante e irritante en concentraciones tan bajas como a tres ppm. Debido a su alta toxicidad, el flúor líquido casi no se utiliza.

El **METANO** es el primer componente del gas natural. Es un líquido incoloro claro que hierve a un atmósfera a 111.7 °K y se congela a 88.7 °K. El metano líquido tiene una densidad aproximada de 1.5 de la que tiene el nitrógeno líquido (densidad del metano = 424.1 kg/m<sup>3</sup>). El metano forma mezclas explosivas con el aire en concentraciones que van de 5.8 a 13.3% en volumen.

El **HIDRÓGENO** tiene su punto normal de ebullición en 20.3 °K y una densidad en su punto normal de ebullición de tan solo 70.79 kg/m<sup>3</sup>. La densidad del hidrógeno líquido es de 1/14 de la del agua, lo que significa que es el más ligero de todos los líquidos. El hidrógeno líquido es inodoro, incoloro y sólo no puede mantener la combustión. En combinación con el oxígeno o aire, es sin embargo inflamable. Trabajos experimentales han mostrados que mezclas hidrógeno - aire son explosivos en un espacio sin confinar en su rango de 18 a 59% hidrógeno en volumen.

El **HELIO** tiene dos isótopos estables: <sup>4</sup>He, que es el más común, y <sup>3</sup>He. El helio gaseoso ordinario contiene alrededor de 1.3 al 10% de He<sub>3</sub>. El <sup>4</sup>He tiene un punto normal de ebullición de 4.214 °K y una densidad en este punto de 124 kg/m<sup>3</sup> o cercano al 1/8 que la del agua. El helio líquido no tiene punto de congelación a una presión de 101.3 Kpa (una atmósfera). De hecho, el helio líquido no se congela abajo de su propia presión de vaporización aunque la temperatura se reduzca al cero absoluto. A cero absoluto, el <sup>4</sup>He líquido deberá de ser a una presión de 2529.8 Kpa (24.97 atm.) antes de que se congele. El calor de vaporización del <sup>4</sup>He líquido tiene un punto de ebullición de 22 cal/mol, que es tan solo 1/110 el del agua.

Si bien el helio esta clasificado como un gas raro, y es uno de los gases más difíciles de licuar, sus propiedades tan inusuales han despertado solo interés como objeto de estudios teóricos y experimentales a diferencia de cualquier fluido criogénico.

# CAPITULO 6



## **6 FASE EXPERIMENTAL.**

***El desarrollo de esta parte se realizó en tres etapas, con el fin de construir un marco teórico necesario que permitiera establecer las bases necesarias, para compararlo con la nueva metodología (segunda y tercera etapa).***

En la primera etapa se aplicaron los métodos tradicionales, seleccionando, el método más eficiente, así como la selección del disolvente más adecuado. En la segunda etapa, se aplicó la nueva metodología, utilizando *Hielo Seco* (Dioxido de Carbono, CO<sub>2</sub>) como medio de congelamiento, elegido por su fácil manejo y temperatura criogénica (-70 °C). En la tercera etapa se utilizó un líquido criogénico inerte (nitrógeno líquido -180 °C).

### **Características Para la Elección del Disolvente de Extracción**

El factor más importante para lograr el éxito en este método es la selección del disolvente. El disolvente debe:

1. No tener restricción en su manejo, de acuerdo a las normas vigentes (Ver anexos NOM-K-577-1983).
2. Ser selectivo: esto es, disolver rápida y totalmente los componentes odoríferos.
3. Tener un bajo punto de ebullición.
4. Ser químicamente inerte al aceite.
5. Evaporarse completamente sin dejar cualquier residuo odorífero.
6. Ser de bajo precio y de ser posible no inflamable.
7. El disolvente debe ser químicamente inerte, no debe reaccionar con los constituyentes del aceite.
8. El disolvente debe ser de alta pureza.

9. Cuando es destilado no debe dejar residuo. Al tener el más mínimo rastro de compuestos, en su punto de ebullición, debe de acumular y remover el aceite de la planta despojándola completamente de su olor. Debe quedar en claro que el rendimiento del aceite de la planta es generalmente muy pequeño, y que se requieren de grandes cantidades del disolvente para cubrir a las plantas.
10. Debe ser inmisible en agua.

El Alcohol no puede ser usado para la extracción de aceite porque este es miscible con el agua contenida en la planta y porque se hace mas diluido. Con algunas plantas (Tuberosas, por ejemplo), el alcohol desarrolla un olor mas desagradable; en otras un extracto oscuro, masas sólidas que poseen un olor similar a las melazas (miel de caña).

TABLA 43. Datos de las plantas, obtenidos a partir de muestras de 250 g.

PLANTA	% APROX. DE HOJAS	% APROX. TALLOS	* % APROX. CONTENIDO DE AGUA EN LAS HOJAS
ALBAHACA	58	42	3.72
MEJORANA	60	40	4.55

\* Esta varia de acuerdo a la cosecha

TABLA 44. Propiedades del aceite esencial de albahaca y mejorana

ACEITE ESENCIAL	INDICE DE REFRACCIÓN A 20°C	CROMATOGRAFIA DE CAPA FINA * R <sub>f</sub>	DENSIDAD 20 / 20°C (g / cm <sup>3</sup> )
ALBAHACA	1.5158	0.71 - 0.75	0.9453
MEJORANA	1.4687	0.65 - 0.76	0.8986

\* Ver Anexos

TABLA 45. Propiedades de los disolventes de extracción.

	PUNTO DE EBULLICIÓN A 760 mmHg (°C)	INDICE DE REFRACCIÓN A 20°C	DENSIDAD 20 / 20°C (g / cm <sup>3</sup> )
ALCOHOL	78.3	1.3651	0.816
CLOROFORMO	61.2	1.4422	1.485
ÉTER	34.5	1.3526	0.7147
HEXANO	68.7	1.3748	0.6594

## **NOMENCLATURA PARA LAS TABLAS DE RESULTADOS**

**A = Albahaca**

**M = Mejorana**

**% = Porcentaje de Rendimiento (Ver Anexos)**

**Rf, Rx (Ver Anexos)**

## **6.1. PRIMERA ETAPA**

### **6.1.1 EXTRACCIÓN CON SOXHLET.**

#### ***Metodología.***

En un equipo Soxhlet se coloca un cartucho de papel filtro de poro abierto con 25 g de la planta (albahaca y mejorana) cortada en pequeños trozos; se agrega a un matraz balón 200 ml de disolvente (Alcohol, cloroformo, éter o hexano según sea el caso) para realizar el reflujo hasta agotar el aceite contenido en la planta.

Una vez terminado el reflujo, la solución se llevó a separar por medio de una destilación simple a presión reducida.

Al aceite obtenido por medio de la destilación, se le aplicó las pruebas de índice de refracción y cromatografía en capa fina y se midió la cantidad obtenida de aceite esencial.

Los disolventes utilizados para ambas hierbas de acuerdo a la literatura fueron:

- Alcohol
- Cloroformo
- Éter
- Hexano.

## RESULTADOS.

Los cálculos realizados de los rendimientos en las tablas correspondientes a las etapas primera y tercera se obtuvieron de la siguiente manera: En las tablas (46 a 49) se puede observar la cantidad de aceite obtenido por número de corrida y tipo de disolvente utilizado para la extracción, así como, el índice de refracción para comparar el aceite esencial, con una muestra patrón.

TABLA 46 Extracción con equipo soxhlet utilizando cloroformo.

No DE CORRI DA	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL		ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA	MEJORANA	A	M	Rf		Rx	
					(ml)	(ml)	A	M
1	0.32	0.35	1.4526	1.4546	0.76	0.72	0.85	1.02
2	0.25	0.42	1.4766	1.4534	0.83	0.70	0.97	1.02
3	0.30	0.38	1.4746	1.4586	0.79	0.75	0.98	1.04
4	0.31	0.37	1.4766	1.3772	0.81	0.72	1.04	0.97
5	0.27	0.29	1.4665	1.4575	0.78	0.87	0.91	0.98
6	0.40	0.30	1.4627	1.4535	0.81	0.73	1.02	1.02
7	0.32	0.32	1.4736	1.4546	0.83	0.83	0.98	0.96
8	0.43	0.31	1.4630	1.4665	0.82	0.68	1.02	0.85
9	0.27	0.33	1.4748	1.4566	0.83	0.77	0.97	1.02
10	0.25	0.32	1.4756	1.4576	0.82	0.72	1.02	1.04

TABLA 47. Extracción con equipo soxhlet utilizando éter.

No DE CORRI DA	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL		ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA	MEJORANA	A	M	Rf		Rx	
					(ml)	(ml)	A	M
1	0.01	0.10	1.3613	1.3627	0.72	0.63	0.85	0.94
2	0.10	0.05	1.3613	1.3630	0.86	0.75	0.91	0.97
3	0.01	0.13	1.3622	1.3722	0.77	0.76	0.85	0.95
4	0.12	0.15	1.3634	1.3743	0.75	0.73	0.97	0.95
5	0.10	0.05	1.3616	1.3642	0.65	0.69	0.93	0.97
6	0.12	0.05	1.3632	1.3629	0.72	0.68	0.91	0.97
7	0.11	0.13	1.3603	1.3633	0.77	0.72	0.97	0.94
8	0.10	0.10	1.3753	1.4137	0.74	0.74	0.95	0.97
9	0.05	0.15	1.3732	1.3752	0.87	0.73	0.91	0.85
10	0.10	0.13	1.4195	1.3724	0.86	0.68	0.95	0.94

TABLA 48 Extracción con equipo soxhlet utilizando hexano.

No DE CORRI DA	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL		ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA	MEJORANA			Rf		Rx	
	(ml)	(ml)	A	M	A	M	A	M
1	0.41	0.32	1.3842	1.4379	0.81	0.77	0.91	0.85
2	0.35	0.35	1.4631	1.4486	0.83	0.73	0.97	0.97
3	0.38	0.41	1.4579	1.3834	0.81	0.72	0.91	0.98
4	0.45	0.40	1.3779	1.4568	0.82	0.88	1.02	0.85
5	0.50	0.38	1.3752	1.4546	0.76	0.77	0.85	1.04
8	0.40	0.25	1.4711	1.4495	0.79	0.73	1.04	0.97
7	0.35	0.30	1.4642	1.4512	0.83	0.72	0.96	0.98
8	0.60	0.31	1.3754	1.4195	0.75	0.68	0.85	0.97
9	0.35	0.41	1.4527	1.3834	0.83	0.68	0.91	0.90
10	0.38	0.35	1.4828	1.4553	0.81	0.73	0.98	0.85

TABLA 49. Extracción con equipo soxhlet utilizando alcohol.

No DE CORRI DA	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL		ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA	MEJORANA			Rf		Rx	
	(ml)	(ml)	A	M	A	M	A	M
1	0.15	0.05	1.3802	1.3843	0.74	0.58	1.022	1.02
2	0.20	0.10	1.3802	1.3893	0.78	0.64	0.95	0.95
3	0.50	0.13	1.3652	1.3753	0.87	0.55	0.96	0.94
4	0.10	0.08	1.4132	1.4145	0.72	0.66	1.02	1.05
5	0.25	0.05	1.3794	1.3829	0.85	0.66	1.04	0.97
6	0.10	0.12	1.3712	1.3733	0.85	0.83	0.95	0.96
7	0.05	0.10	1.3782	1.4436	0.72	0.78	0.93	0.97
8	0.13	0.08	1.3702	1.4113	0.77	0.61	0.97	0.85
9	0.40	0.12	1.3632	1.3752	0.83	0.68	0.96	0.97
10	0.13	0.05	1.3913	1.3843	0.75	0.55	0.91	0.97

La tabla (50) muestra una comparación de los disolventes utilizados para la extracción de aceite, de acuerdo a los datos de índice de refracción anteriores y a la prueba de cromatografía.

TABLA 50. Cuadro comparativo de los disolventes utilizando el equipo soxhlet.

DISOLVENTE UTILIZADO (200 ml)	CANTIDAD DE PLANTA (g)		CANTIDAD DE DISOLVENTE (ml)		TEMPERATURA DE DESTILACIÓN (°C)		CUALIDAD DEL DISOLVENTE	
	A	M	A	M	600 mmHg	80 mmHg	A	M
HEXANO	25	25	200	200	61.9	57.5	R	R
CLOROFORMO	25	25	200	200	54.5	50.0	R	R
ÉTER	25	25	200	200	28.3	23.3	M	M
ALCOHOL	25	25	200	200	71.2	66.5	M	M

R = Regular M = Malo

### 6.1.2 MACERACIÓN.

En un recipiente de vidrio se colocaron 250 g de hierba picada con 2 l de disolvente, la extracción se realizó variando el tiempo de maceración, tomando una muestra de 250 ml cada hora. La muestra se colocó en un equipo de destilación simple a fin de separar el aceite esencial del disolvente hasta notar el cambio de temperatura en la destilación (agotar el disolvente). El aceite obtenido se cuantificó y realizó la prueba de índice de refracción, así como también, una cromatografía de capa fina, comparándola con una muestra patrón.

Los disolventes utilizados para este caso en ambas hierbas fueron los mismos que en el caso anterior.

## RESULTADOS.

En las tablas (51 a 54) se observa, al igual que en las anteriores, la cantidad de aceite esencial obtenida por el número de corrida y tipo de disolvente para la extracción, así como también el índice de refracción.

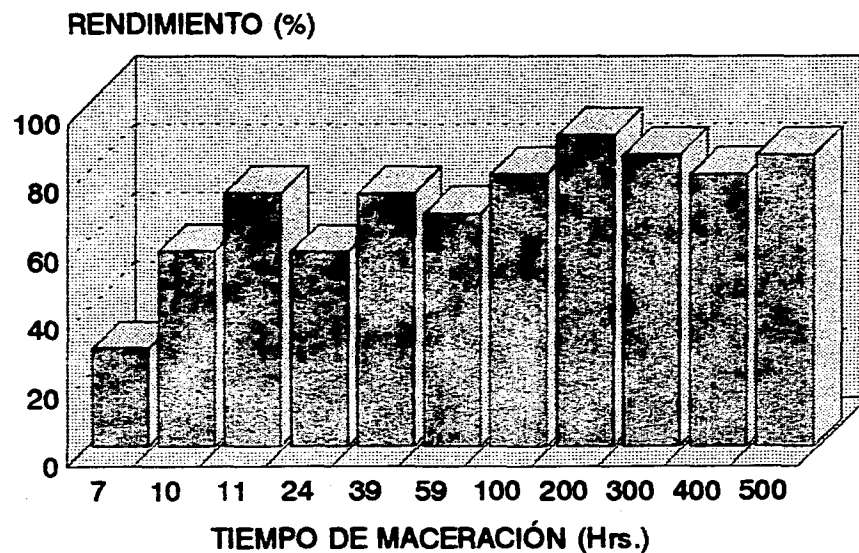
TABLA 51. Extracción con maceración utilizando hexano.

HO- RAS	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL				ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA		MEJORANA		A	M	Rf		Rx	
	(ml)	%	(ml)	%			A	M	A	M
1	0.00	---	0.00	---	1.3743	1.3743	---	---	---	---
2	0.00	---	0.00	---	1.3753	1.3753	---	---	---	---
3	0.05	---	0.10	---	1.3934	1.3914	0.18	0.18	0.22	0.28
4	0.01	---	0.12	---	1.4496	1.4095	0.14	0.34	0.17	0.45
5	0.10	---	0.15	---	1.4536	1.4526	0.41	0.67	0.54	0.66
6	0.01	---	0.10	---	1.5047	1.4105	0.66	0.52	0.66	0.75
7	0.05	26.36	0.20	---	1.5108	1.4025	0.55	0.54	0.87	0.63
8	0.01	---	0.15	53.92	1.5027	1.4636	0.75	0.73	0.97	1.02
9	0.16	---	0.10	---	1.4877	1.4526	0.66	0.66	0.66	0.65
10	0.10	56.72	0.12	43.13	1.5108	1.4655	0.76	0.72	1.02	1.02
11	0.13	73.74	0.14	50.32	1.5136	1.4665	0.76	0.66	1.04	1.02
24	0.10	56.72	0.15	53.92	1.5168	1.4666	0.75	0.63	1.02	1.00
30	0.01	---	0.20	71.69	1.4877	1.4667	0.65	0.76	0.84	1.02
39	0.13	73.74	0.23	---	1.5168	1.4494	0.79	0.66	1.02	0.65
59	0.12	66.06	0.18	64.70	1.5168	1.4667	0.94	0.73	1.01	1.00
100	0.14	79.41	0.16	57.51	1.5157	1.4636	0.79	0.76	1.00	1.02
200	0.16	90.75	0.23	82.67	1.5158	1.4637	0.76	0.66	1.02	1.02
300	0.15	85.08	0.20	71.69	1.5168	1.4636	0.83	0.63	1.02	1.02
400	0.14	79.41	0.25	89.66	1.5177	1.4657	0.91	0.67	1.01	1.00
500	0.15	85.08	0.23	82.67	1.5158	1.4667	0.91	0.66	1.00	1.02



# EXTRACCIÓN POR MACERACIÓN

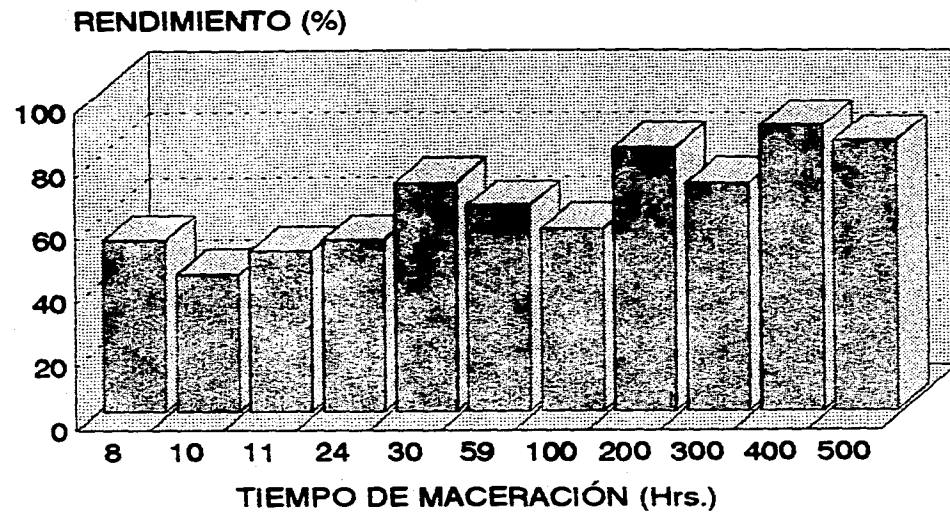
## ALBAHACA - HEXANO



Primera etapa

# EXTRACCIÓN POR MACERACIÓN

## MEJORANA - HEXANO



Primera etapa

TABLA 52. Extracción por maceración utilizando éter.

HO-RAS	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL				INDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA		MEJORANA		A	M	Rf		Rx	
	(ml)	%	(ml)	%			A	M	A	M
1	0.00	---	0.00	---	1.3526	1.3526	---	---	---	---
2	0.00	---	0.00	---	1.3526	1.3526	---	---	---	---
3	0.00	---	0.00	---	1.3526	1.3526	---	---	---	---
4	0.00	---	0.00	---	1.3528	1.3579	---	---	---	---
5	0.00	---	0.00	---	1.3379	1.3579	---	---	---	---
6	0.00	---	0.01	3.59	1.3579	1.3732	---	0.01	---	0.02
7	0.00	---	0.01	3.59	1.3596	1.3763	---	0.11	---	0.15
8	0.02	11.34	0.02	7.16	1.4528	1.3554	0.16	0.17	0.23	0.22
9	0.01	5.67	0.01	3.59	1.4936	1.3913	0.25	0.31	0.30	0.50
10	0.05	28.36	0.01	3.59	1.5153	1.3783	0.65	0.31	0.93	0.43
11	0.01	5.67	0.02	7.18	1.5183	1.4104	0.77	0.50	1.02	0.65
24	0.00	---	0.01	3.59	1.3596	1.4654	---	0.75	---	1.02
30	0.02	11.34	0.02	7.18	1.5153	1.4637	0.78	0.69	1.02	1.02
39	0.01	5.67	0.00	0.00	1.5183	1.3596	0.87	---	1.02	---
59	0.02	11.34	0.03	10.78	1.5153	1.4663	0.85	0.78	1.01	1.02
100	0.00	---	0.02	7.18	1.3596	1.4663	---	0.75	---	1.00
200	0.01	5.67	0.01	3.59	1.5163	1.4654	0.65	0.73	1.02	1.02
300	0.02	11.34	0.00	0.0	1.5163	1.3596	0.77	---	1.02	---
400	0.03	17.02	0.01	3.59	1.5157	1.4654	0.83	0.75	1.00	1.02
500	0.02	11.34	0.02	7.18	1.5153	1.4663	0.75	0.78	1.02	1.00

TABLA 53. Extracción por maceración utilizando alcohol absoluto.

HO- RAS	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL				ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA		MEJORANA		A	M	Rf		Rx	
	(ml)	%	(ml)	%			A	M	A	M
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.3651	1.3651	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.01	5.67	0.00	0.00	1.3727	1.3652	0.015	0.018	0.022	0.026
3	0.01	5.67	0.01	3.59	1.3731	1.3653	0.027	0.016	0.044	0.021
4	0.01	5.67	0.10	35.94	1.3731	1.3530	0.015	0.015	0.021	0.0212
5	0.10	56.72	0.01	3.59	1.3731	1.3668	0.051	0.018	0.066	0.026
6	0.01	5.67	0.10	35.44	1.3742	1.3628	0.015	0.017	0.022	0.022
7	0.10	56.72	0.01	3.54	1.3631	1.3579	0.015	0.036	0.019	0.057
8	0.01	5.67	0.15	53.92	1.3762	1.3630	0.027	0.034	0.043	0.045
9	0.01	5.67	0.13	46.73	1.3762	1.3628	0.050	0.033	0.93	0.043
10	0.10	56.72	0.01	3.54	1.3942	1.3694	0.054	0.032	0.66	0.044
11	0.12	68.06	0.01	3.54	1.3949	1.3694	0.066	0.033	0.088	0.071
24	0.10	56.72	0.10	35.94	1.3979	1.3712	0.072	0.033	0.88	0.036
30	0.13	73.74	0.20	71.89	1.3996	1.3782	0.066	0.185	0.125	0.233
39	0.20	113.44	0.15	53.92	1.3996	1.3627	0.166	0.181	0.222	0.1923
59	0.18	102.09	0.20	71.89	1.4013	1.3786	0.303	0.303	0.666	0.444
100	0.35	198.52	0.20	71.89	1.4013	1.3753	0.66	0.4166	0.088	0.543
200	0.36	215.54	0.30	107.83	1.4022	1.3654	0.780	0.691	1.022	0.936
300	0.30	170.18	0.25	89.86	1.4033	1.3668	0.830	0.763	1.110	1.3125
400	0.40	226.86	0.30	107.83	1.4033	1.3788	0.690	0.830	1.022	1.11
500	0.40	226.86	0.30	107.83	1.4033	1.3768	0.760	0.780	1.3125	1.02

TABLA 54. Extracción por maceración utilizando cloroformo.

HO- RAS	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL				ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA		MEJORANA		A	M	Rf		Rx	
	(ml)	%	(ml)	%			A	M	A	M
1	0.00	---	0.00	0.00	1.4423	1.4422	---	---	---	---
2	0.00	---	0.01	3.59	1.4434	1.4577	---	0.67	---	0.85
3	0.01	---	0.01	3.59	1.4545	1.4526	0.01	0.69	0.02	0.80
4	0.10	56.72	0.12	43.13	1.4665	1.4577	0.16	0.68	0.19	0.82
5	0.12	68.06	0.20	71.89	1.4725	1.4454	0.34	0.68	0.38	0.72
6	0.01	---	0.10	35.94	1.4935	1.4525	0.73	0.72	0.92	0.93
7	0.13	73.74	0.15	---	1.4734	1.4436	0.63	0.67	0.73	0.91
8	0.20	---	0.13	46.73	1.4924	1.4637	0.68	0.67	0.78	1.04
9	0.10	56.72	0.12	43.13	1.5106	1.4837	0.72	0.61	1.02	1.02
10	0.12	68.06	0.15	53.92	1.5105	1.4696	0.85	0.74	1.04	1.02
11	0.12	68.06	0.20	---	1.5156	1.4577	0.83	0.66	1.02	0.81
24	0.20	---	0.18	64.70	1.5026	1.4666	0.70	0.61	0.98	1.00
30	0.15	85.08	0.24	86.27	1.5159	1.4657	0.82	0.75	1.02	1.02
39	0.13	73.74	0.23	82.67	1.5157	1.4637	0.76	0.77	1.00	1.02
59	0.14	79.41	0.24	86.27	1.5158	1.4637	0.78	0.73	1.02	1.02
100	0.15	85.08	0.25	89.86	1.5158	1.4666	0.83	0.70	1.00	1.02
200	0.20	---	0.25	89.86	1.4930	1.4660	0.83	0.64	0.84	1.04
300	0.16	90.75	0.23	82.67	1.5158	1.4637	0.81	0.67	1.00	1.02
400	0.14	79.41	0.18	---	1.5170	1.4498	0.76	0.66	1.02	0.84
500	0.15	85.08	0.24	86.27	1.5166	1.4667	0.82	0.63	1.02	1.00

En la tabla (55) se observará una comparación entre los diferentes disolventes usados para la extracción del aceite, de acuerdo a los datos de índice de refracción y la prueba de cromatografía.

TABLA 55. Cuadro comparativo de los disolventes utilizando la extracción por maceración.

SOLVENTE UTILIZADO (200 ml)	CANTIDAD DE PLANTA (g)		CANTIDAD DE DISOLVENTE (L)		TEMPERATURA DE DESTILACIÓN (°C)		CUALIDAD DEL DISOLVENTE	
	A	M	A	M	600 mmHg	80 mmHg	A	M
HEXANO	250	250	2	2	61.9	57.5	B	B
CLOROFORMO	250	250	2	2	54.5	50.0	R	R
ÉTER	250	250	2	2	28.3	23.3	M	M
ALCOHOL	250	250	2	2	71.2	68.5	M	M

B = Bueno R = Regular M = Malo.

### **6.1.3 ARRASTRE CON VAPOR.**

Se coloca en un matraz 100 g de hierba picada con 200 ml de agua tibia, en otro matraz se colocó 1 ℓ de agua para producir vapor hacia el primer matraz, ambos matraces se conectaron por medio de tubos de vidrio para realizar el arrastre con vapor, el vapor que sale del segundo matraz se condensa por medio de un refrigerante de flujo a contracorriente, obteniéndose el destilado (aceite-agua) del condensado en un matraz colector. Se vierte el destilado en un embudo de separación, removiendo de la parte inferior el agua y posteriormente la capa aceitosa, filtrándose con sílica gel.

Al igual que en los casos anteriores se llevaron a cabo las pruebas de índice de refracción y cromatografía en capa fina así, como la cuantificación del aceite en cada corrida.

### **RESULTADOS.**

En la tabla (56) se observarán los datos obtenidos por arrastre con vapor, realizando para esto, varias corridas con el fin de tener una colección de datos para poder ser evaluados.

TABLA 56. Extracción por arrastre con vapor.

No DE CORRI DA	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL				INDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA		MEJORANA		A	M	Rf		Rx	
	(ml)	%	(ml)	%			A	M	A	M
1	0.01	5.67	0.03	---	1.5168	1.4126	0.72	0.73	1.07	1.02
2	0.01	5.67	0.02	7.18	1.5168	1.4637	0.85	0.75	1.01	1.02
3	0.02	11.34	0.02	7.18	1.5167	1.4637	0.72	0.73	1.02	1.02
4	0.01	5.67	0.03	---	1.5170	1.4556	0.77	0.67	1.02	0.85
5	0.01	---	0.01	3.59	1.4496	1.4657	0.65	0.67	0.95	0.97
6	0.02	11.34	0.02	7.18	1.5168	1.4667	0.72	0.76	1.02	1.02
7	0.02	11.34	0.02	7.18	1.5158	1.4650	0.85	0.76	1.00	0.95
8	0.03	---	0.03	---	1.4534	1.4525	0.67	0.88	0.88	0.89
9	0.02	11.34	0.01	3.59	1.5158	1.4656	0.67	0.73	1.00	1.02
10	0.03	---	0.02	7.18	1.4877	1.4657	0.68	0.76	0.89	1.02

TABLA 57 Cuadro comparativo de arrastre con vapor

DISOLVENTE UTILIZADO (200 ml)	CANTIDAD DE PLANTA (g)		VOLUMEN DE CODESTILADO (ml)		TEMPERATURA DE DESTILACIÓN (°c)	CUALIDAD DEL DISOLVENTE	
	A	M	A	M		A	M
AGUA	100	100	300	300	92.5	M	M

M = Malo

## 6.2 SEGUNDA ETAPA.

En esta etapa se aplicó el uso de **temperaturas bajas** con el fin de facilitar la pulverización para obtener una mayor área de contacto con el disolvente, y por consiguiente un mayor rendimiento de aceite. Esto se basa principalmente en las partes que contienen al aceite como son los **caballos glandulares, glándulas, venas y sacos de aceite**, por lo cual la criogenia nos da la facilidad de llevar la planta a polvo y llegar fácilmente a estas partes donde se encuentra el aceite para liberarlo.

El propósito principal de la **pulverización criogénica** es hacer mas fácil la extracción de los aceites esenciales, evidentemente, una vez que se ha reducido de tamaño las hojas y flores (**pulverizado**), permite liberar rápidamente el aceite, debido al rompimiento de las celdas que son delgadas y permeables, esto mediante una difusión; reduciendo el tiempo de maceración para la extracción del aceite esencial.

El aceite destilado al contacto con el aire por algún tiempo adquiere una gravedad específica elevada. La **pulverización criogénica** se lleva a cabo inmediatamente después de que el producto ha llegado al almacén y la maceración se debe realizar inmediatamente después de la **pulverización criogénica**, con esto se obtienen los rendimientos más altos y un aceite de mejor calidad.

Para llevar a cabo la **pulverización criogénica** en esta etapa se utilizó como medio de congelamiento hielo seco (Dioxido de carbono, CO<sub>2</sub>) para alcanzar una temperatura de -70°C.

De acuerdo a los resultados de la primera etapa se llegó a la conclusión de que el disolvente más adecuado para lograr la extracción de ambos aceites esenciales fue el hexano por sus características mencionadas al principio de este capítulo.



## **Metodología.**

Se pesaron 100 g de hojas y flores de cada una de las hierbas, se colocó en una bandeja de plástico, a la cual se le agregó hielo seco ( $\text{CO}_2$ ) en trozos pequeños hasta lograr la congelación de las hojas y flores. Una vez logrado esto se colocó en un vaso de aluminio para licuadora para llevar a cabo la molienda, agregando trozos pequeños de  $\text{CO}_2$  para evitar que este polvo se adhiriera al vaso y producir pérdidas en cuanto al rendimiento del aceite.

### **6.2.1 MACERACIÓN.**

Se peso 250 g de hierba (albahaca o mejorana) y se siguió el mismo procedimiento de pulverización criogénica descrito anteriormente. Una vez pulverizada la hierba se colocó en un recipiente 2 l de hexano y se dejó macerar durante 2 hr. Una vez terminada la maceración se procedió a la separación del aceite del hexano por medio de una destilación simple; se obtuvo el aceite y recuperado el disolvente se llevó a la etapa de filtración para eliminar los restos sólidos que pudiera contener el aceite, así como eliminar algunos pigmentos y ceras.

El aceite filtrado se cuantificó y se le realizaron pruebas de índice de refracción y cromatografía de capa fina, para comparar con la muestra patrón.

## RESULTADOS.

TABLA 58. Extracción por maceración utilizando hexano.

HO- RAS	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL (ml)		ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
					Rf		Rx	
					A	M	A	M
	ALBAHACA	MEJORANA	A	M	A	M	A	M
1	0.01	0.01	1.4195	1.3753	0.67	0.42	0.70	0.58
2	0.06	0.08	1.3833	1.3913	0.57	0.61	0.60	0.64
3	0.08	0.15	1.3830	1.3262	0.53	0.70	0.59	0.73
4	0.10	0.10	1.4285	1.3964	0.67	0.62	0.88	0.63
5	0.10	0.10	1.4154	1.3803	0.68	0.56	0.72	0.61
6	0.08	0.13	1.3843	1.4192	0.57	0.68	0.61	0.72
7	0.10	0.15	1.3935	1.3863	0.67	0.56	0.74	0.61
8	0.15	0.20	1.3624	1.3913	0.63	0.65	0.68	0.72
9	0.20	0.18	1.4285	1.4094	0.68	0.88	0.86	0.64
10	0.15	0.25	1.4137	1.3926	0.67	0.70	0.79	0.72
11	0.15	0.20	1.4154	1.4066	0.57	0.60	0.64	0.73
24	0.20	0.23	1.3946	1.3923	0.74	0.65	0.73	0.60
30	0.18	0.26	1.4253	1.3824	0.76	0.61	0.80	0.79
39	0.25	0.20	1.3847	1.4154	0.51	0.64	0.53	0.85
59	0.20	0.24	1.4123	1.4047	0.72	0.67	0.86	0.89
100	0.24	0.25	1.4237	1.4054	0.63	0.63	0.61	0.84
200	0.24	0.20	1.4236	1.4243	0.65	0.65	0.84	0.72
300	0.25	0.24	1.4030	1.4147	0.69	0.67	0.66	0.64
400	0.30	0.20	1.3823	1.3923	0.62	0.62	0.66	0.74
500	0.20	0.23	1.4267	1.4036	0.65	0.64	0.66	0.80

TABLA 59. Extracción por maceración utilizando éter etílico.

HO- RAS	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL (ml)		ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA	MEJORANA	A	M	R <sub>I</sub>		R <sub>2</sub>	
					A	M	A	M
1	0.00	0.01	---	1.3743	---	0.58	---	0.64
2	0.10	0.08	1.3783	1.3723	0.46	0.65	0.63	0.72
3	0.05	0.10	1.3732	1.3696	0.57	0.58	0.78	0.64
4	0.00	0.12	---	1.3828	---	0.52	---	0.70
5	0.10	0.10	1.3702	1.3830	0.51	0.62	0.60	0.72
6	0.12	0.13	1.3763	1.3833	0.57	0.68	0.64	0.72
7	0.01	0.14	1.3913	1.3830	0.81	0.59	0.90	0.72
8	0.05	0.20	1.4094	1.3724	0.67	0.54	0.86	0.79
9	0.10	0.00	1.3935	---	0.84	---	0.81	---
10	0.12	0.18	1.3853	1.4148	0.67	0.61	0.79	0.87
11	0.00	0.16	---	1.4154	---	0.54	---	0.74
24	0.12	0.18	1.3823	1.4436	0.68	0.66	0.80	0.88
30	0.10	0.20	1.4526	1.3853	0.72	0.56	0.88	0.61
39	0.14	0.00	1.4104	---	0.68	---	0.80	---
59	0.16	0.16	1.3823	1.3923	0.59	0.61	0.88	0.78
100	0.10	0.20	1.4195	1.3733	0.70	0.58	0.82	0.87
200	0.13	0.18	1.3803	1.3722	0.80	0.64	0.72	0.80
300	0.00	0.15	---	1.4583	---	0.65	---	0.80
400	0.18	0.17	1.4016	1.4104	0.63	0.67	0.81	0.88
500	0.14	0.16	1.4134	1.4094	0.69	0.68	0.86	0.84

TABLA 60. Extracción por maceración utilizando cloroformo.

HO- RAS	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL (ml)		INDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFIA DE CAPA FINA			
					R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>	
	ALBAHACA	MEJORANA	A	M	A	M	A	M
1	0.12	0.10	1.4496	1.4577	0.65	0.87	0.78	0.85
2	0.10	0.15	1.4513	1.3753	0.67	0.69	0.81	0.76
3	0.15	0.12	1.4422	1.4536	0.58	0.65	0.76	0.80
4	0.20	0.10	1.4534	1.4546	0.63	0.60	0.79	0.84
5	0.10	0.13	1.4616	1.4451	0.70	0.68	0.67	0.70
6	0.15	0.13	1.4732	1.4567	0.67	0.67	0.65	0.69
7	0.10	0.14	1.4603	1.4577	0.61	0.66	0.82	0.84
8	0.10	0.15	1.4653	1.4496	0.67	0.56	0.79	0.61
9	0.20	0.14	1.4532	1.4528	0.64	0.54	0.71	0.78
10	0.15	0.13	1.4795	1.4430	0.68	0.62	0.80	0.78
11	0.20	0.16	1.4612	1.4623	0.46	0.65	0.63	0.72
24	0.18	0.16	1.4732	1.4543	0.67	0.67	0.88	0.84
30	0.23	0.20	1.4663	1.4530	0.68	0.52	0.80	0.70
39	0.20	0.23	1.4813	1.4446	0.67	0.64	0.65	0.60
59	0.22	0.25	1.4683	1.4533	0.72	0.64	0.88	0.65
100	0.23	0.26	1.4523	1.4636	0.59	0.62	0.73	0.74
200	0.16	0.30	1.4724	1.4437	0.69	0.61	0.66	0.79
300	0.20	0.32	1.4873	1.4454	0.70	0.64	0.62	0.80
400	0.22	0.28	1.4777	1.4565	0.70	0.60	0.76	0.73
500	0.23	0.24	1.4567	1.4454	0.62	0.79	0.62	0.78

TABLA 61. Cuadro comparativo de disolventes en la maceración

DISOLVENTE UTILIZADO	CANTIDAD DE PLANTA (g)		CANTIDAD DE DISOLVENTE (ml)		TEMPERATURA DE DESTILACIÓN (°C)		CUALIDAD DEL DISOLVENTE	
	A	M	A	M	60 mmHg	50 mmHg	A	M
HEXANO	250	250	2	2	61.9	54.9	R	R
CLOROFORMO	250	250	2	2	54.5	50.0	R	R
ÉTER	250	250	2	2	28.3	23.32	M	M
ALCOHOL	250	250	2	2	71.2	66.5	M	M

M = Malo R = Regular

### 6.2.2 ARRASTRE CON VAPOR.

Se coloca en un matraz 150 g de hierba picada con 200 ml de agua tibia, en otro matraz se colocó 1 ℓ de agua para producir vapor hacia el primer matraz, ambos matraces se conectaron por medio de tubos de vidrio para realizar el arrastre con vapor, el vapor que sale del segundo matraz se condensa por medio de un refrigerante de flujo a contracorriente, obteniéndose el destilado (aceite-agua) del condensado en un matraz colector. Se vierte el destilado en un embudo de separación, removiendo de la parte inferior el agua y posteriormente la capa aceitosa. El aceite obtenido del arrastre con vapor se llevó a una filtración para eliminar al igual que los dos métodos anteriores las ceras, restos sólidos y pigmentos. El aceite que sale de la filtración se cuantifica y se le realizaron las mismas pruebas de los métodos anteriores.

Al igual que en los casos anteriores se llevaron a cabo las pruebas de índice de refracción y cromatografía en capa fina así, como la cuantificación del aceite en cada corrida.

### RESULTADOS.

TABLA 62. Extracción por arrastre con vapor.

CORRIDAS	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL (ml)		ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
					Rf		Rx	
	ALBAHACA	MEJORANA	A	M	A	M	A	M
1	0.10	0.06	1.3913	1.4094	0.84	0.50	0.81	0.71
2	0.12	0.10	1.3813	1.3923	0.85	0.58	0.86	0.64
3	0.05	0.14	1.3622	1.3773	0.57	0.59	0.84	0.87
4	0.15	0.13	1.3934	1.4536	0.81	0.81	0.90	0.87
5	0.20	0.10	1.3618	1.4546	0.59	0.66	0.80	0.88
6	0.18	0.12	1.3632	1.3828	0.51	0.59	0.60	0.72
7	0.15	0.08	1.3803	1.3723	0.65	0.54	0.84	0.79
8	0.16	0.13	1.3803	1.3743	0.63	0.67	0.81	0.88
9	0.18	0.05	1.3732	1.3642	0.60	0.54	0.72	0.74
10	0.20	0.06	1.3618	1.3773	0.57	0.61	0.78	0.78

TABLA 63. Cuadro comparativo por arrastre con vapor.

DISOLVENTE UTILIZADO (200 ml)	CANTIDAD DE PLANTA (g)		VOLUMEN DE CODESTILADO (ml)		TEMPERATURA DE DESTILACIÓN (°C)	CUALIDAD DEL DISOLVENTE	
	A	M	A	M		A	M
AGUA	100	100	300	300	92.5	R	R

R = Regular

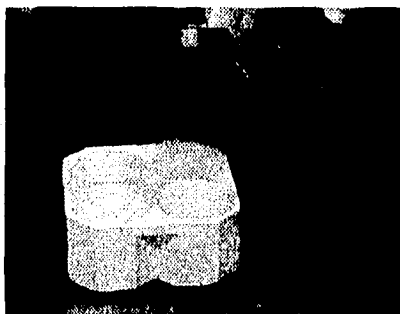
### 6.3 TERCERA ETAPA.

En la segunda etapa observamos que el  $\text{CO}_2$  reacciona con el agua contenida en la planta formando ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), ocasionando que el aceite tenga un olor desagradable, una coloración oscura y una viscosidad muy elevada. El aceite que se obtuvo en esta etapa no presentó las características físicas de la muestra patrón.

En esta tercera etapa se desarrolló una nueva metodología para la extracción de los aceites esenciales de albahaca y mejorana. Esta metodología consiste principalmente en tres etapas básicas que son **pulverización criogénica**, maceración y separación.

Para evitar la formación del ácido carbónico en esta etapa, producido por el  $\text{CO}_2$ , se usó un líquido criogénico inerte (nitrógeno líquido) como medio de congelamiento, por no afectar las propiedades físicas y químicas de los aceites.

#### Metodología.

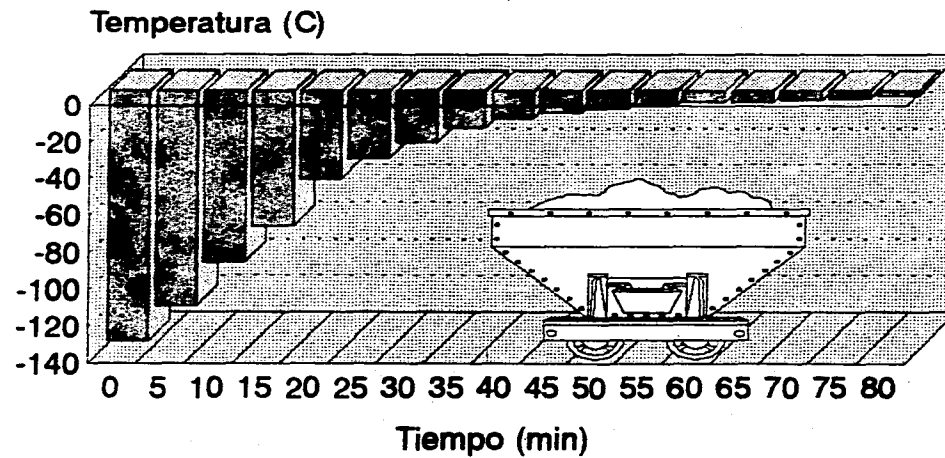


Se pesaron 250 g y 500 g de hojas y flores frescas de ambas hierbas y se colocaron en un recipiente de unicel al cual se le agregó el nitrógeno líquido.

# RECUPERACIÓN DE CALOR

ALBAHACA PULVERIZADA

Tiempo vs Temperatura



■ Temperatura vs tiempo

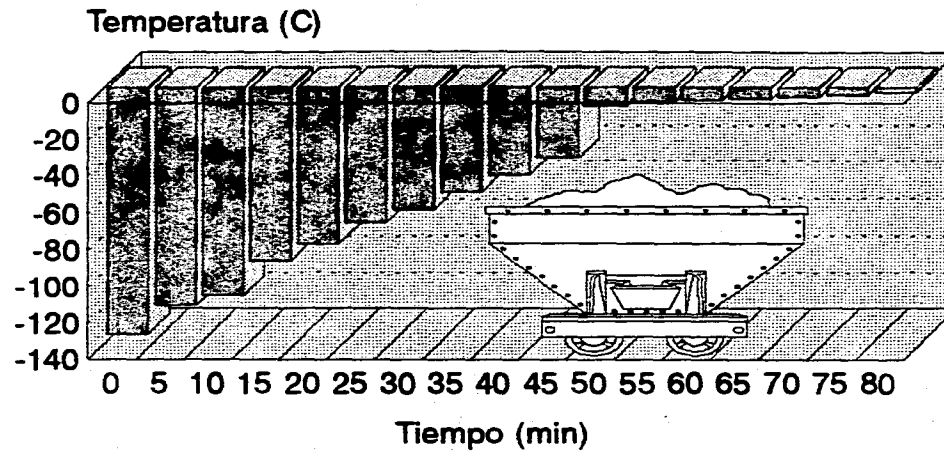
INGENIERÍA QUÍMICA



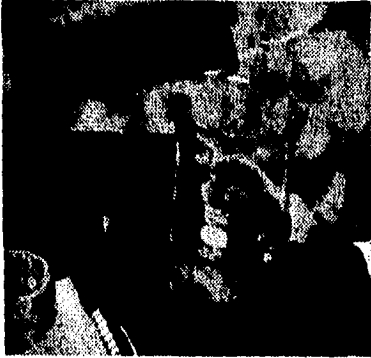
# RECUPERACIÓN DE CALOR

MEJORANA PULVERIZADA

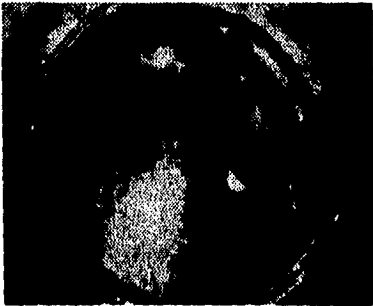
Tiempo vs Temperatura



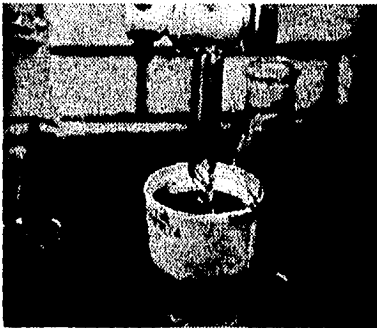
INGENIERÍA QUÍMICA



Las hojas y flores congeladas se agregan a un vaso de licuadora de aluminio para llevar a cabo la molienda, al término de la molienda se colocó en vasos de precipitado para observar el tiempo en que la planta se descongelaba, como se puede observar en las gráficas 1 y 2.



Una vez pulverizadas las hojas y flores se agregan a un recipiente con 500 ml de hexano para dejarlas macerar durante 2 horas, para agotar casi, en su totalidad el aceite esencial.



Terminada la maceración, la solución se separó por medio de una filtración a vacío, utilizando como medio filtrante tierras diatomáceas y carbón activo en una relación 6 a 1.

nuevamente al rotavapor para separar el hexano que se utilizó en la filtración y obtener el aceite esencial de mejorana crudo.

El hexano que se utilizó en esta metodología no se recuperó en su totalidad (50%), debido a que se evapora gran parte de éste en la maceración y filtración.

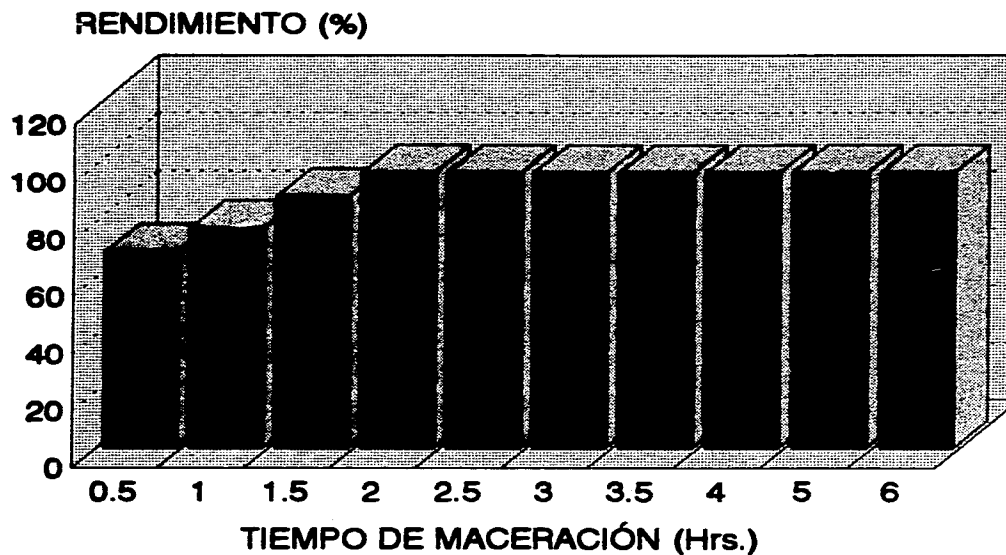
### RESULTADOS.

En las tablas (64 y 65) se puede observar que el aceite que se obtuvo por medio de esta técnica es un aceite crudo con las mismas características de la muestra patrón, pero con un rendimiento mayor para cada una de las hierbas en comparación con los métodos tradicionales. Este aceite posee un olor agradable, una coloración entre amarillo pardo y amarillo verdoso y una textura fina.

TABLA 64. Extracción por maceración con 250 g. de hierba utilizando hexano.

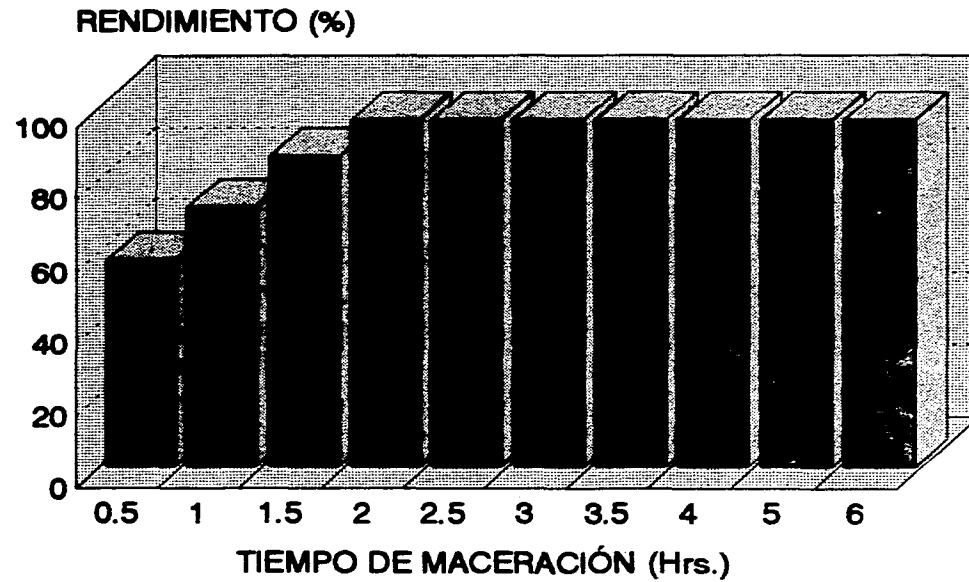
HO- RAS	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL				ÍNDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA		MEJORANA		A	M	Rf		Rx	
	(ml)	%	(ml)	%			A	M	A	M
0.5	0.2	57.30	0.25	68.81	1.5148	1.4818	0.74	0.67	0.98	0.99
1.0	0.25	71.63	0.28	77.07	1.5147	1.4627	0.72	0.68	0.99	1.02
1.5	0.30	85.96	0.32	88.08	1.5157	1.4627	0.76	0.69	1.00	1.02
2.0	0.30	98.00	0.35	96.34	1.5158	1.4667	0.75	0.67	1.00	1.00
2.5	0.33	96.00	0.35	96.34	1.5148	1.4667	0.81	0.69	1.02	1.00
3.0	0.33	96.00	0.35	96.34	1.5158	1.4668	0.73	0.70	1.00	1.00
3.5	0.33	96.00	0.35	96.34	1.5157	1.4657	0.75	0.68	1.00	1.00
4.0	0.33	96.00	0.35	96.34	1.5158	1.4667	0.75	0.68	1.00	1.00
5	0.33	96.00	0.35	96.34	1.5158	1.4667	0.81	0.67	1.02	1.00
6	0.33	96.00	0.35	96.34	1.5147	1.4880	0.73	0.70	1.00	1.02

# EXTRACCIÓN CON 250 gr DE MEJORANA UTILIZANDO HEXANO



Tercera etapa

# EXTRACCIÓN CON 250 gr DE ALBAHACA UTILIZANDO HEXANO



Tercera etapa

TABLA 65. Extracción por maceración con 500 g. de hierba utilizando hexano.

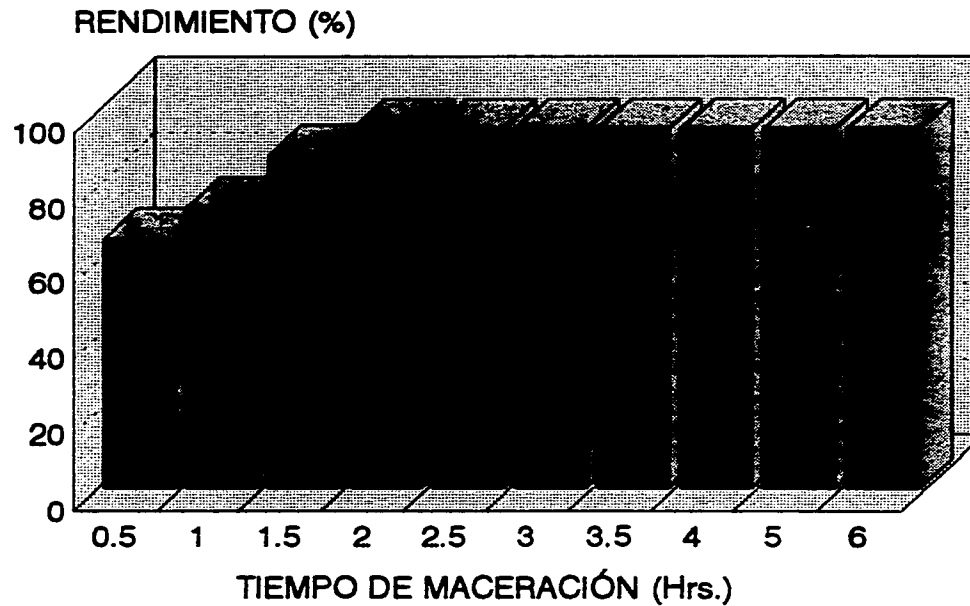
HO- RAS	CANTIDAD DE ACEITE ESENCIAL				INDICE DE REFRACCIÓN		CROMATOGRAFIA DE CAPA FINA			
	ALBAHACA		MEJORANA				Rf		Rx	
	(ml)	%	(ml)	%	A	M	A	M	A	M
0.5	0.40	57.30	0.48	66.08	1.5148	1.4613	0.73	0.68	1.09	1.02
1.0	0.52	74.49	0.54	74.32	1.5157	1.4643	0.72	0.67	1.02	1.02
1.5	0.61	87.39	0.64	88.08	1.5167	1.4654	0.75	0.70	1.00	1.02
2.0	0.69	97.42	0.69	95.00	1.5158	1.4666	0.75	0.68	1.00	1.00
2.5	0.69	97.42	0.69	95.00	1.5169	1.4667	0.71	0.70	1.00	1.00
3.0	0.69	97.42	0.69	95.00	1.5158	1.4667	0.75	0.67	1.00	1.00
3.5	0.69	97.42	0.69	95.00	1.5157	1.4667	0.72	0.67	1.02	1.00
4.0	0.69	97.42	0.69	95.00	1.5169	1.4666	0.74	0.67	1.00	1.02
5.0	0.69	97.42	0.69	95.00	1.5158	1.4666	0.75	0.68	1.00	1.00
6.0	0.69	97.42	0.69	95.00	1.5158	1.4678	0.72	0.70	1.00	1.02

TABLA 66 Cuadro comparativa de la extracción por maceración.

DISOLVENTE UTILIZADO	CANTIDAD DE PLANTA (g)		CANTIDAD DE DISOLVENTE		TEMPERATURA DE DESTILACIÓN		CALIDAD DEL DISOLVENTE	
	A	M	(ml)		(°C)		A	M
			A	M	600 mmHg	500 mmHg		
HEXANO	250	250	500	500	61.9	54.9	B	B

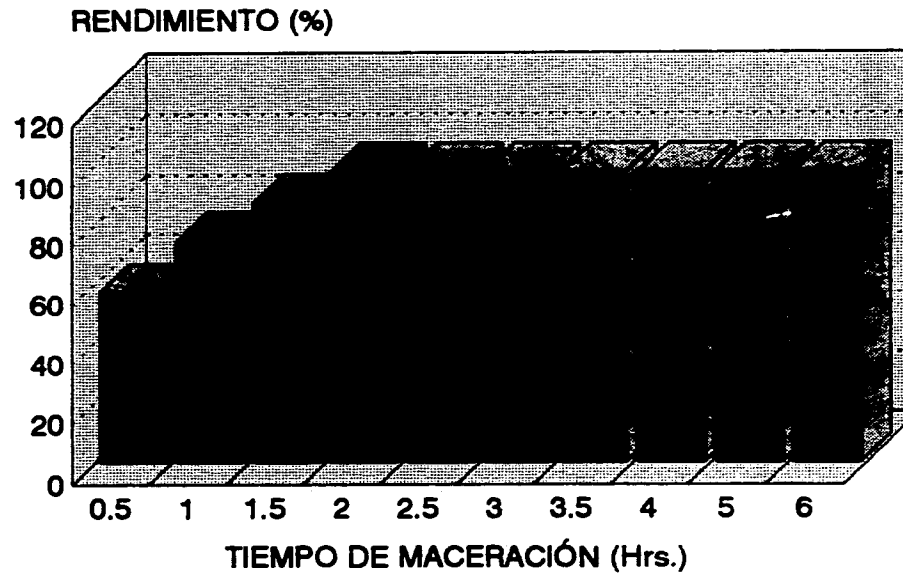
B = Buena

# EXTRACCIÓN CON 500 gr DE MEJORANA UTILIZANDO HEXANO



Tercera etapa

# EXTRACCIÓN CON 500 gr DE ALBAHACA UTILIZANDO HEXANO



Tercera etapa



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

## **7 ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

- En los resultados obtenidos en la primera etapa, se puede observar que la calidad del aceite esencial es mala, de acuerdo a las pruebas organolépticas, índices de refracción y cromatografía de capa fina, mostrados en las tablas anteriores. Con respecto a los métodos de extracción de la primera etapa, podemos afirmar que la extracción con Soxhlet no es adecuada debido a que el aceite de interés es sensible a las temperaturas altas y entra en descomposición, además que la capacidad del equipo es pequeña y la cantidad de aceite obtenido es insignificante. Este aceite presentó un olor desagradable y una consistencia viscosa, casi grasa, en algunas corridas, por lo que se omite en las etapas posteriores. Ver Tablas 46 a 50.
- El método de extracción por arrastre de vapor es adecuado, pero el rendimiento obtenido en aceite es muy bajo, el cual presentó un olor desagradable, desapareciendo la consistencia viscosa de los aceites esenciales y su índice de refracción se acerca más a la muestra patrón. En general este método de extracción es bueno a pesar de tomar un olor característico a hierba. Ver tablas de maceración 56 a 57.
- Con el método de extracción por maceración, se asegura el agotamiento del aceite contenido en las hojas y flores, con un período largo de tiempo, por lo que podemos decir que este método es el más adecuado pero tiene el inconveniente de que el tiempo de maceración es muy largo (8 a 15 días), lo que representa una gran desventaja en relación al método por arrastre de vapor, aunque el rendimiento de aceite es mayor.
- En la cromatografía de capa fina, se observó que el aceite que se obtenía por éstos métodos, contenía muchas impurezas, como pigmentos, ceras, etc.

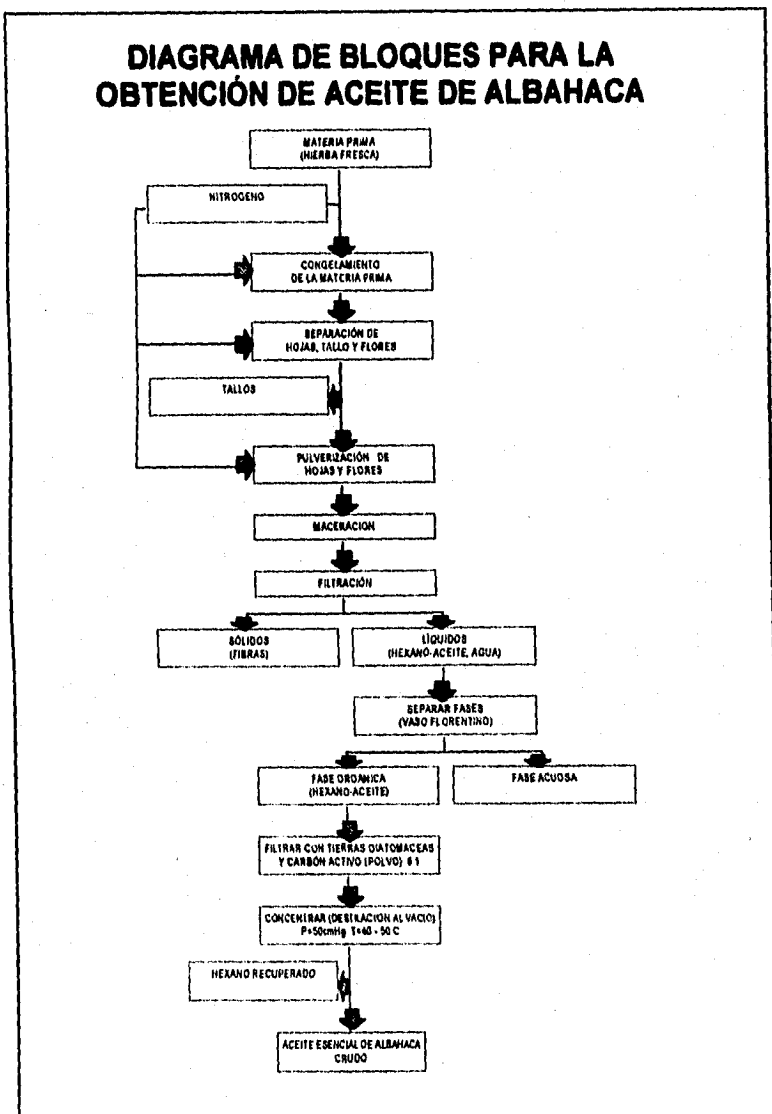
- En relación a los disolventes utilizados en la primera etapa, el hexano (ver anexos NOM-K-577-1983) fue el disolvente con el que se obtuvieron los mejores resultados, debido a que no es soluble en agua y es miscible con los aceites. El resto de los disolventes a excepción del cloroformo fueron descartados debido a que presentaban problemas de solubilidad y volatilidad (éter). **El cloroformo no se seleccionó como el disolvente adecuado debido a su restricción de manejo en México.** Ver tablas de comparación de los disolventes. Ver tablas (50,55 y 57).
- El alcohol no debe ser usado para la extracción de estos aceites a causa de que es miscible con el agua contenida en la planta, además de formar un extracto oscuro, masas sólidas que poseen un olor similar a las melazas (miel de caña) de un olor desagradable.
- En la segunda etapa los resultados que se muestran en las tablas (58 a 63).correspondientes tienen una gran variación debido principalmente a la formación de ácido carbónico producido por el CO<sub>2</sub> y el agua contenida en la planta, lo cual afectó las propiedades físicas y químicas de la planta, principalmente olor, color y consistencia por lo que se puede afirmar en este tipo de extracciones la utilización del CO<sub>2</sub> como medio criogénico no es adecuada.
- En la tercera etapa se utilizó únicamente como método de extracción la maceración, debido a los resultados obtenidos en la primera etapa en cuanto al rendimiento. Cabe señalar que se redujo el tiempo de maceración a dos horas mediante la utilización de nitrógeno líquido como medio de enfriamiento para lograr la **pulverización criogénica** de hojas y flores. Dado que el nitrógeno es un gas inerte el cual no afecta las propiedades físicas y químicas del aceite, se soluciona el problema presentado durante la segunda etapa.

- El método que hemos llamado **pulverización criogénica**, reduce el tiempo de maceración grandemente y permite una carga mucho más compacta para su extracción por maceración. Ver tablas (64 a 66).
- Como se puede observar estos resultados muestran claramente que el aceite que se obtiene por esta **nueva metodología**, presenta las mismas características que la muestra patrón.
- El aceite que se obtiene por maceración en este nuevo método es un aceite crudo, oloroso del tipo Europeo que contiene principalmente cineol, metil clavicol y linalool característicos del aceite esencial de albahaca. El aceite esencial de mejorana obtenido también por este nuevo método, es un aceite de olor agradable con pocos sólidos precipitados del tipo Español que contiene principalmente terpineno,  $\alpha$ -terpineol y el 4-terpineol.
- El rendimiento que se da por este nuevo método es del 32 y 25% (ver anexos) de albahaca y mejorana respectivamente, más del que se obtiene por los métodos tradicionales.
- Estos aceites están en forma cruda por lo que poseen algunas impurezas y es necesario aplicar un método de purificación a fin de obtener un aceite que reúna las condiciones necesarias para un uso específico.

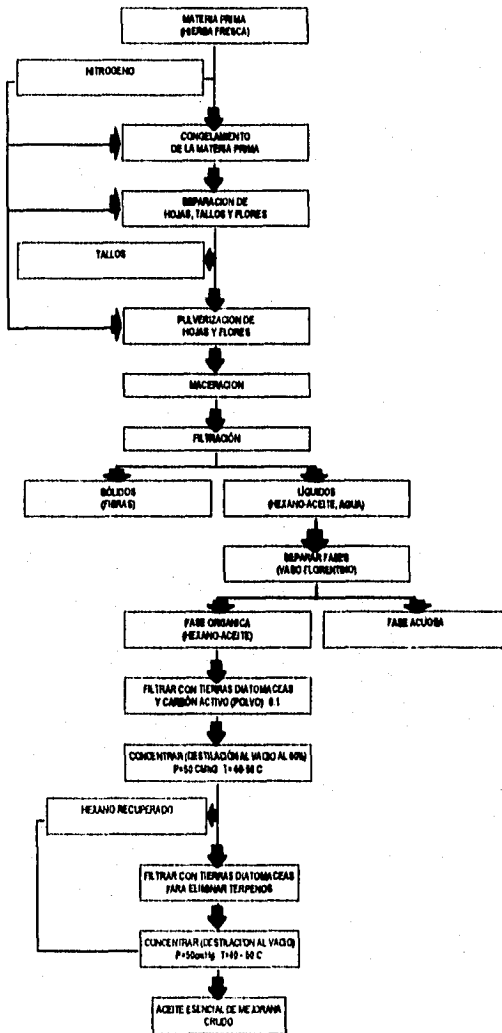
# CAPITULO 8

## 8 DESARROLLO DEL PROCESO

### DIAGRAMA DE BLOQUES



## DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE MEJORANA



## **8.1 BASES DE DISEÑO.**

### **Función de la Planta.**

La planta será diseñada para producir aceite esencial de albahaca y mejorana a partir de las hojas y flores frescas para cubrir la demanda insatisfecha en el mercado, pues hasta la fecha es importado.

### **Tipo de Proceso.**

Pulverización criogénica y maceración con hexano para la extracción del aceite esencial de albahaca y mejorana a partir de cargas de hojas y flores frescas.

El proceso será de tipo **BATCH**.

El equipo a utilizar será un separador de rodillos para las hojas y tallos, un molino de martillos, un tanque de maceración, filtros, un condensador, un tanque enchaquetado con agitación, un vaso florentino, tanque colector de condensado, una bomba centrífuga y un almacén con aire acondicionado (opcional).

La materia prima son las hojas y flores de las plantas de albahaca y mejorana.

### **Separación y Pulverización.**

La primera fase es la separación y pulverización de las hojas y flores frescas, esta se lleva a cabo en un separador de rodillos cuya función es la de separar las hojas y flores congeladas de los tallos, para llevarlas a un molino de martillos cuya función será pulverizarlas para la segunda fase.



### **Maceración y Filtración.**

En la segunda fase del proceso, la maceración tendrá lugar en un tanque vertical, utilizando como medio de extracción al hexano. Terminada la maceración se procede a la filtración que tendrá lugar en un filtro de arena, pero se utilizara como medio filtrante tierras diatomáceas y carbón activo; cuya función será la de separar la fase sólida de la fase líquida así como también algunos pigmentos para seguir con la tercera fase.

#### **1.- Separación.**

En la tercera fase del proceso, la separación se divide en dos partes: La primera parte se lleva a cabo en un vaso florentino cuya función será separar la solución de hexano-aceite esencial del agua. La segunda parte se lleva a cabo en un tanque con enchaquetamiento y agitación cuya función será la de separar en su totalidad el aceite esencial del hexano.

El hexano que sale de este tanque se recupera en un tanque vertical una vez que ha pasado por el condensador.

**Nota:** Para la extracción del aceite esencial de mejorana el proceso continua en una cuarta fase ( Véase la descripción del proceso).

#### **2.- Capacidad.**

La planta operará normalmente a una capacidad de 343.2 kg./año y 455 kg./año de aceite esencial de albahaca y mejorana respectivamente, con la facilidad de aumentar su capacidad al doble en un futuro.

### 3.- Condiciones de Alimentación.

TABLA 67

ALIMENTACIÓN	ESTADO FÍSICO	CONSUMO (AÑOS)	FORMA DE ENTREGA
Hojas y flores de albahaca y mejorana	sólido	260 ton.	granel/banda transp.

### 4.- Condiciones del Producto:

TABLA 68

ALIMENTACIÓN	ESTADO FÍSICO	CONSUMO (AÑOS)	FORMA DE ENTREGA
Aceite esencial albahaca mejorana	Líquido	343.2 kg./año 455 kg./año	recipientes de vidrio color ámbar de 1 L

### 5.- Eliminación de Desechos:

Los desechos principales serán los tallos y fibras de las hojas separadas por el filtro, que se utilizarán como abono para la tierra de cultivo de estas plantas o como alimento para ganado.

### 6.- Instalaciones Requeridas de Almacenamiento:

El almacenamiento del producto será en recipientes de vidrio color ámbar de 4 L con una atmósfera controlada en su interior de nitrógeno y depositados en el área de producto terminado debidamente protegidos.

#### **7.- Servicios Auxiliares:**

Se proporcionará todos los servicios auxiliares necesarios como son: vapor, agua de enfriamiento, agua para servicios y uso sanitario, gas, agua potable, alimentación de energía eléctrica, sistemas de comunicación, sistema de desfogue, etc. Estos no serán tratados en el presente trabajo.

#### **8.- Sistemas de Seguridad:**

Se proporcionarán todos los sistemas de seguridad adecuados para protección del personal y contra incendio. Estos no serán tratados en el presente trabajo.

## **8.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.**

(ver diagrama de flujo de proceso (DFP) de albahaca y mejorana).

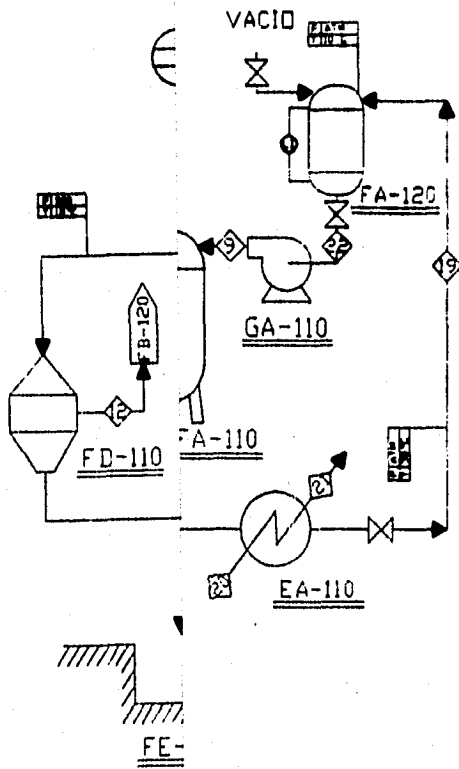
La materia prima se recibe a granel en el almacén (FB-110) que es un cuarto con aire acondicionado, para evitar las pérdidas del aceite por el aire húmedo, para evitar estas pérdidas se recomienda procesar inmediatamente la materia prima (tallos, hojas y flores). Esta se introduce en la tolva de alimentación de la banda cóncava, congelándose por medio de una corriente de nitrógeno aplicada por rociadores conforme la materia prima pasa a la banda transportadora (BT-110), manteniendo una temperatura de  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la banda transporta a la planta hacia un separador de rodillos (SH-110), cuya función es la de separar las flores y hojas de los tallos. El (SH-110) tiene 3 pares de rodillos del mismo diámetro que giran el uno hacia el otro a velocidades idénticas, uno de los ejes se mueve sobre cojinetes fijos y el otro sobre cojinetes móviles, la distancia entre los rodillos es ajustable y cuenta con un conjunto de resortes poderosos que mantienen el rodillo móvil a la distancia preestablecida, logrando una separación total de las hojas y flores de los tallos. El equipo cuenta con aspersores en su interior para mantener una temperatura de  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Las hojas y flores congeladas caen a la bandeja de alimentación del molino de martillos (MM-110) mientras que los tallos son desechados hacia la zona de desechos a granel (FB-120).

Las hojas y flores que entran al molino de martillos (MM-110) son pulverizados por impacto repetido contra los martillos rotatorios, la materia prima (hojas y flores) permanece en el molino de martillos hasta que ha sido molida a un tamaño suficientemente pequeño para pasar a través de una malla del número 100. Durante la molienda, una corriente de nitrógeno líquido es inyectada continuamente dentro de ésta a través de unos aspersores para enfriar a la cámara cilíndrica de molienda y mantener a las hojas y flores a una temperatura de  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La materia prima pulverizada por el molino de martillos (MM-110) es

transportada por medio de un recipiente móvil, previamente enfriado con una corriente de nitrógeno para evitar que las hojas y flores pulverizadas se descongeien y adhieran a las paredes de éste, y evitar con esto pérdidas.

El polvo es transportado al tanque de maceración (FA-110) que es alimentado por la parte superior del tanque el cual posee una tapa móvil para este efecto. Antes de esta alimentación el tanque (FA-110) deberá contener el hexano el cual entrará por la parte superior de éste, para evitar que el polvo se proyecte hacia la parte superior del tanque. El tiempo de que durará la maceración será de dos horas para agotar en su totalidad el aceite contenido en las hojas y flores pulverizadas. Por los fondos del tanque (FA-110), sale una corriente de sólidos en suspensión (hexano-agua-aceite esencial-fibras), hacia el filtro (FD-110) el cual tiene como medio filtrante una torta de tierras diatomáceas y carbón activo para separar los sólidos fibrosos, pigmentos y ceras de la solución aceite esencial-hexano-agua, por medio de una presión de vacío de 500 mmHg proveniente del (FG-110). Los sólidos son removidos después de terminar la filtración hacia la zona de desechos a granel (FB-120). La fase líquida pasa a un tanque separador de fases líquido-líquido (FG-110) por la parte del domo, donde se separan automáticamente el agua y la solución hexano-aceite esencial formando dos capas separadas, flotando generalmente la capa de aceite sobre la capa acuosa por diferencia de densidades. Aunque es común que ambas capas no se separen inmediatamente en el separador, especialmente si la diferencia de densidades entre el aceite y el agua es pequeña. Deberá evitarse cualquier tipo de turbulencia que pudiera originar una emulsión. El vacío que se utilizó para la filtración se suspende cuando la fase líquida se encuentre en su totalidad en el (FG-110).

El denominado vaso florentino (FG-110), que es un recipiente que tiene dos salidas, o una. Si el aceite esencial es más ligero que el agua, se deberá usar un



LISTA DE EQUIPO	
CLAVE	DESCRIPCION
BT-110	BANDA TRANSPORTADORA
EA-110	CANBIADOR DE CALOR
FA-110	TANQUE DE HACERACION
FA-120	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
FD-110	FILTRO DE TIERRA DIATOMACEA
FB-110	TANQUE DE ALMACENAMIENTO A PRESION ATMOSFERICA
FB-120	ALMACENAMIENTO A CAMPO ABIERTO
FE-110	SISTERNA DE TRATAMIENTO
FE-110	SEPARADOR
GA-110	BOMBA CENTRIFUGA
GD-110	TANQUE CON AGITACION Y ENCHUQUETAMIENTO
SH-110	MOLINO DE MARTILLOS
SH-110	SEPARADOR DE HOJAS

MIENTO ACEITE ESENCIAL  
BAHACA CRUDO

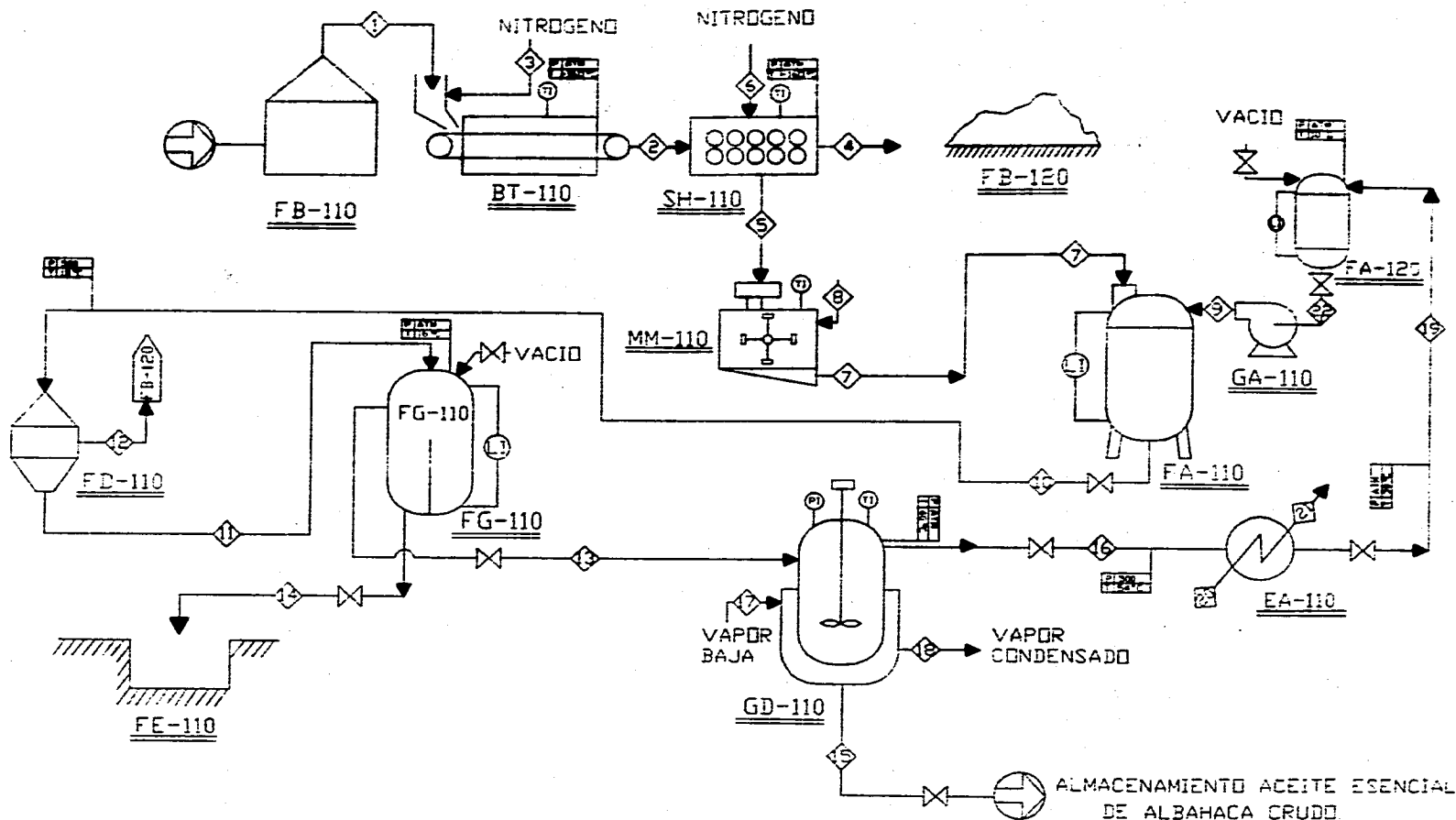
COMPONENTE	1	2	3	4	5	6
AL BAHACA (Kg)	100					
HEXANO (Kg)	34			689.04		756.6
ACEITE ESENCIAL DE AL BAHACA (Kg)						
NITROGENO (Kg)						
AGUA (Kg)		550.5978	550.5978		1186.63	1186.63
TALLOS (Kg)						
HOJAS (Kg)						
TOTAL (Kg)	100	645.5978	645.5978	689.04	1186.63	1186.63
PRESION (mmHg)	5	11250.168		500		
TEMPERATURA °C	2	119.32	60	30	82	30
DENSIDAD gr/cm <sup>3</sup>				0.66	1	1
EDO FISICO		L	L	L	L	L

FES "ZARACORA"  
UNAM

DIAGRAMA DE FLUJO  
PROPUESTO PARA LA  
OBTENCION DE ACEITE  
ESENCIAL DE AL BAHACA

PROF:  
DR. EDUARDO VAZQUEZ Z.

ESTUDIOS:  
ACELFO RUIZ MORA  
FCO. JAVIER LARGAS E  
JOSE LUIS VALLON



LISTA DE EQUIPO	
CLAVE	DESCRIPCION
BT-110	BANCA TRANSPORTADORA
EA-110	CAMBIADOR DE CALOR
FA-110	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
FB-120	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
FD-110	FILTRO DE TIERRA DIATOMACEA
FE-110	TANQUE DE ALMACENAMIENTO A PRESION ATMOSFERICA
FG-110	ALMACENAMIENTO A CAMPO ABIERTO
GA-110	SISTEMA DE TRATAMIENTO
GD-110	SEPARADOR
MM-110	SEPARADOR
SH-110	SEPARADOR
BT-110	SEPARADOR
BT-110	SEPARADOR

COMPONENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
ALBAHACA (Kg)	1000	1000																								
HEXANO (Kg)																										
ACEITE ESENCIAL DE ALBAHACA (Kg)																										
NITROGENO (Kg)			26.304		24.875		14.872																			
AGUA (Kg)																										
TALLOS (Kg)				420																						
HOJAS (Kg)					580		580																			
TOTAL (Kg)	1000	1000	26.304	420	580	24.875	580	14.872	765.6	765.6	1718.367	633.232	4590.7916	21.576	7516	689.04	550.5978	550.5978	689.04	11862.63	11862.63					
PRESION (mmHg)	586	586					586																			
TEMPERATURA °C	23	-160	-160	-160	-150	-160	-155	-160	17	10	15	17	16	15	28	54	139.32	60	30	22	30					
DENSIDAD g/cm³									0.66																	
EDO FISICO	S	S	L	S	S	L	S	L	L	S	L	S	L	L	V	V	V	V	V	L	L	L	L	L	L	L

FES "ZARAGOZA"  
UNAM

DIAGRAMA DE FLUJO  
PROPUESTO PARA LA  
EXTRACCION DE ACEITE  
ESENCIAL DE ALBAHACA

DR. EDUARDO VAZQUEZ Z.

INGENIERO

AYUDANTE: RAUL MORAN  
FED. JAVIER VARGAS E  
JOSE LUIS MACALLAN E





recipiente con una salida en el fondo, en esta forma el aceite se junta en la parte superior del recipiente, en tanto, que el agua va saliendo conforme entra, por la parte inferior, que tiene un tubo, que sube en forma de sifón, así se puede eliminar mucha cantidad de agua y se va concentrando la cantidad de aceite esencial.

La fase acuosa sale por el fondo hacia una fosa de tratamiento químico (FE-110). La fase orgánica (aceite esencial - hexano) sale de un costado del tanque (FG-110) hacia el tanque con agitación y enchaquetamiento (GD-110) que se utilizará para separar el aceite esencial del hexano. Este tanque de separación operará a una presión de vacío de 500 mmHg y una temperatura controlada que no exceda de 30 a 50 °C, para evitar la descomposición del aceite esencial. Este tanque está provisto de un agitador con paletas para que la temperatura dentro de éste sea uniforme en toda la solución líquida de hexano - aceite esencial. El vapor a utilizar será de baja presión controlando el flujo del mismo para no exceder la temperatura límite del aceite esencial. Por el domo del tanque sale una corriente de hexano vapor a una temperatura de 54 °C hacia el condensador (EA-110) el cual condensará al hexano con agua de enfriamiento a una temperatura de 30 °C hacia el tanque (FA-120) que es un tanque de almacenamiento vertical. De este tanque sale una corriente por medio de la bomba (GA-110) hacia el (FA-110) para alimentar hexano a éste.

El proceso continuará para el aceite esencial de mejorana (ver D.F.P. de mejorana) en el (GD-110), la solución del hexano - aceite esencial de mejorana se concentrará al 60 % para permitir la precipitación de las ceras. Por el fondo de éste sale una corriente hacia el filtro (FD-120) que contiene como medio filtrante



una torta de tierras diatomáceas y carbón activo en una proporción de 6 a 1, evitando con esto la solidificación del aceite. Esta filtración se realizará a una presión de vacío de 500 mmHg llevando una corriente hacia el tanque con agitación (GD-110) para la concentración del aceite esencial. Por los fondos del (GD-110) se obtiene el aceite esencial de mejorana y por el domo se recupera el hexano como anteriormente se describió.

### **8.3 ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS EQUIPOS.**

#### **a) ALIMENTADOR.**

**Cantidad requerida:** 1

**Servicio:** Alimentador para la banda transportadora.

#### **Datos de Proceso.**

**Capacidad de operación:** 580 kg. de albahaca, 600 kg. de mejorana.

**Producto:** Hierba fresca de albahaca o mejorana.

**Presión de operación:** Atmosférica.

**Temperatura de operación:** -150°C.

#### **Construcción.**

**Tipo:** Alimentador en embudo con aspersores.

**Longitud:** 0.586 m.

**Diámetro superior:** 1.42 m.

**Diámetro inferior:** 0.3 m.

**Tipo de flujo:** Errático y en embudo.

#### **Materiales:**

**Cuerpo:** Lámina de acero al carbón.

**Aislante:** Poliuretano.

## b) BANDA TRANSPORTADORA.

**Cantidad requerida:** 1

**Servicio:** Transportador de materia prima.

### Datos de Proceso.

**Capacidad de operación:** 1 ton/día.

**Producto:** Hierba fresca de albahaca o mejorana.

**Presión de operación:** Atmosférica.

**Temperatura de operación:** -150°C.

### Construcción.

**Tipo:** Transportador de banda cóncava cubierto con aspersores.

**Longitud:** 3 m.

**Anchura:** 24 cm.

**Área transversal de carga:** 0.11 ft<sup>2</sup>.

**Velocidad normal de operación:** 200 ft/min.

**Velocidad máxima aconsejable:** 300 ft/min.

**Capas de la banda:** 3 mínimas, 5 máximas.

**Potencia:** 0.25 HP.

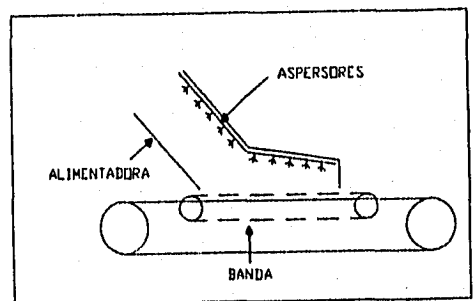
### Materiales:

**Rodillos:** Acero al carbón.

**Aislante:** Poliuretano.

**Banda:** Acero inoxidable.

**Cuerpo que cubre a la banda:** Aluminio.



### c) SEPARADOR DE HOJAS DE RODILLOS.

**Cantidad requerida:** 1

**Servicio:** Separador de tallos, hojas y flores.

#### Datos de Proceso.

**Capacidad de operación:** 1 ton/día.

**Producto:** Hojas y tallos de albahaca o mejorana.

**Presión de operación:** Atmosférica.

**Temperatura de operación:** -150 °C.

#### Construcción.

**Tipo:** Tritrador de rodillos.

**Longitud:** 24.09 in.

**Diámetro máximo de alimentación:** 0.7 in.

**Diámetro de apertura entre rodillos:** 0.09 in.

**Velocidad periférica:** 2400 in/min.

**Tamaño de rodillos:** 12 in x 24 in

**Distancia entre pares de rodillos:** 6 in.

**Número de rodillos:** 6 in.

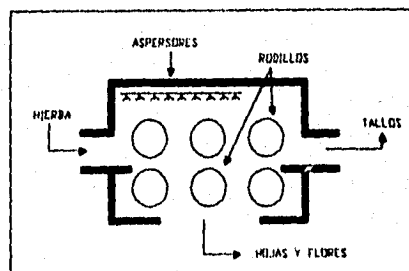
**Potencia:** 0.4 HP.

#### Materiales:

**Rodillos:** Acero al carbón.

**Cuerpo que cubre a los rodillos:** Aluminio.

**Aislante:** Poliuretano de alta densidad.



#### **d) MOLINO DE MARTILLOS.**

**Cantidad requerida:** 1.

**Servicio:** Pulverizador.

#### **Datos de Proceso.**

**Capacidad de operación:** 580 kg.

**Producto:** Hojas y flores congeladas de albahaca o mejorana.

**Presión de operación:** Atmosférica.

**Temperatura de operación:** -150 °C.

#### **Construcción.**

**Tipo:** Mikro Pulverizer de martillos con rociadores.

**No. de malla:** 100.

**Tamaño:** Bantam.

**Diámetro de rotor:** 8 in.

**Velocidad máxima :** 9600 r.p.m.

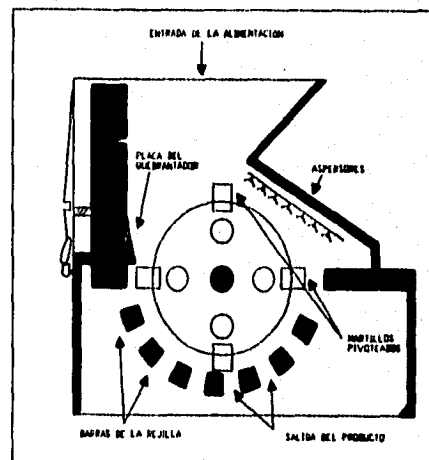
**Potencia:** 3 HP.

#### **Materiales:**

**Martillos:** Acero al carbón.

**Cuerpo:** Acero al carbón.

**Aislante:** Poliuretano.



**e) TANQUE DE MACERACIÓN.**

**Cantidad requerida:** 1

**Servicio:** Maceración

**Datos de Proceso.**

**Capacidad de operación:** 1.96 m<sup>3</sup>.

**Producto:** hexano/ hierba en polvo.

**Presión de operación:** 760 mmHg.

**Temperatura de operación:** 20 °C.

**Construcción.**

**Tipo:** Recipiente de almacenamiento vertical.

**Longitud:** 2.50 m.

**Diámetro:** 1 m.

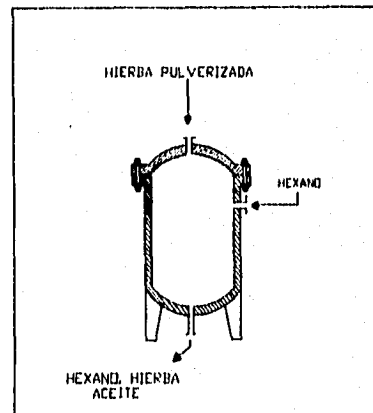
**Espesor:** 1/8 in.

**Número de boquillas:**

**Diámetro de boquillas:** 2 de 3/4 in y 2 de 4 in .

**Materiales:**

**Tapas y cuerpo del tanque:** Aluminio.





## f) FILTRO I

**Cantidad requerida:** 1

**Servicio:** Separación de los sólidos fibrosos y ceras del líquido.

### Datos de Proceso.

**Capacidad de operación:** 1.3456 E 3 kg.

**Producto:** Sólidos fibrosos/ ceras/aceite esencial/hexano/agua.

**Presión de operación:** 500 mmHg.

**Temperatura de operación:** 13 °C.

### Construcción.

**Tipo:** Filtro de arena.

**Longitud:** 2 m.

**Diámetro:** 1 m.

**Longitud total:** 2.50 m.

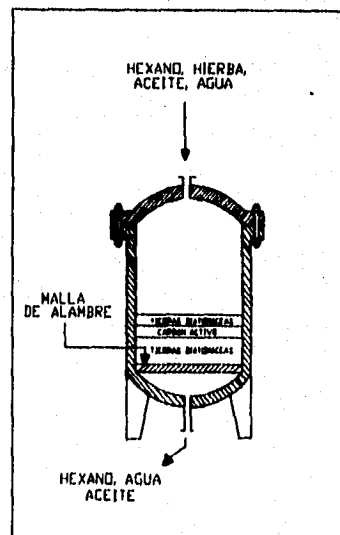
**Tiempo de filtración:** 1 hr.

### Materiales:

**Malla de retención:** Malla de alambre.

**Placa de retención perforada:** Aluminio.

**Torta:** Tierras diatomáceas y carbón activo (6 a 1).



**g) RECIPIENTE SEPARADOR DE FASES.**

**Cantidad requerida:** 1

**Servicio:** Separador de fases líquido - líquido.

**Datos de Proceso.**

**Capacidad de operación:** 1.067 m<sup>3</sup>.

**Producto:** Agua/aceite esencial/hexano.

**Presión de operación:** Atmosférica.

**Temperatura de operación:** 16°C.

**Construcción.**

**Tipo:** Vaso florentino.

**Longitud:** 1.4 m.

**Diámetro:** 1 m.

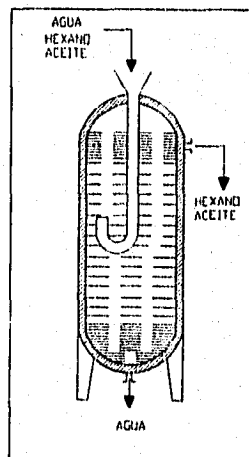
**Espesor:** 1/8 in.

**Número de boquillas:** 4.

**Boquillas de entrada y salida:** 3/4 in.

**Materiales:**

**Cuerpo:** Aluminio.



## **h) SEPARADOR CON AGITACIÓN.**

**Cantidad requerida:** 1

**Servicio:** Recuperación del aceite esencial.

**Datos de Proceso.**

**Capacidad de operación:** 1.15025 m<sup>3</sup>

**Capacidad máxima de operación:** 1.5 m<sup>3</sup>.

**Producto:** Aceite esencial de albahaca/hexano.

**Presión de operación:** 500 mmHg.

**Temperatura de operación:** 30 a 40 °C.

**Construcción.**

**Tipo:** Tanque agitador de paletas con enchaquetamiento.

**Longitud:** 2 m.

**Diámetro:** 1 m.

**Espesor:** 5/16 in.

**Tipo de agitador:** De paletas inclinado de baja velocidad.

**Tipo de flujo:** axial.

**Tamaño de las paletas:** 0.15 m.

**Longitud del agitador:** 1.80 m.

**Potencia del motor del agitador:** 0.25 HP. regulable.

**Posición del agitador:** 90° por arriba del tanque.

**Fluido por la chaqueta:** Vapor de baja.

**Superficie máxima de calentamiento:** 4.77 m<sup>2</sup>.

**Coefficiente de transferencia de calor global:** 1700 J/m<sup>2</sup>seg°K.

**Espesor del aislante:** 2 in.

**Boquillas:** 3/4 in.

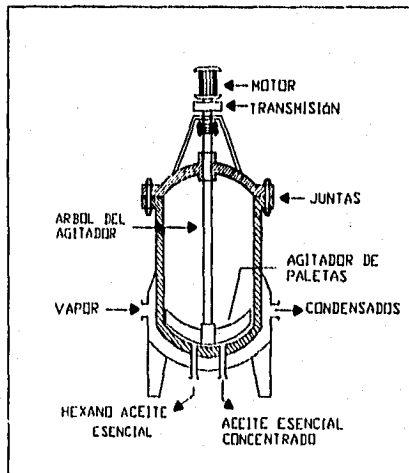
**No de boquillas:** 4.

**Materiales:**

**Tapas y cuerpo del tanque:** Acero al carbón.

**Tubo y Paletas:** Acero inoxidable.

**Aislante:** Fibra de vidrio.



## **I) FILTRO II.**

**Cantidad requerida:** 1.

**Servicio:** Separación de ceras y terpenos del aceite esencial de mejorana .

### **Datos de Proceso.**

**Capacidad de operación:** 0.627 m<sup>3</sup>.

**Producto:** aceite esencial/ceras/terpenos.

**Presión de operación:** 500 mmHg.

**Temperatura de operación:** 28 °C.

### **Construcción.**

**Tipo:** Filtro de arena.

**Diámetro:** 0.5 m.

**Longitud total:** 0.80 m.

**Tiempo de filtración:** 10 a 20 min.

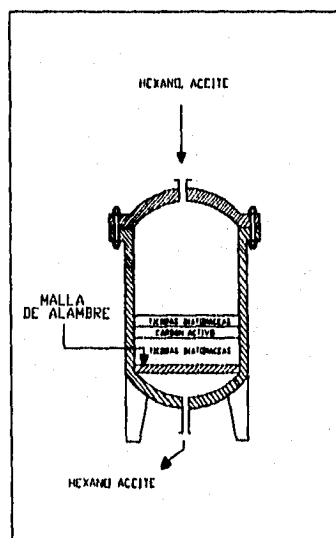
### **Materiales:**

**Malla de retención:** Malla de alambre.

**Cuerpo:** Aluminio, vidrio o porcelana.

**Placa de retención perforada:** Aluminio.

**Torta:** Tierras diatomáceas y carbón activo (6 a 1).



## **j) CONDENSADOR.**

**Cantidad requerida:** 1.

**Servicio:** Recuperación de hexano vapor.

### **Datos de Proceso.**

**Capacidad de operación:** 1519 lb/hr.

**Producto:** hexano vapor/agua.

**Densidad:** 0.659 g/ml.

**Temperatura entrada hexano:** 129.2 °F.

**Temperatura salida hexano:** 77 °F.

**Temperatura entrada agua enfriamiento:** 71.6 °F.

**Temperatura salida agua enfriamiento:** 86 °F.

**Carga de calor:** 83547.62 BTU/hr.

**Flujo de agua de enfriamiento:** 1569132 lb/hr.

**U de diseño:** 53.33 Btu/hrft<sup>2</sup> °F.

### **Construcción.**

**Tipo:** Tubos y coraza a contracorriente.

#### **TUBOS:**

**Longitud:** 8 ft.

**Diámetro:** 0.620 in.

**Numero de tubos:** 97.

**Arreglo:** Triangular.

**Pitch:** 15/16 in.

**No. de pasos:** 5.

**CORAZA:**

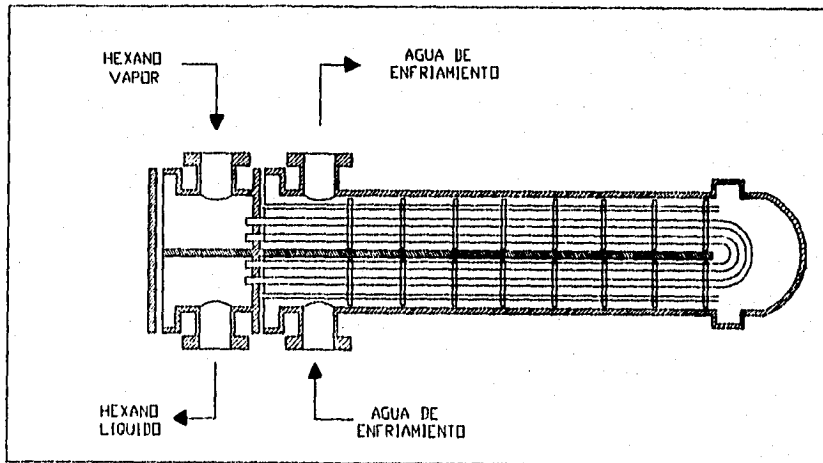
**Área:** 143.628 ft<sup>2</sup>.

**Diferencia de presión en tubos:**  $1.0296 \times 10^{-2}$  psi.

**Materiales:**

**Coraza:** Acero al carbón.

**Tubos:** 3/4 in 16 BWG de acero al carbón.



### **K) RECIPIENTE DE RECOLECCIÓN.**

**Cantidad requerida:** 1.

**Servicio:** Recuperación y almacenaje de hexano.

#### **Datos de Proceso.**

**Capacidad de operación:** 1,044 m<sup>3</sup>.

**Producto:** hexano.

**Presión de operación:** 500 mmHg.

**Temperatura de operación:** 16 °C.

#### **Construcción.**

**Tipo:** Cilindro vertical de tapas torisféricas.

**Longitud:** 2.50 m.

**Diámetro:** 1 m.

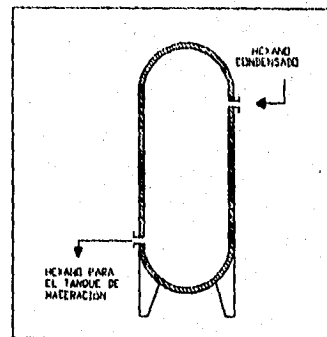
**Espesor:** 1/8 in.

**Número de boquillas:** 4.

**Boquillas de entrada y salida:** 3/4 in.

#### **Materiales:**

**Cuerpo:** Acero al carbón.





# CONCLUSIONES

## **9 CONCLUSIONES.**

- Los aceites esenciales de albahaca y mejorana no son producidos en México, a pesar de que se tiene la materia prima, como los conocimientos para poderlos producir, esto debido quizá, a la falta de interés industrial o al desconocimiento de los beneficios económicos que se obtienen de éstos.

Para satisfacer el consumo interno de los aceites esenciales se tienen que importar, por consiguiente, las industrias (Farmacéutica, de Alimentos, de Perfumes, etc.) que hacen uso de éstos y que son de una gran importancia para sus productos finales tienen que elevar sus costos.

Para tratar de sustituir estas importaciones, se desarrolló una nueva metodología, que representa una atractiva alternativa para la obtención de estos aceites, con una alta calidad y rendimiento.

- Esta nueva metodología supera a los métodos tradicionales, para la extracción de estos aceites, obteniéndose un 32 y 25% (Ver Anexos) más de aceite esencial de albahaca y mejorana respectivamente.
- Por lo que, esta novedosa metodología es aplicable a la mayoría de las plantas, (esto realizando determinadas adecuaciones), que contengan aceite esencial en sus hojas y flores.
- El proceso propuesto únicamente es aplicable para la extracción de aceite esencial de albahaca y mejorana contenido en las hojas y sumidades floridas.

- En la realización de la búsqueda bibliográfica, se consultó el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), (con el cual se tiene un convenio UNAM FES "ZARAGOZA", Carrera de Ingeniería química.), para realizar una búsqueda de información con respecto a esta nueva metodología, tanto a nivel Nacional, como Internacional, no encontrándose ningún tipo de información con lo que respecta a Molienda Criogénica para la extracción de aceites esenciales. Por lo cual esta *metodología es susceptible a patentarse*.
  
- Con esto se comprueba que en México y especialmente en la UNAM FES "ZARAGOZA", se tienen los conocimientos y habilidades, para desarrollar tecnología por medio de la investigación básica, a pesar de la falta de recursos que para ello se necesita.
  
- Un recurso importante que ayudó al avance de esta investigación, fue el convenio que se realizó entre la UNAM FES "ZARAGOZA", Carrera de Ingeniería Química y la empresa CRYOINFRA S. A. de C. V., la cual aportó una donación de 20 kg de nitrógeno líquido cada 15 días.
  
- Reconociendo la necesidad de recursos que para el tema se requirió, parece claro que la vinculación UNIVERSIDAD - INDUSTRIA es de suma importancia para llevar a cabo investigaciones que permitan resolver algunos problemas nacionales, impulsados por medio de estos convenios.

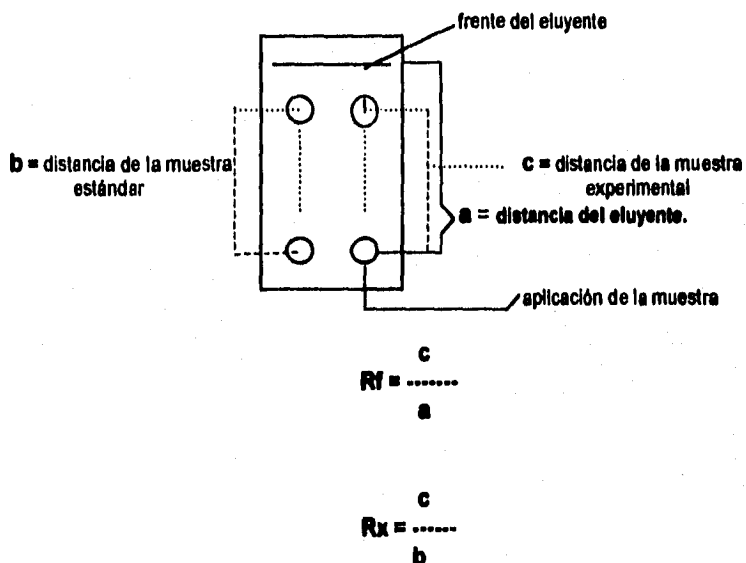
**ANEXOS**

## 10. ANEXOS

### 10.1 CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA

La cromatografía en capa fina o delgada constituye un método para separar, en algunos casos identificar mezclas de dos o más compuestos orgánicos. En algunos aspectos esta técnica es similar a la cromatografía en columna y en papel.

En principio, la práctica de la cromatografía en capa fina es sencilla, como se muestra en la figura siguiente.



Como en la cromatografía de capa fina, es posible el cálculo de valores de  $R_f$ ; el valor de  $R_f$  se define como la relación entre la distancia recorrida por el compuesto utilizado como soluto o experimentalmente y la recorrida por el disolvente en el mismo tiempo. Así como también el valor de  $R_x$  se define como la

relación entre la distancia recorrida por el compuesto utilizado como soluto experimentalmente y la recorrida por el compuesto utilizado como soluto estándar o muestra patrón. Lógicamente, los valores de  $R_f$  de un compuesto determinado varían ampliamente con los cambios de soluto, eluyente y adsorbente.

Se cubre una placa de vidrio con una capa fina de un adsorbente adecuado, se coloca en el origen de la placa una mancha de una solución del compuesto orgánico (o mezcla) en estudio, se deja que un disolvente adecuado eluya por la capa del adsorbente por capilaridad y el compuesto (o compuestos) se localizan en la placa, directamente en el caso de compuestos coloreados o con la ayuda de un revelador (o utilizando luz ultravioleta) cuando los compuestos son incoloros.

Los diversos compuestos eluyen por la capa de adsorbente a velocidades diferentes con relación al eluyente y de esta forma se realiza la separación de los componentes de una mezcla. Es posible identificar los componentes de la mezcla midiendo las razones de emigración de las manchas con respecto a la del frente del disolvente y estableciendo comparaciones con el comportamiento de compuestos conocidos.

## 10.2 CÁLCULO DE RENDIMIENTO

En muchos experimentos es posible tomar en cuenta los rendimientos, debido a que se ha operado en condiciones que permiten llegar a resultados satisfactorios.

### Rendimiento Práctico

En las extracciones ya realizadas e informadas teóricamente, se conoce el rendimiento práctico, es decir, que el rendimiento práctico es el rendimiento logrado del teórico en relación a los que se informan en la literatura, obtenidos a través de los métodos tradicionales (calculados en las tablas 51 a 54 y la 56).

TABLA 69. Rendimiento práctico obtenido experimentalmente.

ALBAHACA		MEJORANA	
DE 250 g DE PLANTA	SE OBTIENE 0.1783ml DE ACEITE ESENCIAL	DE 250 g DE PLANTA	SE OBTIENE 0.27 ml DE ACEITE ESENCIAL

### Ejemplo:

Para el cálculo del rendimiento del aceite de albahaca se tiene la siguiente fórmula

$$\frac{W}{Z} = \frac{100}{X}$$

Donde:

Z = Cantidad obtenida en ml de aceite esencial en la parte experimental.

X = Rendimiento

W = Cantidad de aceite de albahaca ó mejorana en ml obtenida experimentalmente por los métodos tradicionales.

### Rendimiento Teórico

Es el rendimiento obtenido a partir de la cantidad total del aceite que contiene la planta y es calculado de la siguiente manera (tablas 64 y 65)

TABLA 70. Cantidad total de aceite que contiene la planta.

ALBAHACA		MEJORANA	
EN 250 g DE PLANTA	CONTIENE 0.3490 ml DE ACEITE ESENCIAL	EN 250 g DE PLANTA	CONTIENE 0.3633 ml DE ACEITE ESENCIAL

### Ejemplo:

Para el cálculo del rendimiento del aceite de albahaca se tiene la siguiente fórmula

$$\frac{K}{Z} = \frac{100}{X}$$

Donde:

Z = Cantidad obtenida de aceite esencial en la parte experimental.

X = Rendimiento

K = Cantidad de aceite contenida en la planta en ml reportado en la literatura.



### **10.3 NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM)**

La Norma Oficial Mexicana (NOM) es la regulación obligatoria que contiene características que deben cumplir aquellos productos y procesos cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal o vegetal. El medio ambiente general y laboral o causar daños en la preservación de nuestros recursos naturales.

El Marco Jurídico que reglamenta la expedición y cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana es la Ley Federal sobre *Metrología y Normalización* publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de Julio de 1992.

Los productos que ostenten el sello NOM tienen la garantía de que cumplen con los requerimientos de seguridad para el usuario, de ahí la importancia de estar sujetos al cumplimiento de estas, en la extracción de aceites esenciales, para así tener mayor competitividad, facilitar la venta del producto, impedir la importación de productos, garantiza la seguridad de los usuarios y del medio ambiente.



**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA OFICIAL MEXICANA**

**NOM - K - 577 - 1983**

**" SOLVENTES INDUSTRIALES - HEXANO "**

**" INDUSTRIAL SOLVENTS - HEXANE "**

**DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS**

## **PREFACIO**

En la elaboración de la presente Norma participaron las siguientes Empresas e Instituciones :

- **CELCO, S.A.**
- **PETRÓLEOS MEXICANOS.**
- **PINTURAS PITTSBURGH, S.A.**
- **EGON MEYER, S.A.**
- **ASOCIACIÓN NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA, A.C.**
- **ESSO MEXICANA, S.A.**
- **SOLVMEX, S.A.**

## **1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones mínimas de calidad del hexano comercial empleado como solvente en varias operaciones de extracción, en la preparación de adhesivos, como materia prima en síntesis químicas y en la elaboración de diluyentes y adelgazadores.

## **2. REFERENCIAS.**

La presente Norma se complementa con las Normas Oficiales Mexicanas en vigor siguientes :

NOM - L - 81	Petróleo y productos de petróleo - Muestreo.
NOM - L - 75 - CT	Productos derivados del petróleo - Combustible diesel - Determinación del Peso Específico ( Densidad Relativa) - Método del hidrómetro.
NOM - K -69	Solventes Industriales --- Límites de destilación de Solventes Orgánicos - Determinación.
NOM - L - 19 - CT	Productos derivados del petróleo - Combustible Diesel - Determinación de la corrosión (Método de Manchado en la lámina de Cobre).
NOM - K - 223	Disolventes aromáticos --- Determinación del color (Saybolt).

- NOM - L - 38 Método de prueba para la determinación del contenido de azufre en productos líquidos derivados del petróleo (Método de la lámpara de combustión).
- NOM - K - 91 Método de prueba para la determinación de materia no volátil en disolventes orgánicos usados en pinturas, barnices, lacas y productos a fines.
- NOM - L - 9 Método de prueba para la determinación de la presión de vapor por método Reid.
- NOM - L - 11 Método de prueba para la identificación de la acidez en el residuo de destilación.
- NOM - K - 514 Dodecibenceno - Determinación del Número de Bromo.

Referencias : La Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, aprobó la presente Norma que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación.

### **3. CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN DEL PRODUCTO.**

El hexano comprendido en esta Norma se clasifica en un solo tipo con un solo grado de calidad denominándose hexano comercial.

### **4. ESPECIFICACIONES**

El producto objeto de esta Norma debe cumplir con las especificaciones de la Tabla No. 36.

### **5. MUESTREO.**

Este producto debe muestrearse de acuerdo con la NOM - L - 81 en vigor "Petróleo y Productos del Petróleo - Muestreo".

## 6. MÉTODOS DE PRUEBA.

Para la verificación de las especificaciones que establece esta Norma deben seguirse las Normas Oficiales de métodos de prueba establecidas en la tabla No.36.

TABLA No. 36

DETERMINACIONES	ESPECIFICACIONES	MÉTODO DE PRUEBA
Peso específico a 293/277°K ( 20/4° C )	0.868 Típico.	NOM - L - 75 - CT
Destilación : (1)		
Temp. inicial de ebullición.	333 K (60°C) mín.	NOM - K - 69
Temp. de punto seco.	344 K (71 °C) máx.	NOM - K - 69
Reacción del residuo.	No ácida.	NOM - L - 11
Corrosión.	Estándar 1 máx.	NOM - L - 19 - CT
Color Saybolt.	+ 25 mín.	NOM - K - 223
Azufre	30 ppm máx.	NOM - L - 38
Número de Bromo.	1 cg Br / g máx.	NOM - K - 514
Materia no volátil.	1 mg / 100 ml máx.	NOM - K - 91
Presión de Vapor reid.	41.36 kPa	NOM - L - 9

(1) Las temperaturas de destilación son corregidas a 760 mm de Hg.

## 7. MARCADO, ETIQUETADO Y ENVASE.

### 7.1 Marcado.

Para efecto de identificación de las entregas, muestreo y aprobación o rechazo de las mismas, el fabricante debe proporcionar :

### 7.1.1 Documento de remisión.

Se debe proporcionar cuando menos dos tantos del documento, para ser conservados por el comprador, conteniendo los datos mínimos siguientes en la entrega:

- Nombre o símbolo del fabricante.
- Número del documento de remisión.
- Designación del tipo conforme a lo que se especifica en la presente Norma.
- Número de lote o corrida y / o fecha de elaboración.
- Peso bruto a 293 K (20°C), tara y peso neto, en Kg. o bien contenido neto en litros, cuando el carrotanque disponga de un medidor volumétrico apropiado. en este último caso, es facultad del comprador verificar además la entrega por peso.
- Número oficial del vehículo.
- Clave que el comprador asigne al producto (a solicitud).

### 7.1.2 Certificado de Calidad.

El fabricante debe entregar una copia de los certificados de calidad, correspondientes a cada lote o parte de lote de fabricación comprendidos en la entrega.

Cada certificado debe contener los siguientes datos :

- Nombre o símbolo del fabricante.
- Designación del tipo conforme a lo que se especifica en la presente Norma.
- Número de lote y/o fecha de elaboración.
- Nombre del comprador.
- Número del documento de remisión
- Clave que el comprador asigne al producto (a solicitud)
- Resultados de los análisis de control de lote efectuados por el fabricante, mencionando los límites respectivos establecidos en la presente Norma y constancia de que las pruebas fueron efectuadas de acuerdo con los procedimientos ordenados por la misma.

#### 7.1.3 Marcado en Tambores.

Cada envase del producto debe llevar etiqueta o impresión permanente, visible e indeleble con los siguientes datos:

- Nombre o denominación del producto.
- Nombre o símbolo del fabricante.
- El texto del "Contenido neto" seguido de la cantidad correspondiente expresada en litros.
- La leyenda "Hecho en México".
- El texto " PELIGRO INFLAMABLE, SUSTANCIA TÓXICA CUYA INHALACIÓN CAUSA DAÑO, MANÉJESE CON PRECAUCIÓN ".

#### 7.2 Envase

7.2.1 El producto objeto de esta Norma se entregará a granel en autotanques, carrostanque y tambores.



7.2.2 El producto de esta Norma se debe envasar en recipientes que contengan cierre hermético y sean elaborados con material resistente a las condiciones habituales de almacenaje, de tal naturaleza que no reaccione con el producto, ni pongan en peligro la vida de las personas que están en contacto con el mismo.

## **8. ACEPTACIÓN O RECHAZO.**

La aceptación o rechazo de las entregas deben basarse en los resultados de las inspecciones, muestreo y análisis, efectuados por el comprador en el lugar de entrega que éste señale. En caso de que el vendedor no este conforme con el rechazo del material, el comprador debe estar de acuerdo en que este se efectúe una comprobación final, fijando de común acuerdo la forma de efectuarla.

## **9. REFERENCIAS.**

1981 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS PART. 24 ANSI/ASTM D-1836-64 (1978) Standard Specification for Hexano Commercial.

## **10. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.**

Esta Norma no concuerda con ninguna Norma Internacional por no existir nada sobre el tema.

Naucaipan de Juárez, Edo de México a 6 de Julio de 1983

**EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS.**

**LIC. VICENTE BRAVO BAYARDO MORENO**

# BIBLIOGRAFIA

## **11. BIBLIOGRAFÍA**

1. Abbott, David; R.S. Andrews; (1977) "INTRODUCCIÓN A LA CROMATOGRAFÍA"; Alhambra; México; pp 49-60, 73-86.
2. Amor R. Silvia del; (1980); "PLANTAS MEDICINALES DEL ESTADO DE VERACRUZ"; 2ª edición; Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos; Jalapa; pp. 146-147.
3. Ashurst P. R.;(1991); "FOOD FLAVOURINGS"; Ed Avi; New York; pp 24-34, 61, 72-78, 85, 279.
4. Badger, Walter L.; (1964); "INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA QUÍMICA"; Ed. McGraw - Hill; New York; pp 175-377, 572-625.
5. Bailey Liberty H; (1949); "MANUAL OF CULTIVATED PLANTS"; The Mac Millan Company; New York; pp 865-861.
6. Baudilio Juscafresa;(1975); "ENCICLOPEDIA ILUSTRADA"; Flora Medicinal Tóxica Aromática, Condimentaria; Ed. Aedos; Barcelona; pp 277-279, 379-381.
7. Butruille Daniel; (1985); "EXPERIMENTOS DE QUÍMICA"; Parte 3; Ed Trillas; México; pp. 106, 107, 115, 116, 201-203.
8. Consulta directa a: "ACEÍTES Y ESENCIAS S.A. DE C.V."
9. "DICTIONARY OF ORGANIC COMPOUNDS" 5ª ; Chapman and Hall edition; New York; 1982; Vol. 1 pp. 15-16, 715,1238; Vol. 2 pp. 2180; Vol. 3 pp. 3131,3440,3444; Vol. 4 pp. 3716,3777; Vol. 5 pp.4713.

10. Escobar R.; (1981); "ENCICLOPEDIA AGRÍCOLA DE CONOCIMIENTOS AFINES"; Secretaria de agricultura y Recursos Hidráulicos; tomo II; pp 924-925.
11. "FARMACOPEA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA"; 13ª edición; Ed. MARCK; Washington.
12. Font Quer, P.; (1962); "PLANTAS MEDICINALES"; tomo 3; 6ª edición; ed. LABOR, S.A.; México; pp. 135-136, 664-665, 696-698, 713-715.
13. Greenberg, Leon A.; (1954); "HANDBOOK OF COSMETIC MATERIALS"; Ed. Interscience Publisher; New York; pp. 227.
14. Guenther Ernest; (1952); "THE ESSENTIAL OILS"; Third Printing; Vol. I; II; III, Ed. Van Nostrand Company Inc.; New York; pp. 87-187, 385-765.
15. Hawley, Gessner G.; (1993); "DICCIONARIO DE QUÍMICA Y DE PRODUCTOS QUÍMICOS" Ed. Omega; España; pp. 28, 215, 362, 372, 453, 546.
16. Heath B. H. (1981); "SOURCE BOOK OF FLAVORS"; The Avi Publishing Company, Inc. USA.
17. Henley, Ernest J.; (1993); "CÁLCULOS DE BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA"; Ed Reverte; pp. 331, 333, 338, 344, 420-422.
18. James A. Duke; (1987); "HANDBOOK OF MEDICINAL HERBS"; 4ª edición; CRC Pres, Ing; Florida; pp. 63-65, 123-129.

19. James E.; Chadwick F.; (1984); "THE SCIENTIFIC LITERATURE ON SELECTED HERBS AND AROMATIC" Ed. Archon Books; U:S:A.

20. Kirk-Othmer; (1963); "ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY"; vol 1; 2a. Edition; Ed. Interscience; New York; pp. 234-263, 33-438.

21. Lawrence George H. (1959); "TAXONOMY OF VASCULAR PLANTS"; Fourth Printing; The MacMillan Company; New York; pp. 13-41, 141-168, 192-233.

22. Luna Lorente, F.; (1981); "DESTILACIÓN DE PLANTAS AROMÁTICAS"; Núm. 1; Publicaciones de Extensión Agraria; Madrid; pp. 141-158, 192-222.

**23. IMPI, (INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIA)**

- **CASSIS/CD-ROM** bibliographics. information files December 94. Software by DATAWARE. Office of information products. Development. U.S. Patent and trademark. Office Washington, DC20231.

- **SPACE (aces)/CD ROM**. European and PCT International Patent Application Bibliography. The European Patent office, is granting patents for its Member States:

Austria	Ireland	Portugal
Belgium	Italy	Spain
Denmark	Liechtensteing	Switzerland
France	Luxeembourg	Sweden
Germany	Monaco	The United Kingdom
Greece	The Netherlands	

Edited by European Patent Office Viena Sub-office. Vol. 1994/001 (September), Vol 1995/002 (March)

- **CD CIBEPAT**. Datos Bibliográficos de las patentes españolas e iberoamericanas CIP (5ª edición). Oficina Española de Patentes y Marcas, Ministerio de Industria y Energía. Vol. 04/94 (Diciembre 1994)

- **CD BANAPA**. Banco Nacional de Patentes. SECOFI. (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial). Vol. 001 (Marzo 1994).
24. *Jornal of Chemical Education*; Volumen 57; Número 2; pag. 138; año 1980; "STEAM DESTILLATION OF ESSENTIAL OILS" Anethole from Anise Followed by Permanganate Oxidation to Anisic Acid.
25. Ludwig Ernest L.; (1964); "APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS"; Vol. 1; 2 Edition; Ed Gulf Publishing Company, Houston; pp. 1-45
26. Masada Y.; (1968); "ANALYSIS OF ESSENTIAL OILS BY CHROMATOGRAPHY"; 1ª edition; Ed. John Wiley and Sons Inc; Japan.
27. Martínez, Maximino; (1987); "CATALOGO DE NOMBRES VULGARES Y CIENTÍFICOS DE PLANTAS MEXICANAS"; Ed. Fondo de Cultura Económica; México; pp. 43, 44, 596.
28. Martin Geoffrey; (1921); "PERFUMES ESSENTIAL OILS FRUIT ESSENCES USED FOR SOAP AND OTHER TOILET ARTICLES"; Ed C. Lockwood; London.
29. McCabe, Warren L.; (1991); "OPERACIONES BÁSICAS DE INGENIERÍA QUÍMICA"; Ed Reverte; Barcelona; pp. 436-458, 801-913.
30. Muñoz Mena, E.; (1975); "LA EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA ORGÁNICA"; Publicaciones culturales PCSA; México; pp. 49-61, 67-72, 128, 129.
31. Paul G. Stecher; (1989); "THE MERCK INDEX"; 11ª edition; Ed. Merck & Company Co.; USA; pp. 3716, 8678, 2141, 3762.

32. Poucher, W.A.; (1979); "PERFUMES, COSMETICS AND SOAPS": The raw Materials of perfumery; Vol. 1; Editorial Chapman and Hall; 7ª ed; Londres pp. 54-55, 297-298.
33. Potter, Norman N.; (1973); "LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS"; Ed Harla; México; pp. 483-508.
34. Secretaría de Industria y Comercio; Dirección General de Estadísticas "ANUARIO ESTADÍSTICO DEL COMERCIO EXTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS"; 1970 - 1979; Ed Talleres Gráficos de la Nación; México.
35. Sidney W. Benson; (1962); "CÁLCULOS QUÍMICOS"; Ed. Limusa; México; pp. 21, 22 y 23.
36. Stuart, Malcolm; (1981); "ENCICLOPEDIA DE LAS HIERBAS Y DE LAS PLANTAS MÉDICINALES"; Ed De Vecchi, S.A.; Barcelona; pp. 115-140.
37. The Journal of Horticultural Science; April 1977; Vol. 62; Number 2; pp 181 - 188 "EXPERIMENTAL CULTIVATION OF MARJORAM, OREGANO AND BASIL"; London; Ed. 109, Kingawew.
38. Thorpe Sir Thomas; "ENCICLOPEDIA DE LA QUÍMICA INDUSTRIAL"; Ed The University Society Inc.; Vol. 3, parte 1; Vol. 4, parte 2; 1974.
39. Treybal Rober; (1980); "OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA"; 2a; Ed McGraw - Hill; México; pp. 342-362, 477-541.

40. Ullman Fritz; (1985); "ENCYCLOPEDIA OF INDUSTRIAL CHEMISTRY"; 5<sup>a</sup>; Ed VCH Weinheim; Federal Republic of Germany; Vol. B2 pp. 5.14,9.1-9.5,10.1-10.5, 10.25-10.59; Vol. B3 pp. 1.1-1.7, 2.1-2.9,3.1-3.15, 4.5-4.7, 4.16-4.19, 6.1, 6.8, 7.2, 7.24, 10.2-10.7, 20.2-20.5.
41. Ulrich Gael D.; (1986); "DISEÑO Y ECONOMÍA DE LOS PROCESOS DE INGENIERÍA QUÍMICA"; Ed Interamericana; México; pp. 31-40.
42. Vance, Robert W; (1978); "APPLICATIONS OF CRYOGENIC TECHNOLOGY"; Scholium International, Inc., New York.
43. Walas, Stanley M.; (1990); "CHEMICAL PROCESS EQUIPMENT, SELECTION AND DESIGN"; Ed Butterworth - Heinemann Serles in Chemical Engineering; U S A; pp. 1-15, 19-33, 69-88, 287-301, 300-318.
44. Walker, Jackson; (1977); "CHROMATOGRAPHIC SYSTEMS"; 2<sup>a</sup>; Ed. Academic press Inc.; New York.
45. Walter, Erich; (1916); "MANUAL FOR THE ESSENCE INDUSTRY"; Ed John Wiley; New York.
46. Winton, Charles j.; (1947); "ACEITES VEGETALES"; Ed Panamericana; Argentina; pp. 9-97.