

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y MANUFACTURERA



**“ESTUDIO DEL SCHINUS MOLLE Y EL PROCESO DE
OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE :

INGENIERO QUÍMICO

POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR

BILMA ELIZABETH OSORIO MARUJO

LIMA-PERÚ

2002

DEDICATORIA

Para mis padres:

Rosa Marujo y Pablo Osorio, por haberme inculcado valores y enseñado a ver la educación como la preparación a la vida completa, lucharon incansablemente para hacerme profesional y con amor se dedicaron al cuidado de mis niños haciendo posible la realización de este trabajo.

Para mis hermanos, especialmente Lilia que me brindaron un apoyo incondicional, tanto en mi vida profesional y familiar.

Para mi esposo Carlos Alberto Chafloque Elías, por compartir todos los momentos difíciles y felices de mi vida.

Para mis hijos :

José Antonio y José Carlos que me llenan de felicidad dándome fortaleza para sobreponerme ante la adversidad y sentirme mas realizada como persona y profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi alma mater, la Universidad Nacional de Ingeniería, por haber contribuido en mi formación profesional de la especialidad que siempre anhelé, que con responsabilidad y honestidad ejerceré mi profesión buscando conservar el prestigio que siempre tuvo la UNI.

A todos los profesores de la Facultad de Ingeniería Química que me transmitieron los conocimientos, la disciplina en las aulas, contribuyendo así a mi formación profesional.

Al Ing. Enrique Neira Montoya, que con su valiosa asesoría y al Ing. Walter Zaldívar Álvarez con sus acertadas recomendaciones contribuyeron a la mejora y culminación del presente informe.

A mis amigos, María Egúzquiza Figueroa, Zelidé Rodríguez Salcedo, Raquel Medina Rodríguez, Celestina Peña Quiñones, Hernán Parra Osorio y Luis Acuña Pinaud por brindarme su amistad sincera y permanentes consejos para desarrollar mi trabajo y así obtener el título profesional.

A mis compadres Rosa Safra Rodríguez, Victoria Mendoza Torres y Víctor Caicedo Bustamante por el constante apoyo incondicional para la realización del presente informe.

“Estudio del Schinus Molle y el Proceso de Obtención del Aceite Esencial”

INDICE

I. RESUMEN

II. INTRODUCCIÓN

III. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

- 3.1. Origen
- 3.2. Clasificación Sistemática
- 3.3. Distribución Geográfica
- 3.4. Condiciones del Hábitat Natural
- 3.5. Importancias y Usos
- 3.6. Usos Populares del Schinus Molle L.
 - 3.6.1. Usos populares que figuran en bibliografía
- 3.7. Descripción Botánica
- 3.8. Comportamiento y Antecedentes Biológicos
- 3.9. Silvicultura y Manejo

IV. ACEITES ESENCIALES

- 4.1. Generalidades
- 4.2. Características y Composición de los Aceites Esenciales
- 4.3. Rendimiento de los Aceites Esenciales

V. ACEITE ESENCIAL DE MOLLE

- 5.1. Propiedades Físicas del Aceite Esencial del Fruto de Molle
- 5.2. Usos del Aceite Esencial de Molle
- 5.3. Composición Química de Aceite Esencial de Molle
- 5.4. Aplicaciones Industriales

VI. METODOS DE OBTENCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES

- 6.1. Métodos de Extracción Convencionales: ventaja y desventaja
 - 6.1.1. Extracción por Arrastre de Vapor

- 6.1.2. Extracción por Solvente
- 6.1.3. Extracción por Centrifugación
- 6.2. Método de Extracción mediante Fluidos Supercríticos (EFS)
 - 6.2.1. Conceptos
 - 6.2.2. Productos Naturales Peruanos Industrializables por EFS
 - 6.2.3. Fundamentos de la Extracción por Fluidos Supercríticos (EFS)
 - 6.2.4. Aplicación de la EFS en el Perú
 - 6.2.5. Ventajas de la EFS
 - 6.2.6. Desventaja de la EFS
- 6.3. Principio teórico de la Destilación
 - 6.3.1. Teoría del proceso
- 6.4. Condiciones generales de las co-destilaciones
- 6.5. Acciones de vapor sobre las materias vegetales
- 6.6. Tipos de co-destilación acuosa
 - 6.6.1. Destilación con agua
 - 6.6.2. Destilación con agua y vapor
 - 6.6.3. Destilación con vapor
 - 6.6.4. Realización de las codestilaciones.
- 6.7. Calderas de los alambiques
- 6.8. Condensadores
- 6.9. Separadores

VII. CONCENTRACION, DESTERPENACIÓN Y DECOLORACIÓN

- 7.1. Generalidades
- 7.2. Destilación fraccionada al vacío
- 7.3. Extracción con disolventes selectivos
- 7.4. Extracciones con dos disolventes
- 7.5. Adsorción cromatográfica
- 7.6.. Decoloraciones

VIII. PROCESO EXPERIMENTAL

- 8.1. Descripción y Evaluación del Equipo Experimental
- 8.2. Aparatos y Técnicas de Operación del Proceso

- 8.3. Proceso de Extracción por Arrastre con Vapor del Aceite Esencial del Schinus Molle**
 - 8.3.1. Preparación de la Materia Prima: Fruto de Molle**
 - 8.3.2. Acondicionamiento del Equipo de Arrastre con Vapor**
 - 8.3.3. Descripción del Proceso de Extracción de Arrastre con Vapor**
 - 8.3.4. Descripción del ensayo de extracción**
 - 8.3.5. Resultados del proceso de extracción**
- 8.4. Proceso de Purificación por Arrastre con Vapor del Aceite Esencial del Schinus Molle**
 - 8.4.1. Descripción del ensayo de purificación**
 - 8.4.2. Resultados del proceso de purificación**

IX. DISCUSION DE RESULTADOS

- 9.1 Extracción por arrastre con vapor**
- 9.2. Purificación por arrastre con vapor**

X. CONCLUSIONES

XI. ASPECTOS COMERCIALES

- 11.1 Generalidades**
- 11.2. Mercado Internacional**
- 11.3. Mercado importador**
 - 11.3.1. Ajustes para la exportación**

XII. BIBLIOGRAFÍA

XIII. APENDICE

13.1. FRAGANCIAS, SABORES Y ADITIVOS DE ALIMENTOS

- 13.1.1. La Industria de los Perfumes**
- 13.1.2. Compuestos**
 - 13.1.2.1. Vehículos**
 - 13.1.2.2. Fijadores**
 - 13.1.2.3. Sustancias fragantes**
 - 13.1.2.3.1. Aceites esenciales**
- 13.1.3. Usos y Economía**

I. RESUMEN

De los muchos aceites esenciales, el Aceite Esencial del Schinus Molle, que se extrae del fruto (es una drupita del tamaño de una arveja de color rojo brillante), es quizás la materia vegetal que contiene la mayor cantidad de aceite esencial, presentando además, la característica especial de contener el aceite no intra-celular (como la mayoría), si no entre capas, entre la cáscara y la semilla, del fruto. Por esta razón es que la resistencia a la difusión osmótica del vapor que extrae el aceite, no es la controlante de la velocidad de extracción.

Otra particularidad de este producto es que la cáscara del fruto es prácticamente impermeable al paso del vapor, por lo que se hace necesario un quebrantamiento del fruto y no una molienda, solo es necesario abrir el fruto, sin romper la semilla, dejando de esta manera el aceite prácticamente libre, permitiendo que el vapor lo extraiga con mayor facilidad.

El rendimiento de aceite esencial obtenido, es del orden del **5%** , muy alejado de la mayoría de los aceite esenciales, aunque son las de tipo semilla de las que se extrae mayor cantidad de aceite esencial, pero por ejemplo la de Anís, que presenta un alto contenido, difícilmente supera el **2.5%**, y en hojas, tenemos el eucalipto, que bordea el **1.0%**, y es el de más alto rendimiento en cuanto a hojas.

En el diseño del equipo para la extracción del aceite esencial del schinus molle, con calderas tipo vapor-agua, el agua hirviente no deberá tener contacto con el fruto, por que se produce una extracción acuosa, la que extrae otros productos indeseables que oscurecen el aceite.

En la purificación de aceites esenciales por Arrastre con Vapor, se realiza por fracciones, estas destilan a temperaturas y concentraciones constantes y en un periodo de tiempo determinado (mezclas heteroazeotrópicas), y conforme se agotan los productos que las componen, se van formando las otras fracciones.

II. INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son una mezcla de componentes volátiles, producto del metabolismo secundario de las plantas. Las esencias son mezclas más o menos complejas en cuya composición entra una porción de hidrocarburos de la serie polimetilénica del grupo de los terpenos que responden a la fórmula $(C_5H_8)_n$ (monoterpenos, $n=2$; sesquiterpenos, $n=3$; diterpenos, $n=4$; etc.), junto con otros compuestos casi siempre oxigenados (alcoholes, ésteres, éteres, aldehidos y compuestos fenólicos), que son los que transmiten a los aceites esenciales el aroma que las caracteriza.

Los aceites esenciales son productos odoríferos obtenidos de materias primas naturales, generalmente por destilación, habitualmente con agua o vapor; o como en el caso de los frutos cítricos, mediante un proceso mecánico.

Las esencias concretas son concentrados odoríferos obtenidos de partes vegetales frescos de bajo contenido resinoso mediante la extracción con un disolvente no acuoso volátil, con la eliminación posterior del disolvente por evaporación a temperaturas moderadas y en un vacío parcial. Las esencias concretas son usualmente materias sólidas ceras.

Las esencias absolutas, son materias de perfumería altamente concentrada obtenidas a partir de las esencias concretas mediante la repetida extracción con alcohol etílico, a lo que sigue el enfriamiento del extracto (para precipitar las ceras y otras materias no odoríferas), la filtración o centrifugación de la solución alcohólica restante y finalmente la eliminación de la mayor parte del alcohol mediante la evaporación a temperaturas moderadas y en un vacío parcial. Las esencias absolutas son habitualmente líquidas y enteramente solubles en alcohol.

Los aceites esenciales se encuentran muy difundidos en el reino vegetal, especialmente en las Fanerógamas, las cuales se hallan repartidas en unas sesentas familias (Labiadas, Laureáceas, Mirtáceas, Rosáceas, Rutáceas, Umbelíferas, etc.). Se pueden encontrar localizados en diferentes partes de la planta, por ejemplo : en las hojas (albahaca, menta, romero, salvia, eucalipto, etc.), en las raíces (cálamo, valeriana, etc.), en la corteza (canela, cedro, etc.), en las flores (jazmín, rosa, ylang-ylang, etc.), en la cáscara del fruto (limón, naranja, etc.), en los frutos (anís, cardamomo, molle, hinojo, etc.).

III. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

3.1. Origen

Árbol típicamente americano, originario de los valles interandinos del centro del Perú. Es una especie arbórea americana de gran difusión como ornamental en zonas áridas y semiáridas a nivel mundial. En Perú es una especie forestal típica de las estepas espinosas y de los bosques montanos bajos.

Después de la conquista, fue llevado por los españoles a Centroamérica y a México (aprox. 1540), donde recibió, por eso, el nombre de “Perú” o de “Árbol del Perú”. En la actualidad, existe en todo el trópico y su uso es mencionado en el mediterráneo, en África y en la India.

El género *Schinus* pertenece a la familia de las Anacardiáceas, y comprende alrededor de veinte especies. Las dos especies más importantes de este género son el *Schinus molle*, que nos ocupa, y su compañero *Schinus terebinthifolius*, llamado también Molle Brasileiro.

3.2. Clasificación Sistemática

Según Engler la clasificación sistemática del molle es la siguiente:

- * División : Fanerógamas
- * Sud División : Angiosperma
- * Clase : Dicotiledóneas
- * Sub - Clase : Arquiclamídeas
- * Orden : Sapindales
- * Familia : Anacardiáceas
- * Género : *Schinus*
- * Especie : Molle

Es una planta poco *estudiada y poco* explotada, no se encuentra datos estadísticos sobre producción de semilla a nivel nacional

3.3. Distribución Geográfica

Antiguamente el pimiento se encontraba en las cercanías del agua, ocupando extensas zonas del Centro y Sudamérica llegando hasta el Norte de Argentina. Actualmente

su distribución se ha extendido por cultivo y asilvestramiento. En Chile crece desde la región de Tarapacá en el extremo norte, hasta la región Metropolitana en la zona central su rango de distribución se ha extendido mas al sur debido a su cultivo. No forma asociaciones puras encontrándose ejemplares aislados a lo largo de toda la distribución natural.

Figura 3.1 Arbol del Schinus Molle

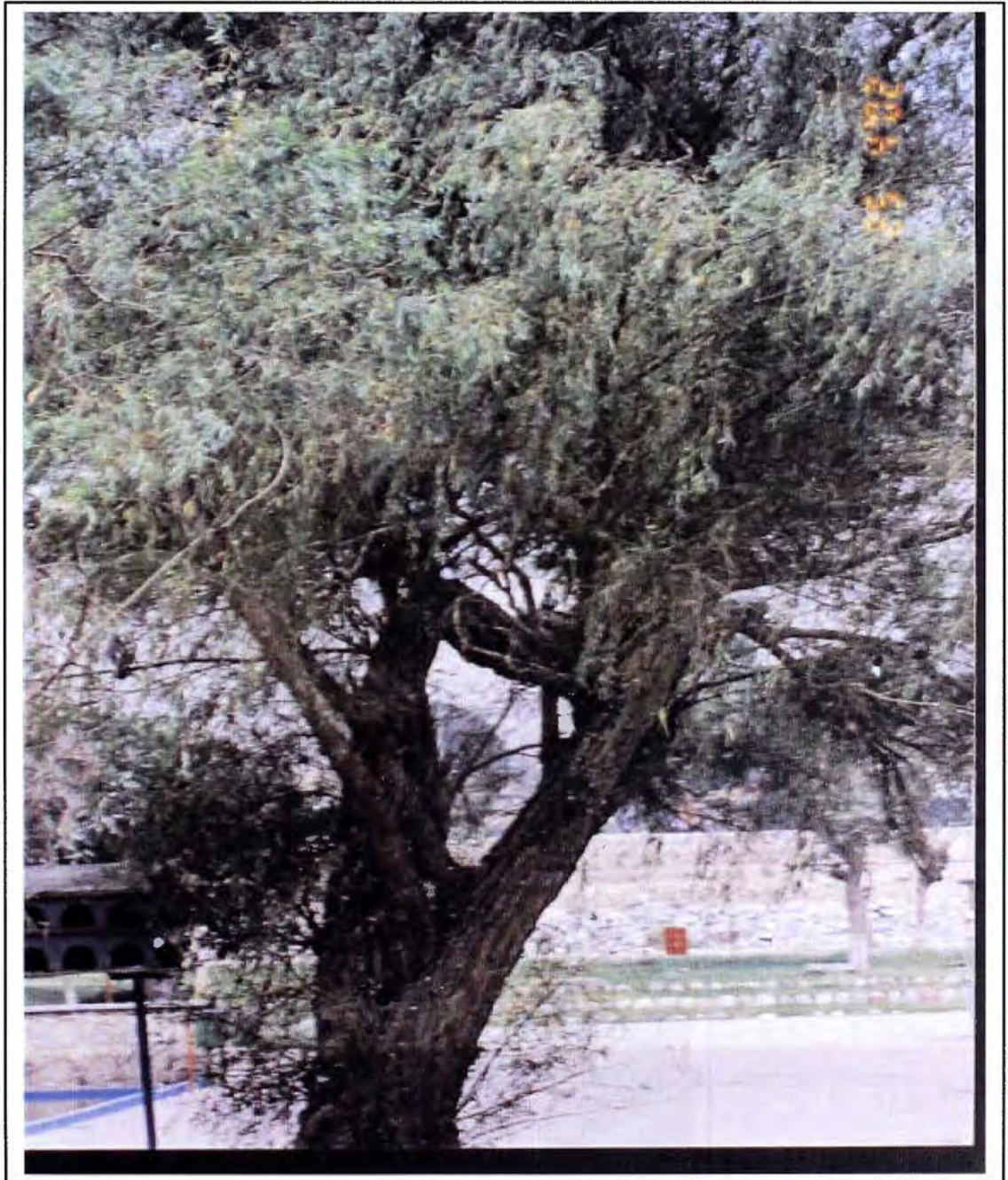


Figura 3.2. Hojas del Schinus Molle



Figura 3.3. Frutos del Shinus Molle



3.4. Condiciones del Habilidad Natural

El Schinus molle se encuentra ampliamente difundido fuera de sus zonas de distribución geográfica original, crece en América Central y El Caribe, Norteamérica, África oriental, Medio Oriente, Israel. También es cultivado en la zona del Mediterráneo en el sur de Europa.

Variables Climáticas: El pimiento es un árbol que crece en zonas de alta insolación y muy resistente a la sequía. Su mejor desarrollo lo alcanza con precipitaciones entre 250 – 600 mm; aunque sin embargo, en el norte de Chile puede crecer en ambientes extremadamente áridos, pero con presencia de acuíferos subterráneos.

Moderadamente resistente al frío. Prefiere temperaturas medias mínimas cercanas a 12,8°C, entre 8 y 16, 4°C. Las temperaturas medias máximas son alrededor de los 26,1°C, siendo muy tolerante a las altas temperaturas, pudiendo resistir largos periodos sobre los 34°C.

Variables Edáficas: El pimiento presenta escasas exigencias en cuanto a la calidad de suelo. Se considera una especie vaga respecto a las preferencias edáficas ya que crece tanto en suelos pesados arcillosos a livianos arenosos profundos. Prefiere suelos bien drenados, aunque resiste anegamientos estacionales.

Habita en suelos neutros a alcalinos, muy resistente a la salinidad, como lo demuestra su presencia en la Pampa del Tamarugal en el norte de Chile.

Variable Topográfica: Se encuentra en altitudes que varían entre los 10 y 3.500 msnm. en Perú es frecuente en los valles interandinos del sur, centro y norte, creciendo en hondonadas, quebradas y parte del monte ribereño, encontrándose prácticamente en todos los Andes del Perú. Puede crecer en la costa en terrenos desérticos, médanos y quebradas secas.

3.5. Importancia y Usos

Las ventajas del cultivo del Pimiento se basan en la gran plasticidad edáfica , climática y su rápido crecimiento, lo que permite su aplicación en diversos usos. Se asocia con los cultivos agrícolas sin incompatibilidades, en linderos, cortinas rompevientos, protección de riberas, conservación de cuencas, etc.

En Argentina es considerado como árbol protector de cultivos plantándose entre hileras de cítricos. Es muy útil para detener los fuertes vientos provenientes de los valles cordilleranos.

En Perú es utilizado como árbol de linderos para proteger a la finca de la entrada de animales y como árbol rompevientos. También se emplea como estabilizador de médanos y en control de dunas.

En Chile se ubica en ambientes favorables desde el extremo norte del país, especialmente en las cercanías de Copiapó donde alcanza gran desarrollo y es considerado un recurso de protección. En la IV Región, en un sector con menos de 100 mm de precipitación anual, se ha utilizado con éxito en plantaciones ubicados en suelos muy delgados y exposiciones asoleadas, pero con lento crecimiento.

En general se presenta al pimiento como un árbol de usos limitados, debido a la ausencia de valor forrajero y en cuanto a la producción de combustible, es considerado un recurso energético de valor moderado. Se reconoce un alto contenido de aceites esenciales o aromáticos, de usos tradicionales y potenciales. Utilizado en medicina popular, es reconocido como antidiarreico y antiespasmódico.

La corteza del pimiento presenta una importante cantidad de extraíbles químicos: taninos, oleorresinas, ácido linoleico, erúcido y lignocérico.

Las hojas también presentan taninos, flavonoides libres y combinados, carbohidratos, saponinas, ácido linoleico, behémico, lignocérico; además de triterpenos y glicósidos. Las hojas se utilizan para el teñido de las lanas, proporcionando un tinte amarillo.

Las semillas contienen ácido linoleico. El aceite extraído de las semillas presentan actividad fungotóxica y puede ser efectiva como fungicida natural. Se ha comprobado que la variación estacional afecta la concentración de los aceites en la semilla.

Los frutos y semillas presentan además varios componentes: **mirceno**, felandreno, limoneno y cadinol, los que pueden extraerse fácilmente por arrastre de vapor de agua. Con los frutos fermentados se preparan chicha, miel de molle y vinagre.

Por su fácil y económica propagación, es una importante especie ornamental para terrenos urbanos y rurales. En Chile, el pimiento se utiliza frecuentemente como árbol urbano y en bordes de carreteras, destacándose por la resistencia a la contaminación y a la escasa demanda de riego.

La madera es durable y dura, de albura gris-rojiza y duramen de color amarillo oscuro. Presenta una variada aplicación en ebanistería rústica, construcción de exteriores, soportes de frutales, confección de útiles domésticos, parquets y mangos de herramientas.

Debido al contenido de taninos, los postes o varas de pimienta presentan una durabilidad de alrededor de 50 años.

3.6. Usos Populares del Schinus molle L.

3.6.1. Usos populares que figuran en bibliografía

Zalles Asin y De Lucca, 1991; Schulte, 1992

- Dolores de estómago, las hojas en infusión. Las hojas calentadas y aplicadas como emplastos en el estómago
- Tos resfriado o bronquitis, el macerado del fruto en cocimiento. Las hojas en infusión con eucalipto
- Hemorroides, inflamación de riñones, próstata, vesícula biliar, uretra y vejiga: las hojas en baño de asiento.
- Catarro y afecciones de la nariz, las hojas en inhalaciones
- Heridas infectadas, úlceras y llagas: corteza interior en cocimiento en lavajes.
- Reumatismo, los frutos maduros en tinturas mediante fricciones; hojas y flores en cataplasma y la resina.
- Enjuague bucal, las hojas.
- Desinfectante general, las hojas y ramas.
- Según Schulte en Perú se le llama “Arbol de la vida” por la tradición incaica de embalsamar los cuerpos de los muertos con el líquido resinoso del árbol, facilitando la conservación casi íntegra de las momias. Sus hojas, pericardio del fruto y corteza forman la base del célebre “bálsamo misionero” de los jesuitas o Sanalotodo – cuya preparación se atribuye al padre Segismundo Asperger – uno de los productos de mayor valor que los jesuitas exportaban en cantidad anual a España. (Matoso, 1893 y G. Torres, 1986)

Con sus frutos se prepara una bebida refrescante y diurética (“upi”) que si se deja fermentar dos días se convierte en “chicha de molle” (el Inca Garcilazo –1605- ya se ocupaba de describir el proceso de obtención) aunque ambas bebidas, en dosis alta, pueden ser tóxicas. Los Incas también mezclaban esta chicha con la de maíz para acelerar su fermentación y mejorar su sabor.

3.7. Descripción Botánica

En vivero crece normalmente entre 50 cm a 1,20 m. de altura en el primer año de vida y a los 3-4 años los arbolitos pueden medir entre 2-2,5 m de altura y presentar un diámetro de 10 cm los 10 años pueden alcanzar un tamaño de 5 a 6 metros.

Árbol de 10 a 12 m, pudiendo alcanzar hasta 25 m de altura, de fuste poco desarrollado en altura, pero de 0,5 – 1,5 m de diámetro en la base, muy ramificado en la parte superior. La corteza es de color café claro a ligeramente grisáceo, áspera y agrietada, la que se desprende en los más viejos.

Follaje perenne, denso o abierto, con ramas y ramillas notablemente colgantes, hojas compuestas o pinnadas, aromáticas, foliolos sésiles de 1,5 – 4,0 cm de largo, lanceolados o lineal – lanceolados, de margen liso o aserrado, 5-9 yugadas a 7-16 yugadas.

Especie polígamo-dioica. Flores unisexuales o hermafroditas, dispuestas en panículas alargadas. El fruto es un drupa globosa, de 4 – 6 mm de diámetro, mesocarpio azucarado, con el exocarpio delgado y crustáceo de un llamativo color rojizo. Semillas negras, rugosas, redondeadas, de 3-5 mm de diámetro.

3.8. Comportamiento y Antecedentes Biológicos

La primera floración ocurre después de los 10 años y luego florece anualmente entre los meses de octubre a enero. Los frutos maduran entre los meses de febrero a marzo. Los que persisten prácticamente durante todo el año.

El pimiento presenta raíces laterales superficiales y la raíz central es pivotante y profunda.

Presente buena capacidad de propagación por semilla. En buenos suelos y humedad suficiente presenta abundante regeneración natural por sus semillas, las que son dispersadas por aves y otros animales. Gran capacidad de rebrote, en tocones cortados a 10-20cm de altura retoña en forma arbustiva. Responde vigorosamente a las podas y desmoches altos.

El Pimiento es poco tolerante a las bajas temperaturas. En climas más fríos y húmedos, las heladas queman el follaje adquiriendo una tonalidad café oscura, pero con la llegada de la primavera recupera rápidamente su aspecto lozano.

Resistente a las termitas. El follaje es atacado por insectos del grupo de los homóptera los que forman agallas o cecidios de forma lenticular en las hojas y el raquis, con cavidad única, de forma esférica con un solo huésped.

3.9. Silvicultura y Manejo

Se reproduce fácilmente por semillas. Un kilo de semillas presenta 15.000 – 60.000 unidades, con alrededor de 80% de capacidad germinativa. Los frutos se recolectan del árbol cuando han adquirido una tonalidad rosada. Luego de un periodo de exposición al sol, los frutos se escarifican mecánicamente por frotación con arena, lija o esmeril con el objeto de eliminar la cubierta externa. En seguida se siembran en cajones con arena o turba húmeda y se almacenan a una temperatura de 4 °C.

Otro procedimiento recomendable es el almacenaje en lugares fríos y secos y el posterior remojo de las semillas ya escarificadas, en agua durante 48 horas a temperatura ambiente.

En Chile, se recomienda sacar las semillas del frío en el mes de agosto y se ponen a germinar a una temperatura entre 18-22 °C.

La semilla tarda en germinar entre 20 y 35 días, pero es posible reducir este periodo a 7 días con inmersión en solución de hormonas o con siembra directa en sitios de buena calidad.

Cuando las plántulas han alcanzado una altura de 10-15 cm se trasplantan a envases o macetas individuales, con mezcla de suelo, arena y materia orgánica. El sistema radicular es abundante y profundo pudiendo ser repicadas entre las 4 a 6 semanas.

En general el desarrollo de las plantas es poco uniforme, probablemente debido a la gran heterogeneidad de la calidad de la semilla. En estudios realizados en Perú, se ha establecido una relación entre el tamaño de los frutos y/o semillas lo que influye directamente con el crecimiento y vigor de las plántulas.

En terreno presenta rápido crecimiento dependiendo de la calidad de los sitios. Al momento de la plantación, se debe considerar que el pimiento requiere de amplios espacios debido a su amplia cobertura.

Es un árbol adecuado para forestación, ya sea en plantaciones masivas de protección o producción, en experiencias de cultivos mixtos o agroforestales, se recomienda la plantación con ejemplares de vivero con 30-50 cm de altura y follaje desarrollado. Se usa la plantación en hoyos o casilla de 40x 40x 40 cm, distanciados a cada dos metros o más, intercalados se reemplazan por replante al segundo año y con plantas grandes.

En Perú se han obtenido alrededor a 70-80% de germinación con siembra directa en el terreno definitivo con 4-5 semilla por punto, recomendando la eliminación de las semillas vanas.

En Perú y en otros países en que existe tradición en el cultivo del pimiento, se recomienda la poda de formación con el objeto de formar, un fuste limpio eliminando las ramas bajas por lo menos a una altura de 1,5 m.

También se aplican tratamientos de consolidación y aprovechamientos en etapas juveniles del árbol. En individuos de 2,0-2,5 m de altura y 10 cm de diámetro se recomienda la aplicación de desmoche alto, consistente en la poda a 1,5–2,0 m de altura según convenga. En la zona de corte o muñón se favorece el rebrote o retoñación, la que ocurre a los pocos días de la corta.

Los retoños presentan un rápido desarrollo los que pueden alcanzar 2-3 m de longitud y 3 cm de diámetro al primer año, al final del periodo seco se cortan los rebrotes anualmente o cada dos años si el crecimiento es más lento que lo esperado.

Los retoños proveen de madera como soporte de frutales, leña, reparación de corrales .El abundante follaje que no es palatable ni tiene valor forrajero, se utiliza en la preparación doméstica de compost o abono orgánico.

IV. ACEÍTES ESENCIALES

4.1. Generalidades

Los aceites esenciales han sido durante tiempo y hasta cierto punto continúan siendo las materias de los fabricantes de perfumes. También son materias básicas para los que elaboran sustancias saporíferas, aunque quizás en menor medida, ya que desde hace largo tiempo disponen de una amplia gama de otros tipos de productos (por ejemplo jugos). Estos aceites constituyen una valiosa fuente de ingresos, aunque de carácter más bien secundario, para gran número de pequeños agricultores y negociantes en pequeña escala en países en desarrollo, aunque existe también una producción más organizada a escala de plantaciones. Tanto los aceites esenciales como las oleorresinas de especias, por estar altamente concentrados, son productos de reducido volumen y elevado valor cuya preparación en muchos casos no presenta dificultades técnicas y cuyo transporte a los puntos de destino de ultramar es invariablemente barato.

Las fuertes y repetidas alzas en el precio del petróleo durante el decenio de 1970 hizo aumentar grandemente el costo de producción de los aceites esenciales. Asimismo, la creciente escasez y el alto costo de los combustibles vegetales, de los que depende la mayor parte de la producción en pequeña escala, ha alterado apreciablemente la economía de la producción. Un efecto adverso, aunque no sorprendente, de estas presiones de los costos, en particular cuando las condiciones impiden un incremento compensador en el precio del producto en la destilería, ha sido inducir a los productores a reducir su dependencia de los abonos o de otros insumos, con los riesgos inherentes de una reducción de los rendimientos de las cosechas o de la calidad del producto, lo que hace empeorar aún más las perspectivas a largo plazo para sus productos.

4.2. Características y Composición de los Aceites Esenciales

Si bien la composición química de los aceites es muy variada, todos ellos poseen varias propiedades físicas en común, por ejemplo: tienen alto índice de refracción, son ópticamente activos, etc.

Prácticamente todos los aceites esenciales consisten en mezclas de productos químicos que a menudo son muy complejas. En su mayoría están constituidos por terpenos, que son hidrocarburos cuya fórmula es $C_{12}H_{16}$, los terpenos más comunes son el limoneno y el pineno. Estos terpenos se oxidan naturalmente, por lo que muchas veces es necesario

separarlos, obteniendo un producto de mayor valor que se conoce como aceite esencial destemperado. Su composición exacta se puede obtener mediante una cromatografía gaseosa. Es importante conocer su composición para poder fijar el precio del producto, ya que ésta varía según su composición química. Los mayores consumidores de aceites destemperados son las industrias de perfumería y de cosméticos.

Cuadro 4.1. Composición Química de Algunas esencias:			
Peperina	Orégano	Romero	Albahaca
Mentol	Carvacrol	Pineno	Metilchavicol o Estragol (hasta 55%)
Neomentol	Timol	Canfeno	Cineol
Mentona	Fenoles	Cineol	Eugenol
Piperitona	Pineno, etc.	Borneol, etc.	Linatol
Isomentona, etc.			Alcanfor, etc.
Manzanilla	Eucalipto	Molle	Cardamomo
Azuleno	Cineol (~ 65%)	Mirceno (~ 20%)	1,8 Cineol (~ 23%)
Sexquiterpenos	α - Pineno	α - Felandreno	α - Terpenilacetato (28%)
Furfural	Canfeno	Limoneno	Sabineno
Alcohol sexquiterpénico	Felandreno, etc.	Cadineno, etc.	Terpine-4-ol

4.3. Rendimiento de los Aceites Esenciales

Las destilaciones de vapor duran 3, 4 o más horas, según la hierba que se trate, obteniéndose muy poca cantidad de esencia. Esto se debe a que el contenido en aceites de las plantas es bajo, y por ello hace falta destilar abundante cantidad de hierbas para obtener un volumen que justifique el gasto de destilación. Los rendimientos suelen ser menores al 1%, es decir destilando 100 Kg. de hierba fresca, obtendremos menos de 1 Kg. de aceite obtenido.

En la destilación industrial que por lo general se realizan en el campo, los rendimientos suelen ser levemente inferiores.

Cuadro 4.2. Rendimientos de Aceites Esenciales:

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Parte Utilizada	%Rend.	Comp. Principal
Anís	<i>Pimpinella anisum</i>	Frutos	1,5 – 4	Anetol
Melisa	<i>Melissa officinalis</i>	Hojas	0,1 – 0,2	Geraniol, citral
Citronela	<i>Cymbopogon nardus</i>	Hojas	0,5 – 0,7	Geraniol, citronelal
Lavanda	<i>Lavandula officilis</i>	Flores	0,5 – 1	Linalol, linalil acet.
Estragón	<i>Artemisia dranunculus</i>	Hojas	0,3 – 0,5	Metilchavicol
Limón	<i>Citrus limón</i>	Cáscara del fruto	3 – 4	Limoneno, citral
Menta	<i>Mentha arvensis</i>	Hojas	0,5 – 1	Mentol
Molle	<i>Schinus molle</i>	Frutos secos	3 – 7	Mirceno , B-felandreno
Tomillo	<i>Thymus sp.</i>	Hojas	0,5 – 1,2	Timol
Orégano	<i>Origanum sp.</i>	Hojas	0,3 – 1	Carvacrol, timol

V. ACEITE ESENCIAL DE MOLLE

5.1 Propiedades Físicas del Aceite Esencial del Fruto de Molle

Densidad Relativa a 20 °C	: 0.8338
Rotación Específica	: 4.9245
Índice de Refracción	: 1.4729
Solubilidad en Etanol de	: 1 ml. AEM / 1.5 ml. de Alcohol.
Punto de Ebullición	: 175 °C
Sabor	: Poco astringente.
Color	: Amarillo pálido
Olor	: Aromático picante

5.2 Usos del Aceite Esencial de Molle

De la semilla se obtiene el aceite esencial de molle, cuyo constituyente principal es el mirceno (2,6 dimetil 1,5,7 octatrieno), un 22 % de sustancias terpénicas y aproximadamente 8% de fenoles.

El rendimiento en aceite esencial de las semillas fluctúa entre 4 y 6% dependiendo de una serie de factores tales como :

Zona de procedencia, método utilizado para la extracción, purificación, etc.

El aceite esencial tiene las siguientes aplicaciones:

- a.** Cosmetología.- En la elaboración de cremas faciales, talcos, jabones, desodorantes líquidos o de barra.
- b.** En Perfumería.- En la elaboración de agua de colonia, agua de lavanda, lociones, astringentes, etc.
- c.** En Farmacia.- En el perfumado de pastas dentríficas, en el perfumado de desinfectante bucal.
- d.** En la Industria.- En la preparación de barnices, antipolillas, como repelente de insectos.
- e.** En Alimentos.- En tecnología de Alimentos se usa la semilla entera como saborizante en reemplazo de la pimienta. Es un excelente agente saborizante, se utiliza en la elaboración de diversos productos cárnicos. Ejm.: embutidos, salsas, carnes, envasadas, etc.
- f.** En Bebidas Alcohólicas.- En la elaboración de licores macerados, tipo cremas.

5.3. Composición Química de Aceite Esencial de Molle

El molle contiene las siguientes sustancias

MONOTERPENOS:

δ -**Cadineno**, Canfeno, Car-3-eno, Carvacrol, Paracimento, Butirato de Geraniol, **Limoneno**, **Mirceno**, Hexanoato, α -**Felandreno**, β -**Felandreno**, Pineno, α -Pineno, β -pineno, Sabineno, α -Terpineol, Terpinoleno.

TRITERPENOS:

α -Amirina, Acido Iso-masticadienoico, Acido Iso-masticadienólico, Acido Iso-3-epi-masticadienólico.

SESQUITERPENOS:

α -Bergamonttranseno, Bourboneno, α -**Cardinol**, δ -Cardinol, ϕ -Cardino, α -Calacoreno, Calamenneno, β -Cariofileno, α -copaeno, α -cubebeno, ϵ -Elemeno, Elemol, α -Eudesmol, β -Eudesmol, G-Eudesmol, δ -Germacreno, β -Guaieno,.

LÍPIDOS:

Acido Behénico, Acido ceótico, Acido Heptacosanoico, Acido lignocérico, **Acido Linoleico**, Acido Opctacosanoico, Metil-ester del Acido octanoico, **Acido Palmítico**, **Acido Oleico**, Acido Pentasanoico, Acido Tricosanoico.

ENZIMAS:

Lacasa, Peroxidasa

ALCALOIDE

Piperina

FLAVONOIDES:

Quercitrina, Iso-quercitrina, Rutina, Cianidin-3-0- α -L-galactosido, Cianidin-3-0- β - δ -Rutinosido, Peonidin-3-0- β - δ -.

Además contiene un alto porcentaje de **tanino** y una sustancia de estructura química no bien determinada que ha sido denominada "Sustancia Schinus molle" con fórmula global $C_{24}H_{48}O_2$

La presencia de todas estas sustancias explica en gran parte las acciones descubiertas por la sabiduría popular.

Estudios realizados en Cochabamba, Bolivia encontraron que la época de mayor rendimiento de aceite esencial fue en los meses de Agosto, Setiembre y octubre (Schulte,a.,1992); se muestra en la siguiente tabla

TABLA 5.3 Composición química del Schinus Molle en la época de mayor rendimiento (Bolivia)

Sustancia	Tipo de compuesto	Cantidad	Parte de la Planta	Bibliografía
camfeno	monoterpeno		fruto	Bernhard, R.A. 1963
alfa pineno	monoterpeno	3.7%	fruto	Schulte, A., 1992
limoneno	monoterpeno	7.23%	fruto	Bernhard, R.A. 1983
beta-mirceno	monoterpeno	20.0%	fruto	Schulte, A., 1992
alfa-felandreno	monoterpeno	14.7%	fruto	Schulte, A., 1992
para-cimeno	monoterpeno	2.93%	fruto	Bernhard, R.A. 1983
alfa-amirina	triterpeno		planta entera	Hashim, F.M. 1980
delta-cadineno	sesquiterpeno	9.11%	fruto	Bernhard, R.A. 1983
alfa-cadinol	sesquiterpeno	6.64%	fruto	Bernhard, R.A. 1983
delta-cadinol	sesquiterpeno	0.39%	fruto	Bernhard, R.A. 1983
T-cadinol	sesquiterpeno	1.39%	fruto	Bernhard, R.A. 1983
beta-cariofileno	sesquiterpeno	2.02	fruto	Bernhard, R.A. 1983
beta-elemeno	sesquiterpeno	0.52	fruto	Bernhard, R.A. 1983
elemol	sesquiterpeno	1.32	fruto	Bernhard, R.A. 1983
alfa-eudesmol	sesquiterpeno	0.90	fruto	Bernhard, R.A. 1983
beta-eudesmol	sesquiterpeno	1.01	fruto	Bernhard, R.A. 1983

5.4. Aplicaciones Industriales

El aceite esencial de molle es un producto industrial conocido en España, México, Guatemala, Italia, y el Norte de Africa. Tiene usos médicos y muchas aplicaciones en el campo de la perfumería.

La posibilidad de industrializarlo en el Perú para el mercado internacional en las áreas ya establecidas debería complementarse con su incorporación a la industria farmacéutica nacional en el área de los dentríficos, preparados desinfectantes, desodorizantes, laxantes, etc. Así como para saborizante de bebidas y licores.

VI. METODOS DE OBTENCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES

6.1. Métodos de Extracción Convencionales: Ventajas y Desventajas

6.1.1. Extracción por Arrastre de Vapor

- Bajo capital necesario para adquirir los equipos y accesorios. Inclusive pueden ser móviles y usar diversas fuentes de energía: Proceso simple, versátil y flexible.
- Permiten trabajar con volúmenes grandes de materia prima en cada lote. Incluso sin tratamiento previo. El tiempo de extracción no se altera, aunque si el rendimiento.
- Se produce degradación térmica en el aceite obtenidos, es decir, se inducen cambios químicos indeseables, como oxidación, hidrólisis, y oligomerización.
- Altos costos operativos por carga de materia prima, debido a la necesidad de energía para producir el vapor de agua.

6.1.2. Extracción por Solvente

- Es necesario un capital moderado para adquirir los equipos y los servicios auxiliares.
- En rendimiento es casi el doble de la extracción por arrastre o por Extracción con Fluidos Super-críticos y se obtienen “prácticamente todos” los compuestos presentes en la matriz herbácea: Volátiles, grasas, ceras, pigmentos, etc.
- Amerita usar equipos de vacío para obtener los aceites absolutos. Estos equipos poseen altos costos operativos en comparación con lo de extracción por arrastre o Extracción con Fluidos Super-críticos.
- El uso de solventes orgánicos como alcoholes, hidrocarburos, éteres, etc, lleva a establecer varias etapas adicionales de purificación si la esencia va a ser para el consumo o higiene humana. Normas internacionales de calidad imponen límites muy exigentes en este aspecto. Esta restricción ha provocado buscar nuevos solventes y optimizar al máximo su recuperación, pero también ha elevado su costo y su aplicación.

6.1.3. Extracción por Centrifugación

- Los aceites esenciales obtenidos por este proceso tiene características aromáticas superiores a los conseguidos por extracción por arrastres de vapor, gracias a no ser un proceso térmico.
- Los aceites obtenidos son más estables debido a los antioxidantes naturales presentes.

- Sin embargo, la fricción interna de la materia prima provoca un aumento de temperatura, no controlable que lleva a una degradación térmica y a un oscurecimiento del aceite.
- La anterior consecuencia provoca usar equipos de purificación adicionales para que el aceite cumpla con las normas internacionales de calidad. Estos equipos poseen altos costos operativos e incrementan el precio final del producto.

6.2. Método de Extracción mediante Fluidos Supercríticos (EFS)

6.2.1. Conceptos

Se entiende como tal a una sustancia llevada, mediante operaciones mecánicas, a unas condiciones operativas de presión y temperatura por encima de su punto crítico. Como características de un fluido supercrítico se encuentran:

- Gran poder disolvente junto con una enorme capacidad de penetración en sólido lo que permite el agotamiento rápido y prácticamente total de los sólidos extraíbles.
- Pueden separarse totalmente de forma sencilla de los extractos, simplemente modificando la presión o la temperatura, hasta el extremo, si es necesario, de que el fluido pase al estado gaseoso.
- Fluidos usados para EFS:
 - ❖ Dióxido de carbono (CO_2)
 - ❖ Agua (H_2O)
 - ❖ Etano (C_2H_6)
 - ❖ Eteno (C_2H_4)
 - ❖ Propano (C_3H_8)
 - ❖ Xenon (Xe)
 - ❖ Oxido nitroso (N_2O)

6.2.2 Productos Naturales Peruanos Industrializables por EFS

Cuadro 6.1 Plantas aromáticas:

Nombre Común	Nombre botánico	Matriz herbácea	Agentes activos	Estudios previos de EFS	Rendimiento
Orégano	Origanum vulgare	Hojas, flores	Carvacrol e isómeros	Sí	5%
Anís	Pimpinella anisum	Frutos	Anetol	Sí	7%
Panizara	Satureja panicera	Hojas	Timol e isómeros	No	1%
Menta	Mentha piperita	Hojas	Mentol	Sí	2.5%
Limón	Citrus limonum	Cáscara del fruto	Linalol, limoneno	Sí	0.9%
Naranja	Citrus Aurantium	Cáscara del fruto	Limoneno, citral	Sí	5%
Tilo	Tilia cordata	Hojas	Farsenol	No	
Huacatay	Tagetes minuta	Hojas		No	
Payco	Chenopodium Ambrosioides L.	Hojas	Ascaridol	No	
Comino	Cominum cuminum	Semilla	Aldehído cumínico	Sí	14%
Páprika	Capsicum annuum	Fruto		Sí	13%

Cuadro 6.2 Plantas oleaginosas:

Nombre común	Nombre botánico	Matriz herbácea	Estudios previos: EFS	Rendimiento
Olivo	Olea europea	Semillas	Sí	
Uva	Vitis vinifera	Semillas	Sí	7%
Girasol	Helianthus annuus	Semillas	Sí	36%

Cuadro 6.3 Plantas Medicinales:

Nombre Común	Nombre botánico	Matriz herbácea	Agentes activos	Estudios previos de EFS	Rendimiento
Eucalipto	Eucalyptus globulus	Hojas	1,8 – cineol	Sí	2,5%
Muña	Myrthostachys setosa	Hojas	Pulegona, Carvona	No	
Cederrón	Lippia citriadora	Hojas		No	
Matico	Piper angustifolium	Hojas		No	
Boldo	Peumus boldus	Hojas	Boldina	No	
Ruda	Ruta graveolens	Hojas	Rutamina	No	

Manuel Cerpa Chávez (12)

6.2.3 Fundamentos de la Extracción por Fluidos Supercríticos (EFS)

La figura siguiente muestra un diagrama esquemático del proceso de EFS. Los cuatros pasos primarios involucrados son: Extracción, Separación y Compresión del solvente. Los cuatro equipos críticos del proceso son: Un extractor de alta presión, una válvula de reducción, un separador de baja presión y una bomba para elevar la presión del solvente reciclado. El proceso se inicia de la siguiente manera: La alimentación generalmente un sólido molido, es cargada al extractor. El CO₂ es alimentado al extractor a través de una bomba de alta presión (100 - 400 Bar). El CO₂ comprimido es calentado en un Intercambiador de calor hasta la temperatura de extracción (30 a 60 °C). Luego ingresa al extractor y procede a extraer la esencia de la matriz herbácea cargada. La mezcla CO₂-extracto es enviada a un separador (150 a 50 Bar) con un previo paso a través de una válvula de reducción. A la temperatura y presión reducidas, el extracto precipita espontáneamente en el separador, mientras el CO₂, libre de cualquier extracto, es reciclado al proceso, con pasos previos de enfriamiento y compresión.

Las EFS para una alimentación sólida es un proceso semi-continuo, donde el CO₂ fluye en modo continuo, mientras la alimentación sólida es cargada en una canasta del extractor por etapas.

Un co-solvente es frecuentemente bombeado y mezclado con el CO₂ de alta presión para aumentar el poder de solvencia o la selectividad de la separación para componentes específicos. La separación es producida comúnmente en etapas, manteniendo condiciones

diferentes en dos o tres separadores para fraccionar el extracto, dependiendo de las solubilidades de los componentes y las especificaciones deseadas de los productos.

Figura 6.1. Diagrama del Proceso de EFS, I.S.A.S.F., Francia

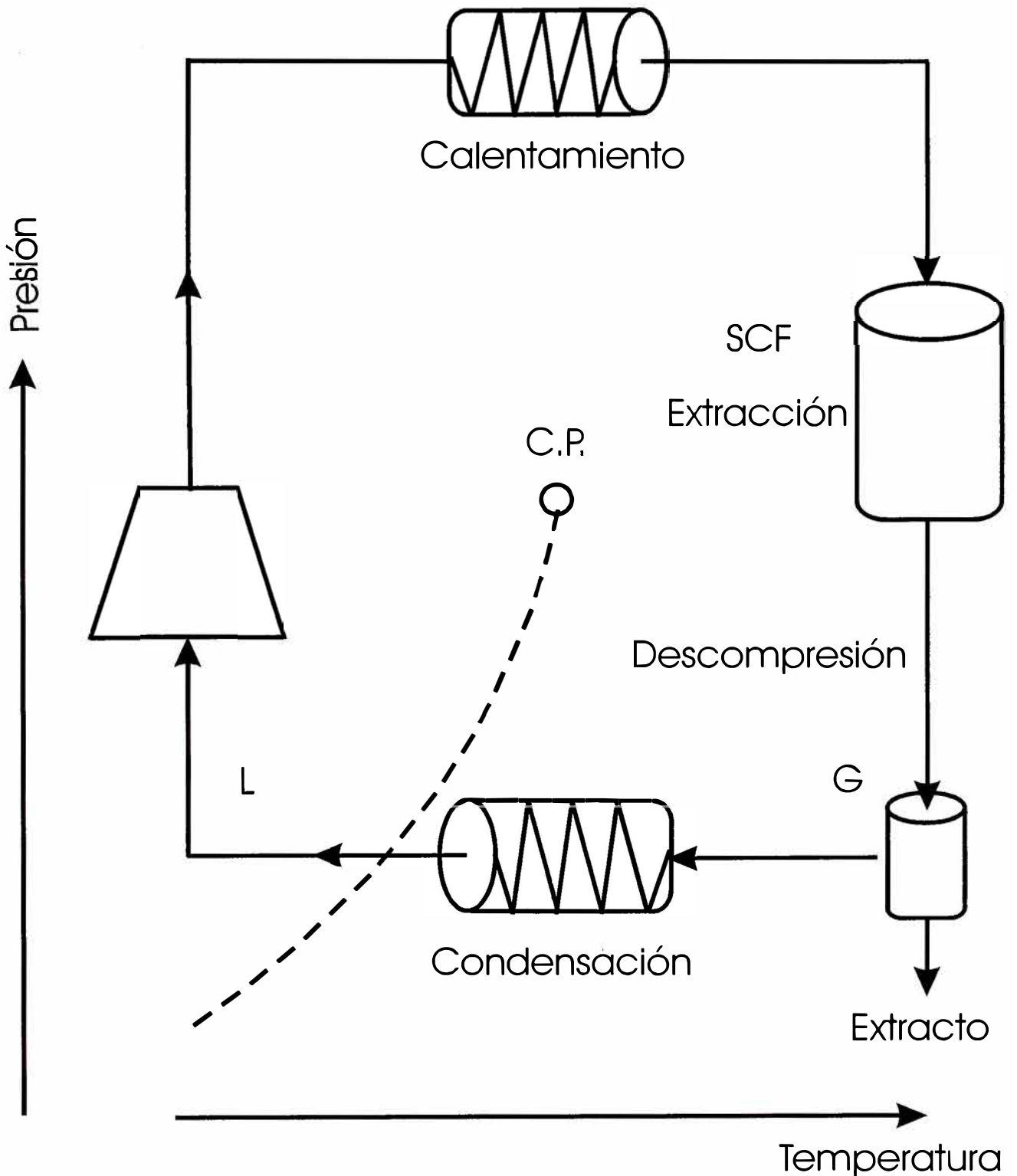
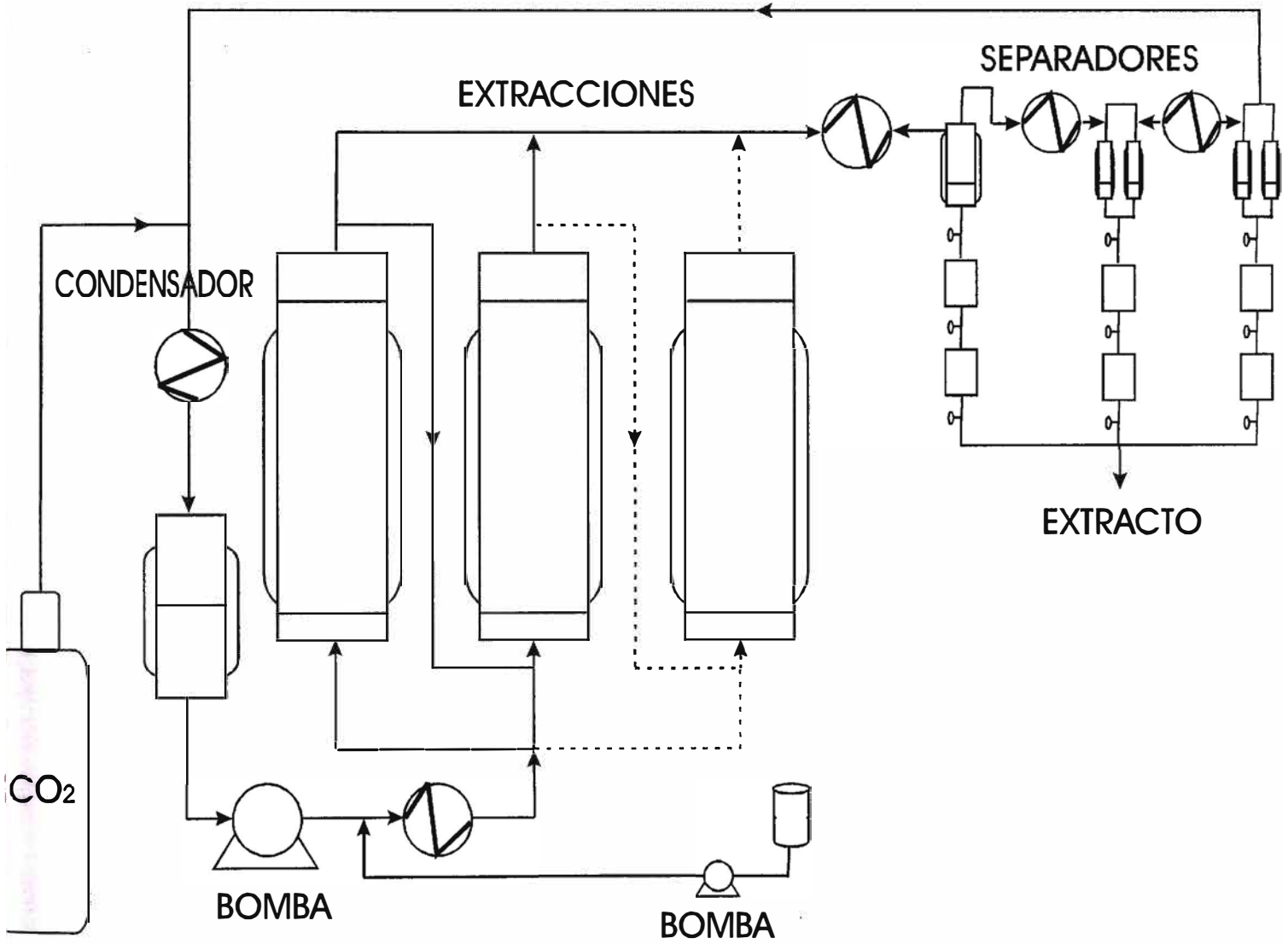


Figura 6.2. Proceso de Extracción de SEPARAREX, Francia



6.2.4 Aplicación de la EFS en el Perú

1. Gracias a nuestra situación geográfica, contamos con una de las mayores megabio diversidades en flora del planeta. De la información compilada, se conocen 300 especies de plantas con potencial de extracción de sus agentes activos, sin embargo, hay unas 3000 especies no catalogadas o desconocidas por la ciencia, con igual o mayor potencial de industrialización. Esto nos convierte en una fuente de importancia universal, de materia prima para esta tecnología.

2. A diferencia de otros países, la aplicación de esta tecnología amerita una proyección múltiple de productos. El Perú posee suficientes áreas cultivables para abastecer grandes volúmenes de un determinado producto. Razón por la que la EFS deberá aplicarse para exportar una variedad comercial de sub-productos. Ej: el aceite esencial de orégano se podría obtener con esta tecnología en el Perú y así aprovechar las seis especies existentes de esta planta, ya que cada una de ellas posee diferente composición en su esencia.

3. Aunque esta tecnología no crearía puestos de trabajo directos, ya que se necesitan ingenieros especialistas para el control y operación de los equipos. Sin embargo, la generación de empleo se daría por el aumento en el número de áreas cultivadas para las plantas a industrializar y en la mano de obra necesaria para tratar la materia prima antes de su ingreso al proceso de EFS.

4. El uso de esta tecnología nos permitirá aumentar la generación de divisas y brindar un cluster peruano especializado en esta área.

5. Las posibilidades de aplicación más factibles serían:

- a. Extracción de productos naturales (aromas, esencias, colorantes, etc);
- b. Análisis selectivo de muestras sólidas y/ o líquidas orgánicas
- c. Extracción de aceites vegetales y grasas

6. Desde el punto de vista técnico, lo más apropiado sería crear un ente técnico – científico donde funcionen los equipos “pioneros” y a partir de los resultados obtenidos por éstos. Se adquieran más equipos para las empresas interesadas en esta tecnología. Esto debido a que la EFS necesita de un abundante investigación pre-operativa para hallar las condiciones de operación adecuadas.

Además, por la diversidad de usos de esta tecnología, cada empresa genera sus propios datos y conocimientos para aplicar la EFS exitosamente. La selección de los equipos

merecería consideraciones técnico–económicas para un posicionamiento de vanguardia en el mercado.

7. Desde el punto de vista económico, un consorcio formado por aquellas empresas relacionadas con la elaboración de productos naturales sería lo adecuado. Este consorcio financiaría el capital necesario para crear en ente y adquirir los equipos “pioneros”. De las investigaciones realizadas por el ente, se podrían sugerir la adquisición o construcción de los equipos necesarios para las empresas involucradas en el consorcio. Un financiamiento o asociación externa para completar el capital del consorcio, también sería adecuado.

8. Los procesos de extracción convencionales deberán compararse frecuentemente con los resultados obtenidos por esta tecnología en cualquier aplicación en que se trabaje. Esto debido a que las EFS no es la panacea en la eficiencia o selectividad de la extracción de un producto.

9. Un plan de estudios técnico–económicos, para la aplicación de esta tecnología a diferentes productos naturales, deberá implementarse para fijar los objetivos a cumplir para las próximas décadas. La participación de las Facultades de Ingeniería Química en este plan definirá la asimilación académica de las EFS y motivará a las nuevas generaciones de ingenieros a interesarse por esta tecnología.

6.2.5 Ventajas de la EFS

1. Extractos con mayor frescura y aroma natural
2. Uso de temperaturas moderadas, lo cual permite evitar la degradación térmica del extracto.
3. No hay presencia del solvente en el extracto
4. Mayor presencia de agentes activos
5. Mayor rendimiento por lote
6. Extractos libres de contaminantes biológicos: Mayor tiempo de vida
7. Proceso no contaminante del medio ambiente
8. Flexibilidad en la preparación del solvente
9. Flexibilidad de las variables del proceso
10. Equipos automatizados

6.2.6 Desventajas de la EFS

1. Al igual que los procesos de extracción convencional, es necesario disponer de datos de equilibrio para conocer como se distribuye el componente de interés en las distintas fases y determinar la composición del producto extraído para cualquier composición de la mezcla inicial. Este es el mayor problema de la EFS, ya que apenas se disponen de datos experimentales para realizar los cálculos imprescindibles.
2. Los altos costos de los equipos y su relación inversa con el volumen de extracto obtenido por corrida.
3. Desconocimiento de la nueva tecnología necesaria para la investigación y desarrollo de esta en los países subdesarrollados.
4. Los extractos obtenidos pueden poseer características diferentes a las conseguidas a través de otros procesos de extracción. Esto influye en la predilección del mercado por un determinado producto en vez del obtenido por la nueva tecnología.
5. Los equipos son móviles, pero necesitan una infraestructura segura, limpia, y apropiada para las condiciones de operación. Los ambientes húmedos, muy fríos o congestionados no son condiciones recomendables. Por ello, instalaciones pre – diseñadas que cumplan normas internacionales de seguridad e higiene son necesarias.

6.3. Principio Teórico de la Destilación

6.3.1. Teoría del Proceso

La destilación fraccionada se puede definir como la separación de dos o más sustancias, basadas en las diferencias existentes entre sus tensiones de vapor. Dichas sustancias pueden ser, o no, miscibles, total o parcialmente, comportándose sus tensiones parciales de vapor en uno y otro caso de forma diferente.

La mezcla de varios gases perfectos sigue la **ley de Dalton**; según ella la presión total de la mezcla es la suma de las presiones que cada masa de gas tendría que ocupar, a la misma temperatura, el volumen total ahora ocupado por la mezcla gaseosa. Otra forma de exponer esta misma ley, equivalente a la anterior, es que si juntan varias masas de gases perfectos, todas mantenidas a igual temperatura y presión, de manera que la presión resultante de la mezcla continúe igual a la presión primitiva de cada uno de ellos, entonces la masa de gases tendría que ocupar un nuevo volumen, suma exacta de los volúmenes ocupados primitivamente por cada gas.

Esta ley, totalmente aplicable a mezclas de gases perfectos, presenta algunas excepciones cuando se trata de vapores (gases en condiciones próximas a las que determinan su licuación o condensación), dependiendo de su mutua afinidad.

Si consideramos un sistema heterogéneo formado por dos líquidos no miscibles, tales como el agua y un aceite esencial, los vapores emitidos por cada uno de ellos no se influyen al no presentar afinidades mutuas sus moléculas gaseosas y, por tanto, sus tensiones de vapor se adicionan totalmente; al ir calentando dicho sistema heterogéneo llegará un momento en el cual la tensión de vapor se iguale a la presión ejercida sobre la superficie libre de ambos líquidos y entonces el sistema entra en ebullición. La tensión parcial de cada vapor es en este momento inferior a la presión externa, de forma que los líquidos se encuentren hirviendo a temperatura inferior a su punto de ebullición, bajo la presión actual.

Cuando, por el contrario, se trata de un sistema formado por uno o más líquidos totalmente miscibles, de diferentes puntos de ebullición, cada tensión parcial a una cierta temperatura no es igual a la producida por el líquido puro, aislado, mantenido a iguales condiciones. Cuando uno de ellos se encuentra en proporción muy preferente (Soluciones diluidas), la variación de su tensión de vapor sigue la ley de **Raoult** (es proporcional al número de moléculas disueltas), pero esto no ocurre en otras proporciones debido a la solubilidad de cada vapor en líquidos distintos del suyo propio, desapareciendo por ello toda proporcionalidad.

Comparemos ahora la marcha de la ebullición en ambos tipos de sistemas. Cuando la suma de las tensiones parciales de vapor de un sistema heterogéneo se iguala a la presión ejercida sobre su superficie libre, ya hemos visto que el sistema entra en ebullición; por no influirse mutuamente, cada tensión parcial dependerá solamente de la temperatura al que el sistema se encuentre, y no de las proporciones presentes en ambos componentes, de forma que la ebullición continuará inalteradamente mientras se encuentren presenten los dos líquidos. Por el contrario, en un sistema homogéneo (que también entra en ebullición cuando la suma de las tensiones parciales es igual a la presión externa) la tensión de vapor de cada componente, en un momento dado, depende de la composición que en aquel momento tenga el líquido subyacente y, como los vapores son más ricos en componente volátil que dicho líquido, pues lógicamente el componente más volátil dará por gramo más vapores que los más fijos, el líquido procedente de la condensación de los vapores emitidos en la ebullición estará enriquecido en volátil. Cuando entre las tensiones de vapor hay una gran diferencia, la cantidad de los otros componentes que acompañan al volátil será muy

pequeña, separándose entonces dicho componente de los demás, pero este no es el caso general.

Como secuencia de lo expuesto, todo líquido no miscible con el agua puede ser *arrastrado* por aquella hirviendo a temperatura más baja que su punto de ebullición, y de todo sistema homogéneo es posible aislar sus componentes por destilación *seca*, siempre que haya suficiente diferencia entre sus tensiones de vapor (al menos hará falta una diferencia de **3 a 5 °C** entre sus puntos de ebullición para poder separarlos mediante una destilación). Cuando la diferencia es pequeña, se hace necesario volver a destilar, partiendo del líquido más rico en volátil obtenido en la primera destilación, y repetir el proceso hasta conseguir el resultado buscado.

Esta repetición de las destilaciones se realiza automáticamente en las *rectificaciones*; se designa con este nombre un sistema en el cual, y en una de las llamadas columnas rectificadoras, los vapores obtenidos en la caldera sufren una primera condensación dando por enfriamiento un líquido que vuelve a hervir gracias al vapor que le transmiten nuevos vapores llegados de la caldera; los vapores desprendidos en esta segunda ebullición vuelven a condensarse más arriba en la columna, en el segundo plato, para hervir calentados por los procedentes del plato inferior, y así sucesivamente, repitiéndose el proceso gran número de veces. Como los vapores de calefacción se condensan dando un líquido más pobre en volátil, que desciende por la columna, resultan en ellas corrientes de materia: una ascendente, de vapores, que conforme se acerca a la cabeza de la columna es más rica en volátil, y otra de líquido descendente (reflujo), que conforme va acercándose a la caldera es más rica en el componente más fijo.

Al tratar de los sistemas heterogéneos hemos supuesto que uno de los componentes es el agua y el otro un aceite esencial pero estas consideraciones son aplicables a todos los demás casos en que se emplee una sustancia donde la esencia sea insoluble; generalizando, estos arrastres reciben el nombre de **codestilaciones**, y son de gran interés. La codestilación acuosa se utiliza para aislar los aceites esenciales, pero ya veremos cómo la codestilación con glicoles, ftalatos, etc., se emplea también para separar esencias líquidas de las esencias absolutas de concretos, y en otros casos.

6.4. Condiciones generales de las codestilaciones

Este método se aplica muy frecuentemente a la obtención de esencias porque, en primer lugar, el aceite esencial, mediante la acción térmica, físico-química e incluso química del

vapor de agua abandona fácilmente la materia vegetal, y en segundo lugar, porque aquél, una vez aislado, destila a temperatura muy inferior a su punto de ebullición. Si en vez de este arrastre se realizara una destilación seca solo estaría originado su aislamiento por el calor y descomposición del material vegetal, verificándose la destilación a temperatura muy alta; ambos factores son perjudiciales para la calidad y rendimiento del producto, usándose dicha destilación en muy contados casos.

En el aislamiento de los aceites esenciales se emplean dos tipos de agua, seco y húmedo: el primero no arrastra gotas de agua líquidas por haber sido calentado de nuevo después de su obtención a fin de evaporarlas (también se le llama *recalentado* por esta causa), mientras el segundo se obtiene de forma corriente, arrastrando algo de agua líquida también formada en cierta cantidad por una condensación parcial. A veces se utiliza un vapor humedecido haciéndole atravesar agua líquida.

6.5. Acciones de vapor sobre las materias vegetales

Los componentes olorosos se encuentran ubicados en glándulas odoríferas existentes dentro o fuera de las células vegetales; ambas posibilidades se diferencian histológicamente, pero el mecanismo de extracción es muy similar en ambos casos. El calor y el vapor de agua, sobre todo estando húmedo éste, hinchon las paredes celulares y facilitan el paso de los aceites esenciales al exterior, por **ósmosis**, influyendo favorablemente la cantidad de agua presente por ser solubles parcialmente en los aceites esenciales a esta temperatura, y por atravesar esta disolución mucho más fácilmente las paredes vegetales humedecidas por el vapor; se comprende así que las esencias obtenidas por este procedimiento tengan más componentes solubles en agua que las otras. Por el contrario, la humedad del vapor es perjudicial para gran número de aceites esenciales a causa de su acción hidrolítica sobre los ésteres, que generalmente constituyen la parte más noble de la esencia.

Otra acción del vapor en este proceso es la térmica, interesando que la temperatura se mantenga lo más baja posible. Si el arrastre se hace con agua hirviente, la temperatura del tratamiento dependerá de la presión atmosférica del momento, pero si interviene vapor dependerá solamente de la presión a que éste trabaje.

6.6. Tipos de codestilación acuosa

Este tratamiento se realiza, fundamentalmente, de tres formas distintas, consistentes en tratar el material con agua hirviente, con vapor seco o con una mezcla de los dos. Sus nombres vulgares, no correctos del todo, son destilación con agua, con agua y vapor, y con vapor, las cuales pueden realizarse a presiones superiores o inferiores a la atmosférica:

6.6.1. Destilación con agua

El material a tratar se sumerge en agua, que se hace hervir calentando a fuego directo o mediante vapor que llega a una camisa o serpentín cerrado. En este método es máxima la acción química del agua sobre el material (hidrólisis, oxidaciones) y por ello se utiliza cuando la esencia al obtener procede de glucósidos inodoros. También resulta útil si el material tiende a apelmazarse mucho (flores pequeñas) y cuando se necesitan aparatos transportables, buscándose entonces alambiques sencillos y fáciles de montar; el material habrá de estar muy dividido y cubierto totalmente de agua, siendo lo mejor hacer que ocupe unos 10-15 cm de altura y agregar luego agua para que sobrepase al material en unos 5 cm.

Si la carga se hace de forma apropiada, la difusión del vapor es máxima y el material se agita muy bien; suele trabajarse a la presión atmosférica, debiendo tenerse mucho cuidado para que el material no se queme ni el agua se agote. La velocidad de destilación es baja, debiéndose poner el agua ya caliente para evitar retrasos de tiempo y aumentos de la hidrólisis.

La calidad del producto obtenido depende mucho del cuidado seguido en la operación, especialmente si se usa fuego directo. El agua condensada debe redestilarse en algunos casos, mientras en otros interesa devolverla automáticamente a la caldera, arrastrando consigo los productos de la hidrólisis.

6.6.2. Destilación con agua y vapor

Por este sistema no se alcanza grandes temperaturas; corresponde a la destilación con vapor de baja presión y produce muy pocas descomposiciones.

Se basa en colocar el material a destilar en un falso fondo que lo aísla del agua, haciendo hervir ésta con fuego directo, vapor en camisa o serpentín. De esta forma el agua desprende vapores siempre saturados y, en cambio, la hidrólisis es mínima por no encontrarse el material en contacto con los vapores más tiempo que el justamente necesario.

Sus instalaciones no son muy complicadas, pero tampoco son tan simples como en la destilación con agua; pueden montarse en el campo los tipos más sencillos, como son los calentados a fuego directo, y representa un tipo interesante para destilar hojas y hierbas.

El material debe tener tamaño uniforme, pero no debe molerse demasiado, dando buen resultado la granulación. Trabaja cerca de 100°, y el rendimiento de aceite esencial es bueno a no ser que ocurran apelmazamientos; se puede usar de nuevo, en muchos casos, el agua del alambique, aunque también es posible que refluyan al fondo las disoluciones de productos soluble en agua que, en contacto con las paredes calientes, se vayan quemando.

Por cargarse normalmente el material a baja temperatura se producen condensaciones sobre él con mucha frecuencia, y esta humedad aglomera al material originando una cierta dificultad; se lucha contra ello intercalando palos secos al hacer la carga, o poniendo los discos perforados.

La velocidad de trabajo no es muy grande, requiriendo mucho tiempo para el arrastre la esencias ricas en componentes de alto punto de ebullición.

6.6.3. Destilación con vapor

Se hace pasar en ella vapor seco a través del material vegetal colocado en columnas o cestones; el vapor tiende a recalentarse en virtud de la resistencia opuesta a su paso por el material, y esto debe evitarse lo más posible, ya que el mayor inconveniente del método se basa en que cuando están secas las membranas celulares no son apenas permeables y el aceite esencial no puede salir al exterior.

Las instalaciones para este método son más costosas, pero presentan mucha mayor capacidad de producción. El material se puede cargar de cualquier forma, pues sólo presentan inconvenientes en este sistema los polvos, por su tendencia al apelmazamiento; va muy bien para semillas, maderas y raíces, cuyos componentes de alto punto de ebullición se arrastran así fácilmente.

La difusión osmótica es muy escasa en este tipo de tratamiento, interesando en ciertas ocasiones inyectar primero vapor húmedo en pequeña cantidad; una de sus mayores ventajas es que puede trabajarse bajo las condiciones deseadas de presión y temperatura. El rendimiento suele ser bueno, si el material ha sufrido previamente una trituración apropiada, y la calidad obtenida es francamente buena.

6.6.4. Realización de las codestilaciones

En muchos casos ha de someterse el material, antes del arrastre con vapor, a una trituración o molienda y, aunque dicho tratamiento es común a otros métodos de preparación, trataremos ahora de él, por ser aquí de mayor importancia.

Fundamentalmente en las maderas, semillas y ciertas raíces, carece de importancia la trituración en el caso de las flores, hojas, plantas enteras y frutos poco secos. El molido de las raíces, cortezas y ciertas maderas se realizan en molinos formados por dos discos que giran en sentido opuesto (uno de ellos puede permanecer estacionario) alrededor de un eje horizontal, tocándose por dos caras provistas de una serie de dientes tallados en forma abierta hacia el exterior: el material cae por arriba, pasa entre los dos discos y ya molido sale por abajo.

El quebrantamiento de las semillas y frutos secos, con superficie poco permeable al vapor, se realiza en calandrias de cilindros horizontales (generalmente tiene dos cilindros) cuya separación es regulable de acuerdo con las características del material.

Para realizar la codestilación se usan *alambiques* de características variables y adaptadas a cada paso especial. Su disposición general se puede ver en la figura 8.1, incluyendo tres partes principales: *Generador de vapor*, *alambique* propiamente dicho, *condensador* y el separador continuo de agua y aceite esencial, o *florentino*. No estudiaremos los generadores de vapor, recuperadores de calor, etc. cuyas características son iguales a las propias de otras industrias.

El material se coloca en la caldera, de donde salen los vapores a través de la *alargadera o cuello de cisne condensador* (en ciertas ocasiones el capitel de la caldera adopta formas especiales o lleva una *columna rectificadora*), de donde sale la mezcla de agua y esencia que se separa en el *florentino*.

Entre la cosecha y la destilación no debería mediar mucho tiempo para evitar acciones perjudiciales sobre el aceite esencial y sobre su rendimiento; son una excepción ciertas esencias ricas en glucósidos inodoros cuyo aglucón tiene interés odorífico las cuales han de experimentar previamente un desdoblamiento hidrolítico. Igualmente suele ser perjudicial la práctica del secado que antecede algunas veces a la destilación, y que suele realizarse casi siempre con vistas a facilitar el manejo de la hierba seca.

6.7. Calderas de los alambiques

Son de forma generalmente cilíndrica (las tronco-cónicas se reservan para las grandes cantidades). Sus dimensiones dependen del material a tratar y de la cantidad de trabajo deseada. Cuando se destina a un tratamiento con agua suele ser más ancha que alta, para facilitar el desprendimiento de la esencia y evitar retornos; cuando se hace un tratamiento con vapor y agua, ambas dimensiones suelen ser iguales, siendo más altas que anchas cuando se trata el material con vapor solo, a fin de que éste atravesase la mayor cantidad posible de material, facilitándose el íntimo contacto entre ellos.

Por regla general el diámetro no suele pasar de **1,75 - 2,50** m. debiéndose tener en cuenta al calcular su capacidad que durante la destilación el material tratado puede aumentar de volumen.

Antiguamente se construían de cobre, con fuerte estañado interior, a fin de evitar coloraciones, o de aluminio (no válido para esencias con fenoles), pero actualmente se hacen de hierro galvanizado en la mayor parte de los casos; únicamente las destilaciones con agua sola, y las rectificaciones, se hacen ahora en cobre. En ciertos casos se construyen de madera (destilación de la menta en los Estados Unidos) o de acero inoxidable.

Las partes fundamentales de las calderas son: sistema de calefacción e introducción de vapor; cierre y ajuste de la tapa; sistema para soportar el material tratado; y el capitel.

Los alambiques de campo, desmontable, deben ser poco pesados y complicados, y por ello suelen *calentarse* a fuego directo; la caldera está cerrada por debajo a fin de encajarla en un hornillo de mampostería o sujetarla sobre las piedras que hacen de hogar. Esta calefacción tiene el grave inconveniente de su irregularidad, produciéndose los llamados golpes de fuego (sobre-calefacciones con los subsiguientes sobresaltos), de los cuales suelen proceder una tostación de la esencia con aparición de olores empireumáticos llamados de *alambique*.

Más modernas y racionales son las calefacciones con vapor; en las destilaciones hechas con agua se puede usar tanto el serpentín cerrado como una camisa (ésta preferentemente en las instalaciones fijas y aquél en las móviles), pero en las destilaciones hechas con agua y vapor puede usarse, además, los serpentines abiertos o perforados, únicos utilizables en la destilación hecha con vapor solo.

Estos serpentines perforados suelen estar formados por un tubo anular o bien se sustituye por dos tubos en forma de cruz o doble T; lo primero es preferible cuando la caldera, de forma no cilíndrica, es más estrecha por su parte inferior, mientras que los tubos

en cruz van mejor para las cilíndricas. El tamaño y disposición de las perforaciones, cuya colocación requiere gran experiencia, pues su diámetro debe ser cada vez mayor conforme se alejan del extremo del tubo por donde entra el vapor y su superficie total no deberá sobrepasar $1\frac{1}{2}$ veces la sección del tubo, es de gran interés y fundamental para un trabajo cómodo.

En las destilaciones hechas sólo con vapor hay una condensación bastante abundante que determina la caída de sustancias; este retorno suele quemarse como ya se indicaba en una sección anterior, siendo inevitable en las destilaciones con agua y vapor, pero cuando sólo se emplea vapor se coloca la inyección de vapor unos centímetros por encima del fondo para que no las toque.

Para calcular aproximadamente la superficie de calefacción necesaria bastará tener en cuenta el calor de puesta en marcha; se fija para ello un tiempo determinado (los 20-30 es plazo prudencial en las cantidades normales) y se estiman las calorías necesarias para poner a 100° el material cargado, a partir de su peso y calor específico (comprendido entre 0,5 y 0,8) y del agua cargada. Aunque varía la cantidad total de agua puesta en funcionamiento, por introducción continua de agua durante el proceso, suele cargarse dos o tres veces más agua que material vegetal a tratar, pudiéndose conocer así la cantidad de calor necesario (W calorías por hora) ; con la temperatura del vapor empleado (T) y la del agua colocada (t), se puede calcular ahora la superficie de calefacción por la fórmula de **Dulong y Petit** :

$$S = \frac{W}{K(T - t)^{1.233}} , S(m^2)$$

donde K es el coeficiente de transmisión de calor, para el cual se pueden adoptar los valores de 200 ó 1200, según se caliente por camisa o serpentín, si no hay ebullición, o de 370 y 2000, respectivamente, cuando la hay.

En la facilidad y rapidez de las descargas tiene gran influencia la forma de realizar el *cierre y ajuste de la tapa*; modernamente todas las calderas tienen tapas sueltas, y fáciles de quitar, a las cuales va fijo el capitel y la alargadera, en lazados a los condensadores por sistemas fáciles de aflojar (bayonetas).

El ajuste de la tapa y la caldera se realiza con cierres hidráulicos cuando no hay sobre-presión interior (destilación con agua, o con agua y vapor en materiales fáciles de atravesar por el vapor), o con pestaña y palomilla en todos los demás casos; esto último es mejor aunque más caro y de más fácil avería, por lo cual sólo se emplea cuando no es

aplicable el cierre hidráulico. El empleo del amianto habrá de evitarse en los casos donde es necesaria la rapidez, siendo frecuente en los aparatos transportables; no es recomendable el uso de masillas y cementos de deficientes resultados, con pérdidas de sustancia sólo admisibles en productos muy baratos.

Es muy importante que el material quede bien distribuido en el interior de las calderas, para evitar aglomeraciones, sobre todo cuando se emplea agua y vapor solo (si se usa agua sola su ebullición mueve bruscamente el material suspendido en ella); este soporte se realiza mediante cestones o cilindros perforados, que se rellenan del material. Más moderno y práctico es el dispositivo consistente en una serie de discos perforados, entre los cuales queda un espacio donde se va colocando el material, sujetos por un eje y espaciadores de tal forma que una vez agotado el material se extrae todo el conjunto con gran facilidad; en otro sistema los discos se sujetan mediante caballetes. Estos dispositivos han sustituido los viejos sistemas de carga, útiles actualmente sólo cuando se destila con agua; en ellos el alambique lleva un orificio superior por donde se palea el material, pudiendo sacarse, una vez agotado, por otra boca colocada en la parte baja.

En tamaños pequeños se usan calderas-volquetes que basculan sobre unos muñones, quitándose la tapa para las manipulaciones.

La forma más conveniente para el capitel ha sido muy discutida en todos los tiempos, intentándose conseguir con él una rectificación simultánea al arrastre; actualmente se opina que con ello sólo se consigue quemar las esencias sin ningún beneficio, estando en desuso las formas en cabeza de moro características de los aparatos antiguos. El orificio de salida del capitel deberá tener 10 cm de diámetro, o más aún si la corriente de vapor ha de ser muy grande.

El cuello de cisne o alargadera no deberá oponer resistencia al paso de los vapores: se deben calcular las secciones de forma que pasen los vapores a la velocidad de unos 20 m/seg, siendo mejor que pequen de excesivas. No deberá presentar estrangulaciones ni deberá ser ascendente y en los lugares donde pueda originarse una disminución de velocidad se realizará una buena calorifugación. En los alambiques de 1500 litros deberán pasar 100-150 l/h, y a veces 200 L, siendo interesante la colocación de telas metálicas que impidan los arrastres de materias sólidas.

En ciertos casos (raíz de lirio, p. ej.) se necesita colocar una columna rectificadora sobre la caldera, con relleno de anillos Raschig o de platos, de 1 m. de altura aproximadamente, y que deberá estar calorifugada para mejorar su rendimiento.

Las aguas condensadas que se quieran retorna a la caldera pasarán antes por un sifón que hace de cierre hidráulico para los vapores de la caldera, pero habrán de entrar en ésta por la parte inferior.

La caldera deberá aislarse para evitar pérdidas de tiempo y calor, realizándose el aislamiento en el campo con hierbas secas y en las factorías con magnesita, amianto, lana de vidrio, los vapores olorosos emitidos por la flor.

6.8. Condensadores

Los vapores producidos en la caldera se enfrían y condensan por contacto con las paredes frías de un tubo de gran longitud sumergido en agua, la cual suele renovarse continuamente. La transmisión de calor ocurre ahora a la inversa que en la caldera y se puede calcular análogamente.

Cada kilo de vapor de agua necesita perder, para condensarse:

$$Q = 606,5 + 0,305(T - t) \text{ , cal.}$$

donde:

T = temperatura del vapor.

T= ídem del agua condensada.

Como generalmente T=100° y t=20 °C, tendrá que absorberse unas 630 calorías/ kg de vapor, despreciándose generalmente en el cálculo el calor latente cedido por el aceite esencial, muy pequeño en comparación del cedido por el agua. Como la superficie viene determinada por la fórmula de Dulong y Petit, se deduce que son necesarios 2 m² para condensar 100 Kg de vapor en una hora, aunque en la práctica se dé a los condensadores una superficie 5 veces mayor para total garantía.

Como hay que absorber 630 calorías aprox. por cada Kg de vapor, si el agua entra a 20° y sale a 80° se podrá tomar como término medio (esto no es exacto) para el consumo de agua:

$$\frac{630}{80 - 20} = 10,5 \text{ L/ kg de vapor condensado}$$

En la práctica, sin embargo, a veces necesita circular 25-30 veces el peso de vapor condensado, de agua de refrigeración, y sobre este gasto se deberá estudiar el suministro de agua en el campo.

Aparte de algunos dispositivos especiales, los condensadores constan normalmente de un tubo en serpentín: de luz interna tienen 5-10 cm y se emplea el cobre estañado

interiormente, estaño puro, aluminio, acero inoxidable o materiales similares. El diámetro de la espiral que adopta el serpentín depende de la longitud de tubo necesaria para llegar a conseguir la superficie requerida, pues conviene que la altura total del serpentín no pase del doble del diámetro, separándose cada espina una distancia aproximadamente igual al grueso del tubo. El comienzo del serpentín, sobre todo en aceites esenciales formados por componentes muy volátiles, presenta a veces un ensanchamiento en forma discoidal, de diámetro igual al del serpentín, en el cual los vapores se condensan parcialmente por una brusca expansión.

Aunque de construcción más costosa, son muy interesantes los condensadores multi-tubulares formados por una serie de tubos rectos y paralelos sumergidos en agua; se limpian muy bien por su fácil desmontaje y corta longitud.

Las dimensiones del condensador deben ser más bien excesivas, pues de esta forma permitirán trabajar a grandes volúmenes horarios con menos tiempo de contacto entre la esencia y el agua, y menor extensión de la hidrólisis, pirogenaciones, aglutinaciones de cargas, etc. La máxima eficacia se consigue en la condensación cuando el agua sale a la misma temperatura que entraron los vapores, pero esto es difícil de conseguir en la práctica, debiéndose cuidar una buena relación entre la superficie de calefacción, en la caldera, y la superficie refrigerante, en el condensador.

6.9. Separadores

De los condensadores sale una emulsión lechosa formada por el agua y el aceite esencial, que se rompe por simple reposo debido a la diferencia de pesos específicos existente entre ambas fases, acabando casi siempre por flotar la esencia.

VII. CONCENTRACION, DESTERPENACIÓN Y DECOLORACIÓN

7.1. Generalidades

Cierto número de esencias naturales (principalmente las obtenidas por tratamientos directos, y algunos aceites esenciales) encierran en su composición algunos cuerpos carentes de utilidad, e incluso en muchas ocasiones perjudiciales por una falta de estabilidad que determina oxidaciones, enranciamientos y resinificaciones, y por ser insolubles.

Dichos componentes (entre los cuales no se incluyen las ceras ni las resinas arrastradas por el vapor o los disolventes), suelen ser hidrocarburos terpénicos y sesquiterpénicos, generalmente inodoros e inestables.

Resulta, por tanto, de interés eliminar en las esencias algún componente, lo que supone una concentración por aumentarse la proporción de los productos interesantes (generalmente los componentes oxigenados), pudiendo consistir sólo en la eliminación casi total de los hidrocarburos terpénicos y sesquiterpénicos; los productos resultantes del primer tratamiento reciben el nombre de esencias *desterpenadas*, y los procedentes del segundo; esencias *sesquidesterpenadas*.

Aparte de su utilidad por aumentar la solubilidad de las esencias, también tiene importancia la desterpenación por la aplicación de sus productos a la aromaterapia, rama de la terapéutica preconizada por Forgues y Gattefossé, que no ha llegado a adquirir la debida importancia a causa de lo mal conocidas que se encuentran las estructuras de estas esencias y por la falta de homogeneidad en sus propiedades, punto indispensable en todo producto de utilización médica.

Los tratamientos para concentrar esencias son de dos tipos: destilaciones varias, con arrastres o sin ellos, y tratamientos con disolventes selectivos. El primer tipo se aplica preferentemente a la eliminación de terpenos, más volátiles que los componentes oxigenados, y el segundo para eliminar los sesquiterpenos, de punto de ebullición más alto.

7.2. Destilación fraccionada al vacío

Es un caso especial de las rectificaciones de aceites esenciales, aplicándose casi siempre la rectificación simple, con columna de platos y sin arrastre, en aparato calentado con camisa de vapor.

Se suele fraccionar en cuatro partes; la que hierve antes contiene los terpenos; la siguiente tiene la mayor parte de los componentes oxigenados; la tercera, los sesquiterpenos

y la última, las ceras y los alquitranes formados durante el tratamiento. Las dos finales no suelen separarse.

Operando bajo vacío, los compuestos oxigenados destilan entre los 90 y los 100°, y se descomponen en parte tomando olor a quemado. Una parte considerable de ellos son arrastrados por los terpenos o quedan retenidos por las últimas fracciones, siendo de difícil recuperación.

La separación de los sesquiterpenos es casi imposible por este método, no marchando tampoco muy bien su eliminación por arrastres al vacío (con agua o alcohol rebajado), y por ello prefiere el tratamiento con disolventes.

A veces da buen resultado, en la desterpenación, el arrastre con alcohol diluido hecho bajo vacío; son insolubles en él los terpenos, pero no los oxigenados, de forma de que las dos fases líquidas procedentes del condensado, la alcohólica retorna al alambique continuamente, hasta eliminar los terpenos, momento en el cual sale claro el condensado y no se desdobra en dos capas.

7.3. Extracción con disolventes selectivos

El disolvente utilizado desde hace más tiempo es el alcohol etílico rebajado donde son insolubles totalmente los sesquiterpenos, pero algo solubles los terpenos (mejor eliminados por destilación). Se pueden seguir dos marchas distintas:

a) Disolución de la esencia en 15-20 volúmenes de alcohol absoluto o de 96°, seguida de una dilución con la cantidad apropiada de agua, para eliminar por filtración los terpenos precipitados.

b) Disolución en alcohol de concentración determinada, seguida de filtración.

En ambos casos es necesario dejar reposar durante cierto tiempo antes de proceder a la filtración, para dejar aglomerar los precipitados que inicialmente son coloidales. En ciertas ocasiones se forman emulsiones, que se pueden escindir agregando un poco de éter de petróleo y centrifugando los sedimentos. El cuerpo insoluble se vuelve a tratar siempre con más disolvente, a fin de agotarlo en cuerpos oxigenados, y la disolución alcohólica se evapora al vacío, o se diluye con salmuera.

También se emplean como disolventes los glicoles etílico y propilénico, ligeramente hidratados, una disolución de cloruro cálcico en metanol (método de Gehrardt)

o de salicilato sódico (método de Duyck), pero las disoluciones de mayor eficacia son las de Timotato o de timoxiacetato sódicos (métodos de Caujolle-Couturier, y de Von Heyden) que disuelven a los componentes oxigenados, pero no a los terpenos.

De todas estas disoluciones se precipitan los componente oxigenados, sin sesquiterpenos, diluyendo con agua o salmuera. Los ésteres se disuelven bien en las sales sódicas de los fenoles, pero mal en los salicilatos, razón por la cual aumenta el interés de las soluciones de timotato sódico al 25%, aproximadamente. Se parte del ácido timótico (ácido 2-metil-5-*isopropil-ortosalicílico*) de p. f.=123°, que se emplea de dos formas, según se traten esencias pobres o ricas en terpenos; en el primer caso, se disuelve la esencia en la menor cantidad posible de timotato acuoso y se agrega agua lentamente para aislar los terpenos separados, diluyéndose luego dos o tres veces más. Cuando son esencias ricas en terpenos, lo mejor es tratarlas 2-3 veces seguidas con disolución de timotato (cerca de 1/5 de su volumen, cada vez), reuniéndose luego las proporciones que habrán arrastrado la mayor parte de los componentes oxigenados presentes.

Mariotti trata las esencias de agrios con ácido acético acuoso al 70%, separándose el sistema en dos capas de las cuales la ácida contiene la esencia desterpenada, recuperable por neutralización y dilución con agua.

7.4. Extracciones con dos disolventes

El método de van Dijck y Ruys trabaja en contracorriente y de forma continua, empleando una columna de extracción de 2m de largo y de 4 cm de diámetro, rellena de tela metálica y provista de varios agitadores, colocada casi horizontalmente. La esencia bruta penetra por el centro, alcohol metílico (que disuelve los componentes oxigenados) por debajo y pentano (que disuelve los terpenos) por arriba; el pentano se evapora para su recuperación y la disolución metanólica se diluye con agua para precipitar las esencias desterpenadas. Este método tiene el inconveniente de las emulsiones que se forman, evitándose en parte por adición de ácido tartárico o cítrico.

Igual que las esencias, lanzadas recientemente por Naarden Chemical Works, los productos del método van Dijck y Ruys de olor soso característico de los aceites desterpenados corrientes, por evitarse en él las oxidaciones y resinificaciones corrientes en otras desterpenaciones.

El método de Wishnefsky, Jacob y Orthner se basa en emplear dos disolventes que, siendo miscibles a temperaturas altas, no se mezclan a temperaturas corrientes, quedando

entonces retenidos los terpenos por el disolvente menos polar y los componentes oxigenados por el más polar. El disolvente más sencillo consiste en una mezcla de aceite de semilla de algodón y alcohol isopropílico que a 80° forman un conjunto homogéneo con el aceite esencial bruto, enfriando rápidamente a 5° el alcohol arrastra la esencia desterpenada, que se vuelve a concentrar por un nuevo tratamiento, una vez separada del alcohol por dilución.

El anterior método queda simplificado si se supone que los terpenos actúan de disolvente no polar en las esencias ricas en ellos. Ahora se reduce el problema a buscar un alcohol que a temperatura relativamente alta se disuelva en la esencia bruta, separándose al enfriar; al parecer, en la mayoría de los casos ya bien el alcohol isopropílico de 70% de riqueza, mientras que en otros resulta eficaz el tratamiento con alcohol etílico.

7.5. Adsorción cromatográfica

Modernamente se ha descrito un procedimiento basado en la adsorción mediante ácido silícico previamente lavado con hexano, el cual sólo retiene los componentes oxigenados; el adsorbato formado se lava primero en la misma columna con hexano, que arrastra los hidrocarburos aún retenidos, y la esencia concentrada se diluye en acetato de etilo, alcohol etílico o acetona, eliminándose luego estos disolventes por destilación al vacío.

La adsorción cromatográfica, según los autores citados, origina una separación más marcada que la destilación fraccionada o que la extracción selectiva, no requiriéndose las altas temperaturas propias de los fraccionamientos.

También se aplica la adsorción a la concentración del aceite esencial de menta piperita, usándose principalmente la alúmina activada.

Para más detalles acerca de los recientes métodos de desterpenación, de todos los tipos, puede consultarse la obra de Van der Veecken.

7.6.. Decoloraciones

Gran número de esencias brutas, y algunas ya rectificadas, presentan coloraciones perjudiciales para muchas de sus aplicaciones (oscurecimiento de jabones claros, extractos alcohólicos que manchan la ropa, etc.) y por ello, aún a costa de alterar siempre su olor, se las somete a ciertos tratamientos específicos de decoloración.

Las coloraciones de las esencias se deben a tres razones principales:

- a) Impurezas metálicas procedentes del material de los aparatos; aguas o disolventes empleados
- b) Colorantes vegetales arrastrados por la esencia, tales como carotenos, xantofilas, clorofilas y antocianos o flavonas, de las flores.
- c) Resinas y sustancias polímeras arrastradas o producidas durante la elaboración.

Entre las impurezas metálicas destacan los diversos fenolatos metálicos (de hierro especialmente) formados por el contacto de los aceites esenciales con el material de los aparatos, aunque también se emplean en el campo aguas duras que les transfieren ciertas impurezas metálicas. Si ciertas esencias contienen carotenos y diversas xantinas, entre las cuales destaca la xantofila, y algunas llevan restos procedentes de los colorantes de las flores, los colorantes vegetales más corrientes son los porfirínicos originados por diversas evoluciones de la clorofila, bastante difíciles de eliminar.

Las sustancias polímeras formadas por resinificación durante las diversas calefacciones a que se someten los productos, se eliminan casi siempre en las colas de los arrastres realizados a diversas presiones. Son sustancias de estructura muy diversa, generalmente procedentes de reacciones secundarias originadas por grupos aldehídicos o dobles enlaces, siendo imposible señalar métodos generales para su eliminación.

Los tratamientos químicos son poco útiles en las esencias, con vistas a su decoloración, por la gran sensibilidad de ciertos componentes a los reactivos aplicables, generalmente oxidantes. Los carotenos son hidrocarburos cuyas coloraciones se deben a dobles enlaces conjugados, por lo que resultan muy sensibles a la oxidación, y basta una simple aireación para decolorarlos, pudiéndose realizar ésta en ciertas ocasiones. Otro caso de tratamiento químico lo constituyen los lavados ácidos (tartárico, cítrico) de esencias con fenolatos metálicos.

Los más usuales son los procesos fisicoquímicos y de todos ellos la adsorción con carbones o tierras activadas. Este fenómeno, cuyo fundamento técnico puede consultarse en otros lugares, es totalmente superficial y depende, por tanto, de la extensión y forma presentada por la superficie absorbente, siendo difícil señalar a priori el tipo de mejor resultado ante cada producto, aunque ya sea posible medir la superficie activa de un absorbente.

Por absorción se eliminan la xantofila y muchas clorofilas, siendo los carotenos reacios al tratamiento y más aún las resinas.

Ante las esencias, los adsorbentes de mejor resultado son los carbones activados, de procedencias vegetal y preparados térmicamente, ya que los obtenidos al cloruro de cinc retienen aún cierta cantidad de éste que resulta perjudicial. Las tierras activadas por tratamientos ácidos o de estructura montmorillonítica (bentonitas) dan buenos resultados mezclándolas a los carbones por facilitar la filtración y eliminación del adsorbato.

Para hacer la decoloración se calienta la esencia a 80-90° (con ello se facilita la difusión) y se agrega 1-5% de adsorbente (va bien la mezcla de dos partes de carbón y una parte de tierra, activados ambos), interesando que una papilla acuosa de la tierra al 6% dé un pH comprendido entre 3 y 4); se agita durante media hora y se filtra.

Es necesario realizar antes en el laboratorio unas pruebas para conocer las condiciones óptimas de temperatura, tiempo, cantidad y calidad del adsorbente de prever. Los máximos resultados se consiguen haciendo decoloraciones fraccionadas; primero se trata con la mitad del adsorbente necesario, y el producto ya mejorado se vuelve con la otra mitad, pudiéndose economizar así hasta un 30% de adsorbente. El tratamiento se hace en vasijas de vidrio y por pequeñas porciones, ya que sólo se tratan así productos caros.

Desgraciadamente no se absorben exclusivamente las sustancias colorantes, sino también ciertos componentes olorosos, ya que son absorbidas preferentemente las sustancias de mayor calor de absorción. Con ello los olores sufren una cierta modificación imposible de evitar, aunque afortunadamente la evolución suele ser para mejorar de calidad. También pueden ser así eliminadas, como en el caso de esencia de naranja dulce, las sustancias estabilizantes naturales, que habrán de reponerse (galatos, nipagines, etc.).

VIII. PROCESO EXPERIMENTAL

8.1. Descripción y Evaluación del Equipo Experimental

La extracción de los aceites esenciales, principalmente se realiza por Arrastre con Vapor, utilizando el concepto de la codestilación, es decir la destilación de dos líquidos no miscibles, que siguen la ley de Dalton; según ella, la presión total de la mezcla es la suma de las presiones que cada masa de gas tendría al ocupar, a la misma temperatura, el volumen total ahora ocupado por la mezcla gaseosa.

El sistema de arrastre con vapor esta formado por cuatro partes:

Generador de Vapor : Calentado por un sistema eléctrico con potencia eléctrica de 1320 watt y con un volumen de 7,5 L. Con una conexión bridada al alambique.

Alambique destilador: conectado al generador de vapor con una conexión de sello hidráulico, con una capacidad de 17 l. (48 cm., D=21 cm.) conformado por una rejilla en la parte inferior que sirve de soporte a la materia prima (molle). Tiene una capacidad máxima de 6,5 Kg. de carga de molle.

Condensador : El tipo es de doble tubo (L=65 cm) conectado con el alambique mediante un codo y sello hidráulico.

Florentino separador : De material de vidrio pirex, graduado para poder medir los volúmenes de aceite, este equipo permite acumular el aceite y eliminar el agua condensada continuamente.

8.2. Aparatos y Técnicas de Operación del Proceso

Un aparato diseñado para ser operado de la manera más práctica, sin necesidad de los complicados cierres mecánicos, se observa en la Figura 8.1, este *sistema destilador para arrastre con vapor* a nivel piloto se puede implementar sin muchas complicaciones a nivel comercial (industrial), consta de cuatro partes básicas: **Generador de vapor, alambique propiamente dicho, condensador**, estas tres partes se encuentran unidas por medio de un **cierre hidráulico** que permite fácil operatividad, condición indispensable para este tipo de operaciones; finalmente un separador de fases semi-continuo, conocido como **separador florentino**.

En la práctica la carga de los lotes de materia prima necesitan ser alimentados en forma rápida al igual que el sello de unión de las partes del sistema, cuando estos cierres son del tipo de tornillo-mariposa, la operación se complica, por esto el *cierre hidráulico* ha resultado una excelente solución a la operatividad del sistema, así como en la conservación de los equipos, los cierres mecánicos tienden a deteriorar, en primer lugar los tornillos-cierre, las empaquetaduras, etc. Con los cierre hidráulico se evita todos estos inconvenientes; lográndose una mejor operatividad y mayor duración de los equipos.

8.3. Proceso de Extracción por Arrastre con Vapor del Aceite Esencial del *Schinus molle*

8.3.1. Preparación de la Materia Prima: Fruto de Molle

El fruto es una drupa pequeña de 4 – 6 mm de diámetro, de color rosado brillante, el fruto maduro presenta una cáscara muy frágil, que encierra el pericarpio encogido y dulce, en cuyo centro está la semilla. El primer paso es descascarar el fruto, luego se hace necesario un quebrantamiento del pericarpio, es recomendable solo partir el fruto.

Después de la pre-molienda, se debe cargar al alambique toda la carga, no es recomendable dejar la materia molida para otro día, debido a que el aceite se encuentra libre y se produciría una evaporación parcial del aceite al ambiente.

8.3.2. Acondicionamiento del Equipo de Arrastre con Vapor

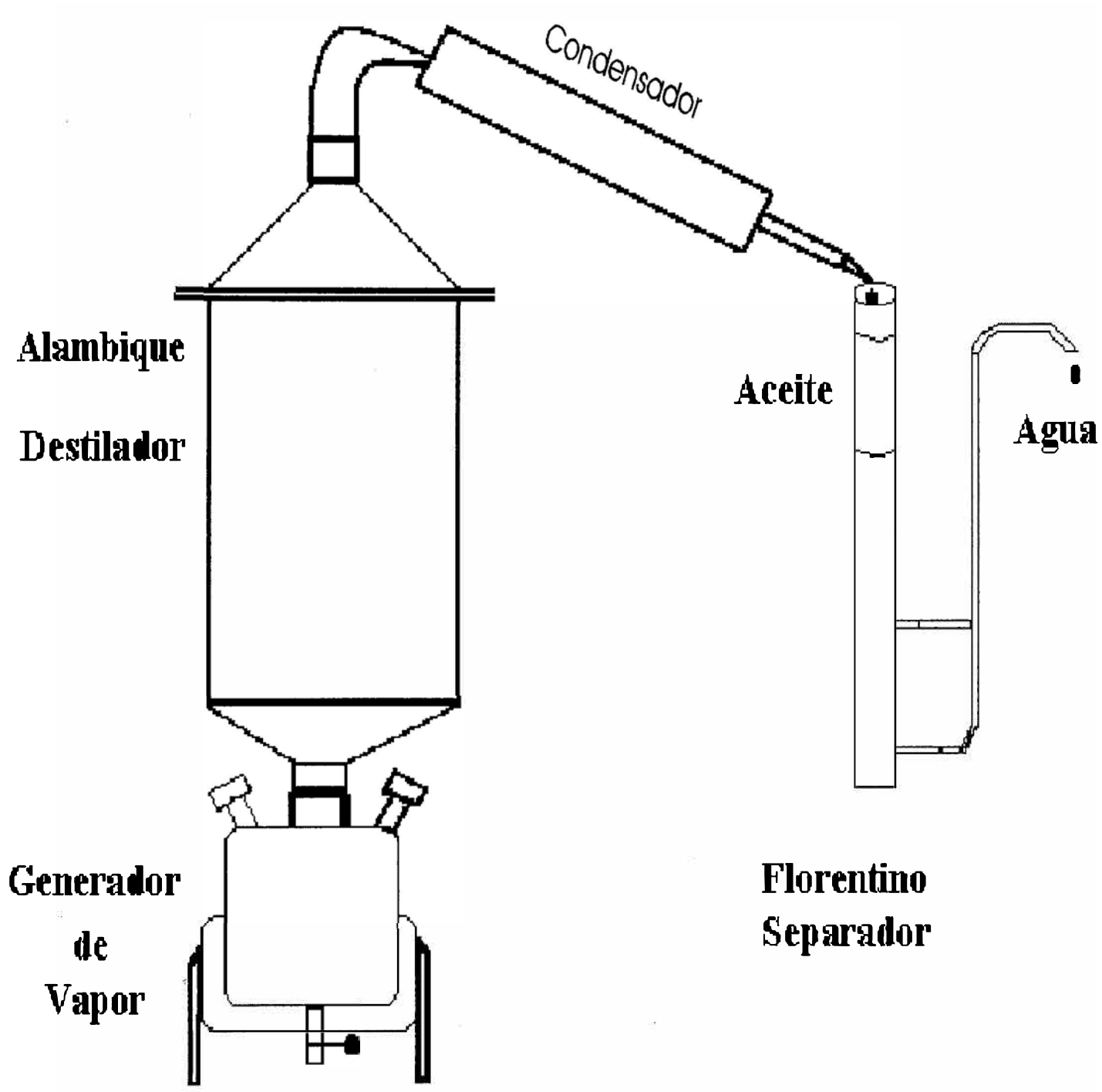
El equipo piloto (alambique Grande) de **16.6 L**, tiene una capacidad máxima de aprox. **6500 g.** de fruto de molle.

De acuerdo a la carga se acondiciona el Generador de Vapor: carga de agua, flujo de vapor, con estas variables deberá quedar fijado el tiempo de operación.

El condensador deberá condensar el flujo de vapor fijado, calculando el flujo de agua de refrigeración necesaria para el proceso.

Con respecto al florentino separador de fases, deberá calcularse la cantidad de aceite de acuerdo a la carga de fruto de molle, debido a que es un equipo semi-continuo, que recogerá el lote de aceite y eliminará en forma continua el agua condensada.

Figura 8.1. Alambique Destilador por Arrastre con Vapor



8.3.3. Descripción del Proceso de Extracción de Arrastre con Vapor

- Inicialmente se deberá cargar con agua el generador de vapor, e iniciar el calentamiento del agua, para tener listo el sistema generador de vapor. Se deberá tener en cuenta la cantidad de agua a evaporar, esto es en función a la carga de materia prima.
- Se procede a la molienda, mediante un molino manual (de mesa), regulándolo para que solo descascare el fruto, no es recomendable romper la semilla, debido a que el aceite se encuentra entre la cáscara y la semilla (entre las dos capas), y al romper esta última el aceite es adsorbido por la semilla rota, dificultando el arrastre con vapor; el molle molido deberá ser cargado seguidamente al Alambique destilador, teniendo en cuenta que el aceite se encuentra en estado libre dentro de la semilla partida.
- Cargado de la semilla partida al alambique destilador, luego se coloca encima del generador de vapor, seguidamente se cierra el alambique con la tapa – bridada. Y se conecta con el condensador, conectados estos con un cierre hidráulico.
- Colocar finalmente el florentino separador a la salida del condensador, estando el florentino inicialmente con agua, listo para recibir la mezcla condensada (aceite – agua).
- Con el sistema instalado, el vapor producido atraviesa el lecho de materia prima, extrayendo el aceite, que luego es condensado y recogido en el florentino separador, donde la mezcla aceite – agua es separada.

Figura 8.2. Equipos de Laboratorio N° 1 : Sistema de Arrastre con Vapor

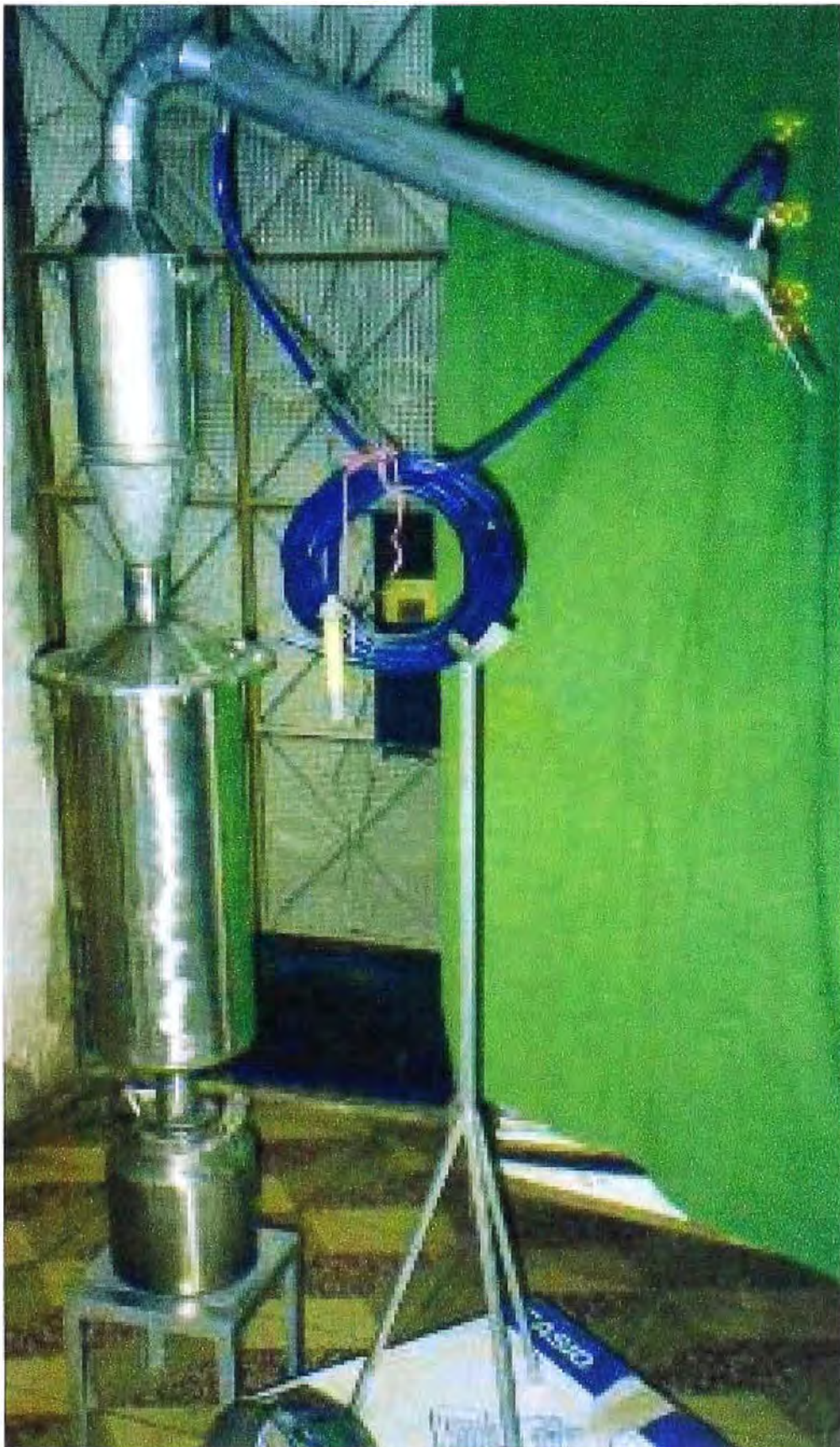


Figura 8.3. Equipos de Laboratorio No. 2 : Sistema de arrastre con Vapor



8.3.4. Descripción del ensayo de extracción

- Para una carga de 500 g de semilla partida del schinus molle en el alambique – destilador se colocó 1200 ml de agua en el generador de vapor.
Luego empezó la operación de extracción calentando el generador de vapor con una resistencia eléctrica de 1320 watt.
El vapor generado atraviesa la masa de semilla donde extrae el aceite y esta mezcla aceite – vapor de agua pasa por un condensador donde se condensan.
La mezcla de aceite – agua es recogido en el florentino separador graduado para medir el volumen Vs tiempo.
Los valores obtenidos (tiempo Vs volumen de aceite) se muestran en la tabla 8.1.
A partir de estos valores se calculan las otras columnas de valores de la tabla.
- Se hicieron otras corridas con diferentes cantidades de carga como se muestra en las tablas 8.2, 8.3, 8.4, 8.5 y 8.6.

TABLA 8.1 : ARRASTRE CON VAPOR DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE

PESO NETO DE SEMILLA = 500 g.
FLUJO VAPOR TOTAL = 1286 mL/ h.
FLUJO VAPOR SALIDA = 670 mL/ h.
FLUJO VAPOR CON SEMILLA = 1241.4 mL/ h.
DENSIDAD APARENTE = 0.36 g / mL.
ALAMBIQUE PEQUEÑO: 1200 ml.

TIEMPO (min)	Volumen Aceite (mL)	Volumen Agua (mL)	m aceite Kg/h	V mezcla (mL)	m agua Kg/h	m mezcla Kg/h	[Relación] mL-ac/ MI-mez	Rend. (g/ g)
3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
4.00	7.66	25.00	0.09	32.66	0.38	0.47	0.235	1.26
5.00	10.95	45.00	0.11	55.95	0.54	0.65	0.196	1.80
6.00	12.59	66.00	0.10	78.59	0.66	0.76	0.160	2.06
7.00	13.68	88.00	0.10	101.68	0.75	0.85	0.135	2.24
8.00	14.78	110.00	0.09	124.78	0.83	0.92	0.118	2.42
9.00	15.33	130.00	0.08	145.33	0.87	0.95	0.105	2.51
10.00	16.42	150.00	0.08	166.42	0.90	0.98	0.099	2.69
11.00	16.97	175.00	0.08	191.97	0.95	1.03	0.088	2.78
12.00	17.52	195.00	0.07	212.52	0.98	1.05	0.082	2.87
13.00	18.06	217.00	0.07	235.06	1.00	1.07	0.077	2.96
14.00	18.06	235.00	0.06	253.06	1.01	1.07	0.071	2.96
18.00	18.89	320.00	0.05	338.89	1.07	1.12	0.056	3.10
22.00	19.71	410.00	0.04	429.71	1.12	1.16	0.046	3.23
27.83	20.25	515.00	0.04	535.25	1.11	1.15	0.038	3.32
40.00	21.90	750.00	0.03	771.90	1.13	1.15	0.028	3.59
47.00	23.54	925.00	0.02	948.54	1.18	1.21	0.025	3.86
60.00	25.18	665.14	0.02	690.32	0.67	0.69	0.036	4.13

TABLA 8.2 : ARRASTRE CON VAPOR DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE

PESO NETO DE SEMILLA = 1000 g.
 FLUJO VAPOR TOTAL = 1286 mL/ h.
 FLUJO VAPOR SALIDA = 1180 mL/ h.
 FLUJO VAPOR CON SEMILLA = 1241.4 mL/ h.
 DENSIDAD APARENTE = 0.37
ALAMBIQUE PEQUEÑO :1200 ml.

TIEMPO (min)	Volumen Aceite (mL)	Volumen Agua (mL)	m aceite Kg/h	V mezcla (mL)	m agua Kg/h	m mezcla Kg/h	[Relación] mL-ac/mL-mez	Rend. (g/g)
4.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
5.58	13.14	30.00	0.12	43.14	0.32	0.44	0.305	1.08
7.50	22.44	80.00	0.15	102.44	0.64	0.79	0.219	1.84
9.50	27.37	115.00	0.14	142.37	0.73	0.87	0.192	2.24
12.00	30.11	165.00	0.12	195.11	0.83	0.95	0.154	2.47
14.00	30.65	205.00	0.11	235.65	0.88	0.99	0.130	2.51
16.00	33.94	215.00	0.10	248.94	0.81	0.91	0.136	2.78
18.00	35.03	295.00	0.10	330.03	0.98	1.08	0.106	2.87
21.00	37.22	350.00	0.09	387.22	1.00	1.09	0.096	3.05
24.00	38.32	415.00	0.08	453.32	1.04	1.12	0.085	3.14
28.00	39.96	500.00	0.07	539.96	1.07	1.14	0.074	3.28
35.00	39.96	650.00	0.06	689.96	1.11	1.17	0.058	3.28
43.00	44.89	825.00	0.05	869.89	1.15	1.20	0.052	3.68
54.00	47.08	1035.00	0.04	1082.08	1.15	1.19	0.044	3.86
62.00	48.72	1200.00	0.04	1248.72	1.16	1.20	0.039	3.99
70.00	49.27	1350.00	0.03	1399.27	1.16	1.19	0.035	4.04
84.00	50.36	1650.00	0.03	1700.36	1.18	1.21	0.030	4.13
94.00	51.45	1925.00	0.03	1976.45	1.23	1.26	0.026	4.22
110.00	52.00	2135.00	0.02	2187.00	1.16	1.19	0.024	4.26
122.00	53.10	2400.00	0.02	2453.10	1.18	1.20	0.022	4.35
130.00	53.64	2550.00	0.02	2603.64	1.18	1.20	0.021	4.40

TABLA 8.3 : ARRASTRE CON VAPOR DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE

PESO NETO DE SEMILLA = 1500g.
 FLUJO VAPOR TOTAL = 1286 mL/ h.
 FLUJO VAPOR SALIDA = 1210 kg/ h.
 DENSIDAD APARENTE = 0.37
ALAMBIQUE PEQUEÑO : 1200 mL.

TIEMPO (min)	Volumen Aceite (mL)	Volumen Agua (mL)	M aceite Kg/h	V mezcla (mL)	m agua Kg/h	m mezcla Kg/h	[Relación] mL-ac/mL-mez	Rend. (g/g)
6.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
7.00	13.14	25.00	0.09	38.14	0.21	0.31	0.344	0.72
8.00	24.09	50.00	0.15	74.09	0.38	0.52	0.325	1.32
9.00	31.75	75.00	0.17	106.75	0.50	0.67	0.297	1.74
10.00	38.32	105.00	0.19	143.32	0.63	0.82	0.267	2.09
12.00	45.43	150.00	0.19	195.43	0.75	0.94	0.232	2.48
14.00	49.27	200.00	0.17	249.27	0.86	1.03	0.198	2.69
16.00	52.00	245.00	0.16	297.00	0.92	1.08	0.175	2.84
19.00	54.74	310.00	0.14	364.74	0.98	1.12	0.150	2.99
21.00	56.93	350.00	0.13	406.93	1.00	1.13	0.140	3.11
23.00	58.02	395.00	0.12	453.02	1.03	1.15	0.128	3.17
26.00	60.21	450.00	0.11	510.21	1.04	1.15	0.118	3.29
30.00	61.86	545.00	0.10	606.86	1.09	1.19	0.102	3.38
35.00	64.04	655.00	0.09	719.04	1.12	1.21	0.089	3.50
40.00	65.69	760.00	0.08	825.69	1.14	1.22	0.080	3.59
46.00	67.88	890.00	0.07	957.88	1.16	1.23	0.071	3.71
54.00	68.97	1050.00	0.06	1118.97	1.17	1.23	0.062	3.77
63.00	71.16	1255.00	0.06	1326.16	1.20	1.25	0.054	3.89
75.00	73.90	1500.00	0.05	1573.90	1.20	1.25	0.047	4.04
89.00	75.54	1795.00	0.04	1870.54	1.21	1.25	0.040	4.13
99.00	77.73	2000.00	0.04	2077.73	1.21	1.25	0.037	4.25
110.00	78.82	2250.00	0.04	2328.82	1.23	1.26	0.034	4.31
126.00	79.92	2550.00	0.03	2629.92	1.21	1.25	0.030	4.37
145.00	80.47	2935.00	0.03	3015.47	1.21	1.24	0.027	4.40

TABLA 8.4 : ARRASTRE CON VAPOR DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE

PESO NETO DE SEMILLA = 2000
 FLUJO VAPOR TOTAL = 1286 mL/hr.
 FLUJO VAPOR SALIDA = 970 gr/hr.
 DENSIDAD APARENTE = 0.464 gr/mL.
ALAMBIQUE GRANDE: 16.6 L.

TIEMPO (min)	Volumen Aceite (mL)	Volumen Agua (mL)	m aceite Kg/h	V mezcla (mL)	m agua C. Kg/h	m mezcla Kg/h	[Relación] mL-ac/mL.mz.	Rend. (g/g)
10.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
12.00	14.78	30.00	0.06	44.78	0.15	0.21	0.330	0.61
13.00	24.63	35.00	0.09	59.63	0.16	0.25	0.413	1.01
14.00	33.94	70.00	0.12	103.94	0.30	0.42	0.327	1.39
15.00	41.05	85.00	0.13	126.05	0.34	0.47	0.326	1.68
16.00	46.53	100.00	0.14	146.53	0.38	0.52	0.318	1.91
17.00	49.81	125.00	0.14	174.81	0.44	0.59	0.285	2.04
18.00	54.19	145.00	0.15	199.19	0.48	0.63	0.272	2.22
19.00	57.48	160.00	0.15	217.48	0.51	0.65	0.264	2.36
20.00	59.67	175.00	0.15	234.67	0.53	0.67	0.254	2.45
21.00	61.31	190.00	0.14	251.31	0.54	0.69	0.244	2.51
24.00	65.69	245.00	0.13	310.69	0.61	0.75	0.211	2.69
28.00	68.97	315.00	0.12	383.97	0.68	0.80	0.180	2.83
32.00	71.71	375.00	0.11	446.71	0.70	0.81	0.161	2.94
36.00	73.90	450.00	0.10	523.90	0.75	0.85	0.141	3.03
40.00	74.99	525.00	0.09	599.99	0.79	0.88	0.125	3.07
45.00	78.28	610.00	0.09	688.28	0.81	0.90	0.114	3.21
50.00	81.56	690.00	0.08	771.56	0.83	0.91	0.106	3.34
60.00	84.85	860.00	0.07	944.85	0.86	0.93	0.090	3.48
70.00	86.49	1030.00	0.06	1116.49	0.88	0.94	0.077	3.55
85.00	89.22	1300.00	0.05	1389.22	0.92	0.97	0.064	3.66
100.00	90.32	1550.00	0.04	1640.32	0.93	0.97	0.055	3.70
120.00	93.06	1875.00	0.04	1968.06	0.94	0.98	0.047	3.82
143.00	95.79	2300.00	0.03	2395.79	0.97	1.00	0.040	3.93

TABLA 8.5 : ARRASTRE CON VAPOR DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE

PESO NETO DE SEMILLA = 3000g.

FLUJO VAPOR TOTAL =1286 mL/hr.

FLUJO VAPOR SALIDA =1010 mL/hr.

DENSIDAD APARENTE =0.472 gr/mL. **Alambique Grande: 16.6 L**

TIEMPO (min)	Volumen Aceite (mL)	Volumen Agua (mL)	M aceite Kg/h	V mezcla (mL)	m agua Kg/h	m mezcla Kg/h	[Relación] mL-ac/mL- mez	Rend. (g/g)
13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
14.00	12.04	20.00	0.04	32.04	0.09	0.13	0.376	0.33
15.00	24.63	40.00	0.08	64.63	0.16	0.24	0.381	0.67
16.00	38.32	60.00	0.12	98.32	0.23	0.34	0.390	1.05
17.00	52.00	85.00	0.15	137.00	0.30	0.45	0.380	1.42
18.00	58.57	110.00	0.16	168.57	0.37	0.53	0.347	1.60
19.00	73.90	135.00	0.19	208.90	0.43	0.62	0.354	2.02
20.00	81.56	155.00	0.20	236.56	0.47	0.67	0.345	2.23
21.00	85.94	185.00	0.20	270.94	0.53	0.73	0.317	2.35
22.00	93.06	205.00	0.21	298.06	0.56	0.77	0.312	2.54
24.00	102.36	245.00	0.21	347.36	0.61	0.82	0.295	2.80
25.00	105.65	265.00	0.21	370.65	0.64	0.84	0.285	2.89
26.00	106.74	280.00	0.20	386.74	0.65	0.85	0.276	2.92
28.00	110.57	325.00	0.19	435.57	0.70	0.89	0.254	3.02
30.00	113.31	360.00	0.19	473.31	0.72	0.91	0.239	3.10
33.00	116.59	420.00	0.17	536.59	0.76	0.94	0.217	3.19
36.00	118.78	475.00	0.16	593.78	0.79	0.95	0.200	3.25
40.00	122.62	550.00	0.15	672.62	0.83	0.98	0.182	3.35
45.00	124.81	690.00	0.14	814.81	0.92	1.06	0.153	3.41
50.00	128.64	735.00	0.13	863.64	0.88	1.01	0.149	3.52
55.00	130.83	830.00	0.12	960.83	0.91	1.02	0.136	3.58
61.00	133.56	950.00	0.11	1083.56	0.93	1.04	0.123	3.65
67.00	134.11	1055.00	0.10	1189.11	0.94	1.04	0.113	3.67
77.00	137.40	1240.00	0.09	1377.40	0.97	1.05	0.100	3.76
89.00	141.23	1455.00	0.08	1596.23	0.98	1.06	0.088	3.86
105.00	145.06	1750.00	0.07	1895.06	1.00	1.07	0.077	3.96
115.00	147.25	1925.00	0.06	2072.25	1.00	1.07	0.071	4.02

TABLA 8. 6 : ARRASTRE CON VAPOR DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE

PESO NETO DE SEMILLA = **1000**
 FLUJO VAPOR TOTAL = **2168.7g./ h.**
 FLUJO VAPOR SALIDA = 2100 mL./ h.
 DENSIDAD APARENTE = 0.365
ALAMBIQUE PEQUEÑO: 1200 mL.

TIEMPO (min)	Volumen Aceite (mL)	Volumen Agua (mL)	M aceite Kg/h	V mezcla (mL)	m agua C. Kg/h	m mezcla Kg/h	[Relación] mL-ac/mL-mez	Rend. (g/g)
3.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
5.00	20.25	50.00	0.20	70.25	0.60	0.80	0.288	1.66
6.00	27.37	90.00	0.22	117.37	0.90	1.12	0.233	2.24
7.00	30.11	130.00	0.21	160.11	1.11	1.33	0.188	2.47
8.00	32.84	165.00	0.20	197.84	1.24	1.44	0.166	2.69
9.00	35.03	205.00	0.19	240.03	1.37	1.56	0.146	2.87
10.00	36.13	245.00	0.18	281.13	1.47	1.65	0.129	2.96
12.00	38.32	315.00	0.16	353.32	1.58	1.73	0.108	3.14
14.00	39.96	390.00	0.14	429.96	1.67	1.81	0.093	3.28
18.00	42.70	545.00	0.12	587.70	1.82	1.93	0.073	3.50
23.00	44.34	725.00	0.09	769.34	1.89	1.99	0.058	3.64
28.00	45.98	900.00	0.08	945.98	1.93	2.01	0.049	3.77
38.00	48.72	1255.00	0.06	1303.72	1.98	2.04	0.037	3.99
48.00	50.36	1625.00	0.05	1675.36	2.03	2.08	0.030	4.13
60.00	52.55	2060.00	0.04	2112.55	2.06	2.10	0.025	4.31
78.00	54.19	2720.00	0.03	2774.19	2.09	2.13	0.020	4.44
90.00	54.74	3145.00	0.03	3199.74	2.10	2.13	0.017	4.49

8.3.5. Resultados del proceso de extracción

Al graficar los valores de la tabla 8.1 se obtiene:

- La figura 8.4, graficando el % rendimiento Vs $t_{(\text{min})}$. Esta curva nos muestra al inicio una pendiente pronunciada aproximadamente hasta los 10 minutos, disminuyendo la pendiente bruscamente, manteniéndose luego esta disminución en valores pequeños hasta el final de proceso (50 minutos restantes).

Por lo tanto esta curva nos indica que la variación del % rendimiento es alto al inicio después esta variación es baja acercándose casi a cero a tiempos altos ($t > 50$ ').

- La figura 8.5, grafica volumen de aceite (mL) Vs tiempo (min).

Esta curva indica una velocidad de extracción inicial alta hasta aproximadamente los 10 minutos, después de este tiempo la velocidad de extracción decae en forma considerable.

- La figura 8.6, grafica de la relación del aceite Vs tiempo.

Del gráfico vemos que la cantidad de aceite extraído disminuye con el tiempo desde un valor bastante alto (0.235 ml. Ac/ mL. mezc) hasta el empobrecimiento del aceite (0.036) en 60 minutos.

- La figura 8.7, grafica volumen de agua (mL) Vs tiempo (min).

Esta recta nos indica que el flujo de vapor es constante durante toda la operación.

La gráfica de los valores de las tablas 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6 tienen el mismo tipo de curvas y el mismo comportamiento que las figuras 8.4, 8.5, 8.6 y 8.7.

Fig. 8.4 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°1 (ALAMBIQUE PEQUEÑO) FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h

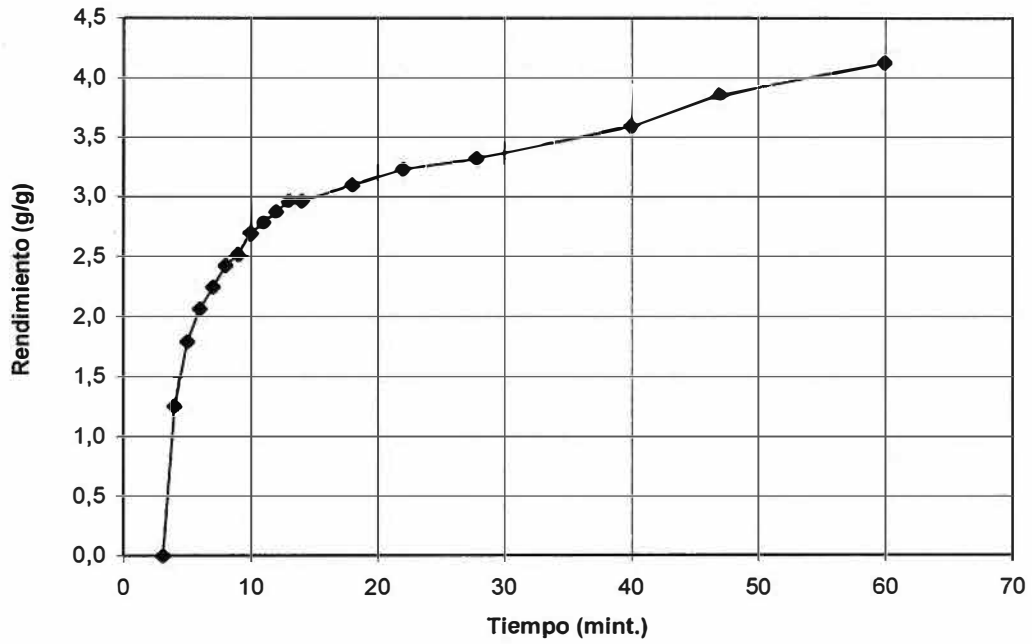


Fig. 8.5 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°1 (ALAMBIQUE PEQUEÑO) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h

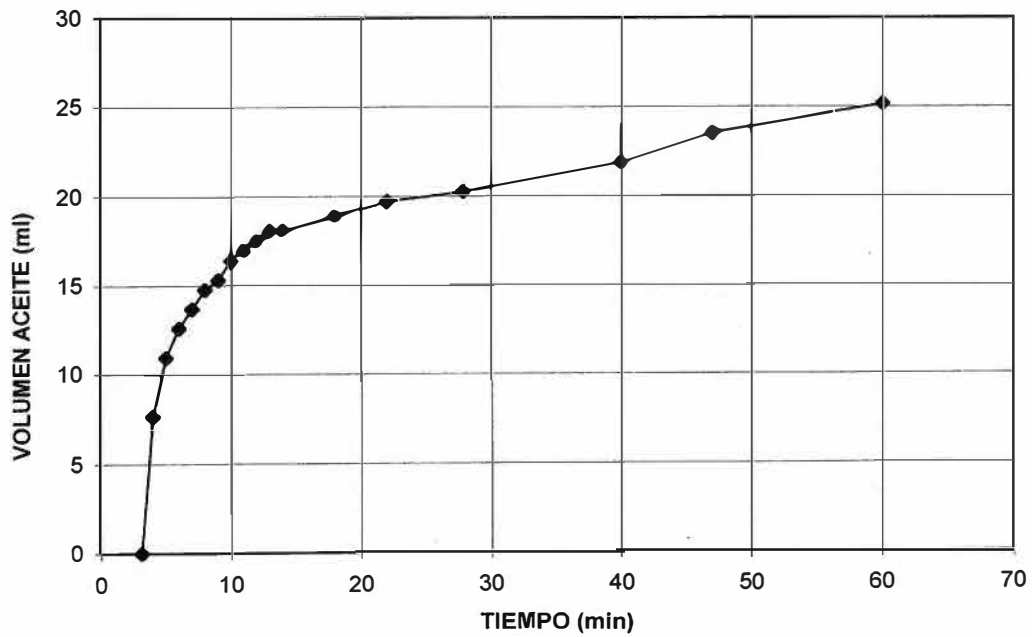


Fig. 8.6 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°1
(ALAMBIQUE PEQUEÑO) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h

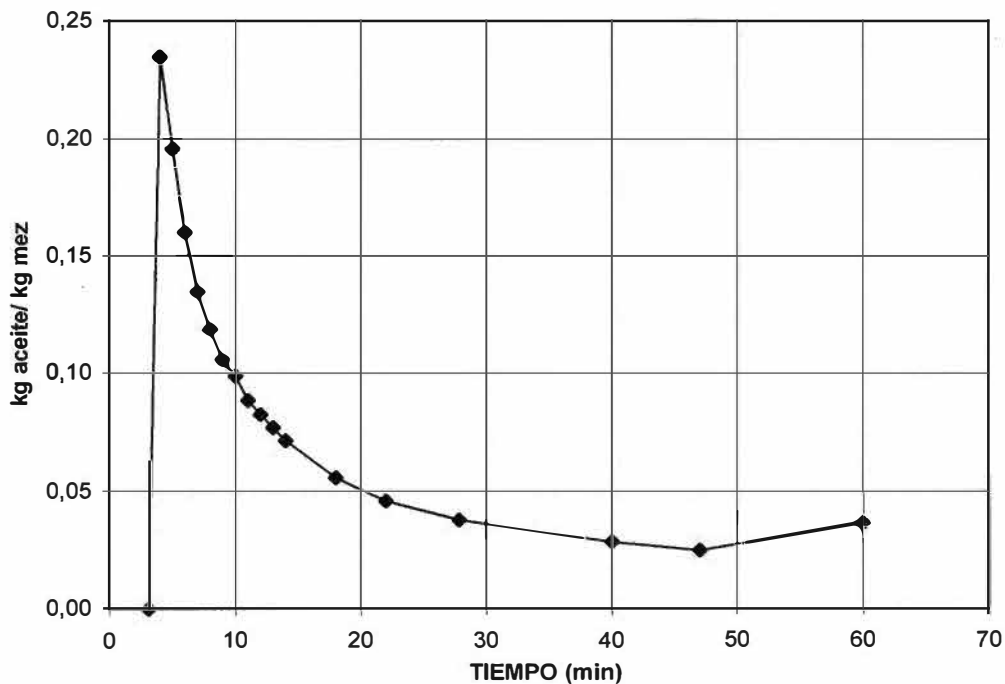


Fig. 8.7 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°1
(ALAMBIQUE PEQUEÑO) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h

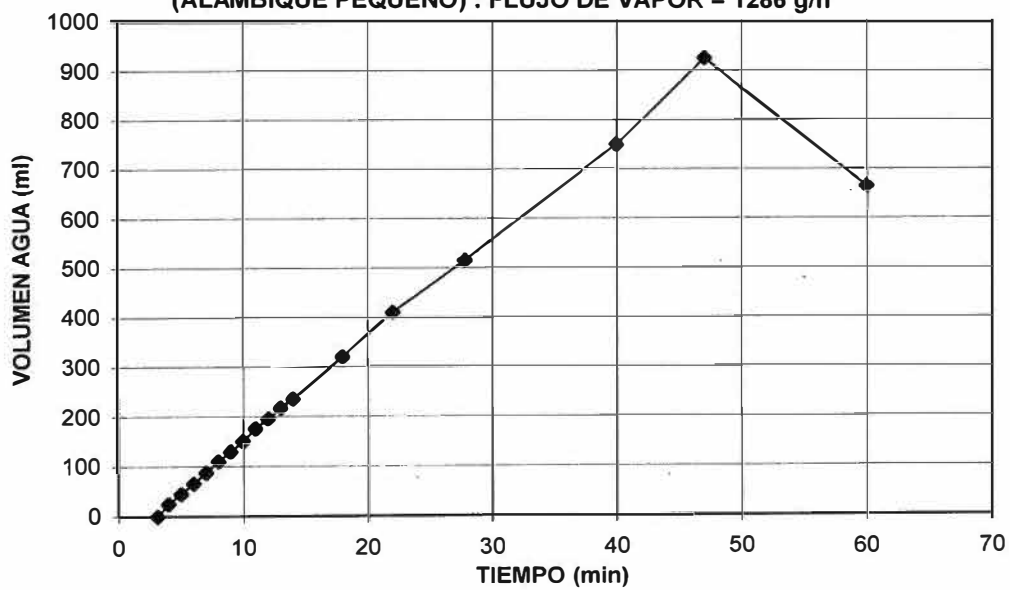


Fig. 8.8 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°2
(ALAMBIQUE PEQUEÑO) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h

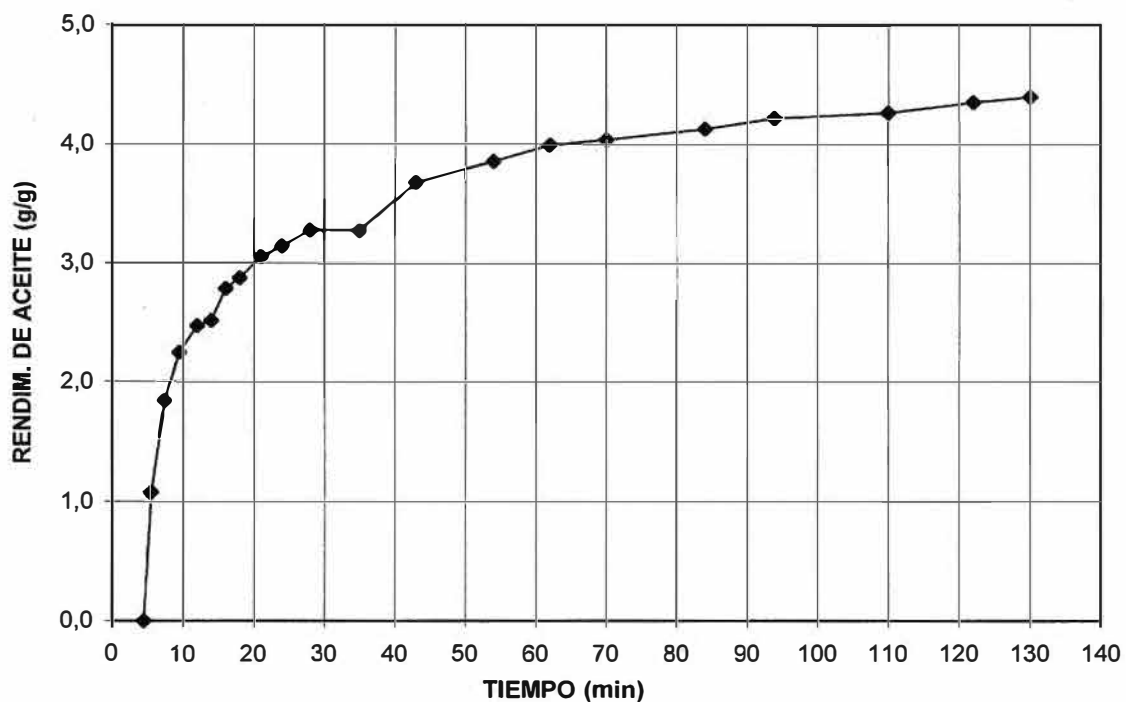
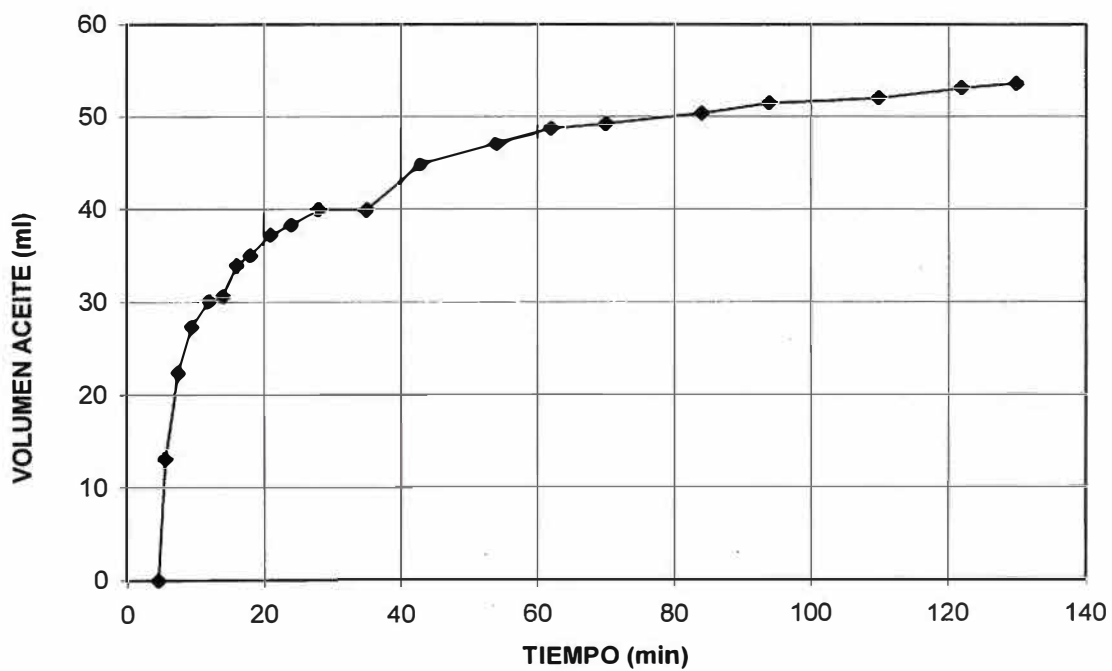
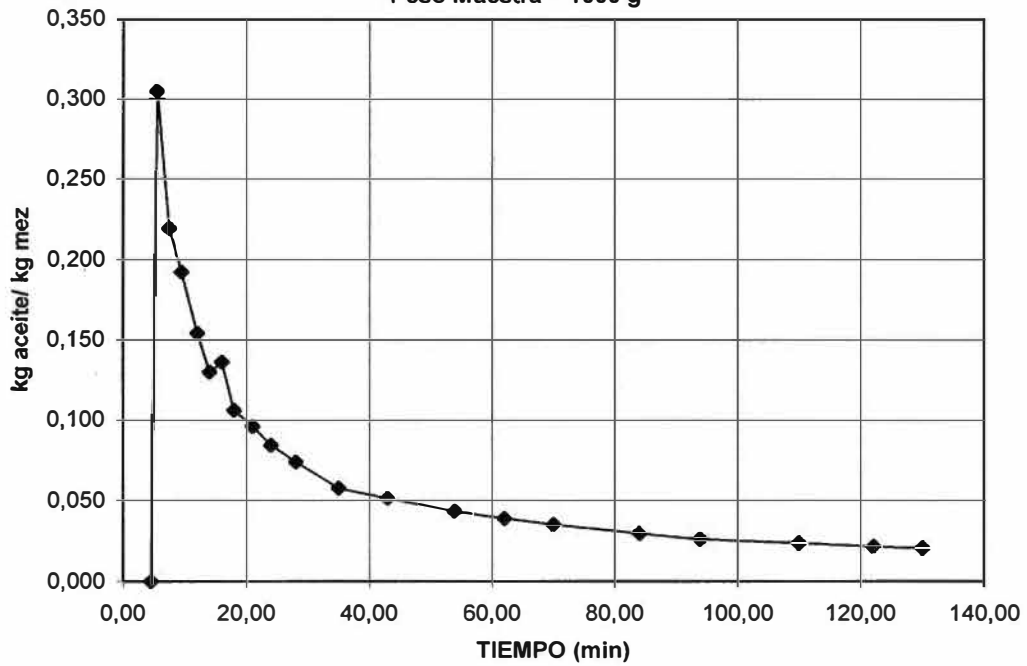


Fig. 8.9 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°2
(ALAMBIQUE PEQUEÑO) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h



**Fig. 8.10 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°2
(ALAMBIQUE PEQUEÑO) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h
Peso Muestra = 1000 g**



**Fig. 8.11 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°2
(ALAMBIQUE PEQUEÑO) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h**

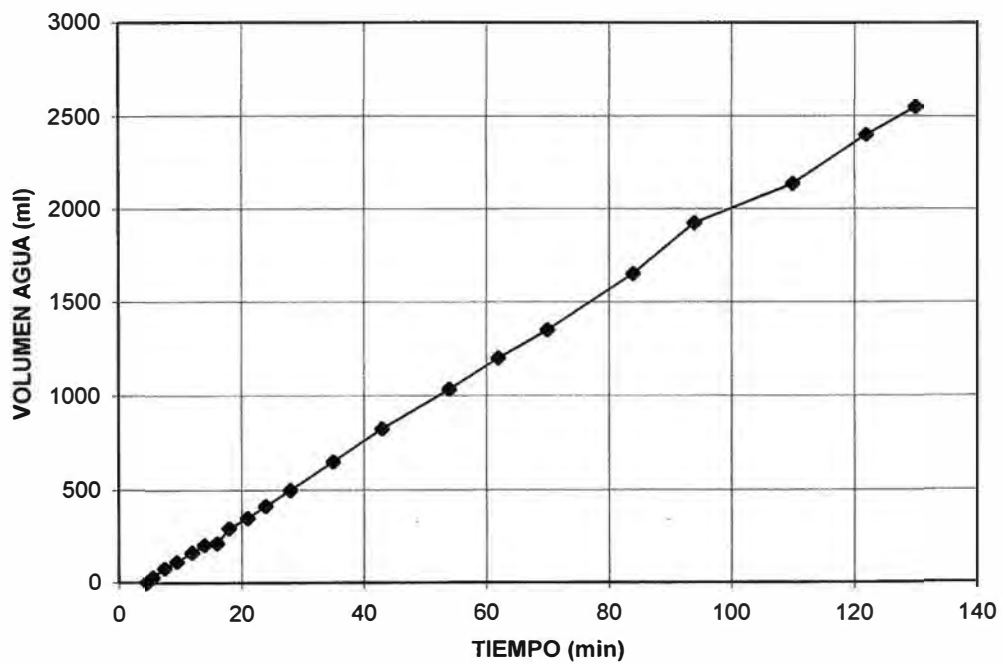


Fig. 8.12 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°3
(ALAMBIQUE GRANDE) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h

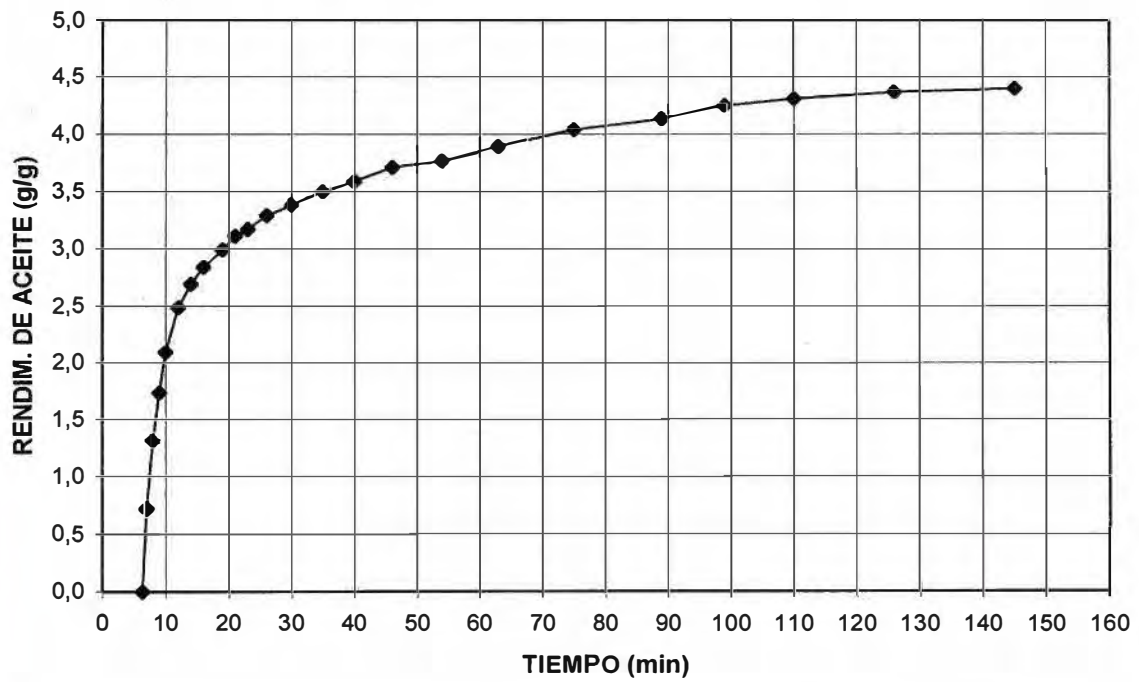
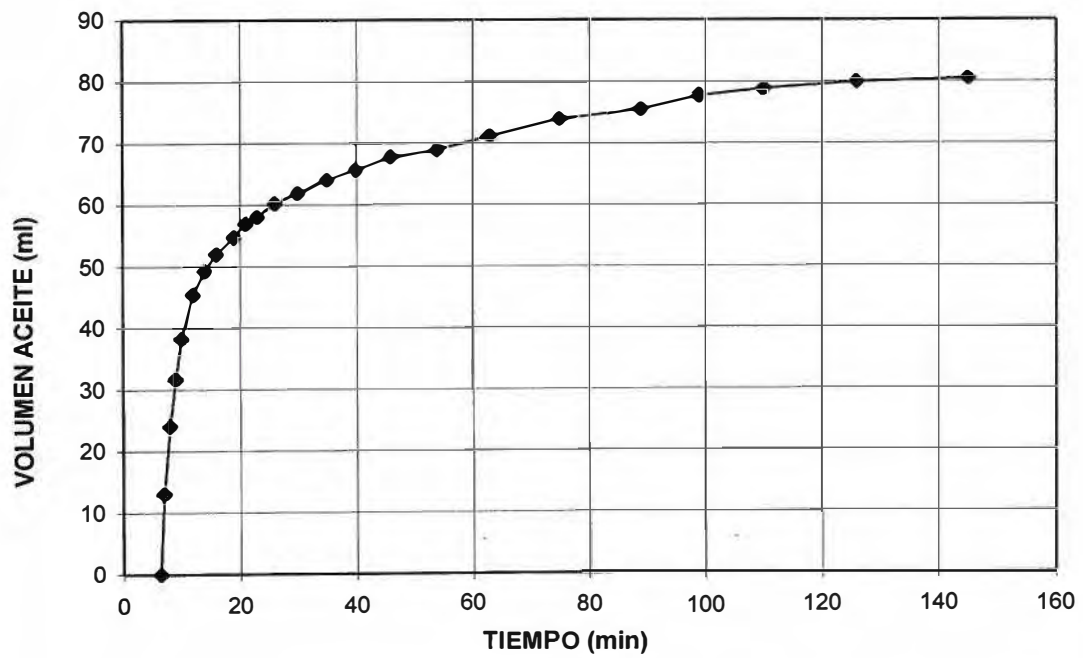
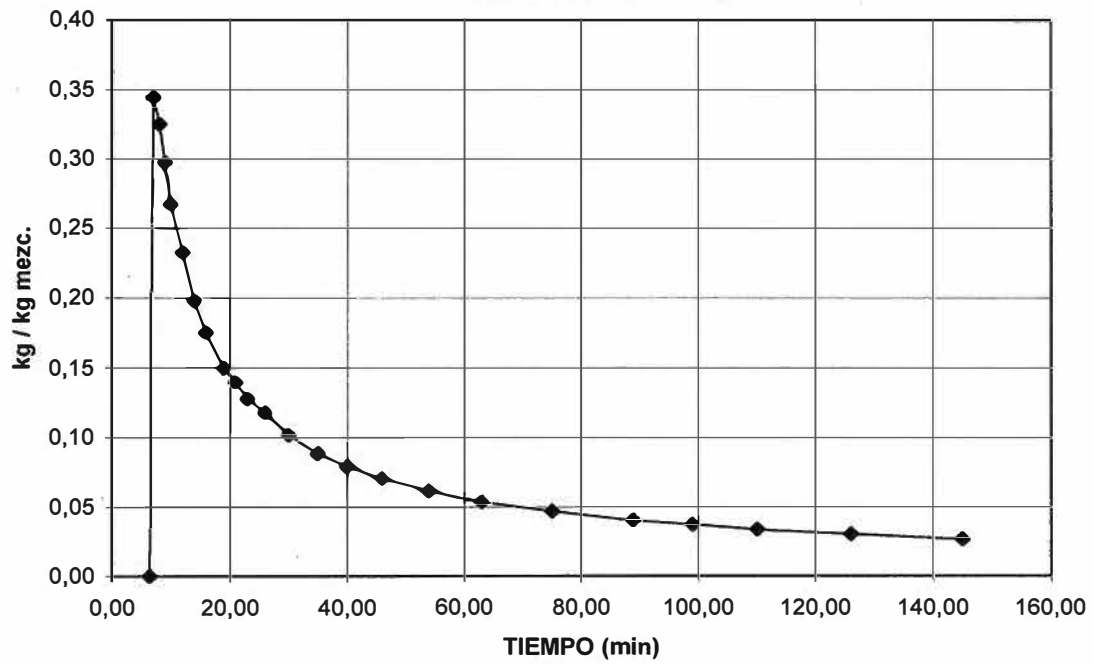


Fig. 8.13 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°3
(ALAMBIQUE PEQUEÑO) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h



**Fig. 8.14 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°3
(ALAMBIQUE PEQUEÑO) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h
Peso Muestra = 1500 g**



**8.15 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°3
(ALAMBIQUE PEQUEÑO) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h**

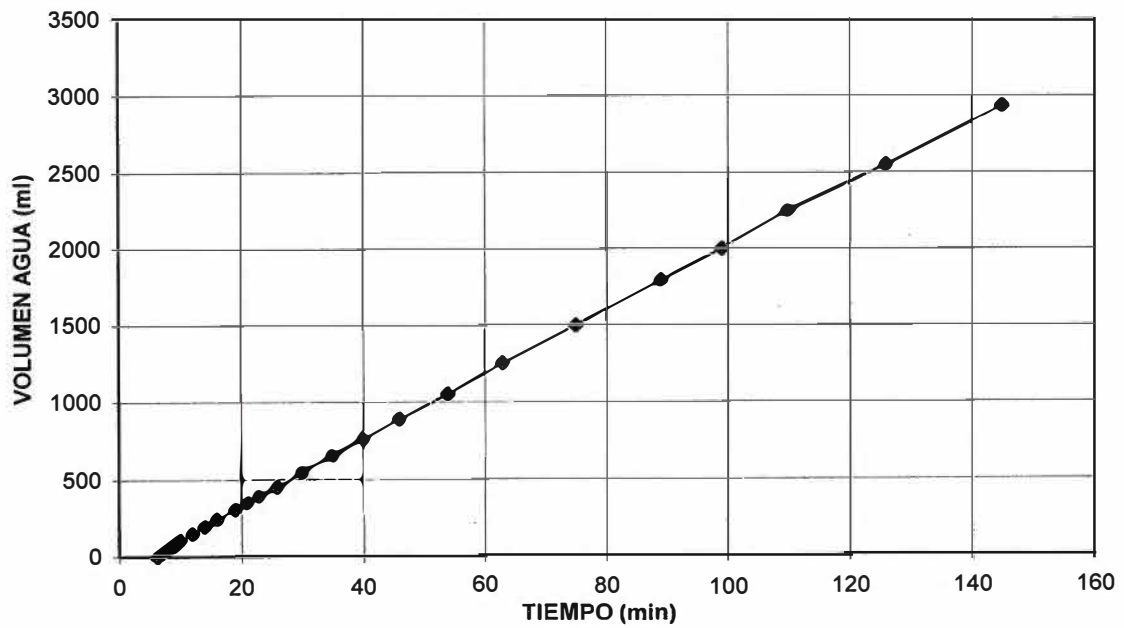


Fig. 8.16 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°4
(ALAMBIQUE GRANDE) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h

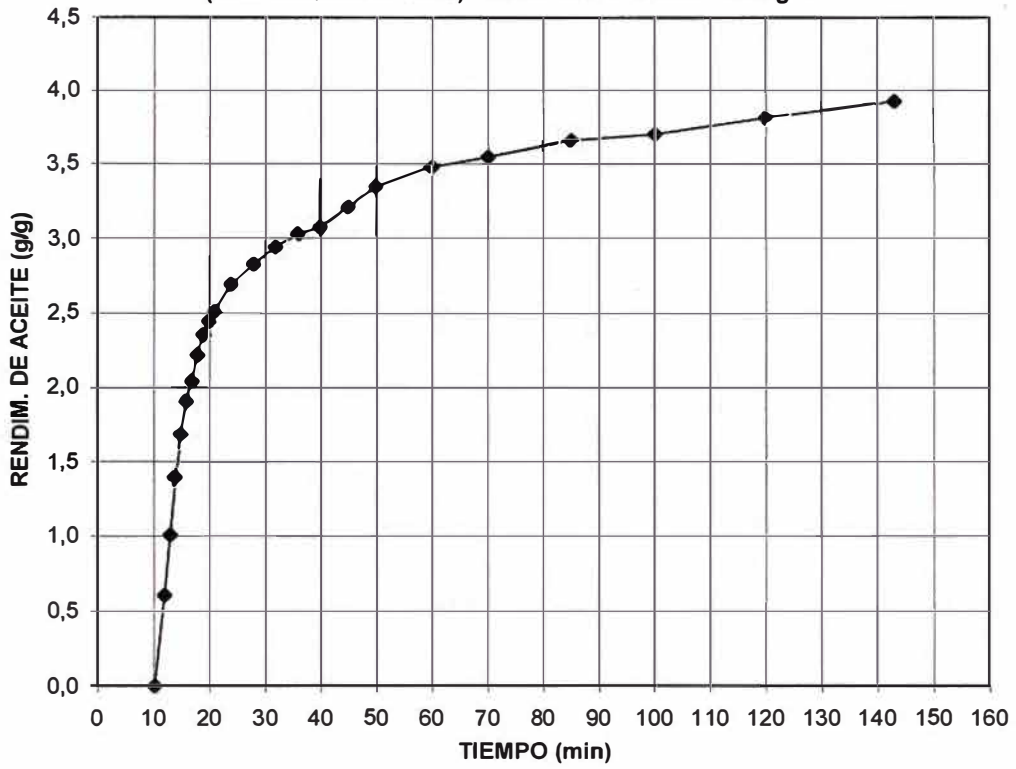


Fig. 8.17 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°4
(ALAMBIQUE GRANDE) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h

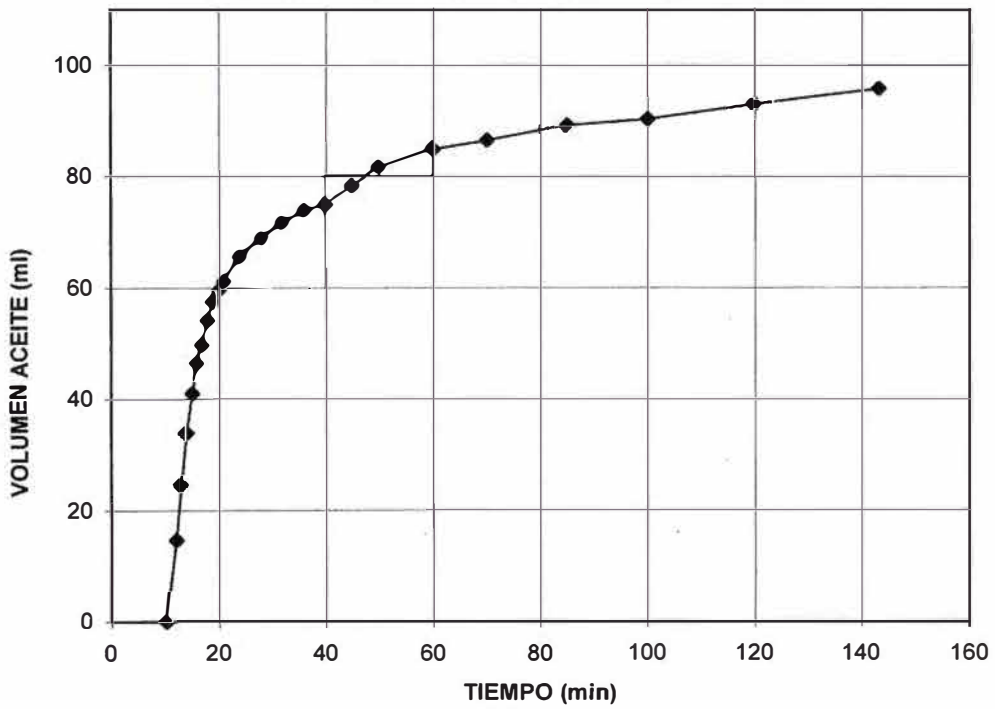


Fig. 8.18 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°4
 (ALAMBIQUE GRANDE) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h
 Peso Muestra = 2000 g

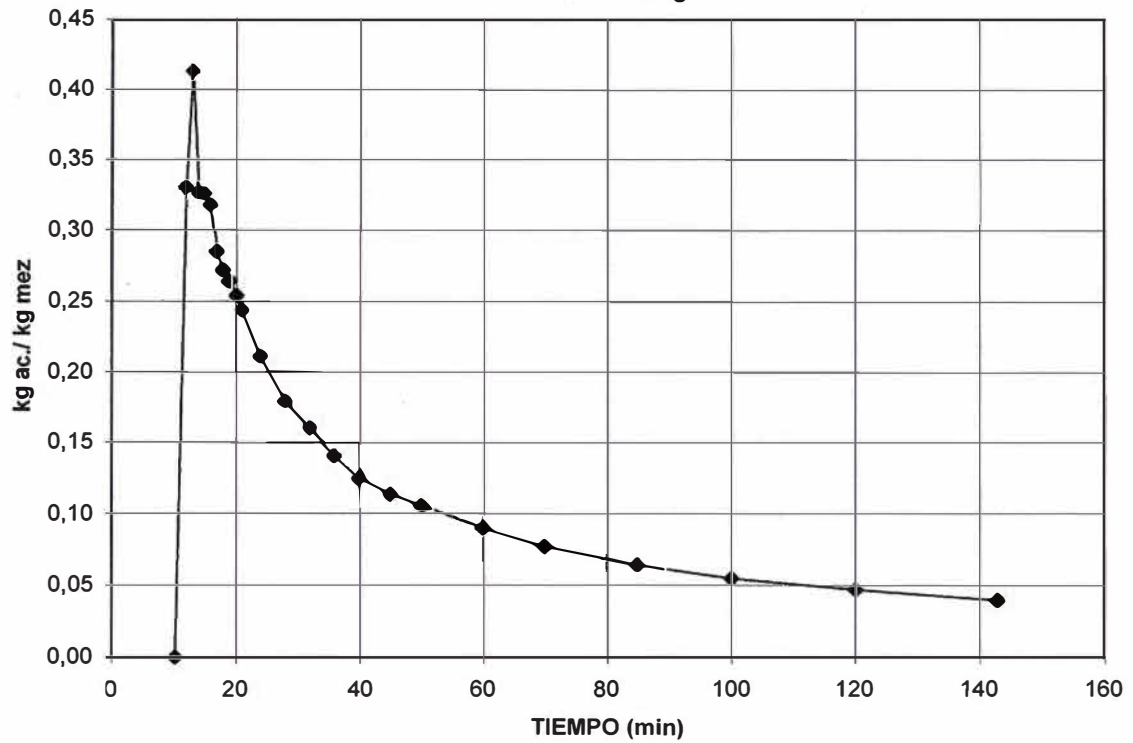


Fig. 8.19 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°4
 (ALAMBIQUE GRANDE) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h

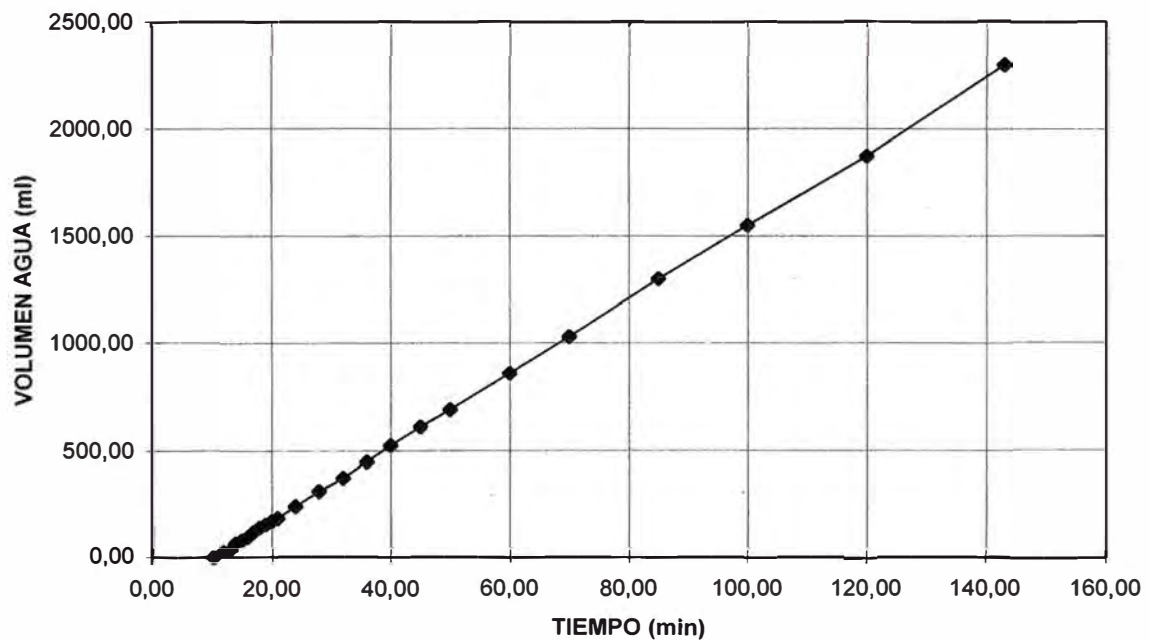


Fig. 8.20 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°5
(ALAMBIQUE GRANDE) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h

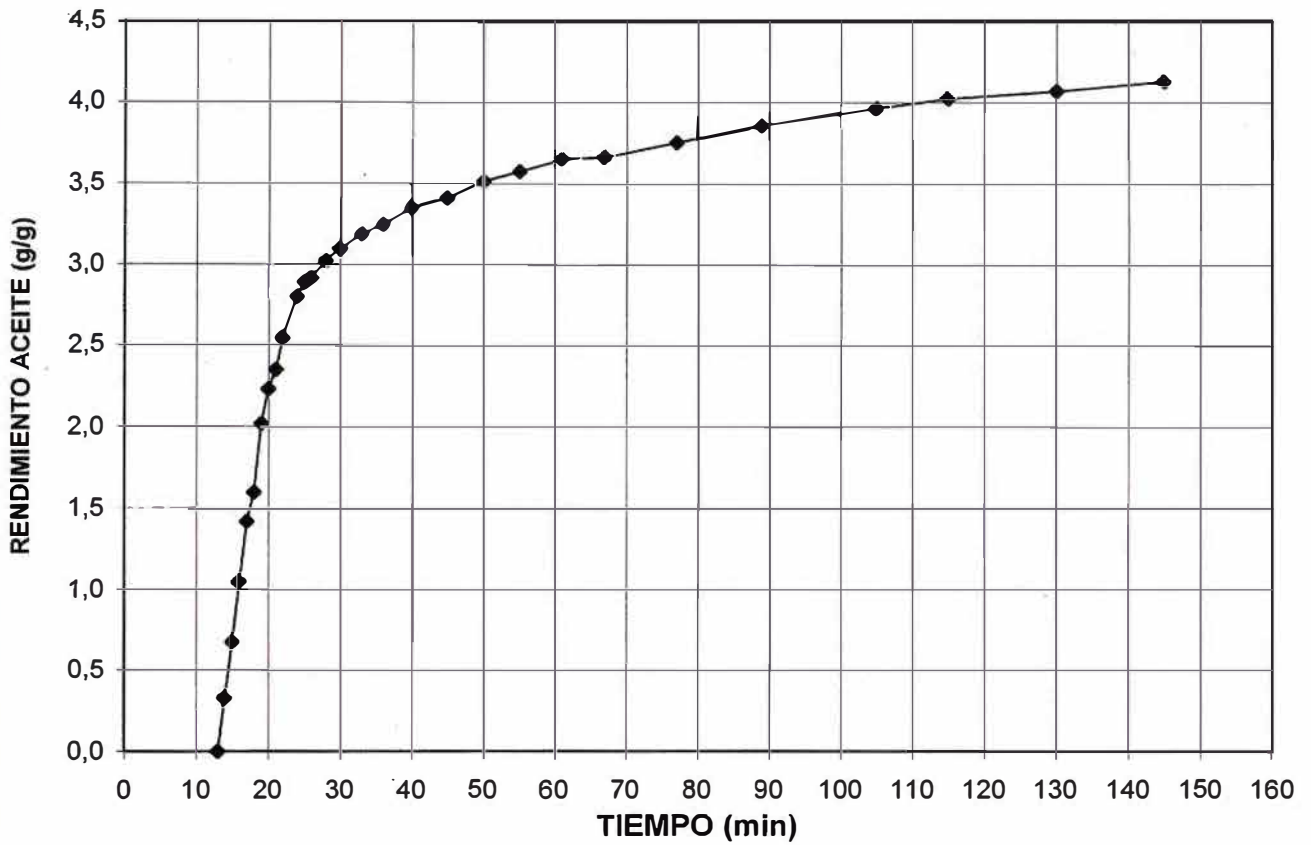
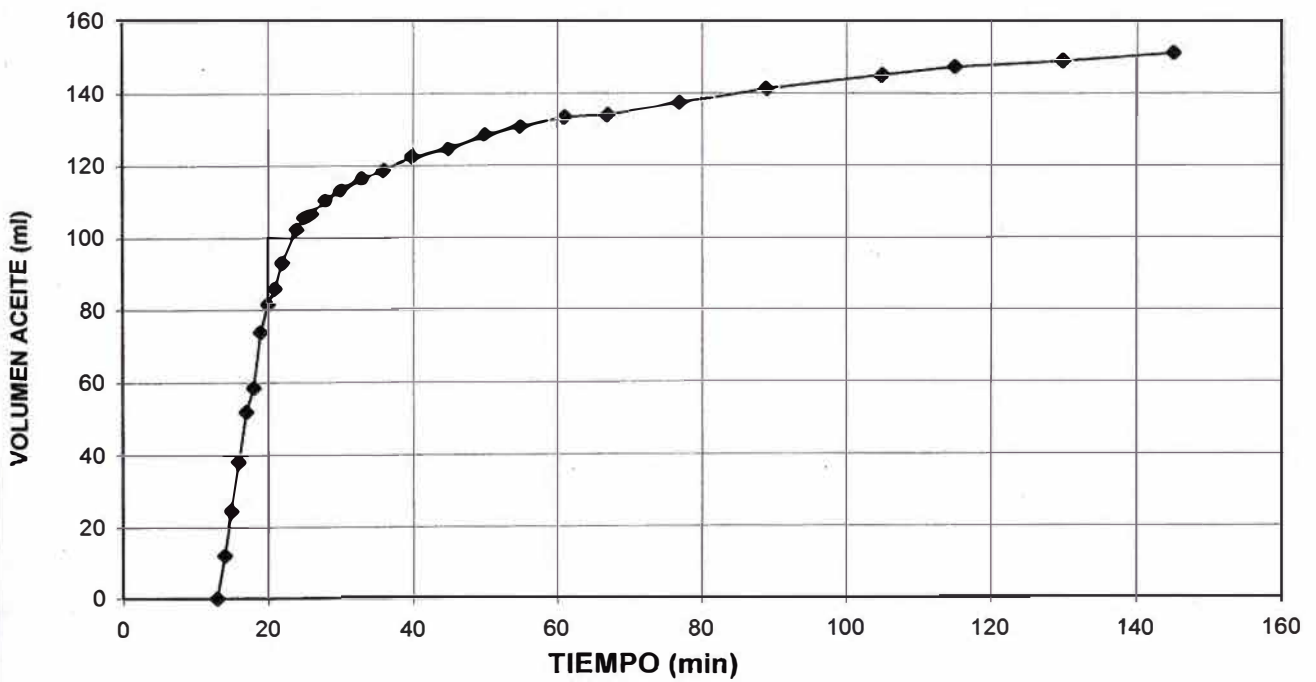
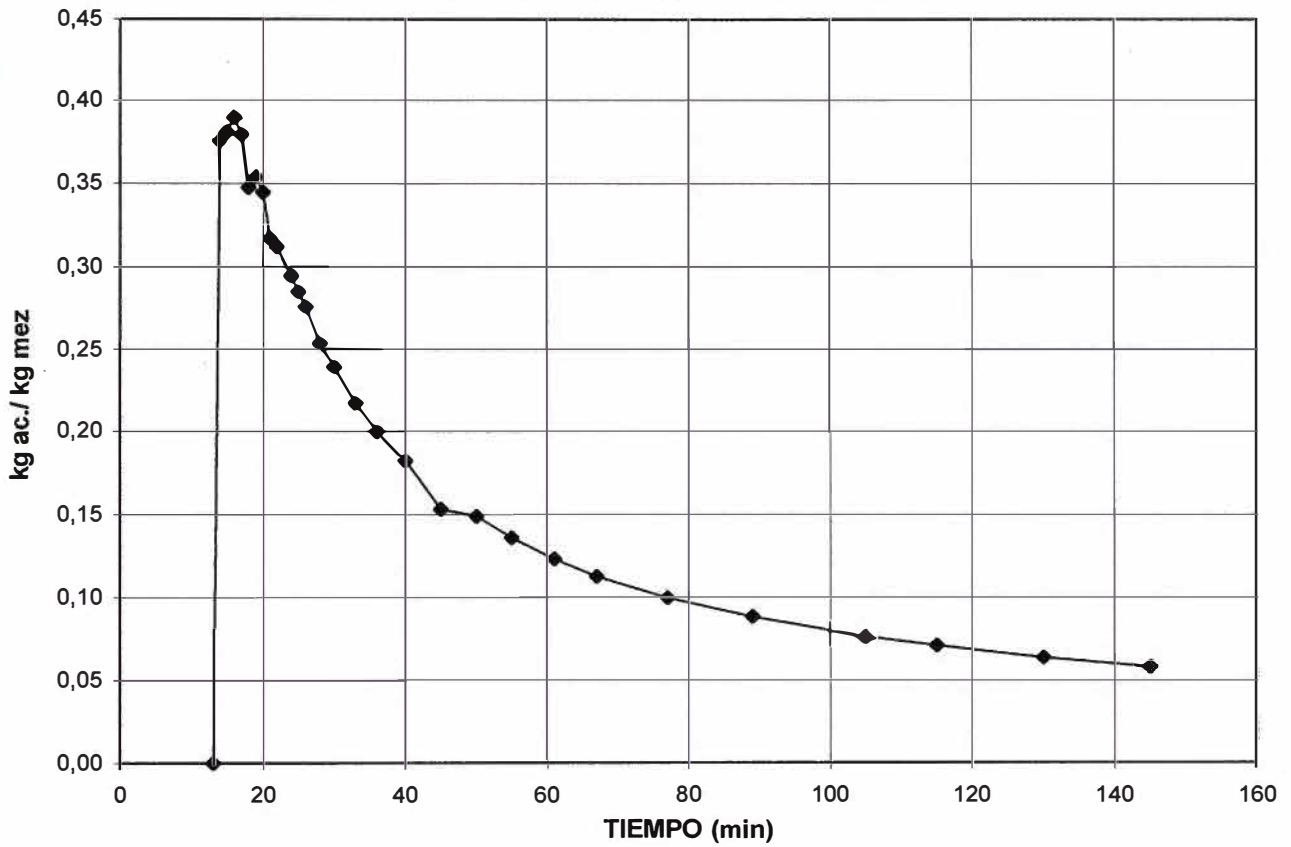


Fig. 8.21 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE: PRUEBA N°5
(ALAMBIQUE GRANDE) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g/h



**Fig. 8.22 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
(ALAMBIQUE 2) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g./h**



**Fig. 8.23 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
(ALAMBIQUE 2) : FLUJO DE VAPOR = 1286 g./h**

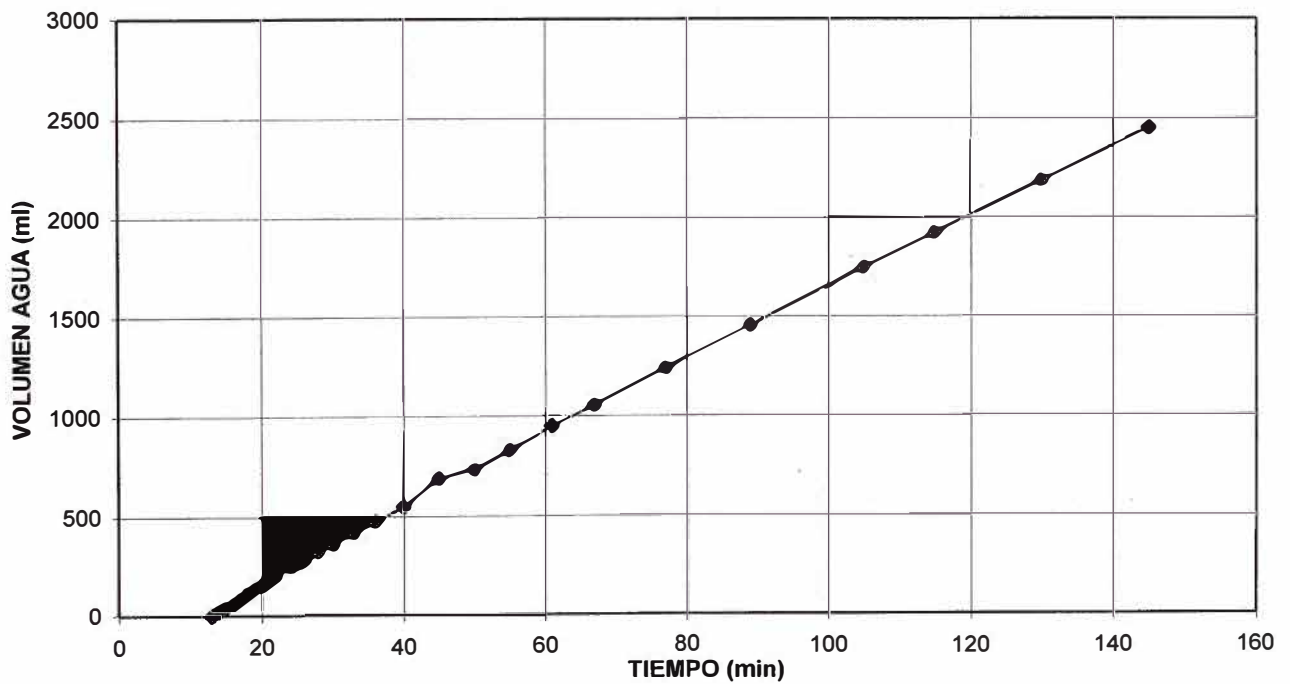


Fig. 8.24 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE (ALAMBIQUE GRANDE) : FLUJO DE VAPOR = 2168.7 Kg/h

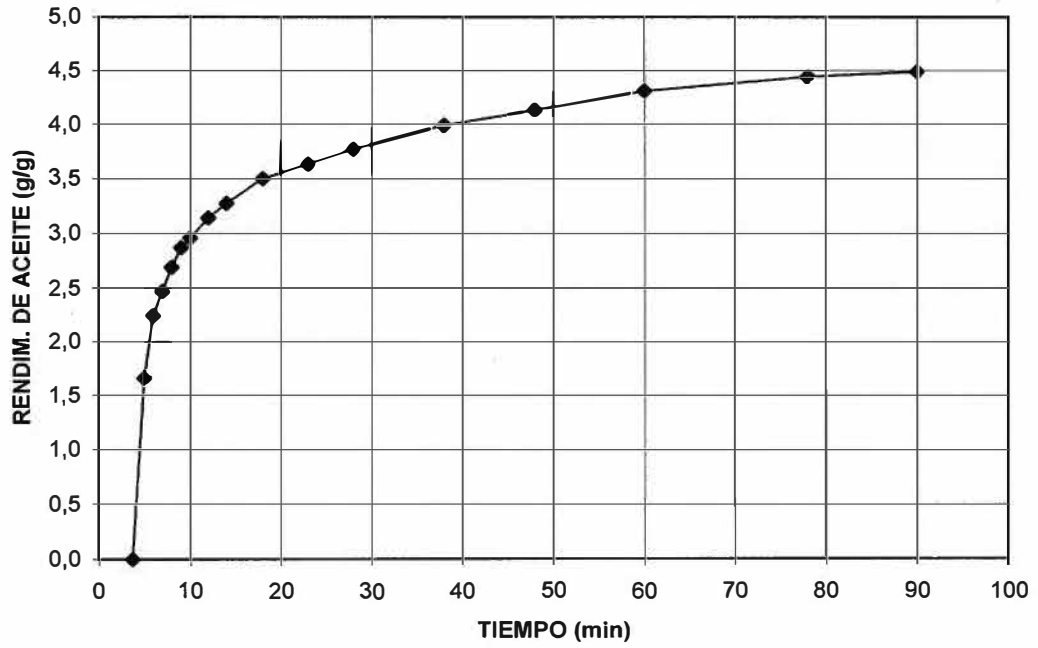


Fig. 8.25 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE (ALAMBIQUE 2) : FLUJO DE VAPOR = 2168.7 Kg/h

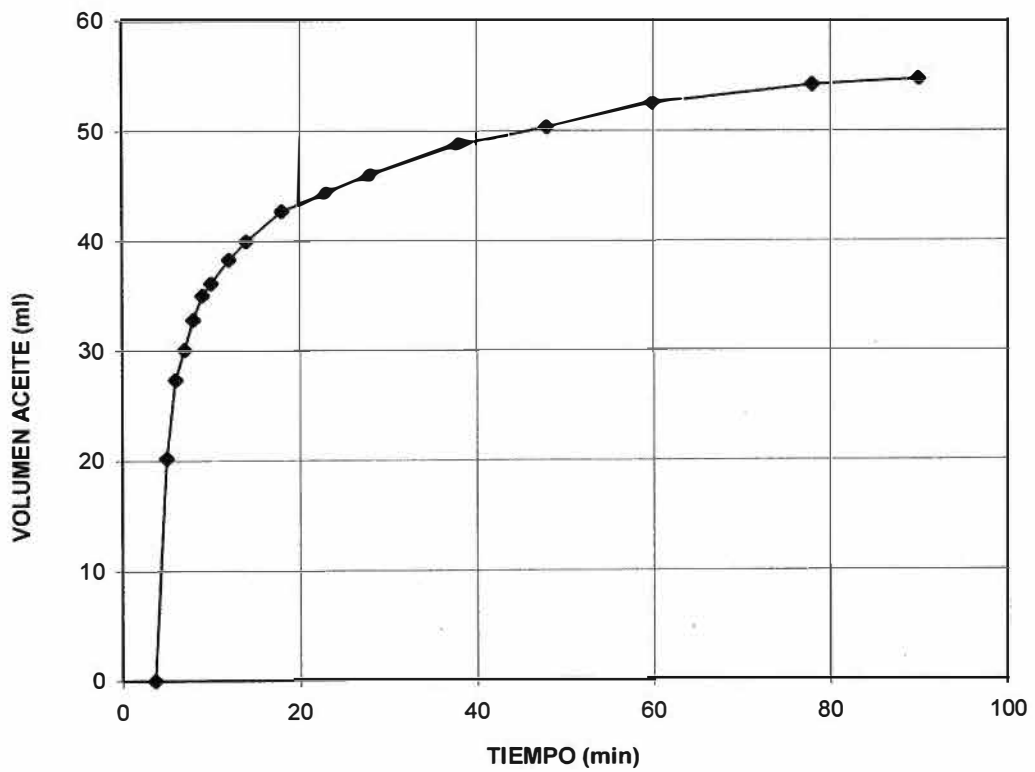


Fig. 8.26 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
(ALAMBIQUE 2) : FLUJO DE VAPOR = 2168.7 Kg/h

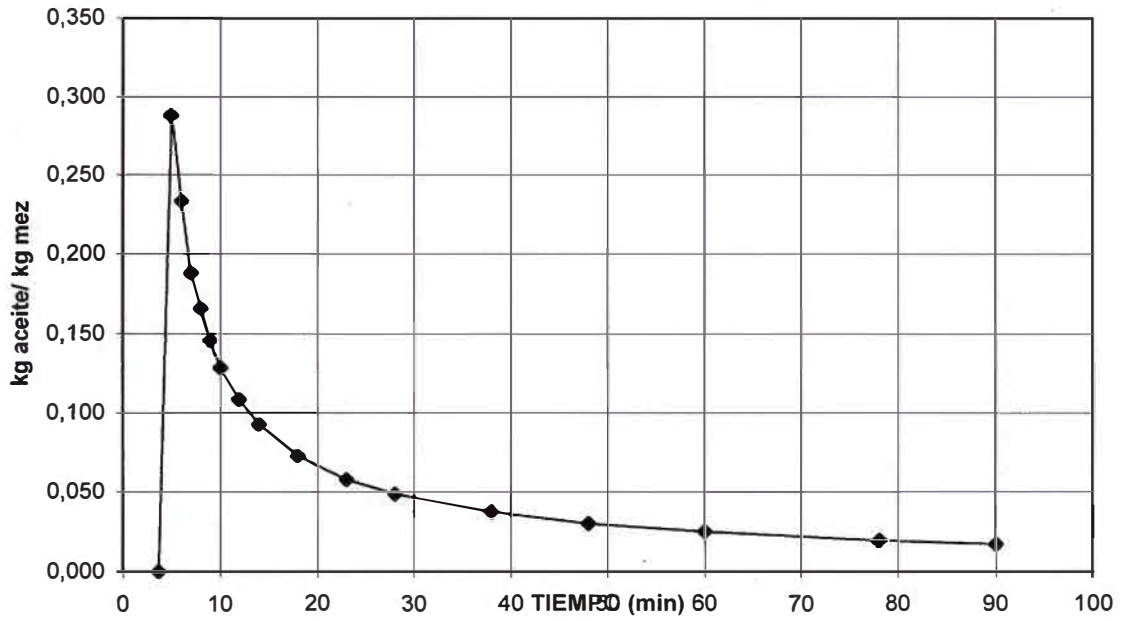
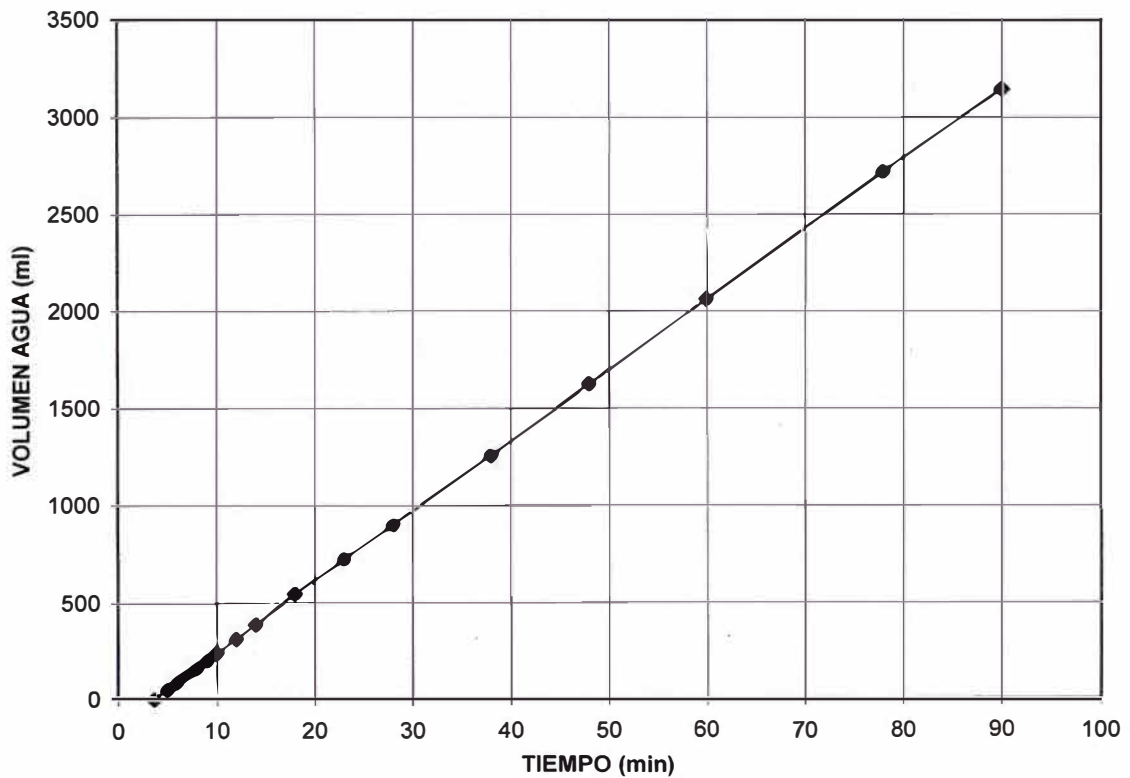


Fig. 8.27 EXTRACCION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
(ALAMBIQUE: G) FLUJO DE VAPOR = 2168.7 Kg/h



8.4 Proceso de Purificación por Arrastre con Vapor del Aceite Esencial del *Schinus molle*

En este caso la materia prima es el Aceite esencial bruto, extraído del fruto de molle. El equipo es una columna (empacada con anillos de vidrio pirex) de destilación por lote.

8.4.1 Descripción del ensayo de purificación

- Se carga 20 ml de aceite en el balón de vidrio pirex, considerando el flujo de vapor en la operación (138 g/hr), se acondiciona el generador de vapor, el vapor generado empieza la codestilación inicialmente de los componentes más volátiles (monoterpenos), los cuales atraviesan la columna empacada donde se produce la rectificación de estos componentes hasta su empobrecimiento; continuando la codestilación de los componentes oxigenados y finalmente los compuestos menos volátiles.

Todas estas fracciones atraviesan el condensador y se recogen teniendo en cuenta la temperatura de ebullición de la fracción, se recoge mientras esta temperatura se mantenga constante, cuando cambia se corta la recolección y se empieza a recoger la siguiente fracción. Por lo tanto, los intervalos de tiempo no son iguales al igual que las fracciones recogidas (volúmenes).

- Cada recolección se realiza en una probeta de acuerdo a los volúmenes recolectados, separándose para cada fracción el aceite del agua, en una pera de decantación.
- Las demás pruebas presentan comportamientos similares y se representan en las tablas 8.8 a la tabla 8.12.

**TABLA 8.7 : PURIFICACION POR DESTILACION CON VAPOR
DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE**

Volumen Aceite Inicial = 20 mL

Flujo de Vapor = 137.8 mL./ hr.

Tiempo (min.)	T. Fondo (°C)	T. Tope (°C)	V.Aceite (mL)	V.Agua (mL)	V.Total (mL)	Relación (mL.Ac/mL.Mezc)
0,0	97,5	95,5	0,0	0,0	0,0	0,00
2,0	98,0	96,5	4,5	4,5	9,0	0,50
4,0	98,0	97,5	4,0	5,0	9,0	0,44
6,0	98,2	97,8	3,0	5,0	8,0	0,38
8,0	98,3	97,9	2,0	5,0	7,0	0,29
12,5	98,9	98,5	2,6	8,0	10,6	0,25
16,0	99,0	99,0	1,0	7,0	8,0	0,13
23,5	99,0	99,0	1,0	19,5	20,5	0,05
			18,1	54,0	72,1	0,25

**TABLA 8.8 : PURIFICACION POR DESTILACION CON VAPOR
DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE**

Volumen Aceite Inicial = 50 mL

Flujo de Vapor = 169.55 mL/hr.

Tiempo (min.)	T. Fondo (°C)	T. Tope (°C)	V.Aceite (mL)	V.Agua (mL)	V.Total (mL)	Relación (mL.Ac/mL.Mezc)
0,0		95,5	0,0	0,0	0,0	0,00
4,0	97,0	96,0	5,0	5,0	10,0	0,50
7,0	97,2	96,0	5,7	5,0	10,7	0,53
10,0	97,6	96,0	5,0	4,5	9,5	0,53
14,5	98,0	96,0	6,0	5,0	11,0	0,55
21,3	99,0	96,0	6,9	6,6	13,5	0,51
25,2	99,0	97,0	8,0	10,0	18,0	0,44
30,0	99,0	97,5	2,5	12,0	14,5	0,17
37,0	99,0	99,0	2,0	19,5	21,5	0,09
51,0	99,0	99,0	1,5	30,0	31,5	0,05
			31,9	87,6	130,2	0,25

**TABLA 8.9 : PURIFICACION POR DESTILACION CON VAPOR
DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE**

Volumen Aceite Inicial = 50 mL

Flujo de Vapor = 330.7 mL./hr.

Tiempo (min.)	T. Fondo (°C)	T. Tope (°C)	V.Aceite (mL)	V.Agua (mL)	V.Total (mL)	Relación (mL.Ac/mL.Mezc)
0,0		95,5	0,0	0,0	0,0	0,00
1,0	97,0	96,0	5,5	5,3	10,8	0,51
2,0	97,0	96,2	6,0	5,5	11,5	0,52
3,7	97,5	97,0	7,0	8,5	15,5	0,45
5,0	98,0	97,0	5,6	7,9	13,5	0,41
7,0	98,0	97,3	6,5	10,0	16,5	0,39
9,0	98,0	98,0	6,0	12,0	18,0	0,33
11,0	98,5	98,2	4,0	12,0	16,0	0,25
13,0	99,0	98,8	2,0	11,0	13,0	0,15
17,0	99,0	99,0	2,2	21,5	23,7	0,09
			44,8	93,7	138,5	0,32

TABLA 8.10 : PURIFICACION POR DESTILACION CON VAPOR

DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE

Volumen Aceite Inicial = 50 mL

Flujo de Vapor = 264.0 mL/hr.

Tiempo (min.)	T. Fondo (°C)	T. Tope (°C)	V.Aceite (mL)	V.Agua (mL)	V.Total (mL)	Relación (mL.Ac/mL.Mezc)
0,0	97,0	95,0	0,0	0,0	0,0	0,00
1,0	97,2	95,5	4,5	3,0	7,5	0,60
2,2	97,5	96,0	5,0	4,0	9,0	0,56
3,3	98,0	96,0	5,0	4,5	9,5	0,53
6,4	98,3	96,5	11,7	11,5	23,2	0,50
7,7	98,5	97,0	4,5	5,5	10,0	0,45
8,8	98,8	98,0	3,5	6,0	9,5	0,37
10,5	98,8	98,5	3,0	7,5	10,5	0,29
12,8	99,0	98,8	2,2	10,3	12,5	0,18
16,0	99,0	99,0	1,8	17,0	18,8	0,10
20,0	99,0	99,0	1,3	18,7	20,0	0,07
			42,5	88,0	130,5	0,33

**TABLA 8.11 : PURIFICACION POR DESTILACION CON VAPOR
DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE**

Volumen Aceite Inicial = 100 mL

Flujo de Vapor = 284.4 mL / h.

Tiempo (min.)	T. Fondo (°C)	T. Tope (°C)	V.Aceite (mL)	V.Agua (mL)	V.Total (mL)	Relación (mL.Ac/mL.Mezc)
0,00	97,0	95,0	0,0	0,0	0,0	0,00
0,75	97,0	96,0	4,7	2,8	7,5	0,63
2,50	97,0	96,0	10,0	8,7	18,7	0,53
4,45	97,5	96,5	9,0	9,5	18,5	0,49
5,42	98,0	97,0	4,5	5,0	9,5	0,47
7,75	98,0	97,3	9,0	12,5	21,5	0,42
11,50	98,0	97,5	12,0	20,0	32,0	0,38
13,67	98,0	97,9	6,6	13,6	20,2	0,33
16,83	98,2	98,0	6,0	13,0	19,0	0,32
18,87	98,5	98,0	7,0	17,0	24,0	0,29
22,33	98,7	98,3	6,7	21,0	27,7	0,24
26,00	98,8	98,7	5,0	22,0	27,0	0,19
29,67	99,0	98,8	3,0	20,0	23,0	0,13
34,83	99,0	99,0	2,5	31,0	33,5	0,07
			83,5	165,1	248,6	0,34

**TABLA 8.12 : PURIFICACION POR DESTILACION CON VAPOR
DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE**

Volumen Aceite Inicial = 200 mL

Flujo de Vapor = 385.33 mL/h.

Tiempo (min.)	T. Fondo (°C)	T. Tope (°C)	V.Aceite (mL)	V.Agua (mL)	V.Total (mL)	Relación (mL.Ac/mL.Mezc)
0,00	97,0	95,0	0,0	0,0	0,0	0,00
1,50	97,5	95,8	9,0	7,0	16,0	0,56
3,83	97,8	96,0	13,5	12,0	25,5	0,53
7,75	98,0	96,0	22,0	23,0	45,0	0,49
9,83	98,0	96,7	11,0	12,0	23,0	0,48
11,25	98,0	97,0	6,5	8,5	15,0	0,43
14,20	98,0	97,3	10,7	17,5	28,2	0,38
19,00	98,0	97,5	15,5	28,5	44,0	0,35
22,75	98,0	97,8	12,5	24,5	37,0	0,34
28,83	98,0	97,9	16,3	36,0	52,3	0,31
31,80	98,2	98,0	7,7	17,5	25,2	0,31
38,17	98,4	98,0	13,5	40,0	53,5	0,25
41,83	98,5	98,2	6,0	22,0	28,0	0,21
47,42	98,8	98,4	7,0	38,0	45,0	0,16
50,17	99,0	98,5	3,0	35,0	38,0	0,08
57,66	99,0	99,0	4,2	48,8	53,0	0,08
			158,4	370,3	528,7	0,30

8.4.2 Resultados del proceso de purificación

Al graficar los valores de la tabla 8.7 se obtiene:

- La figura 8.28, que grafica volumen de aceite Vs tiempo (min). Inicialmente se obtiene un gran volumen de aceite (50% de aceite) en la mezcla condensada (agua / aceite), cada punto corresponde a una fracción recogida a temperatura constante (95.5° C para la primera fracción); el segundo punto se recoge un volumen menor (4 ml: 44.4% de la mezcla) a 96.5° C, y así cada fracción (cada punto) corresponde a un volumen recogido a una temperatura constante (figura 8.31).
- La figura 8.29 grafica concentración de aceite Vs tiempo, de igual forma cada punto representa la contracción de aceite en cada fracción recogida, en este gráfico la concentración es descendente, esto es debido a que cada fracción se recoge en función a la temperatura y el primer punto se colecta casi igual cantidad de aceite que de agua conforme aumenta la temperatura disminuye el aceite con respecto al agua.
- La figura 8.30 representa temperatura de tope Vs concentración de aceite, cada punto va creciendo en temperatura y disminuyendo en concentración.
- En la figura 8.31, se grafica temperatura de tope Vs tiempo, en este caso la temperatura va creciendo en función al tiempo.

Fig. 8.28 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR

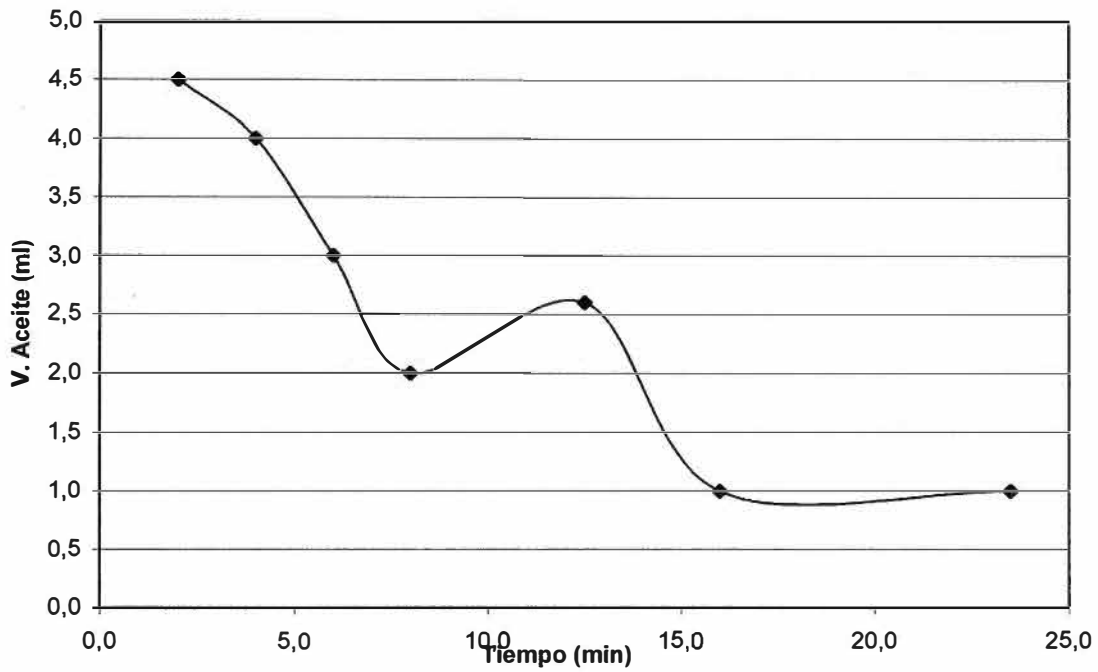


Fig. 8.29 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR

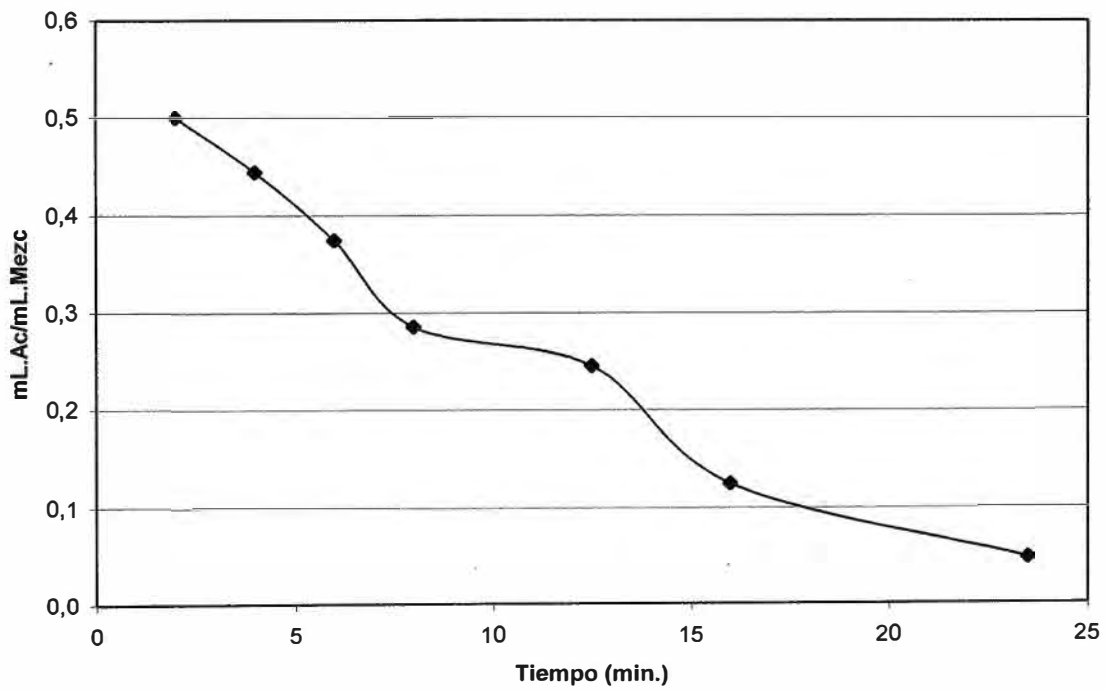


Fig. 8.30 PURIFICACION DEL ACEITE DE MOLLE POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR

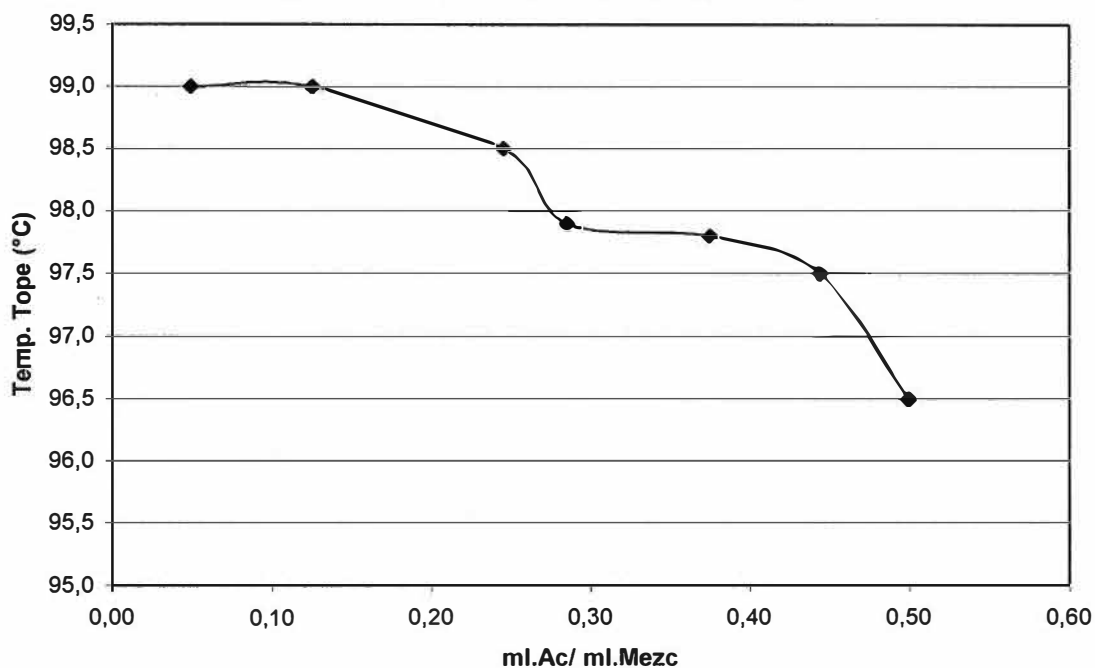


Fig. 8.31 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR

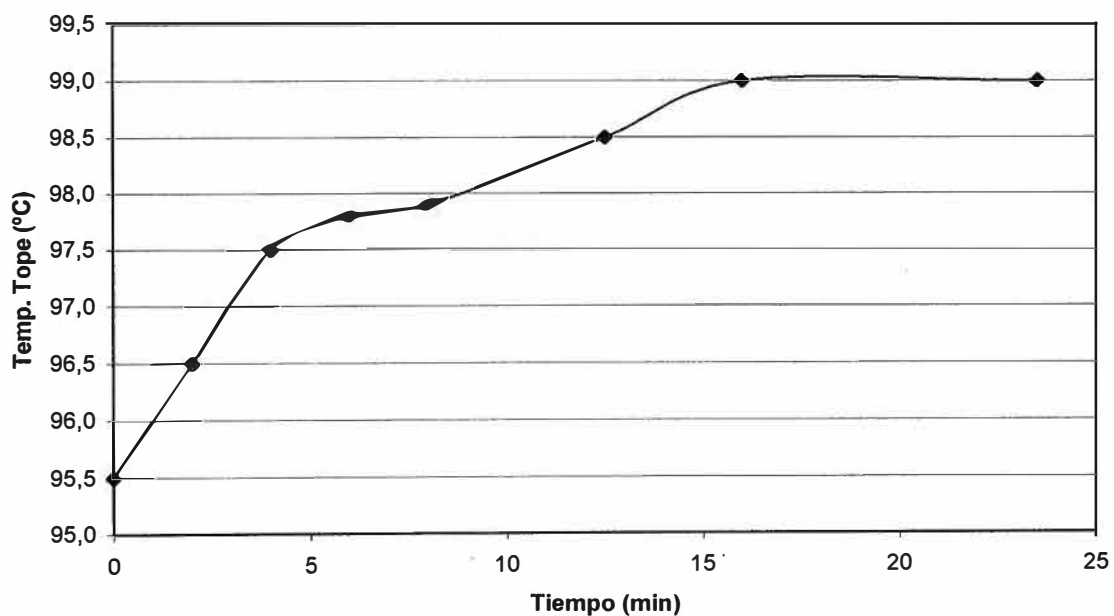


Fig. 8.32 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR

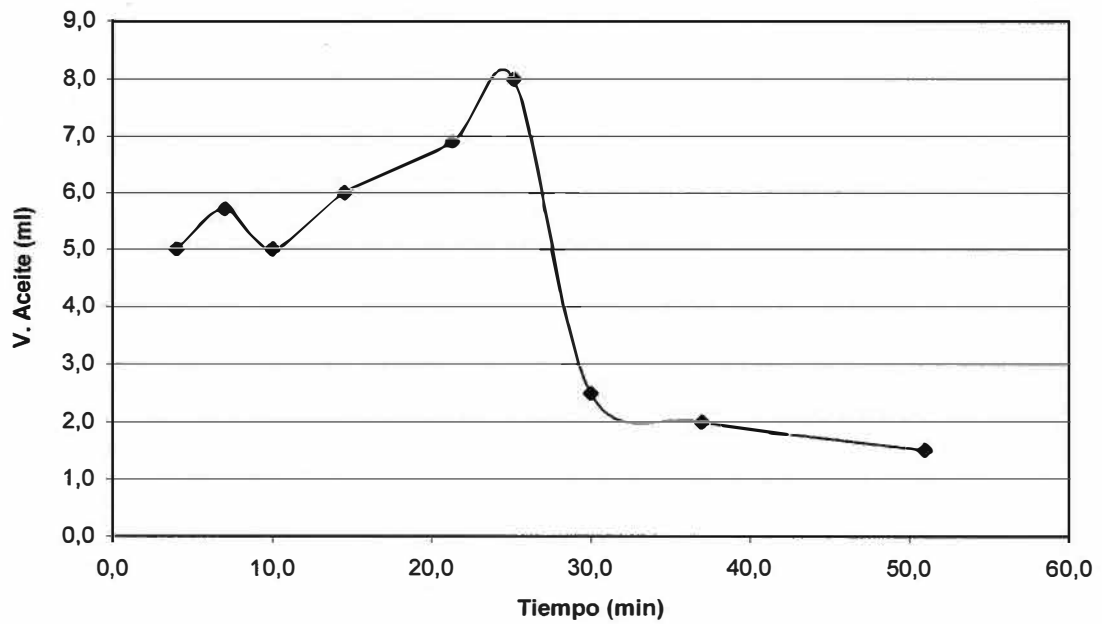
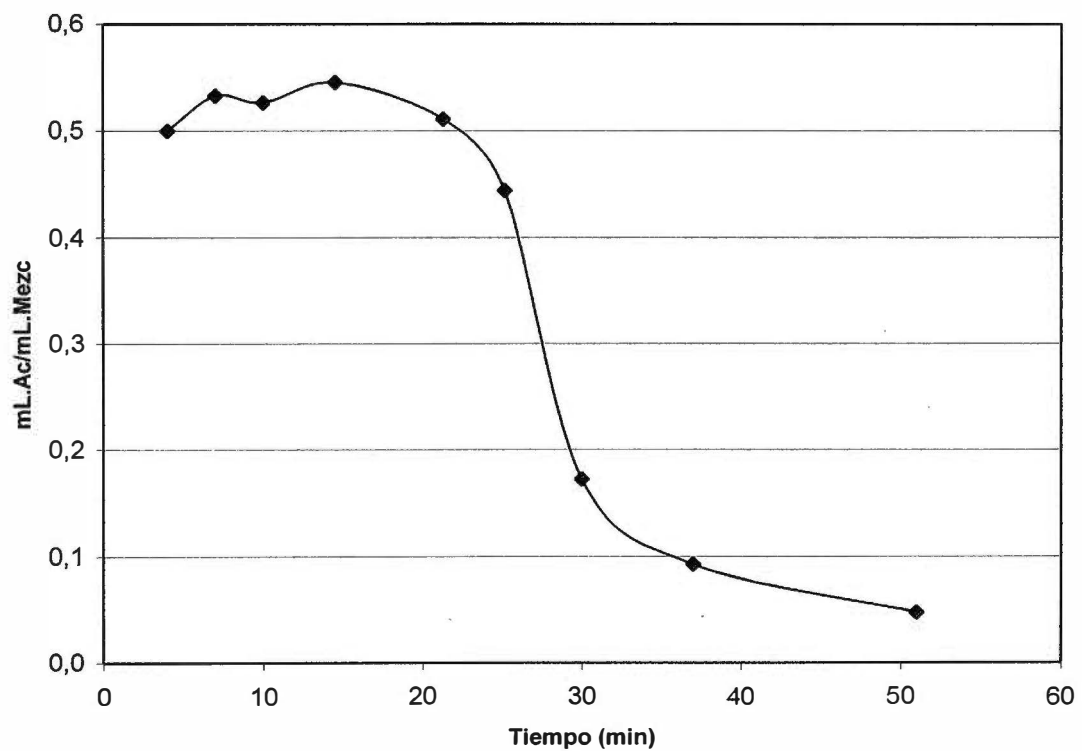
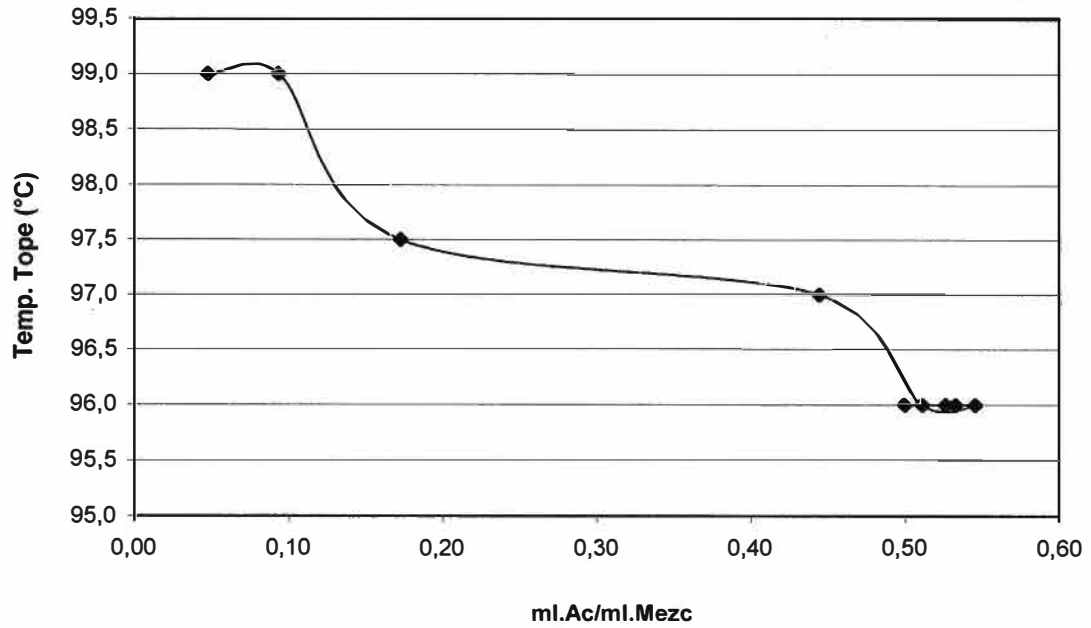


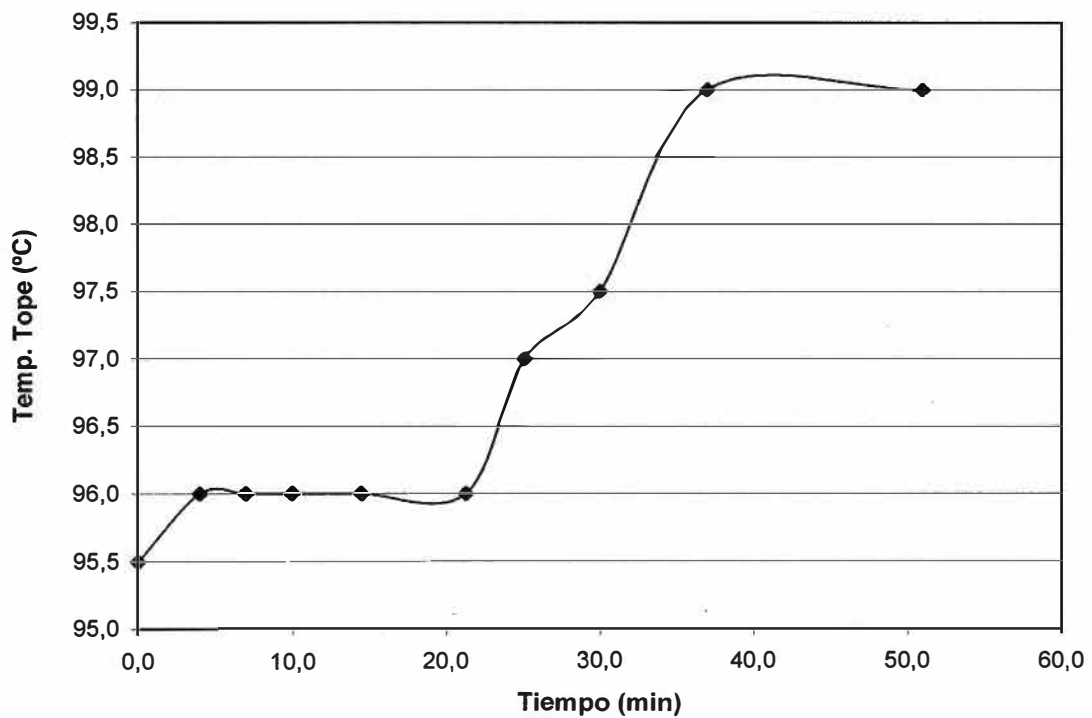
Fig. 8.33 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR



**Fig. 8.34 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**



**Fig. 8.35 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**



**Fig. 8.36 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**

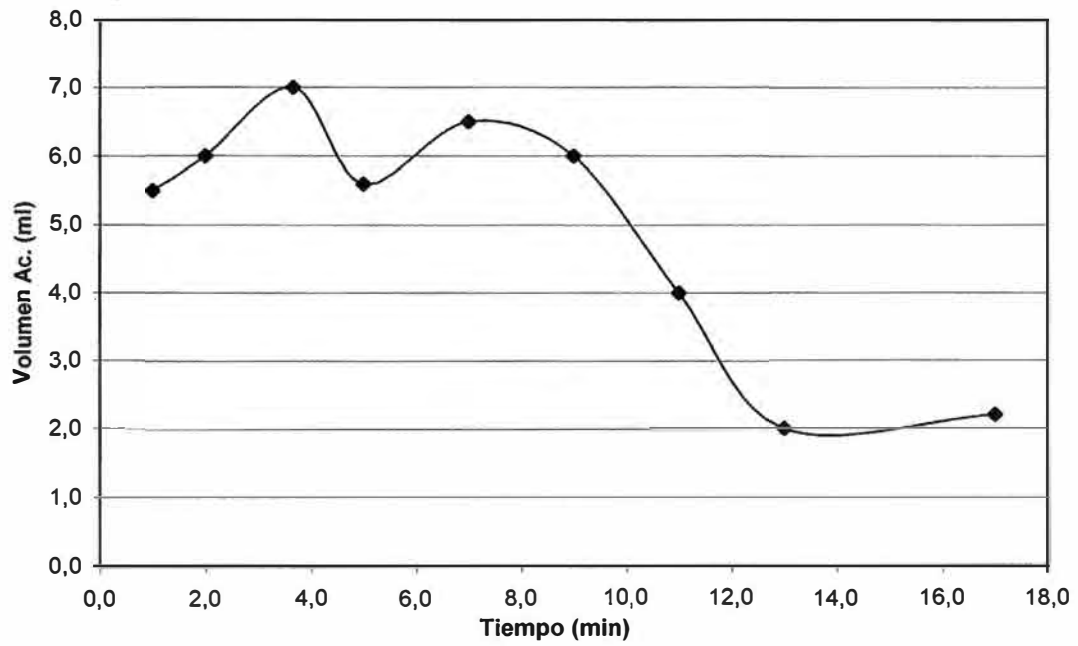
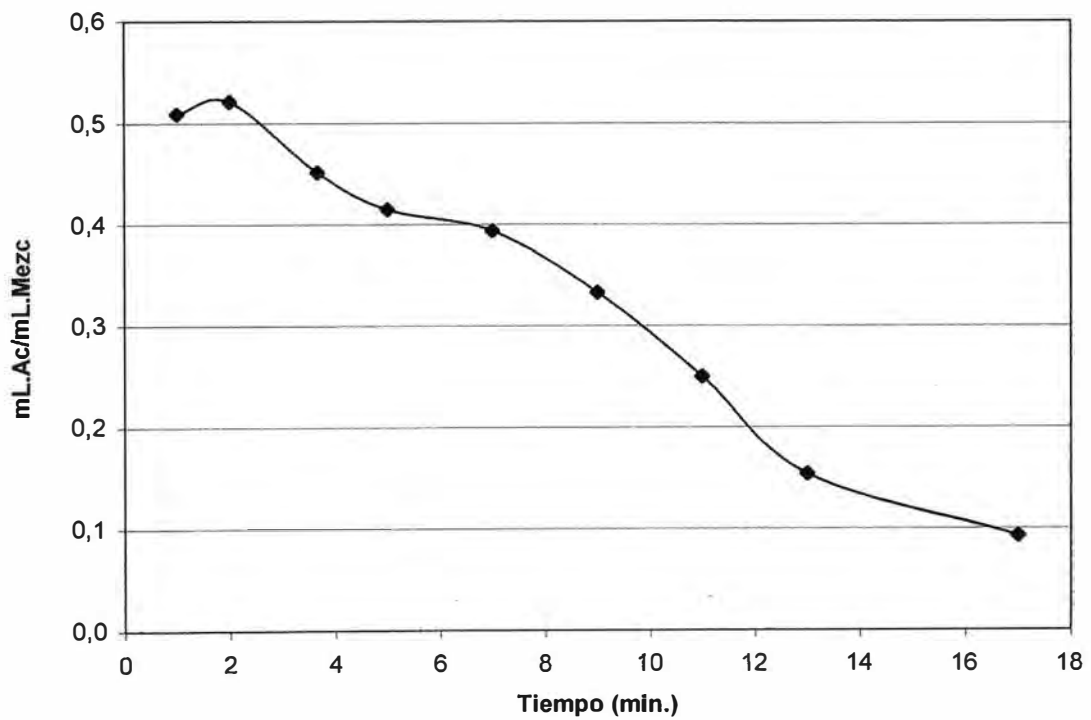
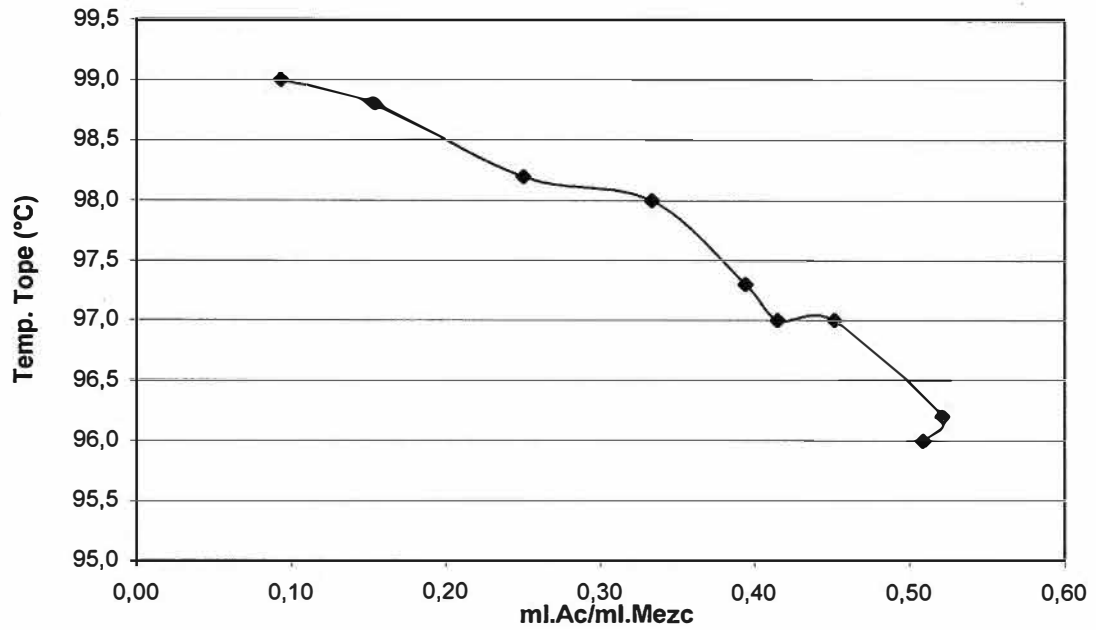


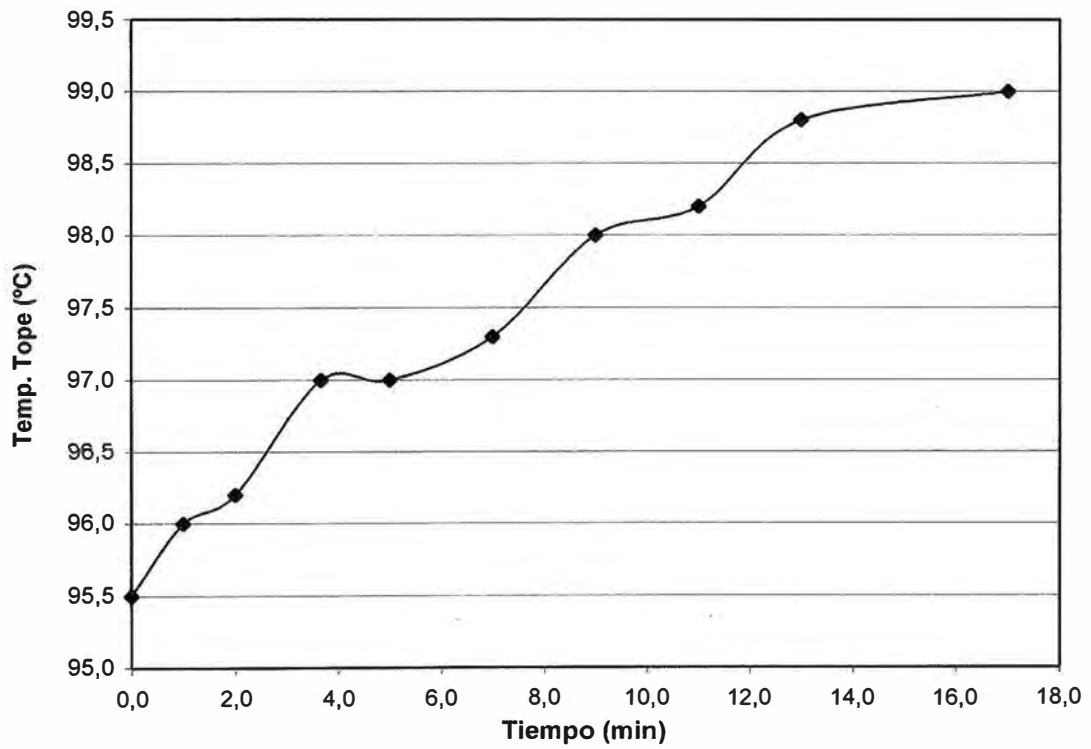
Fig. 8.37 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE



**Fig. 8.38 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**



**Fig. 8.39 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**



**Fig. 8.40 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**

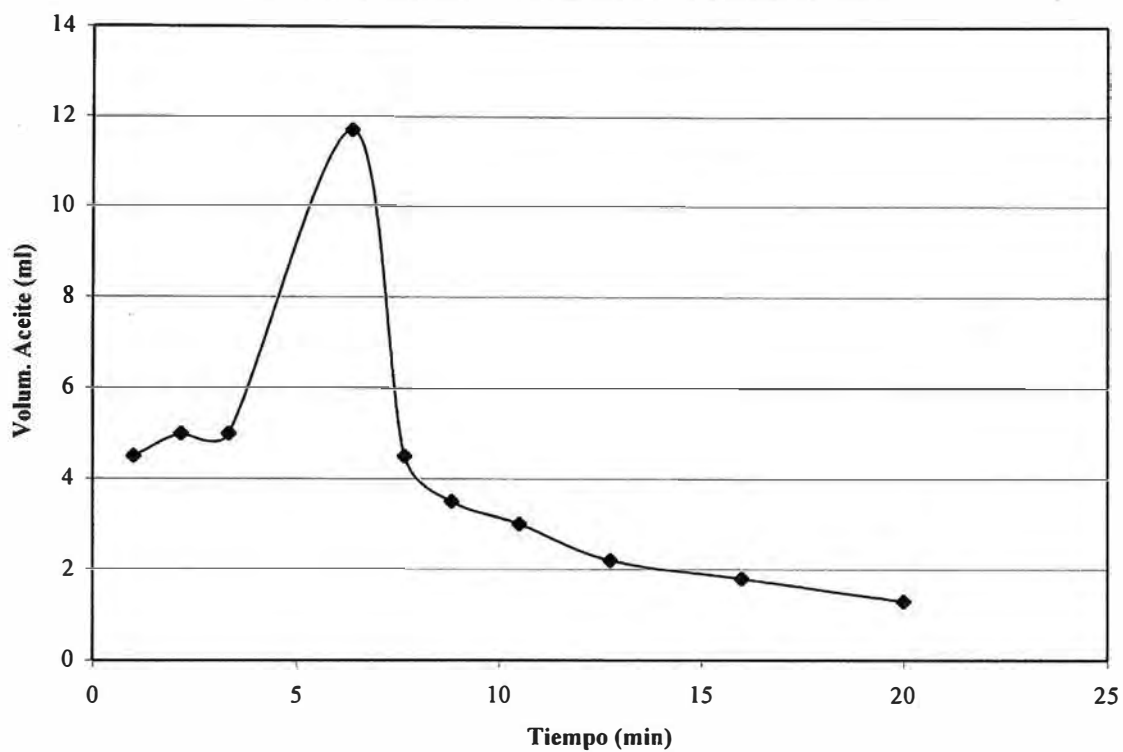
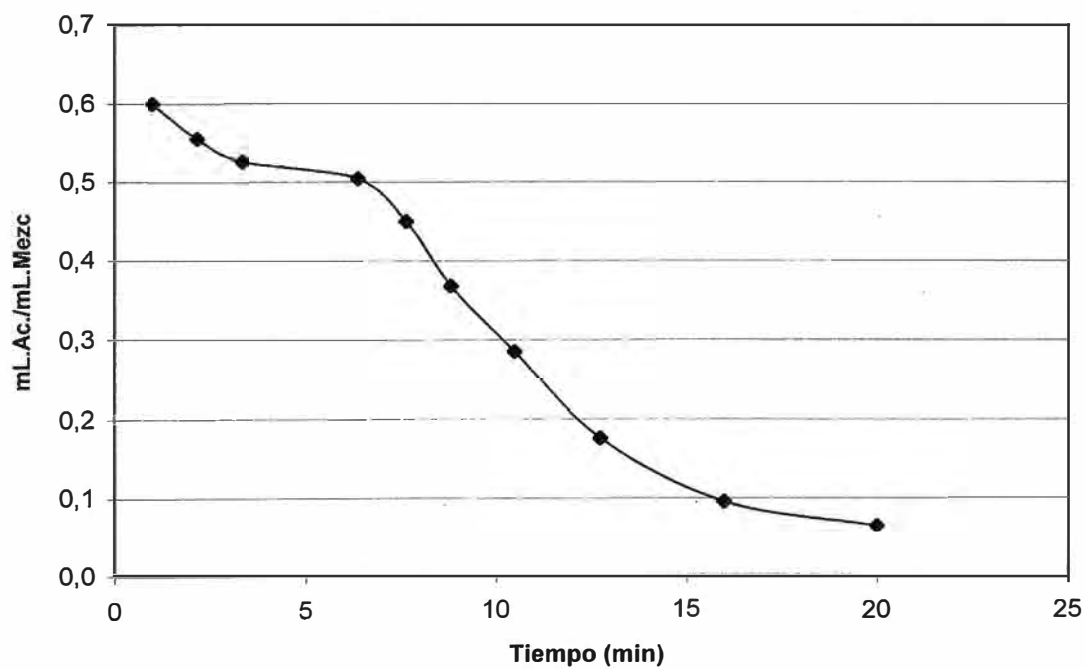
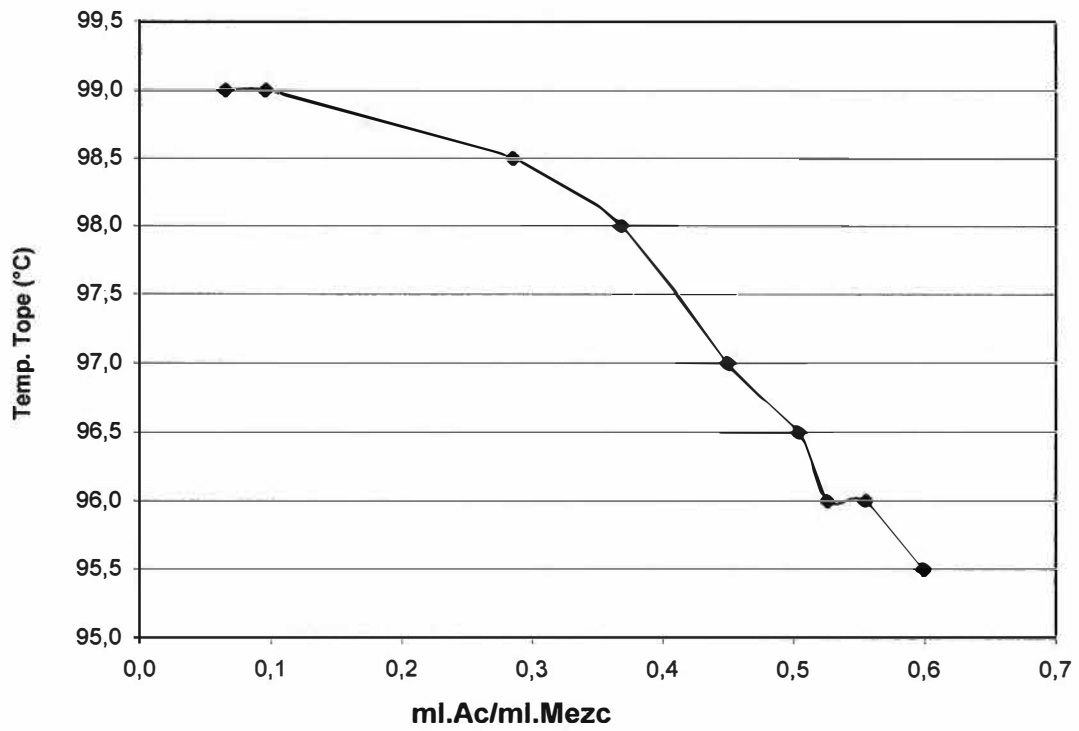


Fig. 8.41 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE



**Fig. 8.42 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**



**Fig. 8.43 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**

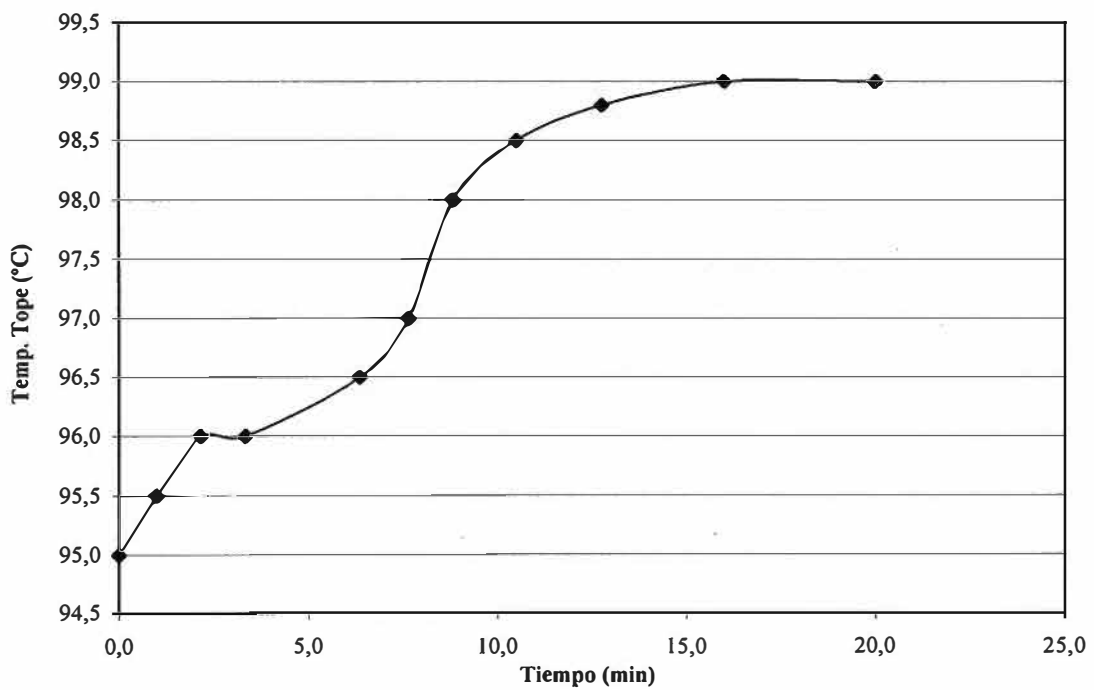


Fig. 8.44 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR

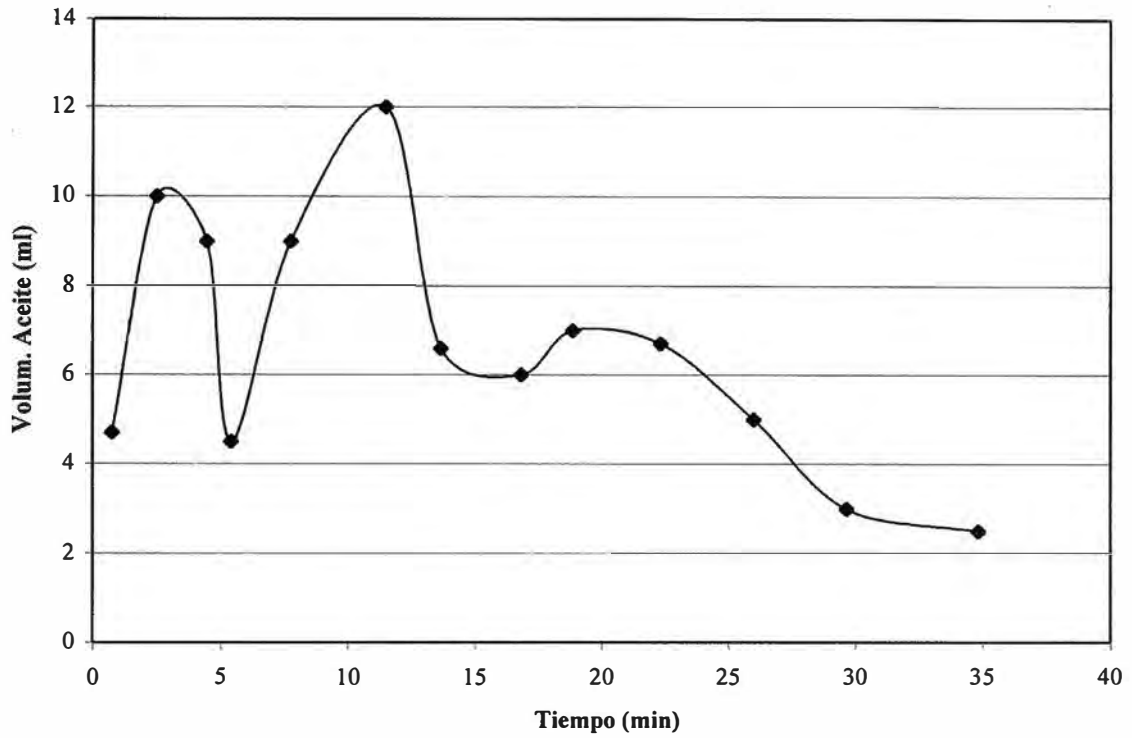
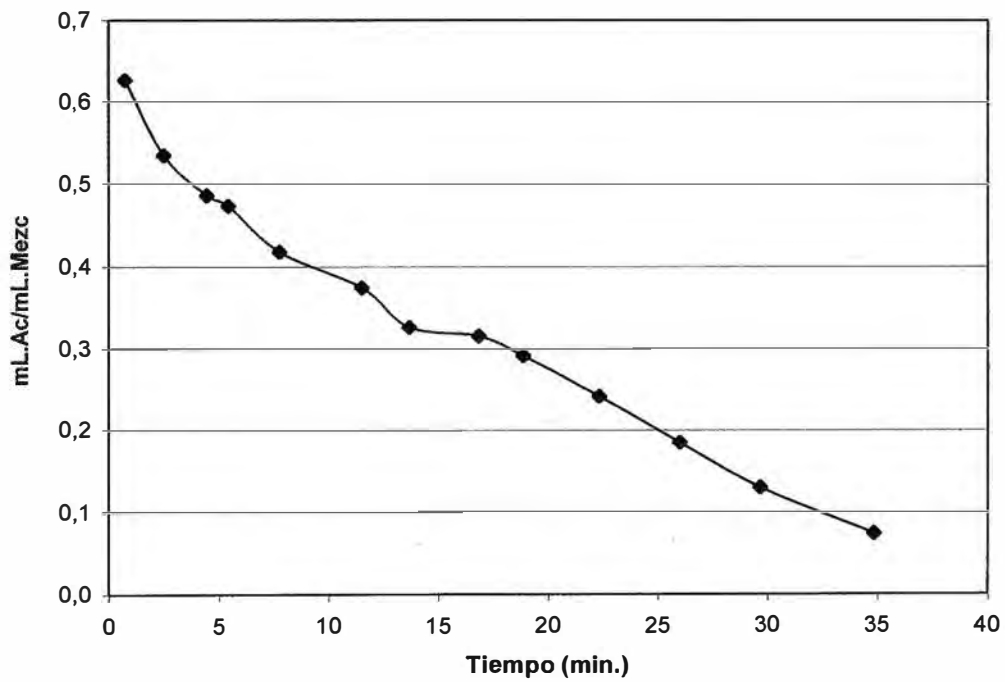
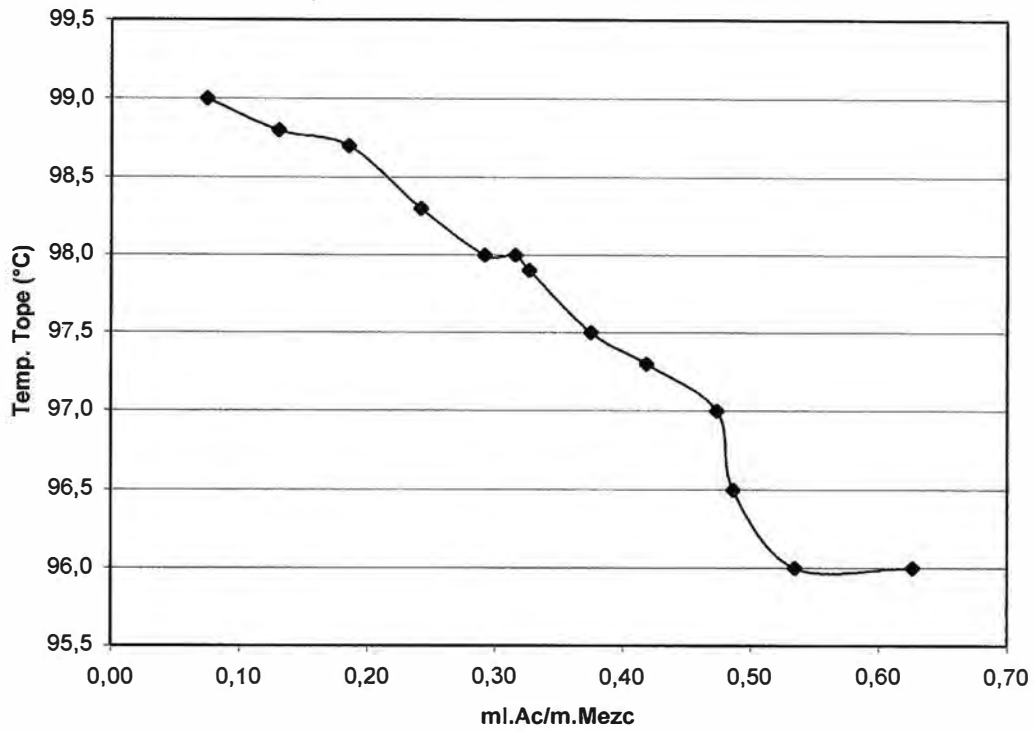


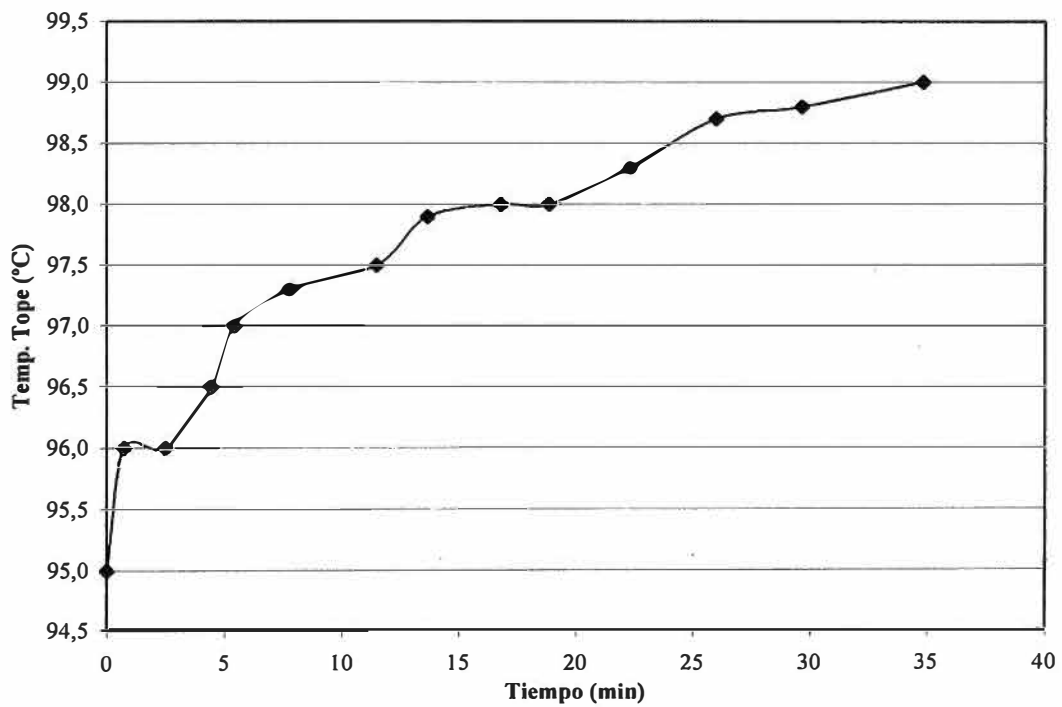
Fig. 8.45 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE



**Fig. 8.46 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**



**Fig. 8.47 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**



**Fig. 8.48 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**

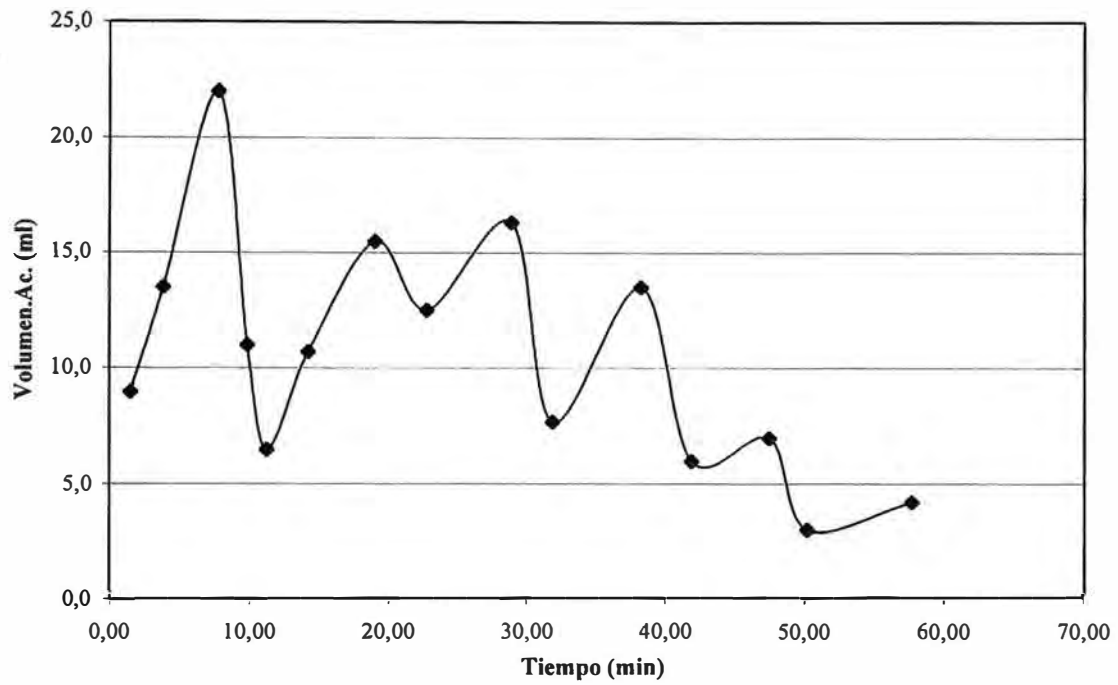
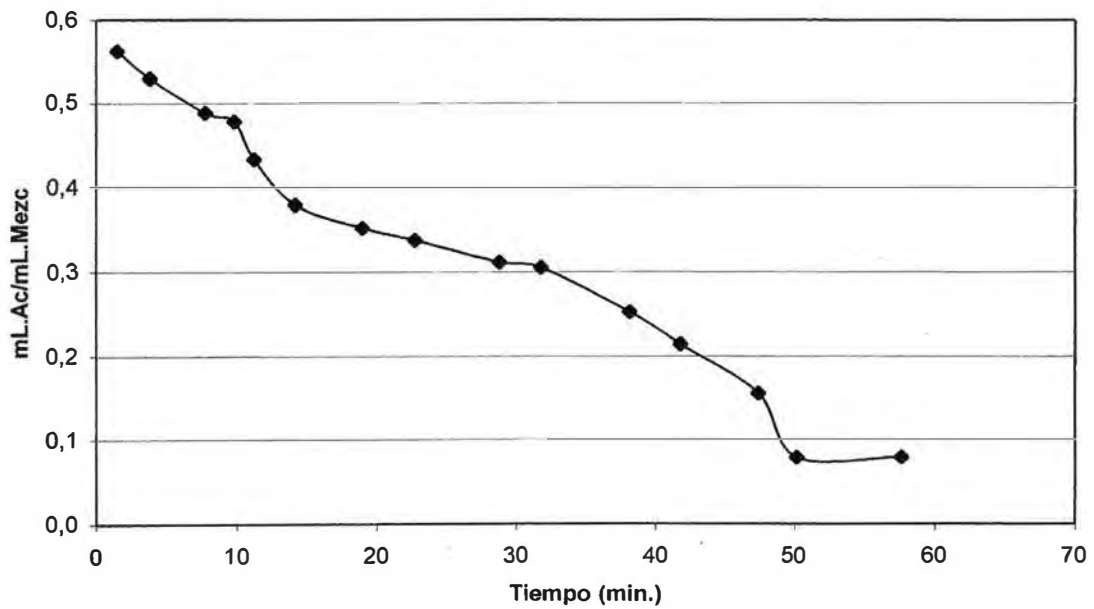
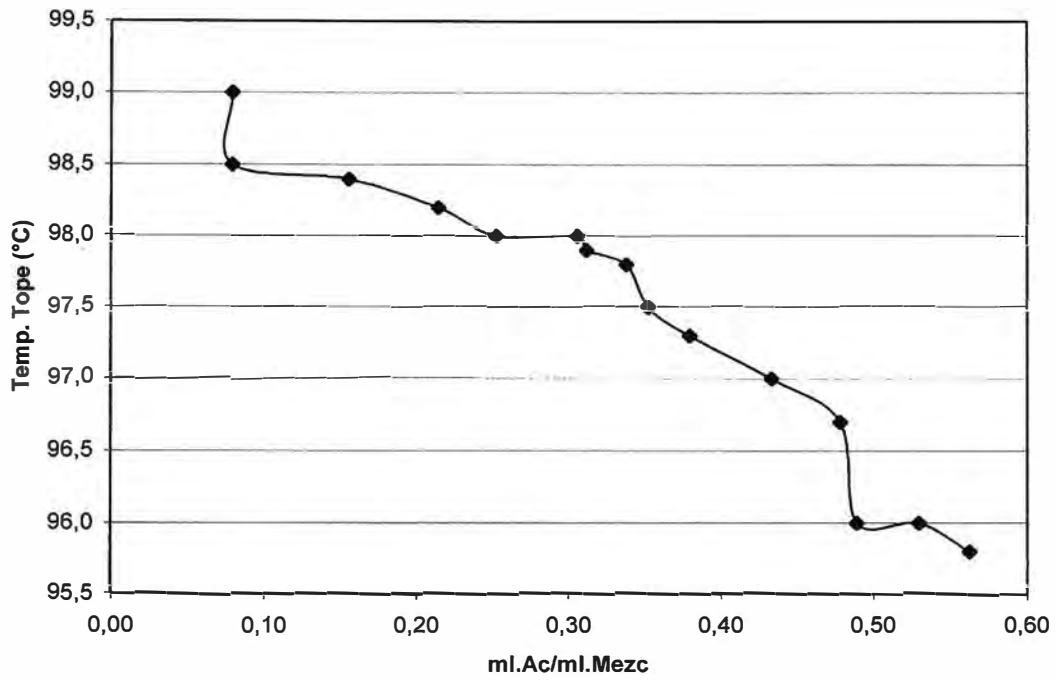


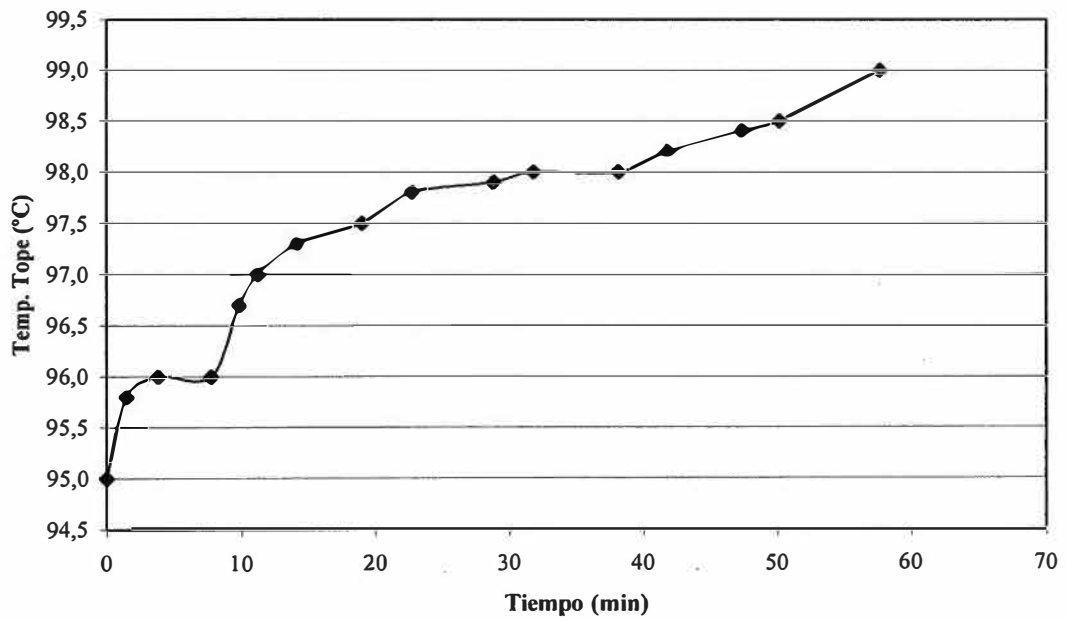
Fig. 8.49 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE



**Fig. 8.50 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**



**Fig. 8.51 PURIFICACION DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE
POR DESTILACION INTERMITENTE POR VAPOR**



IX. DISCUSION DE RESULTADOS

9.1. Extracción por Arrastre con Vapor

Los Gráficos de %Rendimiento y Volumen de Aceite Vs. Tiempo nos permite visualizar el comportamiento de la extracción del aceite esencial de molle:

- Al inicio la extracción es relativamente rápida, tornándose luego mucho más lenta. Por ejemplo en la fig.8.4 , se visualiza que en los 10 primeros minutos se obtuvo el **66%** del total del aceite obtenido. Luego el proceso se torna lento, como se observa en el gráfico obteniéndose el **34%** restante del aceite en 50 minutos.
- La curva inicialmente toma una pendiente bastante pronunciada, que representa una alta velocidad de extracción, esto se explique debido a que una alta fracción del aceite se encuentra en estado libre, con poca o mínima resistencia a la extracción. Esto generalmente no ocurre con la mayoría de aceites esenciales de otra plantas o semillas.
- Relacionando la fig.8.4 y 8.5 se determina el tiempo de operación del proceso de extracción.

De las curvas de Concentración Vs. Tiempo, se determina que a mayor carga de molle mayor concentración inicial de aceite en la mezcla condensada, lo que nos permite afirmar también que a mayor flujo de Vapor menor tiempo de operación. Esto se relaciona con que no existe una resistencia controlante de la Velocidad de extracción del aceite de molle; la que generalmente si existe en la mayoría de aceites esenciales, que es la resistencia a la difusión osmótica que ofrece la pared celular al paso de vapor. Cada aceite esencial tiene una concentración máxima característica, que queda definida con el máximo flujo óptimo de vapor de agua, por encima de este flujo la concentración disminuye manteniéndose el mismo tiempo de operación.

El aceite esencial de molle, como la mayoría de aceites esenciales es un multicomponente, prácticamente inmiscible con el agua, que al haber extraído mediante una codestilación forma una mezcla heteroazeotrópica de n-componentes; inicialmente el proceso se inicia con una alta concentración, principalmente compuesta de monoterpenos de bajo punto de ebullición y algunos compuestos oxigenados; la codestilación de estos

compuestos se realiza relativamente rápida, visualizándose este proceso en las curvas de Concentración vs. Tiempo, con un decaimiento brusco de la concentración. La extracción se hace lenta, por ejemplo en la fig.8.6 , de Concentración vs. Tiempo, claramente se ve una primera etapa, en los primeros 20' , con un claro decaimiento de la concentración, y una segunda etapa de una pendiente menos pronunciada de los 20 a los 40 minutos; y una tercera de los 40' hasta el final de la operación (145'). En la primera etapa es la destilación principalmente de los monoterpenos, en la segunda quizás los compuestos predominantes sean los oxigenados, y en la tercera etapa destilan los compuestos sesquiterpenos más difíciles de extraer.

Los Gráficos Volumen de agua condensada Vs Tiempo sirven para verificar si el flujo de vapor es constante durante todo el proceso., esto se comprueba si la curva se aproxima a una recta; ejemplo: **fig.8.15**

9.2. Purificación por Arrastre con Vapor

En la destilación o purificación con arrastre con vapor, es importante el Gráfico Volumen de Aceite Vs. Tiempo, nos permite visualizar aproximadamente las fracciones representativas, cada volumen recogido en función a la temperatura y tiempo, representa una fracción heteroazeotrópica (temperatura constante); por ejemplo en la Tabla 8.12 , se visualiza que las fracciones mayores destilan a 96 °C (1,35 + 22,0 mL), predominando quizás los monoterpenos; y entre 97.5 a 97.9 °C (15,5 + 12,5 + 16,3 mL de aceite), quizás sean los compuestos oxigenados los que predominan en estas fracciones.

En el Gráfico Temperatura de Tope Vs. Tiempo, se grafica el perfil de temperaturas del proceso de purificación, por ejemplo en la fig.8.51, el proceso empieza en 95 °C y termina en 99 °C; cada punto representa una fracción que destila a temperatura constante (heteroazetrópico). Los componentes del aceite generalmente hierven entre 170 a 250 °C, y el agua a 100 °C; por lo tanto los Puntos heteroazotrópicos de las fracciones se encuentran entre 95 y 99 °C.

Del Gráfico Concentración de Aceite Vs. Tiempo, se observa el decaimiento de la concentración con respecto al tiempo; cada punto corresponde a la concentración de cada

fracción destilada. Además la concentración inicial es la mayor por que corresponde a la fracción de componentes de menor punto de ebullición (monoterpenos).

En este Gráfico se observa la concentración con su correspondiente temperatura de ebullición (puntos heteroazeotrópicos) de cada fracción destilada.

X. CONCLUSIONES

- La extracción del aceite esencial de molle , inicialmente es rápida debido a que el aceite se encuentra libre, entre la cáscara y la semilla del fruto del molle, que anteriormente a debido ser quebrantada (solo partida, no molida), quedando el aceite libre a ser arrastrado por el vapor de agua.
- En este proceso se puede disminuir el tiempo de operación, aumentando el flujo de vapor hasta un cierto límite, en que no ocurra arrastre de impurezas y/o especies sólidas. Lo que no ocurre con el resto de aceites esenciales, que tienen un tiempo de operación tope, que no se pueden rebajar aun aumentando el flujo de vapor, esto es debido a que existe en estas otras materias una resistencia controlante al paso del vapor, la pared celular, ya que los aceites se encuentran intracelular.

En la purificación de aceites esenciales por Arrastre con Vapor, se realiza por fracciones, estas destilan a temperaturas y concentraciones constantes y en un periodo de tiempo determinado (mezclas heteroazeotrópicas), y conforme se agotan los productos que las componen, se van formando las siguientes fracciones.

XI. ASPECTOS COMERCIALES

11.1 Generalidades

Se conocen alrededor de 3000 tipos de aceites esenciales, pero solo 300 tiene importancia comercial.

Los aceites esenciales pueden clasificarse en herbáceos (romero) y no herbáceos (Citrus y Semillas de Especias). Los primeros representan un menor volumen pero en general alto precio y el segundo grupo tiene relevancia por sus volúmenes.

Por otra parte, los aceites esenciales pueden comercializarse con o sin terpenos según la solicitud del cliente, variando notablemente los precios.

La demanda de composiciones aromática ha crecido en el sector agroindustrial a razón de un 10% anual desde 1960, sus principales destinos son las industrias de bebidas, las lácteas, las de golosinas, de cosméticos y sabores. Las tres primeras representan el 75% de la demanda (Fuente: Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales del Ministerio de la Producción Bonaerense).

A mediados de la década del 70, la industria química puso de moda una gran variedad de compuestos aromáticos artificiales relegando a las esencias naturales. Pero en los años 90 una gran parte del mercado volvió a los aceites que se extraen de vegetales pero con exigencias de calidad y pureza.

11.2 Mercado Internacional

El valor de la comercialización de los aceites esenciales para la Unión Europea en 1989 fue de 374,1 millones de ECU (1 ECU equivale a U\$ 1,14) para un volumen de 34608 tn. El 33% fue importado desde países en desarrollo por un total de 81,1 millones de ECU. Entre los principales países de este grupo se encuentran: Argentina (aceite de limón), Brasil (aceite de naranja), China (aceite de eucalipto, citronela, geranio y pimienta), Egipto (aceite de jazmín), Haití (aceite de vetiver) e Indonesia (aceite de vetiver y citronela).

Las exportaciones de aceites esenciales en Estados Unidos en 1991 promediaron U\$ 156,5 millones valor record. Correspondiendo U\$ 87 millones para la **menta** y U\$ 42 para la hierba buena. Entre las especies consideradas promisorias se distingue el cedrón (*Aloysia triphilla*). Comparativamente las exportaciones argentinas de 1993 fueron sensiblemente menores U\$ 31 878 868.

En 1992 las exportaciones estadounidenses descendieron respecto a 1991, de 157 a 147 millones de dólares. La reducción de los envíos refleja las condiciones económicas empobrecidas de los países importadores.

Los aceites más exportados fueron: (EE.UU., 1997)

Especia	Monto (millones de dólares)
Menta mitcham	53
Menta arvensis	21
Naranja	10
Limón	10

11.3. Mercado Importador

Para cualquier empresa que desea exportar aceites esenciales a los grandes mercados tiene que tener en cuenta el sentir de los importadores.

A continuación, listas de quejas de importadores (EE.UU. y CEE) de productos provenientes de países latinoamericanos (incluye aceites esenciales).

- Pobre comunicación, demoras en respuestas, dificultades para encontrar a la persona que realiza las operaciones negociadoras.
- Insuficiente, mala o pobre calidad de los productos
- Envíos irregulares y tardíos
- Mal cálculo de los márgenes de ganancia en relación a los costos
- Elevado costo de transporte originado por el inadecuado embalaje.
- Los diseños del envasado no están adecuados a las preferencias del mercado destinatario
- Violación de derechos exclusivos de distribución

En la actualidad las importaciones provenientes de Latinoamérica representan un 2% del total en los países Europeos. Las principales importaciones proviene de Chile, Argentina y Brasil.

11.3.1. Ajustes para la exportación

- Dinamismo y conducción de los esfuerzos e innovadoras dirigidas a adecuar sus productos a las demandas internacionales.
- Adopción de técnicas modernas de marketing y de estrategias agresivas de penetración de mercados.

Los países latinoamericanos tendrán una creciente necesidad de exportar para crear divisas. Una adecuada estrategia de exportación que incluye coordinación, planificación y responsabilidad empresarial permitirán posicionarse en el mercado exterior.

Precios Mercado Argentino

Cuadro 11.1. Precios de Venta de Aceites Esenciales

(Córdoba, octubre de 1994)

Especie	Precio (\$) por kilo
Romero	79
Tomillo	92
Orégano	190
Melisa	72
Salvia	138
Albahaca	177
Manzanilla	700

Estos precios ni incluyen I.V.A. (impuestos)

Precios Venta

(Buenos Aires, 1998)

Perejil (hoja).....\$290

Zanahoria.....\$173

Tomillo.....\$230

Cuadro 11.2. Cotizaciones de Aceites Esenciales

Especie	Promedio kg/ dólar (1997 - 1998)	rendimientos
Manzanilla	1000	0,8 – 1,5 (seco)
Menta arvensis	20	1 – 3(seco) 0,3 – 0,5 (fresco)
Menta mitcham	40	1 – 2,5 (seco) 0,2 – 0,5 (fresco)
Orégano	73	1 –2,5 (seco) 0,2 (fresco)
Romero	32	1, 2 (fresco) 5 (seco)

Las diferencias de precios están vinculadas a la calidad y cantidad del producto y época en que se ofrece como así también si el mercado es interno o de exportación.

Cuadro 11.3. Exportaciones de Aceites Esenciales (1997)

Aceite	Kilos	US\$
Bergamota	1 640	151 300
Naranja	61 091	147 651
Limón	1 476 845	25 311 027
Lima dulce	100	6 360
Demás aceites excepto Citrus	61 706	824 440
Geranio	900	20 004
Lavanda	115	1 654
Menta piperita	4 151	85 454
Demás mentas	33 601	410 833
Cedro, clavo, palo rosa Canela, tomillo	43	852
Cálamo, Cananga, Cardamomo, Jengibre, Valeriana, Acacia, Gardenia, Lirio, Neroli, Tuberosa, Rosa Violeta	45	1 781
OTROS	61 157	560 933
TOTAL	1 701 394	27 522 289

<http://members.tripod.com/aromaticas/Aceites.htm>

XII. BILIOGRAFÍA

1. CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL UNCTAD/GATT. Aceites Esenciales y Oleorresinas. Ginebra 1986.
2. WEST, STRAUSZ Y BARTON: Perfúmenes Sintéticos; Aguilar S.A. de Ediciones, Madrid, 1951, pag. 7, 243.
3. L. BLAS: Química de los Perfumes; Aguilar S.A. de Ediciones, Madrid, 1951.
4. E. GUENTHER: The Essential Oils; D. Van Nostrand Co., Nueva York. 1952. Volumen II: "The Constituents of Essential Oils". pág. 771.
5. KIRCHNER Y MILLER: Ind. Eng. Ch., **44**, 318 (11, 1952).
6. H. GARCIA ARAEZ: Esencias Naturales. Aguilar S.A. de Ediciones. Madrid. 1953.
7. JOHN H. PERRY, Ph. D.: Manual del Ingeniero Químico. Unión Tipográfica Editorial Hispano – Americana. De la Tercera edición en inglés. México 1978.
8. J. OCON GARCIA Y G. TOJO B.: Problemas de Ingeniería Química. Tomo I Aguilar S.A. de Ediciones. Madrid. 1970.
9. GEORGE T. AUSTIN. Manual de procesos químicos en la industria. Quinta edición en inglés. Tomo II, pag. 569.
10. ARTHUR ROSE and CURTIS JOHNSON. Chemical Engineering Progress. Batch – Distillation Calculation. January, 1953. Vol. 49, N° 1, pag. 15.
11. HILDEBERT WAGNER and SABINE BLADT. Plant Drug Analysis A Thin Layer Chromatography Atlas. Second Edition. Springer. Printer in Germany – 1996. With 184 Colored Photographs.
12. CERPA CHAVEZ, MANUEL. Extracción de Productos Naturales mediante Fluidos Supercríticos: Fundamentos y Posibilidades de uso en el Perú, 09/ 2001.
13. CORREA Q., JAIME ENRIQUE. Especies Vegetales Promisorias de los Países del Convenio Andrés Bello. Bogota – Colombia. 1989. Junta del Acuerdo de Cartagena. JUNAC.
14. ITTEN, BEATRIZ; ARGAIN ALFREDO; MERLO, RITA. Revista de Plantas Medicinales para la Salud. Año 8 / N°17.
15. CABIESES, FERNANDO. Apuntes de Medicina Tradicional. La racionalización de lo irracional. Concytec. Lima – Perú.

XIII. APENDICE

13.1. FRAGANCIAS, SABORES Y ADITIVOS DE ALIMENTOS

13.1.1. La Industria de los Perfumes

La producción de perfumes. Colonias y aguas de colonia, que se conocen conjuntamente como fragancias, ha sufrido cambios drásticos en los últimos 25 años, antes de los cuales los perfumeros se entrenaban al ser aprendices de laboratorios hasta que por medio del trabajo con materiales tradicionales en patrones bien definidos, lograban tener habilidad en mezclas y combinaciones. Sólo de vez en cuando se producía un aroma nuevo y original, como Old Spice, que inmediatamente llamaba la atención de los consumidores. Poca gente se da cuenta de lo complejo que se ha vuelto la creación de una fragancia aceptable; requiere de conocimiento profesional, habilidad y experiencia, junto con una especialización para la resolución de problemas técnicos de la química sintética seguidas por pruebas de campo con consumidores. Este cambio se ha originado por cierto número de factores, por ejemplo: (1) incremento en el número de materias primas naturales y sintéticas; (2) la aparición de nuevos tipos de productos que necesitan fragancias; (3) innovaciones en el empaque, especialmente en aerosoles, cuya existencia era escasa antes de 1950, y en otras nuevas presentaciones como polvos perfumados, sabores de crema, geles, lociones y barras; (4) ampliación de vías y métodos de distribución, que comprenden ventas de puerta; y (5) un crecimiento extraordinario de artículos de tocador para hombre. Esta gran cantidad de descubrimientos contrasta con dos cambios principales que se llevaron a cabo con anterioridad, la introducción de los productos sintéticos y la obtenidos de aceites verdaderos por métodos mejorados.

El perfume toma su nombre de la palabra latina *perfumare* (llenar con humo), porque en su forma original se quemaba incienso en los templos egipcios. Los inciensos primitivos eran simples mezclas de especias finamente molidas que se mantenían comprimidas por medio de mirra o estoraque. El siguiente avance se llevó a cabo cuando se descubrió que si ciertas especias y flores se maceraban en grasa o aceite, la grasa o aceite podrían retener una parte de su principio odorífero. De esta forma se prepararon los

ungüentos y fragancias de fama bíblica. Avicena médico árabe, descubrió la destilación al vapor de aceites volátiles. Durante su búsqueda de pociones médicas, encontró que las flores hervidas en un alambique con agua desprendían algunas de sus esencias al destilado. Los cruzados llevaron a Europa todo el arte y la destreza del Oriente en perfumería, así como la información sobre las fuentes de resinas, aceites i especies. René, perfumero de Catalina de Médicis, inventó muchas nuevas fragancias y en su tiempo libre fue uno de los más astutos y mortíferos envenenadores de los Médicis. Muchos de los más finos perfumes se importan de Francia. Las colonias clásicas tienen por lo menos 200 años de antigüedad y tienen su origen en Colonia, Alemania, tal vez las primeras importaciones fueron de este país. No fue sino hasta 1950 que la industria de Estados Unidos descubrió que la venta de los perfumes diluidos en alcohol era rentable.

13.1.2. Compuestos

Un perfume se puede definir como cualquier mezcla de sustancias de olor agradable incorporadas en un vehículo adecuado. Al principio prácticamente todos los productos utilizados en perfumería eran de origen natural. Aun cuando el hombre comenzó a sintetizar materiales para este campo, se esforzó en imitar el olor más fino que se encontrara en la naturaleza. Sin embargo, en los últimos años ha existido una marcada tendencia para comercializar perfumes que no corresponden exactamente a algún aroma del reino vegetal, pero han tenido una amplia aceptación. Los perfumes modernos más finos no son sintéticos o naturales por completo. El mejor producto de este arte es una sabia combinación de los dos, para aumentar las propiedades del perfume natural, reducir el precio e introducir fragancias en los variados gustos de la actualidad. Un producto hecho sólo de materias sintéticas tiende a ser corriente y poco natural a causa de las impurezas en cantidades mínimas que definen y redondean el aroma de los olores naturales; sin embargo, es probable que ocurra un desarrollo de este tipo. El químico ha tenido éxito también al crear esencias de flores que no presentan esencias naturales o cuya esencia es demasiado costosa o muy volátil para hacer redituable su extracción. Son ejemplos de ello las lilas, lirios del valle y violetas. Los componentes de los perfumes son el vehículo o disolvente, el fijador y los elementos odoríferos.

13.1.2.1. Vehículos

El Disolvente moderno para combinar y disolver los materiales del perfume es el alcohol etílico altamente refinado mezclado con cierta cantidad de agua que va de acuerdo con las solubilidades de los aceites empleados. Este disolvente, por su naturaleza volátil, ayuda a proyectar el aroma que transporta, es casi inerte a los solutos y no es demasiado irritante a la piel humana. El ligero olor del alcohol se elimina por la desodorización o por la “prefijación” del alcohol. Esto se logra al agregar una pequeña cantidad de resina benzoína o algún otro fijador resinoso al alcohol permitiendo que madure por una o dos semanas. El resultado es un alcohol casi inodoro, cuya crudeza natural se neutralizó por medio de las resinas.

13.1.2.2. Fijadores

Es una solución ordinaria de sustancias del perfume en alcohol, los materiales más volátiles se evaporan primero y el olor del perfume consiste en una serie de más que en conjunto deseado; para superar esta dificultad se agrega un fijador. Se puede definir a los fijadores como sustancias de menor volatilidad que los aceites del perfume, que retardan y aun aceleran la velocidad de evaporación de varios componentes odoríferos. Los tipos de fijadores considerados son secreciones animales, productos resinosos, aceites esenciales y productos químicos sintéticos. Cualquiera de estos fijadores puede o no contribuir al olor del producto final, pero si lo hacen deben combinarse con la fragancia principal y complementarla.

13.1.2.3. Sustancias fragantes

La mayor parte de las sustancias fragantes de uso común e perfumería puede incluirse en uno de los siguientes grupos: (1) aceites esenciales, (2) aislados y (3) productos químicos sintéticos a semi-sintéticos.

13.1.2.3.1. Aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden definir como aceites volátiles odoríferos de origen vegetal, sin embargo, se debe hacer una distinción entre aceites naturales de los obtenidos por enflurage o extracción por disolventes y aceites esenciales que se recuperan por

destilación. A los aceites destilados les puede faltar algún componente que no sea lo suficientemente volátil o que se pierda durante la destilación. Dos ejemplos notables de ello son el aceite de rosas, en el cual el alcohol fenilético se pierde en la porción acuosa del destilado, y el aceite de azahar, en el cual el aceite destilado contiene una cantidad mínima de antranilato de metilo, mientras que el aceite extraído de la flor puede contener tanto una sexta parte de este componente.

Los aceites esenciales en su mayor parte insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos, aunque una buena parte del aceite se alcanza a disolver en agua para proporcionar un intenso olor a la solución, como en el caso del agua de rosas y del agua de azahar. Estos aceites tienen la volatilidad suficiente para destilarse intactos en la mayor parte de los casos y también son volátiles con vapor. Varían desde color amarillo o café hasta incoloros. Un aceite especial generalmente es una mezcla de compuestos, aunque el aceite de gaulteria es salicilato de metilo casi puro. 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.

13.1.3. Usos y Economía

Los embarques de fragancias eran de 1800 millones de dólares en 1981, y siguió en gran incremento ya que en 1974 fueron 320 millones de dólares. La popularidad de las fragancias masculinas ha tenido una gran contribución a este aumento sin duda alguna.

Las fragancias abarcan gran parte de la industria de los cosméticos y sólo las superan las cantidades empleadas en jabones y detergentes. Las fragancias se utilizan industrialmente para disimular, neutralizar y alterar el olor de varios productos, así como para crear un aroma especial, para objetos inodoros. Los casimires manufacturados en Escocia tienen ahora un toque hindú por unas gotas de aceite pachuli que se aplica a ellos. Los aromáticos, llamados a veces *reodorantes*, se agregan a ciertos productos de fino olor fresco; del mismo modo los productos de piel y papel se aromatizan en forma delicada para eliminar el olor de las materias primas. El olor del queroseno desaparece en los aerosoles para matar moscas; el olor a madera de cedro se logra al cubrir otras maderas con aceite de cedro que se obtiene como desecho en la manufactura de lápices. Enlatadoras, plantas de terminados de madera, plantas municipales de desecho y sistemas de procesamiento de

alimentos, son otras áreas donde se emplean reodorantes. El olor de la pintura al secar se elimina por aceites esenciales y fijadores agregados al producto a granel en pequeñas cantidades. Los olores se han empleado con éxito para mejorar la apariencia ante el público, aunque no son esenciales para el uso final de los productos a los cuales se añaden. Una pizca de acetato de bornilo evaporado en un sistemas de aire acondicionado imparte al aire un agradable aroma campestre.